



**Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)**

---

**Document de recherche 2021/063**

**Région du Pacifique**

**Évaluation du potentiel de rétablissement de 11 unités désignables du  
saumon chinook du Fraser, *Oncorhynchus tshawytscha*,  
partie 1 : éléments 1 à 11**

Daniel Doutaz<sup>1</sup>, Lauren Weir<sup>1</sup>, Michael Arbeider<sup>1</sup>, Doug Braun<sup>2</sup>, Brittany Jenewein<sup>3</sup>, Karen Rickards<sup>3</sup>, Marc Labelle<sup>4</sup>, Shamus Curtis<sup>5</sup>, Paul Mozin<sup>6</sup>, Charlotte Whitney<sup>7</sup>, Chuck Parken<sup>1</sup>, Richard Bailey<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pêches et Océans Canada  
Bureau du secteur de l'intérieur de la Colombie-Britannique  
986, place McGill  
Kamloops (Colombie-Britannique) V2C 6X6

<sup>2</sup>Pêches et Océans Canada  
École de gestion des ressources et de l'environnement  
Université Simon Fraser  
Institut de gestion des ressources coopératives  
8888, promenade University  
Burnaby (Colombie-Britannique) V5A 1S6

<sup>3</sup>Pêches et Océans Canada  
Bureau d'Annacis  
100, promenade Annacis, unité 3  
Delta (Colombie-Britannique) V3M 6A2

<sup>4</sup>Okanagan Nation Alliance  
3535, ancienne route d'Okanagan  
Westbank (Colombie-Britannique) V4T 3L7

<sup>5</sup>Upper Fraser Fisheries Conservation Alliance  
298A, route de Mission  
Williams Lake (Colombie-Britannique) V2G 5K9

<sup>6</sup>Conseil tribal Scw'exmx  
2090, avenue Coutlee  
Merritt (Colombie-Britannique) V1K 1B8

<sup>7</sup>Fondation du saumon du Pacifique  
300 – 1682, 7<sup>e</sup> avenue West  
Vancouver (Colombie-Britannique) V6J 2B3

---

## Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien de consultation scientifique  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>  
[csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021  
ISSN 2292-4272  
ISBN 978-0-660-40378-6 N° cat. Fs70-5/2021-063F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

Doutaz, D., Weir, L., Arbeider, M., Braun, D., Jenewein, B., Rickards, K., Labelle, M., Curtis, S., Mozin, P., Whitney, C., Parken, C. et Bailey, R. 2021. Évaluation du potentiel de rétablissement de 11 unités désignables du saumon chinook du Fraser, *Oncorhynchus tshawytscha*, partie 1 : éléments 1 à 11. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/063. xv + 362 p.

### Also available in English :

Doutaz, D., Weir, L., Arbeider, M., Braun, D., Jenewein, B., Rickards, K., Labelle, M., Curtis, S., Mozin, P., Whitney, C., Parken, C. and Bailey, R. 2021. Recovery Potential Assessment for 11 Designatable Units of Fraser River Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, Part 1: Elements 1 to 11. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2021/063. xiii + 337 p.

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	xv
1. INTRODUCTION .....	1
1.1. INFORMATION SUR L'ESPÈCE .....	1
1.2. CONTEXTE DE L'INSCRIPTION ET DU RÉTABLISSEMENT .....	4
2. PARAMÈTRES DE LA BIOLOGIE, DE L'ABONDANCE, DE LA RÉPARTITION ET DU CYCLE BIOLOGIQUE .....	6
2.1. ÉLÉMENT 1 : SOMMAIRE DE LA BIOLOGIE DU SAUMON CHINOOK .....	6
2.1.1. Morphologie .....	6
2.1.2. Histoire de la glaciation .....	6
2.1.3. Cycle biologique.....	8
2.1.4. Régime alimentaire .....	10
2.2. ÉLÉMENT 2 : ÉVALUATION DE LA TRAJECTOIRE DE L'ABONDANCE RÉCENTE DU SAUMON CHINOOK, DE SA RÉPARTITION ET DU NOMBRE DE POPULATIONS .....	11
2.2.1. Répartition et nombre de populations .....	11
2.2.2. Tendances de la productivité et de l'abondance.....	14
2.3. ÉLÉMENT 3 : PARAMÈTRES RÉCENTS DU CYCLE BIOLOGIQUE .....	28
3. BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT ET DE RÉSIDENCE .....	33
3.1. ÉLÉMENT 4 : PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DONT LE SAUMON CHINOOK A BESOIN POUR MENER À BIEN TOUTES LES ÉTAPES DE SON CYCLE BIOLOGIQUE .....	33
3.1.1. Habitat de fraie et d'incubation des œufs.....	33
3.1.2. Habitat de croissance des alevins et des juvéniles.....	34
3.1.3. Habitat de dévalaison des juvéniles en eau douce .....	36
3.1.4. Habitat de croissance dans l'océan .....	36
3.1.5. Habitat de migration dulcicole des adultes.....	38
3.2. ÉLÉMENT 5 : INFORMATION SUR L'ÉTENDUE SPATIALE DES ZONES SUSCEPTIBLES DE PRÉSENTER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT RECHERCHÉES DANS L'AIRE DE RÉPARTITION DU SAUMON CHINOOK.....	43
3.2.1. Répartition de l'habitat en eau douce.....	43
3.2.2. Répartition en mer.....	55
3.3. ÉLÉMENT 6 : PRÉSENCE ET ÉTENDUE DES CONTRAINTES DE CONFIGURATION SPATIALE .....	58
3.3.1. Barrages hydroélectriques .....	58
3.3.2. Glissements de terrain .....	58
3.3.3. Connectivité des plaines d'inondation.....	59

---

3.4. ÉLÉMENT 7 : ÉVALUATION DE LA NOTION DE RÉSIDENCE ET DESCRIPTION POUR LE SAUMON CHINOOK.....	59
4. MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS LIÉS À LA SURVIE ET AU RÉTABLISSEMENT DU SAUMON CHINOOK DU FRASER.....	60
4.1. ÉLÉMENT 8 : MENACES PESANT SUR LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT .....	60
4.1.1. Développement résidentiel et commercial .....	62
4.1.2. Agriculture et aquaculture .....	68
4.1.3. Production d'énergie et exploitation minière .....	76
4.1.4. Corridors de transport et de service.....	79
4.1.5. Utilisation des ressources biologiques.....	85
4.1.6. Intrusions et perturbations humaines .....	95
4.1.7. Modifications des systèmes naturels .....	100
4.1.8. Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques.....	113
4.1.9. Pollution et contaminants .....	125
4.1.10. Phénomènes géologiques.....	142
4.1.11. Changements climatiques.....	146
4.1.12. Sommaire.....	157
4.2. ÉLÉMENT 9 : ACTIVITÉS LES PLUS SUSCEPTIBLES DE MENACER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DÉCRITES AUX ÉLÉMENTS 4 ET 5 .....	167
4.3. ÉLÉMENT 10 : FACTEURS NATURELS QUI POURRAIENT LIMITER LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT .....	167
4.3.1. Limites biologiques et physiologiques.....	167
4.3.2. Prédation.....	168
4.3.3. Concurrence.....	172
4.4. ÉLÉMENT 11 : DISCUSSION DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES MENACES DE L'ÉLÉMENT 8 SUR L'ESPÈCE CIBLÉE ET LES AUTRES ESPÈCES COOCCURRENTES, DES EFFORTS DE SURVEILLANCE ACTUELS ET DES LACUNES DANS LES CONNAISSANCES .....	173
5. CONCLUSION .....	175
6. RÉFÉRENCES CITÉES .....	176
ANNEXE A. LISTE DES COURS D'EAU DE FRAIE PAR UD.....	208
ANNEXE B. GRAPHIQUES DE LA QUALITÉ .....	212
ANNEXE C. DÉTAILS SUR L'INFLUENCE DU REMPLISSAGE DANS L'UD 9 .....	224
ANNEXE D. GRAPHIQUE COMPARATIF DES TENDANCES ENTRE LES UD.....	226
ANNEXE E. HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION DES VARIATIONS EN POURCENTAGE .....	228
ANNEXE F. TABLEAUX DES MENACES DU COSEPAC .....	239

---

---

ANNEXE G. ÉTUDE SUR LA SURVIE DU SAUMON CHINOOK DE LA RIVIÈRE HARRISON.....	328
G.1. RENSEIGNEMENTS DE BASE.....	328
G.2. MÉTHODES.....	330
G.2.1. Sources des données.....	330
G.2.2. Traitement et analyse des données.....	330
G.3. RÉSULTATS.....	333
G.4. DISCUSSION.....	336
ANNEXE H. TABLEAU DES PÊCHES POUR LA GESTION DES RESSOURCES.....	354
ANNEXE I. ESTIMATION D'UN TAUX D'EXPLOITATION DURABLE POUR L'UD 2.....	356
I.1. ESTIMATION D'UN TAUX D'EXPLOITATION DURABLE POUR L'UD 2 – CHINOOK DE LA RIVIÈRE HARRISON.....	356
I.2. OBJECTIF.....	356
I.3. DONNÉES ET MODÈLES.....	356
I.4. TAUX D'EXPLOITATION DURABLE.....	357
I.5. INCERTITUDE.....	357
I.6. RÉFÉRENCES.....	358

---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Unités désignables (UD) du saumon chinook du Fraser et statut selon le COSEPAC (2019).....	2
Tableau 2. Guide des noms abrégés des UD de saumon chinook du Fraser. Les noms abrégés des UD sont utilisés dans tout le document.....	4
Tableau 3. Descriptions des périodes de montaison et de migration pour les UD de saumon chinook du Fraser évaluées dans la présente EPR.....	8
Tableau 4. Qualité des données et caractéristiques des cours d'eau pour les UD de saumon chinook du Fraser évaluées dans la présente EPR.....	12
Tableau 5. Liste des frayères persistantes utilisées dans l'analyse des tendances pour chaque UD de saumon chinook du Fraser, avec le numéro de l'UC à titre de référence supplémentaire. ....	12
Tableau 6. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (>30 %, >50 %, >70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	17
Tableau 7. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	18
Tableau 8. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	19
Tableau 9. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	20
Tableau 10. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	21
Tableau 11. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	22
Tableau 12. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois	

---

dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	23
Tableau 13. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	24
Tableau 14. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	25
Tableau 15. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	26
Tableau 16. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.....	27
Tableau 17. Résumé des paramètres du cycle biologique des UD de saumon chinook du Fraser, y compris la durée de génération moyenne, la fécondité moyenne et la longueur moyenne à la fourche selon l'âge. La durée de génération moyenne a été estimée comme la moyenne des reproducteurs en l'absence de mortalité par pêche. Les fourchettes générales de la fécondité présentées pour les classes d'âge sont indiquées dans Healey (1986). Les longueurs moyennes à la fourche ont été estimées pour les UD de saumon chinook du Fraser (si les données le permettent) d'après les données tirées de la récupération des MMC dans les pêches recueillies entre 1967 et 2012 (Brown et al. 2019).....	29
Tableau 18. Sommaire des tendances récentes des caractéristiques de trois zones de gestion de la Colombie-Britannique (d'après MPO 2018a). Il convient de noter que le stock de la rivière Nicola a été inclus car il sert d'indicateur de remplacement pour l'UD 14 (THS-Bessette). .....	30
Tableau 19. Taux de survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3 pour les stocks indicateurs du ruisseau Dome et de la rivière Nicola, et pour les saumoneaux jusqu'à l'âge 2 pour le stock indicateur de la rivière Harrison. ....	30
Tableau 20. Aperçu des besoins en matière d'habitat du saumon chinook, par stade biologique. La plupart des valeurs des propriétés sont tirées des examens des besoins en matière d'habitat dans Healey (1991) et Bjornn et Reiser (1991). ....	39
Tableau 21. Habitats utilisés par le saumon chinook dans les bassins versants où l'hydrologie est dominée par la neige. Adapté de Brown 2002. ....	40
Tableau 22. Sommaire des reconstitutions thermiques et du débit pour quatre populations de saumon chinook du fleuve Fraser évaluées dans Hague et Patterson (2009). ....	42
Tableau 23. Définitions des niveaux d'impact, de la probabilité d'occurrence et de la certitude causale pouvant être attribués à chaque catégorie de menaces. Les définitions ont été modifiées par rapport à celles figurant dans MPO (2014) afin de préciser que le niveau d'impact	

---

---

a été évalué en fonction du déclin prévu du niveau de la population au cours des trois prochaines générations si les menaces ne sont pas atténuées avec succès.....	61
Tableau 24. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des zones urbaines et résidentielles pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	65
Tableau 25. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des zones commerciales et industrielles pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	66
Tableau 26. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du tourisme et des loisirs pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	67
Tableau 27. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des cultures non ligneuses annuelles ou vivaces pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	73
Tableau 28. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'élevage et de l'élevage à grande échelle pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	74
Tableau 29. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'aquaculture marine et d'eau douce pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	75
Tableau 30. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des mines et des carrières pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	78
Tableau 31. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des routes et des voies ferrées pour toutes les UD. ....	82
Tableau 32. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des lignes de services publics pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	83
Tableau 33. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du transport par eau pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement	

---



---

modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.....84

Tableau 34. Sommaire du taux d'échappées et du taux d'exploitation pour l'UD 2 (BFR-Harrison) de 1985 à 2018. Données fournies par le Comité technique du saumon chinook du Traité sur le saumon du Pacifique. Les années marquées d'un astérisque sont celles où l'objectif d'échappée minimum de 75 100 n'a pas été atteint. ....91

Tableau 35. Sommaire du taux d'échappées et du taux d'exploitation pour l'UD 11 – saumon chinook de printemps du haut Fraser de 1991 à 2006. Le programme du stock indicateur du ruisseau Dome a été interrompu après l'année d'éclosion 2002. Données fournies par le Comité technique du saumon chinook du Traité sur le saumon du Pacifique. Les échappées marquées d'un astérisque ne sont pas incluses parce qu'elles ont été élaborées selon une méthodologie différente du reste de la série chronologique et ne sont donc pas directement comparables. ....92

Tableau 36. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'exploitation forestière et la récolte de bois pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....93

Tableau 37. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la pêche et de la récolte des ressources aquatiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....94

Tableau 38. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des activités récréatives pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....98

Tableau 39. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du travail et des autres activités pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....99

Tableau 40. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des incendies et de la lutte contre les incendies pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. .... 110

Tableau 41. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des barrages et de la gestion et utilisation de l'eau pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. .... 111

Tableau 42. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des autres modifications de l'écosystème pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour

---

les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	112
Tableau 43. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des espèces non indigènes et exotiques envahissantes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	122
Tableau 44. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des espèces indigènes problématiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	123
Tableau 45. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du matériel génétique introduit pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	124
Tableau 46. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des eaux usées domestiques et urbaines pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	137
Tableau 47. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des effluents industriels et militaires pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	138
Tableau 48. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des effluents agricoles et forestiers pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	139
Tableau 49. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des détritiques et déchets solides pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	140
Tableau 50. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la pollution atmosphérique pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	141
Tableau 51. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des avalanches et des glissements de terrain pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer	

---

---

au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	145
Tableau 52. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'altération et du déplacement des habitats pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	153
Tableau 53. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des sécheresses pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	154
Tableau 54. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des températures extrêmes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	155
Tableau 55. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des tempêtes et des inondations pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. ....	156
Tableau 56. Note globale de la menace fournie d'après le calculateur de menaces du COSEPAC avec les commentaires récapitulés des participants à l'atelier. ....	157
Tableau 57. Classement général des menaces pour les UD de saumon chinook du Fraser évaluées. Il convient de noter que ce tableau présente le classement combiné des différentes catégories de menaces contenues dans chacune des grandes catégories de menaces globales figurant dans le tableau. ....	166
Tableau 58. Prédateurs probablement rencontrés par le saumon chinook du Fraser. ....	172

---

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1. UD 2 BFR-Harrison : série chronologique des échappées absolues de 1984 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 17
- Figure 2. UD 4 BFR-Haute Pitt : série chronologique des échappées relatives de 2002 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 18
- Figure 3. UD 5 BFR-Été : série chronologique des échappées relatives de 2005 à 2018 avec une estimation du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 19
- Figure 4. UD 7 MFR-Nahatlatch : série chronologique des échappées relatives de 1997 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 20
- Figure 5. UD 8 MFR-Portage : série chronologique des échappées relatives de 2000 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 21
- Figure 6. UD 9 MFR-Printemps : série chronologique des échappées relatives de 1995 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 22
- Figure 7. UD 10 MFR-Été : série chronologique des échappées relatives de 1999 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 23
- Figure 8. UD 11 HFR-Printemps : série chronologique des échappées relatives de 1995 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 24
- Figure 9. UD 14 THS-Bessette : série chronologique des échappées relatives de 1999 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). ..... 25
- Figure 10. UD 16 THN-Printemps : série chronologique des échappées relatives de 1999 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1)

taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge). .....	26
Figure 11. UD 17 THN-Été : série chronologique des échappées relatives de 1997 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).....	27
Figure 12. a) productivité estimée des recrues par géniteur pour l'UD 2 (BFR-Harrison) par année d'éclosion de 1984 à 2013; et b) trajectoire de a ( $\ln(\alpha)$ ) en utilisant le modèle bayésien récursif : les lignes rouges sont la médiane a posteriori et l'estimation de la probabilité maximale est indiquée en bleu (la zone ombrée est l'intervalle de crédibilité à 95 % pour l'estimation par la méthode de Bayes).....	32
Figure 13. Carte de l'UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne (Harrison). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.....	44
Figure 14. Carte de l'UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été – haute Pitt. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles. ....	45
Figure 15. Carte de l'UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.....	46
Figure 16. Carte UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.....	47
Figure 17. Carte de l'UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.....	48
Figure 18. Carte de l'UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles. ....	49
Figure 19. Carte de l'UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.....	50
Figure 20. Carte de l'UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles. ....	51
Figure 21. Carte de l'UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.....	52
Figure 22. Carte de l'UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles. ....	53
Figure 23. Carte de l'UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles. ....	54
Figure 24. Récupérations de MMC de saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison printanière dans les pêches en haute mer : UD 9 (MFR-Printemps), UD 11 (HFR-Printemps) et UD 16 (THN-Printemps), ainsi que de l'UD 3 (BFR-Birkenhead, non visée par la présente EPR) aux fins de comparaison. ....	56
Figure 25. Récupérations de MMC de saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison estivale dans les pêches en haute mer : UD 4 (BFR-Haute Pitt), UD 10 (MFR-Été), UD 17 (THN-Été), ainsi que de saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison estivale produits à l'écloserie de Chilliwack (non visée par la présente EPR). ....	57

---

Figure 26. Récupérations dans les pêches en haute mer pour le chinook de type océanique à montaison automnale de l'UD 2 (BFR-Harrison), ainsi que pour le saumon chinook du Fraser de type océanique à montaison automnale produit à l'écloserie de Chilliwack à des fins de comparaison (non visée par la présente EPR). .....	57
Figure 27. Rejets de saumons de type océanique et fluvial d'écloserie dans le bassin du Fraser de 1978 à 2016. ....	72

---

## RÉSUMÉ

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué onze unités désignables (UD) de saumon chinook du Fraser (*Oncorhynchus tshawytscha*) comme étant menacées ou en voie de disparition en 2018, et leur inclusion à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) est actuellement à l'étude. Cette première partie de l'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) (éléments 1 à 11) fournit des descriptions et des mises à jour de l'état des populations, un aperçu de la biologie et des besoins en matière d'habitat, ainsi qu'une évaluation des menaces et des facteurs limitant le rétablissement. Les principales menaces qui pèsent sur les UD ont été évaluées lors d'un atelier avec des experts locaux, qui a déterminé qu'il s'agit des changements climatiques, des modifications du système naturel, de la pêche et de la pollution. Certaines menaces dignes de mention qui pèsent sur les différentes UD sont les récents glissements de terrain présentant des risques graves pour les UD 8, 9, 10 et 11; la concurrence avec les poissons d'écloserie pour l'UD 2; et les impacts particulièrement élevés des modifications des systèmes naturels pour les UD 9 et 14. Pour les onze UD, le risque de menace est considéré comme élevé à extrême ou extrême, en raison de la gravité et du nombre de menaces auxquelles ces UD sont confrontées. D'après les menaces évaluées, on s'attend, au cours des trois prochaines générations, à une diminution de 31 à 100 % du niveau de population pour les UD 2, 4, 5, 7, 16 et 17, et à une diminution de 71 à 100 % du niveau de population pour les UD 8, 9, 10, 11 et 14. Il sera difficile d'atténuer les menaces multiples et complexes qui pèsent sur ces UD, d'autant que nombre de ces menaces sont exacerbées par les changements climatiques. Il sera essentiel de veiller à coordonner correctement les efforts grâce à une gouvernance efficace pour réussir à atténuer les effets cumulés de ces diverses menaces. Les objectifs de rétablissement, les options d'atténuation, les projections des populations et les dommages admissibles seront fournis dans la seconde moitié de l'EPR (éléments 12 à 22).

---

## 1. INTRODUCTION

Après que le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué une espèce aquatique comme étant *menacée, en voie de disparition* ou *disparue*, Pêches et Océans Canada (MPO) met en œuvre différentes mesures requises en appui à l'application de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Bon nombre de ces mesures nécessitent la collecte d'information scientifique sur la situation actuelle de l'espèce sauvage, sur les menaces qui pèsent sur sa survie et son rétablissement et sur son potentiel de rétablissement. Ces avis scientifiques sont habituellement formulés au moyen d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) menée dans un délai précis après l'évaluation du COSEPAC. Cette façon de procéder permet d'intégrer les analyses scientifiques qui ont fait l'objet d'un examen par les pairs aux processus prévus par la LEP, y compris la planification du rétablissement.

### 1.1. INFORMATION SUR L'ESPÈCE

Nom scientifique – *Oncorhynchus tshawytscha*

Noms communs –

Anglais : Chinook Salmon, Spring Salmon, King Salmon (Scott et Crossman 1973)

Français : saumon chinook

Premières Nations : tyee, sac'up, kwexwe, k'utala, keke'su7, po:kw' (Ducommun 2013), ntitiyix, sk'elwis (Vedan 2002<sup>1</sup>), t'kwinnat ou quinnat (Scott et Crossman 1973).

Le saumon chinook est le plus grand des cinq espèces de saumons du Pacifique anadromes et sémelpares indigènes en Amérique du Nord. Il est présent du centre de la Californie au fleuve Mackenzie (Territoires du Nord-Ouest, Canada), le long de la côte nord-américaine (Netboy 1958; McPhail et Lindsey 1970; McLeod et O'Neil 1983; Healey 1991). Le saumon chinook présente le cycle biologique le plus diversifié de tous les saumons du Pacifique sémelpares (Brannon *et al.* 2004), avec des variations considérables sur le plan de la taille, de l'âge à la maturité, des exigences en matière d'habitat et de la durée des étapes de croissance en eau douce et en eau salée. Au Canada, il constitue une importante source de nourriture pour d'autres poissons piscivores et divers oiseaux et mammifères, et c'est aussi une espèce ciblée par les pêches récréatives et commerciales. Le saumon chinook est une espèce très importante pour les Premières Nations et les Métis de la Colombie-Britannique en tant que symbole culturel et élément de leur mode de vie traditionnel axé sur la subsistance (COSEPAC 2019).

Le COSEPAC a réparti les populations de saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique en 28 unités désignables (UD) en fonction de leur répartition géographique, des variations du cycle biologique et des données génétiques (COSEPAC 2019). Les UD du COSEPAC sont dérivées des unités de conservation (UC) de la Politique concernant le saumon sauvage (PSS) et suivent l'approche fondamentale pour le maintien de la variabilité génétique au niveau des espèces sauvages (COSEPAC 2019); cependant, dans certains cas, plusieurs UC peuvent constituer une UD. Pour le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, 25 des 28 UD sont exactement les mêmes que les UC, mais les limites de population sont différentes pour les trois autres UD. Toutes les UD examinées dans la présente EPR représentent une seule UC. Des descriptions détaillées des UD du COSEPAC et des UC de la PSS pour le saumon chinook

---

<sup>1</sup> Vedan, A. 2002. [Traditional Okanagan Environmental Knowledge and Fisheries Management](#). Westbank, BC. (Consulté le 22 juillet 2020)



du sud de la Colombie-Britannique figurent dans COSEPAC (2019) et Brown *et al.* (2019), respectivement.

Dans le cadre de la présente EPR, toutes les UD frayent dans le bassin hydrographique du Fraser et seront désignées par le terme « saumon chinook du Fraser ». Les UD de saumon chinook du Fraser sont des populations génétiquement distinctes qui ne se croisent pas facilement et se reproduisent dans différentes zones géographiques du bassin hydrographique du Fraser (voir la description détaillée de la génétique et de la répartition géographique du saumon chinook du Fraser dans COSEPAC 2017). Les UD évaluées dans la présente EPR ainsi que les UC de la PSS et les zones de gestion des pêches (UGP) correspondantes, sont résumées dans le Tableau 1. Les noms abrégés des UD de saumon chinook du Fraser sont donnés dans le Tableau 2, qui sera utilisé pour faire référence aux UD tout au long du document.

Tableau 1. Unités désignables (UD) du saumon chinook du Fraser et statut selon le COSEPAC (2019).

Zone de gestion (ZG)	Unité de conservation (UC)	Unité désignable (UD)	Statut selon le COSEPAC	Justification du statut
Printemps 5 <sub>2</sub>	CK-08 FR Canyon-Nahatlatch	UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch)	En voie de disparition	Cette population de saumon chinook à montaison printanière frayant dans le bassin hydrographique de la rivière Nahatlatch a diminué à des niveaux très bas. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce ainsi que la récolte sont des menaces pour cette population.
	CK-10 MFR Printemps	UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps	Menacée	L'abondance de cette remonte printanière de saumons chinooks frayant dans plusieurs affluents du moyen Fraser a diminué. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, la récolte et la pollution causée par les activités minières sont des menaces pour cette population.
	CK-12 HFR Printemps	UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps	En voie de disparition	L'abondance de cette remonte printanière de saumons chinooks frayant dans le haut Fraser a diminué. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, ainsi que la récolte, sont des menaces pour cette population. Les changements prévus des systèmes météorologiques du Pacifique Nord qui influent sur la disponibilité des eaux souterraines auront des répercussions sur les frayères et la survie hivernale.

Zone de gestion (ZG)	Unité de conservation (UC)	Unité désignable (UD)	Statut selon le COSEPAC	Justification du statut
	CK-18 THOMN Printemps	UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps	En voie de disparition	Cette remonte printanière de saumons chinooks frayant dans la rivière Thompson Nord a connu un déclin marqué de son abondance jusqu'à un niveau bas. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, ainsi que la récolte, sont des menaces pour cette population. Les changements prévus des systèmes météorologiques du Pacifique Nord qui influent sur la disponibilité des eaux souterraines auront des répercussions sur les frayères et la survie hivernale.
	CK-05 BFR Haute Pitt	UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été (haute Pitt)	En voie de disparition	L'abondance de cette remonte estivale de saumons chinooks frayant dans la haute Pitt, dans le bassin versant du bas Fraser, a diminué et elle est aujourd'hui au niveau le plus bas jamais enregistré. La baisse de la qualité de l'habitat d'eau douce et marin, ainsi que la récolte, sont des menaces constantes pour cette population.
	CK-06 BFR Été	UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été	Menacée	L'abondance de cette remonte estivale de saumons chinooks frayant dans les rivières Lillooet et Harrison, dans le bassin du bas Fraser, a diminué à des niveaux faibles. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, ainsi que la récolte, sont des menaces pour cette population.
Été 5 <sub>2</sub>	CK-09 MFR Portage	UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)	En voie de disparition	Cette population de saumons chinooks à montaison automnale frayant dans le bassin versant de la rivière Seton, le long du moyen Fraser, a diminué, et elle est maintenant très faible. Le déclin devrait se poursuivre. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, ainsi que la récolte, sont des menaces pour cette population.
	CK-11 MFR Été	UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été	Menacée	L'abondance de cette remonte estivale de saumons chinooks frayant dans plusieurs affluents du moyen Fraser a diminué. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce est une menace pour cette population.
	CK-19 THOMN Été	UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été	En voie de disparition	L'abondance de cette remonte estivale de saumons chinooks frayant dans la rivière Thompson Nord a fortement diminué. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, ainsi que la récolte, sont des menaces pour cette population.

Zone de gestion (ZG)	Unité de conservation (UC)	Unité désignable (UD)	Statut selon le COSEPAC	Justification du statut
Printemps 4 <sub>2</sub>	CK-16 THS, ruisseau Bessette	UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette)	En voie de disparition	L'abondance de cette remonte estivale de saumons chinooks frayant dans la rivière Thompson Sud a connu un déclin marqué jusqu'à un niveau très bas. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, ainsi que la récolte, sont des menaces pour cette population.
Automne 4 <sub>1</sub>	CK-03 BFR Automne	UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne	Menacée	Les lâchers d'individus d'écloserie de 1981 à 2004 compliquent le calcul des taux de déclin, mais l'on sait que l'abondance de cette remonte automnale de saumons chinooks du bas Fraser baisse régulièrement. Les données sur l'abondance pour toutes les années disponibles sont réputées le mieux représenter l'abondance naturelle des géniteurs. La baisse de la qualité de l'habitat des milieux marins et d'eau douce, la récolte et la modification de l'écosystème dans l'estuaire du bas Fraser sont des menaces pour cette population.

Tableau 2. Guide des noms abrégés des UD de saumon chinook du Fraser. Les noms abrégés des UD sont utilisés dans tout le document.

UD	UC	ZG	Nom complet de l'UD	Nom abrégé de l'UD
UD 2	CK-03	Automne 4.1	Bas Fraser, type océanique, automne	BFR-Harrison
UD 4	CK-05	Printemps 5.2	Bas Fraser, type fluvial, été (haute Pitt)	BFR-Haute Pitt
UD 5	CK-06	Été 5.2	Bas Fraser, type fluvial, été	BFR-Été
UD 7	CK-08	Printemps 5.2	Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch)	MFR-Nahatlatch
UD 8	CK-09	Été 5.2	Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)	MFR-Portage
UD 9	CK-10	Printemps 5.2	Moyen Fraser, type fluvial, printemps	MFR-Printemps
UD 10	CK-11	Été 5.2	Moyen Fraser, type fluvial, été	MFR-Été
UD 11	CK-12	Printemps 5.2	Haut Fraser, type fluvial, printemps	HFR-Printemps
UD 14	CK-16	Printemps 4.2	Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette)	THS-Bessette
UD 16	CK-18	Printemps 5.2	Thompson Nord, type fluvial, printemps	THN-Printemps
UD 17	CK-19	Été 5.2	Thompson Nord, type fluvial, été	THN-Été

## 1.2. CONTEXTE DE L'INSCRIPTION ET DU RÉTABLISSEMENT

De nombreuses populations de saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique ont connu des années répétées de faible abondance des géniteurs depuis les trois dernières décennies, et les stocks du Fraser ont connu des déclins notables depuis le début des années 2000 (Riddell *et al.* 2013). Les observations d'une taille plus petite selon l'âge, d'une fécondité réduite et de proportions plus faibles de femelles dans les relevés de géniteurs ont également accru

---

l'incertitude entourant les tendances à long terme de l'abondance et de la productivité de toutes les populations (Brown *et al.* 2019).

En novembre 2018, le COSEPAC a évalué le statut de 16 des 28 UD de saumon chinook dans le sud de la Colombie-Britannique (COSEPAC 2019). On avait établi que ces UD n'avaient fait l'objet d'aucun ensemencement artificiel au cours des trois dernières générations, ou très peu, ou bien le MPO avait estimé auparavant que les données étaient insuffisantes pour l'évaluation. L'évaluation a conduit à l'attribution du statut d'espèce « *en voie de disparition* » à huit UD, « *menacée* » à quatre et « *préoccupante* » à une, et une autre a été jugée *non en péril*\*. Les données étaient insuffisantes pour permettre d'évaluer deux autres UD. Le COSEPAC évaluera le reste des UD de saumon chinook dans le sud de la Colombie-Britannique en novembre 2020.

Avant l'évaluation du COSEPAC (COSEPAC 2019), l'UD de l'Okanagan était la seule UD canadienne de saumon chinook dont le statut avait été évalué comme *en voie de disparition* par le COSEPAC (COSEPAC 2019). L'UD de l'Okanagan est unique, car il s'agit actuellement de la seule population de saumon chinook de Colombie-Britannique dans le bassin hydrographique du fleuve Columbia. Par conséquent, cette UD a été évaluée séparément et ne fait pas partie des UD examinées par le COSEPAC en 2018.

Après que le COSEPAC a évalué une espèce aquatique comme étant *menacée*, *en voie de disparition* ou *disparue*, Pêches et Océans Canada (MPO) met en œuvre différentes mesures requises en appui à l'application de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Bon nombre de ces mesures nécessitent la collecte d'information scientifique sur la situation actuelle de l'espèce sauvage, sur les menaces qui pèsent sur sa survie et son rétablissement et sur son potentiel de rétablissement. L'avis scientifique formulé ici l'a été, comme d'habitude, dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) menée dans un délai précis après l'évaluation du COSEPAC, permettant d'intégrer les analyses scientifiques ayant fait l'objet d'un examen par les pairs aux processus prévus dans la LEP, y compris à la planification du rétablissement.

La présente EPR évalue le statut de 11 UD de saumon chinook qui frayent dans le bassin hydrographique du fleuve Fraser, et que le COSEPAC (2019) a toutes désignées comme *menacées* ou *en voie de disparition*. Plus précisément, ce rapport aborde les 11 premiers des 22 éléments décrits dans le mandat pour la réalisation des EPR pour les espèces aquatiques en péril (MPO 2014), qui comprend :

- des sommaires des paramètres de la biologie, de l'abondance, de la répartition et du cycle biologique du saumon chinook du Fraser (éléments 1 à 3);
- des descriptions des exigences en matière d'habitat et de résidence du saumon chinook du Fraser à tous les stades biologiques (éléments 4 à 7);
- l'évaluation et la hiérarchisation des menaces et des facteurs limitant la survie et le rétablissement du saumon chinook du Fraser (éléments 8 à 11);
- les objectifs de rétablissement proposés pour les UD de saumon chinook du Fraser (éléments 12 à 15);
- des discussions des scénarios des mesures d'atténuation et des solutions de rechange (éléments 16 à 21);
- une évaluation des dommages admissibles pour évaluer le taux maximal de mortalité et de destruction de l'habitat anthropiques que l'espèce peut soutenir sans risque pour sa survie ou son rétablissement (élément 22).

---

## 2. PARAMÈTRES DE LA BIOLOGIE, DE L'ABONDANCE, DE LA RÉPARTITION ET DU CYCLE BIOLOGIQUE

### 2.1. ÉLÉMENT 1 : SOMMAIRE DE LA BIOLOGIE DU SAUMON CHINOOK

La plupart des renseignements fournis dans cette section concernent en général le saumon chinook, en raison des études limitées sur les stocks de saumon chinook du Fraser, en particulier pour les UD qui frayent dans le bassin hydrographique du Fraser intérieur. Nous donnons ici un sommaire des connaissances biologiques générales sur le saumon chinook, en indiquant et présentant les renseignements propres au saumon chinook du Fraser lorsque c'est possible.

#### 2.1.1. Morphologie

Le saumon chinook est le plus grand des cinq espèces de saumons du Pacifique anadromes et sémelpares indigènes en Amérique du Nord (Netboy 1958; Healey 1991). Le saumon chinook adulte se distingue généralement des autres espèces de saumons du Pacifique par 1) la présence de petites taches noires sur les deux lobes de la nageoire caudale; 2) des gencives noires à la base des dents de la mâchoire inférieure; 3) une mâchoire inférieure pointue; et 4) un grand nombre de cæcums pyloriques (> 100) (McPhail et Lindsey 1970; Healey 1991; McPhail 2007). Comme la plupart des autres espèces du genre *Oncorhynchus*, les saumons chinooks mâles développent une mâchoire supérieure en crochet (kype) et une bosse dorsale. Les alevins et les tacons du saumon chinook se distinguent par la présence de marques de parr dépassant nettement en dessous de la ligne latérale (Mcphail et Carveth 1994). La nageoire adipeuse est normalement bordée de noir et non pigmentée au centre (Healey 1991). La nageoire anale présente également un bord blanc, mais n'est pas compensée par une ligne pigmentée foncée comme chez le saumon coho (Healey 1991). Le saumon chinook présente une variation extrême de la coloration de sa chair, allant du rouge vif au blanc, avec des variantes intermédiaires dans tout le spectre (Lehnert *et al.* 2016).

#### 2.1.2. Histoire de la glaciation

Candy et ses collaborateurs (2002) et Beacham et ses collaborateurs (2003) ont précédemment décrit l'importance des modèles historiques de glaciation et comment ils ont conduit à la répartition du saumon chinook du Fraser dans l'ensemble du bassin versant du Fraser. La Colombie-Britannique était presque entièrement recouverte de glace il y a 15 000 ans (Fulton 1969), avant une période de réchauffement climatique (Roed 1995). Lorsque la glace s'est retirée, une grande partie du Fraser s'écoulait dans le bassin hydrographique de l'Okanagan et se jetait dans l'océan par le fleuve Columbia, le canyon du Fraser étant bloqué par la glace près de Hells Gate. Au cours de cette période, certains saumons chinooks ont vraisemblablement colonisé le bassin hydrographique du Fraser intérieur via le fleuve Columbia, par des liaisons dans la région d'Okanagan-Nicola et par des liaisons du Fraser supérieur et du Columbia.

Plusieurs événements de colonisation tout au long de l'histoire de la glaciation du bassin hydrographique contemporain du Fraser ont conduit à des groupes uniques de populations de saumon chinook du Fraser (organisées en UC et UD) dans le bassin hydrographique du Fraser, qui ne se croisent pas facilement. La présence de populations génétiquement distinctes de saumon chinook du Fraser dans le bassin versant du bas Fraser (en aval de Hells Gate) laisse croire qu'il s'est produit des événements de colonisation indépendants à partir du refuge du Columbia et d'un refuge côtier du Pacifique (Teel *et al.* 2000) ou du nord de la Béringie (Utter *et al.* 1989). Même si certaines populations de saumon chinook du Fraser (c'est-à-dire des groupes isolés sur le plan de la reproduction) sont proches du point de vue géographique, il y a

---

souvent un mélange de populations issues de différents historiques de colonisation (Healey 1991, 2001). Ces populations distinctes ont développé un éventail de stratégies de cycle biologique, avec des variations considérables en ce qui concerne l'âge auquel les juvéniles se dispersent de leur cours d'eau natal; la durée de résidence en eau douce, en estuaire et en mer; la répartition dans l'océan; et l'âge/le moment de la migration de fraie (Brown *et al.* 2013).

### **Variantes du type de cycle biologique**

La durée du temps passé en eau douce avant de migrer vers l'océan, qui détermine la qualification du saumon chinook de type fluvial ou de type océanique, est la variation la plus générale dans le cycle biologique du saumon chinook. Ces descriptions sont toutefois de grandes généralisations d'un continuum comportemental réel entre le type fluvial et le type océanique. En général, le saumon chinook de type fluvial passe une ou plusieurs années en tant qu'alevin ou tacon en eau douce avant de migrer vers l'océan. Les individus de la variante fluviale effectuent de vastes migrations dans l'océan avant de revenir dans leur cours d'eau natal au printemps ou à l'été plusieurs mois avant la fraie. À l'inverse, ceux de la variante de type océanique migrent vers l'océan pendant la première année, passent la plus grande partie de leur vie dans les eaux côtières et retournent dans leur cours d'eau natal à l'automne quelques jours ou semaines avant la fraie.

Selon les données scientifiques, ces deux variantes seraient des lignées divergentes de saumon chinook provenant du refuge de Béring au nord (type fluvial) et du refuge de Cascadia-Columbia au sud (type océanique). La recherche génétique indique qu'il y a peu ou pas de flux de gènes entre les deux variantes, malgré la comigration dans de grandes zones d'habitat fluvial et océanique et, dans certains cas, la fraie dans des systèmes adjacents (Healey 1991; Waples *et al.* 2004). Il a toutefois été suggéré que le saumon chinook au sud du bassin supérieur du fleuve Columbia présente des comportements des types fluvial et océanique tout en partageant la même lignée (Moran *et al.* 2013). Dans les réseaux où les deux variantes sont sympatriques (c'est-à-dire qu'elles ont évolué sans séparation géographique ou temporelle), le type fluvial se trouve plus fréquemment dans les zones de fraie du cours supérieur des rivières et le type océanique dans les zones de fraie en aval (Rich 1925; Hallock, Fry et LaFauce 1957; Healey et Jordan 1982).

La période où le chinook sexuellement mature amorce son retour en eau douce et sa montaison vers les frayères varie également considérablement. Il se peut que la variation du moment de la montaison du saumon témoigne d'une adaptation locale (Waples *et al.* 2004; Beacham et Murray 1990). Les migrations de retour en eau douce peuvent précéder de plusieurs semaines, voire de plusieurs mois, l'activité de fraie proprement dite dans certaines UD ou certaines populations dans les UD. On observe également une tendance latitudinale générale dans le moment du pic de la montaison. Le pic de la montaison des UD de saumon chinook du Fraser se produit généralement entre juillet et septembre, mais entre avril et septembre dans les UD du sud.

Il est important de souligner que la période de montaison des adultes n'est pas synonyme de période de fraie, car elle peut précéder la fraie de plusieurs semaines, voire plusieurs mois pour certaines populations (il y a des remontes printanières qui reviennent dans le Fraser en avril, mais ne frayent pas avant août, et des remontes estivales qui reviennent en juillet, mais ne frayent pas avant octobre). Waples et ses collaborateurs (2004) ont fourni des définitions normalisées de la période de la montaison des adultes qui servent à classer le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique (Parke *et al.* 2008). La période de montaison des saumons chinooks du Fraser adultes est résumée par UD dans le Tableau 3. On pense que la diversité supplémentaire des stratégies fondées sur la période de la fraie démontre la spécificité des besoins thermiques pour l'éclosion et l'émergence des alevins ainsi que la nécessité de

synchroniser ces besoins avec d'autres facteurs environnementaux tels que la disponibilité de nourriture et les conditions hydrographiques.

Tableau 3. Descriptions des périodes de montaison et de migration pour les UD de saumon chinook du Fraser évaluées dans la présente EPR.

Désignation de la période de montaison	Période de migration	UD de saumon chinook du Fraser
Printemps	≥ 50 % des géniteurs traversent le bas Fraser avant le 15 juillet	UD 7 MFR-Nahatlatch UD 9 MFR-Printemps UD 11 HFR-Printemps UD 16 THN-Printemps
Été	≥ 50 % des géniteurs traversent le bas Fraser entre le 15 juillet et le 31 août	UD 4 BFR-Haute Pitt UD 5 BFR-Été UD 10 MFR-Été UD 14 THS-Bessette UD 17 THN-Été
Automne	≥ 50 % des géniteurs traversent le bas Fraser après le 31 août	UD 2 BFR-Harrison UD 8 MFR-Portage

### 2.1.3. Cycle biologique

Les saumons chinooks d'Amérique du Nord présentent des tendances similaires dans leur cycle biologique. Les femelles construisent plusieurs nids successifs en amont, déposant dans chacun d'eux un groupe d'œufs qui sont fécondés par un ou plusieurs mâles. Le matériau enlevé lorsqu'elles creusent le nouveau site recouvre les œufs fécondés dans la dépression en aval, les protégeant ainsi de la prédation et de l'action d'affouillement du lit du cours d'eau, qui pourrait les emporter (Diewart 2007). En un à plusieurs jours, la femelle dépose de quatre à cinq poches d'œufs formant une ligne vers l'amont, élargissant au fur et à mesure les dépressions excavées. La superficie totale excavée, y compris la couverture de gravier, est appelée un « nid » (Healey 1991). La taille et la profondeur des nids varient, selon la vitesse d'écoulement et la grossièreté du gravier des frayères, d'un réseau hydrographique à l'autre et même à l'intérieur d'un ruisseau (Vronskiy 1972; Neilson et Banford 1983; Healey 1991). Le saumon chinook de type fluvial creuse habituellement des nids de plus petite taille dans des graviers plus grossiers que le saumon chinook de type océanique de même taille (Burner 1951; Diewart 2007). Les femelles défendent leurs nids pendant des jours, voire des semaines, la durée moyenne de résidence diminuant tout au long de la période de la fraie (Healey 1991). Les mâles ne participent pas à la construction des nids et se déplacent entre les femelles pour trouver des compagnes potentielles jusqu'à ce que leur état énergétique ne le leur permette plus.

Dans un nid, les œufs de saumon chinook se développent jusqu'au stade d'alevins vésiculés. Le saumon chinook femelle est le plus fécond de toutes les espèces d'*Oncorhynchus*, et pond aussi les plus gros œufs (masse humide moyenne d'un seul œuf ≈ 300 mg). La fécondité du saumon chinook en Amérique du Nord varie considérablement, allant de moins de 2 000 à plus de 17 000 œufs (Healey et Heard 1984). Au moment de l'éclosion, les alevins vésiculés se

---

déplacent sur des distances variables dans les espaces interstitiels du gravier selon la taille des particules qui le constituent (Diewart 2007). Les alevins vésiculés de saumon chinook sont considérablement plus grands pendant cette période que les autres espèces d'*Oncorhynchus*, et les alevins sont environ 50 % plus grands que ceux du saumon keta et plus de 200 % plus grands que ceux du saumon rose (Groot 1995). Selon des études menées en Amérique du Nord, la survie jusqu'à l'émergence serait en moyenne d'environ 30 % (Healey 1991).

Les alevins vésiculés deviennent ensuite des alevins, qui passent un temps variable dans l'eau douce, selon leur variante de cycle biologique. À l'émergence des graviers de fraie, les alevins de saumon chinook nagent ou sont déplacés passivement vers l'aval par le débit, se répartissant entre les habitats d'alevinage appropriés (Healey 1991; Myers *et al.* 1998). Ainsi, certains alevins du saumon chinook grandissent souvent dans des cours d'eau autres que leur cours d'eau natal, ce qui met en évidence l'importance de ces cours d'eau comme habitat, même si ce ne sont pas des frayères (Scrivener *et al.* 1994). La dispersion en aval a principalement lieu pendant la nuit, généralement aux alentours de minuit, bien qu'un petit nombre d'alevins puissent se déplacer le jour (Healey 1991). La dispersion des alevins est normalement la plus intense entre février et mai, avec des variations importantes d'une année à l'autre. On ne comprend pas bien les causes de ces variations annuelles et quotidiennes de la dispersion en aval (Healey 1991), mais elles pourraient être liées au moment où surviennent les épisodes de fort débit (Mains et Smith 1964; Healey 1980b; Kjelson *et al.* 1981; Irvine 1986). En plus du débit, les interactions intraspécifiques et interspécifiques peuvent stimuler la dispersion en aval des jeunes saumons chinooks (Reimers 1968; Stein *et al.* 1972; Taylor 1988; Myers *et al.* 1998), ainsi que la qualité de l'habitat (Bjornn 1971; Hillman, Griffith et Platts 1987; Bradford et Taylor 1997).

Les alevins de saumon chinook subissent ensuite le processus de smoltification, un changement physiologique qui les prépare à l'environnement océanique pendant leur migration en aval. La principale différence entre les deux variantes du cycle biologique est le temps passé en eau douce avant la smoltification et la migration vers l'océan. Le saumon chinook de type océanique migre vers l'océan à n'importe quel moment entre la période suivant immédiatement l'émergence et environ 150 jours après celle-ci; cependant, la majorité se déplace vers la mer en 60-90 jours. On sait que le saumon chinook de type océanique utilise les lacs (Brown et Winchell 2004; Rosenau 2014) et les estuaires pour la croissance avant d'entrer dans l'océan au stade de saumoneau. Les individus de la variante fluviale retardent généralement la migration jusqu'au printemps suivant leur émergence et attendent parfois une année supplémentaire (Healey 1983). La plupart des variantes de type fluvial migrent vers l'océan en tant que saumoneaux d'avril à juillet de l'année suivante, cependant, on sait qu'une proportion plus faible (et actuellement inconnue) migre vers l'océan sous forme de saumoneaux de deux ans.

Pour toutes les variantes du cycle biologique, la vitesse de dévalaison semble dépendre à la fois du moment et de la taille des individus. Les saumons chinooks de plus grande taille se déplacent plus rapidement vers l'aval que les individus de plus petite taille, et la vitesse de migration augmente à mesure que la saison avance (Healey 1991). Les vitesses de déplacement vers l'aval peuvent aussi être liées positivement au débit des cours d'eau (Bell 1958; Raymond 1968), mais aucune étude systématique n'a été effectuée sur les éléments déclencheurs (Healey 1991).

Après avoir grandi dans l'océan pendant une durée variable, le saumon chinook entame sa maturation sexuelle en migrant vers son cours d'eau douce natal. Chez la plupart des saumons chinooks, la maturation sexuelle peut intervenir entre la deuxième et la sixième année, et l'âge moyen à la maturité varie entre les populations et les UD (Browns *et al.* 2019). L'âge à la



---

maturité le plus avancé connu pour le saumon chinook est de sept ans (Healey 1986). En général, les saumons mâles (y compris le chinook) ont tendance à grandir plus vite que les femelles, à l'exception du saumon coho, et leur âge à la maturité varie davantage (Quinn 2005). Les chinooks femelles ont généralement un âge moyen à la maturité plus avancé que les mâles (Healey 1991; Quinn 2005). Le saumon chinook entame le plus souvent sa montaison vers son cours d'eau natal après deux à quatre ans passés en mer (Myers *et al.* 1998). Cependant, la plupart des populations de saumon chinook contiennent une partie de mâles qui atteignent la maturité tôt, au cours de leur deuxième année (pour le type océanique) ou de leur troisième année (pour le de type fluvial), et sont appelés « jacks » (Brown *et al.* 2019). Une maturation précoce peut également se produire chez les saumons chinooks femelles (les « jills ») dans ces catégories d'âge, mais les occurrences ont sont généralement négligeables (Brown *et al.* 2019). On a également observé que les tacons du saumon chinook, les « jimmies », parviennent tôt à la maturité au cours de leur première année (pour le type océanique) et de leur deuxième année (pour le de type fluvial) dans certaines populations (Brown *et al.* 2019). Plusieurs études ont montré que des facteurs génétiques et environnementaux peuvent contribuer à la variation des taux de maturation dans le temps (Quinn 2005).

#### 2.1.4. Régime alimentaire

Les saumons chinooks juvéniles qui grandissent en eau douce se nourrissent principalement d'espèces invertébrées, qui constituent jusqu'à 95 % du régime alimentaire dulcicole en toutes saisons. Les proies sont des crustacés, des chironomidés, des corixidés, des phryganes, des acariens, des araignées, des aphidiens, des larves de *Corethra* et des fourmis, les chironomidés représentant une grande partie (58-63 %) des aliments consommés (Becker 1973; Scott et Crossman 1973; Healey 1991). Loftus et Lenon (1977) ont spéculé que l'augmentation de l'abondance des insectes résultant des conditions de crue est un facteur important influençant la consommation de la nourriture par le saumon chinook de type fluvial.

Dans les estuaires, le régime alimentaire varie considérablement et consiste en un mélange de nourriture provenant à la fois d'habitats d'eau douce et d'habitats saumâtres (Macdonald *et al.* 1987). Les proies consommées comptent des larves et nymphes de chironomidés, des larves de crabe, des copépodes harpacticoïdes ainsi que des *Daphnia*, des *Eogammarus*, des *Corophium* et des *Neomysis* (Dunford 1975; Northcote *et al.* 1979; Levy *et al.* 1979; Levy et Northcote 1982). À mesure que le saumon chinook grandit, les petits poissons comme les harengs juvéniles (*Clupea pallasii*), les épinoches juvéniles (p. ex. *Gasterosteus aculeatus*) et les alevins du saumon kéta (*O. keta*) deviennent également importants dans son régime alimentaire (Goodman 1975; Healey 1980b; Levings 1982).

Des rapports antérieurs affirment que les chinooks juvéniles grandissant dans l'eau de mer préfèrent les copépodes harpacticoïdes comme proies dans le détroit de Georgie, mais des études récentes indiquent que la prédation sur les copépodes est en baisse malgré leur abondance dans les prises de zooplancton (Schabetsberger *et al.* 2003; Bollens *et al.* 2010; Preikshot *et al.* 2013; Chittenden *et al.* 2018). Les types et la qualité des copépodes vivant dans la mer des Salish ont changé au fil du temps (El-Sabaawi *et al.* 2009), peut-être en raison d'activités anthropiques (aménagement du littoral, contamination de l'eau, flottage de billes) qui ont considérablement modifié leur habitat et leur environnement (Hetrick *et al.* 1998; Duffy *et al.* 2010; Chittenden *et al.* 2018). Le réchauffement des conditions océaniques produit un nombre croissant de larves de scyphozoaires et de crabe (Mackas *et al.* 2013) qui ont été observées ces dernières années dans des proportions élevées dans le régime alimentaire du saumon chinook (Chittenden *et al.* 2018; Weil *et al.* 2019).

---

À mesure qu'ils s'éloignent des eaux côtières, les chinooks juvéniles se nourrissent principalement de poissons, le reste de leur régime étant composé d'invertébrés comme des amphipodes pélagiques, des calmars, des crevettes, des euphausiacés, des larves de crabe et des insectes (Scott et Crossman 1973; Healey 1980a; Hertz *et al.* 2016b). Dans la région de la rivière Qualicum du détroit de Georgie, les saumons chinooks subadultes (d'une longueur variant entre 27 et 72 cm) se nourriraient d'alevins du saumon kéta, de larves de hareng et de harengs adultes, de lançons (*Ammodytes hexapterus*) et d'euphausiacés (Robinson, Lapi et Carter 1982). Les poissons dominent dans le régime alimentaire des saumons chinooks adultes, en particulier le hareng (Reid 1961; Prakash 1962); les autres poissons consommés sont le lançon, les sardines et les épinoches (Pritchard et Tester 1944). Les taxons invertébrés forment une composante relativement petite du régime alimentaire des individus adultes dans l'océan, bien qu'il existe des variations régionales (et saisonnières) considérables dans la composition du régime alimentaire (Healey 1991). Des données sur l'ensemble de la côte semblent indiquer que la prédominance du hareng et du lançon dans l'alimentation des adultes augmente du sud au nord, tandis que celle des sébastes (*Sebastes* sp.) et de l'anchois du Pacifique (*Engraulis mordax*) diminue (Healey 1991).

## **2.2. ÉLÉMENT 2 : ÉVALUATION DE LA TRAJECTOIRE DE L'ABONDANCE RÉCENTE DU SAUMON CHINOOK, DE SA RÉPARTITION ET DU NOMBRE DE POPULATIONS**

### **2.2.1. Répartition et nombre de populations**

Les onze UD visées par le rapport sont largement réparties dans le bassin du bas Fraser (UD 2 (BFR-Harrison), UD 4 (BFR-Haute Pitt) et UD 5 (BFR-Été)), du moyen Fraser (UD 7 (MFR-Nahatlatch), UD 8 (MFR-Portage), UD 9 (MFR-Printemps) et UD 10 (MFR-Été)) et du haut Fraser (UD 11 HFR-Printemps), ainsi que les bassins des rivières Thompson Nord (UD 16 (THN-Printemps) et UD 17 (THN-Été)) et Sud (UD 14 THS-Bessette). Chacune de ces UD correspond à une seule UC, et il n'y a donc pas de sous-populations reconnues par le COSEPAC. Trois des UD (UD 2, 7 et 8) ont des frayères uniques, mais la fraie des autres UD se produit dans plusieurs réseaux hydrographiques.

Le COSEPAC (2019) a publié un indice de la zone d'occupation (IZO) pour les UD de saumon chinook du Fraser, fondé sur la répartition des frayères selon une grille de 2x2 km; ces mesures sont résumées dans le Tableau 4. L'étendue de l'habitat de fraie du saumon chinook a été fournie par le Fisheries Information Summary System (FISS) de la Colombie-Britannique, et vise à couvrir la longueur linéaire totale de l'habitat de fraie connu du chinook dans chaque UD. Le FISS représente actuellement les meilleures données disponibles au format SIG, mais la base de données fait toujours défaut, car il n'existe actuellement aucune source complète de données sur la répartition pour le saumon chinook du Fraser (Porter *et al.* 2013). Certaines erreurs sont associées aux valeurs indiquées dans le Tableau 4, en particulier pour les zones géographiques étendues comme les UD 9, 10 et 11. Le Tableau 5 dresse la liste des cours d'eau de fraie persistants utilisés pour l'analyse des tendances dans chaque UD, et ne contient pas nécessairement tous les cours d'eau abritant des saumons chinooks du Fraser dans cette UD. La liste complète des ruisseaux connus dans chaque UD se trouve à l'annexe A.

Tableau 4. Qualité des données et caractéristiques des cours d'eau pour les UD de saumon chinook du Fraser évaluées dans la présente EPR.

Unité désignable	Qualité des données	IZO (km <sup>2</sup> )	Longueur du cours d'eau (km)	% de la longueur totale des cours d'eau de toutes les UD de saumon chinook du Fraser
UD 2 BFR-Harrison	Abondance absolue	175	87	0,86
UD 4 BFR-Haute Pitt	Abondance absolue	191	95	0,94
UD 5 BFR-Été	Abondance absolue	645	323	3,21
UD 7 MFR-Nahatlatch	Abondance absolue	103	52	0,52
UD 8 MFR-Portage	Abondance absolue	63	32	0,32
UD 9 MFR-Printemps	Abondance absolue	4 490	2 245	22,32
UD 10 MFR-Été	Abondance absolue	2 616	1 308	13
UD 11 HFR-Printemps	Abondance absolue	4 065	2 033	20,2
UD 14 THS-Bessette	Abondance absolue	70	35	0,35
UD 16 THN-Printemps	Abondance absolue	291	146	1,45
UD 17 THN-Été	Abondance absolue	714	357	3,55

Tableau 5. Liste des frayères persistantes utilisées dans l'analyse des tendances pour chaque UD de saumon chinook du Fraser, avec le numéro de l'UC à titre de référence supplémentaire.

UD	Nom de l'UD	UC	Nom du cours d'eau	
UD 2	Bas Fraser, type océanique, automne	CK-03	Rivière Harrison	
UD 4	Bas Fraser, type fluvial, été – haute Pitt	CK-05	Rivière Pitt (haute)	
UD 5	Bas Fraser, type fluvial, été	CK-06	Ruisseau Big Silver	
UD 7	Moyen Fraser, type fluvial (Nahatlatch)	CK-08	Rivière Nahatlatch	
UD 8	Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)	CK-09	Ruisseau Portage	
UD 9	Moyen Fraser, type fluvial, printemps	CK-10	Ruisseau Ahbau	Rivière Endako
			Rivière Baezaeko	Rivière Horsefly
			Rivière Bridge	Ruisseau Lightning

UD	Nom de l'UD	UC	Nom du cours d'eau	
UD 10	Moyen Fraser, type fluvial, été	CK-11	Rivière Chilako	Rivière Nazko
			Rivière Chilcotin (basse)	Rivière Swift
			Rivière Chilcotin (haute)	Rivière West Road (Blackwater)
			Rivière Cariboo (basse)	Ruisseau Pinchi
			Rivière Chilko	Rivière Quesnel
			Rivière Kuzkwa	Rivière Stellako
			Rivière Nechako	-
			Ruisseau Antler	Ruisseau James
			Rivière Bowron	Ruisseau McKale
			Ruisseau Captain	Rivière Morkill
UD 11	Haut Fraser, type fluvial, printemps	CK-12	Ruisseau Dome	Ruisseau Nevin
			Ruisseau East Twin	Rivière Salmon (PG)
			Ruisseau Fontoniko	Ruisseau Seebach
			Ruisseau Forgetmenot	Ruisseau Slim
			Rivière Fraser – Tête Jaune	Ruisseau Small
			Rivière Goat	Ruisseau Swift
			Ruisseau Haggen	Rivière Torpy
			Ruisseau Holliday	Ruisseau Walker
			Rivière Holmes	Ruisseau Wansa
			Ruisseau Horsey	Ruisseau West Twin
UD 14	Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette)	CK-16	Ruisseau Ice	Rivière Willow
			Ruisseau Indianpoint	-
			Ruisseau Bessette	
UD 16	Thompson Nord, type fluvial, printemps	CK-18	Ruisseau Creighton	
			Ruisseau Duteau	
UD 17	Thompson Nord, type fluvial, été	CK-19	Rivière Blue	
			Ruisseau Finn	
			Rivière Barriere	
			Rivière Clearwater	
			Ruisseau Lemieux	
			Rivière Mahood	
			Rivière Thompson Nord	
			Rivière Raft	

---

## 2.2.2. Tendances de la productivité et de l'abondance

Les informations fournies dans cette section sont une mise à jour du rapport du COSEPAC, préparée à l'aide des données supplémentaires pour les années 2016 à 2018. Un bref examen du processus de traitement des données est présenté ci-après. Le rapport du COSEPAC (COSEPAC 2019) donne des détails supplémentaires sur le processus. Toutes les différences dans les méthodes de traitement des données entre le rapport du COSEPAC et l'ERP seront décrites ci-après.

Les estimations des échappées annuelles pour de nombreuses UD de saumon chinook du Fraser sont difficiles à évaluer en raison de la vaste étendue géographique et des emplacements éloignés des frayères de ces populations. Dix des onze UD évaluées dans ce rapport dépendent fortement des estimations des échappées relatives tirées des données de relevés visuels et, dans certains cas, les relevés ne portent pas sur toutes les frayères d'une UD. L'UD 2 (BFR-Harrison) est la seule UD couverte dans cette EPR sur laquelle on dispose de données sur l'abondance absolue, grâce au programme de marquage et recapture mis en place il y a longtemps.

Des estimations des échappées existent dans la plupart des réseaux avant le début des séries chronologiques présentées dans ce rapport, mais elles ont été exclues en raison du processus de filtrage de qualité. Le filtrage de qualité repose sur les méthodes utilisées pour produire l'estimation de l'année en question, et garantit que seules des estimations fiables sont utilisées. Les estimations sont classées en six catégories de qualité différentes, de l'absence/la présence à l'abondance absolue. Conformément au rapport du COSEPAC et aux évaluations réalisées en vertu de la Politique concernant le saumon sauvage, seules des estimations de qualité moyenne à élevée sont utilisées pour l'évaluation. Les séries chronologiques utilisées pour l'évaluation commencent lorsque des estimations de qualité moyenne ou élevée sont disponibles pour les réseaux hydrographiques d'une UD. Tous les ensembles de données des séries chronologiques commencent après 1994, car la qualité et la cohérence des données ont augmenté depuis, sauf pour l'UD2, dont la série chronologique commence en 1984. Les années manquantes sont remplies pour les UD sur lesquelles on dispose d'estimations des échappées provenant de plusieurs réseaux, l'estimation remplie étant basée sur la proportion que le réseau représente au niveau de l'UD dans le temps (English *et al.* 2006). L'annexe B présente des graphiques de la qualité des relevés pour chacune des UD, qui indiquent les années pour lesquelles des relevés ont été menés pour chaque cours d'eau, la qualité des estimations et les années qui ont été remplies.

Il faut disposer d'estimations pour une proportion minimale des cours d'eau pour pouvoir procéder au remplissage. Cette proportion a été fixée à 50 % pour le rapport du COSEPAC, mais pour la présente EPR, elle a été réduite à 25 % afin de permettre le remplissage en 1995 et 1997 dans l'UD 9 (MFR-Printemps) et en 2016 dans l'UD 14 (THS-Bessette). Si la différence dans l'estimation globale est faible pour l'UD 14 en 2016 (une augmentation de 2 géniteurs), le remplissage représente 36 % et 51 % des estimations de 1995 et 1997, respectivement, pour l'UD 9, car on disposait d'estimations pour seulement quatre des 12 réseaux faisant l'objet d'un relevé dans l'UD 9 pour ces années. Si l'on ne remplit pas ces années, il semblerait que les abondances aient été plus faibles en 1995 et en 1997, alors qu'en réalité, les relevés ont porté sur moins de cours d'eau. Bien que les estimations remplies ne soient pas tout à fait exactes, elles représentent probablement une estimation plus réaliste de l'abondance relative que les données manquantes. L'annexe C montre la différence dans les séries chronologiques et les probabilités de déclin entre le remplissage et le non-remplissage des données pour l'UD 9.

L'examen de la qualité des données est en cours et, à ce titre, deux changements ont été apportés aux séries chronologiques depuis le rapport du COSEPAC. Des enquêtes

---

complémentaires sur la qualité des données sur l'UD 7 (MFR-Nahatlatch) remontant à 1999 ont montré que ces estimations étaient de qualité moyenne, plutôt qu'inconnue, ce qui explique pourquoi elles sont maintenant incluses dans ce rapport. Les données supplémentaires permettent une analyse des tendances qui n'était pas possible dans le rapport du COSEPAC en raison de la courte série chronologique précédente. L'examen des estimations de l'UD 14 a montré que certaines des premières estimations étaient en fait de qualité faible, et non moyenne, et elles ont donc été supprimées. En conséquence, l'année de départ de l'UD 14 a été déplacée à 1999 pour coïncider avec le début des estimations de meilleure qualité.

Pour mettre à jour les informations du rapport du COSEPAC, la tendance de l'abondance des géniteurs a été calculée sur deux plages différentes :

1. Le taux de variation sur les trois dernières générations uniquement en fonction des trois dernières générations de données;
2. Le taux de variation au cours des trois dernières générations, en fonction de la tendance de l'ensemble de la série chronologique.

Ce dernier taux est illustré car les indicateurs de la variation de l'abondance fondés sur le taux de variation sur la série chronologique complète sont plus fiables que ceux fondés sur le taux de variation sur une courte série chronologique (Porszt *et al.* 2012; D'Eon-Eggerston *et al.* 2015). Conformément au rapport du COSEPAC, la durée de la tendance sur trois générations était en fait de trois générations plus un an, de sorte que les données sélectionnées couvraient les trois dernières générations (c'est-à-dire 13 ans pour une UD dont la durée de génération est de quatre ans).

Les taux de variation de l'échappée de géniteurs enregistrée dans le temps ont été calculés à l'aide d'un cadre d'estimation bayésien. Cela a permis de présenter les probabilités associées aux variations estimées de l'abondance, et est conforme au rapport du COSEPAC. La modélisation bayésienne et l'estimation des paramètres ont été réalisées en R à l'aide du logiciel JAGS (Plummer 2018<sup>2</sup>; R Core Team 2019<sup>3</sup>) avec le progiciel R2jags (Su et Yajima 2015<sup>4</sup>). Des valeurs a priori non informatives ont été présumées pour la pente ( $\beta$ ), l'ordonnée à l'origine ( $\alpha$ ) et l'écart-type ( $\sigma$ ). Le modèle log-linéaire naturel pour une seule chaîne a utilisé un rodage de 2 000 observations et a conservé 10 000 échantillons après le rodage. Seule chaque dixième observation a été enregistrée pour réduire l'autocorrélation ( $\text{mince} = 10$ ).

La tendance médiane de l'abondance des géniteurs est négative pour l'ensemble des UD en utilisant les tendances à court et à long terme. Dans huit des 11 UD, les tendances récentes et à long terme sont des déclin plus marqués que dans le rapport du COSEPAC, en raison de l'ajout de trois nouvelles années de données. L'UD 4 (BFR-Haute Pitt) est le seul cas où la probabilité de déclin est plus faible que dans le rapport du COSEPAC lorsque l'on utilise la tendance sur la série chronologique complète. Cela peut s'expliquer par la remonte de 2018 qui, bien qu'encore inférieure à 200 poissons, est plus élevée que ces dernières années. La récente tendance au déclin dans l'UD 2 (BFR-Harrison) et l'UD 16 (THN-Printemps) est devenue plus progressive par comparaison au rapport du COSEPAC, car la tendance récente ne tient plus compte des abondances plus élevées du début des années 2000. La tendance récente est plus marquée que la tendance sur l'ensemble de la série chronologique pour la

---

<sup>2</sup> Plummer, M. 2018. [rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

<sup>3</sup> R Core Team. 2019. [R: A language and environment for statistical computing](#). R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. (Consulté le 22 juillet 2020)

<sup>4</sup> Su, Y.-S., et M. Yajima. 2015. [R2jags: Using R to Run "JAGS."](#) (Consulté le 22 juillet 2020)

---

moitié des UD. Pour les UD 2, 7 (MFR-Nahatlatch), 8 (MFR-Portage) et 17 (THN-Été), la tendance sur la série chronologique complète n'est pas aussi prononcée que la tendance récente en raison des faibles estimations de l'abondance au début de la série chronologique. La tendance récente plus accentuée pour les UD 10 (MFR-Été) et 11 (HFR-Printemps) résulte du fait que le début de la tendance (2003) est la plus forte abondance de la série chronologique, ce qui a tiré la ligne de tendance vers le haut au début et a donné une estimation plus négative de la pente (déclin plus marqué). L'incertitude est moins grande dans la tendance sur l'ensemble de la série chronologique, à l'exception de l'UD 8.

En examinant les données de la tendance présentées dans ce rapport, il est impératif de se rappeler que l'UD 2 (BFR-Harrison) est la seule pour laquelle des estimations de l'abondance absolue sont disponibles, et que les estimations pour les 10 autres UD reposent sur des données de l'abondance relative. Ainsi, pour la plupart des UD, la tendance représente des dénombrements partiels d'une portion seulement des réseaux de fraie de cette UD. Dans le cas des UD 4 (BFR-Haute Pitt), 5 (BFR-Été) et 16 (THN-Printemps), les tendances sont fondées sur les dénombrements d'un ou deux réseaux dans une très grande zone. L'évolution de l'abondance des géniteurs pour ces trois UD est particulièrement incertaine en raison du manque de données, et peut ou non être représentative de l'évolution de l'UD dans son ensemble. Les tendances présentées ci-après représentent les meilleures séries chronologiques de l'abondance disponibles pour ces UD, mais il est possible que les estimations de l'abondance relative pour une année donnée diffèrent considérablement du niveau réel de la population. Ainsi, si ces tendances peuvent être une indication des trajectoires des populations au niveau de l'UD, elles ne sont en aucun cas certaines.

Pour chacune des UD ci-après, nous présentons un graphique des tendances actuelles de l'abondance de l'UD et un tableau avec le pourcentage médian de variation et la probabilité de déclin en fonction de la tendance sur les trois dernières générations et la série chronologique complète. Les calculs précédents du rapport du COSEPAC sont également inclus dans les tableaux de comparaison. Pour faciliter la comparaison entre les UD, l'annexe D présente des figures plus petites des tendances présentées en lignes. Les histogrammes des distributions de la variation en pourcentage sont fournis à l'annexe E.

## UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne (Harrison)

### Bas Fraser, type océanique, automne (UD 2)

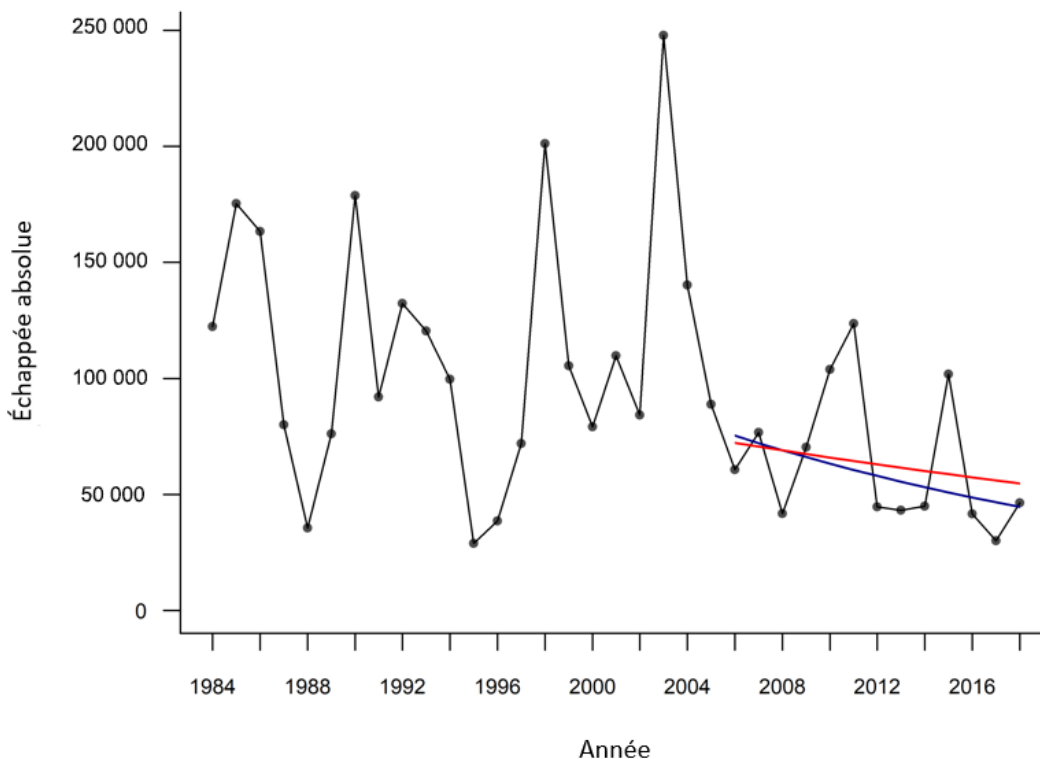


Figure 1. UD 2 BFR-Harrison : série chronologique des échappées absolues de 1984 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 6. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (>30 %, >50 %, >70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 2	BFR-Harrison	COSEPAC	3 générations	2003 à 2015	-57	-84, 17	0,85	0,53	0,22
			Toutes les années	1984 à 2015	-17	-35, 7	0,09	0,00	0,00
		EPR	3 générations	2007 à 2018	-40	-73, 33	0,65	0,31	0,04
			Toutes les années	1984 à 2018	-24	-39, -6	0,21	0,00	0,00



UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été (haute Pitt)

Bas Fraser, type fluvial, été – haute Pitt (UD 4)

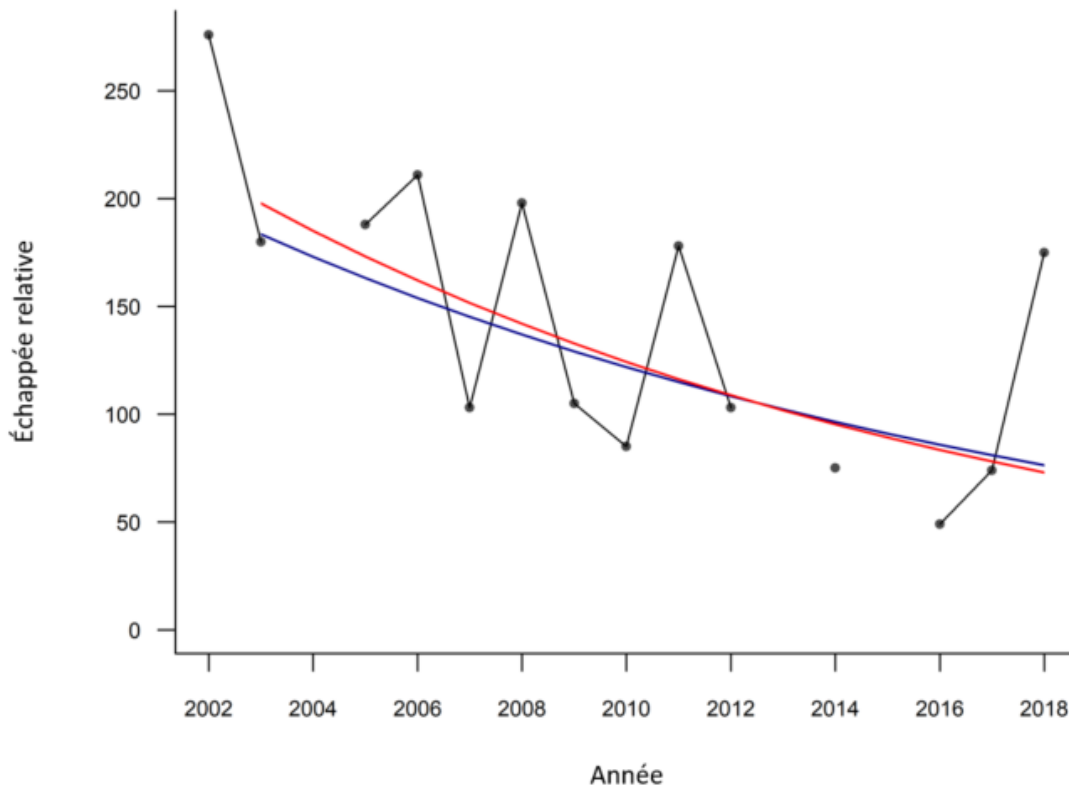


Figure 2. UD 4 BFR-Haute Pitt : série chronologique des échappées relatives de 2002 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 7. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 4	BFR-Haute Pitt	COSEPAC	3 générations	Pas assez de données pour trois générations					
			Toutes les années	2002 à 2014	-73	-89, -32	0,98	0,92	0,60
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-57	-80, -2	0,89	0,66	0,17
			Toutes les années	2002 à 2018	-62	-81, -25	0,96	0,80	0,25

## UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été

### Bas Fraser, type fluvial, été (UD 5)

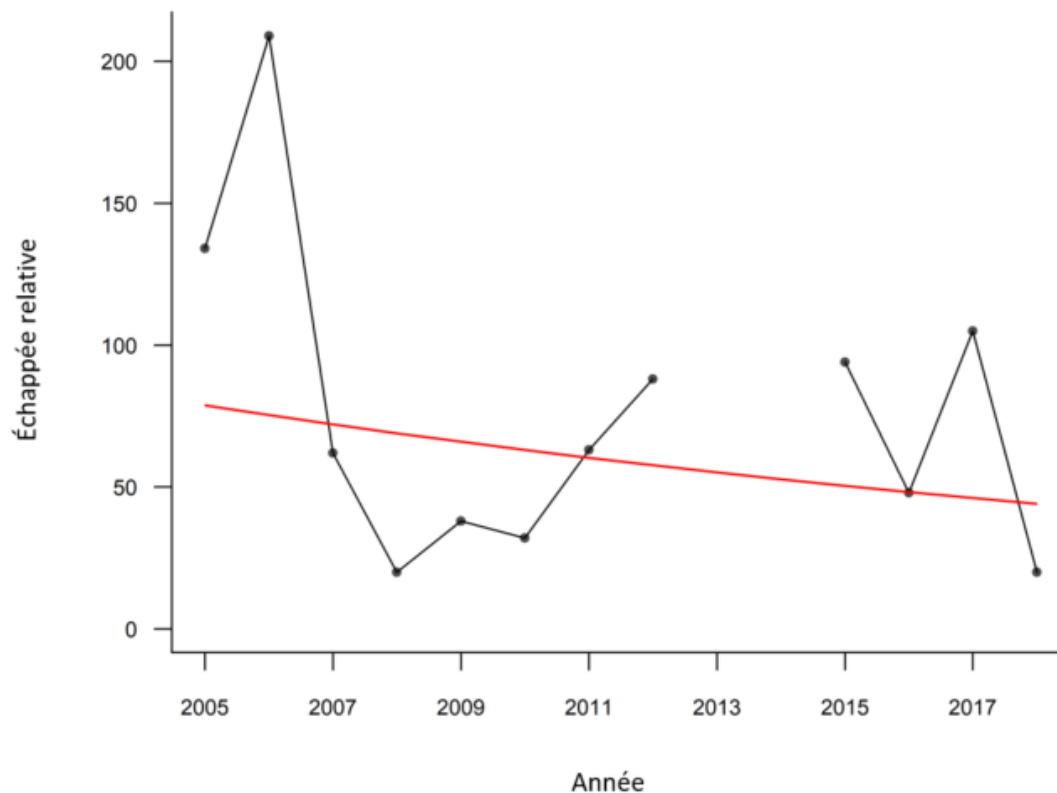


Figure 3. UD 5 BFR-Été : série chronologique des échappées relatives de 2005 à 2018 avec une estimation du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 8. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 5	BFR-Été	COSEPAC	3 générations Toutes les années	2005 à 2015	Pas assez de données pour trois générations -36	-98, 1689	0,52	0,43	0,30
		EPR	3 générations Toutes les années	2005 à 2018	Pas assez de données pour trois générations -43	-87, 139	0,63	0,42	0,17

UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch)

Moyen Fraser, type fluvial, printemps (UD 7)

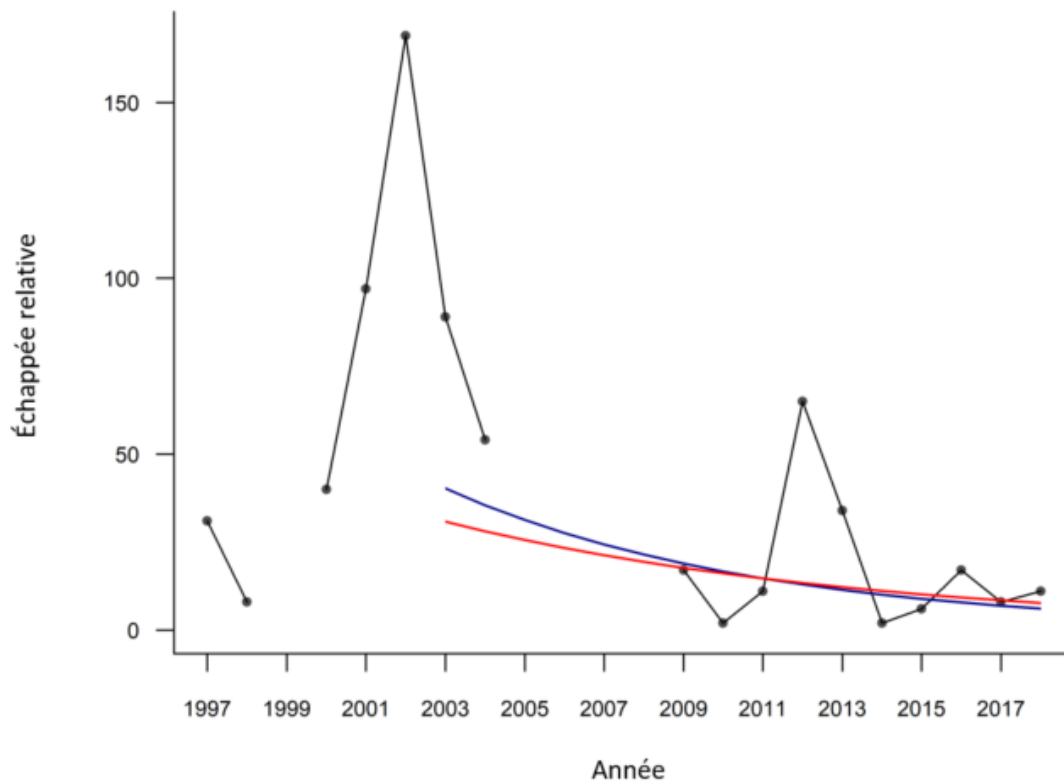


Figure 4. UD 7 MFR-Nahatlatch : série chronologique des échappées relatives de 1997 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 9. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 7	MFR-Nahatlatch	COSEPAC	3 générations				Non réalisé		
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-83	-98, 74	0,90	0,85	0,71
			Toutes les années	1997 à 2018	-74	-94, -3	0,93	0,85	0,59

## UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)

### Moyen Fraser, type fluvial, automne (UD 8)

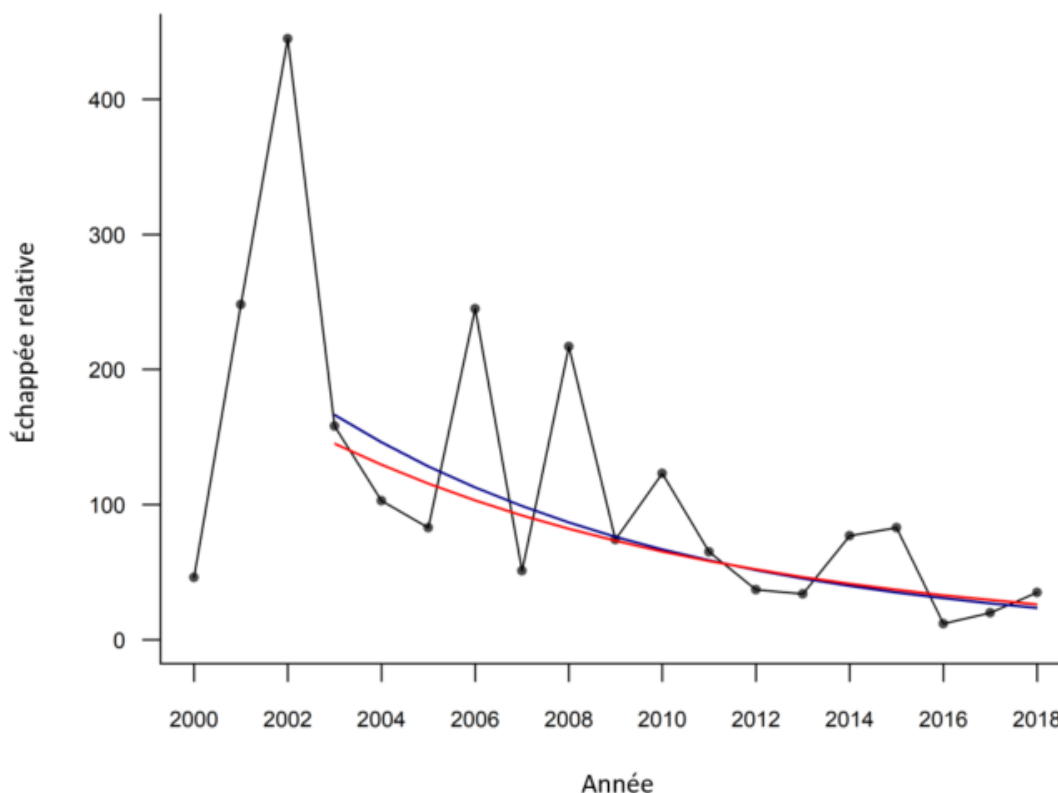


Figure 5. UD 8 MFR-Portage : série chronologique des échappées relatives de 2000 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 10. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 8	MFR-Portage	COSEPAC	3 générations	2000 à 2015	-67	-90, 13	0,90	0,77	0,44
			Toutes les années						
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-84	-94, -53	0,99	0,98	0,89
Toutes les années	2000 à 2018		-80	-92, -50	0,99	0,98	0,81		

## UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps

### Moyen Fraser, type fluvial, printemps (UD 9)

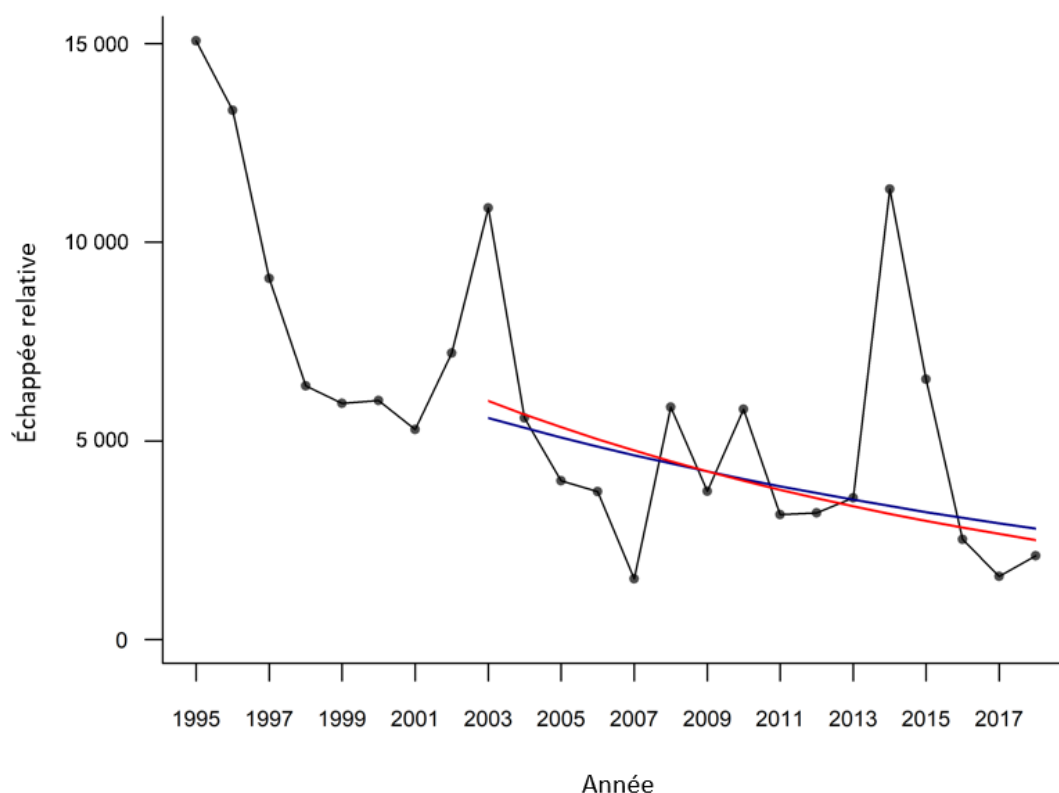


Figure 6. UD 9 MFR-Printemps : série chronologique des échappées relatives de 1995 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 11. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 9	MFR-Printemps	COSEPAC	3 générations	2000 à 2015	-28	-73, 97	0,48	0,22	0,04
			Toutes les années	1995 à 2015	-49	-72, -9	0,87	0,47	0,04
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-49	-81, 45	0,77	0,48	0,14
			Toutes les années	1995 à 2018	-57	-72, -32	0,98	0,76	0,06

## UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été

### Moyen Fraser, type fluvial, été (UD 10)

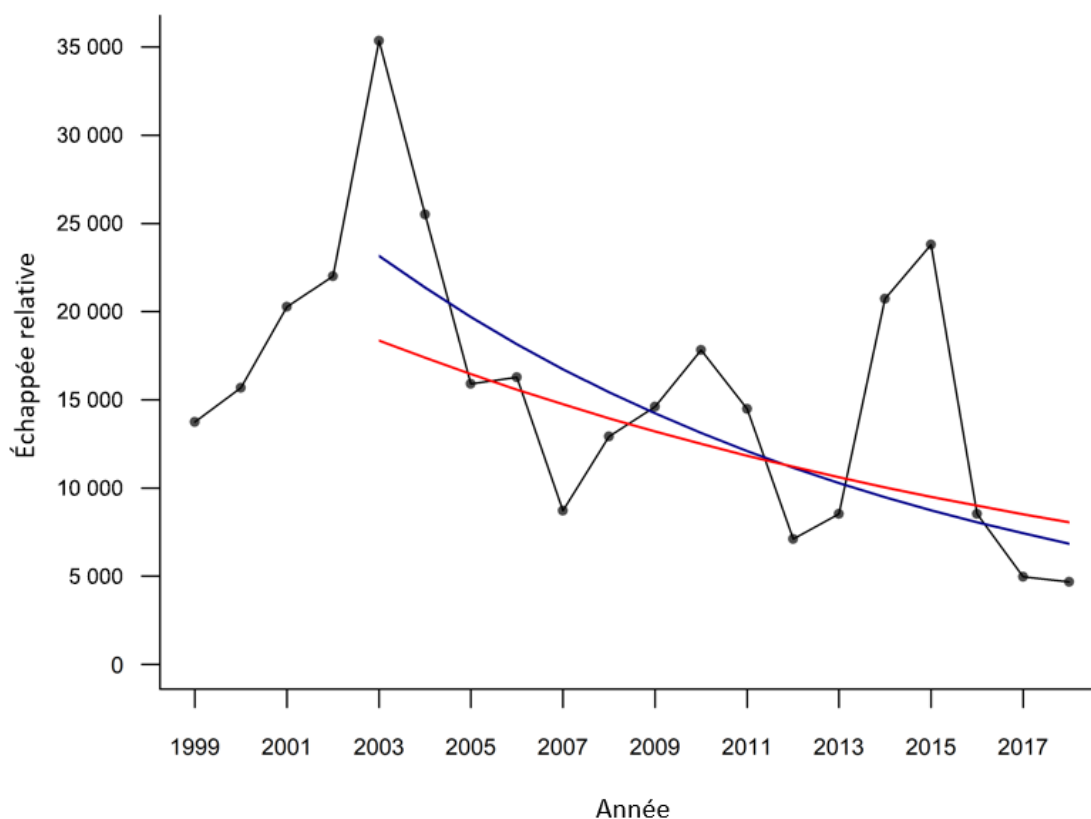


Figure 7. UD 10 MFR-Été : série chronologique des échappées relatives de 1999 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 12. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 10	MFR-Été	COSEPAC	3 générations	2000 à 2015	-38	-70, 28	0,64	0,26	0,03
			Toutes les années	1999 à 2015	-29	-63, 39	0,48	0,14	0,01
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-69	-86, -32	0,98	0,88	0,47
			Toutes les années	1999 à 2018	-55	-74, -22	0,95	0,66	0,07

## UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps

### Haut Fraser, type fluvial, printemps (UD 11)

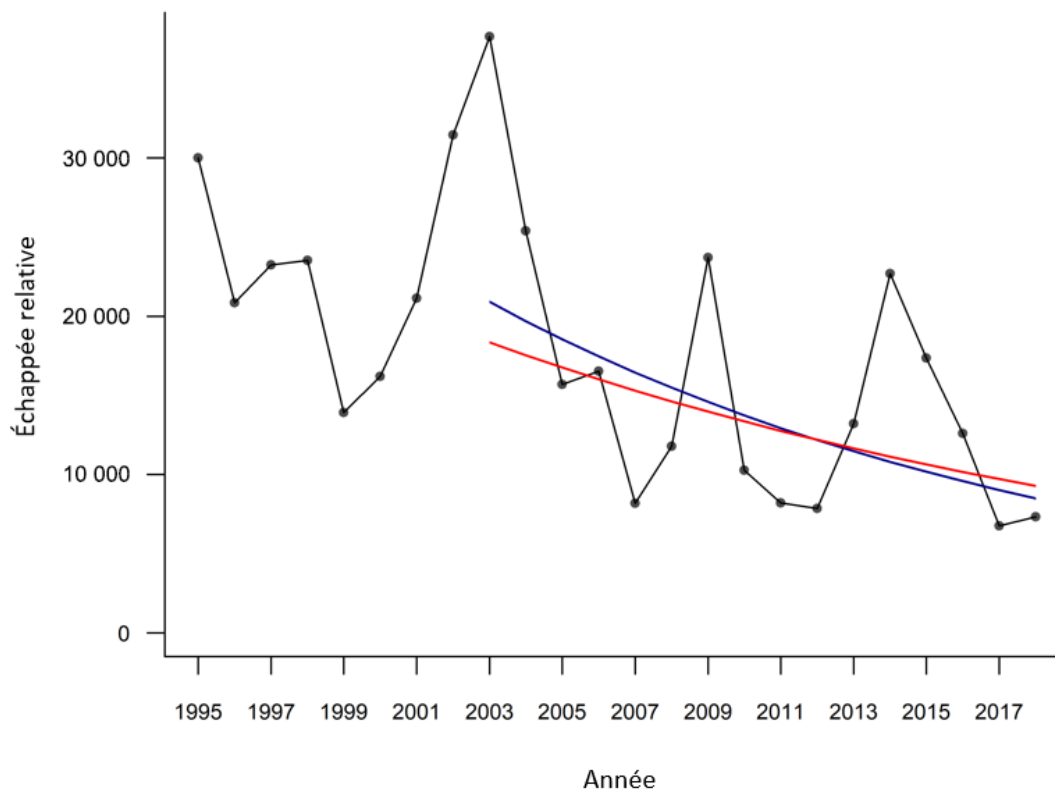


Figure 8. UD 11 HFR-Printemps : série chronologique des échappées relatives de 1995 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 13. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 11	HFR-Printemps	COSEPAC	3 générations	2000 à 2015	-49	-77, 15	0,79	0,48	0,09
			Toutes les années	1995 à 2015	-43	-64, -8	0,81	0,28	0,00
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-58	-80, -12	0,92	0,69	0,18
			Toutes les années	1995 à 2018	-49	-65, -26	0,95	0,44	0,00

UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, été 1.2

Thompson Sud, type fluvial, été (UD 14)

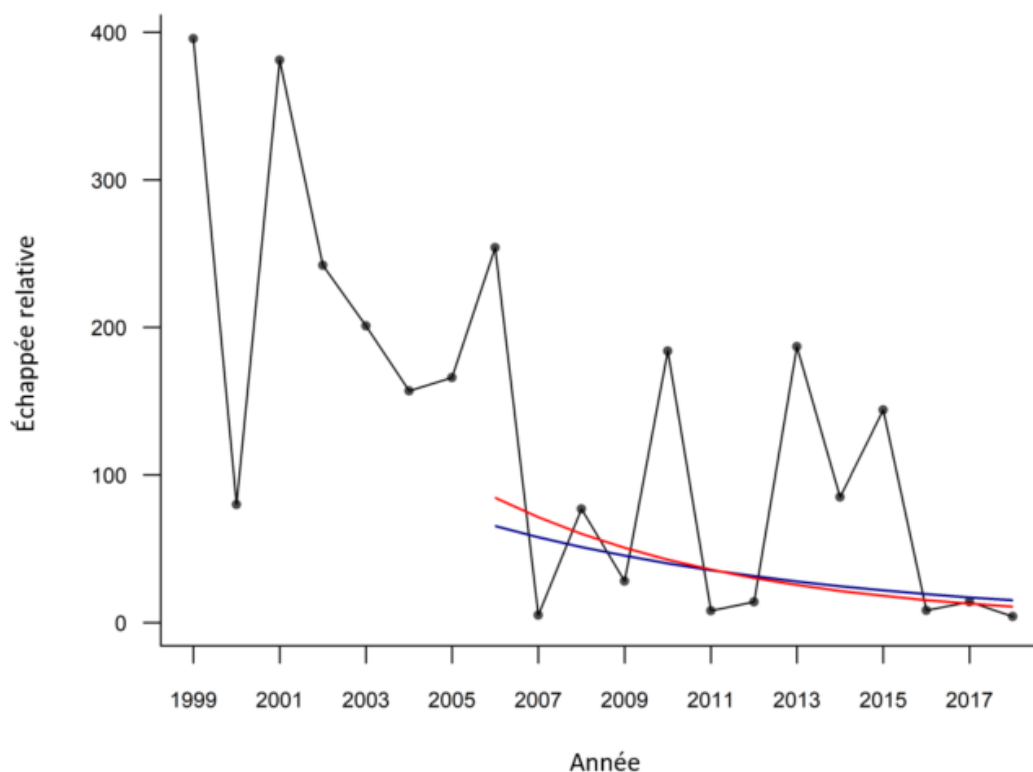


Figure 9. UD 14 THS-Bessette : série chronologique des échappées relatives de 1999 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 14. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 14	THS-Bessette	COSEPAC	3 générations	2003 à 2015	-47	-96, 705	0,59	0,48	0,33
			Toutes les années	1995 à 2015	-76	-92, -31	0,98	0,92	0,67
		EPR	3 générations	2007 à 2018	-75	-98, 310	0,77	0,70	0,56
			Toutes les années	1999 à 2018	-85	-95, -51	0,99	0,98	0,88



## UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps

### Thompson Nord, type fluvial, printemps (UD 16)

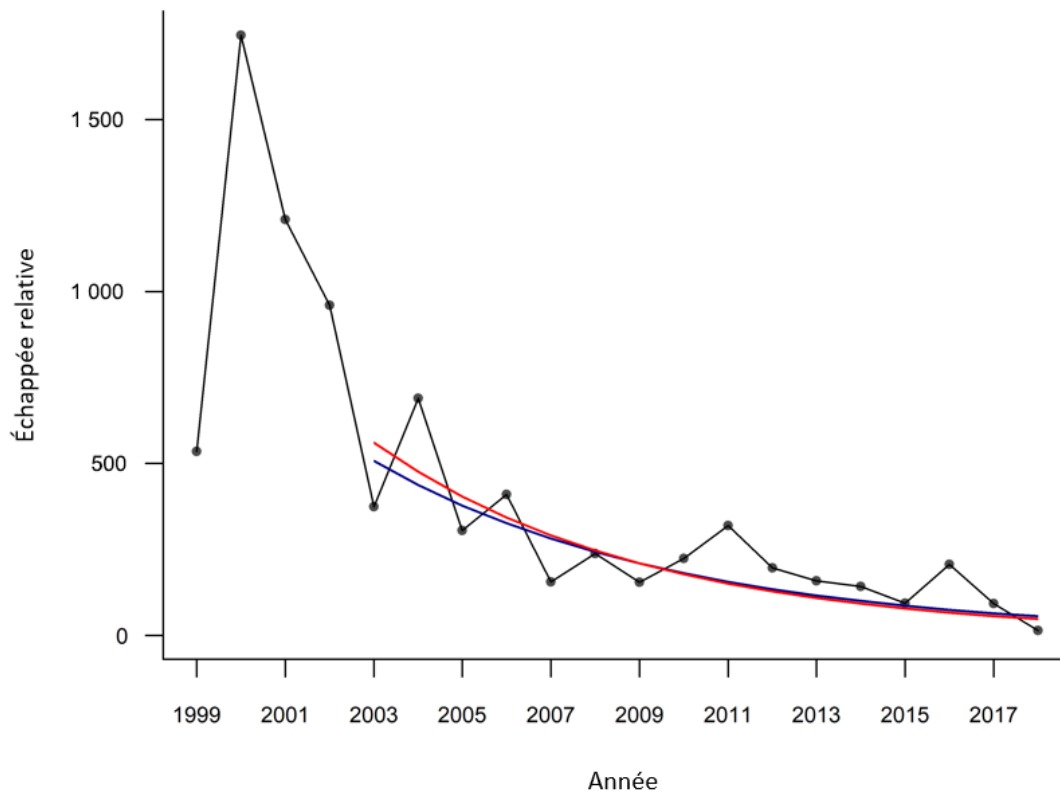


Figure 10. UD 16 THN-Printemps : série chronologique des échappées relatives de 1999 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 15. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 16	THN-Printemps	COSEPAC	3 générations	2000 à 2015	-91	-95, -81	1,00	1,00	1,00
			Toutes les années	1999 à 2015	-88	-94, -76	1,00	1,00	0,99
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-87	-95, -64	1,00	0,99	0,96
			Toutes les années	1999 à 2018	-90	-95, -79	1,00	1,00	1,00

## UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été

### Thompson Nord, type fluvial, été (UD 17)

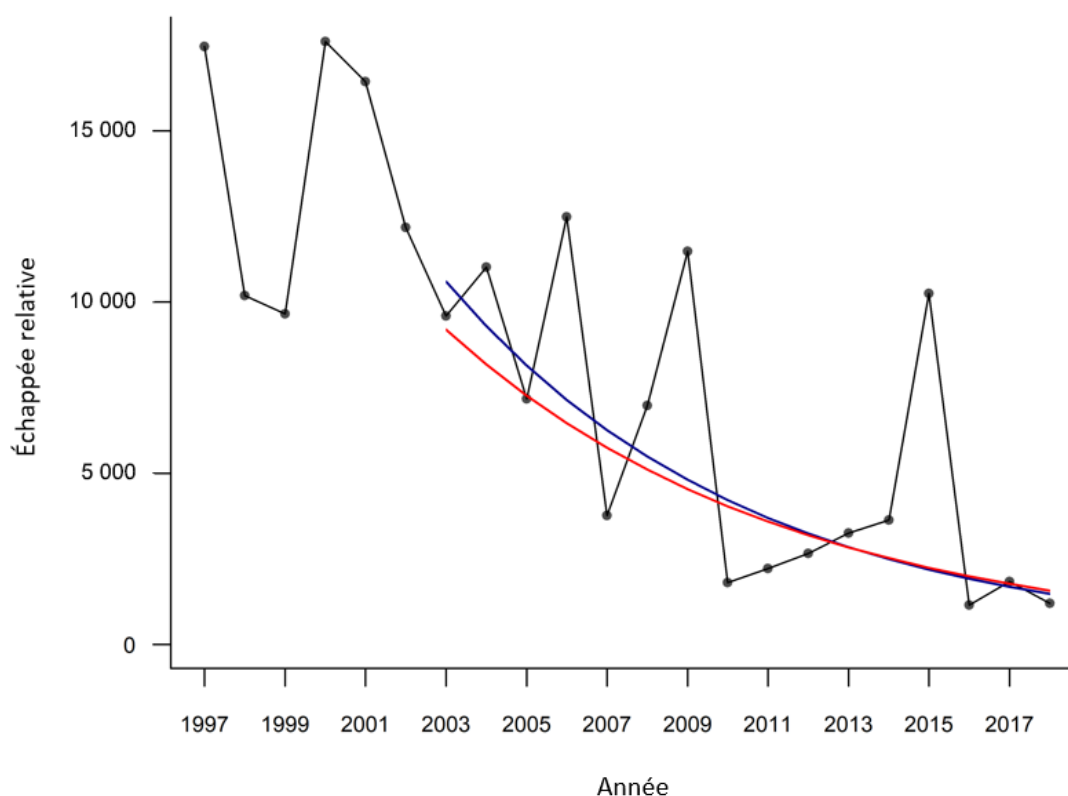


Figure 11. UD 17 THN-Été : série chronologique des échappées relatives de 1997 à 2018 avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : 1) taux de variation sur les trois dernières générations basé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); 2) taux de variation sur les trois dernières générations basé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau 16. Sommaire du taux de variation estimé de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin au cours des trois dernières générations (> 30 %, > 50 %, > 70 %) d'après le rapport du COSEPAC et les valeurs actualisées. Les taux de variation au cours des trois dernières générations sont fournis selon une analyse des trois dernières générations de données ainsi que de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Rapport	Longueur de la série chronologique	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin :		
							> 30	> 50	> 70
UD 17	THN-Été	COSEPAC	3 générations	2000 à 2015	-62	-84, -10	0,93	0,75	0,29
			Toutes les années	1997 à 2015	-64	-80, -33	0,98	0,86	0,26
		EPR	3 générations	2003 à 2018	-84	-95, -55	0,99	0,99	0,89
			Toutes les années	1997 à 2018	-81	-90, -66	1,00	1,00	0,95

---

### 2.3. ÉLÉMENT 3 : PARAMÈTRES RÉCENTS DU CYCLE BIOLOGIQUE

Onze stocks indicateurs canadiens munis de micromarques magnétisées codées (MMC) sont répartis entre les 28 UD de saumon chinook en Colombie-Britannique, mais seule l'UD 2 (BFR-Harrison) est un stock indicateur pour les UD visées par le présent rapport. L'UD 14 (THS-Bessette) fait partie de la zone de gestion Fraser Printemps 4<sub>2</sub>, qui utilise le stock de la rivière Nicola comme indicateur. Avant la fin en 2002, le stock du réseau du ruisseau Dome a servi de stock indicateur pour l'UD 11 (HFR-Printemps) et d'indicateur de substitution pour huit des 11 UD couvertes dans ce rapport (Tableau 17). Les travaux sont en cours pour faire du stock de la rivière Chilko un stock indicateur pour l'UD 10 (MFR-Été), et il pourrait ensuite servir d'indicateur pour les UD 4 (BFR-Haute Pitt), 5 (BFR-Été), 8 (MFR-Portage) et 17 (THN-Été). Peu de données sont donc disponibles actuellement au niveau de l'UD pour les caractéristiques du cycle biologique telles que la survie en mer et la productivité.

La productivité est un paramètre important du cycle biologique dans le contexte du rétablissement. Chez le saumon, la productivité est souvent représentée par le nombre de recrues adultes produites par géniteur adulte. De larges tendances de déclin de la productivité du saumon chinook ont été observées de l'Alaska à l'Oregon, et il a été démontré qu'elles sont associées à l'oscillation du tourbillon nord-pacifique et au courant du Pacifique Nord (Dorner *et al.* 2018). Il a été suggéré que ce déclin de la productivité est associé à l'évolution démographique de la population, comme le rajeunissement de l'âge à la maturité, la réduction de la taille selon l'âge et la baisse de la fécondité des femelles reproductrices (Ohlberger *et al.* 2018). Une étude de 10 populations de saumon chinook de l'Alaska a révélé que la taille des individus de ces populations a diminué en moyenne au cours des 30 dernières années, probablement en raison d'une baisse de l'âge à la maturité *et* d'une diminution de la longueur selon l'âge (Lewis *et al.* 2015). La proportion de poissons plus âgés et plus grands d'âge 4 de type océanique était réduite dans toutes les populations, la longueur selon l'âge affichait une tendance à la baisse pour les poissons d'âge 4 de type océanique dans neuf sur dix populations, et certains éléments prouvent que cela était dû aux pêches sélectives en fonction de la taille (Lewis *et al.* 2015). Il est important de noter les tendances à la baisse des poissons plus âgés et de grande taille pour le rétablissement de l'espèce, car ces paramètres du cycle biologique peuvent influencer le potentiel de productivité en réduisant la fécondité et la survie des œufs (Healey 2001; Quinn *et al.* 2011).

On a estimé récemment que la productivité des stocks indicateurs de saumon chinook de la Colombie-Britannique a diminué de 25 à 40 % depuis le début des années 1980 (MPO 2018a). Outre la baisse de la productivité, il est prouvé que des paramètres précis du cycle biologique, tels que le temps de génération, la longueur selon l'âge et la survie, ont diminué dans les UD de saumon chinook du Fraser (Tableau 18). La survie, le temps de génération et la longueur selon l'âge sont réduits dans l'UD 2 (BFR-Harrison) (Tableau 18). La tendance à long terme pour la rivière Nicola, le stock indicateur muni de MMC pour les stocks de type Printemps 4.2, n'a pas permis de dégager de diminution de la longueur de génération. La récente étude quinquennale sur le chinook a révélé que la longueur selon l'âge à Albion a diminué pour les poissons du type 5.2, mais pas pour ceux du type 4<sub>2</sub> (Dobson *et al.* 2019). On observe une réduction de la longueur selon l'âge dans les échantillons de la rivière Chilko (UD 10) depuis 2014; cependant, comme la série chronologique est courte et fragmentée, cette tendance est statistiquement incertaine et pourrait être due à la variabilité naturelle (Dobson *et al.* 2019). Aucune information à jour n'est disponible pour les poissons du type Fraser Printemps 5<sub>2</sub> pour évaluer les tendances. On ignore actuellement la tendance de la fécondité pour toutes les UD.

En raison de l'absence de stocks indicateurs, à l'exception de celui de la rivière Harrison, aucune donnée à jour n'est disponible sur la survie et la productivité absolue au niveau de l'UD.

Les données sur la survie des saumoneaux d'âge 3 du stock indicateur MMC du ruisseau Dome datent de 1998 à 2002 (Tableau 19); il est donc peu probable qu'elles représentent avec précision la survie en mer récente compte tenu des changements de productivité tant dans l'eau douce qu'en mer, de la dynamique des écosystèmes et des tendances observées pour d'autres stocks de chinook (Morrison *et al.* 2002; Nelitz et Porter 2009; Healey 2011; Irvine et Fukuwaka 2011). En raison du nombre limité d'informations directes, bon nombre des paramètres utilisés pour les projections prévisionnelles dans le rapport qui traite des éléments 12 à 22 devront être estimés à l'aide de stocks de remplacement ou d'informations indirectes. La production de paramètres représentatifs du cycle biologique est en cours pour la deuxième partie de cette EPR, et sera examinée plus en détail dans la deuxième partie (éléments 12-22).

*Tableau 17. Résumé des paramètres du cycle biologique des UD de saumon chinook du Fraser, y compris la durée de génération moyenne, la fécondité moyenne et la longueur moyenne à la fourche selon l'âge. La durée de génération moyenne a été estimée comme la moyenne des reproducteurs en l'absence de mortalité par pêche. Les fourchettes générales de la fécondité présentées pour les classes d'âge sont indiquées dans Healey (1986). Les longueurs moyennes à la fourche ont été estimées pour les UD de saumon chinook du Fraser (si les données le permettent) d'après les données tirées de la récupération des MMC dans les pêches recueillies entre 1967 et 2012 (Brown et al. 2019).*

Unité désignable	Stock muni de MMC ou de remplacement	Cycle biologique des juvéniles	Période de montaison des adultes	Classe d'âge	Durée de génération moyenne	Plage de fécondité	Longueur à la fourche selon l'âge (mm)			
							Âge 2	Âge 3	Âge 4	Âge 5
UD 2 BFR-Harrison	HAR	Océanique	Automne	4 <sub>1</sub>	3,8	2 648-4 462	653,8	797,8	879,3	-
UD 14 THS-Bessette	NIC	Fluvial	Été	4 <sub>2</sub>	3	4 018	-	-	-	-
UD 4 BFR-Haute Pitt	DOM	Fluvial	Été				675,2	804,4	912	-
UD 5 BFR-Été	DOM	Fluvial	Été				645,6	804,9	888,6	-
UD 7 MFR-Nahatlatch	DOM	Fluvial	Printemps				-	-	-	-
UD 8 MFR-Portage	DOM	Fluvial	Automne				-	-	-	-
UD 9 MFR-Printemps	DOM	Fluvial	Printemps	5 <sub>2</sub>	4,5	5 388-9 063	665,2	738,9	846,8	-
UD 10 MFR-Été	DOM	Fluvial	Été				629,7	766,9	869,7	895,2
UD 11 HFR-Printemps	DOM	Fluvial	Printemps				601,2	741,5	798,0	870,0
UD 16 THN-Printemps	DOM	Fluvial	Printemps				696,5	786,8	869,8	-
UD 17 THN-Été	DOM	Fluvial	Été				661,3	796,1	889	992

Tableau 18. Sommaire des tendances récentes des caractéristiques de trois zones de gestion de la Colombie-Britannique (d'après MPO 2018a). Il convient de noter que le stock de la rivière Nicola a été inclus car il sert d'indicateur de remplacement pour l'UD 14 (THS-Bessette).

Zone de gestion	Population	Survie	Durée de génération	Longueur des femelles	Fécondité
		(Moyenne des années d'éclosion 2007 à 2011 par rapport à la moyenne de 1980 à 1990)	(Taux de déclin)	(Tendance)	(Tendance)
Fraser – printemps 4 <sub>2</sub>	Rivière Nicola	-55 %	Stable	Baisse, âge 4	Inconnue
Fraser – printemps 5 <sub>2</sub>	–	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Fraser – été 5 <sub>2</sub>	Rivière Chilko	Inconnue	Inconnue	Baisse, âge 3, 4, 5	Inconnue
Fraser – automne 4 <sub>1</sub>	Rivière Harrison	-45 %	-0,016	Baisse, âge 3, 4, 5	Inconnue

Tableau 19. Taux de survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3 pour les stocks indicateurs du ruisseau Dome et de la rivière Nicola, et pour les saumoneaux jusqu'à l'âge 2 pour le stock indicateur de la rivière Harrison.

Année d'éclosion	Survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3	Survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3	Survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 2
	Fraser – printemps 5 <sub>2</sub>	Fraser – printemps 4 <sub>2</sub>	Fraser – automne 4 <sub>1</sub>
	Stock indicateur MMC DOM	Stock indicateur MMC NIC	Stock indicateur MMC HAR
1981	-	-	24,0 %
1982	-	-	3,8 %
1983	-	-	1,1 %
1984	-	-	1,1 %
1985	-	3,1 %	1,4 %
1986	0,4 %	0,6 %	7,2 %
1987	1,1 %	2,6 %	2,6 %
1988	2,0 %	1,3 %	10,9 %
1989	0,8 %	2,7 %	7,2 %
1990	2,5 %	7,7 %	2,2 %
1991	1,7 %	5,5 %	0,4 %

Année d'éclosion	Survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3	Survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3	Survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 2
	Fraser – printemps 5 <sub>2</sub>	Fraser – printemps 4 <sub>2</sub>	Fraser – automne 4 <sub>1</sub>
	Stock indicateur MMC DOM	Stock indicateur MMC NIC	Stock indicateur MMC HAR
1992 <sup>5</sup>	1,8 %	0,1 %	0,6 %
1993	2,4 %	0,8 %	2,0 %
1994	0,1 %	1,1 %	3,8 %
1995	0,3 %	5,8 %	1,0 %
1996	0,9 %	4,6 %	2,3 %
1997	1,4 %	6,3 %	0,8 %
1998	1,3 %	12,5 %	0,9 %
1999	-	6,3 %	2,1 %
2000	0,3 %	0,8 %	1,4 %
2001	0,4 %	1,4 %	2,4 %
2002	0,4 %	1,3 %	0,9 %
2003	-	0,2 %	1,4 %
2004	-	2,0 %	S. O.
2005	-	0,4 %	6,8 %
2006	-	3,9 %	0,8 %
2007	-	1,1 %	5,7 %
2008	-	1,3 %	2,0 %
2009	-	1,9 %	1,0 %
2010	-	0,5 %	4,7 %
2011	-	1,8 %	3,5 %
2012	-	1,2 %	0,7 %
2013	-	1,5 %	1,9 %
2014	-	1,4 %	2,4 %
2015	-	0,6 %	11,7 %

<sup>5</sup> Le faible taux de survie du stock de la rivière Nicola signalé en 1992 (0,1 %) était dû à une épidémie dans l'écloserie de la rivière Nicola, qui a entraîné des taux élevés de mortalité des poissons. Il convient de noter que la survie cette année n'est pas une bonne représentation de la survie naturelle des poissons pour ce stock.

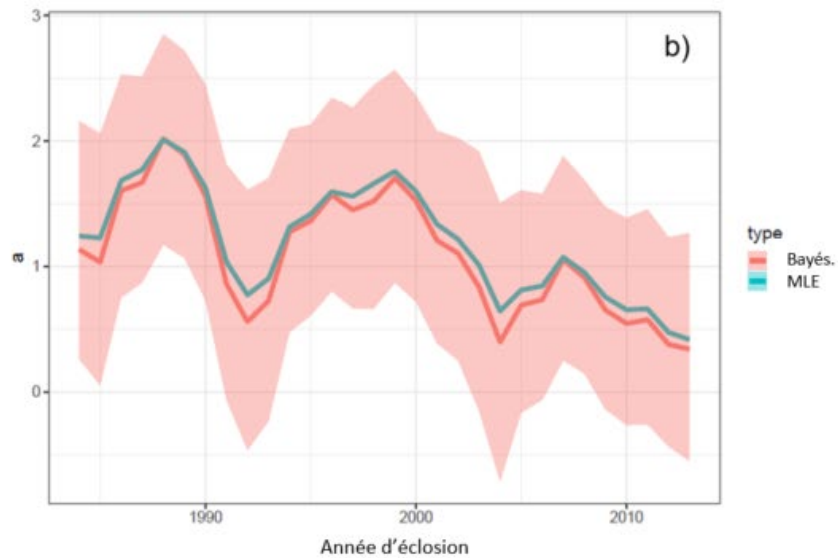


Figure 12. a) productivité estimée des recrues par géniteur pour l'UD 2 (BFR-Harrison) par année d'éclosion de 1984 à 2013; et b) trajectoire de  $a$  ( $\ln(\alpha)$ ) en utilisant le modèle bayésien récursif : les lignes rouges sont la médiane a posteriori et l'estimation de la probabilité maximale est indiquée en bleu (la zone ombrée est l'intervalle de crédibilité à 95 % pour l'estimation par la méthode de Bayes).

---

### 3. BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT ET DE RÉSIDENCE

#### 3.1. ÉLÉMENT 4 : PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DONT LE SAUMON CHINOOK A BESOIN POUR MENER À BIEN TOUTES LES ÉTAPES DE SON CYCLE BIOLOGIQUE

Le saumon chinook utilise une grande variété d'habitats tout au long de son cycle biologique. Les variantes du cycle biologique du saumon chinook de type océanique et de type fluvial utilisent généralement des habitats dulcicoles et océaniques différents et migrent à des périodes différentes. Une grande partie de la variation de l'utilisation des habitats d'eau douce peut être liée à des différences dans l'hydrologie de l'habitat de fraie et du réseau de cours d'eau à proximité. Les saumons chinooks de type océanique qui migrent généralement vers l'océan au cours de leur première année ont tendance à naître dans les cours d'eau côtiers et les rivières dont l'hydrologie est dominée par la pluie, tandis que les individus de type fluvial qui passent l'hiver pendant un an ou plus en eau douce voient le jour dans les bassins versants intérieurs dont l'hydrologie est dominée par la neige. Les eaux d'amont de certains cours d'eau côtiers qui sont dominées par un mélange de pluie et de neige peuvent également abriter des types fluviaux, par l'exemple dans l'UD 4 (BFR-Haute Pitt) et l'UD5 (BFR-Été). L'examen des différences d'utilisation et de conditions de l'habitat entre le saumon chinook de type océanique et de type fluvial présenté ci-après s'inspire largement des sommaires précédents de l'habitat du chinook (Healey 1991; Brown 2002; COSEPAC 2019; Brown *et al.* 2019).

##### 3.1.1. Habitat de fraie et d'incubation des œufs

L'habitat nécessaire à la reproduction du saumon chinook comprend les habitats de fraie et d'incubation, qui se trouvent dans une série de réseaux différents allant des petits cours d'eau au cours principal des grandes rivières. Les femelles choisissent généralement des frayères offrant une bonne circulation d'eau bien oxygénée (Healey 1991). Les caractéristiques précises de l'habitat associées aux emplacements des frayères du saumon chinook sont les zones situées en amont des radiers, à la sortie des fosses, en particulier en dessous des embâcles et en amont des grandes dunes de gravier dans les grandes rivières (Tableau 20). Ces habitats sont particulièrement importants car ils sont associés à des écoulements de subsurface plus élevés que les autres habitats.

Il a été démontré que les propriétés de l'habitat des nids du saumon chinook sont très variables (Healey 1991), bien que la profondeur appropriée de l'eau pour la fraie soit généralement supérieure à 30 cm et que les tailles convenables du substrat pour la construction des nids se situent entre 1,3 et 10,2 cm (Tableau 20). Pour le chinook, on associe de gros graviers et de bons écoulements entre les graviers (taux de percolation supérieur à  $0,03 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ) à un taux de survie élevé des œufs aux alevins (87 %) (Shelton 1955). La variabilité des tailles appropriées du substrat est en partie due à la variation de la longueur des femelles. Riebe et ses collaborateurs (2014) ont montré que la taille maximale du substrat qu'une femelle peut déplacer pour construire un nid augmente avec sa propre taille. La longueur des femelles influence également la taille des nids, qui peut varier entre 4,7 et 10,7 m<sup>2</sup> environ pour les femelles de 700 à 1 000 mm de longueur à la fourche. Pour des exemples précis de populations de saumon chinook du Fraser, la taille moyenne d'un nid pour le chinook de type fluvial était de 9,1-10 m<sup>2</sup> dans la rivière Nechako (Nielson et Banford 1983) et de 8,7 m<sup>2</sup> dans la rivière Nicola (n=124, CV=24 %; Chuck Parken, MPO, Kamloops (Colombie-Britannique) données inédites).

Les conditions des habitats de fraie et d'incubation changent entre le moment où les adultes arrivent dans les frayères et celui où les alevins sortent du gravier. Des changements marqués



---

des débits et de la température pendant la fraie et l'incubation peuvent influencer la qualité et la quantité de l'habitat. L'écoulement des cours d'eau du Fraser intérieur diminue généralement en automne et en hiver lorsque les températures descendent sous le point de congélation, ce qui crée un risque d'assèchement et de gel des nids si la fraie a lieu trop tôt. Dans de nombreux réseaux intérieurs, les femelles recherchent un mélange d'eaux souterraines et d'eaux de surface pour l'emplacement de leurs nids. Les eaux souterraines sont plus chaudes et protègent contre le gel, mais elles sont généralement anoxiques. Un mélange est donc nécessaire pour assurer une quantité suffisante d'oxygène sans risque de gel. Dans les réseaux côtiers, l'affouillement dû aux inondations d'automne et d'hiver est une source importante de mortalité durant l'incubation en éliminant directement les nids ou en déposant ou infiltrant des sédiments fins dans ceux-ci (Roni *et al.* 2016). De même, dans les réseaux intérieurs, on pense que l'affouillement pendant les épisodes de neige suivie de pluie est une source de mortalité pendant l'incubation (R. Bailey, comm. pers. 2019)

Si la qualité de l'habitat associée à ce stade biologique a des conséquences importantes sur le recrutement, la quantité des habitats de fraie ne limite généralement pas le nombre de poissons qui quittent l'environnement dulcicole au stade de saumoneau.

### **3.1.2. Habitat de croissance des alevins et des juvéniles**

À l'éclosion, les saumons chinooks juvéniles, appelés alevins vésiculés, restent dans le gravier et continuent à se développer avant d'émerger du substrat. Les alevins vésiculés se déplacent dans les espaces interstitiels entre les particules du substrat et sont particulièrement vulnérables à la présence de sédiments fins ou aux mouvements de la charge de fond. Les alevins vésiculés finissent par remonter à travers le gravier pour émerger comme alevins après avoir complètement absorbé leur sac vitellin. L'émergence se produit généralement la nuit, ce qui contribue à réduire la prédation au minimum.

Une fois que les juvéniles émergent, l'utilisation de l'habitat d'eau douce varie beaucoup d'une population à l'autre. Les saumons chinooks juvéniles de type océanique de l'UD 2 (BFR-Harrison) ont tendance à migrer vers l'océan immédiatement après leur émergence. Ils passent environ six semaines à grandir dans l'estuaire du Fraser. Les juvéniles d'autres UD de type océanique peuvent passer plus longtemps en eau douce avant de migrer vers l'estuaire et le milieu marin, mais aucune de ces UD n'est prise en compte dans la présente évaluation.

Les saumons chinooks juvéniles de type fluvial provenant de réseaux intérieurs dominés par la fonte des neiges grandissent généralement pendant un an (en hiver) en eau douce et migrent vers l'océan en tant que yearlings. Pour le saumon chinook qui fraie dans les zones d'amont des bassins versants, la dévalaison dans les cours d'eau non natal répartition les alevins dans des habitats de croissance appropriés (Bradford et Taylor 1997). Trois stratégies sont couramment observées pour les saumons chinooks juvéniles de type fluvial du Fraser intérieur et de la rivière Thompson, dominés par la neige :

1. grandir dans le cours d'eau natal de l'émergence à la smoltification;
2. grandir dans le cours d'eau natal de l'émergence jusqu'à la fin de l'été, puis migrer vers le cours principal d'un cours d'eau plus grand, comme la rivière Thompson ou le Fraser, pour passer l'hiver et jusqu'à la smoltification au printemps suivant;
3. quitter immédiatement le cours d'eau natal après l'émergence et migrer (activement et passivement) vers l'aval pour hiverner dans le cours principal, les chenaux latéraux et les petits affluents du bas Fraser et de l'estuaire.

---

Quels que soient les habitats qu'ils utilisent, les alevins de saumon chinook se trouvent le plus souvent dans des habitats offrant un substrat petit, un courant relativement lent et une profondeur faible (Tableau 20). On les observe le plus souvent dans les principaux chenaux des rivières et on les trouve moins souvent que les saumons cohos dans les habitats hors chenaux. Cependant, il existe beaucoup d'observations de saumons chinooks juvéniles grandissant dans de petits cours d'eau non natals dans tout le Fraser et le fleuve Yukon (Murray et Rosenau 1989; Scrivener *et al.* 1994). Brown (2002) fournit un examen approfondi de l'habitat de croissance en eau douce nécessaire au saumon chinook, dans les bassins hydrographiques côtiers et de l'intérieur de la Colombie-Britannique; cet examen est résumé ci-après (Tableau 21). Il convient de noter que la limite déclarée de moins de 25 unités de turbidité néphélogométrique (uTN) dans le Tableau 21 peut être déraisonnable pour le saumon chinook du Fraser, car elle est dépassée dans le cours principal du fleuve et plusieurs de ses affluents, où l'on sait que les juvéniles grandissent. Cela peut être une fausse représentation de l'habitat utilisable par le saumon chinook du Fraser dans le bassin versant du Fraser, et en particulier, une sous-estimation de l'importance du cours principal du Fraser en tant qu'habitat de croissance.

Des saumons chinooks juvéniles ont été capturés dans des chenaux d'inondation isolés de grandes rivières (Bustard 1986; Brown *et al.* 1989), dans des affluents non natals pendant la crue printanière (Scrivener *et al.* 1994) et le long des rives des lacs (Graham et Russell 1979; Fedorenko et Pearce 1982; Lewis et Levings 1988). Les densités d'alevins de saumon chinook du Fraser (avril-juillet) étaient plus élevées dans le cours principal de la Thompson Nord que dans ses affluents (Stewart *et al.* 1983). Les densités de chinooks juvéniles (capturés en novembre par des appareils de pêche à l'électricité) ont été estimées à 0,011 poisson·m<sup>-2</sup> pour la rivière Salmon (lac Shuswap) et à 0,245 poisson·m<sup>-2</sup> pour la rivière Quesnel. Les densités indiquées dans ces habitats sont bien inférieures à la médiane estimée de 5 000 ha<sup>-1</sup> (0,5 m<sup>-2</sup>) des affluents du fleuve Columbia intérieur (Thorson *et al.* 2014).

Pendant qu'ils sont en eau douce, les chinooks juvéniles se nourrissent principalement d'insectes adultes et larvaires, en particulier ceux qui flottent à la surface de l'eau (Raleigh *et al.* 1986). Pendant leur période limitée de croissance en eau douce, les juvéniles de type océanique ont besoin d'habitats fluviaux à la température et au débit modérés et qui soutiennent des communautés d'insectes saines et productives. Les juvéniles de type fluvial ont également des exigences semblables en matière d'habitat, et ont en plus besoin d'eau en quantité et qualité suffisantes pour pouvoir y passer l'hiver. Ces critères sont satisfaits dans les systèmes naturels présentant une végétation saine sur les berges, de faibles charges en sédiments, des niveaux élevés d'oxygène dissous et des substrats variables. Des apports d'eaux souterraines sont nécessaires dans de nombreux réseaux intérieurs pour contrer la formation de glace de fond dans les habitats d'hivernage et les températures estivales chaudes et modérées.

L'accès à des habitats éphémères, qui joue un rôle important pour le chinook de type océanique et fluvial, est un élément essentiel de la croissance des alevins et des juvéniles. Junk et ses collaborateurs (1989) ont proposé le concept de pulsations de crue, qui prédit que l'inondation annuelle est la force motrice de la productivité et des interactions biotiques dans les réseaux rivière – plaine d'inondation. Les habitats de plaine d'inondation sont particulièrement importants pour les saumons chinooks juvéniles car ils offrent une plus grande diversité biologique et une production accrue d'invertébrés par rapport aux chenaux des rivières adjacentes (Junk *et al.* 1989; Gladden et Smock 1990), et constituent une source saisonnière de nourriture pendant et après la crue. Bien que cela ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, Jeffres et ses collaborateurs (2008) expliquent que les habitats de plaine d'inondation hors chenal dans la rivière Cosumnes fournissent un habitat de croissance nettement meilleur

---

que le chenal intertidal, soutenant des taux de croissance plus élevés. Lorsque les saumons chinooks juvéniles quittent l'eau douce une fois parvenus à une plus grande taille, comme on le voit chez les poissons qui grandissent dans les plaines inondables, le taux de survie global à l'âge adulte est accru (Unwin 1997; Galat et Zweimüller 2001; Jeffres *et al.* 2008). La dégradation de ces habitats inondés de façon saisonnière, ou les caractéristiques qui limitent l'accès à ces habitats, peuvent donc indirectement influencer les propriétés importantes des habitats pour le saumon chinook du Fraser.

Il a été démontré que la quantité d'habitat de croissance disponible pour les populations côtières et intérieures est un facteur limitatif (Thorson *et al.* 2014; David *et al.* 2016). Bien que cela ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, une forte dépendance négative à la densité dans la survie des juvéniles a été indiquée pour les milieux de croissance dulcicoles (Thorson *et al.* 2014) et estuariens (David *et al.* 2016). La dégradation et la perte d'habitats dulcicoles et estuariens auront des impacts négatifs sur la productivité de la population et pourraient avoir des effets de densité négative sur la production en cas de perte d'habitats (David *et al.* 2016).

### **3.1.3. Habitat de dévalaison des juvéniles en eau douce**

Le chinook de type océanique des populations du bas Fraser et de la Thompson Sud est confronté aux inondations provoquées par la fonte des neiges en mai, juin et juillet et peut utiliser les cycles saisonniers des inondations comme un indice du début de la dévalaison (Healey 1991). Après avoir passé un an en eau douce, les saumons chinooks juvéniles de type fluvial de l'intérieur et du bas Fraser migrent vers l'aval au printemps et au début de l'été et pénètrent dans le détroit de Georgie. Des études de marquage indiquent qu'il faut entre 3,4 et 19,2 jours (médiane) aux saumoneaux chinooks d'écloserie du bassin hydrographique de la rivière Nicola (rivières Nicola, Spius, Coldwater) pour se rendre des sites de lâcher intérieurs à l'embouchure du Fraser (Welch *et al.* 2008). On ne dispose pas de données similaires pour les saumoneaux des autres UD intérieures.

### **3.1.4. Habitat de croissance dans l'océan**

L'habitat de croissance du saumon chinook juvénile dans l'océan s'étend des estuaires à la haute mer. Ces habitats sont essentiels car c'est là que le saumon chinook gagne la plus grande partie de sa biomasse et commence à développer ses gamètes en vue de la reproduction.

Les estuaires sont importants car ils offrent de nombreuses possibilités d'alimentation et de croissance, ainsi que des refuges contre les prédateurs. Ce sont également des zones de transition environnementale qui permettent aux chinooks juvéniles de s'acclimater de l'eau douce à l'eau de mer, et entre des eaux à la température différente (Macdonald *et al.* 1988). Levings et ses collaborateurs (1986) ont constaté que les saumons chinooks qui ont passé plus longtemps dans des estuaires ont grandi plus rapidement et ont mieux survécu que les individus qui ont migré rapidement. Les estuaires offrent également des refuges contre les prédateurs (Healey 1991). La turbidité plus élevée et la végétation aquatique étendue qui fournit une couverture structurelle importante associée aux zones estuariennes limitent la capacité des prédateurs visuels à s'attaquer aux saumons juvéniles (Gregory et Levings 1996, 1998).

Le principal habitat utilisé par les saumons chinooks d'un an et moins dans l'estuaire du bas Fraser était un marais (Chalifour *et al.* 2019) et les zones où les températures étaient plus élevées avaient tendance à produire des prises plus importantes de saumons chinooks juvéniles. Les captures dans les zostères et les battures de sable étaient systématiquement plus faibles que dans les marais au cours des deux années de l'étude.

---

En général, les saumoneaux chinooks de type océanique restent pendant des périodes variables, allant de quelques semaines à plusieurs mois, dans les estuaires. L'habitat estuarien est particulièrement important pour le chinook de type océanique étant donné qu'il y réside plus longtemps (Quinn 2005). Tout en continuant de grossir, les saumoneaux de type océanique commencent à se disperser dans toutes les zones côtières voisines, préférant des eaux superficielles abritées au début de leur résidence en mer. Les saumoneaux chinooks de type fluvial semblent passer moins de temps dans l'estuaire de leur rivière natale. Lorsqu'on les observe dans les estuaires, ils se concentrent dans les zones externes des deltas et tendent à rester relativement peu de temps dans les estuaires.

Le saumon chinook a besoin d'habitats marins littoraux productifs. Presque tous les chinooks du Fraser passent les premiers mois dans la mer des Salish (Tucker *et al.* 2011) et ont tendance à rester dans un rayon de 200 à 400 km de leur rivière natale pendant leur première année en mer, quel que soit leur cycle biologique (Trudel *et al.* 2009). En général, ils grandissent dans des environnements littoraux abrités pendant des périodes variables, en fonction de facteurs tels que la disponibilité de nourriture, la compétition, la prédation et les conditions environnementales. Durant cette période, le varech et les autres plantes aquatiques du rivage constituent un refuge important contre les prédateurs et un environnement productif en insectes et plancton, deux composantes majeures du régime alimentaire des juvéniles (Healey 1991).

Après les premiers mois en mer, les profils d'utilisation de l'habitat marin, y compris le moment de la sortie de la mer des Salish et la répartition ultérieure le long de la côte de la Colombie-Britannique et du sud-est de l'Alaska, ont tendance à diverger entre les cycles biologiques du type océanique et du type fluvial pour le saumon chinook du fleuve Fraser (Trudel *et al.* 2009; Tucker *et al.* 2011). D'après les données sur la répartition, le saumon chinook de type océanique et de type fluvial peut rencontrer des conditions océaniques différentes en raison des différences dans la période de migration. Par exemple, les relevés au chalut de surface dans les eaux côtières indiquent que les sub-yearlings de l'UD de la Thompson Sud ont tendance à quitter la mer des Salish plus tôt (premier automne et premier hiver en mer) que les sub-yearlings du bas Fraser, qui semblent en partir l'été suivant (Tucker *et al.* 2011). Il semble également que tous les chinooks de type océanique sortent de la mer des Salish par le détroit de Juan de Fuca (Tucker *et al.* 2011), tandis que les yearlings peuvent emprunter le détroit de Juan de Fuca ou le détroit de Johnstone.

Les prises de saumon chinook permettent également de penser que la répartition des sub-yearlings du bas Fraser (UD 2 BFR-Harrison) est la plus étroite pendant leurs deux premières années en mer et est limitée au sud de la côte ouest de l'île de Vancouver. La répartition marine du yearling chinook est généralement la plus grande au cours de ses deux premières années en mer et les individus se trouvent généralement plus au nord et à l'ouest que les sub-yearlings. Contrairement aux sub-yearlings, les yearlings ont tendance à se trouver dans des eaux plus profondes. Ces profils d'utilisation de l'habitat à plus petite échelle peuvent contribuer aux différences de la dynamique entre les cycles biologiques et les populations (Braun *et al.* 2016).

Les principales proies consommées au début de la phase marine sont diverses espèces de zooplancton et des insectes adultes et larvaires. La variété de la nourriture consommée change dans le temps et en fonction de l'emplacement, mais les poissons (surtout du hareng et du lançon) dominent le régime alimentaire, suivis des larves de crabe, des calmars et de gros zooplancton.

Le saumon chinook de type océanique reste dans les eaux côtières pendant la plupart de sa vie en mer. Des données indiquent qu'en général, il ne se disperse pas à plus de 1 000 km durant toute sa vie (Healey 1991). En général, on pense que le saumon chinook de type fluvial se

---

disperse largement dans le Pacifique Nord et qu'il constitue la majorité des saumons chinooks pêchés en haute mer. Il se nourrit principalement de petits poissons (surtout du hareng et du lançon), les larves de crabe, les calmars et le grand zooplancton contribuant également à son régime alimentaire (Healey 1991).

Les facteurs qui influent sur la productivité des régions côtières ont également une incidence sur le chinook. Par exemple, des corrélations ont été établies entre les températures de la surface de la mer et les remontées d'eau côtières durant leur première année en mer et la survie des populations de chinooks d'écloserie du Fraser, bien que ces analyses doivent être considérées comme exploratoires (Braun *et al.* 2016). Ces corrélations ont suggéré différentes réactions aux conditions marines côtières selon le type de cycle biologique. Cette diversité de réactions indique que les changements du milieu marin peuvent influencer différemment les UD du chinook du Fraser et peuvent être complexes.

### **3.1.5. Habitat de migration dulcicole des adultes**

La période de la montaison des adultes en eau douce est l'une des caractéristiques les plus variables du cycle biologique du saumon chinook. Chaque UD connaît une combinaison unique de températures et de débits, ainsi que des distances de déplacement et des taux de migration différents durant la montaison vers les frayères. Nous avons repris les seuils environnementaux utilisés dans Hague et Patterson (2009) pour évaluer les taux de rencontre de conditions de montaison défavorables pour les populations de chinooks du Fraser. Les seuils environnementaux utilisés par Hague et Patterson (2009) pour le saumon chinook du Fraser avaient été tirés d'autres réseaux hydrographiques, principalement des études sur la montaison des saumons chinooks adultes dans le bassin du fleuve Columbia, qui indiquent que les températures optimales pour la nage sont de 16,3 °C et les températures létales supérieures à 21 °C. D'après des études sur le saumon rouge du fleuve Fraser, les débits de plus de 8 000 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> peuvent être préoccupants, mais le seuil de 8 000 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> utilisé pour le saumon rouge est probablement bas pour le saumon chinook en raison de sa plus grande taille et de sa capacité de nage potentiellement meilleure.

Hague et Patterson (2009) ont reconstitué les historiques thermiques et de débit des rivières empruntées par cinq populations de saumon chinook du fleuve Fraser et ont évalué les températures et les débits historiques rencontrés et la probabilité de dépasser les seuils de température et de débit. Les résultats des reconstitutions sont résumés dans le Tableau 22. Il est peu probable que les cinq populations rencontrent des températures dépassant la limite létale supposée de 21 °C, mais trois populations (ruisseaux Slim et Tête Jaune (UD 11); rivière Nechako (UD 10); rivière Thompson Sud (UD 14)) connaissent probablement des températures supérieures à la température optimale supposée pour la nage de 16,3 °C. Seules deux des cinq populations (haute Chilcotin (UD 9); ruisseau Slim (UD 11)) ont rencontré des débits de plus de 8 000 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>, du fait de leur entrée précoce dans l'eau douce qui correspond à la crue du Fraser.

Les adultes en montaison dans la haute Chilcotin et la rivière Chilako dans l'UD 9 arrivent dans les zones basses de leur cours d'eau natal au moment du pic de la crue printanière. Ils doivent remonter ces réseaux pendant la crue pour accéder aux frayères, qui seraient autrement inaccessibles. Durant la montaison dans ces réseaux, les poissons restent dans des habitats de retenue profonds pendant une période prolongée et n'en sortent que pour frayer deux à trois mois plus tard (R. Bailey, comm. pers.).

Tableau 20. Aperçu des besoins en matière d'habitat du saumon chinook, par stade biologique. La plupart des valeurs des propriétés sont tirées des examens des besoins en matière d'habitat dans Healey (1991) et Bjornn et Reiser (1991).

Stade biologique	Fonction	Caractéristique(s)	Propriétés
Fraie et incubation des œufs	Fraie, incubation	Les nids sont souvent construits à la tête des radiers, dans les fosses et en amont des dunes de gravier dans les grandes rivières, où le gravier a un diamètre inférieur à 15 cm et où l'eau bien oxygénée circule bien.	Taille des particules : 1,3-10,2 mm Profondeur des eaux de fraie du chinook d'automne $\geq$ 24 cm Profondeur des eaux de fraie du chinook d'été $\geq$ 24 cm Profondeur des eaux de fraie du chinook de printemps $\geq$ 30 cm  Vitesse : 0,3-1,09 m·s <sup>-1</sup> OD <sub>2</sub> : 7-12 mg·L <sup>-1</sup> Température : 5,0-14,4 °C Superficie moyenne d'un nid : 9,1-10,0 m <sup>2</sup>
Croissance des alevins et des juvéniles	Alimentation, couvert	Habitats dans le cours principal Habitats dans les plaines d'inondation Habitats hors chenal  Chenaux latéraux, petits cours d'eau Avec couvert Cours d'eau non natals et chenaux latéraux Habitat complexe En grandissant, les juvéniles passent d'habitats peu profonds tels que les bords des cours d'eau, les chenaux latéraux et les eaux dormantes à des habitats plus profonds dans des fosses	Plage de températures : 12-14 °C OD <sub>2</sub> : 7-12 mg·L <sup>-1</sup> Turbidité : < 25 uTN <sup>6</sup> Couvert : quantité importante de végétation en surplomb et de berges sapées Gradient : < 3 % Plage de superficie des fosses : 50-250 m <sup>2</sup> Densité des fosses : > 1 500 sm <sup>2</sup> ·km <sup>-1</sup> Densité des grands débris ligneux : > 100 pièces·km <sup>-1</sup>
Dévalaison des juvéniles en eau douce	Dévalaison, alimentation	Grandes rivières, affluents non natals	-
Juvéniles – Croissance en mer	Alimentation	Estuaires, eaux côtières et hauturières	Estuaires (p. ex. marais, zostère) : végétation aquatique abondante, forte turbidité. Eaux côtières : habitats abrités près du rivage, abondance de varech et d'autres plantes aquatiques du rivage.

<sup>6</sup> Remarque : La valeur déclarée de < 25 uTN pour le quinnat n'est peut-être pas appropriée pour le saumon quinnat du Fraser car elle est dépassée dans le cours principal du Fraser et plusieurs de ses affluents.

Stade biologique	Fonction	Caractéristique(s)	Propriétés
			Profondeur des eaux côtières : type océanique ~40-60 m, type fluvial : ~60-80 m
Adultes – Migration en eau douce	Montaison	Grandes rivières	Plage de températures pour le chinook d'automne : 10,6-19,4 °C Plage de températures pour le chinook d'été : 13,9-20,0 °C Plage de températures pour le chinook de printemps : 3,3-13,3 °C Toutes les populations – température de nage optimale : 16,3 °C Toutes les populations – température létale : 21 °C Profondeur de l'eau : > 24 cm Vitesse : < 2,44 m·s <sup>-1</sup>

Tableau 21. Habitats utilisés par le saumon chinook dans les bassins versants où l'hydrologie est dominée par la neige. Adapté de Brown 2002.

Type d'habitat	Niveau d'eau et emplacement	Substrat et végétation	Exemples d'utilisation possible par le poisson
Cours d'eau permanent	Eaux courantes ou stagnantes ouvertes toute l'année (rivières, étangs, lacs, affluents dans les terrasses fluviales et ruisseaux canalisés).	Substrats et végétation variables, en fonction de la vitesse de l'eau	Le chinook peut utiliser ces habitats toute l'année et passe généralement l'hiver dans des habitats à gravier grossier (Swales <i>et al.</i> 1986; Levings et Lauzier 1991)
Fossés	Les niveaux d'eau sont variables (de sec à courant). Les fossés sont utilisés pour le drainage et l'irrigation.	Le substrat peut être de la vase ou de l'argile. La végétation aquatique peut recoloniser les fossés abandonnés	Peut piéger les alevins de chinook au printemps. L'utilisation et la survie dépendent de l'accès et de la qualité de l'eau (Fleming <i>et al.</i> 1987)
Chenaux latéraux des rivières	La vitesse et le niveau de l'eau sont variables. Des fosses isolées peuvent se former lorsque le niveau d'eau baisse. Chenaux latéraux anastomosés, recouverts, chenaux de percolation et de débordement.	Le substrat peut être du sable, du gravier ou des galets. Pas de végétation dans le cours d'eau, végétation riveraine composée de saules et de peupliers.	Les chinooks dominant (Brown <i>et al.</i> 1989)
Affluent de ruissellement et affluents des	Petits affluents, parfois abrupts, qui se jettent	Le substrat peut être du sable, du gravier ou de gros galets. En général,	Utilisé par le chinook pendant l'avalaison (Scrivener <i>et al.</i> 1994). Les

Type d'habitat	Niveau d'eau et emplacement	Substrat et végétation	Exemples d'utilisation possible par le poisson
plaines d'inondation	dans les grandes rivières.	pas de végétation dans le cours d'eau. La végétation riveraine est importante.	affluents du bas Fraser fournissent un habitat important pour le chinook (Murray et Rosenau 1989).
Bassins hydrographiques des estuaires, marécages et marais	Il peut s'agir d'habitats éphémères, mais généralement inondés en été. L'accès peut dépendre des cycles des marées. Ce type d'habitat est présent dans le bas Fraser.	Le substrat est variable, mais il est généralement constitué d'un pourcentage élevé de fines. La végétation aquatique est variable et peut se composer de <i>Carex Lyngbyei</i> , de <i>Scripus</i> spp et de <i>Typha</i> spp. Des arbustes riverains sont également présents.	Utilisé par les alevins de chinook au printemps (Birtwell <i>et al.</i> 1987). L'accès peut être limité par les portes d'écluse.
Étangs et marécages fluviaux	Cours d'eau permanent Le niveau d'eau doit être suffisant pour permettre aux poissons de passer l'hiver. Souvent situé dans des chenaux latéraux abandonnés et peut être associé aux castors.	La surface est constituée d'une couverture de matières organiques. La végétation aquatique est souvent présente dans les étangs et les marécages.	On a observé de faibles densités de chinooks dans les chenaux latéraux de la rivière Nicola (Swales <i>et al.</i> 1986)
Bords des lacs.	Inondé à la fin du printemps et pendant tout l'été et sec en hiver.	Substrat variable et dépendant de la pente et de l'action des vagues. Peut inonder la végétation riveraine et les alcôves marécageuses.	Fortement utilisé par les alevins de chinook lorsqu'il est inondé et la nuit (Graham et Russell 1979; Russell <i>et al.</i> 1980); Brown et Winchell 2002).
Bords des rivières	Inondé à la fin du printemps et pendant tout l'été et sec en hiver.	Le substrat peut être du sable ou du gravier. La rivière peut inonder la végétation riveraine	Les poissons peuvent se déplacer latéralement sur les bords des rivières pendant les périodes de hautes eaux, mais cette utilisation est temporaire (Tutty et Yole 1978; Brown <i>et al.</i> 1994). Les juvéniles ont tendance à quitter les bords peu profonds ou la vitesse est faible pour des eaux plus profondes et plus rapides dans le chenal principal au fur et à mesure de leur croissance. L'utilisation semble être nocturne.



Tableau 22. Sommaire des reconstitutions thermiques et du débit pour quatre populations de saumon chinook du fleuve Fraser évaluées dans Hague et Patterson (2009).

UD	Populations	Période du pic de l'entrée dans la rivière	Période du pic de la fraie	Déplacement (jours)	Probabilité de rencontrer des températures élevées dans les rivières	Probabilité de rencontrer des débits élevés	Nombre de jours pendant la migration où le débit du Fraser à Texas Creek est > 2 500 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps	Haute Chilcotin	Début mai	Mi-août	102	Peu probable de rencontrer des températures de rivière ≥ 16,3 °C, mais impossible à évaluer en raison du manque d'enregistrements thermiques	15 % des débits pour les poissons à migration tardive seront > 8 000 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	Moyenne = 39 (51 % des jours); plage = 9-62
UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps	Ruisseau Slim	Fin juin	Fin août	64	60 % des poissons qui arrivent tardivement et 25 % de ceux qui arrivent durant le pic rencontreront des températures ≥ 16,3 °C. Il est peu probable que les poissons rencontrent des températures de la rivière > 21 °C	Les poissons qui arrivent tôt et pendant le pic rencontrent parfois des débits > 8 000 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	Moyenne = 55 (79 % des jours); plage = 4-71
UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été, et UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps	Rivière Nechako et ruisseau Tête Jaune	Mi-juillet	Début septembre	48	La majorité des poissons rencontrent des températures de la rivière ≥ 16,3 °C. Il est peu probable que les températures des rivières soient supérieures à 21 °C	Peu probable de rencontrer des débits > 8 000 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	Moyenne = 42 (68 % des jours); plage = 0-63
UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne	Rivière Harrison	Début octobre	Début novembre	32	Peu probable de rencontrer des températures de la rivière ≥ 16,3 °C	Peu probable de rencontrer des débits > 8 000 m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	Fraie en aval du glissement

---

## **3.2. ÉLÉMENT 5 : INFORMATION SUR L'ÉTENDUE SPATIALE DES ZONES SUSCEPTIBLES DE PRÉSENTER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT RECHERCHÉES DANS L'AIRE DE RÉPARTITION DU SAUMON CHINOOK**

### **3.2.1. Répartition de l'habitat en eau douce**

Le saumon chinook du Fraser est répandu dans tout le Fraser, dans tous ses principaux affluents. La répartition de chaque UD est présentée sur les cartes suivantes. La plupart des cours d'eau et des rivières cartographiés présentent les caractéristiques et les propriétés de l'habitat résumées dans l'Élément 4. Les répartitions cartographiées sont fondées sur les relevés des géniteurs, qui peuvent sous-estimer l'étendue totale de la répartition du chinook dans le Fraser en raison des contraintes liées à la réalisation de relevés annuels des géniteurs sur une zone géographique aussi vaste.

Les cartes fournies dans cette section sont mises à jour d'après la révision du COSEPAC (2019). Les modifications suivantes ont été apportées aux cartes du COSEPAC afin de mieux refléter la répartition en eau douce des UD de saumon chinook du Fraser visées par la présente EPR :

- La carte de l'UD 7 (MFR-Nahatlatch) a été modifiée pour retirer la rivière Anderson, sur le côté est du canyon du Fraser, au sud de Boston Bar. Le MPO (2013) a décidé d'exclure la rivière Anderson de l'UC du canyon du Fraser – Nahatlatch (CK-08) en raison de sa géographie et du manque de preuves de la présence actuelle du saumon chinook du Fraser;
- La carte de l'UD 9 (MFR-Printemps) a été modifiée pour inclure les rivières Coglistiko, Euchiniko et Nadina;
- La carte de l'UD 10 (MFR-Été) a été modifiée pour retirer le ruisseau Dog, sur le côté est du canyon du Fraser, au nord-est de Gang Ranch. Le MPO (2013) a décidé d'exclure le ruisseau Dog de l'UC du Moyen Fraser – Été (CK-11) en se basant sur l'expertise locale et les connaissances traditionnelles autochtones sur le saumon chinook du Fraser.

UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne (Harrison)

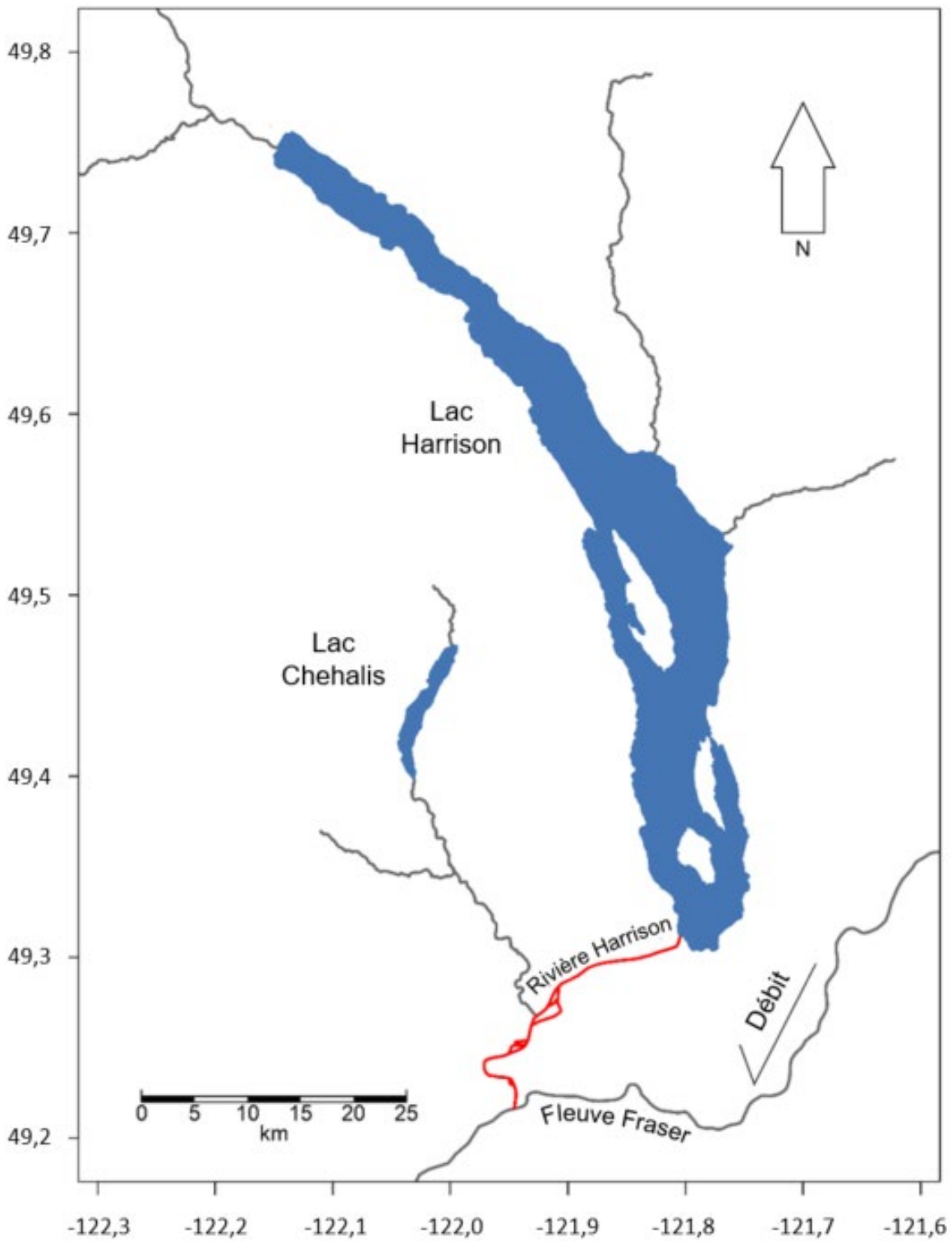


Figure 13. Carte de l'UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne (Harrison). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.

UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été (haute Pitt)

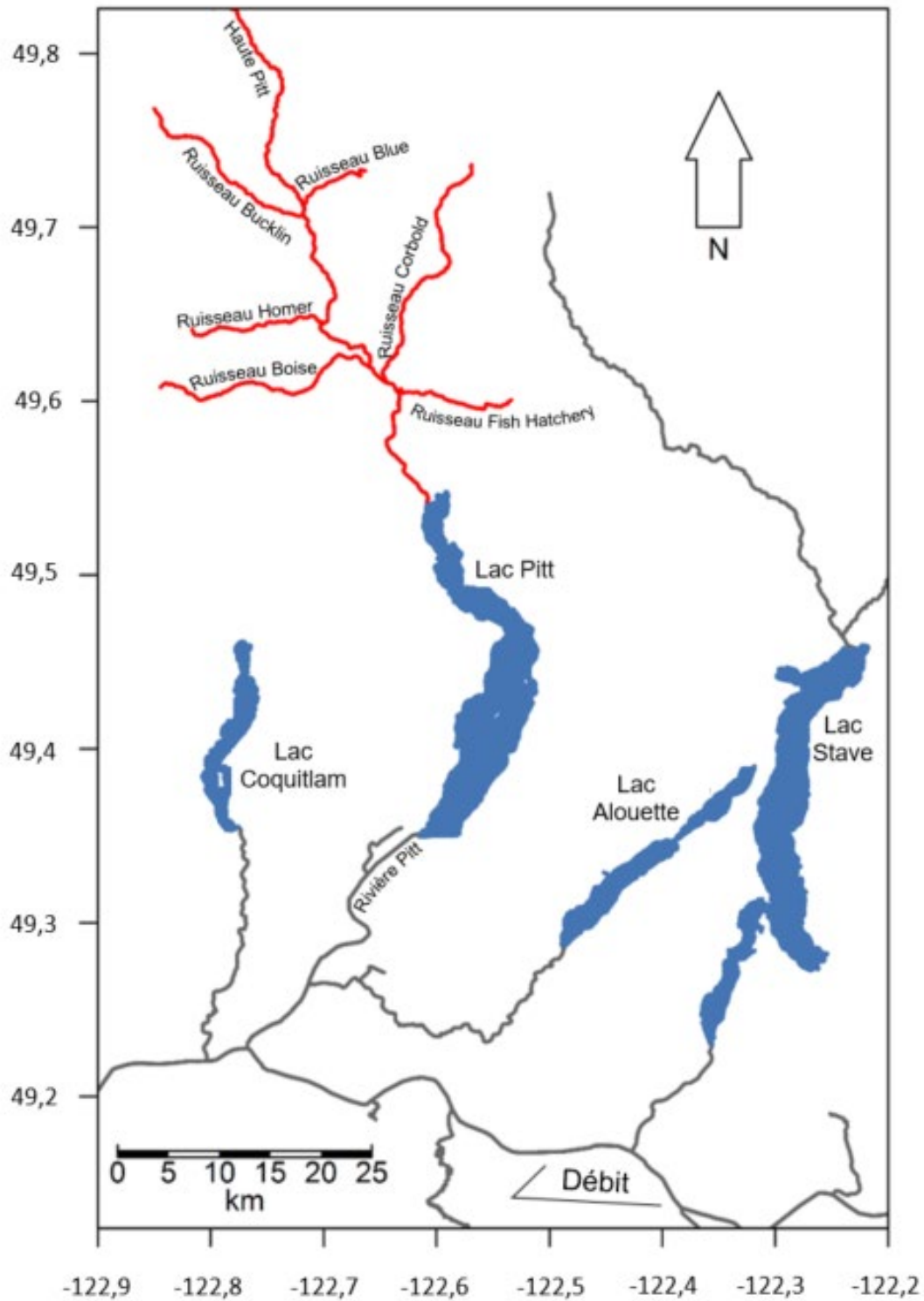


Figure 14. Carte de l'UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été – haute Pitt. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.

UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été

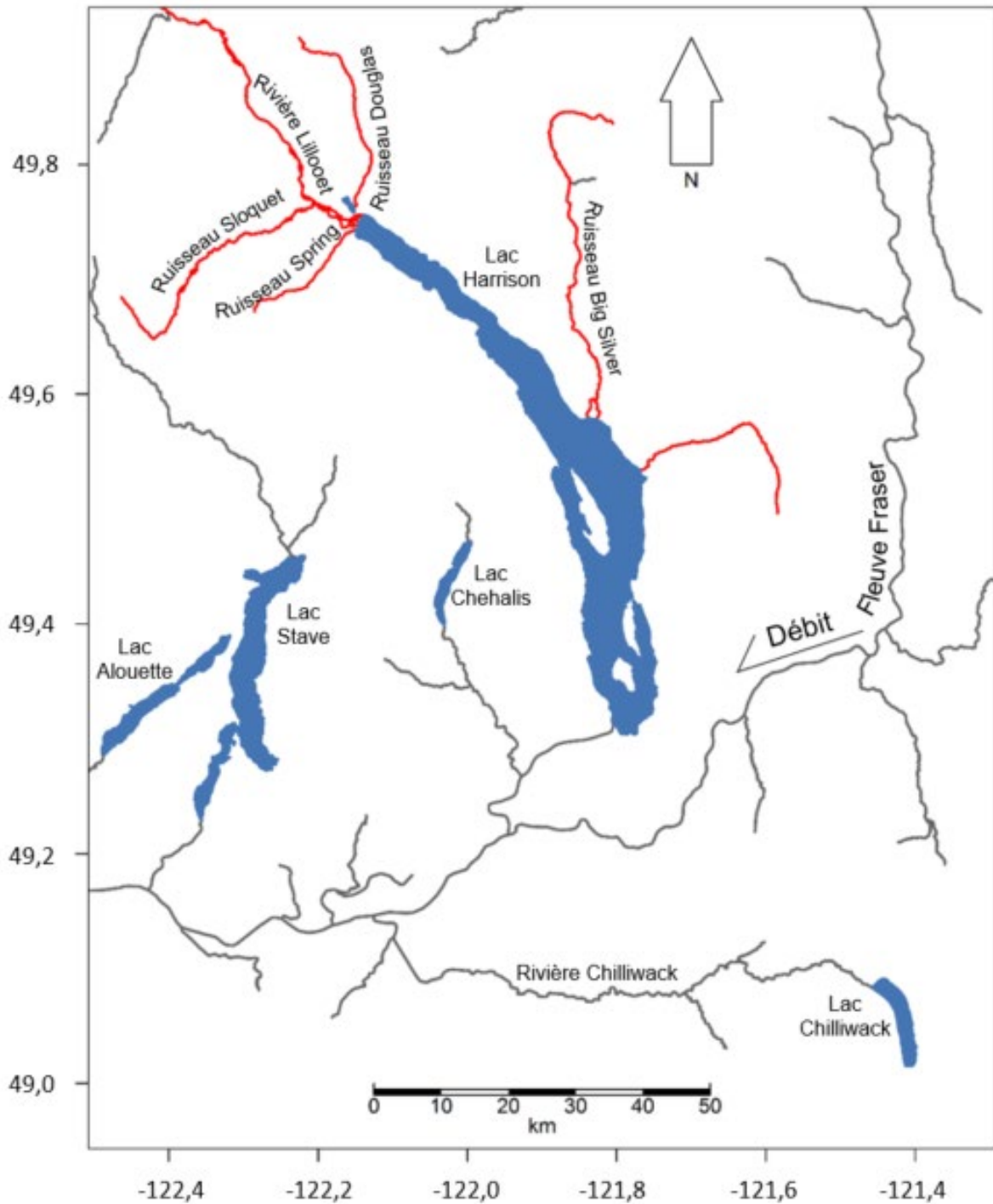
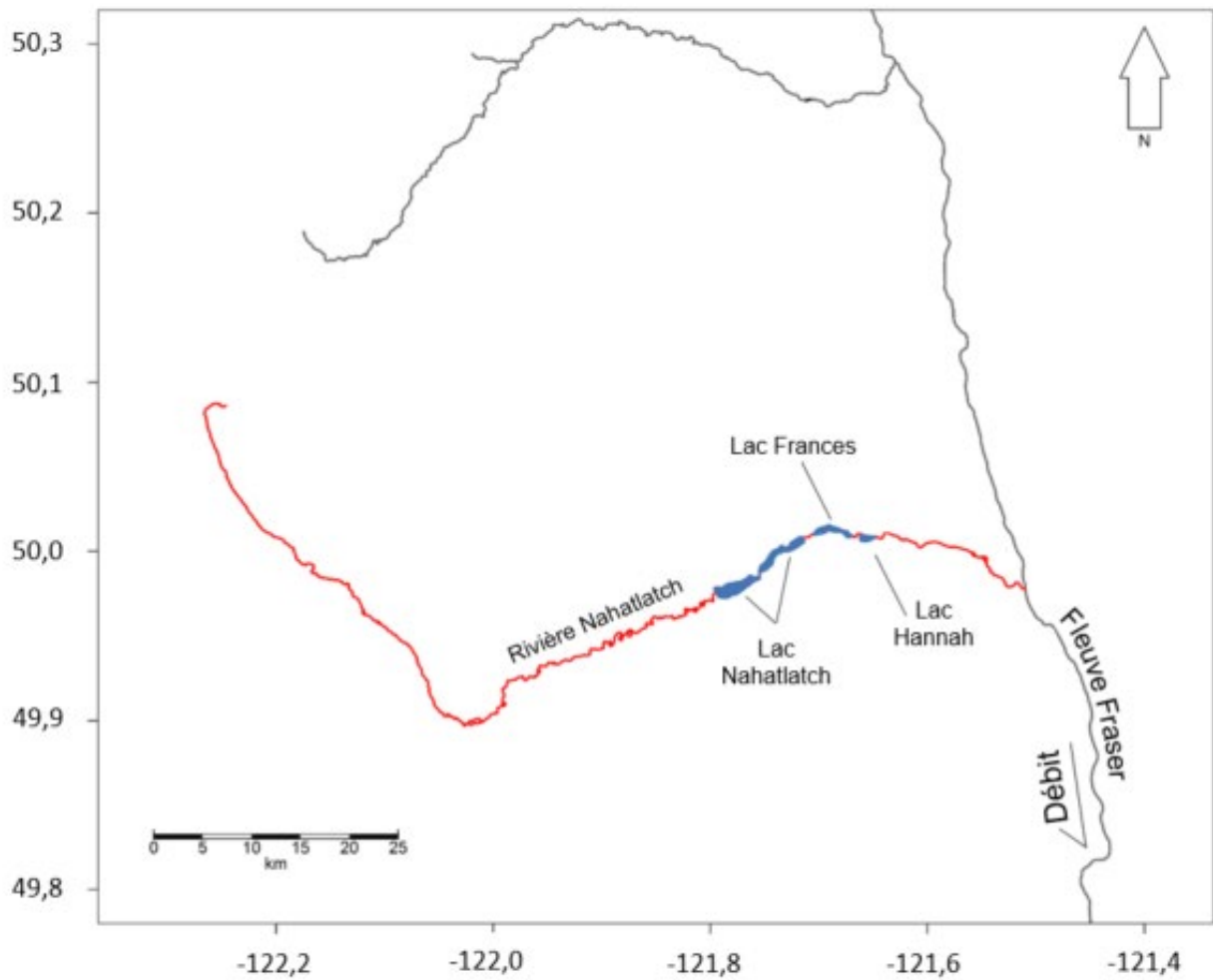


Figure 15. Carte de l'UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.

**UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch)**



*Figure 16. Carte UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.*

UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)

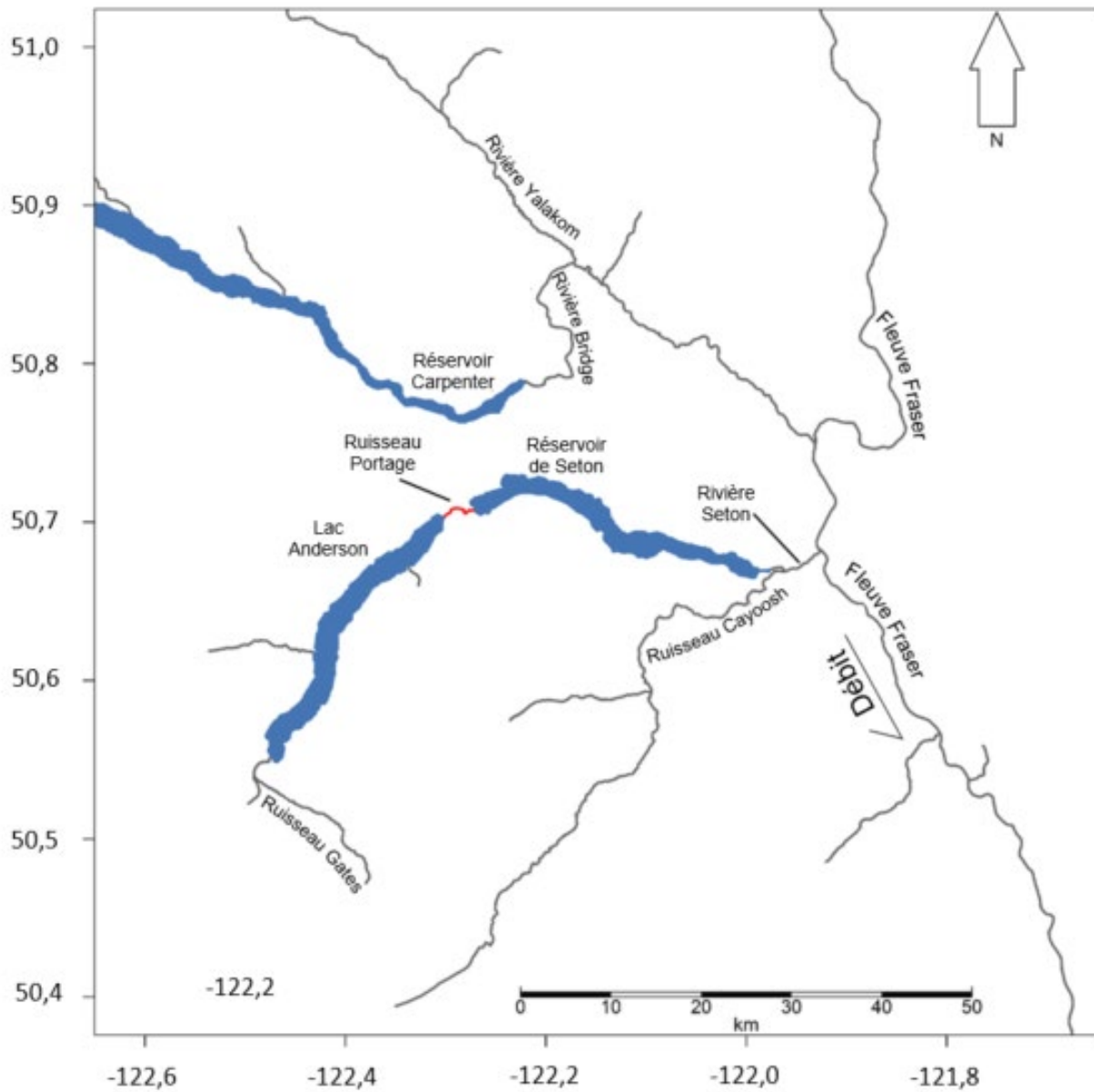


Figure 17. Carte de l'UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.





UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été

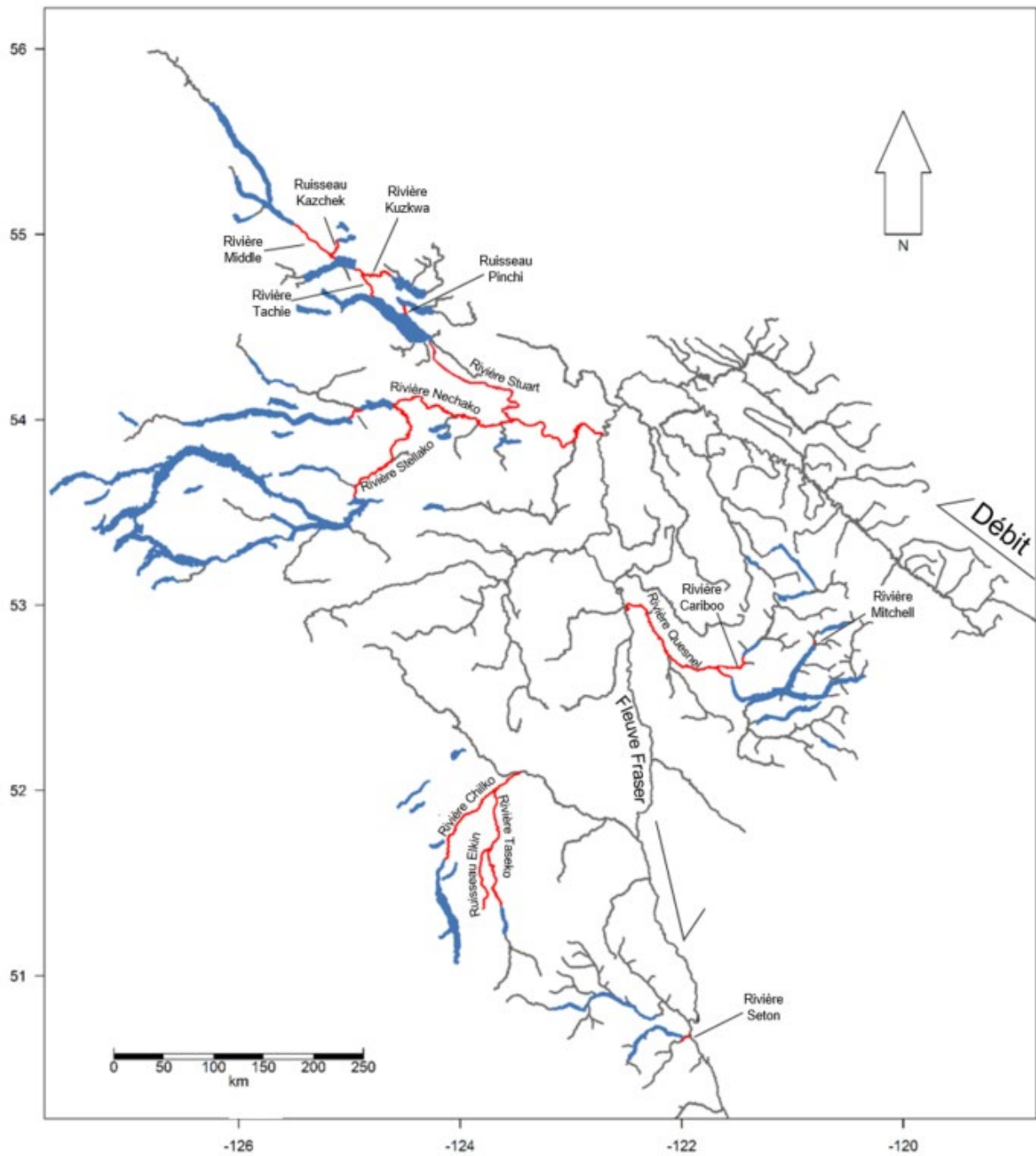


Figure 19. Carte de l'UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.



**UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette)**

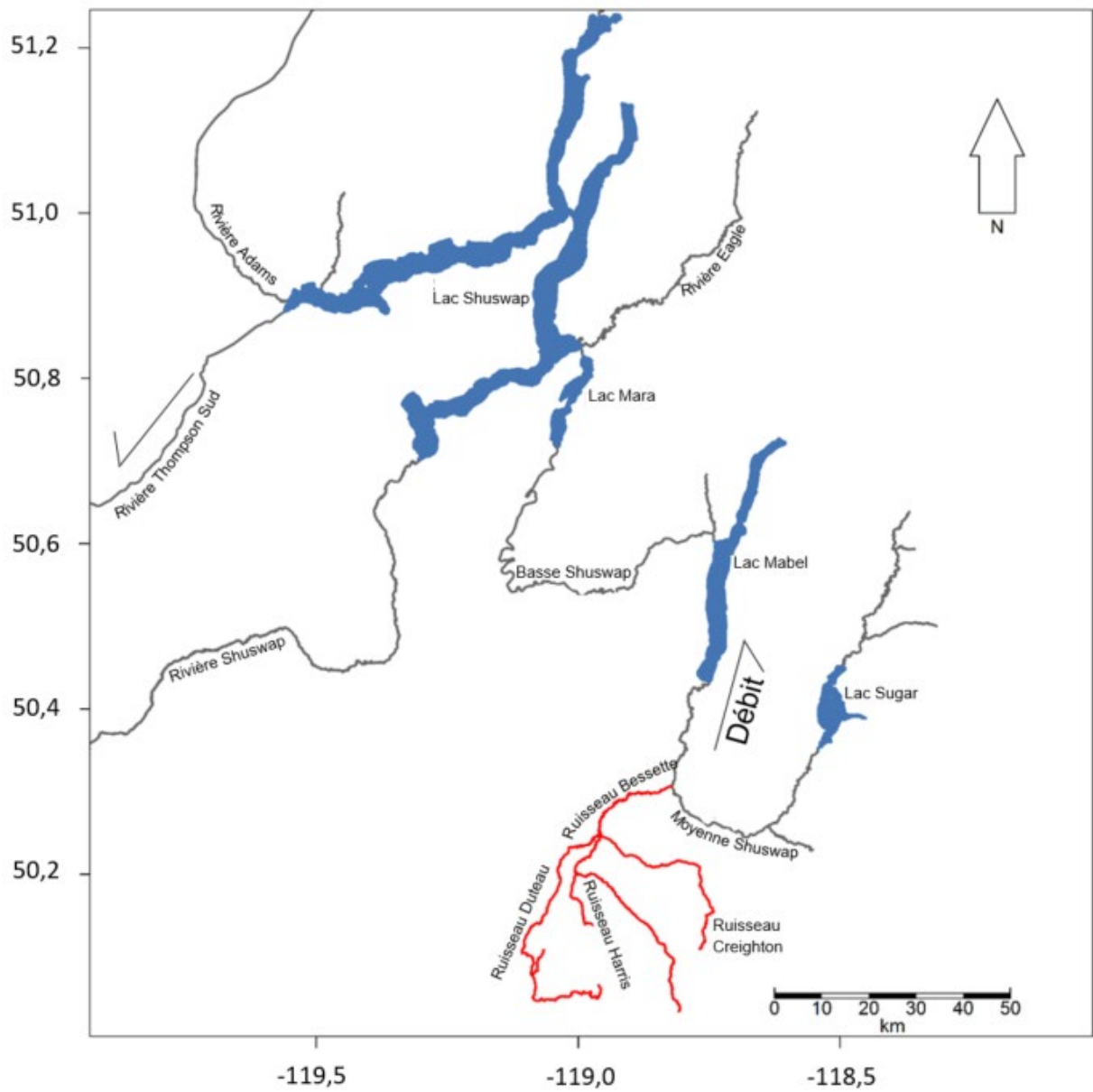


Figure 21. Carte de l'UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette). La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.

UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps

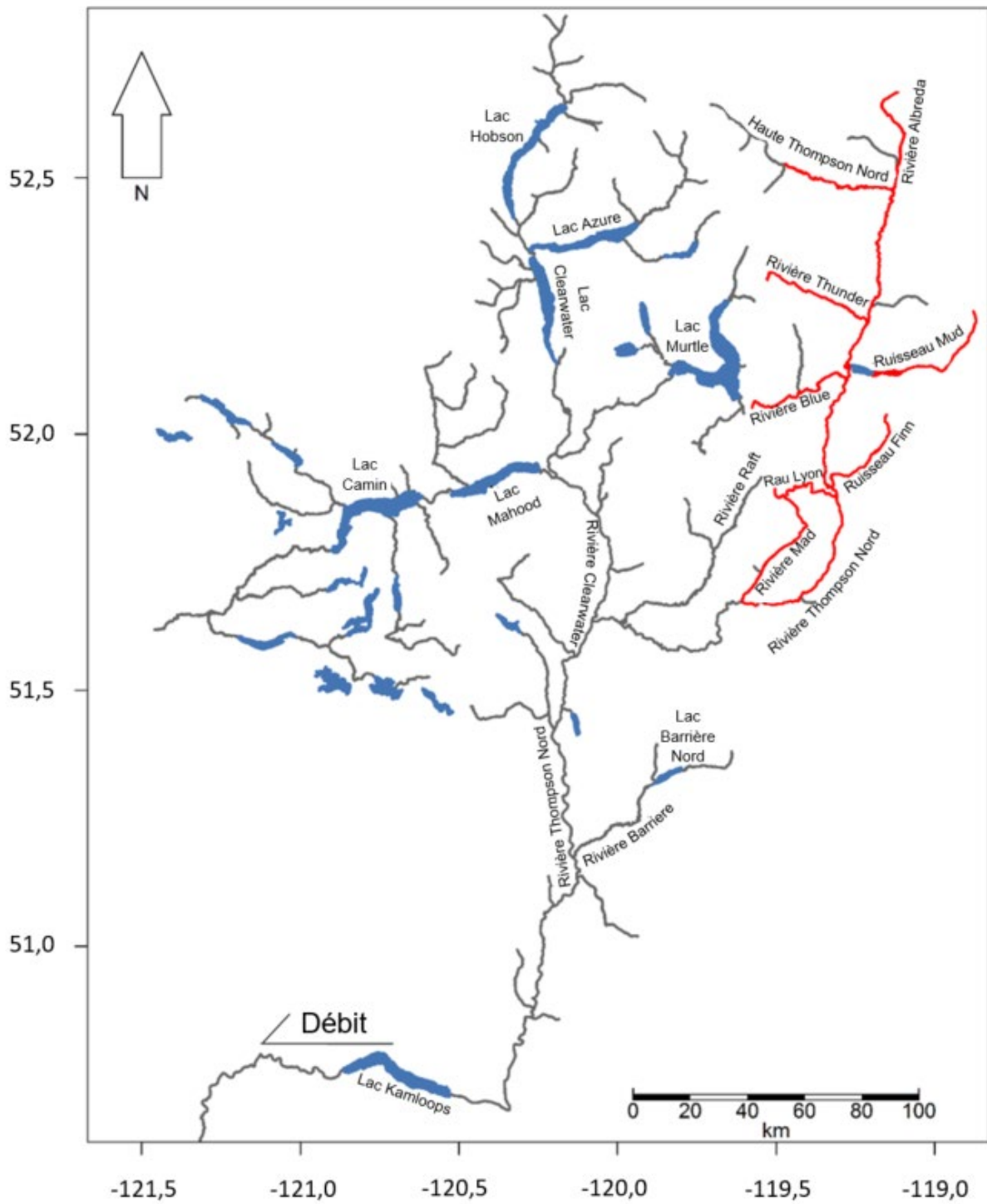


Figure 22. Carte de l'UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.

UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été

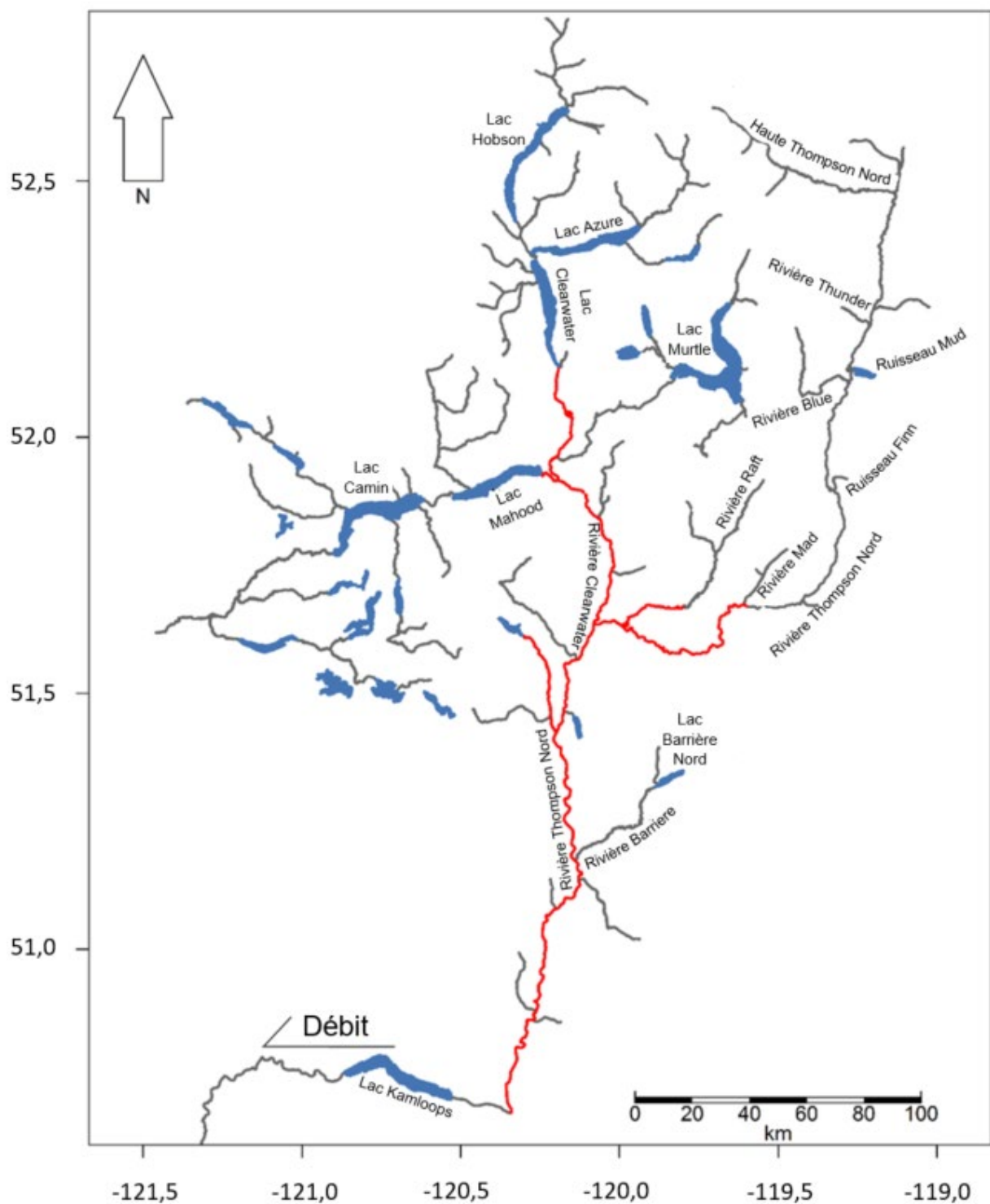


Figure 23. Carte de l'UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été. La longueur de la rivière en rouge indique la répartition des frayères potentielles.

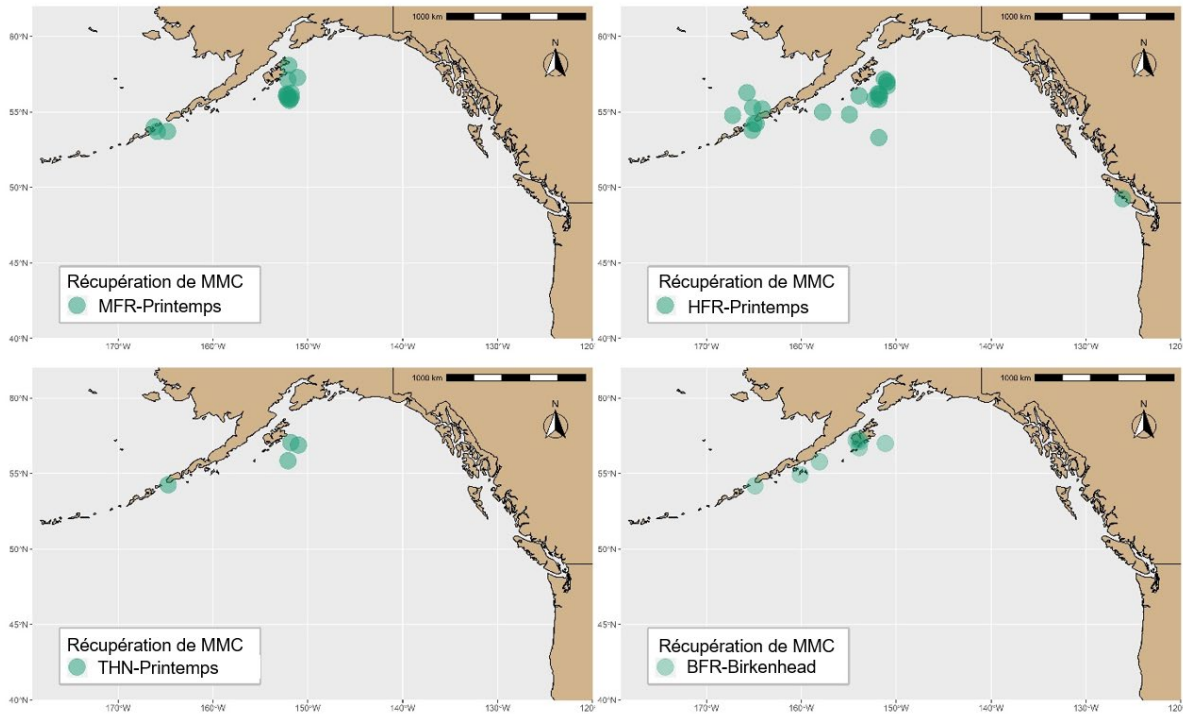
---

### 3.2.2. Répartition en mer

Comme indiqué dans l'élément 4, la répartition marine du saumon chinook diffère selon que le saumon est de type océanique ou de type fluvial. Le saumon chinook de type océanique a tendance à rester la plupart du temps dans le milieu marin sur le plateau côtier entre la Colombie-Britannique et l'Alaska, passant généralement son premier été dans la mer des Salish avant de migrer hors du détroit de Juan de Fuca et de se disperser le long du plateau continental (Healey 1991). Le saumon chinook de type fluvial semble passer son premier été dans le milieu marin de la mer des Salish, mais il migre ensuite du plateau côtier vers le Pacifique Nord pour se nourrir et grandir avant de retourner en eau douce. Sa répartition initiale est différente de celle du saumon chinook de type océanique car il quitte la mer des Salish par les détroits de Juan de Fuca et de Johnstone. Bien que l'on ignore l'étendue complète de la répartition marine de saumon chinook du Fraser au niveau de l'UD en raison d'un échantillonnage insuffisant pour caractériser de manière adéquate tous leurs lieux de croissance dans le Pacifique Nord, on peut inférer à partir de certaines preuves historiques disponibles provenant des récupérations de MMC dans la pêche hauturière. Des données tirées de la récupération des MMC dans la pêche en haute mer sont disponibles pour sept des 11 UD de saumon chinook du Fraser, à l'exception des UD 5 (BFR-Été), UD 7 (MFR-Nahatlatch), UD 8 (MFR-Portage) et UD 14 (THS-Bessette).

Les figures 24, 25 et 26 illustrent les données des coordonnées des récupérations de MMC en haute mer pour les populations de saumon chinook du Fraser à montaison printanière, estivale et automnale, respectivement. Toutes les récupérations de MMC pour les UD à montaison printanière, c'est-à-dire les UD 9 (MFR-Printemps), 11 (HFR-Printemps), et 16 (THN-Printemps), ont été enregistrées dans le golfe d'Alaska et la mer de Béring, ce qui suggère une répartition lointaine vers le nord (figure 24). Bien qu'elles ne soient pas prises en compte dans la présente EPR, les récupérations des MMC de chinook du Fraser à montaison printanière dans le bas Fraser (UD 3 BFR-Birkenhead) présentent également des profils de répartition similaires. Les récupérations de MMC pour le saumon chinook du Fraser à montaison estivale provenant de l'UD 4 (BFR-Haute Pitt), de l'UD 10 (MFR-Été) et de l'UD 17 (THN-Été) ont également été principalement enregistrées dans le golfe d'Alaska et la mer de Béring, soit des profils de répartition similaires à ceux du saumon chinook du Fraser à montaison printanière (figure 25). Les récupérations de MMC provenant de saumons chinooks du Fraser à montaison estivale produits dans l'écloserie de Chilliwack ont été tracées à des fins de comparaison, car il y a eu de nombreux transferts de stocks dans l'écloserie de la rivière Chilliwack à partir d'autres UD de saumon chinook du Fraser à montaison estivale, notamment la haute Pitt (UD 4) et les rivières Chilko et Quesnel (UD 10 MFR-Été). Ces poissons présentent des profils de répartition similaires à ceux des chinooks du Fraser des autres UD à montaison estivale.

La majorité des MMC récupérées pour des poissons de l'UD 2 (BFR-Harrison), la seule population de type océanique à montaison automnale couverte par la présente EPR, provenaient de la pêche en haute mer dans la mer des Salish ou dans les eaux côtières près de l'État de Washington et de l'Oregon, et dans un rayon de 1 000 km de l'embouchure du Fraser. On en déduit une répartition relativement locale sur le plateau côtier (figure 26). Les récupérations de MMC de saumons chinooks du Fraser de type océanique à montaison automnale produits à l'écloserie de Chilliwack, qui a reçu de multiples transferts de stocks des rivières Harrison et Chehalis (affluent de la rivière Harrison), présentent des profils de répartition similaires à ceux de la figure 26.



*Figure 24. Récupérations de MMC de saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison printanière dans les pêches en haute mer : UD 9 (MFR-Printemps), UD 11 (HFR-Printemps) et UD 16 (THN-Printemps), ainsi que de l'UD 3 (BFR-Birkenhead, non visée par la présente EPR) aux fins de comparaison.*



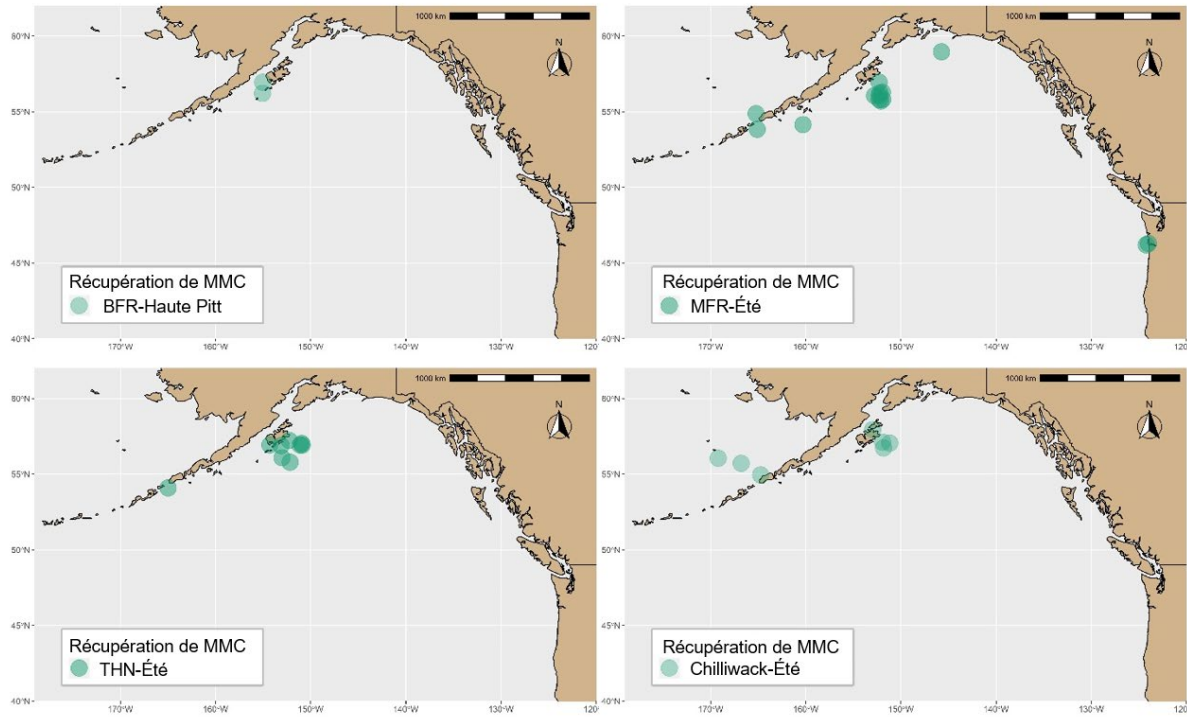


Figure 25. Récupérations de MMC de saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison estivale dans les pêches en haute mer : UD 4 (BFR-Haute Pitt), UD 10 (MFR-Été), UD 17 (THN-Été), ainsi que de saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison estivale produits à l'écloserie de Chilliwack (non visée par la présente EPR).

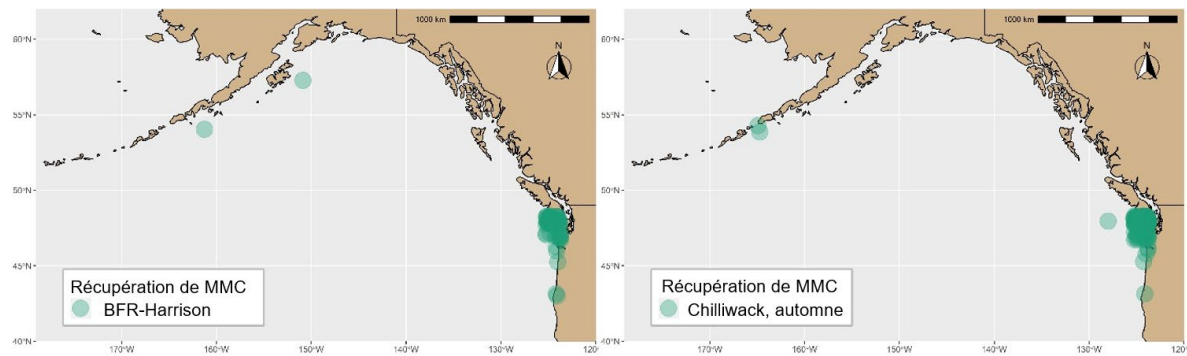


Figure 26. Récupérations dans les pêches en haute mer pour le chinook de type océanique à montaison automnale de l'UD 2 (BFR-Harrison), ainsi que pour le saumon chinook du Fraser de type océanique à montaison automnale produit à l'écloserie de Chilliwack à des fins de comparaison (non visée par la présente EPR).



---

### 3.3. ÉLÉMENT 6 : PRÉSENCE ET ÉTENDUE DES CONTRAINTES DE CONFIGURATION SPATIALE

#### 3.3.1. Barrages hydroélectriques

Le saumon chinook du Fraser intérieur n'a pas été fortement touché par le développement hydroélectrique. La rivière Nechako (UD 10 MFR-Été) est le seul grand réseau hydrographique du bassin du Fraser régulé par des barrages hydroélectriques, après la construction du barrage Kenney au début des années 1950 pour alimenter la fonderie d'aluminium d'Alcan à Kitimat, en Colombie-Britannique. L'eau retenue en amont du barrage Kenney est détournée du réservoir Nechako vers le bassin versant de la rivière Kemano, en dehors du bassin du Fraser (Déry *et al.* 2012). Les impacts sur les écosystèmes locaux dans le bassin de la rivière Nechako ont été importants après la construction du barrage Kenney, de grandes zones de terre ayant été inondées ou drainées, ce qui a entraîné le déplacement ou la retenue d'un certain nombre d'espèces de poissons (et d'autres animaux). À l'échelle du bassin du Fraser, cependant, les impacts globaux du barrage Kenney sur le saumon chinook du Fraser sont minimes, et les impacts sur l'UD 10 en particulier sont probablement minimes également en raison de la vaste étendue géographique de cette UD.

Les populations du complexe hydroélectrique de Bridge-Seton ont été touchées par la construction de barrages sur les rivières Seton et Bridge. Le barrage Terzaghi, sur la rivière Bridge, a isolé une grande partie de la rivière qui était historiquement les lieux importants pour la fraie et la croissance de la population de saumon chinook de la rivière Bridge (UD 9 MFR-Printemps). En aval du barrage, les modifications apportées à l'hydrogramme naturel ont eu des répercussions sur l'habitat de croissance des juvéniles (Bradford *et al.* 2011). L'empreinte de la construction du barrage de Seton sur la rivière Seton a probablement détruit des habitats de fraie de grande qualité du saumon chinook du Fraser, qui sont fréquents à la sortie des lacs. Le barrage de Seton a également été problématique pour le passage du saumon chinook de la rivière Seton dans le lac Seton, en route vers les frayères du ruisseau Portage, qui relie les lacs Seton et Anderson. Initialement, le passage du chinook dans de petits tubes utilisés comme capteurs à un compteur de résistivité au sommet de la passe migratoire du barrage de Seton (Pon *et al.* 2006) a suscité des inquiétudes, mais la faible abondance de la population du ruisseau Portage (UD 8 MFR-Portage) n'a pas permis de réaliser des études de marquage qui auraient pu évaluer cette hypothèse. Les tubes ont été remplacés et il est peu probable que les nouveaux tubes, plus grands, gênent le passage, bien que le succès du passage à travers le compteur de résistivité n'ait pas été évalué. La dévalaison des saumoneaux peut également être touchée, car on ignore le nombre de saumoneaux qui sont entraînés par les turbines de la centrale de Seton.

#### 3.3.2. Glissements de terrain

Des glissements de terrain ou d'autres impacts ont bloqué des routes de migration du chinook, comme à Hells Gate, dans le canyon du Fraser, et à Little Hells Gate, dans la rivière Thompson Nord. Hells Gate et Little Hells Gate entravent encore la montaison du saumon chinook à certains débits, bien que les passes à poissons installées à Hells Gate permettent d'atténuer la plupart des problèmes de passage. Ces obstacles potentiels touchent probablement davantage les individus plus petits. Les altérations naturelles ou anthropiques de la morphologie des chenaux à ces endroits ou à d'autres endroits critiques représentent des menaces futures pour les UD de saumon chinook du Fraser.

Les glissements de terrain dans le bassin versant des rivières Seton-Anderson ont eu des impacts sur le saumon chinook du Fraser de l'UD 8 (MFR-Portage). Les événements les plus récents et les plus importants se sont produits dans le ruisseau Whitecap, où les problèmes de

---

sédimentation liés aux glissements de terrain menacent le saumon chinook du Fraser de cette UD. En septembre 2015, une coulée de débris et une avulsion du chenal dans le ruisseau Whitecap ont déposé de grandes quantités de sédiments dans la rivière Portage, et l'année suivante, une autre avulsion du chenal a bloqué environ 75 % de la rivière Portage (BGC 2018). Ces événements se sont produits dans des frayères de haute qualité et il n'existe pas d'autres frayères dans cette UD. Les détails de ces événements sont abordés en détail dans la section Avalanches et glissements de terrain.

En 2019, le glissement de terrain de Big Bar a eu un impact sur la montaison de nombreuses populations de chinook et sur la répartition des géniteurs en amont du glissement. Il se peut également que des poissons soient alors revenus en arrière et se soient dispersés dans d'autres réseaux hydrographiques en aval du glissement de terrain. Le glissement de terrain de Big Bar est traité plus en détail dans la section 4.1.10 Phénomènes géologiques.

### **3.3.3. Connectivité des plaines d'inondation**

La lutte contre les inondations et le développement agricole, en particulier dans le bas Fraser, ont entraîné une perte d'habitat hors chenal et fluvial. La perte de connectivité des plaines d'inondation a probablement réduit la capacité de charge de l'eau douce pour les UD de chinook du Fraser dont le cycle biologique dépend de ces zones non natales pour la croissance (Murray et Rosenau 1989). Le développement agricole et résidentiel à grande échelle dans la plaine d'inondation du bas Fraser ainsi que la construction de digues ont entraîné le drainage des zones humides, la dégradation des zones riveraines et la pollution des systèmes aquatiques. La plupart des cours d'eau de la vallée du bas Fraser sont classés comme menacés ou en voie de disparition (FRAP 1998; Langer, Hietkamp et Farrell 2000; Brown 2002; Rosenau et Angelo 2005). L'endiguement pour lutter contre les inondations a conduit à déconnecter la majorité des habitats des zones humides de la plaine d'inondation du bas Fraser (Birtwell *et al.* 1988). Les impacts du développement du bas Fraser sont examinés plus en détail dans la section 4 de ce rapport.

## **3.4. ÉLÉMENT 7 : ÉVALUATION DE LA NOTION DE RÉSIDENCE ET DESCRIPTION POUR LE SAUMON CHINOOK**

La LEP définit la résidence comme un « gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation » (MPO 2015<sup>7</sup>). Les nids, c'est-à-dire les nids de fraie construits par le saumon du Pacifique et d'autres espèces de poissons, sont considérés comme des résidences car ils répondent aux critères suivants :

1. des individus (et non une population) font un investissement (p. ex. énergie, temps, défense) dans le nid ou investissent dans sa protection;
2. l'emplacement et les caractéristiques du nid contribuent au succès d'une fonction du cycle biologique (reproduction et croissance);
3. le nid est un lieu central dans le domaine vital plus large d'un individu, l'espèce y revenant de manière répétée pour accomplir une fonction vitale précise;

---

<sup>7</sup> MPO. 2015. [Directive sur l'Application de l'article 33 \(résidence\) de la Loi sur les espèces en péril aux espèces aquatiques en péril](#). (Consulté le 21 juillet 2020)

---

un aspect unique est associé au nid, de sorte que s'il était « endommagé », les individus ne seraient généralement pas en mesure de déplacer immédiatement l'achèvement des fonctions du cycle biologique à un autre endroit sans que cela entraîne une perte de la valeur adaptative (MPO 2015<sup>7</sup>). Le saumon chinook est sémelpare et ne peut donc pas remplacer un nid endommagé après sa mort. Les œufs fécondés sont fonctionnellement immobiles jusqu'à ce que l'œuf se développe en alevin. Les œufs doivent rester enfouis profondément dans le gravier pour ne pas être mangés par d'autres poissons prédateurs, tels que les cottidés (Steen et Quinn 1999; Foote et Brown 1998).

## **4. MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS LIÉS À LA SURVIE ET AU RÉTABLISSEMENT DU SAUMON CHINOOK DU FRASER**

### **4.1. ÉLÉMENT 8 : MENACES PESANT SUR LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT**

Ce rapport suit la définition des menaces donnée dans l'avis scientifique « Lignes directrices sur l'évaluation des menaces » (MPO 2014). Dans le contexte de la présente EPR, une menace est définie comme une activité ou un processus anthropique qui a causé, cause ou peut causer des dommages au saumon chinook du Fraser, sa mort ou des modifications de son comportement, ou la destruction, la détérioration ou la perturbation de son habitat jusqu'au point où des effets sur la population peuvent se produire. Les facteurs limitatifs sont définis comme des facteurs naturels (abiotiques ou biotiques) qui nuisent à la productivité des populations de saumon chinook du Fraser. Une activité anthropique peut exacerber un processus naturel et être considérée comme une menace, ce qui est important à prendre en compte dans le contexte de l'élément 10, Facteurs limitatifs.

Les catégories de menaces sont fondées sur le système unifié de classification des menaces du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation (Salafsky *et al.* 2008), que le COSEPAC utilise pour évaluer la situation des espèces sauvages. Le système de classification des menaces a été élaboré à l'origine pour définir les grandes catégories de menaces. L'évaluation des catégories de menaces respecte les « Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril » du MPO (2014) dans la mesure du possible dans le contexte des données et de l'information limitées sur le saumon chinook du Fraser dans les eaux canadiennes (MPO 2014). Un groupe de travail a évalué les menaces pesant sur les UD de saumon chinook du Fraser en reprenant la méthode d'évaluation des menaces du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation utilisée par le COSEPAC au cours d'un atelier de trois jours (annexe F). Le groupe a traité chaque UD individuellement et a examiné toutes les catégories de menaces avec l'aide d'un modérateur du COSEPAC pour s'assurer de noter les menaces selon les directives du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation. Pour chaque catégorie de menaces, il a procédé à un sondage afin de recueillir l'opinion des experts et, après une discussion de groupe, le classement des menaces a été déterminé par vote. Aucune menace n'a été notée sans un consensus du groupe. Les évaluations des menaces déterminées durant l'atelier ont ensuite été converties selon la méthode d'évaluation normalisée du MPO (MPO 2014).

Les sections suivantes représentent le raisonnement utilisé pour estimer les probabilités d'occurrence, les niveaux d'impact, les certitudes causales et les occurrences, fréquences et étendues des menaces pour les tableaux ci-après. Les définitions détaillées des niveaux des aspects susmentionnés se trouvent dans le document du MPO (MPO 2014). L'occurrence et la fréquence de chaque menace dans les tableaux ci-après ne sont pas abordées explicitement dans les sections suivantes afin d'éviter une répétition excessive. Pour toutes les menaces, l'occurrence de la menace est historique/actuelle et anticipée, car chaque menace évaluée s'est produite, se produit et devrait se produire à l'avenir. La fréquence des menaces est soit

récurrente, pour les menaces qui ne sont pas censées se produire régulièrement, soit continue, pour celles qui sont censées se produire fréquemment ou avoir des impacts continus. Dans le texte, les catégories sont organisées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans la liste des menaces du COSEPAC et non selon le risque de la menace. Les résultats de l'évaluation de l'atelier pour chaque catégorie de menaces sont résumés dans les tableaux ci-après, y compris le risque de la menace par UD, et sont organisés par risque de la menace. Les tableaux complets des menaces pour chaque UD évaluée durant l'atelier sont disponibles à l'annexe F. Dans certains cas, une catégorie de risques de menace a été omise si elle n'était pas considérée comme une menace pour le saumon chinook du Fraser. Les catégories omises sont indiquées en haut de la section.

*Tableau 23. Définitions des niveaux d'impact, de la probabilité d'occurrence et de la certitude causale pouvant être attribués à chaque catégorie de menaces. Les définitions ont été modifiées par rapport à celles figurant dans MPO (2014) afin de préciser que le niveau d'impact a été évalué en fonction du déclin prévu du niveau de la population au cours des trois prochaines générations si les menaces ne sont pas atténuées avec succès.*

<b>Niveau d'impact</b>	<b>Définition</b>
Extrême	Déclin important de la population (p. ex. 71 à 100 %) sur les trois prochaines générations et possibilité de disparition.
Élevé	Perte de population importante (de 31 % à 70 %) sur les trois prochaines générations ou menace compromettant la survie ou le rétablissement de la population.
Moyen	Perte modérée de population (de 11 % à 30 %) sur les trois prochaines générations ou menace susceptible de compromettre la survie ou le rétablissement de la population.
Faible	Peu de changements dans la population (de 1 % à 10 %) sur les trois prochaines générations ou menace peu susceptible de compromettre la survie ou le rétablissement de la population.
Inconnu	Aucune connaissance, documentation ou donnée antérieure pour orienter l'évaluation de la gravité de la menace pour la population.
Négligeable	Variation négligeable de la population (<1 %) sur les trois prochaines générations ou menace susceptible de compromettre de manière négligeable la survie ou le rétablissement de la population.
<b>Probabilité d'occurrence</b>	<b>Définition</b>
Connue ou très probable	Cette menace a été signalée dans 91 % à 100 % des cas.
Probable	Il y a de 51 % à 90 % de risques que cette menace survienne actuellement ou éventuellement.
Peu probable	Il y a de 11 % à 50 % de risques que cette menace survienne actuellement ou éventuellement.
Très peu probable	Il y a au plus de 1 à 10 % de risques que cette menace survienne actuellement ou éventuellement.
Inconnue	Il n'existe aucune donnée ni aucune connaissance préalable attestant de l'occurrence de cette menace.

Certitude causale	Définition
Très élevée	Il existe des données probantes très solides indiquant que la menace est présente; l'ampleur de son impact sur la population peut être quantifiée.
Élevée	Il existe des données probantes substantielles d'un lien de causalité entre la menace et un déclin de la population ou un danger pour sa survie ou son rétablissement.
Moyenne	Il existe certaines données probantes qui établissent un lien entre la menace et un déclin de la population ou un danger pour sa survie ou son rétablissement.
Faible	Il existe un lien théorique avec des données probantes limitées indiquant que la menace mène à un déclin de la population ou à un danger pour sa survie ou son rétablissement.
Très faible	Il existe un lien plausible mais non prouvé indiquant que la menace mène à un déclin de la population ou à un danger pour sa survie ou son rétablissement.

#### 4.1.1. Développement résidentiel et commercial

##### 4.1.1.1. Zones urbaines et résidentielles

*La menace posée par les zones urbaines et résidentielles comprend les nouvelles empreintes des villes, des villages et des établissements humains, y compris le développement non résidentiel généralement intégré au logement (catégorie de menaces 1.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). La pollution par les eaux usées domestiques et urbaines est examinée dans la section 4.1.9 Pollution et contaminants (catégorie de menaces 9.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

La vallée du bas Fraser est fortement urbanisée et l'expansion devrait se poursuivre à un rythme faible; cependant, l'accroissement des populations humaines entraînera une densification accrue de ces zones et, à terme, de nouveaux développements qui pourraient empiéter sur l'habitat du saumon chinook du Fraser. Le développement en amont des basses terres continentales se poursuivra également dans le temps, mais étant donné la densité réduite dans ces zones, on ne pense pas qu'il aura dans un avenir proche des impacts significatifs dans les cours d'eau autres que ceux dans le bas Fraser.

L'empreinte des caravanes flottantes a été prise en compte dans cette catégorie, car elles se trouvent directement dans l'habitat aquatique. On compte actuellement environ 300 maisons flottantes dans le bas Fraser, en aval de Maple Ridge<sup>8</sup>. Comme le prix des terrains dans le Lower Mainland continue d'augmenter, il est possible que le nombre de caravanes flottantes dans la région augmente. On ignore leur impact, mais il ne devrait pas être positif.

La portée de cette menace est généralisée pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser, car un grand nombre des saumons juvéniles et adultes qui migrent ou qui grandissent dans le bas Fraser rencontreront probablement un nouveau développement ou des caravanes flottantes. Les saumons de l'UD 2 (BFR-Harrison) sont les moins menacés par les nouveaux développements urbains car ces poissons migrent immédiatement vers l'habitat estuarien après l'émergence et il est peu probable qu'un développement futur ait lieu dans les frayères de la rivière Harrison. Cependant, ils seraient les plus sensibles à l'empiètement des caravanes flottantes dans les zones estuariennes. Les chinooks de type fluvial sont les plus menacés par

<sup>8</sup> Floating Home Association of BC. « [You can find out what it's like to live on the Fraser River](#) ». (Consulté le 22 juillet 2020)

---

le nouveau développement urbain entre Hope et Mission, car certains juvéniles des UD en amont de la rivière hivernent dans ces zones, et la suppression de cet habitat pourrait entraîner une concurrence accrue et la surpopulation d'autres zones. Le développement urbain futur représente probablement une certaine menace pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser, mais le niveau d'impact est actuellement inconnu.

#### **4.1.1.2. Zones commerciales et industrielles**

*Les menaces posées par les zones commerciales et industrielles comprennent les nouvelles empreintes des activités industrielles et d'autres centres commerciaux, notamment les usines de fabrication, les centres d'achat, les édifices à bureaux, les bases militaires, les centrales électriques, les chantiers navals et ferroviaires et les aéroports (catégorie de menaces 1.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Le bas Fraser est très développé et l'habitat restant est actuellement plus sujet au développement industriel que résidentiel. Il existe un certain nombre de développements industriels sur les rives du Fraser, dont certains empiètent sur l'habitat essentiel du saumon chinook du Fraser dans l'estran. Roberts Bank est l'un de ces développements, un environnement de 8 000 ha de berges situé dans la partie sud du delta du Fraser, qui a été le site de deux grands aménagements portuaires depuis 1960 : le terminal de traversiers de Tsawwassen et le terminal charbonnier de Roberts Bank (Tarbotton et Harrison 1996; Sutherland *et al.* 2013). Cette zone fournit un important habitat de croissance des juvéniles pour toutes les espèces de saumons du Pacifique avant leur migration vers la mer, y compris le saumon chinook du Fraser, et les développements de Roberts Banks ont entraîné des changements dans les flux des marées, les profondeurs de l'eau, le transport des sédiments et le régime des vagues, en plus de changements marqués dans l'abondance et la composition des communautés de zostère (Tarbotton et Harrison 1996) (la pollution générée par ces développements est examinée dans la section 4.1.9 *Pollution et contaminants*). Le projet de développement d'un nouveau terminal à conteneurs maritimes à Roberts Bank a suscité des inquiétudes entourant ses impacts futurs sur un habitat déjà très dégradé (voir un examen détaillé du projet d'aménagement et de ses impacts potentiels dans Raincoast Conservation Foundation (2016<sup>9</sup>)). Bien que l'on ignore actuellement si l'expansion proposée à Roberts Bank sera réalisée, on prévoit qu'elle se traduira par des pertes nettes dans l'habitat estuarien essentiel et qu'elle aura un impact négatif global sur toutes les UD de saumon chinook du Fraser.

Tous les saumons migrateurs passent par le bas Fraser pour arriver à l'océan et seront également touchés par l'empiètement de nouvelles zones industrielles, c'est pourquoi cette menace est d'une portée généralisée. Bien que les impacts du développement industriel sur le saumon chinook du Fraser n'aient pas été quantifiés, de l'avis des experts de l'atelier de calcul des menaces, le consensus des participants était que le niveau d'impact sera probablement faible pour les UD dans le bas Fraser (UD 2 BFR-Harrison, UD 4 BFR-Haute Pitt, UD 5 BFR-Été) parce que leur habitat est concentré dans des zones soumises à une pression de développement constante. Pour les UD en amont, le consensus des participants était que cet impact était négligeable car ces juvéniles ne grandiraient pas dans ces zones, mais les traverseraient durant leur migration. Il est important de noter qu'il ne s'agit que de l'impact des nouvelles activités; l'impact qui a résulté dans le passé de l'empiètement du développement

---

<sup>9</sup> Raincoast Conservation Foundation. [2016. Roberts Bank Terminal 2 Assessment - Sufficiency and Technical Merit Review](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

dans l'habitat du saumon chinook du Fraser n'a pas été pris en compte dans l'évaluation du niveau de risque de cette menace.

#### **4.1.1.3. Tourisme et loisirs**

*Les menaces posées par le tourisme et les loisirs comprennent les nouveaux sites touristiques et récréatifs ayant une empreinte importante (catégorie de menaces 1.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Il y a une forte concentration de marinas, de rampes de mise à l'eau et de quais privés dans le bas Fraser et la densification urbaine croissante dans la région métropolitaine de Vancouver pourrait intensifier la pression du développement dans un habitat déjà très dégradé. Les informations actuelles ne sont pas suffisantes pour prédire l'ampleur du développement qui aura lieu dans les UD ou dans le bas Fraser, mais il y aura probablement des améliorations et des agrandissements des marinas. Les structures au-dessus de l'eau, comme les marinas, réduisent les niveaux de lumière en dessous d'elles et à côté, ce qui entraîne une réduction de la croissance et de la densité des plantes aquatiques et, dans certains cas, peut éliminer complètement les herbiers marins (Burdick et Short 1999; Shafer 1999). Une étude a révélé que même certains efforts d'atténuation, comme l'installation de grilles sur les plateformes, n'atténuent pas totalement les impacts de l'ombrage (Fresh *et al.* 2006). Ces structures, bien que petites en soi, ont tendance à être regroupées dans des zones d'herbiers marins et pourraient avoir des impacts cumulatifs.

Les impacts du développement du tourisme, en particulier des marinas, sur le saumon chinook ne sont pas connus avec certitude. La portée de cette menace est généralisée pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser, car un grand nombre des saumons juvéniles et adultes qui migrent ou qui grandissent dans le bas Fraser rencontreront probablement de nouveaux développements. En outre, le chinook de type océanique de l'UD 2 rencontrera probablement les nouveaux aménagements sur la côte de la mer des Salish ou dans les régions côtières de l'État de Washington et de l'Oregon où l'on sait qu'il se reproduit.

Tableau 24. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des zones urbaines et résidentielles pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Zones urbaines et résidentielles	UD 2	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste



Tableau 25. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des zones commerciales et industrielles pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Zones commerciales et industrielles	UD 2	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

Tableau 26. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du tourisme et des loisirs pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Tourisme et loisirs	UD 2	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD 17	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste	

---

## 4.1.2. Agriculture et aquaculture

*La catégorie de menaces 2.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation n'a pas été incluse dans cette section car, à notre connaissance, il n'y a pas de nouveaux développements dans le domaine du bois ou de la pâte à papier qui empièteront sur l'une des UD de saumon chinook du Fraser dont il est question dans ce rapport.*

### 4.1.2.1. Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces

*Les menaces posées par les cultures non ligneuses annuelles ou vivaces comprennent les nouvelles empreintes des exploitations agricoles, des plantations, des vergers, des vignobles, des systèmes d'utilisation mixte des terres agroforestières (catégorie de menaces 2.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les menaces résultant de l'utilisation de produits agrochimiques, plutôt que de la conversion directe des terres à des fins agricoles, sont incluses dans la section Effluents agricoles et forestiers (catégorie de menaces 9.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

L'utilisation des terres adjacentes au bas Fraser est intense et une grande partie du développement existant se fait derrière des digues. Toutefois, ces dernières années, les îles du Fraser près de Chilliwack (comme l'île Herrling) ont été défrichées pour permettre l'intensification de l'agriculture. Selon le ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique (2016), 67 % des terres (37 669 ha) du district régional de la vallée du Fraser (Abbotsford, Chilliwack, Hope, Kent, Mission, Harrison Hot Springs) sont activement exploitées en agriculture ou soutiennent l'agriculture, et il ne reste que 18 % des terres disponibles pour un développement futur potentiel. La majeure partie des 18 % restants (9 943 ha) est constituée de zones relativement petites et offre des possibilités limitées de développement agricole, notamment la construction de serres sur les champs existants, et ces conversions peuvent réduire les zones de cours d'eau en limitant les zones riveraines et en modifiant les berges. De 2006 à 2016, la superficie des terres utilisées pour les serres dans la vallée du Fraser a augmenté de 400 000 m<sup>2</sup> (district régional de la vallée du Fraser 2017<sup>10</sup>). L'intensification de l'exploitation ou la conversion des terres agricoles existantes dans le bas Fraser sera donc la menace probable pour le saumon chinook du Fraser dans les années à venir.

La conversion des forêts en terres agricoles peut également entraîner une perte importante des habitats d'hivernage, en particulier lorsque les niveaux d'eau sont élevés. La zone riveraine restante dans le bas Fraser est limitée pour contribuer à l'habitat d'hivernage des yearlings du saumon chinook du Fraser, et la poursuite du développement agricole empiétant sur l'habitat déjà limité des chenaux latéraux et les bras morts pourrait avoir des impacts sur le saumon chinook du Fraser. Le saumon chinook de type fluvial en amont peut être plus sévèrement touché que celui des UD du bas Fraser car une partie des juvéniles provenant des zones en amont hivernerait dans ces zones. Cela peut être particulièrement vrai pour l'UD 7 (MFR-Nahatlatch), car il y a peu d'habitat de croissance dans la basse Nahatlatch et il est probable qu'une grande partie des juvéniles descendent dans le bas Fraser pour grossir et y passer l'hiver. Il est difficile de prédire l'ampleur des impacts du développement futur, mais on prévoit qu'il y en aura. L'UD 4 (BFR-Haute Pitt) a été la seule UD jugée non menacée par le développement agricole car le fleuve Fraser en aval du confluent avec la rivière Pitt est très

---

<sup>10</sup> District régional de la vallée du Fraser. 2017. [Regional Snapshot Series: Agricultural Economy in the Fraser Valley Regional District](#). (Consulté le 21 juillet 2020)

---

développé derrière les digues existantes et inaccessible, et il n'y a actuellement aucune agriculture dans le bassin versant de la rivière haute Pitt.

#### **4.1.2.2. Élevage et élevage à grande échelle**

*La menace liée à l'élevage, à l'agriculture et à l'élevage à grande échelle est définie comme l'impact direct des animaux terrestres domestiques élevés dans un endroit sur des ressources d'élevage ou non locales, ainsi que des animaux domestiques ou semi-domestiques autorisés à errer dans la nature et soutenus par des habitats naturels (catégorie de menaces 2.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les impacts directs du bétail touchent principalement le stade biologique des œufs du saumon chinook du Fraser en perturbant, altérant, endommageant ou détruisant les nids lorsqu'ils traversent les cours d'eau ou y restent debout. Bien que le bétail (principalement les bovins) puisse pénétrer dans l'habitat du saumon chinook du Fraser dans toutes les UD, les impacts de cette menace sont considérés comme négligeables ou inexistantes pour la plupart des UD en raison de l'emplacement des exploitations d'élevage de bovins. Le bétail ne pénètre généralement que dans les sections à faible pente ou les rivières et la plupart peuvent être dissuadés de pénétrer dans les cours d'eau ou de les traverser par des zones tampons riveraines et des clôtures, qui limiteront l'ampleur de leurs impacts. Il convient toutefois de noter qu'en dépit des règlements relatifs à l'utilisation de clôtures pour empêcher le bétail de pénétrer dans les cours d'eau, leur application est difficile et souvent insuffisante dans les UD du moyen et du haut Fraser (UD 9, 10 et 11) où l'on observe souvent du bétail dans les cours d'eau, en particulier dans l'UD 9 (S. Curtis, comm. pers. 2019). Parmi ces UD, la menace est moindre dans l'UD 10 (MFR-Été) par le bétail car de nombreux cours d'eau sont de grands réseaux alimentés par des lacs, offrant peu ou pas de possibilité de les traverser à pied, même si on a malgré tout observé du bétail dans certaines zones peu profondes des eaux d'amont (S. Curtis, comm. pers. 2019). On a évalué que l'impact est faible, avec un niveau d'incertitude élevé, dans l'UD 9 (MFR-Printemps) et l'UD 11 (HFR-Printemps), et négligeable dans l'UD 10. Ce résultat est confirmé par une étude réalisée dans l'Oregon, qui a révélé que lorsque le bétail était proche des nids de saumons chinooks actifs au printemps, il entraînait en contact avec les nids moins de 0,01 % du temps (Ballard et Krueger 2005). La menace posée par le piétinement des nids est la plus forte dans l'UD 14 (THS-Bessette), car c'est dans la zone qui entoure cette UD que l'élevage et l'élevage à grande échelle sont les plus répandus. En outre, les cours d'eau de cette UD sont plus petits que ceux des autres UD, et le bétail a plusieurs points d'entrée dans la rivière près des frayères. On voit souvent du bétail dans les ruisseaux de cette UD lors des relevés aériens (en particulier Duteau et Harris; R. Bailey, comm. pers. 2019). L'impact global sur l'UD 14 a toutefois été considéré comme faible à moyen avec un niveau d'incertitude moyen en raison de la faible probabilité que le bétail piétine directement les nids de saumon chinook du Fraser dans les graviers de fraie.

En plus du piétinement direct des nids, le bétail peut avoir des impacts importants en déstabilisant les berges et en intensifiant la sédimentation dans les cours d'eau. Ces impacts sont évalués dans la section Effluents agricoles et forestiers.

#### **4.1.2.3. Aquaculture marine et d'eau douce**

*Les menaces posées par l'aquaculture marine et d'eau douce comprennent les empreintes de l'élevage des crevettes ou des poissons à nageoires, les étangs piscicoles, les saumons d'écloserie et les lits d'algues artificiels (catégorie de menaces 2.4 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Cette catégorie de menaces comprend également les interactions entre les poissons sauvages et les poissons d'écloserie autorisés à se déplacer dans la nature. Les menaces liées à la pêche de stocks mélangés sont abordées dans la section Pêche et récolte de ressources aquatiques et les menaces liées à la transmission de*

---

*maladies et à l'introduction de génétique dans la section 4.1.8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques.*

La pisciculture est généralisée dans le bassin du Fraser et dans les habitats de croissance proches du littoral, et il est probable que tous les saumons chinooks du Fraser rencontreront l'aquaculture sous la forme de parcs en filet ouverts ou de poissons d'écloserie à un moment donné de leur cycle biologique. Les impacts de l'empreinte des parcs en filet ouverts sont probablement négligeables et n'ont pas été considérés comme une menace pour le saumon chinook du Fraser. Des préoccupations entourent cependant les interactions compétitives entre le saumon chinook du Fraser et les poissons d'élevage, qui peuvent avoir un impact sur les populations sauvages en leur faisant concurrence pour la nourriture et pour les ressources spatiales en occupant des zones d'alimentation de prédilection et en repoussant les poissons sauvages vers des zones d'alimentation moins productives. La concurrence interspécifique avec d'autres espèces de saumons du Pacifique est considérée comme faible car les espèces occupent des niches écologiques quelque peu différentes, tant dans l'espace que dans le temps (Hearn 1987; Quinn 2005; Tatara et Berejikian 2012). Ainsi, la principale menace posée par l'aquaculture provient des interactions concurrentielles entre le saumon chinook du Fraser sauvage et le saumon chinook d'écloserie.

Le saumon sauvage et le saumon d'écloserie sont en concurrence pour les ressources à tous les stades biologiques et dans tous les habitats associés, et ces interactions compétitives peuvent avoir des effets négatifs sur les populations sauvages lorsque les ressources sont limitées (Tatara et Berejikian 2012). Le bas Fraser et son estuaire sont très développés, la grande majorité des habitats des marais intertidaux et des zones riveraines étant modifiés par des enrochements ou des tôles d'acier verticales pour créer un littoral adapté à la navigation et à d'autres industries (Levings *et al.* 1991). Ces modifications peuvent avoir entraîné une capacité de charge limitée pour les saumons chinooks du Fraser juvéniles, et avec les importants apports de poissons d'écloserie dans le bassin hydrographique du Fraser, le nombre de poissons pourrait dépasser cette capacité. La capacité du chinook à se nourrir et à se développer dans les habitats estuariens proches du rivage et au large peut avoir une grande influence sur sa survie en mer et l'abondance des cohortes, appelée hypothèse de la taille et de la période critiques (Beamish et Mahnken 2001). Bien qu'elle ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, la survie en mer du chinook muni de MMC dans la baie Puget était fortement liée à sa taille moyenne en juillet, et la mortalité après cette période était fortement dépendante de la taille (Duffy et Beauchamp 2011). En bref, la prédation (p. ex. les lamproies fluviatiles; Beamish et Neville 1995) peut être la principale cause d'une mortalité naturelle précoce importante dans le milieu marin, lorsque les chinooks juvéniles ne grandissent pas assez pour atteindre une taille minimale critique en juillet (Duffy et Beauchamp 2011) ou à la fin de leur premier été en mer (Beamish *et al.* 2011). L'abondance des ressources alimentaires aquatiques dans les zones côtières et hauturières peut être influencée par les variations de la productivité des océans (p. ex. les nutriments qui régulent la production alimentaire) et la concurrence pour la nourriture (Beamish et Mahnken 2001), et les effets de la concurrence peuvent être exacerbés pendant les années de faible productivité des océans. Pour le chinook de printemps de la rivière Snake, un affluent du fleuve Columbia, on a signalé une relation négative entre la survie des saumoneaux jusqu'au stade adulte et le nombre de poissons d'écloserie relâchés, en particulier les années où les conditions océaniques sont mauvaises, ce qui permet de penser que les programmes d'écloserie qui produisent des nombres de plus en plus élevés de poissons pourraient nuire au rétablissement des populations sauvages menacées (Levin *et al.* 2001). Compte tenu de ces effets négatifs, associés à la limitation des habitats disponibles dans le bas Fraser et dans l'estuaire, le lâcher d'un grand nombre de juvéniles d'écloserie dans ces écosystèmes pourrait diminuer la productivité sauvage et réduire la survie globale des juvéniles.

---

Voir l'examen plus complet des interactions concurrentielles potentielles entre le saumon d'élevage et le saumon sauvage à l'annexe G.

On a jugé que la menace posée par la concurrence des poissons d'écloserie est la plus grande dans l'UD 2 (BFR-Harrison), car ces poissons sont en concurrence directe avec les saumons chinooks à montaison automnale relâchés de l'écloserie de la rivière Chilliwack et d'autres écloseries du bas Fraser. On observe une tendance à la baisse de la survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 2 avec l'augmentation de la production des écloseries de chinook d'automne du bas Fraser, d'après les récupérations de MMC de chinooks d'écloserie (voir le traitement et l'analyse des données à l'annexe G). Une tendance semblable se dégage avec l'indice de production de saumoneaux sauvages dans la rivière Harrison, suggérant que la concurrence entre les saumoneaux pour les ressources, qui dépend de la densité, peut avoir un effet négatif sur la survie, et donc sur l'abondance et la productivité. La production de saumon chinook d'automne du bas Fraser s'est élevée en moyenne à 1,6 million de saumoneaux au cours des dix dernières années, et on estime que l'augmentation de la production d'un million de saumoneaux chinooks d'automne à l'écloserie de Chilliwack, annoncée récemment, pourrait réduire la survie des saumoneaux de l'UD 2 jusqu'à l'âge 2 de 26 % (annexe G). Les participants à l'atelier sur les menaces ont estimé que l'impact sur cette UD était moyen. Il convient de noter que cette analyse s'assortit d'une très grande incertitude et qu'il est difficile d'affirmer avec certitude que cette tendance dépendante de la densité a un lien de causalité avec la survie.

En plus d'augmenter la production des écloseries dans le réseau hydrographique du Fraser, l'État de Washington a créé en 2018 le Southern Resident Orca Task Force en réaction au déclin de cette population en voie de disparition; ce groupe a pour mandat de définir, de prioriser et de soutenir la mise en œuvre d'un plan d'action à long terme pour le rétablissement des épaulards résidents du sud (SRO; SROTF 2018). Les recommandations générales du groupe de travail visaient en partie l'augmentation de la production en écloserie de certains stocks de saumon chinook dans la baie Puget, sur la côte de l'État de Washington, et dans le bassin du fleuve Columbia, d'environ 50 millions de saumoneaux au-delà des niveaux de 2018, afin de fournir davantage de chinooks pour améliorer le régime alimentaire des épaulards résidents du sud, compte tenu de leur préférence pour ces stocks (Washington Department of Fish and Wildlife 2019)<sup>11</sup>. Il est proposé de relâcher trente millions de poissons dans la baie Puget (Washington Department of Fish and Wildlife 2019<sup>11</sup>), où l'on sait que les saumons chinooks du Fraser de l'UD 2 (BFR-Harrison) transitent et grandissent (Figure 26). Cette production supplémentaire de saumoneaux par les États-Unis pourrait très probablement accroître encore la concurrence pour les chinooks de l'UD 2 et, de ce fait, le niveau d'impact a été relevé de moyen à moyen-élevé.

Les poissons des 10 autres UD visées par le présent rapport sont des saumons chinooks de type fluvial qui grandissent en eau douce pendant de longues périodes avant de migrer vers la mer. Les salmonidés sauvages ayant un cycle biologique prolongé en eau douce peuvent être plus exposés à la concurrence avec les poissons d'écloserie car plusieurs cohortes de poissons sauvages peuvent être présentes au moment du lâcher des poissons d'écloserie (Tatara et Berejikian 2012). Toutefois, les apports des écloseries sont beaucoup moins nombreux pour les UD de saumon chinook du Fraser de type fluvial, car les variantes de type océanique constituent la majorité des populations globales dans le bassin versant du Fraser (Figure 27).

---

<sup>11</sup> **Error! Bookmark not defined.** Washington Department of Fish and Wildlife. 2019. [Proposal to increase Hatchery Production to Benefit Southern Resident Killer Whales](#). (Consulté le 21 juillet 2020)

En raison de leur répartition dans l'océan, les poissons des UD de type fluvial sont plus susceptibles de subir la concurrence des écloseries qui produisent des saumons chinooks se nourrissant dans le golfe d'Alaska et la mer de Béring (p. ex. les stocks de l'Oregon et de l'État de Washington qui migrent vers le nord, en plus de la production des écloseries du nord de la Colombie-Britannique et de l'Alaska). Ces 10 UD connaissent probablement un faible niveau de concurrence, mais l'incertitude qui entoure ces notes est élevée. Les informations ne sont pas suffisantes pour quantifier la menace à l'heure actuelle pour les 10 autres UD, mais le groupe de travail soupçonne qu'elle est faible.

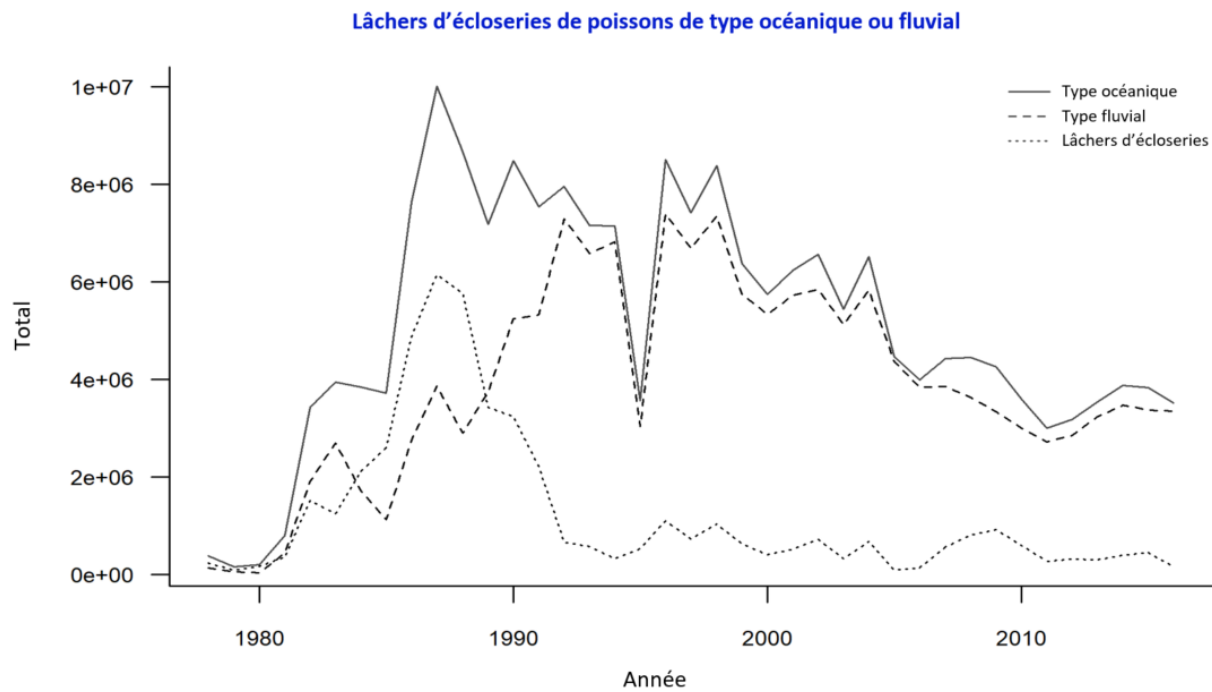


Figure 27. Rejets de saumons de type océanique et fluvial d'écloserie dans le bassin du Fraser de 1978 à 2016.

Tableau 27. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des cultures non ligneuses annuelles ou vivaces pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	UD 2	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 5	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 7	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 8	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 9	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 10	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 11	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 14	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 16	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 17	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
Pour l'UD 4, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								



Tableau 28. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'élevage et de l'élevage à grande échelle pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Élevage et élevage à grande échelle	UD 9	Probable	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 10	Probable	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 11	Probable	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 14	Probable	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
Pour les UD 2, UD 4, UD 5, UD 7, UD 8, UD 16 et UD 17, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

Tableau 29. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'aquaculture marine et d'eau douce pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Aquaculture marine et d'eau douce	UD 2	Connue	Moyen-Élevé	Moyenne	Moyen-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

---

### 4.1.3. Production d'énergie et exploitation minière

*Les catégories de menaces 3.1 Forage pétrolier et gazier et 3.3 Énergies renouvelables du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation ne sont pas incluses dans cette section, car à notre connaissance, ces activités ne se déroulent pas directement dans l'habitat du saumon chinook du Fraser. Les installations hydroélectriques sont prises en compte dans la section Barrages et gestion de l'eau.*

#### 4.1.3.1. Mines et carrières

*Les menaces liées à l'exploitation des mines et des carrières comprennent les impacts dus à la production de ressources non biologiques, en particulier l'exploration, l'exploitation et la production de minéraux et de roches (catégorie de menaces 3.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les impacts du ruissellement des produits chimiques provenant de ces activités sont examinés dans la section Effluents industriels et militaires (catégorie de menaces 9.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Des mines et des carrières sont exploitées dans de nombreuses régions du bassin du Fraser et représentent un certain niveau de menace pour la plupart des UD dont il est question dans la présente EPR (l'exception possible étant l'UD 4 (BFR-Haute Pitt)). Ces activités consistent à exploiter des placers (principalement pour l'or), à extraire des roches dures ou à exploiter des mines à ciel ouvert (cuivre, molybdène, or, etc.) et à extraire du gravier et du sable.

L'extraction de gravier dans le bas Fraser est une pratique courante et tous les chinooks qui dévalent des UD en amont traverseront de telles zones. L'extraction se fait sur des bancs de gravier secs et l'extraction proprement dite du gravier ne devrait pas avoir d'impacts directs. Toutefois, on craint que ces activités ne réduisent la quantité d'habitats en eaux peu profondes disponibles dans le bas Fraser pour les saumons chinooks du Fraser juvéniles. Il est prouvé que les saumons chinooks du Fraser qui hivernent en amont utilisent les bancs de gravier et sont touchés par l'extraction de gravier (B. Rublee, comm. pers. 2019). On considère qu'il est peu probable que les extractions aient des impacts importants car le saumon chinook du Fraser pourrait utiliser d'autres habitats (mais cela s'ajoute aux impacts cumulatifs sur les habitats). Les altérations dues à l'extraction du gravier ont des impacts immédiats sur l'habitat du saumon chinook du Fraser; cependant, en raison de la nature dynamique du réseau, les altérations physiques peuvent se stabiliser à nouveau avec le temps et avoir des impacts minimales. La charge actuelle du lit de gravier est probablement un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ces tronçons du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il est probable que l'enlèvement futur de gravier aura des impacts dans l'UD 2 (BFR-Harrison) car une réduction du gravier dans le Fraser à son confluent avec la rivière Harrison pourrait influencer le mouvement de la charge de fond de la rivière Harrison. En outre, les alevins de Harrison qui dévalent seraient les plus sensibles à une perte de leur habitat en eaux peu profondes.

L'exploitation des placers a les impacts directs les plus importants sur l'habitat du saumon, résultant du dragage mécanique, du tamisage, du lavage et de la redéposition des substrats fluviaux et des dépôts en bordure des cours d'eau, principalement dans le cadre de la recherche d'or (Smith 1940). Les pratiques minières historiques ont eu des effets négatifs importants à long terme sur l'habitat des poissons, l'exploitation hydraulique, le détournement de cours d'eau, le dragage par aspiration et le déversement de résidus miniers dans les cours d'eau causant une grande partie de ces dommages. La perte de la végétation riveraine, l'aménagement des plaines inondables adjacentes (utilisées de façon saisonnière par les

---

juvéniles lors des inondations), l'augmentation des charges sédimentaires et la déstabilisation des chenaux des cours d'eau continuent à influencer la capacité de production de nombreux cours d'eau qui ont été exposés à l'exploitation des placers. Cette dernière s'est améliorée avec le temps sur le plan environnemental, mais la productivité de l'habitat des poissons du moyen Fraser (UD 9 et 10) et de certains réseaux hydrographiques du haut Fraser (UD 11) reste touchée par l'exploitation actuelle des placers, et les impacts de l'exploitation minière historique se poursuivent. Dans le passé, l'exploitation des placers était généralisée dans le Fraser et elle a des effets durables sur les sédiments dans le bas Fraser (Nelson et Church 2012). On a considéré que cette menace est la plus grande dans l'UD 9 (MFR-Printemps), car les activités d'exploitation des placers se poursuivent dans de nombreux cours d'eau, avec une activité quotidienne dans certains cours d'eau pendant les mois d'été (S. Curtis, comm. pers. 2019). L'UD 10 (MFR-Été) offre moins de possibilités d'exploitation des placers parce que beaucoup de cours d'eau sont de grands réseaux alimentés par des lacs et que l'accès aux substrats est limité. Nelson et Church (2012) et Ferguson et ses collaborateurs (2015) ont présenté des sommaires détaillés des effets hérités des sédiments de l'exploitation des placers sur le bassin hydrographique du Fraser.

Les activités d'exploitation des placers et des mines à ciel ouvert ont le potentiel d'augmenter à l'avenir, en particulier dans les bassins versants des rivières Quesnel et Cariboo, en raison de la spéculation sur les gisements de minéraux et de métaux. Certains ont émis l'hypothèse que le déclin de l'industrie forestière pourrait entraîner une augmentation régionale des activités minières dans certaines régions de la Colombie-Britannique (Picketts *et al.* 2017; Owens *et al.* 2019). Les opérations minières sont réglementées par les provinces ainsi que par la *Loi sur les pêches*. Le personnel responsable de l'habitat de la province et du Programme de protection du poisson et de son habitat du MPO doivent poursuivre la surveillance régulière pendant les étapes de développement et d'exploitation de la mine pour s'assurer que les impacts sur l'habitat local sont réduits au minimum ou évités.

Tableau 30. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des mines et des carrières pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Exploitation de mines ou de carrières	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
Pour l'UD 4, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

---

#### 4.1.4. Corridors de transport et de service

*La catégorie de menaces 4.4 « Trajectoires de vol » du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation n'a pas été incluse dans cette section car, à notre connaissance, aucune trajectoire de vol d'avion, d'hélicoptère ou de drone n'interfère avec les UD de saumon chinook du Fraser.*

##### 4.1.4.1. Routes et voies ferrées

*Cette catégorie de menaces porte spécialement sur la menace du transport routier et de la construction routière (catégorie de menaces 4.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les impacts du ruissellement sont traités dans la section 4.1.9.1, Eaux usées domestiques et déchets urbains (catégorie de menaces 9.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

La menace que font peser les routes et les chemins de fer sur le saumon chinook du Fraser se limite aux nouvelles empreintes des traversées de cours d'eau. La densité de ces infrastructures et la fréquence de leur entretien devraient augmenter avec la densité de la population humaine. Il est souvent nécessaire de bloquer ou de détourner le cours d'eau pendant la construction de ponceaux et de ponts sur les petits affluents, ce qui peut temporairement influencer le comportement des poissons. Un affluent donné ne représente qu'une faible proportion de l'UD totale, et la faible fréquence de construction et d'entretien devrait limiter les impacts comportementaux chroniques associés à la construction.

On évite souvent de construire des ponts routiers ou ferroviaires sur des cours d'eau plus petits en raison des coûts économiques. Les ponceaux sont souvent utilisés pour les passages de petits cours d'eau et peuvent influencer sur le déplacement des poissons. Lorsque les ponceaux ne sont pas correctement dimensionnés, ils peuvent devenir impraticables et isoler de grandes sections de l'habitat en amont (Mount *et al.* 2011). Compte tenu de la taille des cours d'eau de fraie, il est peu probable que les ponceaux aient un impact sur la majorité des habitats de fraie du saumon chinook du Fraser, mais l'accès des juvéniles aux habitats de croissance peut être entravé. Des travaux sont en cours pour remplacer les anciens ponceaux par des structures construites selon des normes plus élevées. Actuellement, on ignore les impacts sur le saumon chinook du Fraser car ils n'ont pas été quantifiés dans de nombreux sites, il est donc possible que le remplacement des ponts et des ponceaux ait un effet positif. L'ampleur des impacts éventuels des routes et des chemins de fer sur le chinook varie selon l'UD et la géomorphologie locale. La proportion des UD exposées aux routes et aux chemins de fer sera plus importante dans les UD situées dans des vallées étroites ou dans celles où l'exploitation est intense près des ruisseaux abritant des chinooks.

Comme indiqué dans le Tableau 31 sur les menaces, les routes et les chemins de fer ne devraient pas avoir d'impacts importants dans plusieurs UD (UD 2 BFR-Harrison, UD 7 MFR-Nahatlatch, UD 8 MFR-Portage, UD 17 THN-Été), principalement en raison de la faible densité des traversées de routes et des passages à niveau près des habitats de fraie et de croissance. En ce qui concerne l'UD 2, la densité routière est importante près de la rivière Harrison et du Fraser, mais les impacts seront très probablement faibles puisque la plupart des passages sont des ponts et n'auraient pas d'impact direct sur les saumons juvéniles.

Ce classement des menaces n'inclut pas les impacts associés aux modifications générales des surfaces de captage causées par les routes et les chemins de fer; voir la section Modifications des systèmes naturels.

---

#### 4.1.4.2. Lignes de services publics

*Cette menace concerne plus particulièrement le transport de l'énergie et des ressources (catégorie de menaces 4.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les impacts des déversements de pétrole à partir des oléoducs et de la contamination des eaux souterraines sont traités dans la section Effluents industriels et militaires (catégorie de menaces 9.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Deux grands pipelines sont actuellement adjacents à l'habitat du saumon chinook du Fraser. Le pipeline TransMountain est la plus grande ligne de transport d'énergie près des habitats d'eau douce utilisés par le saumon chinook du Fraser. Il traverse environ 1 000 cours d'eau poissonneux entre Edmonton et Burnaby (TransMountain 2018<sup>12</sup>). Ce pipeline traverse le haut de l'UD 11 (haut Fraser) et longe les UD de la Thompson Nord (UD 16, UD 17), une partie de la basse Thompson (c'est-à-dire la rivière Coldwater) et le bas Fraser. Le réseau de gazoduc de la Westcoast Transmission est parallèle au haut Fraser à partir de Prince George, s'éloigne du fleuve près de Williams Lake, puis suit le tracé du pipeline TransMountain le long de la rivière Coldwater et du bas Fraser.

Le pipeline TransMountain pourrait être jumelé dans les dix prochaines années. On s'efforcera de réduire au minimum les impacts pour les traversées de cours d'eau, notamment la rivière Thompson Nord, la rivière Blue, la rivière Raft, la rivière Clearwater et le ruisseau Mann, par le biais de forages directionnels horizontaux; toutefois, l'expansion aura un impact sur certains cours d'eau, et les canalisations existantes pourraient déplacer des sédiments pendant la construction ou l'enlèvement, ce qui pourrait détruire les nids ou modifier la morphologie des cours d'eau. La canalisation de la Westcoast Transmission aura également besoin de travaux car le ruban de polyéthylène, utilisé auparavant pour le rapiécage, est désormais considéré comme un danger et doit être remplacé. Les impacts de la construction et de la réparation de ces deux pipelines devraient être minimales si les mesures d'atténuation appropriées sont prises.

#### 4.1.4.3. Transport par eau

*Cette catégorie de menaces comprend les impacts associés au transport sur et dans les voies navigables intérieures et océaniques (catégorie de menaces 4.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Elle inclut les activités de dragage, l'empreinte physique des estacades flottantes et des barges, et le déplacement créé par le sillage.*

On ignore les impacts directs du trafic maritime sur le saumon, mais l'entretien des voies de navigation par le dragage pourrait avoir des effets sur les populations de saumon. Le dragage pour permettre le trafic dans les voies de navigation est courant dans le bas Fraser, un couloir de migration pour tous les saumons chinooks du Fraser, mais les activités de dragage ne doivent pas avoir lieu pendant les périodes critiques ni dans la zone littorale du fleuve. Les changements de turbidité modifient les capacités de recherche de nourriture et d'évitement des prédateurs des saumons chinooks du Fraser juvéniles, ce qui peut influencer leur survie (Gregory 1993; Gregory et Northcote 1993). On ignore la proportion de juvéniles qui grandissent et hivernent dans le bas Fraser; il y aura donc probablement un impact sur une proportion inconnue de chacune des UD. Étant donné que les poissons de toutes les UD longent d'éventuelles activités de dragage et de transport maritime durant leur migration, l'ampleur de la menace est considérée comme vaste.

Le bas Fraser est un chenal très actif pour le transport de grumes; les estacades flottantes et les barges y sont très concentrées. Le stockage des grumes dans le bas Fraser est courant car

---

<sup>12</sup> TransMountain. 2018. [Watercourse Crossings in Burnaby](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

les eaux saumâtres protègent les grumes contre les foreurs et les zones de stockage sont situées à proximité de nombreuses usines de transformation (Sedell *et al.* 1991). Le transport, le stockage et le déversement de grumes dans les habitats aquatiques peuvent entraîner toute une série d'effets physiques, chimiques et biologiques néfastes pour le milieu environnant (Power et Northcote 1991). Les estacades flottantes peuvent compacter, affouiller et ombrager les habitats proches du rivage, ce qui peut réduire ensuite le couvert végétal et la disponibilité de la nourriture pour les saumons juvéniles (Nelitz *et al.* 2012). Une grande partie de l'habitat des marais de marée a été utilisée comme lieu d'amarrage pour les estacades flottantes et les barges, et certaines estacades flottantes s'échouent et ont un impact sur un habitat important. En outre, les débris de bois et d'écorce peuvent également s'accumuler sous les zones de stockage et modifier la composition des sources alimentaires, étouffer la végétation émergente, accroître la demande biologique en oxygène et relever les concentrations de lixiviats de bois potentiellement toxiques (Nelitz *et al.* 2012). Les estacades flottantes peuvent également fournir une couverture et attirer les saumons chinooks qui migrent vers l'intérieur en quête d'un refuge; cependant, elles peuvent également attirer des prédateurs tels que les épaulards et les phoques communs, ces derniers les utilisant comme des sites d'échouerie et de mise bas (Baird 2001; Brown *et al.* 2019).

Le déplacement créé par les sillages des navires est également considéré comme une menace dans cette catégorie. L'activité des bateaux commerciaux et de plaisance est intense dans le bas Fraser et, de ce fait, la menace potentielle liée au déplacement créé par le sillage et à l'échouement est généralisée et on sait qu'elle se concrétise parfois. Le souffle des hélices ou des propulseurs des navires commerciaux peut également jouer un rôle important dans la remise en suspension des sédiments marins, ce qui peut entraîner une érosion, une charge interne en nutriments ou des niveaux élevés de turbidité et de métaux lourds dans la colonne d'eau (Hill 2002). On ignore cependant les impacts du niveau de l'UD; cette menace n'a donc pas été notée.



Tableau 31. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des routes et des voies ferrées pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Routes et voies ferrées	UD 4	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 5	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 9	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 10	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 11	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 14	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 16	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
Pour les UD 2, UD 7, UD 8 et UD 17, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

Tableau 32. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des lignes de services publics pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Lignes de services publics	UD 9	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 10	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 11	Connue	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 16	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
Pour les UD 2, UD 4, UD 5, UD 7, UD 8 et UD 14, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

Tableau 33. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du transport par eau pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Transport par eau	UD 2	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

---

#### 4.1.5. Utilisation des ressources biologiques

*Les catégories de menaces 5.1 Chasse et collecte d'animaux terrestres et 5.2 Cueillette de plantes terrestres du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation n'ont pas été incluses dans cette section car ces activités n'ont probablement aucun impact sur le saumon chinook du Fraser.*

##### 4.1.5.1. Exploitation forestière et coupe de bois

Cette catégorie de menaces comprend les impacts associés aux activités physiques directes de récolte d'arbres et d'autres végétaux ligneux pour l'exploitation du bois ou des fibres ou pour la production de carburant (catégorie de menaces 5.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). La pollution résultant de ces activités est notée dans la section 4.1.9 *Pollution et contaminants*. Les effets de la réduction du couvert forestier sont examinés dans la section 4.1.7 *Modifications des systèmes naturels*.

L'exploitation forestière et la récolte de bois ont été très importantes dans tout le bassin du Fraser. Lorsque les règlements sont respectés, les impacts physiques directs des activités d'exploitation forestière dans le cours d'eau devraient être minimisés par les exigences relatives aux zones tampons riveraines. Toutefois, le Forest Planning and Practices Regulations de la Colombie-Britannique (BC Reg 14/04) prévoit une exemption à l'article 51(1)(g) pour l'abattage d'arbres dans la zone riveraine s'ils ont été endommagés par le feu, les insectes ou les maladies. Par conséquent, l'exploitation forestière peut se faire jusqu'au bord de l'eau pour récupérer du bois brûlé ou endommagé. Une épidémie massive de dendroctone du pin ponderosa et de nombreux incendies catastrophiques ont incité les exploitants forestiers à se lancer dans des opérations agressives de coupe de récupération afin de récupérer le plus de potentiel économique possible (ministère des Forêts de la Colombie-Britannique 2004; ministère des Forêts et des Parcours naturels de la Colombie-Britannique 2005; Schnorbus, Bennett et Werner 2010). La coupe de récupération étant pratiquée juste à côté des cours d'eau, il y a probablement une certaine intrusion dans l'habitat du saumon chinook du Fraser, par des machines ou par des arbres abattus. Les perturbations forestières sous forme de parasites et de maladies vont probablement augmenter en Colombie-Britannique sous l'effet des changements climatiques (Woods *et al.* 2010; Haughian *et al.* 2012) et, à moins que les réglementations et les pratiques forestières ne changent, la coupe de récupération est donc probable à l'avenir. Les coupes de récupération pourraient être particulièrement probables à l'avenir dans l'UD 11 (HFR-Printemps), où le dendroctone de l'épinette pourrait devenir un problème important (S. Curtis, comm. pers. 2019).

En plus des coupes de récupération, l'activité physique consistant à déverser les grumes dans les rivières ou les lacs pour les stocker et/ou les transporter affouille la zone et retire la végétation, ce qui a un impact sur l'habitat et le rendrait moins utilisable. Cela s'est produit à l'embouchure de la rivière Pitt et à l'extrémité supérieure du lac Pitt dans l'UD 4 (BFR-Haute Pitt), et à l'embouchure du ruisseau Tipella dans l'UD 5 (BFR-Été). Le stockage de grumes dans les lacs peut réduire l'oxygène dissous et entraîner une diminution de la présence de saumons juvéniles dans les zones touchées (Levy *et al.* 1990). Bien que la menace de ces activités n'ait pas d'impact sur toute l'UD et que le niveau d'impact soit probablement faible, il est relativement certain qu'elles auront des effets au niveau de l'UD sous la forme de perte d'habitat.

---

#### 4.1.5.2. Pêche et récolte de ressources aquatiques

*Cette menace est définie comme la récolte d'animaux ou de plantes aquatiques sauvages à des fins commerciales, récréatives, de subsistance, de recherche ou culturelles; elle comprend la mortalité accidentelle et les prises accessoires (catégorie de menaces 5.4 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les pêches pratiquées au Canada et aux États-Unis interceptent les saumons chinooks du Fraser sur une grande partie de leur couloir de migration. Au Canada, elles comprennent : les pêches à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR) des Premières Nations; les pêches récréatives; les pêches commerciales (y compris les possibilités économiques des Premières Nations); et les pêches expérimentales. L'annexe H donne des détails sur la période et le lieu de ces pêches. Les pêches américaines précises qui interceptent le saumon chinook du Fraser ne sont pas abordées dans la présente EPR car les scénarios d'atténuation ne peuvent actuellement être mis en œuvre qu'au Canada. Les impacts à grande échelle des États-Unis sont pris en compte pour déterminer si les taux d'exploitation durables sont atteints.

Les pêches commerciales qui ont un impact sur les stocks de saumon chinook du Fraser sont les pêches à la traîne ciblant le chinook sur la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) et dans le nord de la Colombie-Britannique (NC.-B.). Il existe également des pêches de démonstration à la senne et au filet maillant (considérées comme une pêche commerciale) dans le lac Kamloops. Les pêches de démonstration ciblent le chinook de type été 4<sub>1</sub> de la rivière Thompson et tentent d'éviter le chinook de l'UD 16 (THN-Printemps) et de l'UD 17 (THN-Été), mais ce dernier est parfois capturé comme prises accessoires. Les stocks de saumon chinook du Fraser sont touchés par les pêches récréatives à la ligne et à l'hameçon ciblée sur le chinook dans le nord de la Colombie-Britannique, sur la côte ouest de l'île de Vancouver, dans le détroit de Johnstone, dans le détroit de Georgie, dans le détroit de Juan de Fuca et dans le Fraser. Les stocks de l'UD 2 (BFR-Harrison), de l'UD 4 (BFR-Haute Pitt) et de l'UD5 (BFR-Été) sont touchés par les pêches récréatives dans la région d'eau douce 2, mais pas dans les régions d'eau douce 3, 5, 7 et 8, qui se trouvent en amont des frayères de ces UD.

Les pêches ASR dans les eaux marines de la côte Sud devraient avoir un impact principalement sur les stocks de la côte Sud, mais elles en ont probablement aussi sur d'autres stocks co-migrateurs, y compris les stocks du Fraser, et en particulier sur ceux qui résident dans la mer des Salish. Les pêches ASR ciblant le chinook dans le bas Fraser, de l'embouchure du fleuve jusqu'à son confluent avec la rivière Harrison, ont un impact sur tous les stocks de saumon chinook du Fraser, à l'exception de l'UD 4, qui est touchée par des pêches ASR, mais seulement celles qui ont lieu en aval du confluent avec la rivière Pitt. Plus en amont, les pêches ASR ciblant le chinook qui sont pratiquées entre le confluent avec la rivière Harrison et le confluent avec la rivière Thompson ont un impact sur tous les stocks du Fraser évalués dans la présente EPR, à l'exception de ceux de l'UD 2, de l'UD 4 et de l'UD 5. L'UD 8 (MFR-Portage) est le dernier groupe de montaison du chinook d'automne et chevauche la montaison des stocks plus abondants de chinook et d'autres espèces de saumons, ce qui peut entraîner des taux de prises accessoires plus élevés que dans les autres UD. En amont du confluent avec la rivière Thompson, les pêches ASR ciblant le chinook n'ont d'impact que sur l'UD 9 (MFR-Printemps), l'UD 10 (MFR-Été) et l'UD 11 (HFR-Printemps).

Plusieurs pêches expérimentales canadiennes sont menées le long du couloir de migration du saumon chinook du Fraser. Les seules pêches expérimentales qui ciblent actuellement le chinook sont la pêche expérimentale à la traîne, à la péninsule Brooks, et la pêche expérimentale au filet maillant, à Albion, qui se déroule dans le Fraser. Il est peu probable que de nombreux saumons chinooks du Fraser soient interceptés dans la pêche expérimentale à la péninsule de Brooks, car le nombre d'échantillons est plafonné à 1 000 chinooks; en 2017, sur

---

943 chinooks capturés, 115 (12 %) ont été identifiés comme provenant du Fraser (Luedke *et al.* 2019). La pêche expérimentale à Albion a un impact sur toutes les UD de saumon chinook du Fraser évaluées dans la présente EPR, à l'exception de l'UD 4, qui fraie dans la rivière Pitt en aval de la pêche expérimentale. Les prises à Albion sont proportionnelles à l'abondance en rivière, et ont été en moyenne de 1 712 chinooks au cours des 10 dernières années (2009 à 2018). Elles représentent généralement de 0,5 à 1,2 % de l'abondance totale du saumon chinook du Fraser. Plusieurs autres pêches expérimentales interceptent le saumon chinook à titre de prise accessoire, notamment les pêches expérimentales de saumon rouge de la Commission du saumon du Pacifique dans le bas Fraser, le détroit de Juan de Fuca et le détroit de Johnstone, et les pêches expérimentales de saumon kéta de Pêches et Océans Canada dans le détroit de Johnstone et le détroit de Juan de Fuca.

Le saumon chinook du Fraser peut également être capturé accidentellement dans les pêches de tous les secteurs qui ciblent d'autres poissons, y compris le saumon (senne et filet maillant pour le saumon kéta, le saumon rouge et le saumon rose, traîne pour le saumon rouge), le chalut et la palangre pour les poissons de fond, le chalut pour la morue-lingue, la traîne pour le thon, la senne pour la sardine, la senne pour le hareng et le chalut pour les crevettes. La conservation du saumon chinook n'est généralement pas autorisée dans ces pêches, à l'exception de certaines pêches ciblant le saumon les années où l'on s'attend à un surplus récoltable durant la période de pêche. Les impacts ne sont généralement qu'estimés pour les pêches du saumon; les données disponibles ne sont pas suffisantes pour évaluer l'impact des pêches autres que celles du saumon sur le saumon chinook du Fraser.

L'impact de toutes les pêches sur les différentes UD de chinook du Fraser évaluées dans la présente EPR n'est pas bien connu au niveau de l'UD, en particulier lorsque les effets touchent principalement les chinooks en tant que prises accessoires. Au niveau de la zone de gestion, les impacts ont été estimés à l'aide de différents outils, en fonction de la disponibilité des données. Une méthode mise au point par le Comité technique du chinook du Traité sur le saumon du Pacifique estime le taux d'exploitation par année civile (TEAC) de 20 stocks indicateurs en Colombie-Britannique, y compris les stocks indicateurs de trois des cinq zones de gestion du saumon chinook du Fraser, à partir des données des micromarques magnétisées codées (MMC), sur les prises et sur les échappées. La rivière Nicola est le stock indicateur pour la zone de gestion de printemps 4<sub>2</sub> (UD 14), la rivière Harrison pour la zone de gestion d'automne (UD 2) et la basse Shuswap pour la zone de gestion d'été 4<sub>1</sub> (non évaluée dans la présente EPR). Il n'y a actuellement aucun stock indicateur pour les zones de gestion de printemps 5<sub>2</sub> et d'été 5<sub>2</sub> (toutes les UD de la présente EPR sauf l'UD 14 (THS-Bessette) et l'UD 2). Il y avait un stock indicateur pour la zone de gestion de printemps 5<sub>2</sub> dans le ruisseau Dome, mais le programme de MMC y a été interrompu après l'année d'éclosion 2002 en raison de la défaillance du système d'eau de l'écloserie et de contraintes financières pour effectuer les réparations. Des travaux sont en cours pour développer la rivière Chilko afin d'en faire un stock indicateur pour la zone de gestion d'été 5<sub>2</sub>.

Une deuxième méthode d'estimation des impacts est le modèle de reconstitution de la montaison dans le Fraser. Ce modèle produit des estimations annuelles propres au stock du nombre total de saumons chinooks revenant à l'embouchure du Fraser et des estimations des taux de récolte en rivière, par secteur de pêche (English *et al.* 2007). Des estimations des taux d'exploitation sont établies pour les cinq zones de gestion du saumon chinook du Fraser; toutefois, elles ne tiennent pas compte actuellement de la mortalité accidentelle par pêche, de l'exploitation du saumon chinook du Fraser dans les zones marines ou de la mortalité naturelle.

Les estimations générées selon ces deux méthodes sont assorties d'une incertitude, ce qui entraîne une incertitude dans de la détermination du risque de menace lié aux activités de pêche. Ces incertitudes sont décrites en détail dans le document MPO (2019) et sont largement

---

dues à des données limitées ou insuffisantes. Les auteurs soulignent que les incertitudes liées à la méthode basée sur les MMC sont associées à de faibles taux de récupération des MMC et d'échantillonnage pour plusieurs raisons; par exemple, certaines pêches ne sont pas échantillonnées directement (biais potentiel), ont de faibles taux d'échantillonnage (imprécision) et ne représentent pas l'impact des pêches sélectives avec un degré de fiabilité élevé en raison de plusieurs hypothèses. De même, le marquage en masse des poissons d'écloserie a contribué à la diminution des taux de soumission des MMC pour les pêches récréatives. Les estimations du taux de survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 2 sont également incertaines car elles sont basées sur les MMC. Plusieurs incertitudes sont également liées à la méthode de reconstitution de la montaison. Il y a souvent des cas de données d'entrée incorrectes ou manquantes (échappées, prises conservées et remises à l'eau, IGS), qui nécessitent parfois un remplissage pour compléter une analyse ou introduisent un biais. Le programme d'échantillonnage de l'IGS pose des problèmes d'échantillonnage non représentatif pour les catégories de rencontres de pêche qui se rapportent aux règlements de pêche, et il n'y a pas de corrections du biais pour les erreurs d'IGS. Enfin, les estimations du modèle peuvent être moins fiables si des hypothèses critiques du modèle sont enfreintes, comme la vulnérabilité aux pêches, l'effort de pêche variable selon les années et les zones, les taux de mortalité après la remise à l'eau, la période du pic de la montaison et la composition du stock. Étant donné la grande incertitude des estimations obtenues par les deux méthodes, l'absence de mesure de tous les impacts de la pêche et l'incapacité à mesurer quantitativement les estimations au niveau de l'UD, aucun de ces ensembles de données n'a été utilisé pour déterminer les notes des menaces pour toutes les UD, à l'exception de l'UD 2 (BFR-Harrison). Pour les autres UD, nous avons plutôt fondé initialement la note des menaces sur l'évaluation de l'UD 2 et l'avons ajustée en fonction des similarités/différences connues du cycle biologique et de l'habitat par rapport à l'UD 2. Les commentaires généraux sur les différences probables des impacts par rapport à l'UD 2 sont détaillés ci-après, mais aucune de ces différences n'a entraîné une note globale des menaces différente de celle de l'UD 2.

Il existe une série chronologique cohérente des estimations des échappées et du taux d'exploitation par année civile (TEAC) pour l'UD 2 (Tableau 34). Depuis 1985, la limite inférieure de la plage de l'objectif d'échappée (75-100) pour l'UD 2 n'a pas été atteinte 14 des 34 années, la plupart des échappées les plus faibles ayant eu lieu au cours des 15 dernières années. Toutefois, les mesures de gestion prises en réaction aux faibles échappées n'ont été mises en œuvre que très récemment (au cours des cinq dernières années), lorsque les échappées et les prévisions d'avant-saison ont commencé à être systématiquement estimées en dessous de l'objectif. Un taux d'exploitation durable actualisé pour cette UD a récemment été estimé à 16 % (Catarina Wor et Antonio Velez-Espino, voir l'annexe I), ce qui est nettement plus prudent que le taux d'exploitation optimal de 57 % publié précédemment (Brown *et al.* 2001; Comité technique du chinook 2018). Les deux estimations du taux d'exploitation suggèrent l'exploitation qui serait durable compte tenu des pêches canadiennes et américaines. D'après l'analyse du taux d'exploitation du Comité technique du chinook, le taux d'exploitation total moyen pour les années où l'objectif d'échappée n'a pas été atteint était de 43 % (31 % au Canada, 12 % aux États-Unis), soit pratiquement le triple du taux d'exploitation durable. Le taux d'exploitation américain a été en moyenne d'environ 10 % au cours des trois dernières générations et devrait se maintenir à l'avenir. En 2019, le Ministère a mis en œuvre une réduction préventive des taux d'exploitation canadiens d'au moins 25 % par rapport au taux d'exploitation moyen de 17,4 % des dernières années (2013 à 2016). Toutefois, pour atteindre le taux d'exploitation durable pour cette UD, il faudrait réduire le taux canadien à environ 6 % (soit une réduction d'environ 65 % par rapport aux dernières années). L'analyse qui a produit le taux d'exploitation durable reposait sur des estimations de la productivité à partir de l'année d'éclosion 2013 (année de montaison 2018); il est donc possible que cette valeur diminue si les productivités continuent à

---

baisser. Le maintien des taux d'exploitation aux niveaux actuels pourrait entraîner un déclin plus important de la population, ce qui donne à penser que l'activité de pêche est susceptible de présenter un risque de menace élevé pour cette UD. En outre, comme il est décrit dans l'annexe I, les intervalles de confiance autour de l'estimation médiane sont assez larges et la production est sensible à la distribution des valeurs a priori choisie; bien que cela ne modifie probablement pas beaucoup la tendance à la baisse indiquée, cela pourrait influencer l'ampleur de l'estimation. Étant donné les incertitudes des estimations du taux d'exploitation et l'erreur de mise en œuvre de la gestion, un risque de menace de faible à élevé avec une certitude causale très élevée a été attribué à cette UD.

On pense que les taux de récolte des autres UD ont diminué ces dernières années en raison des mesures de gestion visant à limiter les impacts sur le chinook qui remonte le plus tôt dans le Fraser, mais comme pour l'UD 2, une incertitude entoure l'impact futur des activités de pêche sur ces UD. Des mesures cherchant à réduire les impacts sur l'un des premiers groupes de remontes, le chinook de printemps 4<sub>2</sub>, ont été mises en place depuis le début des années 2000. Il existe une courte série chronologique des estimations des échappées et du taux d'exploitation par année civile (TEAC) pour l'UD 11 (HFR-Printemps), fondée sur le stock indicateur du ruisseau Dome pour le chinook de printemps 5<sub>2</sub> (Tableau 35). Les données sur le ruisseau Dome ont été fournies pour mettre en contexte les taux d'exploitation historiques, mais elles n'ont pas été directement utilisées pour évaluer les risques de menace. En 2012, le Ministère a fixé un objectif visant à réduire le taux de récolte global du chinook de printemps 5<sub>2</sub> et d'été 5<sub>2</sub> d'au moins 50 % par rapport à un taux de récolte de la période de base allant de 50 % à 60 % à moins de 30 %. Une approche de gestion en trois zones a été adoptée pour atteindre cet objectif (MPO 2018b<sup>13</sup>). Un examen récent des mesures de gestion prises dans ces trois zones (printemps 4<sub>2</sub>, printemps 5<sub>2</sub>, été 5<sub>2</sub>) a permis d'estimer que la réduction globale de l'indice du taux d'exploitation était de 39,6 % pour la zone de printemps 4<sub>2</sub>, de 24,0 % pour la zone de printemps 5<sub>2</sub> et de 11,4 % pour la zone d'été 5<sub>2</sub> (MPO 2019). L'analyse a indiqué qu'il était possible que le taux d'exploitation total pour le chinook de printemps et d'été 5<sub>2</sub> soit inférieure à 30 % en moyenne des années (faible abondance) de la zone 1, ce qui suggère que les objectifs de réduction globale pour le chinook de printemps et d'été 5<sub>2</sub> ont peut-être été atteints, mais des incertitudes considérables ont rendu l'analyse peu concluante. Des mesures supplémentaires ont été mises en place en 2018 pour appliquer une réduction préventive de 25 à 35 % par rapport au taux d'exploitation moyen entre 2013 et 2016 pour les stocks de saumon chinook du Fraser afin de soutenir la conservation et de favoriser le rétablissement. En 2019, l'objectif de gestion a été encore affiné pour réduire à près de 5 % la mortalité globale par pêche au Canada de ces populations à maturation précoce; une analyse de l'efficacité des mesures de gestion est toujours en cours.

La dynamique de la pêche dans les zones de stocks mixtes pourrait changer à l'avenir avec les récentes augmentations de la production des écloséries, comme le doublement de la production de chinook de la rivière Chilliwack, qui migre en même temps que celui de l'UD 2 (BFR-Harrison). Les effets de la production des écloséries de saumon et de la pêche des stocks mélangés ont été définis comme un risque grave dès les années 1970 (voir une étude approfondie des impacts des écloséries dans Gardner *et al.* 2004). En résumé, des niveaux élevés d'apports des écloséries par rapport à la production de juvéniles sauvages peuvent contribuer à des taux de récolte trop élevés pour que les poissons sauvages puissent les

---

<sup>13</sup> MPO. 2018b. [Pacific Region Integrated Fisheries Management Plan, Salmon, Southern B.C, June 1, 2018 to May 31, 2019](#). (Consulté le 21 juillet 2020)



---

soutenir, et la présence d'un grand nombre de poissons d'écloserie peut masquer le déclin des stocks de saumons sauvages. Dans les zones où les poissons d'écloserie se mélangent aux stocks sauvages, une production accrue peut entraîner des taux de mortalité par pêche non durables pour le saumon sauvage, lorsque les taux de récolte sont fixés à des niveaux qui tiennent compte de l'abondance totale des poissons qui est accrue en raison de la présence de poissons d'écloserie (c'est-à-dire des stratégies de gestion axée sur l'abondance). Les stocks améliorés peuvent résister à la pression de l'exploitation ou même être sous-exploités, tandis que les stocks sauvages moins productifs qui migrent au même moment sont surexploités. Par exemple, Barnett-Johnson (2007) a indiqué que 90 % des chinooks de la vallée du centre de la Californie capturés en automne dans le cadre de la pêche en mer étaient issus d'écloseries, et reconnaît une contribution supplémentaire inconnue, mais potentiellement importante, de juvéniles descendant d'adultes d'écloserie et frayant dans les rivières. Ces résultats sont particulièrement alarmants car les estimations précédentes prenaient en compte une contribution d'environ 30 % des écloseries à la pêche (Carlson et Satterthwaite 2011). Bien qu'elle ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, la surexploitation de stocks plus faibles ou plus petits dans les pêches de stocks mixtes a entraîné l'élimination complète de certaines populations de saumon du Pacifique, comme le saumon coho sauvage dans le bas Columbia (Policansky et Magnuson 1998), et le déclin de nombreuses autres populations, notamment le saumon rouge du Fraser (Collie *et al.* 1990) et diverses populations de saumon kéta en Colombie-Britannique (Beacham *et al.* 1987). Dans le cas de l'UD 2, le doublement de la production de l'écloserie de Chilliwack entraînera probablement une augmentation des rencontres avec les pêches dans la mer des Salish, ce qui peut à son tour entraîner une augmentation de l'effort de pêche dans ces zones. Comme la pression de la pêche augmente sur ces poissons dans la mer des Salish, les impacts sur les poissons de la rivière Harrison augmentent également. Des objectifs et des protocoles appropriés peuvent être élaborés pour harmoniser les activités de mise en valeur des stocks avec le rétablissement de ces UD.

On sait également que certaines activités de pêche illégale ont lieu dans les zones marines et dans le Fraser, mais on ignore l'ampleur de l'impact sur ces UD. La faible abondance de certaines UD (par exemple l'UD 14 THS-Bessette) peut faire passer la limite inférieure du risque de menace au-dessus de 10 % (dans la catégorie Moyen). Un risque de menace de faible à élevé a été attribué à ces UD avec une certitude causale moyenne en raison de l'incertitude élevée entourant les estimations du taux d'exploitation, du taux d'exploitation optimal inconnu et de l'anticipation d'une erreur de mise en œuvre de la gestion.

Le risque de menace lié aux activités de pêche pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser a été estimé comme étant de faible à élevé (déclin de la population de 1 à 70 %), avec l'espoir que le risque de menace maximum soit probablement plus proche de l'extrémité inférieure de la catégorie Élevé (déclin de la population de 30 à 70 %). La menace de déclin de la population résultant de l'activité de pêche a été évaluée comme étant supérieure à zéro lorsque les taux d'exploitation devraient dépasser les niveaux durables, qui sont incertains car les niveaux durables varient chaque année en fonction de la productivité. Bien que l'on ne dispose pas d'estimations précises des taux d'exploitation pour la plupart des UD, des changements notables sont intervenus récemment dans l'activité de pêche dans tous les secteurs, et ont probablement entraîné des réductions globales des taux d'exploitation au cours des 10 à 20 dernières années. Les taux d'exploitation actuels devraient être plus élevés que les taux que ces populations peuvent soutenir aux niveaux de productivité actuels. D'après les experts participant à l'évaluation de la menace, le déclin de la population dû à l'activité de pêche devrait être inférieur à 30 % (le point de rupture entre les catégories de risque de menace Moyen et Élevé) sur les trois prochaines générations, mais ils ont convenu que le déclin de la population pourrait dépasser 30 % aux taux d'exploitation actuels si la productivité continue de baisser, comme prévu. L'activité de pêche n'est probablement pas le principal

facteur à l'origine des récentes baisses de ces UD, bien qu'elle contribue aux niveaux durables des taux d'exploitation. L'activité de pêche devrait se poursuivre, mais l'ampleur de la menace est très incertaine. Une projection prospective de l'abondance dans certaines UD selon divers scénarios de productivité et de taux d'exploitation sera étudiée dans la deuxième partie de l'EPR.

Tableau 34. Sommaire du taux d'échappées et du taux d'exploitation pour l'UD 2 (BFR-Harrison) de 1985 à 2018. Données fournies par le Comité technique du saumon chinook du Traité sur le saumon du Pacifique. Les années marquées d'un astérisque sont celles où l'objectif d'échappée minimum de 75 100 n'a pas été atteint.

Année	Échappées	Taux d'exploitation canadien	Taux d'exploitation américain	Taux d'exploitation total
1985	174 776	63,7 %	7,8 %	71,5 %
1986	162 594	72,3 %	6,6 %	78,8 %
1987	79 036	49,8 %	13,1 %	62,8 %
1988*	35 114	55,7 %	17,3 %	73,0 %
1989*	74 683	60,2 %	15,7 %	75,9 %
1990	177 373	40,9 %	15,0 %	55,9 %
1991	90 636	54,6 %	18,1 %	72,7 %
1992	130 409	45,7 %	19,2 %	64,9 %
1993	118 997	36,6 %	13,7 %	50,3 %
1994	98 342	47,2 %	8,5 %	55,7 %
1995*	28 616	43,1 %	15,7 %	58,8 %
1996*	37 392	26,2 %	12,1 %	38,2 %
1997*	70 514	39,5 %	20,9 %	60,4 %
1998	200 258	4,3 %	6,5 %	10,8 %
1999	104 415	13,9 %	17,0 %	30,9 %
2000	77 754	30,1 %	18,3 %	48,5 %
2001	108 502	14,7 %	12,7 %	27,5 %
2002	83 011	24,9 %	17,1 %	42,0 %
2003	246 986	23,4 %	14,5 %	37,9 %
2004	139 126	28,2 %	21,2 %	49,4 %
2005	88 589	31,1 %	10,2 %	41,3 %
2006*	60 421	29,6 %	18,3 %	48,0 %
2007	76 483	12,9 %	2,8 %	15,7 %
2008*	41 603	43,1 %	10,8 %	53,9 %
2009*	70 142	12,8 %	2,8 %	15,6 %
2010	103 558	15,0 %	8,4 %	23,5 %
2011	123 647	16,5 %	6,6 %	23,1 %
2012*	44 467	13,0 %	9,6 %	22,5 %
2013*	42 953	13,6 %	11,1 %	24,7 %
2014*	44 686	23,8 %	10,1 %	34,0 %
2015	101 516	16,3 %	6,8 %	23,1 %
2016*	41 327	15,8 %	3,1 %	18,8 %
2017*	29 799	38,6 %	10,1 %	48,7 %
2018*	46 094	21,2 %	9,4 %	30,6 %
<b>Moyenne sur trois générations</b>	63 856	20,2 %	7,6 %	27,9 %

Tableau 35. Sommaire du taux d'échappées et du taux d'exploitation pour l'UD 11 – saumon chinook de printemps du haut Fraser de 1991 à 2006. Le programme du stock indicateur du ruisseau Dome a été interrompu après l'année d'éclosion 2002. Données fournies par le Comité technique du saumon chinook du Traité sur le saumon du Pacifique. Les échappées marquées d'un astérisque ne sont pas incluses parce qu'elles ont été élaborées selon une méthodologie différente du reste de la série chronologique et ne sont donc pas directement comparables.

Année	Échappées	Taux d'exploitation canadien	Taux d'exploitation américain	Taux d'exploitation total
1991	*	17,4 %	19,4 %	36,8 %
1992	*	61,3 %	7,5 %	68,8 %
1993	*	64,4 %	1,7 %	66,1 %
1994	*	32,0 %	0,7 %	32,7 %
1995	30 001	31,8 %	1,9 %	33,7 %
1996	20 847	48,9 %	2,2 %	51,1 %
1997	23 244	46,2 %	2,5 %	48,7 %
1998	23 525	55,7 %	0,0 %	55,7 %
1999 <sup>A</sup>	13 918	54,9 %	0,0 %	54,9 %
2000 <sup>A</sup>	16 198	57,6 %	3,0 %	60,6 %
2001	21 136	78,5 %	0,3 %	78,8 %
2002	31 464	55,8 %	3,6 %	59,4 %
2003	37 675	85,1 %	0,0 %	85,1 %
2004	25 398	ND	ND	ND
2005	15 693	74,5 %	0,0 %	74,5 %
2006 <sup>A</sup>	16 524	49,5 %	1,1 %	50,5 %

<sup>A</sup> Les taux d'exploitation par année civile reposaient sur moins de 100 récupérations estimées de MMC.

Tableau 36. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'exploitation forestière et la récolte de bois pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Exploitation forestière et coupe de bois	UD 4	Connue	Faible	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 5	Connue	Faible	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 9	Connue	Faible	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Étroite
	UD 10	Connue	Négligeable	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 11	Connue	Faible	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 16	Connue	Faible	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 17	Connue	Faible	Élevée	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Étroite
Pour les UD 2, UD 7, UD 8 et UD 14, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

Tableau 37. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la pêche et de la récolte des ressources aquatiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Pêche et récolte de ressources aquatiques	UD 2	Connue	Faible-Élevé	Très élevée	Faible-Élevé (1)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible-Élevé	Moyenne	Faible-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

---

## 4.1.6. Intrusions et perturbations humaines

### 4.1.6.1. Activités récréatives

*Cette catégorie de menaces comprend les activités humaines qui altèrent, détruisent ou perturbent les habitats et les espèces par des utilisations non consommatrices de ressources biologiques (catégorie de menaces 6.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les activités récréatives qui peuvent perturber ou détruire l'habitat du saumon chinook du Fraser, ou causer directement la mortalité du saumon chinook du Fraser sont prises en compte dans cette section. Les activités récréatives comprennent les véhicules hors route (c'est-à-dire les VTT (VUT, motos tout-terrain) ou les autres modes de transport (p. ex. le cheval) qui pénètrent dans les cours d'eau et détruisent l'habitat ou les nids, ainsi que les activités des bateaux de plaisance qui se déroulent dans l'habitat du saumon chinook du Fraser lorsqu'il est occupé par des poissons juvéniles ou des œufs. Les bateaux à propulsion hydraulique, en particulier, ont le potentiel d'aspirer des poissons ou des œufs, ce qui entraîne une mortalité directe si les bateaux traversent des lits de gravier ou des habitats littoraux pendant des périodes critiques. En outre, les sillages des bateaux peuvent provoquer l'échouement des juvéniles sur les côtes ou dans des habitats peu profonds. Les fluctuations de la pression créées par un bateau à propulsion hydraulique empruntant des eaux peu profondes sont également capables de tuer les œufs de saumon pendant l'incubation dans le lit du cours d'eau, avec des mortalités pouvant atteindre 40 % dans des études contrôlées en laboratoire (Sutherland et Ogle 1975). Le souffle des hélices ou des propulseurs des bateaux de plaisance peut également jouer un rôle important dans la remise en suspension des sédiments marins, ce qui peut entraîner une érosion, une charge interne en nutriments ou des niveaux élevés de turbidité et de métaux lourds dans la colonne d'eau (Hill 2002). Une étude menée par Dorava et Moore (1997) a démontré que l'érosion des berges dans une zone de navigation populaire de la rivière Kenai, en Alaska, était 75 % plus importante que dans les zones où des restrictions de navigation sont en place. La diminution de la clarté de l'eau peut également entraver l'utilisation des habitats en eaux peu profondes par les poissons, en plus des habitats de la faune sauvage en bordure de l'eau (Laderoute et Bauer 2013).

Ces dernières années, on a constaté une augmentation de l'activité des bateaux de plaisance à propulsion hydraulique dans la rivière Pitt (UD 4), avec des rapports faisant état de poissons juvéniles rejetés sur le rivage et de dommages physiques causés aux nids et aux poissons par les bateaux traversant les bancs de gravier (Luymes 2017<sup>14</sup>). L'activité récréative est également considérable dans l'embouchure de la rivière Harrison (UD 2) et à proximité, en amont de la rampe de mise à l'eau de Kilby. Cependant, en raison de l'habitat de la rivière Harrison, la proportion de poissons de cette UD qui entrent en contact avec les bateaux à propulsion hydraulique est probablement négligeable. La proportion de ces UD exposée à cette menace est faible, mais lorsqu'elles sont exposées, l'impact est grave. Des bateaux à propulsion hydraulique empruntent aussi les cours d'eau de fraie dans les UD 16 (THN-Printemps) et 17 (THN-Été), où ils peuvent rencontrer les frayères, mais les effets devraient être minimes.

Bien que des bateaux de plaisance à propulsion hydraulique utilisent également le moyen et le haut Fraser (UD 9, UD 10 et UD 11), la menace que représentent les activités de loisirs dans ces UD provient principalement des véhicules tout-terrain (en particulier les VTT/UTV) qui pénètrent dans les cours d'eau. De nombreux cours d'eau de l'UD 9 (MFR-Printemps) et de

---

<sup>14</sup> Luymes 2017 – Article de presse pour le *Vancouver Sun* : « [Joy-riding jet boaters destroying Pitt River salmon: fisherman](#) ». (Consulté le 22 juillet 2020)

---

l'UD 11 (HFR-Printemps) sont petits et offrent de nombreuses possibilités de franchissement avec des véhicules tout-terrain, et certains de ces franchissements se trouvent dans des frayères du saumon chinook du Fraser (S. Curtis, comm. pers. 2019). Ces véhicules peuvent dégrader l'habitat du saumon chinook du Fraser ou écraser les nids de poule lorsqu'ils pénètrent dans les cours d'eau, mais la proportion d'UD exposée à cette menace est faible. L'UD 10 (MFR-Été) est constituée de cours d'eau plus grands dans lesquels les véhicules tout-terrain peuvent moins entrer, et n'a donc pas été notée.

Des bateaux à propulsion hydraulique sont utilisés pour mener des activités scientifiques du MPO dans l'UD 7 (MFR-Nahatlatch), et la descente en eau vive est pratiquée dans la rivière Nahatlatch en aval des lacs, mais des précautions sont prises pour minimiser les impacts. On considère que les activités récréatives ne sont pas importantes dans l'UD 5 (BFR-Été) et l'UD 8 (MFR-Portage), et qu'elles ne constituent donc pas une menace pour ces UD.

#### **4.1.6.2. Guerre, troubles civils et exercices militaires**

*Cette menace comprend les actions des forces officielles ou paramilitaires sans empreinte permanente, telles que les conflits armés, les champs de mines, les chars et autres véhicules militaires, les exercices d'entraînement et les champs de tir, la défoliation et les essais de munitions (catégorie de menaces 6.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

La guerre, les troubles civils et les exercices militaires ne devraient actuellement pas constituer une menace pour les UD de saumon chinook du Fraser. Quelques activités militaires sont menées dans des champs de tir à proximité de la baie Nanoose et peut-être dans d'autres régions, mais les impacts sont inconnus. Le jumelage de l'oléoduc Transmountain pourrait susciter de grandes manifestations susceptibles d'endommager l'équipement ou le pipeline lui-même, entraînant des déversements accidentels. Bien que ces questions aient été soulevées et discutées lors de l'atelier sur les menaces, en raison du degré élevé d'incertitude entourant la survenance de ces événements, cette menace n'a été notée pour aucune UD.

#### **4.1.6.3. Travail et autres activités**

*Cette catégorie comprend les menaces posées par des personnes qui passent du temps ou voyagent dans les environnements naturels pour des raisons autres que des activités récréatives ou militaires (catégorie de menaces 6.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Elle comprend la recherche scientifique et les activités liées à l'application de la loi, aux trafiquants de drogue et à l'immigration clandestine.*

La menace qui pèse sur le saumon chinook du Fraser dans cette catégorie se limite à la recherche scientifique. L'évaluation des stocks et la recherche scientifique sont continues dans de nombreux cours d'eau des UD de saumon chinook du Fraser, mais l'effet sur les populations est probablement minime, voire nul, car les méthodes de relevé sont conçues pour minimiser toute influence négative sur les populations reproductrices. De plus, le personnel sur le terrain du MPO tente d'atténuer les effets négatifs du stress lorsqu'il réalise les programmes de relevés sur les échappées. Pour les études sur les indicateurs du saumon chinook, la capture et le marquage sont effectués tôt dans la journée, avant que le réchauffement diurne n'entraîne des températures supérieures à 20 °C. Les poissons ne sont pas capturés dans les zones où il n'est pas possible de travailler à des températures adéquates. Les activités de capture des stocks de géniteurs d'écloserie se déroulent à des températures pouvant atteindre 23 °C, mais seulement lorsque des réservoirs d'eau très oxygénée à 7-10 °C sont disponibles pour contenir les poissons immédiatement après la capture. En plus du MPO, divers autres groupes et programmes de recherche sont actifs dans d'autres UD et peuvent rencontrer ou étudier le saumon chinook. Parmi les UD évaluées dans la présente EPR, le seul endroit où des stocks

---

de géniteurs ont été prélevés est la rivière Chilko (UD 10), où des températures d'eau plus fraîches (<16 °C) limitent probablement les impacts liés à la température.

Cette menace n'a été jugée vaste que pour l'UD 8 (MFR-Portage) en raison des recherches continues dans la rivière Seton qui étudient le passage et l'entraînement des saumons. Dans le passé, les activités menées dans la rivière Seton ont consisté à bloquer le passage en construisant un barrage et pourraient être particulièrement préoccupantes pour le saumon chinook, qui peut hésiter à franchir des seuils sur un hydrogramme descendant. Le niveau d'impact devrait toutefois être négligeable au niveau de la population.



Tableau 38. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des activités récréatives pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Activités récréatives	UD 2	Très peu probable	Élevé	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 4	Probable	Moyen-Élevé	Faible	Moyen-Élevé (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 7	Très peu probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 9	Probable	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 11	Probable	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
	UD 14	Très peu probable	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 16	Très peu probable	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 17	Très peu probable	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
Pour les UD 5, UD 8 et UD 10, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

Tableau 39. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du travail et des autres activités pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Travail et autres activités	UD 2	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 4	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 5	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 7	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 8	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 10	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 14	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 11	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 16	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 17	Connue	Négligeable	Très faible	Faible (5)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable

---

## 4.1.7. Modifications des systèmes naturels

### 4.1.7.1. Incendies et lutte contre les incendies

*Cette menace est définie comme la suppression ou l'augmentation de la fréquence ou de l'intensité des incendies en dehors de leur plage de variation naturelle (catégorie de menaces 7.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les incendies de forêt sont de plus en plus fréquents en raison des changements climatiques, des pratiques forestières historiques, des infestations de ravageurs, des agents pathogènes et de l'incidence des incendies d'origine anthropique (Mote *et al.* 2003; Wang *et al.* 2015), qui peuvent avoir de multiples répercussions sur les poissons. Le réchauffement immédiat et direct des flammes et l'effet durable (suppression du couvert des cours d'eau riverains) d'un incendie de forêt se traduisent par une augmentation de la température des cours d'eau qui peut influencer le comportement et la physiologie des saumons juvéniles (Beakes *et al.* 2014). Les tactiques de lutte contre les incendies, comme l'arrosage hélicopté, peuvent capturer directement les saumons juvéniles, selon l'endroit et la profondeur où ils se trouvent dans la colonne d'eau pendant les heures de jour où une telle aspiration se produirait. La menace que représente l'arrosage hélicopté est probablement plus fréquente dans les réseaux où les cours d'eau sont peu profonds (p. ex. UD 9 (MFR-Printemps), UD 11 (HFR-Printemps)), car des zones peuvent être excavées à l'aide de machines pour créer des fosses suffisamment profondes pour permettre le déploiement des nacelles aériennes. En été, les chinooks adultes peuvent entrer dans ces fosses artificielles, et se trouver aspirés des cours d'eau par une nacelle aérienne. En outre, les engins qui effectuent ces travaux peuvent, par inadvertance, détruire l'habitat ou libérer des sédiments en suspension dans la colonne d'eau, ce qui a un impact indirect sur les poissons en aval. Les chinooks de la rivière Thompson Nord (UD 16 (THN-Printemps) et UD 17 (THN-Été)) peuvent également être touchés dans une certaine mesure par cette menace, mais elle serait similaire ou inférieure à celle ressentie dans l'UD 9 (MFR-Printemps) et l'UD 11 (HFR-Printemps). Dans le cas de l'UD 2 (BFR-Harrison), de l'UD 4 (BFR-Haute Pitt), de l'UD 5 (BFR-Été), de l'UD 8 (MFR-Portage) et de l'UD 10 (MFR-Été), il est peu probable que la suppression des incendies ait des effets directs, car toute l'eau serait prélevée dans les grands lacs de ces réseaux où il est peu probable que se trouvent des saumons chinooks du Fraser.

La proportion des UD couvertes dans le présent rapport qui serait confrontée ou touchée par cette menace est soit limitée, soit négligeable, et n'est donc pas considérée comme une menace importante pour le saumon chinook du Fraser.

### 4.1.7.2. Barrages et gestion de l'eau

*Cette menace est définie comme les barrages et les activités de gestion et d'utilisation de l'eau qui modifient les régimes de débit par rapport à leur plage de variation naturelle, soit délibérément, soit du fait d'autres activités (catégorie de menaces 7.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Il s'agit notamment des modifications des régimes de débit et des volumes d'écoulement (hydrologie), du transport des sédiments et de l'empreinte des structures dans les cours d'eau.*

La menace que font peser sur le saumon chinook du Fraser la gestion et l'utilisation de l'eau (pour divers secteurs) dans le bassin du Fraser est généralisée pour toutes les UD examinées dans la présente EPR. Elle englobe les menaces provenant des structures liées à la lutte contre les inondations (digues, écluses, vannes de marée), des barrages et les aménagements hydroélectriques, et de prélèvement de l'eau.

---

### *Maîtrise des crues*

Les digues et autres structures de maîtrise des crues (écluses, vannes de marée, etc.) ont entraîné la disparition d'une grande partie de l'habitat de croissance historique hors chenal dans le bas Fraser. Le bassin du Fraser compte environ 600 km de digues, 400 écluses et 100 stations de pompage (Conseil du bassin du Fraser 2019<sup>15</sup>). Certaines de ces structures ont coupé l'accès à des chenaux et des marécages qui étaient historiquement habités par le saumon chinook du Fraser et il reste actuellement très peu d'habitats de plaine d'inondation pour les juvéniles hivernant dans le bas Fraser. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à un habitat éphémère et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon *et al.* 2015; Collins *et al.* 2016).

En général, on sait que les salmonidés se déplacent activement dans les zones humides des plaines d'inondation saisonnières pour éviter les débits élevés des crues dans le chenal principal, mais les réductions de la connectivité et la dégradation des chenaux latéraux et des affluents peuvent limiter la survie et créer des pressions de sélection à long terme qui influencent les profils de migration (Trombulak et Frissell 2000). Junk et ses collaborateurs (1989) ont proposé le concept de pulsations de crue, qui prédit que l'inondation annuelle est la force motrice de la productivité et des interactions biotiques dans les réseaux rivière – plaine d'inondation. Les habitats de plaine d'inondation offrent une plus grande diversité biologique et une production accrue d'invertébrés par rapport aux chenaux adjacents (Junk *et al.* 1989; Gladden et Smock 1990), et fournissent une source saisonnière de nourriture aux saumons chinooks juvéniles pendant et après la crue. Bien que cela ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, Jeffres et ses collaborateurs (2008) expliquent que les habitats de plaine d'inondation hors chenal dans la rivière Cosumnes fournissent un habitat de croissance nettement meilleur que le chenal intertidal, soutenant des taux de croissance plus élevés. Lorsque les saumons chinooks juvéniles quittent l'eau douce une fois parvenus à une plus grande taille, comme on le voit chez les poissons qui grandissent dans les plaines inondables, le taux de survie global à l'âge adulte est accru (Unwin 1997; Galat et Zweimüller 2001; Jeffres *et al.* 2008). Ainsi, la restauration des plaines d'inondation pourrait s'avérer un outil important pour améliorer la production des saumons (Sommer *et al.* 2005). La maîtrise des crues a d'autres impacts par le biais des stations de pompage qui, en évacuant l'eau des plaines inondables, risquent de provoquer l'échouement des poissons qui ont pu y entrer durant les hautes eaux ou de causer directement la mortalité des saumons chinooks du Fraser juvéniles si les poissons sont aspirés dans la pompe.

### *Barrages et énergie hydroélectrique*

Les barrages hydroélectriques modifient l'hydrogramme naturel, agissent comme des obstacles à la migration, provoquent une mortalité directe des saumoneaux pendant l'avalaison, affouillent les nids de fraie immédiatement en aval, réduisent le recrutement naturel de gravier et diminuent la productivité et l'abondance globales des populations de saumon en amont et des autres ressources en proies aquatiques (Levin et Tolimieri 2001; Welch *et al.* 2008). Malgré la ruée vers l'aménagement de sites hydroélectriques en Colombie-Britannique au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, aucun barrage n'a été construit sur le cours principal du Fraser (Ferguson *et al.* 2011). Les UD 8 (MFR-Portage), 9 (MFR-Printemps) et 10 (MFR-Été) sont touchées par les grandes centrales hydroélectriques.

Le complexe hydroélectrique de Bridge-Seton a eu un impact sur les UD 8 et 9. L'eau de la rivière Bridge a été initialement retenue en 1948 par la construction du barrage de Mission

---

<sup>15</sup> Conseil du bassin du Fraser 2019. [Flood and the Fraser](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

(rebaptisé barrage Terzaghi en 1965), qui la détourne de la rivière Bridge vers le lac Seton pour produire de l'énergie hydroélectrique (Melville *et al.* 2015). La construction du barrage Terzaghi a isolé une grande partie de la rivière qui abritait historiquement d'importants lieux de fraie et de croissance du saumon chinook de la rivière Bridge. Avant la construction du barrage Terzaghi, la rivière Bridge avait un bassin versant accessible estimé à 2 057 km<sup>2</sup>, qui a été réduit à 416 km<sup>2</sup> après la construction, ce qui a diminué la capacité de production du bassin versant (Parken 2013)<sup>16</sup>. En aval du barrage, les modifications apportées à l'hydrogramme naturel ont eu des répercussions sur les saumons chinooks du Fraser juvéniles en provoquant des réductions importantes des débits et des habitats de croissance (Bradford *et al.* 2011). De plus, le débit tiré du fond du réservoir Carpenter en amont du barrage Terzaghi a directement influencé le régime thermique du cours inférieur de la rivière Bridge, touchant l'incubation et le moment de l'émergence des recrues de saumon chinook. Récemment, le débit de la rivière Bridge a été augmenté afin d'abaisser l'eau du réservoir du lac Downton pour réparer le barrage. Cet apport d'eau chaude supplémentaire a considérablement réduit le temps d'incubation des œufs et a permis aux alevins d'émerger dès décembre (R. Bailey comm. pers. 2019). Une récente tentative de collecte de géniteurs de la rivière Bridge a échoué, en raison des faibles remontes. Il est possible que la partie de l'UD 9 qui remonte frayer dans la rivière Bridge disparaisse en raison de ces impacts. Toutefois, cette zone représente une petite proportion de la superficie totale de l'UD et l'impact global sur l'UD est donc probablement faible.

La centrale de Bridge-Seton a également un impact sur tous les chinooks de l'UD 8 (MFR-Portage). Avant la construction du barrage de Seton, la superficie accessible historique du bassin versant de Seton était estimée à 792 km<sup>2</sup>, mais elle a été réduite à 550 km<sup>2</sup> après la construction, ce qui a diminué la capacité de production du réseau hydrographique (Parken 2013)<sup>17</sup>. L'empreinte de la construction du barrage de Seton a probablement aussi détruit des habitats de fraie de grande qualité du saumon chinook du Fraser, qui sont fréquents à la sortie des lacs. Tous les géniteurs en montaison doivent emprunter la passe migratoire du barrage de Seton pour atteindre leurs frayères dans le ruisseau Portage. Une étude sur le passage du saumon rouge au barrage de Seton a montré que l'efficacité du passage était de 80 %, et a fourni des preuves d'une réduction de la survie due au franchissement du barrage (Rosecoe *et al.* 2011). Bien que ces résultats ne soient pas directement applicables au saumon chinook du Fraser, ils dénotent des impacts possibles de la passe migratoire. La mortalité des saumoneaux pendant la dévalaison est également possible si les poissons passent par une centrale électrique opérationnelle, où ils sont soumis à un fort cisaillement dynamique, à des gradients de pression, à des turbulences, à la cavitation et à l'impact direct des ailettes des turbines (BC Hydro 2006)<sup>18</sup>. Les impacts sur les poissons sont variables en raison de facteurs physiques tels que le type/la taille des turbines, la disposition des prises d'eau et le débit, ou de facteurs biologiques tels que la taille des poissons, le style de nage, l'orientation du corps à l'entrée dans les turbines et la flottabilité (Coutant et Whitney 2000). On ignore actuellement quelle proportion des saumoneaux migrants est entraînée dans le barrage de Seton, mais il a été établi que c'est une source de mortalité et de blessure pour le saumon chinook du Fraser de l'UD 8.

---

<sup>16</sup> Parken, C.K. 2013. Pêches et Océans Canada. Kamloops B.C. Bridge Seton Escapement Goals. chuck.parken@dfo-mpo.gc.ca

<sup>17</sup> Parken, C.K. 2013. Pêches et Océans Canada. Kamloops B.C. Bridge Seton Escapement Goals. chuck.parken@dfo-mpo.gc.ca

<sup>18</sup> BC Hydro 2006. Fish Entrainment Risk Screening and Evaluation Methodology. Rapport n° E478. 100 p.

---

La rivière Nechako est régulée par le barrage Kenney, qui est exploité depuis 1954. L'eau retenue en amont du barrage Kenney est détournée du réservoir Nechako vers le bassin versant de la rivière Kemano, en dehors du bassin du Fraser (Déry *et al.* 2012) pour alimenter la fonderie d'aluminium Alcan située à Kitimat, en Colombie-Britannique. La régulation du débit en aval du barrage comporte le rejet de l'eau du réservoir Nechako dans le réseau hydrographique de la rivière Cheslatta, à environ 9 km en aval du barrage Kenney, qui est la limite amont de la répartition du saumon chinook du Fraser dans ce réseau hydrographique puisque le barrage Kenney ne rejette pas d'eau dans le canyon Nechako asséché (Sykes *et al.* 2009). Les impacts sur les écosystèmes locaux du bassin de la rivière Nechako ont été importants après la construction du barrage Kenney, de grandes surfaces de terre ayant été soit inondées soit drainées, ce qui a entraîné le déplacement ou l'endiguement d'un certain nombre d'espèces de poissons (et d'autres animaux). Cependant, les impacts de la dérivation du débit diffèrent entre les tronçons supérieur et inférieur de la Nechako en raison des impacts atténuants des débits des affluents dans les tronçons inférieurs (Bradford 1994). La survie des éclosions est faible dans la partie supérieure de la rivière Nechako, ce qui peut s'expliquer par une émergence précoce due à des températures plus chaudes en automne et en hiver et par l'absence de crue printanière (Bradford 1994). Actuellement, les lâchers du barrage Kenney sont supérieurs au débit minimum requis et il n'est pas certain que cela continue (S. Curtis, comm. pers. 2019). À l'échelle du bassin du Fraser, cependant, les impacts globaux du barrage Kenney sur le saumon chinook du Fraser sont minimes, et les impacts sur l'UD 10 (MFR-Été) en particulier sont probablement minimes également en raison de la vaste étendue géographique de cette UD.

De nombreux projets d'énergie indépendants, souvent construits comme des installations hydroélectriques au fil de l'eau dans les affluents du Fraser, peuvent avoir un impact sur le saumon chinook du Fraser. Ces installations ont des impacts dans la rivière plus faibles que les grands projets hydroélectriques (Anderson *et al.* 2014), mais peuvent avoir des effets cumulatifs plus importants en raison de la modification des surfaces de captage résultant de la construction de routes et d'autres infrastructures (voir Modifications des surfaces de captage). Les impacts dans la rivière des installations au fil de l'eau devraient être limités, car nombre d'entre elles se trouvent en amont des eaux poissonneuses et ont moins d'effet sur l'hydrologie et la géomorphologie des cours d'eau que les grands barrages hydroélectriques. Les récents résultats de la surveillance opérationnelle des installations hydroélectriques au fil de l'eau dans la rivière Harrison n'ont pas permis de détecter de grands changements dans l'abondance des salmonidés résidents (MPO 2016). La plus grande menace dans la rivière posée par les installations au fil de l'eau est probablement les taux de variation du débit, c'est-à-dire la vitesse à laquelle l'installation modifie le niveau d'eau de la rivière. Les taux de variation du débit sont fixés de manière prudente pour éviter l'échouement des poissons, mais il peut survenir en cas de dépassement. La mortalité due à ces dépassements dépendrait de l'ampleur et du moment de l'événement, ainsi que de la présence du saumon chinook du Fraser. Les installations au fil de l'eau n'ont pas d'impact prévu au niveau de la population.

Il convient de noter que, bien que peu probable, la défaillance des passes migratoires peut avoir de graves conséquences pour les saumons chinooks du Fraser qui doivent franchir ces structures. Bien qu'elle ne soit pas prise en compte dans la présente EPR, la défaillance de la passe migratoire de la rivière Bonaparte (2017) a eu de graves répercussions sur l'UD 15 (BTH-Printemps) et constitue l'exemple le plus récent de l'importance de l'entretien des passes migratoires dans le bassin du Fraser. En cas de défaillance des structures des passes migratoires, telles que celles de Hells Gate ou du barrage de Seton, certains ou tous les poissons en montaison des UD 8 (MFR-Portage), 9 (MFR-Printemps), 10 (MFR-Été) et 11 (HFR-Printemps) ne pourraient pas atteindre les frayères.

---

Le développement hydroélectrique futur en Colombie-Britannique est une question complexe qui relève des gouvernements fédéral, provincial et des Premières Nations; cependant, aucun développement hydroélectrique majeur n'est prévu dans un avenir proche dans les réseaux hydrographiques habités par le saumon chinook du Fraser. Il existe un cadre pour faciliter le développement de projets d'énergie indépendants; cependant, avec l'aménagement du site C, il est peu probable qu'une autre demande d'énergie soit émise dans un avenir immédiat. Seules les UD 8, 9 et 10 ont été notées en fonction des barrages et du développement hydroélectrique.

#### *Prélèvement d'eau*

Le prélèvement d'eau peut avoir un impact sur le saumon chinook du Fraser en réduisant le débit des cours d'eau, en limitant leur zone mouillée et en modifiant les températures naturelles de l'eau. L'extraction de l'eau souterraine est particulièrement préoccupante pour les saumons chinooks yearlings dans les cours d'eau aux hydrogrammes dominés par la neige car ces populations dépendent fortement de l'eau souterraine pour une grande partie de leur résidence en eau douce (Brown *et al.* 2019). La remontée d'eau souterraine protège les frayères contre la formation de glace de fond, maintient des températures convenables pour les habitats de croissance de la fin de l'été et modère les températures et les niveaux d'eau pour les adultes en montaison (Brown 2002). Malgré la dépendance critique des salmonidés résidents dans le cours d'eau à l'égard de l'eau souterraine, l'allocation et le contrôle de la quantité sont encore gérés uniquement passivement (Douglas 2006). Les ressources en eaux superficielles sont également pleinement exploitées dans de nombreux cours d'eau, en particulier dans l'intérieur méridional aride, mais on continue de forer de nouveaux puits sans tenir compte de l'impact sur l'approvisionnement en eau souterraine des cours d'eau voisins (Brown *et al.* 2019) ou sur la disponibilité globale de l'eau.

L'UD 14 (THS-Bessette) se trouve dans un réseau hydrographique sensible à la sécheresse et dans une zone surexploitée. Les niveaux extrêmes d'utilisation de l'eau à des fins agricoles entraînent des débits faibles en été et des températures élevées dans les cours d'eau, au point où des mortalités de poissons ont été enregistrées (M. Walsh, comm. pers. 2019). La ville de Lumby contribue largement au prélèvement de l'eau souterraine pour la région environnante, et les demandes en eau devraient augmenter à l'avenir (R. Bailey, comm. pers. 2019). En raison du déficit extrême en eau causé par les activités anthropiques, le prélèvement et la gestion de l'eau ont été considérés comme ayant un niveau d'impact élevé à extrême sur cette population, avec un niveau moyen de certitude causale pour ces impacts.

Les UD 9 (MFR-Printemps) et UD 11 (HFR-Printemps) ont une montaison printanière et ont tendance à utiliser les cours d'eau alimentés par les eaux souterraines et le ruissellement. Par conséquent, les impacts du prélèvement des eaux souterraines sont probablement plus grands dans les UD 9 (MFR-Printemps) et 11 (HFR-Printemps) que dans l'UD 10 (MFR-Été), qui profite des débits stables des Grands Lacs. L'eau est également prélevée pour l'agriculture et l'élevage dans les réseaux hydrographiques des UD 16 (THN-Printemps) et 17 (THN-Été), bien que certaines parties de l'UD 17 soient également modérées par des sorties de lac plus importantes.

#### *Classement*

Toutes les UD en amont de Hope ont été notées à des niveaux faibles ou supérieurs en raison des impacts de la maîtrise des crues dans le Lower Mainland, ce qui influencerait la quantité et la qualité des habitats d'hivernage disponibles pour les juvéniles de ces UD. L'UD 14 (THS-Bessette) a été classée à un niveau élevé à extrême en raison de la quantité d'eau utilisée, et l'UD 8 (MFR-Portage) à un niveau moyen pour les impacts du barrage de Seton. Les UD 9 (MFR-Printemps), 11 (HFR-Printemps), 16 (THN-Printemps) et 17 (THN-Été) ont toutes été classées à des niveaux de faible à moyen car, en plus des impacts de la maîtrise des crues, le

---

prélèvement d'eau risque de réduire le débit dans certaines parties de ces UD. Les UD 10 (MFR-Été) et 7 (MFR-Nahatlatch) sont classées à un niveau faible car elles se trouvent en grande partie dans des zones où le prélèvement d'eau ne devrait pas constituer une menace importante. Les notes de la menace pour les UD 9 (MFR-Printemps) et 10 (MFR-Été) peuvent être interprétées comme étant à l'extrémité supérieure de leur plage en raison des impacts des centrales hydroélectriques installées sur une partie de chacune d'elles.

Les UD 4 (BFR-Haute Pitt) et 5 (BFR-Été) ont une note faible parce qu'elles sont situées dans des zones moins développées pour l'utilisation de l'eau et que la croissance se fait principalement en dehors de la zone de basses terres visée par la maîtrise des crues. Les saumons chinooks de l'UD 2 (BFR-Harrison) grandissent principalement dans les zones marécageuses de l'estuaire du Fraser pendant environ six semaines et on ne connaît pas les impacts de la lutte contre les inondations dans le bas Fraser sur l'estuaire et cette UD.

#### *Autres modifications de l'écosystème*

*Cette menace comprend les autres interventions qui transforment ou dégradent l'habitat dans le cadre de la « gestion » des systèmes naturels, en vue d'améliorer le bien-être des êtres humains. Elle inclut les projets de remise en valeur des terres, l'abandon de terres gérées, l'enrochement le long des côtes, la tonte de l'herbe, l'éclaircissement des arbres dans les parcs, la construction de plages, l'élimination des chicots dans les cours d'eau, les effets de la sylviculture et du dendroctone du pin ponderosa sur le régime hydrologique, les changements dans la composition du réseau trophique (catégorie de menaces 7.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

#### *Modifications des surfaces de captage*

On sait que les modifications des surfaces de captage par la sylviculture, les feux de forêt, l'agriculture et le développement ont un impact sur la température des cours d'eau et les régimes d'écoulement en raison du défrichement de la végétation et de l'augmentation des surfaces imperméables. Les activités qui entraînent une modification des surfaces de captage sont la sylviculture et l'exploitation forestière induite par le dendroctone du pin ponderosa ou d'autres ravageurs, les incendies de forêt (également liés aux impacts du dendroctone du pin ponderosa et aux pratiques forestières historiques), l'agriculture et le développement urbain et rural/industriel. Les modifications du transport de sédiments résultant des activités forestières et agricoles sont évaluées dans la section Effluents agricoles et forestiers.

#### *Exploitation forestière*

L'exploitation forestière (par exemple la récolte et la replantation) sur les terres de la Couronne, ainsi que l'exploitation des terres privées, est une activité majeure dans de nombreuses UD de saumon chinook du Fraser et peut avoir des répercussions sur les régimes de débit et de température de diverses manières. Les activités forestières ont été prédominantes dans la région centrale intérieure, dans les régions de Cariboo – Chilcotin et d'Omineca, et ont eu un impact dans une certaine mesure sur toutes les UD traitées dans la présente EPR.

L'exploitation forestière extensive (p. ex. la coupe à blanc) dans un bassin versant peut entraîner une réduction de la capacité de charge du saumon chinook en dégradant la stabilité du chenal du cours d'eau, de l'habitat riverain, en relevant les températures estivales dans le cours d'eau et en modifiant les hydrogrammes saisonniers du fait de l'altération de la dynamique du ruissellement (Meehan 1991).

Historiquement, les pratiques forestières et agricoles étaient associées au retrait extensif de la végétation riveraine. Les effets de l'enlèvement de la végétation riveraine sur la température et la morphologie des cours d'eau sont bien documentés (Quigley et Hinch 2006; Richter et Kolmes 2005). Les changements du régime d'écoulement, l'apport de sédiments et de gros



---

débris ligneux peuvent réduire la complexité de l'habitat en élargissant le chenal et en diminuant l'habitat des berges sapées (Gregory *et al.* 2008; Hogan et Luzi 2010). On sait également que le retrait de la végétation riveraine fait augmenter la température des cours d'eau (Beschta *et al.* 1987; Poole et Berman 2001; Tschaplinski et Pike 2017), ce qui a un impact sur l'habitat du saumon chinook et ses proies invertébrées benthiques (Quigley et Hinch 2006; Richter et Kolmes 2005; Brett, Clarke et Shelbourn 1982; Keefer *et al.* 2018; Shrimpton, Zydlewski et Heath 2007). Les pratiques modernes d'aménagement forestier des peuplements de bois sains ont effectivement réduit l'impact de la foresterie sur la température des cours d'eau en laissant des bandes de végétation riveraine (zones tampons) intactes (Beschta *et al.* 1987; Cole et Newton 2013; Bladon *et al.* 2018).

L'augmentation des débits de pointe peut avoir un impact direct et indirect sur la survie du saumon chinook en eau douce en déplaçant les juvéniles, en intensifiant la concurrence, en éliminant ou en écrasant les œufs et en accroissant l'apport de sédiments en aval (Greene *et al.* 2005; Lewis et Ganshorn 2007; Alila et Beckers 2001). Les hydrogrammes saisonniers peuvent être plus variables ou les débits de pointe peuvent se déplacer sous l'effet de la réduction de la végétation qui modère généralement les taux de ruissellement et d'infiltration (Meehan 1991; Winkler *et al.* 2017). L'augmentation du débit de pointe peut également réduire la complexité de l'habitat du chinook en éliminant les gros débris ligneux fonctionnels (Tschaplinski et Pike 2017).

Dans certains cas, l'exploitation forestière peut entraîner une diminution du débit de base. La baisse des débits peut résulter d'une diminution du ruissellement du brouillard ou d'un changement dans la composition des espèces d'arbres, qui passe généralement des conifères aux feuillus, augmentant la transpiration (Pike *et al.* 2010; Lewis et Ganshorn 2007). Le reboisement après l'exploitation forestière, par exemple avec des monocultures de douglas vert (*Pseudotsuga menziesii*), peut également augmenter le taux d'évapotranspiration et réduire le débit des cours d'eau par rapport à la forêt de conifères mixte plus ancienne initiale qui était peut-être présente avant l'exploitation forestière (Perry et Jones 2017). La réduction du débit de base peut avoir un effet négatif sur tous les stades biologiques en limitant l'étendue et la conductivité de l'habitat du saumon chinook, en intensifiant la concurrence et la prédation et en dégradant la qualité de l'eau et de l'habitat (Beschta *et al.* 1987; Connor *et al.* 2002; Lewis et Ganshorn 2007; Zeug *et al.* 2014).

Les incendies et les épidémies d'insectes et de maladies des forêts dans la province déclenchent souvent des opérations de coupe de récupération à grande échelle. La coupe de récupération couvre généralement une plus grande superficie que les blocs de coupe conventionnels et peut se produire jusqu'au bord du cours d'eau, ce qui a un impact supplémentaire sur les processus hydrologiques. Comme indiqué dans la section 4.1.5.1 Exploitation forestière et coupe de bois, des coupes de récupération sont probables à l'avenir, et donc que les prélèvements forestiers auront des répercussions sur les surfaces de captage.

#### *Feux de forêt*

Comme indiqué dans la section Incendies *et lutte contre les incendies*, les feux de forêt sont de plus en plus fréquents en raison des changements climatiques, des pratiques forestières passées, des infestations de ravageurs et de l'incidence des incendies d'origine anthropique (Mote *et al.* 2003; Wang *et al.* 2015). Les incendies historiques de 2017 et 2018 ont entraîné la perte de plus de 3 millions d'hectares de couvert forestier dans toute la province de la Colombie-Britannique, notamment dans les régions de Cariboo-Chilcotin et la région centrale intérieure.

Les impacts des feux de forêt sont similaires à ceux de la foresterie en ce qu'ils modifient les régimes d'écoulement et de température, mais ils peuvent avoir des impacts supplémentaires.

---

Les feux de forêt ne suivent pas les règles de la gestion forestière et peuvent éliminer toute la végétation, y compris la végétation riveraine. Comme il est indiqué dans la section *Incendies et lutte contre les incendies*, l'élimination des forêts par le feu peut intensifier les niveaux des rayonnements solaires, et la température des cours d'eau est alors plus élevée jusqu'à ce que la végétation repousse (Beakes *et al.* 2014). La perte de végétation entraîne également des modifications du cycle hydrologique naturel en augmentant le ruissellement et en modifiant la dynamique de l'évapotranspiration (Springer *et al.* 2015). De plus, les incendies graves peuvent créer des sols hydrophobes en brûlant tout le contenu organique (Letey 2001). Une plus grande prévalence de sols hydrophobes peut accroître la fréquence et l'ampleur de l'érosion des berges due à un ruissellement important. Les taux de recolonisation par les plantes peuvent également être réduits par rapport aux zones forestières touchées par de graves brûlures, ce qui prolonge les impacts de la surface de captage modifiée. L'activité intense et généralisée du feu en 2017 et 2018 a entraîné la création de zones de sols hydrophobes totalement dénudés de végétation et sujets à une forte érosion, ce qui continuera probablement à avoir un impact sur l'hydrologie de l'UD 9 (MFR-Printemps) en particulier et de l'UD 10 (MFR-Été) dans une certaine mesure.

### *Développement urbain et industriel*

Le développement urbain et industriel accroît la quantité de surfaces imperméables qui peuvent avoir un certain nombre d'impacts sur le saumon. Les surfaces imperméables ou semi-perméables comprennent (mais sans s'y limiter) les routes, les structures avec des toits, les systèmes de drainage et d'égouts, et les espaces de loisirs en gazon et en gravier. Les surfaces imperméables modifient la dynamique des cours d'eau en augmentant l'ampleur des débits de pointe et des débits faibles en raison de la réduction de la pénétration progressive de l'eau dans le sol (Booth *et al.* 2002), ce qui peut entraîner des mouvements de la charge du fond qui détruisent les nids de fraie, provoquent l'échouement des poissons et modifient les comportements de migration et de quête de nourriture. Les routes, en particulier les autoroutes et les chemins de service forestiers, peuvent également intercepter les voies d'écoulement des eaux souterraines peu profondes et amplifier les effets du ruissellement aux traversées de cours d'eau (Trombulak et Frissell 2000). Ces effets sont particulièrement évidents dans les petits réseaux de cours d'eau aux croisements des chemins de service forestiers. Bradford et Irvine (2000) ont constaté une corrélation négative entre la variation annuelle du recrutement du saumon coho et à la fois la densité des routes et la proportion des terres utilisées dans le bassin versant de la rivière Thompson. Le développement urbain et rural, en particulier autour du lac Shuswap, de Kamloops et de Merritt, est également en hausse.

Bien que de nombreux organismes gouvernementaux participent à la planification de tels aménagements, ce type d'activités n'est pas régi directement par une seule instance gouvernementale. Un apparent manque de planification intégrée du développement urbain, rural et industriel peut se solder par des altérations cumulatives de l'hydrologie de cours d'eau qui entraînent un accroissement des débits de pointe ou une diminution des faibles débits et une dégradation de la qualité de l'eau en raison de l'écoulement des eaux d'orage urbaines. L'augmentation des surfaces imperméables peut également influencer la quantité de pollution qui pénètre dans les cours d'eau, ce qui est examiné dans la section *Eaux usées domestiques et urbaines*.

### *Ouvrages linéaires*

Les ouvrages linéaires englobent le redressement et la canalisation des cours d'eau, généralement par la construction de structures de protection contre les inondations, et couvrent principalement l'enrochement, les digues, les levées, les ponceaux, les ponts et les vannes. Ces structures réduisent la complexité et la diversité de l'habitat du poisson et peuvent isoler

---

des habitats de croissance essentiels tels que les chenaux latéraux, les étangs et les zones humides historiquement utilisés davantage par le saumon chinook du Fraser. En général, on sait que les salmonidés se déplacent activement dans les zones humides des plaines d'inondation saisonnières pour éviter les débits élevés des crues dans le chenal principal, mais les réductions de la connectivité et la dégradation des chenaux latéraux et des affluents peuvent limiter la survie et créer des pressions de sélection à long terme qui influencent les profils de migration (Trombulak et Frissell 2000). La canalisation des cours d'eau peut également limiter la quantité globale d'habitat en réduisant la longueur des cours d'eau produite à l'origine par les méandres et les fourches (Chapman et Knudsen 1980).

Les terres entourant le bas Fraser et ses affluents sont très utilisées pour des développements urbains, industriels et agricoles, dont une grande partie (57 %) est renforcée par des enrochements pour diverses fonctions (Ham et Church 2012). Les grosses pierres angulaires le long des berges peuvent entraîner des changements de l'hydrologie du cours d'eau et des réductions de l'habitat essentiel des berges. La mise en place d'un enrochement prévient l'érosion latérale des berges, un processus naturel qui conduit au développement de berges sapées et d'un couvert en surplomb qui fournit un habitat d'été important pour les salmonidés des cours d'eau (Brusven 1986; Beamer et Henderson 1998). Les tronçons de cours d'eau à grain fin dont le déplacement latéral est bloqué peuvent commencer à s'inciser (en s'ajustant vers le bas plutôt que latéralement), ce qui peut provoquer une série de changements morphologiques : abandon de la plaine d'inondation, raidissement et érosion des berges, abaissement de la nappe phréatique, changements dans la végétation des berges et le substrat du cours d'eau (Schmetterling, Clancy et Brandt 2011). La prévention des ajustements latéraux des cours d'eau élimine également le recrutement des gros débris ligneux, dont l'importance est bien documentée pour les salmonidés, y compris le saumon chinook (Meehan 1991; Mossop et Bradford 2004). Les enrochements peuvent également réduire l'ombrage de la zone riveraine et contribuer au réchauffement des cours d'eau (Massey 2017), de même que fournir des cachettes aux prédateurs tels que les chabots, qui peuvent s'attaquer aux petits juvéniles. Les ouvrages linéaires touchent toutes les UD dans une certaine mesure, soit dans leur propre zone où l'enrochement sert à stabiliser les berges locales pour l'agriculture et l'aménagement, soit parce que les saumons chinooks du Fraser juvéniles et adultes utilisent les couloirs du bas Fraser qui sont fortement linéarisés. Les impacts exacts de la linéarisation et de l'enrochement nécessiteraient des recherches intensives.

#### *Plantes envahissantes modifiant l'habitat*

À l'échelle mondiale, l'abondance des plantes aquatiques envahissantes (espèces non indigènes et dominantes concurrentes) est fortement corrélée avec la diminution de l'abondance des poissons indigènes (Gallardo *et al.* 2016). En Colombie-Britannique, les plantes aquatiques envahissantes sont l'un des groupes d'espèces envahissantes les plus répandus et les plus nombreux (ministère de l'Environnement 2015<sup>19</sup>), bien que l'on ignore leurs impacts sur le saumon chinook du Fraser au niveau de la population. Dans le bas Fraser, l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*) s'établit le long des berges et peut modifier le débit et recouvrir des tronçons des cours d'eau (Barnes 1999). Par rapport aux autres menaces, les plantes envahissantes ont probablement un faible impact sur le saumon chinook du Fraser, mais il convient de surveiller leur étendue et leurs effets à l'avenir.

---

<sup>19</sup> Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique (BC MOE). 2015. [Status of Invasive Species in BC. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique.](#)

---

### *Classement*

La menace des modifications de l'écosystème susmentionnées est généralisée pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser. Les modifications des surfaces de captage et les ouvrages linéaires sont plus concentrés dans les zones entourant le bas Fraser, le corridor migratoire que les poissons de toutes les UD doivent traverser deux fois dans leur vie et où certains saumons chinooks du Fraser résident pendant l'hiver. Une certitude causale moyenne a été attribuée à toutes les UD de saumon chinook du Fraser pour cette catégorie, car si certaines preuves lient ces modifications de l'écosystème à des baisses de productivité, peu de recherches s'intéressent aux effets directs sur le saumon chinook du Fraser.

Toutes les UD de saumon chinook du Fraser seront touchées par la perte d'habitats hors chenal et par un changement de régime hydrologique dû aux modifications des surfaces de captage. Le degré d'impact des modifications de l'écosystème sur le saumon chinook du Fraser est incertain, mais on prévoit au moins un faible impact. Par conséquent, un niveau d'impact faible à moyen a été attribué à toutes les UD, à l'exception de l'UD 14 (THS-Bessette) et de l'UD 9 (MFR-Printemps).

L'UD 14 (THS-Bessette) a été considérée comme la plus menacée dans cette catégorie en raison du degré élevé de modification des berges et des surfaces imperméables dans sa zone par rapport aux conditions historiques. L'UD 14 (THS-Bessette) est le cours d'eau le plus sensible à la température et au débit dont il est question dans la présente EPR et, à ce titre, les modifications de l'écosystème qui altèrent ces caractéristiques peuvent avoir de graves répercussions sur le saumon chinook du Fraser dans sa zone. Cette menace est classée dans une plage allant d'un niveau d'impact élevé à extrême car si nous ne pouvons pas prédire avec certitude que les impacts seront extrêmes, le groupe d'experts a prévu qu'ils pourraient se situer dans les limites supérieures de cette plage.

Le niveau d'impact de cette menace pour l'UD 9 (MFR-Printemps) a été classé moyen à élevé pour tenir compte à la fois de l'incertitude et de l'impact cumulé possible de toutes les activités susmentionnées. Il y a eu des impacts importants dans cette UD en raison du changement de régime hydrologique dû à l'élimination du couvert forestier par l'exploitation forestière, les incendies et les infestations de dendroctone du pin; certains de ces changements se sont déjà produits et d'autres devraient intervenir dans un avenir proche. Les modifications futures des aquifères et des eaux souterraines entraîneront une déstabilisation globale de nombreux réseaux hydrographiques dans cette UD, en plus d'une diminution globale de la complexité des habitats. Bien que les participants à l'atelier sur les menaces ne prévoient pas que cette menace puisse provoquer une baisse de 70 %, ils ont déterminé que l'impact de niveau moyen ne tenait pas suffisamment compte de ce potentiel de risque.

Tableau 40. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des incendies et de la lutte contre les incendies pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Incendies et lutte contre les incendies	UD 7	Probable	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Négligeable
	UD 9	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 10	Probable	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Négligeable
	UD 11	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 14	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 16	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 17	Probable	Négligeable	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
Pour les UD 2, UD 4, UD 5 et UD 8, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

Tableau 41. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des barrages et de la gestion et utilisation de l'eau pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Barrages, gestion et utilisation de l'eau	UD 2	Connue	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Élevée-Extrême	Moyenne	Élevé-Extrême (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

Tableau 42. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des autres modifications de l'écosystème pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Autres modifications de l'écosystème	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Moyen-Élevé	Moyenne	Moyen-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Élevée-Extrême	Moyenne	Élevé-Extrême (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD 17	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste	

---

## 4.1.8. Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques

### 4.1.8.1. Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes

*Il s'agit de la menace posée par des végétaux, animaux, agents pathogènes et autres microbes nuisibles qu'on ne trouve habituellement pas dans l'écosystème concerné et qui ont été directement ou indirectement introduits dans l'écosystème, et s'y sont propagés, en conséquence des activités humaines (catégorie de menaces 8.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) ont été décrites comme l'une des menaces les plus répandues pour les espèces de poissons d'eau douce canadiennes en péril (Dextrase et Mandrak 2006), ayant le potentiel de réduire l'abondance et la diversité des espèces de poissons indigènes par la concurrence, la prédation ou l'introduction de nouveaux agents pathogènes (Cambary 2003). Les sections suivantes traitent des EAE d'eau douce et des EAE estuariennes/marines qui représentent un certain niveau de menace pour le saumon chinook du Fraser, en plus de nos connaissances actuelles sur les menaces des agents pathogènes non indigènes.

#### *Espèces aquatiques envahissantes d'eau douce*

Treize espèces d'eau douce non indigènes ont établi des populations dans le bassin du Fraser, mais la majorité semble présenter peu ou pas de risque pour les salmonidés migrateurs (Brown *et al.* 2019). Des évaluations de la répartition (Runciman et Leaf 2009) et du risque biologique propres à la région (Bradford *et al.* 2008a, 2008b; Tovey *et al.* 2009) ont été réalisées dans le passé pour plusieurs espèces aquatiques envahissantes en Colombie-Britannique, notamment la perchaude (*Perca flavescens*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), le grand brochet (*Esox lucius*), le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) et le doré jaune (*Sander vitreus*). Ces espèces se sont établies en Colombie-Britannique à la suite d'une dispersion naturelle dans les bassins hydrographiques transfrontaliers après des introductions dans l'État de Washington et l'Idaho, des introductions délibérées par des organismes gouvernementaux au Canada depuis les années 1980 et des introductions non autorisées ces dernières années (Arbeider *et al.* 2019). Trois poissons à rayons épineux sont les plus préoccupants pour le saumon chinook du Fraser : l'achigan à grande bouche, l'achigan à petite bouche et la perchaude.

Les trois sections suivantes sur les interactions potentielles entre le saumon chinook du Fraser et l'achigan à grande bouche, l'achigan à petite bouche et la perchaude s'inspirent largement de la première partie de l'examen préalable à l'évaluation du COSEPAC des unités de conservation du saumon chinook (Brown *et al.* 2019).

L'achigan à grande bouche est un piscivore vorace qui consommera les salmonidés juvéniles (Brown *et al.* 2009b). Il n'a pas encore réussi à s'établir dans le bassin du Fraser intérieur, mais il est aujourd'hui présent dans les embouchures des affluents, les bras morts et les marécages de tout le bas Fraser. En 2009-2010, un tourniquet installé dans le cours principal du Fraser en amont de Mission (C.-B.) a capturé 32 achigans à grande bouche (Brown *et al.* 2019). Bien que l'on ignore le nombre d'achigans présents dans le bas Fraser, l'espèce est bien établie et prospère. L'achigan à grande bouche peut consommer un grand nombre de chinooks juvéniles lorsqu'ils migrent vers la mer, ce qui peut avoir des répercussions sur le saumon chinook du Fraser dans de nombreuses UD.

L'achigan à petite bouche réside dans la zone littorale des lacs et des rivières au courant plus lent (Brown *et al.* 2009c). Il peut également avoir un impact important sur les communautés indigènes par la prédation sur les petits poissons. De très nombreux ouvrages montrent que



---

l'achigan à petite bouche se nourrit de saumons chinooks juvéniles, bien que son effet sur l'abondance des salmonidés soit variable (Brown *et al.* 2009c; Counihan *et al.* 2012). En 2006, des achigans à petite bouche ont été trouvés dans le ruisseau Beaver, un affluent de la rivière Quesnel, ce qui a conduit à l'intervention de la province de la Colombie-Britannique en 2007 (L.M. Herborg, Province de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.), comm. pers. 2019); malgré ces efforts d'atténuation, il est probable que l'achigan à petite bouche finira par descendre dans la rivière Quesnel, ce qui pourrait réduire la productivité du chinook dans le bassin versant de la Quesnel (Tovey *et al.* 2009; MPO 2011).

La perchaude est une espèce extrêmement adaptable qui utilise de très nombreux habitats (Brown *et al.* 2009a), notamment l'habitat lacustre et limnétique, bien que dans les plus grands lacs, elle se trouve dans le littoral. Les juvéniles ont tendance à se nourrir sur le fond et les plus grosses perchaudes consomment des œufs de poisson et des poissons (Brown *et al.* 2009a). Une fois introduite dans des petits lacs, la perchaude peut avoir de graves impacts sur les espèces de poissons indigènes, surtout en raison de la concurrence pour la nourriture (Bradford *et al.* 2008a; Brown *et al.* 2009a). Neuf petits lacs intérieurs ont été traités à la roténone entre 2008 et 2010 pour éradiquer les populations de perchaude (L.M. Herborg, Province de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.), comm. pers. 2019). On s'inquiète beaucoup de l'expansion de l'aire de répartition de la perchaude, qui aurait des impacts plus grands sur les populations de poissons indigènes, notamment le saumon chinook de l'intérieur du réseau hydrographique de la rivière Thompson (MPO 2010). Lorsque ces espèces envahissantes se déplacent et pénètrent dans des plans d'eau plus étendus comme le lac Shuswap, elles mettent en péril toutes les espèces de poissons et sont très difficiles à éliminer. Même si elles ne provoquent pas d'extinction, elles modifient les profils naturels de la diversité des espèces et réduisent la productivité des poissons indigènes.

Bien qu'il ne constitue pas une menace actuelle pour le saumon chinook du Fraser, le grand brochet (appelé ci-après « brochet ») pourrait constituer une menace importante à l'avenir si une nouvelle expansion en Colombie-Britannique se produit. Le brochet est un prédateur opportuniste vorace, et les populations envahissantes peuvent imposer une pression descendante importante sur la structure des communautés de poissons indigènes par la prédation et la concurrence pour les ressources. Il a été démontré que le brochet s'attaque de préférence aux salmonidés juvéniles (Rutz 1999), et les populations envahissantes du sud du centre de l'Alaska ont été liées à un déclin marqué des populations de saumons autrefois abondantes (Haught et von Hippel 2011). Il a été démontré que les saumons chinooks et coho juvéniles dominent l'alimentation des brochets envahissants dans certains de ces cours d'eau (Sepulveda *et al.* 2013), ce qui suggère de graves impacts sur le saumon chinook du Fraser si le brochet venait à s'établir dans le bassin du Fraser. Le brochet a récemment colonisé le fleuve Columbia et se répartit actuellement entre le barrage Hugh L. Keenleyside, près de Castlegar, en Colombie-Britannique, et le barrage Grand Coulée, dans la partie inférieure du lac Roosevelt, dans l'État de Washington. Un brochet a été récemment (novembre 2018) capturé à moins de 10 milles du barrage de Grand Coulée, ce qui dénote une réelle menace s'il continue à se répandre en aval dans le Columbia (Francovich 2018<sup>20</sup>). Si les brochets se déplacent au-delà du barrage de Grand Coulée, ils pourraient parvenir dans des réseaux hydrographiques tels que la rivière Okanagan et plus loin en Colombie-Britannique. Voir une synthèse détaillée de la biologie et de la répartition du brochet dans le fleuve Columbia dans Doutaz (2019).

---

<sup>20</sup> Francovich 2018 – Article de presse pour [The Spokesman Review](#) : « [invasive northern pike found 10 miles from Grand Coulee Dam, Spokane Tribe catches 45-inch fish](#) ». (Consulté le 22 juillet 2020)

---

Bien qu'elles ne soient pas encore présentes en Colombie-Britannique, l'établissement des moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) et quagga (*Dreissena rostriformisbugensis*) constitue une menace sérieuse pour les écosystèmes et les infrastructures aquatiques de la province. Les dreissenidées sont connues comme des ingénieurs des écosystèmes et du couplage d'habitats benthiques et pélagiques (Crooks 2002; Karatayev *et al.* 2002), et peuvent restructurer les flux d'énergie et de nutriments dans les écosystèmes en produisant des changements fondamentaux dans la structure du réseau trophique (Higgins et Vander Zanden 2010). Elles ont un temps de maturation court (1-2 ans) et une fécondité élevée (>1 million d'œufs/femelle à chaque fraie), avec d'énormes capacités de dispersion à tous les stades biologiques (Ludyanskiy *et al.* 1993), ce qui aggrave la menace non seulement pour le bassin du Fraser, mais pour toute la province de la Colombie-Britannique. La menace posée par les moules dreissenidées n'a pas été notée pour cette catégorie, mais il convient de souligner qu'il s'agit d'une menace potentielle future en raison de la gravité du risque que ces moules représentent si elles s'établissent.

#### *Espèces aquatiques envahissantes estuariennes/marines*

Le crabe vert européen (*Carcinus maenas*) a été introduit dans les écosystèmes côtiers du monde entier, y compris sur la côte pacifique de l'Amérique du Nord, où il est connu pour avoir des effets négatifs sur les habitats de zostère (Howard 2019). Les herbiers de zostère fournissent un habitat d'une importance capitale pour les saumons chinooks juvéniles, avec des caractéristiques d'habitat qui offrent à la fois un couvert et des possibilités d'alimentation dans l'environnement proche du rivage (Kennedy *et al.* 2018). Les crabes verts peuvent à la fois déchirer des lames et déloger des plantes entières par bioturbation pendant qu'ils cherchent des proies, ce qui entraîne une dégradation rapide des herbiers de zostère où ils sont présents en forte densité (Howard 2019). Il y a eu des pertes importantes d'herbiers de zostère sur la côte atlantique, liées à l'abondance du crabe vert. Une étude menée dans les baies Placentia et de Bonavista, à Terre-Neuve, a fait état d'une réduction de 50 % de la couverture de zostère entre 1998 et 2012, et jusqu'à 100 % dans les zones où les populations de crabes verts sont les plus anciennes et les plus denses. Le crabe vert est actuellement présent sur toute la côte ouest de l'île de Vancouver, de la baie Barkley à Winter Harbour, avec des populations isolées, potentiellement éphémères, sur la côte centrale (MPO 2019<sup>21</sup>). Une étude contrôlée en parc, menée dans la baie Barkley, a démontré une réduction de 73 à 81 % plus rapide de la couverture de zostère en présence de fortes densités de crabes verts par rapport à une faible densité ou à des traitements témoins (Howard 2019). On a également signalé la présence de crabes verts dans la mer des Salish, avec des détections dans le bassin Sooke, la baie Beecher, la lagune d'Esquimalt, la lagune Witty, l'île de Salt Spring (2 endroits) et la baie Boundary (P. Menning, comm. pers. 2019). Une analyse de l'ADN est actuellement en cours pour déterminer la population de départ de ces premiers envahisseurs; les résultats pourraient être utiles pour déterminer les futures expansions potentielles de la répartition du crabe vert en Colombie-Britannique.

Dans l'estuaire du Fraser, les herbiers de zostère ont déjà été fortement touchés par les activités historiques, et une nouvelle perte de ces habitats résultant de l'invasion des crabes verts pourrait exacerber les impacts sur les saumons chinooks du Fraser juvéniles qui grandissent dans ces habitats (c'est-à-dire le chinook de l'UD 2 (BFR-Harrison)). Le moment de l'établissement des espèces envahissantes et leur impact ultérieur sur le saumon chinook du Fraser constitue une lacune importante dans les connaissances pour toutes les UD et devrait être pris en compte pour la planification des futures mesures d'atténuation.

---

<sup>21</sup> MPO. 2019. [Crabe vert](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

## Agents pathogènes et virus introduits

*Cette catégorie ne comprend pas les agents pathogènes et les virus présents naturellement, mais les activités associées à l'introduction de maladies non indigènes peuvent augmenter la prévalence des maladies présentes naturellement chez le saumon chinook du Fraser.*

Cette menace concerne principalement les nouveaux agents pathogènes et les maladies dont l'introduction a été liée à la salmoniculture. L'orthoréovirus pisciaire (RVP) est un virus omniprésent et très répandu chez le saumon élevé dans des parcs en filet, et il est transmissible aux poissons sauvages des cinq espèces de saumons du Pacifique (et à la truite arc-en-ciel) (Polinski et Garver 2019). L'orthoréovirus pisciaire a probablement été introduit dans l'océan Pacifique dans les années 2000 (MPO 2018b<sup>22</sup>), et s'est sans doute répandu grâce à la présence de saumons de l'Atlantique (*Salmo salar*) élevés dans des parcs en filet. Il existe trois groupes génotypiques distincts de RVP, mais seul le RVP-1 a été observé en Colombie-Britannique. Cette souche a été associée à une inflammation des muscles squelettiques et cardiaques (IMSC) chez le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) et au syndrome de la jaunisse chez le saumon chinook d'élevage (Di Cicco *et al.* 2017; Miller *et al.* 2017); toutefois, ces deux pathologies qui semblent rares, ont probablement des étiologies complexes et n'ont pas encore été signalées chez le saumon sauvage du Pacifique (Polinski et Garver 2019). Plusieurs études indépendantes sur le saumon du Pacifique et la truite sauvages ont permis de détecter systématiquement le RVP-1 chez le saumon chinook (6 %) et le saumon coho (9 %), par rapport au saumon rose (4 %), au saumon rouge (1,4 %), au saumon kéta (<1 %) et à la truite arc-en-ciel (<1 %). Bien qu'il ait été démontré que le RVP-1 est transmissible au saumon chinook, les expériences visant à transmettre le syndrome de la jaunisse en association avec le RVP ont échoué malgré le passage du RVP (Garver *et al.* 2016). Le RVP constitue donc probablement une menace négligeable pour les populations sauvages de saumon chinook du Fraser.

Les populations confinées (c'est-à-dire dans des parcs en filet) touchées par la maladie présentent un risque potentiel pour les poissons sauvages résidant dans le réseau qui reçoit l'eau d'un site infecté, car elles peuvent amplifier un agent pathogène normalement présent (Brannon *et al.* 1999; Brown *et al.* 2019). Le risque de transmission de maladies est également accru lorsque les individus sont exposés à des pressions physiques, chimiques ou biologiques qui peuvent compromettre leur résistance (Brown *et al.* 2019). Cependant, peu de preuves viennent actuellement étayer le risque de transmission des élevages de poissons aux populations sauvages.

### Classement

En raison des différentes stratégies de cycle biologique utilisées par le saumon chinook de type océanique et de type fluvial, la menace qui pèse sur l'UD 2 (BFR-Harrison, type océanique) provient en grande partie des espèces aquatiques envahissantes présentes dans l'habitat estuarien et marin. Dans le bas Fraser, bien des espèces envahissantes peuvent avoir des impacts sur l'UD 2 (BFR-Harrison) si des saumoneaux migrateurs les rencontrent pendant leur migration vers l'estuaire du Fraser, mais on en ignore actuellement les impacts. La colonisation potentielle du crabe vert dans l'estuaire du Fraser est particulièrement préoccupante pour l'UD 2 (BFR-Harrison). Une invasion par le crabe vert représente une menace importante pour

---

<sup>22</sup> MPO. 2018c. [Orthoréovirus pisciaire et inflammation des muscles squelettiques et cardiaques \(IMSC\)](#). (Consulté le 23 mars 2020)

---

le saumon chinook du Fraser, mais on ne peut pas prédire quand ou si elle se produira, ni quel sera le niveau et le moment des impacts.

Les autres UD sont plus menacées par des espèces aquatiques envahissantes d'eau douce propres à une région dans les habitats où les poissons juvéniles se développent avant ou pendant la migration vers l'océan. La menace des espèces aquatiques envahissantes d'eau douce a été considérée comme généralisée pour les UD 4 (BFR-Haute Pitt) et 5 (BFR-Été), car tous les habitats de ces UD se trouvent dans le bas Fraser. Tous les poissons de ces UD rencontreront probablement certaines des espèces envahissantes dans le bas Fraser. L'ampleur de la menace que représentent les espèces aquatiques envahissantes pour les autres UD de type fluvial a été considérée comme limitée, car si certains poissons en amont se dispersent dans le bas Fraser, la proportion exposée sera probablement faible. Il y a des ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) dans la rivière Thompson Nord, plus précisément dans les UD 16 (THN-Printemps) et 17 (THN-Été), bien que le chevauchement connu d'habitat avec le saumon chinook du Fraser soit actuellement très limité. Les impacts des espèces aquatiques envahissantes ont donc été jugés faibles ou négligeables avec une certaine incertitude.

Il est probable que la transmission de maladies entre les saumons confinés et les saumons chinooks sauvages ait des répercussions sur le chinook sauvage du Fraser, mais aucune relation de cause à effet définitive n'a été démontrée. Cette menace n'a donc pas été notée dans le présent rapport.

#### **4.1.8.2. Espèces indigènes problématiques**

*Il s'agit de la menace posée par des végétaux, animaux ou agents pathogènes et autres microbes nuisibles que l'on trouve habituellement dans l'écosystème concerné, mais qui ont atteint un nombre « en rupture d'équilibre » ou qui sont « diffusés » directement ou indirectement en conséquence des activités humaines (catégorie de menaces 8.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

##### *Prédation par les pinnipèdes*

La prédation par les pinnipèdes a été reconnue comme une source potentiellement importante de mortalité pour le saumon chinook, en particulier pour les populations dont l'abondance de la remonte est faible (Brown *et al.* 2019). Les sections suivantes sur la prédation par les pinnipèdes s'inspirent fortement de Brown *et al.* (2019), *Examen préalable à l'évaluation du COSEPAC des unités de conservation du saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Partie 1 : Renseignements de base.*

L'abondance des phoques communs le long de la côte du Pacifique a connu une augmentation considérable depuis que les activités de chasse ont cessé à la fin des années 1960 (Brown *et al.* 2013). De manière semblable aux tendances au sud de la frontière, le nombre de phoques communs dans le détroit de Georgie a augmenté annuellement de 11,5 % après le milieu des années 1970, puis s'est stabilisé à environ 40 000 individus au milieu des années 1990 (Brown *et al.* 2019). Cette tendance reflète la tendance générale de la côte britanno-colombienne, où le nombre de phoques total est estimé à 105 000 individus (Olesiuk 2010). Les phoques communs chassent les saumons juvéniles, y compris les chinooks juvéniles (Thomas *et al.* 2016), tant en zones marines que dans les cours d'eau (Brown *et al.* 2019). La morphologie contraignante d'un cours d'eau peut accroître la vulnérabilité à des prédateurs très mobiles et agiles, comme les phoques (Brown *et al.* 2019). Les taux de prédation sur les juvéniles en dévalaison peuvent être importants dans les zones éclairées artificiellement la nuit, comme près des ponts (p. ex. rivière Puntledge; Olesiuk *et al.* 1996).

---

Le nombre d'otaries en Colombie-Britannique a aussi presque triplé depuis que la chasse a cessé à la fin des années 1960 (Brown *et al.* 2013). L'abondance actuelle en Colombie-Britannique (basée sur la production de petits) et dans les eaux adjacentes du sud-est de l'Alaska est d'environ 60 000 animaux, un nombre considérablement plus élevé que l'abondance estimée pour le début des années 1900 (Brown *et al.* 2019). Les otaries de Steller sont très répandues dans les eaux côtières, mais pendant l'été, la majorité d'entre elles se rassemblent aux roqueries de reproduction habituelles, dont les plus grandes se trouvent aux îles Scott, au large de l'extrémité nord de l'île de Vancouver, et à l'île Forrester, en Alaska, tout juste au nord de Haida Gwaii (îles de la Reine-Charlotte) (Brown *et al.* 2019). Des études sur l'alimentation effectuées à l'aide de restes de proies trouvés dans les excréments prélevés à ces roqueries et à d'autres échoueries révèlent que les otaries de Steller se nourrissent de diverses espèces de poissons et de céphalopodes, et que les saumons représentent une partie importante de leur alimentation, surtout en été et en automne. Les salmonidés constitueraient environ 10 % de leur alimentation totale (Olesiuk *et al.* 2010). Des études préliminaires sur les espèces présentes dans le régime alimentaire de l'otarie de Steller indiquent que le saumon chinook pourrait représenter une partie importante de tous les salmonidés consommés (Olesiuk *et al.* 2010).

On estime que la biomasse annuelle du saumon chinook dans la baie Puget consommée par les pinnipèdes est passée de 68 à 625 tonnes métriques entre 1970 et 2015 (Chasco *et al.* 2017). D'ici 2015, les pinnipèdes en auraient consommé deux fois plus que les épaulards résidents (les épaulards résidents sont abordés dans la section 4.3, Facteurs limitatifs naturels), et six fois plus que les prises commerciales et récréatives combinées (Brown *et al.* 2019). Des recherches récentes menées par Nelson et ses collaborateurs (2018) ont évalué la relation entre deux covariables, la densité des phoques et l'abondance des poissons d'écloserie, et la productivité du saumon chinook pour 20 populations de chinooks de type océanique (montaison automnale) provenant des bassins versants de la mer des Salish et des zones côtières de l'État de Washington. L'étude a révélé des relations négatives significatives entre la production de chinook et la densité des phoques communs dans 14 des 20 populations (UD 2 incluse dans cette analyse). Bien qu'elles ne soient pas propres au saumon chinook du Fraser, ces études mettent en évidence la menace de la prédation par les pinnipèdes, en particulier sur les UD dont l'abondance est déjà fortement réduite.

### *Parasites et maladies*

Le parasitisme et les maladies sont des composantes naturelles des écosystèmes et peuvent façonner la dynamique des populations en régulant l'abondance des populations hôtes, les interactions trophiques, la concurrence et la biodiversité (Price 1980; Minchella et Scott 1991; Bass *et al.* 2017). Les parasites et les maladies peuvent être associés à des infections chroniques susceptibles d'avoir un impact sur le comportement, l'état et les performances, et de rendre les poissons moins capables de poursuivre leur migration ou plus vulnérables à la prédation ou à la famine (Miller *et al.* 2014). Beaucoup de ces parasites sont opportunistes et n'ont pas d'impact sur la survie des poissons, à moins que ceux-ci ne soient également stressés par d'autres facteurs touchant la fonction du système immunitaire, comme une mauvaise qualité de l'eau ou des toxines (Barton *et al.* 1985; Miller *et al.* 2014). Les saumons du Pacifique sont sémelpares et parviennent à la maturité, vieillissent et jeunent pendant leur montaison en eau douce, ce qui réduit leur état et leur capacité à combattre les infections et les rend particulièrement vulnérables à des agents de stress environnementaux supplémentaires et aux maladies (Miller *et al.* 2014). L'immunosuppression induite par les hormones de maturation (Pickering et Christie 1980) peut également contribuer à accroître la susceptibilité aux parasites, même opportunistes, ou chez les saumons qui étaient auparavant porteurs (Miller *et al.* 2014).

---

Il est difficile d'étudier la prévalence et l'impact des agents pathogènes et des maladies dans les populations de saumons sauvages, car les saumons vivent dans des environnements géographiquement étendus et les mortalités passent souvent inaperçues en raison de la prédation et de la disparition (Bakke et Harris 1998). Une grande partie de nos connaissances actuelles sur les maladies des populations de saumon sauvage provient de l'aquaculture, où les conditions stressantes et les fortes densités de poissons favorisent les infections et accroissent la transmission des maladies (Bakke et Harris 1998; Bass *et al.* 2017). Bien que notre compréhension actuelle de ces dynamiques soit limitée, la maladie a été reconnue comme un facteur potentiel du déclin du saumon rouge dans le Fraser (Cohen 2012), ce qui donne à penser qu'elle pourrait avoir des impacts potentiels similaires sur le saumon chinook du Fraser.

Les salmonidés sont les hôtes de nombreux agents infectieux, notamment des virus, des bactéries, des champignons, des protozoaires, des helminthes et des arthropodes (Thakur *et al.* 2018). Bass et ses collaborateurs (2017) ont récemment mené une étude sur 82 saumons chinooks adultes remontant dans le Fraser (dont six provenaient de la rivière Harrison) pour déterminer la prévalence et la charge des taxons microparasitaires. Ils ont identifié 20 microparasites différents au cours de six échantillonnages, dont quatre n'avaient pas été décrits précédemment chez le saumon chinook et quatre n'avaient été détectés chez aucun salmonidé du fleuve Fraser. Les auteurs ont identifié *Cryptobia salmositica*, *Flavobacterium psychrophilum* et *Ceratonova shasta* comme présentant des associations positives avec des indices physiologiques suggérant la morbidité. Ils indiquent également que les saumons chinooks échantillonnés étaient des survivants migrants, et que par conséquent leurs résultats n'ont pas révélé quels microparasites peuvent causer la mortalité pendant la migration ou à d'autres stades biologiques. Bien que cette étude n'ait pas déterminé directement les liens entre les microparasites et la maladie, elle a permis d'identifier les agents infectieux susceptibles d'avoir un impact en utilisant les corrélations entre la charge parasitaire et les paramètres sanguins indiquant le stress, l'osmorégulation, la maturation et la sénescence. Bass et ses collaborateurs (2017) donnent des descriptions détaillées des principales constatations pour chaque taxon microparasitaire détecté en abondance.

L'étude précédente de Bass et ses collaborateurs (2017) portait sur des saumons adultes proches de la fraie, et toutes les populations provenaient de stocks de poissons d'un an et moins. Tucker et ses collaborateurs (2018) ont étudié les agents pathogènes chez les saumons chinooks du Fraser juvéniles durant leur première année de résidence en mer, en comparant la présence et la charge d'agents infectieux dans les populations de yearlings et de sub-yearlings. On a constaté que chez les poissons d'un an et moins, les profils des divers agents étaient différents sur les plans de la diversité, de l'abondance et de l'origine, ce qui se reflète peut-être dans les variations des profils de résidence dans les environnements littoraux et hauturiers, ainsi que dans les différences d'exposition aux agents infectieux qui en résultent. Les auteurs ont identifié 11 agents pathogènes potentiels qui pourraient être associés à la mortalité du saumon chinook du Fraser, dont cinq étaient associés exclusivement aux stocks de yearlings. Si cette étude n'a pas non plus permis de trouver des liens directs entre les agents pathogènes et les maladies, elle souligne la complexité de la dynamique des maladies chez le saumon chinook du Fraser résultant de son cycle biologique variable, et la nécessité de recherches futures.

### *Classement*

La menace de la prédation par les pinnipèdes est généralisée pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser, car tous les chinooks de ces populations transitent par l'habitat occupé par les pinnipèdes. Les poissons des UD du bas Fraser (UD 2 (BFR-Harrison), UD 4 (BFR-Haute Pitt), et UD 5 (BFR-Été)) sont peut-être les plus menacés par la prédation des pinnipèdes car ils occupent et traversent un habitat immense qui chevauche celui de ces espèces, en particulier

---

les phoques communs. Des colonies de phoques présentes toute l'année ont été identifiées dans le bas Fraser et dans la rivière et le lac Harrison, et pourraient constituer une menace importante pour le chinook présent dans ces zones. Les nombreuses installations de stockage de grumes et de triage dans ces zones attirent probablement les phoques, car elles fournissent un habitat pour les échoueries et accroissent l'abondance des proies en attirant les saumons chinooks en montaison qui cherchent un refuge. Bien que l'on ignore actuellement l'ampleur de la prédation par les phoques sur le saumon chinook du Fraser, on pense qu'elle pose un risque faible à moyen pour les UD 2, 4 et 5 dans le bas Fraser.

Bien que cela n'ait pas été mentionné précédemment dans cette section, l'UD 14 est exposée à un risque supplémentaire de prédation par les espèces de salmonidés indigènes, notamment les grosses truites arc-en-ciel et les ombles à tête plate présents dans les lacs Shuswap et Mable. Cette prédation peut être exacerbée par leur montaison plus précoce que celle des autres UD du réseau hydrographique de la rivière Shuswap (non abordées dans la présente EPR), ce qui peut attirer l'attention sur ces individus pendant leur période initiale de résidence (voir le calculateur de menaces à l'annexe F). Au cours de l'atelier sur les menaces, des inquiétudes ont été exprimées quant à l'impact potentiel des loutres de rivière sur certaines populations, en particulier dans les petits bassins versants où les poissons adultes qui remontent sont confinés dans les fosses. Les impacts associés à la loutre de rivière sont incertains, mais peuvent être problématiques dans les UD 14, 16 et 17, ce qui signifie que le risque peut se situer à l'extrémité supérieure de la catégorie de risque attribuée à ces UD.

Les microparasites sont omniprésents dans l'environnement et, à ce titre, tous les saumons chinooks du Fraser rencontrent une variété d'agents susceptibles de causer des infections et des maladies, et leur servent d'hôtes. Les infections et les maladies touchent toutes les UD de saumon chinook du Fraser dans une certaine mesure, mais une grande incertitude entoure actuellement les impacts directs sur la productivité et la survie du saumon chinook du Fraser.

#### **4.1.8.3. Matériel génétique introduit**

*La menace posée par le matériel génétique introduit comprend les organismes ou les gènes modifiés ou transportés par l'homme, et englobe les effets génétiques des salmonidés d'écloserie (catégorie de menaces 8.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

La menace que fait peser sur le saumon chinook du Fraser le matériel génétique introduit inclut les activités de mise en valeur des stocks et des écloseries. Les programmes de mise en valeur des stocks et des écloseries peuvent modifier la diversité génétique (généralement en la réduisant) des poissons d'écloserie en produisant des cohortes à partir de bassins génétiques plus petits et en les exposant à différentes pressions sélectives (et non naturelles) présentes dans les environnements d'écloserie (Gardner *et al.* 2004; Grant 2012). Les poissons d'écloserie peuvent alors se croiser avec les stocks sauvages, ce qui réduit la valeur adaptative et limite l'adaptabilité de la population pour les générations futures en raison de la limitation de la diversité génétique (Waples 1991; Gardner *et al.* 2004). De plus en plus de preuves empiriques suggèrent que la valeur adaptative des populations sauvages décline progressivement et d'une génération à l'autre en présence de poissons d'écloserie (Fleming 2002; Berejikian et Ford 2003; Gardner *et al.* 2004; Grant 2012). Waples (1999) explique que les risques posés par les écloseries ne peuvent jamais être totalement évités, même avec des pratiques de gestion exemplaires. Comme environ 40 % de la biomasse totale des saumons immatures et adultes du Pacifique Nord (entre 1990-2015) est constituée de poissons d'écloserie (Ruggerone et Irvine 2018), il y a probablement un certain niveau d'interaction négative en raison du matériel génétique introduit.

---

L'introduction de matériel génétique est soit inconnue, soit considérée comme ne constituant pas une menace pour la majorité des UD de saumon chinook du Fraser, en particulier pour les populations de type fluvial où les niveaux d'apports des écloseries sont relativement faibles; c'est pourquoi une note n'a pas été attribuée à ces populations. L'UD 2 (BFR-Harrison) est probablement la plus menacée par l'introduction de matériel génétique en raison du degré élevé des apports des écloseries pour les stocks plus abondants de chinooks de type océanique en Colombie-Britannique et le long de la côte du Pacifique. Des saumons chinooks d'écloserie issus de la rivière Cowichan et du ruisseau Robertson ont été observés dans les frayères de la rivière Harrison, soulignant que l'errance de saumons chinooks provenant d'écloseries situées en dehors de l'UD peut être une source notable d'introggression. Il a été noté qu'environ 5 à 10 % des chinooks de l'UD 2 (BFR-Harrison), une population historiquement composée d'individus à chair entièrement blanche, présentent maintenant une chair de couleur rouge (R. Bailey, comm. pers. 2019), ce qui dénote l'introduction de gènes étrangers ou une dérivation/mutation génétique. Des informations récentes et inédites confirment cette dernière hypothèse, puisque des chinooks à chair rouge de l'UD échantillonnée se sont avérés génotypiquement identiques à des variantes à chair blanche, ce qui suggère qu'aucun gène étranger n'a été introduit (R. Withler, comm. pers. 2019). Bien qu'une incertitude considérable entoure l'introduction de matériel génétique provenant d'autres stocks d'écloserie, un faible niveau d'impact a été attribué à l'UD 2 en raison des observations de chinooks d'écloserie errants provenant de l'extérieur de l'UD.

Les activités d'écloserie menées par Spruce City Wildlife à Prince George suscitent également des inquiétudes dans l'UD 9, où de la laitance cryopréservée de 20 ans provenant de chinooks de la rivière Endako a été croisée avec le stock de géniteurs actuel (R. Bailey, comm. pers. 2019). Bien que le niveau d'impact de ces activités soit inconnu, il existe une grande certitude causale que la réintroduction de gènes sélectionnés au cours de cette période aura peut-être un effet.

Même si elle n'est pas prise en compte dans le classement des menaces, l'errance des saumons chinooks du Fraser provenant des UD qui frayent en amont du glissement de terrain de Big Bar pourrait entraîner de futures introductions de matériel génétique dans d'autres UD. Selon des observations effectuées en 2019, les poissons incapables de migrer en amont du glissement se sont dispersés dans d'autres endroits en aval comme les rivières Bridge, Nahatlatch et Stein, où le programme de gestion des ressources du MPO a remarqué des poissons adultes en mauvaise santé (C. Parken, comm. pers. 2019). Si le blocage causé par Big Bar n'est pas éliminé, l'errance des poissons des UD en amont vers d'autres réseaux hydrographiques pourrait être une future source d'introggression génétique susceptible d'entraîner une baisse de la valeur adaptative ou de la survie.



Tableau 43. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des espèces non indigènes et exotiques envahissantes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Espèces exotiques et non indigènes envahissantes	UD 2	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 4	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 8	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 9	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 10	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 11	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 14	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 16	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 17	Connue	Négligeable	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée

Tableau 44. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des espèces indigènes problématiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Espèces indigènes problématiques	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

Tableau 45. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts du matériel génétique introduit pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et au MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Matériel génétique introduit	UD 2	Connue	Faible	Faible	Faible (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
	UD 9	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
Pour les UD 4, UD 5, UD 7, UD 8, UD 10, UD 11, UD 14, UD 16 et UD 17, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

---

#### 4.1.9. Pollution et contaminants

*La catégorie de menaces 9.6 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation, Énergie excédentaire, n'a pas été incluse dans cette section car elle n'a probablement pas d'impact sur le saumon chinook du Fraser.*

Une grande partie des informations sur la pollution présentes dans les sections suivantes ont été résumées dans Arbeider *et al.* (2019) pour le saumon coho du Fraser intérieur. Les renseignements figurant dans leur rapport sont très pertinents pour le saumon chinook du Fraser en raison du chevauchement considérable des habitats dans le bassin versant du Fraser.

Les menaces de pollution comprennent l'introduction de matériaux exotiques ou excédentaires ou d'énergie provenant de sources ponctuelles et non ponctuelles, y compris les nutriments, les produits chimiques toxiques et les sédiments. Il existe de nombreuses sources pour le bassin hydrographique du Fraser; la pollution est donc divisée en plusieurs catégories : eaux usées domestiques et urbaines; effluents industriels et militaires; effluents agricoles et forestiers; détritiques et déchets solides; et polluants atmosphériques. Les contaminants appartenant à ces catégories comprennent les solides en suspension, les sels et le sable de voirie, l'ammoniac et les autres produits chimiques à base d'azote, les produits chimiques à base de phosphore, les métaux lourds (p. ex. le cuivre, le zinc, l'arsenic, etc.), les phénols, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et autres hydrocarbures, les perturbateurs endocriniens (p. ex. les hormones comme les œstrogènes, les plastifiants comme les phtalates et les composés phénoliques, certains métaux lourds comme le cadmium), les pesticides, les herbicides et les composés organiques halogénés (p. ex. les biphényles polychlorés (BPC)). Beaucoup de ces contaminants proviennent de sources multiples et s'accumulent sous forme de mélanges dans l'environnement, ce qui explique pourquoi les effets de chaque catégorie de menaces sur le saumon chinook du Fraser sont extrêmement difficiles à différencier les uns des autres. Dans cette section, nous examinons d'abord les effets potentiels de l'exposition aux contaminants sur le saumon chinook du Fraser, puis les sources de pollution connues des différentes catégories et leur menace prévue pour le saumon chinook du Fraser.

De nombreux contaminants sont persistants dans l'environnement, peuvent parcourir de longues distances et ont tendance à s'accumuler dans les sédiments et les chaînes alimentaires à partir de sources multiples. Par exemple, les polluants organiques persistants (POP) tels que les BPC, les HAP et d'autres composés organiques halogénés (p. ex. le DDT et la dioxine) provenant des rejets industriels et agricoles d'avant les années 1980 sont toujours présents dans les sédiments du Fraser (concentrations plus élevées dans le bas Fraser), et ont même été trouvés dans la lotte (*Lota lota*) des lacs Chilko, Nicola et Kamloops (Garette 1980; Gray et Tuominen 1999). Des POP ont été détectés dans les sédiments du cours principal de la rivière Nechako et de la plupart de ses affluents (Owens *et al.* 2019), et l'utilisation historique d'autres POP (comme la dieldrine, les HCH, les chlordanes, l'endosulfan et le toxaphène) dans le bassin a été démontrée par leur détection dans les tissus musculaires des poissons (Raymond et Shaw 1997). Les concentrations de BPC peuvent être plus élevées dans les estuaires en raison du dépôt de sédiments par les rivières, mais des polluants organiques persistants (POP) ont également été trouvés dans les eaux d'amont du Fraser (Gray et Tuominen 1999). Le transport et le dépôt atmosphériques à longue distance, associés au rejet de dépôts historiques de contaminants provenant de la fonte des glaciers et des champs de neige permanents, sont la source probable de ces POP à des altitudes plus élevées. Ces contaminants ne proviennent pas seulement de sources locales; le temps de transport des contaminants atmosphériques de l'Asie vers l'Amérique du Nord est estimé à seulement 5-10 jours (Ross *et al.* 2013). Dans un climat mondial en réchauffement, le rejet de contaminants

---

des dépôts glaciaires dans les eaux d'amont pourrait augmenter et exposer les jeunes stades plus vulnérables du saumon chinook du Fraser aux POP. En outre, les BPC et autres POP sont toujours présents dans des produits de consommation, et même si leur production a considérablement baissé, leur nature persistante leur permet de s'accumuler dans l'environnement.

Les saumons chinooks du Fraser sont particulièrement sensibles aux effets de la contamination. Les migrations étendues, les transformations physiologiques et les taux de croissance rapides entraînent des taux élevés d'exposition et d'accumulation provenant de nombreuses sources (Ross *et al.* 2013). Les saumons chinooks du Fraser passent la plus grande partie de leur vie dans le milieu marin pélagique où ils subissent la majorité de leur croissance (95 %), et où la bioaccumulation des contaminants est peut-être la plus importante (Healey 1991; Ross *et al.* 2013; COSEPAC 2017). Cullon et ses collaborateurs (2009) estiment que de 97 à 99 % des polluants organiques accumulés dans les échantillons de tissus des saumons chinooks ont été acquis en mer. Les saumons adultes migrent ensuite vers les frayères d'eau douce où leurs réserves lipidiques totales peuvent diminuer de 95 %, ce qui les expose aux niveaux potentiellement élevés de contaminants séquestrés dans les tissus adipeux (Hendry et Berg 1999; Debruyn *et al.* 2004; Kelly *et al.* 2011). Cette exposition peut entraîner une altération de la fonction olfactive, du comportement migratoire et des fonctions du système immunitaire des salmonidés, ce qui peut réduire la survie des individus (Casillas *et al.* 1997), mais également réduire le succès de la reproduction et la productivité d'une population (Kelly *et al.* 2011). Les effets des polluants sur les populations de poissons marins sont difficiles à distinguer, à moins de mortalités massives directes. Pourtant, les effets sublétaux des expositions toxiques ont été mis en cause en tant que facteurs importants du déclin des populations (Sprongberg et Meador 2006).

Il a été démontré que de faibles concentrations divers produits pharmaceutiques, produits de soins personnels, métaux et autres contaminants touchent les poissons (Fairchild *et al.* 1999; Daughton et Brooks 2011; Schultz *et al.* 2012; Saaristo *et al.* 2017). On comprend mal les réactions toxiques des poissons à ces produits chimiques car de nombreux contaminants s'accumulent sous forme de mélanges et peuvent avoir des effets synergiques (Meador *et al.* 2018). Il est prouvé que les contaminants urbains courants tels que les HAP et les BPC sont immunotoxiques pour les saumons juvéniles à de faibles concentrations dans l'environnement (Arkoosh *et al.* 1991, 1998, 2010; Bravo *et al.* 2011), qui sont alors plus susceptibles de contracter des infections mortelles dues à des agents pathogènes courants présents dans l'environnement (Meador 2014). On sait que les métaux lourds contaminent les poissons adultes en augmentant les taux de mortalité avant la fraie (Feist *et al.* 2011; Scholz *et al.* 2011) et les saumons juvéniles en supprimant les réponses chimiosensorielles à de faibles concentrations, et ils peuvent entraîner une mortalité à des concentrations plus élevées (Sandahl *et al.* 2007).

Peu d'études ont examiné les effets des polluants chez le saumon chinook du Fraser; cependant, des travaux considérables ont été menés aux États-Unis sur le saumon chinook de type océanique dans la baie Puget. Meador et ses collaborateurs (2014) ont indiqué que le taux de survie des saumons chinooks juvéniles de type océanique migrant à travers un habitat estuarien contaminé dans la baie Puget était inférieur de 45 % à celui des saumons chinooks juvéniles transitant par des estuaires non contaminés. Les taux de survie les plus faibles ont été enregistrés dans les estuaires où les eaux usées sont rejetées dans l'estuaire lui-même, ou dans les zones littorales occupées par les saumons chinooks juvéniles avant leur migration dans les eaux libres. Dans une étude plus récente, Meador et ses collaborateurs (2018) ont précisé que l'exposition de saumons chinooks juvéniles aux effluents urbains dans l'habitat estuarien entraîne un dysfonctionnement métabolique qui semble imiter la famine. Bien que les

---

auteurs concluent qu'on ignore quelle combinaison de contaminants provoque ces réactions, la chimie du sang, le coefficient de condition et la teneur totale en lipides, les mesures permettent de penser que cette réaction métabolique a effectivement été induite par les contaminants. Bien qu'ils ne soient pas propres au saumon chinook du Fraser, les résultats de ces études suggèrent que des effets similaires sont possibles chez le saumon chinook du Fraser car le bas Fraser est un goulot d'étranglement migratoire pour toutes les UD et le saumon chinook du Fraser traverse cette zone deux fois au cours de sa vie. Ces effets pourraient être particulièrement prononcés pour l'UD 2; en effet, ces poissons migrent immédiatement vers l'estuaire du fleuve Fraser et y effectuent leur croissance après l'émergence, et sont ainsi exposés à la somme des contaminations provenant de l'ensemble du bassin hydrographique pendant la plus longue période. Par la suite, de nombreux chinooks de l'UD 2 se dispersent et grandissent dans l'habitat de la baie Puget, où ils sont soumis à des niveaux élevés de contamination dans leur régime alimentaire, comme le hareng du Pacifique et d'autres poissons océaniques, qui sont très contaminés dans la baie Puget (West *et al.* 2008). On a constaté que le hareng de la baie Puget était 3 à 9 fois plus contaminé par les BPC que le hareng du détroit de Georgie, et de 1,5 à 2,5 fois plus contaminé par le DDT (West *et al.* 2008). Les chinooks de la rivière Harrison pêchés dans la baie Puget contenaient des concentrations de POP plus élevées que les saumons chinooks du Fraser des autres UD en raison du temps passé en quête de nourriture dans la mer des Salish et la baie Puget (O'Neill et West 2009; Arostegui *et al.* 2017). De futures recherches sur les nombreuses sources de pollution dans le bassin versant du Fraser sont nécessaires pour mieux atténuer les effets des contaminants et réduire leur introduction dans l'environnement; il s'agit d'une lacune majeure dans les connaissances qui doit être comblée pour la future planification du rétablissement.

La pollution lumineuse est un aspect moins exploré de la pollution pour le saumon chinook du Fraser. En général, la migration du saumon du Pacifique peut être ralentie ou interrompue par la présence de lumières artificielles, ce qui le rend plus vulnérable à la capture par les prédateurs (Tabor *et al.* 2004; Nightingale *et al.* 2006). Bien que cet aspect ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, il a été démontré que chez le saumon chinook, l'exposition à une lumière constante diminue la smoltification et aggrave la détérioration de l'état corporel associée à la smoltification (Hoffnagle et Fivizzani 1998). Cette exposition peut se produire en raison de la synchronisation de la l'avalaison avec la nouvelle lune, bien qu'il soit possible que le moment lunaire de l'avalaison dépende du stock (Perkin *et al.* 2011). La pollution lumineuse peut également avoir des effets indirects sur le saumon chinook du Fraser. La lumière est un indice important pour éviter les prédateurs et se nourrir dans les réseaux d'eau douce, et la pollution lumineuse peut entraîner une altération des réseaux trophiques dans les systèmes lentiques, qui se traduit par une augmentation de la biomasse des algues car le zooplancton passe moins de temps dans la partie supérieure de la colonne d'eau euphotique à se nourrir d'algues (Moore *et al.* 2000, 2006; Perkin *et al.* 2011). Il a également été démontré que l'éclairage artificiel à proximité des cours d'eau modifie le comportement des insectes aquatiques adultes lorsqu'ils se dispersent dans l'environnement terrestre (Perkin *et al.* 2011) et que la végétation riveraine exposée aux lampadaires, en particulier les lampes à incandescence ou au sodium haute pression, peut avoir des périodes de croissance plus longues, avec une émergence des feuilles plus précoce et une chute des feuilles plus tardive que dans les environnements plus sombres (Cathey et Campbell 1975). On ignore actuellement les effets de la pollution lumineuse sur le saumon chinook du Fraser, en particulier au niveau de l'UD; elle n'a donc été prise en compte dans aucune des catégories de pollution suivantes.

---

#### 4.1.9.1. Eaux usées domestiques et urbaines

*Cette section comprend les menaces posées par les eaux usées et des eaux de ruissellement non ponctuelles des zones résidentielles et urbaines qui contiennent des nutriments, des produits chimiques toxiques et des sédiments (catégorie de menaces 9.1 du Partenariat de l’UICN pour les mesures de conservation).*

Le développement urbain est très concentré dans la zone entourant le bas Fraser, qui génère de ce fait une quantité considérable d’eaux usées et d’eaux d’égout qui se déversent dans le Fraser et ses affluents. Le paysage urbain très imperméable de la région métropolitaine de Vancouver et son vaste réseau de canalisations détournent les effluents directement par les réseaux d’égouts ou les émissaires d’évacuation d’égouts combinés ou par les stations d’épuration des eaux usées, notamment celles de l’île Annacis (delta), de l’île Lulu (Richmond), de l’île Iona (Richmond), de Lions Gate (Vancouver Ouest) et Langley Nord-Ouest (Langley) dans le bas Fraser. Certaines de ces installations ont été modernisées afin de réduire la quantité de contaminants rejetés et d’accroître la capacité en fonction de la population de la région métropolitaine de Vancouver. Cependant, lorsque le volume des eaux usées dépasse la capacité, ces effluents contournent les stations d’épuration par des émissaires combinés qui se déversent directement dans le Fraser. En 2016, la région métropolitaine de Vancouver a rejeté plus de 30 000 000 mètres cubes d’eaux usées non traitées dans le Fraser, ce qui fait de la Colombie-Britannique la province qui a constamment le plus grand volume d’écoulement au Canada (Cruikshank 2018<sup>23</sup>; Li et Cruikshank 2018<sup>24</sup>). Les autres sources de contaminants urbains sont les réseaux d’égouts des rues qui ne sont pas détournés par les stations d’épuration des eaux usées, et peuvent avoir des effets néfastes sur les petits systèmes et entraîner des mortalités massives de chinooks juvéniles (D. Hussey, comm. pers. 2019). Les métaux lourds, tels que le cuivre provenant des véhicules, peuvent s’accumuler sur les routes et entrer ensuite dans les émissaires d’évacuation d’égouts combinés. La poussière provenant des routes et des zones à fort trafic peut également agir comme vecteur de sédiments fins et de contaminants (p. ex. les HAP et les métaux lourds) vers les réseaux aquatiques (Gjessing *et al.* 1984). Bien que la circulation puisse être la plus intense dans les zones urbaines, les autoroutes qui longent des cours d’eau plus près des zones de fraie peuvent avoir des impacts relativement plus importants car les embryons sont un stade biologique plus sensible. En ce qui concerne la rivière Thompson Nord, la route longe le fond de la vallée près de la rivière, ce qui pourrait augmenter les impacts potentiels du ruissellement pour les UD 16 et 17.

Comme on l’a vu, la région métropolitaine de Vancouver a la plus grande population et la plus grande quantité d’effluents, mais les contaminants peuvent parcourir de grandes distances et s’accumuler à partir de sources diverses. La menace que représentent les contaminants urbains dépend des systèmes d’égouts et du traitement des eaux usées de chaque ville, tant dans le bassin versant du Fraser que dans les villes dont les eaux usées se déversent dans le bassin de Georgie. Par exemple, la station d’épuration de Kamloops comprend un traitement tertiaire (lagunes avec élimination biologique des nutriments), alors que Victoria ne dispose d’aucune station d’épuration. Une évaluation plus approfondie de cette menace nécessitera une collaboration avec les municipalités et Environnement et Changement climatique Canada.

La portée de cette menace a été jugée généralisée pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser, car tous les chinooks doivent migrer deux fois dans le bas Fraser et parfois y résider en

---

<sup>23</sup> Cruikshank 2018 – Article de presse pour The Star Vancouver : « [Untreated sewage pollutes water across the country](#) ». (Consulté le 22 juillet 2020)

<sup>24</sup> Li et Cruikshank 2018 – Article de presse pour StarMetro : « [Sewage problems must be fixed if Vancouver wants to be a global role model, say advocates](#) ». (Consulté le 15 janvier 2020)

---

tant que juvéniles. Une incertitude considérable entoure cependant le niveau d'impact des effluents urbains sur le saumon chinook du Fraser. Bien que des preuves suggèrent des effets néfastes de l'exposition à des contaminants tels que les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien et de soins personnels, il est difficile de séparer ces effets des autres cofacteurs qui peuvent agir sur le saumon chinook du Fraser. C'est pourquoi on prévoit une plage faible à moyenne de l'impact sur toutes les UD de saumon chinook du Fraser, avec un niveau moyen de certitude causale.

#### **4.1.9.2. Effluents industriels et militaires**

*Cette section englobe les polluants aquatiques de sources industrielles et militaires, y compris l'industrie des mines, la production d'énergie, et les industries d'extraction d'autres ressources qui contiennent des nutriments, des produits chimiques toxiques ou des sédiments (catégorie de menaces 9.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

De nombreux émissaires d'effluents industriels sont raccordés aux réseaux d'égouts municipaux, aux stations d'épuration et aux émissaires d'évacuation d'égouts combinés, mais certaines installations peuvent également disposer de leur propre système de traitement sur place. De nombreux systèmes de traitement ont été mis à niveau entre 1980-2000 pour réduire la quantité de contaminants dans les rejets. Les effluents des usines de papier et de pâte à papier constituent la plus grande partie des rejets industriels dans le bassin versant du Fraser (Gray et Tuominen 1999) et disposent souvent d'installations de traitement sur place. Les législations fédérales et provinciales promulguées à la fin des années 1980 et dans les années 1990 ont accru le nombre de programmes de surveillance des effluents et de traitement des rejets nécessaires pour réduire les niveaux de dioxines, de furannes et d'autres solides en suspension, réduisant parfois les contaminants jusqu'à 99 %. Les installations de préservation du bois, qui utilisent des fongicides anti-tache de sève tels que le chlorure de didécyl diméthylammonium (qui est également utilisé comme pesticide en Colombie-Britannique), représentaient une grande partie des rejets industriels autres que ceux des usines de pâte à papier. Là encore, la législation et les changements opérationnels ont permis de réduire la quantité d'anti-tache dans les rejets d'environ 99 % par rapport au milieu des années 1980 (Gray et Tuominen 1999). Le bois traité, les traverses de chemin de fer, les pieux et la construction de poteaux électriques utilisent des produits chimiques tels que la créosote, le pentachlorophénol, l'arséniate de cuivre chromaté et l'arséniate de cuivre ammoniacal; de nombreux rejets directs ont été réduits d'environ 90 % depuis le milieu des années 1980 (Gray et Tuominen 1999). Malheureusement, l'infiltration passée de créosote dans le sol lors des opérations historiques a entraîné la formation d'importants réservoirs souterrains de contaminants qui pénètrent lentement dans les réseaux hydrographiques par les eaux souterraines.

Les activités minières (en particulier l'extraction des métaux) peuvent avoir des effets négatifs sur les conditions environnementales si des mesures d'atténuation appropriées ne sont pas mises en place. On compte sept mines de métaux dans le bassin versant du Fraser. Six de ces mines sont à ciel ouvert : Endako (région de Prince George); Huckleberry (région de Houston); Gibraltar (entre Williams Lake et Quesnel); Mount Polley (près de Williams Lake); rivière Quesnel (près de Quesnel); et Highland Valley (près de Kamloops). Une mine, Bralorne (région de la rivière Bridge), est une mine d'or souterraine. La mine Endako déverse ses eaux usées dans un ruisseau qui se jette dans le lac François (croissance du saumon rouge), puis dans la rivière Endako, qui se déverse dans le lac Fraser. La mine de Huckleberry se déverse dans le passage Tahtsa du réservoir Nechako, qui a deux points de déversement (on ne sait pas exactement quelle quantité se déverse dans le Fraser). Les rejets intentionnels et non intentionnels des mines contiennent des contaminants tels que : des variables conventionnelles, des variables microbiologiques, des ions majeurs, des nutriments, des métaux, des cyanures,



---

des hydrocarbures pétroliers, des hydrocarbures mono-aromatiques et des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Il existe également des mines fermées/abandonnées dans le bassin versant du Fraser. Les déversements accidentels de résidus miniers et du transport des ressources peuvent avoir des répercussions sur le saumon chinook du Fraser dans le fleuve. La récente rupture de la digue de la mine du Mt Polley a pu avoir plusieurs impacts négatifs sur les saumons chinooks du Fraser qui utilisent le lac Quesnel, ses affluents ou qui le traversent durant leur migration. Cette rupture a permis le rejet d'environ 24 millions de mètres cubes d'effluents de résidus des mines de cuivre et d'or dans les lacs Polley, Hazeltine Creek et Quesnel (Petticrew *et al.* 2015). Les changements aigus de la turbidité et d'autres polluants en suspension peuvent provoquer des traumatismes physiologiques (tels que des abrasions des branchies), une augmentation de l'incidence des maladies et des changements de comportement (Bisson et Bilby 1982; Nikl *et al.* 2016). Si les sédiments de cuivre restent en suspension ou le deviennent, ils peuvent également perturber les systèmes chimiosensoriels des salmonidés juvéniles susceptibles d'avoir des effets durables et préjudiciables sur le comportement (Sandahl *et al.* 2007). Les effets à court terme se sont probablement limités aux quelques dèmes de l'UD 10 qui se trouvent dans le réseau immédiat l'année de la rupture; cependant, on ignore les effets à long terme.

Le charbon est le plus polluant des combustibles fossiles à tous les stades de la production, car il contient d'abondantes matières particulaires, des métaux lourds et des polluants organiques tels que les HAP (Mamurekli 2010). La poussière de charbon peut pénétrer dans l'environnement par le biais des eaux pluviales, du ruissellement des tas de charbon, du transfert atmosphérique de la poussière de charbon pendant le traitement/transport (piles de stockage, courroies de convoyeur, wagons) et des déraillements de trains. Bien qu'elles ne soient pas propres au saumon chinook du Fraser, les études contrôlées en parc menées par Campbell et Devlin (1997) ont démontré que les saumons chinooks juvéniles exposés à la poussière de charbon présentent un dysfonctionnement de l'expression génétique des protéines essentielles au métabolisme cellulaire. En outre, l'exposition aux extraits de poussière de charbon peut déclencher un déséquilibre oxydatif dans les systèmes biologiques, entraînant des dommages cellulaires et le développement d'un large éventail d'[anomalies](#) (Indo *et al.* 2015; Pizzino *et al.* 2017). Le terminal charbonnier de Roberts Bank est la plus grande installation d'exportation de charbon sur la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord, traitant plus de charbon que tous les autres terminaux canadiens réunis (Westshore 2019)<sup>25</sup>. Le terminal charbonnier a eu de nombreux effets sur l'écologie locale de la région environnante, et les rejets de poussière de charbon du terminal ont eu des impacts néfastes sur la région (Johnson et Bustin 2006). Des habitants aussi éloignés que ceux de Pt. Roberts (5 à 10 km) ont signalé que de la poussière de charbon s'échappait du terminal à partir des wagons chargés entrants, des courroies de convoyeur et des trains vides au retour pendant les processus de chargement (MPO 1978<sup>26</sup>; Johnson et Bustin 2006), ce qui indique un important transfert atmosphérique dans le milieu environnant. On ne sait pas encore très bien comment la poussière de charbon menace ou perturbe actuellement le saumon chinook du Fraser au niveau de l'UD, mais on pense que l'effet global est négatif.

Le transport de bitume dilué dans des pipelines peut avoir des impacts si des fuites ou des déversements se produisent dans l'habitat du saumon chinook du Fraser. Les impacts à court terme d'un déversement de bitume dilué pourraient tuer tous les œufs dans un cours d'eau

---

<sup>25</sup> Westshore 2019. [Premier Mover of Coal](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

<sup>26</sup> MPO. 1978. [Roberts Bank Port Expansion: A Compendium of Written Submissions to the Environmental Assessment Panel](#). (Consulté le 21 juillet 2020)

---

selon la quantité d'altération et de mélange, éliminant toute une cohorte d'un dème. Les produits du bitume dilué contiennent des proportions et types variables de HAP et de composés aromatiques polycycliques, et leur poids moléculaire est également différent, ce qui se traduit par des toxicités variables pour les embryons (Alsaadi *et al.* 2018). Cette variabilité accroît donc l'incertitude entourant les impacts d'un déversement de bitume dilué. Deux études ont examiné la toxicité du bitume dilué pour les tacons du saumon rouge (Alderman *et al.* 2017a, 2017b). Elles ont permis de constater une diminution des performances natatoires et une augmentation des taux de dommages cellulaires chez les tacons, qui entraîneraient probablement une augmentation de la mortalité aux stades ultérieurs. Une étude sur des œufs de saumon rose qui ont été exposés à des concentrations sublétales de HAP (pas sous forme de bitume dilué) a montré une réduction de 40 % de la survie des alevins qui ont émergé par rapport aux années non touchées, avec une réduction globale de la productivité supérieure à 50 % (Heintz *et al.* 2000). L'oléoduc TransMountain passe par le haut de l'UD 11 (haut Fraser), longe les UD de la Thompson Nord (UD 16 et 17), une partie de la basse Thompson (c'est-à-dire la rivière Coldwater) et suit le bas Fraser. Les déversements terrestres peuvent également constituer une menace inconnue si le bitume dilué ou ses constituants s'infiltrent dans les eaux souterraines et sont transportés dans les cours d'eau et l'environnement d'incubation hyporrhéique en faibles concentrations, mais sur une longue période. Le bitume dilué est également transporté par rail, et les trains présentent un risque de déraillement sur plusieurs itinéraires qui longent le moyen Fraser, la Thompson Nord, la Thompson Sud, la basse Thompson et le bas Fraser. D'autres produits chimiques sont également transportés par rail, comme la créosote et les substances caustiques qui peuvent tuer des centaines de milliers de poissons (Ross *et al.* 2013). Les déversements des activités industrielles directement dans les cours d'eau auraient probablement des impacts aigus mais catastrophiques là où ils se produisent, mais des effets chroniques à long terme sont également possibles si les contaminants pénètrent dans les eaux souterraines ou s'accumulent dans les sédiments.

La portée de cette menace a été jugée généralisée pour toutes les UD de saumon chinook du Fraser, car tous les chinooks doivent migrer deux fois dans le bas Fraser et parfois y résider en tant que juvéniles. Comme pour la menace posée par les effluents urbains, de plus en plus de preuves montrent que l'exposition à divers contaminants d'origine industrielle (BPC, polybromodiphényléthers, HAP, etc.) a des effets négatifs sur les poissons, mais à notre connaissance, aucune recherche ne relie directement ces effets aux déclinés du saumon chinook du Fraser. Les recherches menées sur le saumon chinook dans la baie Puget ont révélé des niveaux suffisamment élevés de polluants industriels accumulés (BPC, polybromodiphényléthers, HAP, etc.) pour provoquer des impacts négatifs, notamment une réduction de la croissance et de la résistance aux maladies et une altération des profils sanguins/tissulaires (Carey *et al.* 2017). Il convient de noter que le niveau de risque pourrait être plus élevé dans l'UD 2 par rapport aux autres UD car ces poissons passent plus de temps dans l'estuaire du Fraser, en plus de résider dans la baie Puget. Compte tenu de ce qui précède, on prévoit une plage d'impact faible à moyen sur toutes les UD de saumon chinook du Fraser avec un niveau moyen de certitude causale.

#### **4.1.9.3. Effluents agricoles et forestiers**

*Cette menace englobe les polluants aquatiques d'origine agricole et sylvicole et en provenance des systèmes aquatiques, qui comprennent des nutriments, des produits chimiques toxiques ou des sédiments, y compris les effets de ces polluants sur le site où ils ont été appliqués (catégorie de menaces 9.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

La contamination provenant de l'agriculture et de la foresterie inclut les sédiments, les gros débris ligneux, les nutriments et diverses substances chimiques toxiques comme les pesticides et les herbicides. Cette catégorie comprend les incendies de forêt, qui peuvent exacerber les

---

impacts des effluents des secteurs agricole et forestier, et la menace d'introduction de substances chimiques toxiques dans les écosystèmes aquatiques par la gestion des feux de forêt.

La fréquence et l'ampleur de la sédimentation pouvant résulter du retrait de la végétation par la foresterie sont liées à des variables telles que la pente, la composition du sol (y compris les communautés bactériennes), le vent, l'étendue et la méthode de retrait de la végétation, les précipitations, les zones tampons riveraines et la présence de routes (Meehan 1991). Il est bien établi que les méthodes d'exploitation forestière peuvent déstabiliser les sédiments et accroître la sédimentation dans les habitats du poisson adjacents et en aval, avec un risque supplémentaire accru de glissements de terrain qui peuvent modifier la connectivité (Wise *et al.* 2004). En outre, les forêts et les sols touchés par le feu peuvent également augmenter les taux de sédimentation et exacerber les effets de l'exploitation forestière. Le pâturage du bétail est une autre source importante d'apports de sédiments dans les cours d'eau, résultant de la déstabilisation des berges et de l'augmentation de l'érosion de surface (Rhodes *et al.* 1994). Les sédiments et leurs effets peuvent être essentiellement séparés en sédiments fins et grossiers. Les sédiments fins ont des impacts plus directs que les sédiments grossiers, principalement en réduisant la survie des œufs du fait de la diminution de la circulation d'oxygène et de l'intrusion des sédiments fins et en empêchant les alevins d'émerger des nids (Chapman 1988; Meehan 1991). Les sédiments fins entraînent également des modifications de la productivité primaire et secondaire, des échanges hyporhéiques et des taux de floculation, qui interagissent tous de manière complexe et dont les effets sont souvent variables d'un système à l'autre (Meehan 1991; Moore et Wondzell 2005). Dans certains systèmes côtiers, on a d'abord observé des effets bénéfiques de l'exploitation forestière, mais l'érosion des berges à long terme, l'affouillement du lit des cours d'eau, les changements des gros débris ligneux et le déplacement des sédiments vers l'aval ont généralement dépassé les avantages à court terme (Tschaplinski et Pike 2017). Les changements dans les sédiments grossiers peuvent entraîner une transformation des habitats de cours d'eau, qui passent des fosses aux radiers (Meehan 1991), et réduisent ainsi la qualité de l'habitat.

Les gros débris ligneux sont un aspect compliqué des effluents forestiers, qui peuvent fournir un habitat complexe et bénéfique pour les saumons juvéniles en créant des zones où la vitesse est plus faible, dans lesquelles les poissons peuvent se reposer et chercher des proies. Les poissons qui se nourrissent à la dérive, comme le saumon chinook du Fraser, grandissent plus rapidement lorsqu'ils peuvent se maintenir dans des eaux lentes (c'est-à-dire en minimisant leurs dépenses énergétiques) et se nourrir à proximité des zones à vitesse plus grande (pour maximiser le nombre d'invertébrés à la dérive disponibles) (Fausch 1984; Hafs *et al.* 2014). L'un des effets chroniques de l'exploitation forestière est qu'il y a généralement moins de gros débris ligneux dans les effluents, ce qui diminue la complexité de l'habitat (Meehan 1991). Cependant, lorsque les souches et les gros débris ligneux sont laissés en tas sur les lieux de récolte, les glissements de terrain peuvent faire passer de grandes quantités de gros débris ligneux dans les cours d'eau et modifier les habitats, créer des pièges à sédiments ou avoir un impact sur la connectivité (p. ex. Tschaplinski et Pike 2017). La gestion du bois a été reconnue comme un outil important pour la santé et la restauration des rivières, mais on ignore actuellement les impacts des pratiques forestières sur l'inventaire des gros débris ligneux dans le bassin du Fraser ou les influences biologiques sur les saumons chinooks du Fraser.

La charge en éléments nutritifs provenant de la fertilisation des terres agricoles et de la replantation des arbres, ou des excréments du bétail qui enrichissent les effluents, peuvent également avoir des répercussions sur les saumons juvéniles et leur habitat. Les hausses des nutriments ou de la charge organique d'un écosystème aquatique peuvent entraîner une augmentation de la productivité biologique, la sédimentation de la matière organique inutilisée

---

et des changements dans la composition des communautés (Likens 1972). Des niveaux de nutriments plus élevés que les niveaux naturels peuvent causer l'eutrophisation et créer des zones hypoxiques dans les eaux stagnantes, qui empêchent probablement les saumons juvéniles d'utiliser ces habitats (Gordon *et al.* 2015). Il y a peu de preuves que ce soit le cas dans le Fraser intérieur (bien qu'Environnement et Changement climatique Canada dispose de données pour l'analyse); cependant, on sait que les affluents du Fraser inférieur s'eutrophient (Gordon *et al.* 2015). Par exemple, la demande biologique en oxygène (DBO) résultant des déchets fécaux agricoles a diminué les niveaux d'O<sub>2</sub> au point d'avoir provoqué à plusieurs reprises des mortalités massives de saumons kéta adultes dans le ruisseau Chilqua (C. Parken, comm. pers.). Les nutriments peuvent également modifier la productivité primaire et secondaire de manière bénéfique. Des apports de nutriments ont déjà été utilisés pour mettre en valeur les stocks dans des lacs et des cours d'eau, mais l'augmentation des taux de prédation a parfois des conséquences imprévues qui masquent les avantages (Hyatt *et al.* 2004; Collins *et al.* 2016). Il n'y a actuellement aucune amélioration en nutriments dans le bassin versant du Fraser.

Divers pesticides et herbicides sont utilisés dans les secteurs agricole et forestier pour lutter contre les insectes, les mauvaises herbes et les champignons, qui peuvent avoir toute une série d'effets négatifs lorsqu'ils sont introduits dans les milieux aquatiques. Ces produits chimiques appartiennent principalement aux catégories générales des organochlorés (p. ex. DDT, endosulfan, cyclodiènes), des organophosphates (p. ex. glyphosate ou RoundUp), des chlorophénoxydes (p. ex. 2, 4-D) et des triazènes (p. ex. atrazine). Comme indiqué dans la section sur les effluents industriels, les produits chimiques organochlorés se biodégradent lentement et persistent dans l'environnement. Les pesticides organochlorés utilisés avant les années 1980 (c'est-à-dire le DDT) sont toujours présents dans les sédiments du Fraser (concentrations les plus élevées dans le bas Fraser) et ont également été trouvés dans la lotte (*L. lota*) des lacs Chilko, Nicola et Kamloops (Garette 1980; Gray et Tuominen 1999). D'autres organochlorés (autres que le DDT) ont également été observés dans l'eau des fossés agricoles reliés aux affluents du bas Fraser que le saumon utilise (Wan *et al.* 2005). Le glyphosate est utilisé à la fois dans l'agriculture et la foresterie. Des lois interdisent son utilisation à proximité des systèmes aquatiques, mais il peut être transporté dans les sols érodés par la pluie et pénétrer dans les cours d'eau, bien qu'il se dégrade également plus rapidement lorsqu'il se dissout dans l'eau (Van Bruggen *et al.* 2018). Par conséquent, même si le glyphosate pénètre dans les cours d'eau, il n'atteint pas nécessairement des concentrations létales pour les saumons chinooks du Fraser juvéniles (Mitchell *et al.* 1987). Les herbicides chlorophénoxydes et les triazènes sont également transportés dans les cours d'eau par l'eau de pluie, mais ils peuvent persister plus longtemps que les organophosphates et s'accumuler dans les sédiments (Hill *et al.* 1990; Solomon *et al.* 2008). L'atrazine peut avoir certains effets sur le système immunitaire du saumon chinook, mais il y a généralement peu de preuves d'effets létaux ou sublétaux aux concentrations trouvées dans les environnements (Solomon *et al.* 2008). Les contaminants susmentionnés (et d'autres) ont été observés dans les bassins versants du Fraser intérieur et du bas Fraser (Gray et Tuominen 1999), mais des relevés plus uniformes et intensifs sont nécessaires pour comprendre leurs impacts sur le saumon chinook du Fraser.

On prévoit que les feux de forêt seront de plus en plus fréquents sous l'effet des changements climatiques, ce qui s'accompagnera d'une augmentation simultanée de la gestion des incendies. L'application de produits ignifuges à base d'engrais est un outil important dans la lutte aérienne contre les incendies, mais ces produits chimiques peuvent pénétrer dans les écosystèmes aquatiques par le biais du ruissellement de surface, d'une mauvaise application par largage aérien ou lors d'exceptions aux restrictions d'application lors d'incendies extrêmes (Buhl et Hamilton 1998). Les produits ignifuges contiennent des sels inorganiques tels que l'hydrogénophosphate de diammonium et le polyphosphate d'ammonium, et sont les principales

---

substances toxiques qui conduisent à la formation d'ammoniac non ionisé dans la colonne d'eau (Buhl et Hamilton 1998; Dietrich *et al.* 2014). L'ammoniac existe à la fois sous forme ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ) et non ionisée ( $\text{NH}_3^0$ ) lorsqu'il est dissous dans les eaux de surface, la première ne traversant pas facilement les branchies des poissons et étant moins biodisponible que la forme non ionisée (Francis-Floyd *et al.* 2009). L'ammoniac peut présenter une toxicité aiguë pour les poissons, principalement en raison de son effet sur le système nerveux central, ou « intoxication aiguë par l'ammoniac », qui peut entraîner une perte d'équilibre, une hyperexcitabilité, une accélération de la respiration, du débit cardiaque et de l'absorption d'oxygène et, dans les cas extrêmes, des convulsions, un coma et la mort (USEPA 1989; Randall et Tsui 2002). Des concentrations plus faibles d'ammoniac peuvent entraîner une réduction du succès de l'éclosion, du taux de croissance et du développement morphologique, ainsi que des changements pathologiques dans les tissus des branchies, du foie et des reins des poissons (USEPA 1989). L'ammoniac est également plus toxique pour la vie aquatique à des températures plus élevées (Levit 2010), ce qui signifie que le niveau de risque est plus grand dans les petits cours d'eau des zones qui connaissent des températures élevées. L'impact négatif cumulé des produits ignifuges sur l'abondance du saumon chinook englobe non seulement la mortalité aiguë immédiatement après une mauvaise application, mais aussi la mortalité différée une fois que les saumons exposés pénètrent dans l'eau de mer (Dietrich *et al.* 2013). Bien que ce ne soit pas propre au saumon chinook du Fraser, aux États-Unis, la survie du saumon chinook de type fluvial est réduite lors de l'entrée dans l'eau de mer après une exposition à des concentrations sublétales de produits ignifuges; cependant, on a également estimé qu'il existait des doses létales si le produit ignifuge était rejeté directement dans les cours d'eau (Dietrich *et al.* 2013, 2014).

#### **4.1.9.4. Détritus et déchets solides**

*Cette catégorie de menaces englobe les rebuts et autres matières solides, y compris ceux dans lesquels les animaux sauvages s'empêtrent. Elle inclut les déchets municipaux, les déchets de voitures, les épaves rejetées et flottantes de bateaux de plaisance, les déchets dans lesquels les animaux sauvages s'empêtrent, les débris de construction, les engins de pêche abandonnés et les microplastiques (catégorie de menaces 9.4 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les microplastiques sont des particules de plastique à peine visibles sous forme de petits fragments, de fibres et de granules, et constituent un nouveau contaminant préoccupant en raison de leur abondance mondiale et de leur vaste répartition (Desforges *et al.* 2015). L'ingestion de microplastiques est considérée comme une menace physique pour le saumon chinook du Fraser, car l'accumulation de plastique peut bloquer le tractus intestinal et entraîner la mortalité. Les microplastiques sont également une menace pour les espèces proie planctoniques du saumon chinook du Fraser, car les particules peuvent s'empêtrer dans les appendices d'alimentation et bloquer ou abraser les organes internes, entraînant une réduction de l'alimentation, un mauvais état, des blessures et la mortalité (Cole et Newton 2013).

Les espèces qui se nourrissent sans discernement dans la colonne d'eau sont peut-être particulièrement menacées car elles peuvent confondre les microplastiques avec des aliments naturels de même taille (Desforges *et al.* 2015). Il a été suggéré que le zooplancton en suspension et celui qui se nourrit par filtration sont les plus exposés aux microplastiques, car ces modes d'alimentation servent à concentrer la nourriture à partir de grands volumes d'eau (Kaposi *et al.* 2014; Moore 2008). Des recherches récentes menées dans le détroit de Georgie par Desforges et ses collaborateurs (2015) ont fourni un contexte écologique de la transmission des microplastiques aux organismes de niveau trophique supérieur, en particulier le saumon du Pacifique, y compris le chinook. Cette étude a démontré que deux types de zooplancton d'importance critique pour les saumons chinooks du Fraser juvéniles, les copépodes et les

---

euphausiacés, ingèrent des microplastiques en haute mer, ce qui entraîne par la suite l'accumulation de ces contaminants chez les poissons qui consomment ces espèces de zooplancton.

L'exposition aux microplastiques peut être considérable pour les espèces de saumon du Pacifique; on a estimé que les saumons juvéniles consommaient de deux à sept particules de microplastique par jour, et que les saumons adultes en montaison absorbaient jusqu'à 91 particules par jour. Bien que les auteurs concluent que cette étude est spéculative, ils donnent une idée de l'ampleur possible de l'exposition aux microplastiques et soulèvent des questions sur les risques pour les populations d'espèces importantes sur les plans écologique et économique (Desforges *et al.* 2015).

Les filets, cordages et pièges de pêche sont souvent perdus dans les tempêtes, les chicots ou lorsqu'ils sont écrasés par d'autres navires, et peuvent avoir des effets néfastes sur les poissons et les autres animaux qui les rencontrent. Les engins de pêche perdus continuent de capturer des poissons dans la colonne d'eau, qui à leur tour peuvent attirer des prédateurs risquant également s'y empêtrer. On estime que 800 000 tonnes d'engins de pêche « fantômes » sont perdues dans l'océan chaque année, mais on ignore actuellement l'ampleur de la perte d'engins de pêche dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique (Emerald Sea Protection Society 2019)<sup>27</sup>.

C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il ne fait guère de doute qu'il y a un impact et que c'est une menace.

#### **4.1.9.5. Pollution atmosphérique**

*Cette catégorie de menaces comprend les polluants atmosphériques provenant de sources ponctuelles et non ponctuelles, notamment les pluies acides, le brouillard consécutif aux émissions des véhicules, le dépôt excessif d'azote, les retombées radioactives, la dispersion de polluants ou de sédiments par le vent, la fumée des incendies de forêt ou des poêles à bois (catégorie de menaces 9.5 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les courants atmosphériques transportent des substances chimiques en suspension dans l'air qui peuvent être photodégradées par les rayons du soleil ou déposées au sol soit par des dépôts humides ou secs, soit par absorption de gaz (Blais 2005). Certains contaminants comme les BPC, les dioxines, les furanes, le DDT, la dieldrine, les chlordanes et l'hexachlorobenzène ont une capacité extraordinaire de transport à longue distance, comme en témoigne leur présence dans les réseaux trophiques des régions nordiques éloignées du Canada où ces produits chimiques ne sont pas fabriqués (Dewailly *et al.* 1989; Gilman *et al.* 1997; Blais 2005). D'autres contaminants atmosphériques, tels que la poussière de charbon à partir des wagons chargés entrants, des courroies de convoyeur et des trains vides au retour peuvent être introduits dans le milieu environnant pendant les processus de chargement (Johnson et Bustin 2006).

L'accumulation du manteau neigeux est un facteur important de contamination des lacs de montagne (Blais *et al.* 2001), la charge maximale en contaminants se produisant généralement pendant la période de fonte des neiges (Blais 2005). Les flocons de neige sont des pièges très efficaces des contaminants atmosphériques (Blais 2005), fournissant un mécanisme important de transport de la pollution d'origine anthropique par les courants atmosphériques. Certains contaminants peuvent se volatiliser dans l'air à mesure que le manteau neigeux parvient à

---

<sup>27</sup> Emerald Sea Protection Society. 2019. [Lost Fishing Gear - A Global Challenge](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

maturité, mais les composés plus solubles dans l'eau (comme les HCH) ont tendance à se dissoudre dans l'eau de fonte et à retourner dans le sol à mesure que la neige fond (Wania 1997; Blais 2005). La fonte rapide des neiges entraîne généralement une vague de contaminants dans les cours d'eau et les lacs de surface (Blais *et al.* 2001).

Les contaminants atmosphériques représentent une menace généralisée pour le saumon chinook du Fraser car il n'existe pratiquement aucun endroit sur la Terre qu'ils ne touchent pas (Blais 2005). Bien que de plus en plus de preuves suggèrent que la pollution atmosphérique peut contribuer à la dégradation des conditions environnementales, il n'y a actuellement aucun moyen de quantifier les effets sur le saumon chinook du Fraser. Le niveau d'impact de cette menace est incertain, mais les impacts prévus des polluants atmosphériques devraient avoir un niveau faible à moyen, avec un faible niveau de certitude causale en raison du manque d'informations.

Tableau 46. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des eaux usées domestiques et urbaines pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Eaux usées domestiques et urbaines	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste



Tableau 47. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des effluents industriels et militaires pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Effluents industriels et militaires	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

Tableau 48. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des effluents agricoles et forestiers pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Effluents agricoles et forestiers	UD 14	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

Tableau 49. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des détritits et déchets solides pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Détritits et déchets solides	UD 2	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

Tableau 50. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la pollution atmosphérique pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Pollution atmosphérique	UD 2	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste

---

## 4.1.10. Phénomènes géologiques

### 4.1.10.1. Volcans

*Cette menace inclut les phénomènes volcaniques tels que les éruptions, les émissions et les gaz volcaniques (catégorie de menaces 10.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Le Canada compte cinq zones volcaniques potentiellement actives, dont quatre en Colombie-Britannique (Garibaldi, Wells Gray-Clearwater, Stikine et Anahim) (Ressources naturelles Canada 2019<sup>28</sup>). Nous ne pouvons pas prédire actuellement la future activité volcanique future avec certitude, de sorte qu'il n'est pas possible d'attribuer un niveau d'impact à cette menace. L'ampleur de la menace est cependant généralisée, car l'activité volcanique est constante en Colombie-Britannique et a probablement de graves impacts sur le saumon chinook du Fraser.

### 4.1.10.2. Tremblements de terre et tsunamis

*Cette menace comprend les tremblements de terre et les phénomènes associés tels que les tsunamis (catégorie de menaces 10.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les activités géologiques et géophysiques sont regroupées le long des côtes occidentales de l'île de Vancouver, de l'État de Washington et de l'Oregon. Les archives montrent que la récurrence moyenne des grands séismes de Cascadia, accompagnés de tsunamis destructeurs, est de 500 ans dans cette région (Clague et Bobrowsky 1999; Clague, Munro et Murty 2003). Comme pour la menace liée à l'activité volcanique, il est impossible de prévoir avec précision quand ces activités se produiront, c'est pourquoi il n'a pas été possible d'évaluer le niveau d'impact sur le saumon chinook du Fraser.

### 4.1.10.3. Avalanches et glissements de terrain

*Cette menace comprend les avalanches, les glissements de terrain et les coulées de boue (catégorie de menaces 10.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les avalanches et les glissements de terrain sont considérés comme une menace et non comme un facteur limitatif, car les activités anthropiques ont provoqué une baisse importante de l'abondance du saumon chinook du Fraser, accroissant ainsi sa vulnérabilité aux impacts des glissements de terrain.*

Les glissements de terrain peuvent bloquer la migration des poissons adultes et juvéniles, détruire l'habitat et modifier les conditions de l'habitat en introduisant des concentrations anormalement élevées de sédiments. Les avalanches et les glissements de terrain peuvent se produire naturellement ou résulter d'impacts cumulatifs provoqués par l'homme, et leur fréquence devrait augmenter en Amérique du Nord avec les changements climatiques (Gariano et Guzzetti 2016). Les récents travaux de modélisation hydrologique prévoient que près de la moitié du bassin du Fraser (45 %) passera d'un hydrogramme dominé par la neige dans les années 1990 à un régime principalement dominé par la pluie d'ici les années 2080 (Islam *et al.* 2019). La même étude prévoyait une avance de près de 25 jours des crues printanières d'ici les années 2050, et de 40 jours d'ici les années 2080 par rapport aux années 1990. Cette période prolongée de gel-dégel, conjuguée à une fréquence accrue des épisodes de pluie, peut avoir des effets profonds sur la stabilité des pentes et accroître la fréquence des glissements de terrain. Les chemins forestiers ont également été reliés aux glissements de terrain dans certains réseaux hydrographiques (Trombulak et Frissell 2000), des années et des décennies s'écoulant

---

<sup>28</sup> Ressources naturelles Canada. 2019. [Où sont les volcans du Canada?](#) (Consulté le 22 juillet 2020)

---

avant que les impacts cumulatifs sur la stabilité des pentes se concrétisent. Si leurs débris ne sont pas atténués, les glissements de terrain ont le potentiel de faire disparaître des dèmes entiers en bloquant le passage ou en enterrant le gravier de fraie. Le glissement historique de Hells Gate (1914) et le récent glissement de Big Bar (2018) représentent le pire scénario de glissement.

Le bassin hydrographique de la rivière Seton est sujet à des glissements de terrain épisodiques qui peuvent avoir des impacts négatifs importants sur le saumon chinook du Fraser de l'UD 8 (MFR-Portage), et la région devrait connaître une intensification substantielle de la fréquence des événements pluvieux extrêmes et une augmentation modérée de leur intensité avec les changements climatiques (BGC 2018). Les événements les plus récents et les plus importants se sont produits dans le ruisseau Whitecap, un affluent de la rivière Portage dont le confluent se trouve à 670 m en aval du lac Anderson, où les problèmes constants de sédimentation liés aux glissements de terrain menacent le saumon chinook du Fraser de cette UD. En septembre 2015, une coulée de débris et une avulsion du chenal dans le ruisseau Whitecap ont déposé de grandes quantités de sédiments dans la rivière Portage, créant un blocage complet sur environ 170 m qui a empêché l'écoulement du lac Anderson et a provoqué une inondation sur ses berges (BGC 2018). L'année suivante, en novembre 2016, une autre avulsion du chenal s'est produite dans le ruisseau Whitecap, bloquant environ 75 % de la rivière Portage (BGC 2018). Ces événements se sont produits dans des frayères de haute qualité et il n'existe pas d'autres frayères dans cette UD.

À la fin de 2018, un important glissement de terrain s'est produit dans une partie étroite et éloignée du Fraser près de Big Bar, en Colombie-Britannique, empêchant tous les saumons en montaison de frayer en amont du glissement. Les UD de saumon chinook du Fraser touchées par le glissement sont les UD 9 (MFR-Printemps), 10 (MFR-Été) et 11 (HFR-Printemps), qui couvrent une grande partie du bassin du Fraser avec une superficie combinée de 94 470 km<sup>2</sup> (COSEPAC 2019). Le glissement de Big Bar a créé un obstacle à la montaison des saumons chinooks du Fraser adultes, qui dépend des niveaux de débit du Fraser. Selon les conditions observées en 2019, les saumons chinooks du Fraser adultes ne peuvent pas franchir le glissement aux niveaux de débit du fleuve qui sont courants en mai, juin et juillet. Les données de radiotélémétrie recueillies durant l'été 2019 montrent que la zone du glissement est une barrière presque complète aux niveaux de débit supérieurs à 2 300 m<sup>3</sup>-s<sup>-1</sup> observés au traversier de Big Ba, sur le Fraser, juste en aval du glissement. Il n'y a pas d'enregistrements récents du débit à Big Bar (série arrêtée en 1976). C'est pourquoi la station hydrométrique la plus proche en aval sur le Fraser, à Texas Creek, pour laquelle on dispose d'enregistrements continus depuis 1951, a été utilisée pour approximer le débit à Big Bar. La valeur seuil à Texas Creek a été ajustée pour tenir compte des apports latéraux entre les deux sites (p. ex. la rivière Seton, la centrale électrique de Seton et la rivière Bridge) et cette valeur ajustée a été utilisée pour prévoir l'impact probable du glissement de terrain si aucun travail de restauration n'est effectué. Nous avons estimé qu'un débit de 2 300 cm/s à Big Bar équivaut à 2 500 cm/s à Texas Creek. Le nombre de jours où des populations précises de saumon chinook sont susceptibles de rencontrer des débits supérieurs à 2 500 m<sup>3</sup>-s<sup>-1</sup> a été calculé d'après les données historiques de Texas Creek. Les calculs utilisent la plage de dates de l'entrée en eau douce et un taux de migration de 34 km-jour<sup>-1</sup> repris de Hague et Patterson (2009) pour déterminer la plage de dates à laquelle les poissons rencontreraient la zone du glissement de terrain et les débits correspondants. En moyenne, le ruisseau Slim (UD 11), les rivières Nechako (UD 10) et Tete Juane (UD 11), et la haute Chilcotin (UD 9) devraient rencontrer des débits de plus de 2 500 m<sup>3</sup>-s<sup>-1</sup> pendant 79 %, 68 % et 51 % de leur migration (Tableau 22). Les populations sélectionnées pour cette analyse représentent l'éventail des taux de rencontre pour les populations de chinooks, allant de niveaux d'impact relativement faibles à élevés. Les taux de rencontre seront sensibles au taux de migration, qui repose sur des données limitées et

---

incertaines. Toutefois, la modification du taux de migration n'aura probablement que peu d'impact sur les taux de rencontre en raison de la forte corrélation temporelle des débits d'un jour à l'autre.

Il convient de noter qu'on suppose que le glissement de terrain de Big Bar sera un obstacle pendant plusieurs années pour les saumons chinooks du Fraser qui frayent en amont du site. Étant donné qu'une partie importante de la migration est bloquée par le glissement de Big Bar, si cette menace n'est pas éliminée, elle risque d'entraîner la disparition de ces UD; la menace a donc été classée comme extrême. Pour toutes les UD qui migrent par le canyon du Fraser, l'ampleur de la menace est considérable car il est possible qu'un glissement de terrain bloque le passage dans le canyon. Le niveau de la menace dans l'UD 8 (MFR-Portage) est classé comme élevé parce que des problèmes de sédiments existent dans le ruisseau Portage depuis le glissement de terrain de novembre 2016 dans le ruisseau Whitecap (empreinte dans l'habitat de fraie), et qu'il n'y a pas d'autres frayères. Actuellement, l'abondance de la remonte dans cette UD est si faible qu'il n'y a pas assez de géniteurs pour déloger efficacement les sédiments fins des graviers. Le risque est moyen dans l'UD 7 (MFR-Nahatlatch) car comme dans l'UD 8, il n'y a qu'une seule frayère et, si elle était touchée par un glissement de terrain, cela aurait des répercussions sur l'ensemble des frayères. Les UD 2 (BFR-Harrison), 4 (BFR-Haute Pitt) et 5 (BFR-Été) présentent un risque moyen en raison des pentes instables dans la région (p. ex. le ruisseau Meager) qui pourraient avoir un impact négatif sur ces UD; cependant, l'ampleur de la menace est négligeable car il est peu probable qu'un glissement de terrain ait un impact sur toute l'UD. Les risques sont classés de faible à moyen dans les UD 14 (THS-Bessette), 16 (THN-Printemps) et 17 (THN-Été), car si un glissement de terrain est possible dans le canyon du Fraser et pourrait avoir un impact sur l'ensemble de l'UD, cette probabilité est plus faible dans ces bassins versants de l'UD.

Tableau 51. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des avalanches et des glissements de terrain pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Avalanches et glissements de terrain	UD 2	Peu probable	Élevé	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Négligeable
	UD 4	Peu probable	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Négligeable
	UD 5	Peu probable	Élevé	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Négligeable
	UD 7	Peu probable	Élevé	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 8	Connue	Élevé	Moyenne	Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 9	Connue	Extrême	Élevée	Extrême (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Extrême	Élevée	Extrême (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Extrême	Élevée	Extrême (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Peu probable	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 16	Peu probable	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 17	Peu probable	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste



---

## 4.1.11. Changements climatiques

### 4.1.11.1. Altération et déplacement des habitats

*Cette menace provient de changements majeurs dans la composition et l'emplacement des habitats, et comprend l'élévation du niveau de la mer, la désertification, le dégel de la toundra, le blanchissement des coraux, les changements du régime hydrologique dus aux changements climatiques (catégorie de menaces 11.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Cette catégorie englobe une vaste série d'enjeux complexes et interdépendants qui menacent le saumon chinook du Fraser. Comme les chinooks du Fraser occupent à la fois des habitats marins et d'eau douce à différents stades biologiques, ils sont exposés à divers habitats soumis à des changements environnementaux résultant des changements climatiques. Cette section est divisée en deux parties, et traite des tendances actuelles dans les environnements marins et d'eau douce occupés ou traversés par le saumon chinook du Fraser.

#### *Habitat marin*

Dans leur récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du Fraser, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat pendant la première année de résidence en mer étaient probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Les changements induits par le climat dans l'océan Pacifique Nord constituent un risque important pour le saumon chinook du Fraser, et un ensemble de preuves s'accumule pour étayer leur occurrence.

L'augmentation rapide du CO<sub>2</sub> d'origine anthropique au cours des deux derniers siècles a entraîné une diminution de 0,1 unité de pH de la surface de l'océan par l'échange gazeux air-mer, et une augmentation d'environ 30 % de la concentration en ions hydrogène. On prévoit une baisse supplémentaire de 0,3 à 0,4 unité de pH de l'océan d'ici la fin du siècle (Mehrbach *et al.* 1973; Lueker, Dickson et Keeling 2000; Caldeira et Wickett 2003; Caldeira *et al.* 2007; Feely *et al.* 2009; Guinotte et Fabry 2008). Caldeira et Wickett (2003) suggèrent que l'absorption océanique du CO<sub>2</sub> issu des combustibles fossiles pourrait entraîner des changements de pH plus importants dans les prochains siècles que ceux déduits des données géologiques des 300 derniers millions d'années, à l'exception peut-être de ceux résultant d'événements rares et extrêmes. Le taux et le degré d'acidification des océans peuvent dépasser la capacité de nombreux organismes marins à s'adapter à des conditions environnementales changeantes (Hoegh-Guldberg et Bruno 2010), mais peu de recherches ont été menées à ce jour sur les effets d'une concentration élevée de CO<sub>2</sub> dans le milieu marin sur le saumon (Williams *et al.* 2019). Ces derniers auteurs démontrent également que les saumons cohos juvéniles en phase océanique sont sensibles aux perturbations neurocomportementales induites par l'exposition au CO<sub>2</sub> élevé résultant des changements climatiques dans la région de la baie Puget, ce qui permet de penser que d'autres saumons, comme le saumon chinook du Fraser, pourraient également être sensibles à l'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub>.

Les températures de l'océan Pacifique Nord ont augmenté régulièrement de 0,1 °C à 0,3 °C par an de 1950 à 2009 (Poloczanska *et al.* 2013; Holsman *et al.* 2018), et devraient augmenter de 1,0 à 1,5 °C d'ici 2050 par rapport à 2000 (Overland et Wang 2007). Les vagues de chaleur marine dans le nord-est de l'océan Pacifique sont une préoccupation plus imminente. Ces dernières années, elles sont devenues une menace pour le saumon chinook du Fraser et d'autres espèces de saumons du Pacifique. Entre 2013 et 2017, une anomalie d'eau chaude communément appelée « la masse » ou « le Blob » a causé des changements sans précédent dans les écosystèmes marins le long de la côte Pacifique de l'Amérique du Nord, provoquant des modifications de la répartition des animaux marins qui ont touché la prédation et la

---

concurrence, créé des régions de faible productivité et à faibles teneurs en nutriments, et eu des répercussions sur plusieurs pêches, dont celle du saumon (Cavole *et al.* 2016). Parallèlement à cette anomalie, un fort El Niño a provoqué une nouvelle augmentation des températures entre la fin de 2015 et le début de 2016, les plus chaudes observées au cours des 137 années de surveillance de la température des océans (Grant, MacDonald et Winston 2019). Durant cet événement, les températures de la surface de l'océan étaient de 3 à 5 °C supérieures aux moyennes saisonnières, et ce jusqu'à des profondeurs de 100 m (Bond *et al.* 2015; Ross et Robert 2018; Smale *et al.* 2019). Les températures chaudes ont provoqué des changements dans la répartition des communautés de zooplancton, poussant les espèces méridionales de copépodes pauvres en lipides vers le nord tout en réduisant le nombre des copépodes subarctiques et boréaux riches en lipides (Young et Galbraith 2018; Galbraith et Young 2019). Les hausses de la température accroissent également les besoins métaboliques du saumon, et la consommation d'aliments doit augmenter en conséquence (Grant, MacDonald et Winston 2019). Sans une augmentation simultanée de la qualité ou de la quantité des proies, la croissance et la survie du saumon diminueront dans des conditions de réchauffement (Holsman *et al.* 2018). Par exemple, ces dernières années, le poids du chinook pour une longueur donnée a diminué (Daly *et al.* 2017). La prédation peut également s'intensifier dans des conditions océaniques plus chaudes, accroissant la mortalité des saumons pendant ces périodes (Holsman *et al.* 2012).

La modélisation du climat a montré que la vague de chaleur marine « le Blob » ne peut être expliquée sans apports anthropiques, et des anomalies extrêmes comme celle-ci seront de plus en plus fréquentes dans les prochaines décennies dans des conditions de réchauffement climatique (Walsh *et al.* 2018). La formation d'une nouvelle étendue anormale d'eau chaude sur la côte du Pacifique, appelée « Northeast Pacific Marine Heatwave of 2019 » (NOAA Fisheries 2019<sup>29</sup>), confirme ces prévisions. Cette nouvelle anomalie ressemble aux premiers stades du « Blob » et semble actuellement en mesure de s'avérer aussi forte que le premier phénomène, mais les remontées d'eau froide le long de la côte l'ont jusqu'à présent maintenue au large (NOAA Fisheries 2019). On ignore actuellement comment cette anomalie se développe et les impacts qu'elle pourra avoir sur le saumon du Pacifique, mais cela met en évidence la menace permanente que posent les conditions océaniques changeantes pour le saumon chinook du Fraser.

#### *Habitats d'eau douce*

De plus en plus de preuves indiquent également que les changements climatiques auront à l'avenir des impacts dans les habitats d'eau douce du saumon chinook du Fraser, résultant de changements dans le manteau neigeux, la disponibilité des eaux souterraines et les régimes d'écoulement, qui sont tous connus pour influencer la température des cours d'eau (Brown 2002). Ces problèmes peuvent avoir de profondes répercussions sur la quantité, la disponibilité et la qualité des habitats de croissance en eau douce, en particulier pour le saumon chinook de type fluvial en raison de sa résidence prolongée en eau douce (Brown *et al.* 2019). Le saumon chinook pourrait être particulièrement sensible aux changements qui se produisent dans les habitats d'eau douce, étant donné ses adaptations propres aux habitats de fraie et de croissance (Grant *et al.* 2019). Ces impacts entravent également l'accès du saumon chinook de type océanique aux habitats dans les plaines d'inondation immédiatement après l'émergence (Brown 2002).

---

<sup>29</sup> NOAA Fisheries. 2019. [New Marine Heatwave Emerges off West Coast, Resembles "The Blob"](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

Des études récentes ont fait état de changements observés et prévus dans la période et l'ampleur du ruissellement dans le bassin du Fraser sous l'effet des changements climatiques, avec une avancée de la crue printanière et une réduction du débit de pointe estival dans le cours principal du Fraser et ses principaux affluents (Shrestha *et al.* 2012; Kang *et al.* 2014, 2016; Islam et Déry 2017). La modélisation de l'hydrologie de surface du bassin du Fraser entre 1949 et 2006 a montré une baisse de 19 % de la contribution de la neige au ruissellement pour le cours principal du Fraser à Hope, causée par une hausse globale de 1,48 °C des températures annuelles moyennes de l'air au cours de la période de l'étude (Kang *et al.* 2014). Une modélisation hydrologique plus récente prévoit que près de la moitié du bassin du Fraser (45 %) passera d'un hydrogramme dominé par la neige dans les années 1990 à un régime principalement dominé par la pluie d'ici les années 2080 (Islam *et al.* 2019). La même étude prévoyait une avance de près de 25 jours des crues printanières d'ici les années 2050, et de 40 jours d'ici les années 2080 par rapport aux années 1990. À l'échelle régionale, un ensemble de 30 projections jusqu'en 2070 montre que le réchauffement sera plus important dans l'intérieur du sud de la Colombie-Britannique que dans les régions côtières (Pike *et al.* 2010; COSEPAC 2019). L'arrivée précoce de la crue printanière et la réduction des débits à la fin de l'été pourraient créer des difficultés pour la croissance des juvéniles et pour les UD de saumon chinook du Fraser à montaison printanière et estivale et, dans certains cours d'eau, inhiber les conditions nécessaires à la réussite de la fraie et de la croissance (Porter et Nelitz 2009).

#### *Interactions entre l'eau de mer et l'eau douce*

Les températures régionales plus chaudes influencent également les interactions entre les écosystèmes d'eau douce et marins (Grant *et al.* 2019). En général, on prévoit un réchauffement et une dessalure de la couche supérieure de l'océan au cours de ce siècle, ce qui continuera à réduire la glace de mer et à accroître la stratification de l'océan (Bush et Lemmen 2019). La fonte précoce de la neige, l'augmentation des précipitations et la fonte de la glace sur terre sont quelques-uns des facteurs qui contribuent à la dessalure des eaux superficielles de la côte du nord-est de l'océan Pacifique (Bonsal *et al.* 2019; Greenan *et al.* 2019). Les eaux superficielles plus douces et plus chaudes augmentent la stratification des océans, ce qui limite l'apport des eaux profondes riches en nutriments aux eaux superficielles ensoleillées pendant la saison de croissance du printemps à l'automne (Grant *et al.* 2019). Cela limite les nutriments disponibles pour soutenir la croissance des algues à la base du réseau trophique du saumon (Bush et Lemmen 2019).

#### *Classement*

La menace posée par le déplacement et l'altération de l'habitat est généralisée pour toutes les UD de chinook. La menace posée par le déplacement et l'altération des habitats a été considérée comme moindre pour les poissons de l'UD 2 en raison de leur stade biologique limité en eau douce; toutefois, ils sont très sensibles aux changements des conditions océaniques du fait de leur dépendance à l'égard des habitats estuariens et marins proches du rivage. Un niveau d'impact faible à élevé a été attribué à l'UD 2 en raison de la grande incertitude entourant le niveau d'impact des conditions marines changeantes sur le saumon chinook du Fraser. Les participants à l'atelier sur les menaces ont déterminé que, bien que les impacts puissent être minimes, les conditions océaniques susmentionnées qui changent rapidement, en particulier la température, peuvent avoir des conséquences bien pires pour la productivité et la survie du saumon chinook du Fraser, ce qui justifie la large plage de l'incertitude. Un niveau d'impact moyen à élevé a été attribué aux autres UD en raison de la multitude de menaces liées au déplacement et à l'altération des habitats marins et d'eau douce.

---

#### 4.1.11.2. Sécheresses

*Cette catégorie de menace concerne les périodes durant lesquelles les précipitations sont inférieures à la plage normale de variation, ainsi que la perte de ressources en eaux superficielles (catégorie de menaces 11.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

Les sécheresses sont de plus en plus fréquentes en Colombie-Britannique sous l'effet des changements climatiques. Les conditions de sécheresse sont les plus susceptibles de toucher les saumons chinooks du Fraser de type fluvial en raison de leur temps de résidence prolongé en eau douce, et en particulier, ceux à montaison printanière car ils occupent généralement des cours d'eau qui dépendent des précipitations et de l'effet tampon des apports d'eaux souterraines, et les utilisent pour la fraie. Ces réseaux hydrographiques sont en général instables par rapport aux cours d'eau généralement utilisés par les saumons chinooks du Fraser de type fluvial à montaison estivale, qui sont alimentés par de grands lacs qui ont tendance à fournir des débits plus stables, réduisant ainsi les impacts des conditions de sécheresse. La sécheresse peut entraver la migration du saumon, entraîner une mortalité directe des œufs et des saumons chinooks du Fraser juvéniles, réduire la disponibilité des habitats par le surpeuplement et augmenter la prévalence des maladies et la transmission des agents pathogènes. Bien qu'il ne concerne pas le saumon chinook du Fraser en particulier, nous en avons vu un exemple récent (2019) dans la région côtière de l'Oregon à la suite de conditions prolongées de basses eaux qui ont conduit à des concentrations de saumons chinooks dans le cours inférieur de la rivière Wilson pendant la période précédant la fraie, où la propagation de l'infection à *Cryptobia* a entraîné ou exacerbé des mortalités massives (Oregon Department of Fish and Wildlife 2019)<sup>30</sup>.

On ignore l'impact de la sécheresse au niveau de la population pour toutes les UD, à l'exception des UD 9 et 14, pour lesquelles la sécheresse devrait être une menace. Un niveau de risque faible à moyen a été attribué à l'UD 9, qui est régulièrement soumise à des conditions de sécheresse et ne dispose pas de grands lacs pour en amortir les impacts. Certaines zones de l'UD 9 ont régulièrement connu des conditions de sécheresse de niveau 2 et 3 (respectivement sec et très sec) ces dernières années (ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique 2019<sup>31</sup>), qui ont entraîné des niveaux d'eau faibles sans précédent (Hennig 2018<sup>32</sup>). La réduction de la zone mouillée des cours d'eau, associée à l'assèchement des frayères, aura probablement un impact sur cette UD dans une certaine mesure à l'avenir. Les sécheresses sont généralisées dans l'UD 9 et la certitude causale est élevée, mais une incertitude entoure le niveau d'impact. Les participants à l'atelier sur les menaces ont déterminé que les impacts des sécheresses étaient au moins faibles, mais qu'un impact plus important sur l'UD 9 ne pouvait être exclu. C'est pourquoi le niveau d'impact attribué est faible à moyen (1-30 %).

La menace posée par la sécheresse est la plus importante dans l'UD 14. En 2015 et 2017, le bassin de la Thompson Sud a connu plusieurs semaines de sécheresse de niveau 4 (extrêmement sec) (ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique 2019<sup>31</sup>). Le ruisseau Duteau, un cours d'eau sensible qui connaît régulièrement des conditions de sécheresse (réduction de la largeur mouillée du ruisseau, assèchement des nids), est

---

<sup>30</sup> Oregon Department of Fish and Wildlife. 2019. [Die-off prompts ODFW to close Wilson River to salmon angling](#). (Consulté le 21 juillet 2020)

<sup>31</sup> Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique (BC MOE). 2019. [British Columbia Drought Information Portal](#). (Consulté le 21 juillet 2020)

<sup>32</sup> Hennig, C. 2018. ["Unprecedented low water levels" in northern, central B.C. raise fears for future of wildlife](#). (Consulté le 22 juillet 2020)

---

particulièrement préoccupant. Un niveau d'impact moyen a été attribué à l'UD 14 en raison de la récurrence des conditions de sécheresse extrême.

Il n'a pas été possible de prévoir les impacts de la sécheresse pour toutes les autres UD. Ils existent soit dans des bassins versants plus humides qui sont moins susceptibles de connaître des sécheresses (UD 5, 11, 16, 17), soit sont alimentés par de grands lacs (UD 2 et 10) ou des apports d'eaux souterraines (UD 4 et 7) qui atténueront probablement les effets d'une sécheresse. Bien que de nombreux cours d'eau situés dans ces UD ne soient pas directement touchés par les conditions de sécheresse, les zones dans lesquelles les poissons juvéniles de ces UD se dispersent et se reproduisent pourraient subir des effets négatifs. Dans l'élément 4, trois stratégies principales de dispersion sont discutées pour les alevins et les saumons chinooks du Fraser juvéniles après l'émergence, dont l'une envisage la dispersion immédiate à partir des cours d'eau natal vers l'aval dans le cours principal, les chenaux latéraux et les petits affluents du bas Fraser. Entre 2015 et 2019, le bas Fraser a connu de nombreuses reprises des conditions de sécheresse de niveau 3 (très sec) pendant des semaines consécutives, avec des conditions de niveau 4 (extrêmement sec) en 2015 et 2017 ([BC Province Drought Information Portal](#)). Bien qu'une incertitude considérable entoure l'utilisation de l'habitat et la répartition des juvéniles dans le bas Fraser (en particulier au niveau de l'UD), il est possible que les saumons chinooks de toutes les UD qui grandissent dans le bas Fraser subissent des impacts négatifs des conditions de sécheresse. C'est pourquoi un risque de menace inconnu a été attribué aux autres UD, car s'il est possible que toutes les UD subissent un déclin de leurs populations, nous ne disposons pas de suffisamment de preuves pour le prouver ou le rejeter.

#### **4.1.11.3. Températures extrêmes**

*Cette catégorie de menaces englobe les périodes pendant lesquelles les températures dépassent la plage normale de variation ou baissent en dessous de celle-ci. Elle comprend des événements tels que les vagues de chaleur, les périodes de froid, les changements de température et la disparition des glaciers et de la glace de mer (catégorie de menaces 11.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les impacts sur la température de l'eau douce seront pris en compte ici, mais les impacts sur la température de l'eau de mer le seront dans la section 4.1.11.1 (catégorie de menaces 11.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

La fréquence des températures extrêmes en Colombie-Britannique et dans le bassin du Fraser s'intensifie sous l'effet des changements climatiques, ce qui pourrait avoir des répercussions importantes sur le saumon chinook du Fraser. Les températures annuelles moyennes de l'air ont augmenté de 1,4 °C entre 1949 et 2006 dans le bassin du Fraser (Kang *et al.* 2014). Les températures locales de l'air ont été particulièrement chaudes de 2015 à 2018, ce qui coïncide avec « le Blob » dans le nord-est de l'océan Pacifique (Grant *et al.* 2019). Un climat plus chaud intensifiera certains phénomènes météorologiques extrêmes et augmentera la gravité et la fréquence des températures chaudes extrêmes (Bush et Lemmen 2019). La montaison des saumons requiert énormément d'énergie, même dans des conditions optimales, et ces exigences sont exacerbées lorsque les températures se situent en dehors de la plage optimale pour le saumon. Les saumons qui remontent vers leurs frayères pendant les mois d'été subissent un stress plus important et épuisent davantage leurs réserves d'énergie, ce qui a un impact négatif sur leur performance de nage et leur survie (Tierney *et al.* 2009; Eliason *et al.* 2011; Burt *et al.* 2012; Sopinka *et al.* 2016). Voir une description détaillée des limites thermiques du saumon chinook à la section 4.3 ÉLÉMENT 10 : FACTEURS NATURELS QUI POURRAIENT LIMITER LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT. Les limites thermiques propres au saumon chinook du Fraser pendant la migration n'ont pas été étudiées jusqu'à présent, mais des études sur le fleuve Columbia et la rivière Willamette suggèrent toutes deux

---

que des températures supérieures à 20 degrés Celsius causent des difficultés de migration et des mortalités avant la fraie (Gonia et al. 2006; Bowerman et al. 2018). On sait déjà que des températures estivales de 20 degrés et plus se produisent dans le Fraser pendant la période de migration estivale du chinook du Fraser (Programme de surveillance de l'environnement du MPO) et on prévoit que la durée de ces événements de température supérieure à la moyenne augmentera (Morrison et al. 2002).

Comme pour les impacts de la sécheresse, il a été difficile d'attribuer un classement de la menace pour les impacts de la température, et ils ont été évalués comme connus pour la plupart des UD pour les mêmes raisons que celles mentionnées ci-dessus dans la section 4.1.11.2. Aucune note n'a été attribuée à l'UD 8 car il est très peu probable qu'elle connaisse des températures extrêmes en raison du grand réservoir en amont.

Les UD 9 et 11 sont toutes deux des populations de yearlings à montaison printanière et sont donc plus sensibles aux températures extrêmes, car ces poissons occupent/utilisent des réseaux hydrographiques plus instables, alimentés par des eaux souterraines et de ruissellement. L'UD 10, bien qu'elle se trouve dans une zone géographique similaire à celle des UD 9 et 11, est moins exposée aux impacts de la température, car les frayères sont situées en aval de grands lacs qui régulent la température et les débits.

On s'attendait à ce que le plus grand impact des températures extrêmes touche l'UD 14, en raison du prélèvement d'eau considérable pour l'approvisionnement en eau de la ville de Vernon et des environs. Les cours d'eau de cette UD sont petits et il y a peu d'apports d'eaux souterraines pour amortir les températures élevées de l'air ou pour fournir des refuges thermiques. Les périodes prolongées de temps chaud pendant les mois d'été peuvent entraîner des températures de plus de 20 °C dans les cours d'eau dans l'UD 14. Le chinook de cette UD peut passer de ces cours d'eau dans la moyenne Shuswap lorsque les températures dépassent les limites thermiques, mais il peut se trouver piégé par les écoulements qui deviennent souterrains en raison de la sécheresse et du prélèvement d'eau. C'est pourquoi les températures extrêmes ont été considérées comme ayant un impact moyen sur cette UD.

#### **4.1.11.4. Tempêtes et inondations**

*Cette menace englobe les épisodes de précipitations ou de vent extrêmes. Ces événements comprennent les orages, les tempêtes tropicales, les ouragans, les cyclones, les tornades, les tempêtes de grêle, les tempêtes de verglas ou les blizzards, les tempêtes de poussière, l'érosion des plages pendant les tempêtes, les changements dans les régimes d'inondation dus aux changements climatiques (catégorie de menaces 11.4 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).*

De nombreux facteurs de changement des régimes hydrologiques dans le bassin du Fraser entraînent une augmentation de la fréquence des inondations. Les réseaux hydrographiques dominés par la pluie dans les régions côtières de la Colombie-Britannique (Grant, MacDonald et Winston 2019) connaissent des conditions plus extrêmes, reflétant la plus grande variabilité des conditions climatiques (Grant, MacDonald et Winston 2019), notamment une plus grande variation entre les conditions humides et sèches en été et une intensification de la fréquence et de l'ampleur des tempêtes et des précipitations (Pike et al. 2010). Les températures annuelles moyennes de l'air se sont réchauffées de 1,4 °C entre 1949 et 2006 dans le bassin du Fraser, mais les précipitations annuelles totales sont restées stables, malgré un changement significatif de leur type, passant de la neige à la pluie (Kang et al. 2016). Ces changements ont eu un impact sur l'accumulation et la durée du manteau neigeux saisonnier sous la forme d'une diminution d'environ 19 % de la contribution de la neige au régime hydrologique (Choi et al. 2010; Kang et al. 2014; Picketts et al. 2017), se traduisant par une avance de 10 jours de la crue printanière du Fraser (entre 1949 et 2006) et des réductions ultérieures des débits estivaux

---

(Kang *et al.* 2016). Malgré la diminution de l'accumulation de neige à basse altitude, la combinaison de la vitesse plus grande de fonte et de précipitations plus abondantes pendant la période de la crue nivale offre des mécanismes possibles pour accroître le débit des crues (Shrestha, Schnorbus et Cannon 2015). Les inondations dues aux crues nivales sont influencées par l'accumulation annuelle du manteau neigeux en hiver, associée au ruissellement de la fonte des neiges et aux conditions particulières de température/pluie au printemps (ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique 1999). Certaines rivières de la Colombie-Britannique connaissent davantage de crues soudaines, risquant d'entraîner une augmentation des pertes d'œufs dues à l'affouillement (Holtby et Healey 1986; Lisle 1989; Lapointe *et al.* 2000) ou une mortalité accrue des juvéniles durant la croissance lorsque des refuges contre les inondations ne sont pas disponibles (COSEPAC 2019). Des crues soudaines peuvent se produire à la suite de pluies intenses, perturbant particulièrement les cours d'eau petits à moyens dans toute la province (ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique 1999). Les infestations de ravageurs (dendroctone du pin ponderosa, dendroctone de l'épicéa) sont une autre manifestation des changements climatiques dont on sait qu'elles augmentent la fréquence et l'intensité des inondations en réduisant l'interception, l'augmentation du manteau neigeux, la diminution des temps de concentration et la modification de la période du ruissellement de la fonte des neiges (Winkler *et al.* 2008; EDI 2008; APEGBC 2016).

Parmi les UD examinées dans la présente EPR, on considère que la menace des inondations est la plus grande dans l'UD 4 (BFR-Haute Pitt). En effet, cette UD se trouve dans une vallée en forme de U aux pentes abruptes, qui recueille et concentre les débits dans un habitat essentiel. Une inondation majeure pourrait donc avoir un impact sur tous les saumons chinooks de l'UD, ce qui explique l'ampleur généralisée de la menace et le niveau moyen de l'impact.

Des inondations se produisent régulièrement dans l'UD 9 (MFR-Printemps), et de nombreux réseaux de cours d'eau dans cette zone sont instables et vulnérables à de tels événements. L'ampleur de la menace des inondations pour l'UD 9 a été jugée étendue car tous les réseaux de l'UD ne sont pas sujets à des inondations et aux risques qui y sont associés, et le niveau d'impact a été considéré comme présentant une plage d'incertitude de faible à moyenne (1 à 30 %). Le même niveau d'impact a été attribué à la majorité des autres UD (UD 7 MFR-Nahatlatch, UD 10 MFR-Été, UD 11 HFR-Printemps, UD 14 THS-Bessette, UD 16 THN-Printemps et UD 17 THN-Été), mais les inondations devraient toucher une plus petite proportion de ces UD, ce qui explique que l'ampleur de la menace est moins importante.

L'UD 2 (BFR-Harrison) et l'UD 5 (BFR-Été) devraient être moins touchées par les inondations, avec un faible niveau d'impact sur une partie restreinte de la population. On considère que les inondations ne sont pas une menace pour l'UD 8 (MFR-Portage) car la menace posée par une tempête serait un glissement de terrain, qui est pris en compte dans la section Avalanches et glissements de terrain.

Tableau 52. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de l'altération et du déplacement des habitats pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Altération et déplacement des habitats	UD 2	Connue	Faible-Élevé	Élevée	Faible-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 4	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 7	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 8	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 9	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 11	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 14	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 17	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste



Tableau 53. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des sécheresses pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Sécheresses	UD 2	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 4	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 5	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 7	Probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 10	Probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 11	Probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 14	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 17	Probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste

Pour l'UD 8, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.

Tableau 54. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des températures extrêmes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Températures extrêmes	UD 2	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 4	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 5	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 7	Peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 10	Très peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 11	Peu probable	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 14	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 16	Peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
	UD 17	Peu probable	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste

Pour l'UD 8, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.

Tableau 55. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts des tempêtes et des inondations pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Se référer au texte pour les commentaires détaillés sur chaque menace et à MPO (2014b) pour une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Menace	UD	Probabilité d'occurrence	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Occurrence de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
Tempêtes et inondations	UD 2	Très peu probable	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 4	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
	UD 5	Probable	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Limitée
	UD 7	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
	UD 9	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étendue
	UD 10	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée-Étroite
	UD 11	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée - Étroite
	UD 14	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée - Étroite
	UD 16	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée - Étroite
	UD 17	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée - Étroite
Pour l'UD 8, ce facteur ne devrait pas constituer une menace.								

#### 4.1.12. Sommaire

Le calculateur de menaces du COSEPAC génère une estimation du risque global de la menace avec une valeur basse et une valeur élevée pour exprimer l'incertitude dans le classement au niveau de la menace (c'est-à-dire lorsqu'une plage telle que Faible-Moyen a été utilisée). Les notes globales reposent sur le nombre de menaces ayant un impact sur une UD et leur classement relatif (de faible à extrême). Deux menaces de niveau moyen et une menace de niveau élevé donnent une note globale Élevé. Deux menaces de niveau élevé et deux de niveau moyen, ou une note extrême pour une menace, donnent une note globale Extrême. La valeur inférieure de la note globale pour toutes les UD considérées a été déterminée comme étant soit Élevé, soit Extrême, et la valeur supérieure de la note globale comme étant Extrême pour toutes les UD évaluées lors de l'atelier. On a ainsi obtenu des notes Élevé à Extrême ou simplement Extrême pour toutes les UD. En d'autres termes, sur les trois prochaines générations, on prévoit une diminution de 31 à 100 % du niveau de population pour les UD dont le niveau de risque est Élevé à Extrême et à une diminution de 71 à 100 % du niveau de population pour les UD où le niveau de risque est Extrême. Le tableau récapitulatif ci-après (Tableau 56) présente les commentaires des participants à l'atelier sur les menaces qui accompagnent la note globale. Les tableaux des menaces pour chaque UD sont fournis à l'annexe F.

Tableau 56. Note globale de la menace fournie d'après le calculateur de menaces du COSEPAC avec les commentaires récapitulés des participants à l'atelier.

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne	Élevé-Extrême	<p><i>Une baisse de 31 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 2 a été évalué comme étant élevé à extrême. Cette UD possède une seule frayère dans la rivière Harrison, en aval du lac Harrison, et bien qu'elle soit située dans une zone très développée, l'habitat de fraie est relativement stable et ne sera probablement pas directement touché par les activités anthropiques dans un avenir proche. Il s'agit de la seule population de type océanique évaluée dans cette EPR; en plus de résider dans l'estuaire du fleuve Fraser, la mer des Salish et sur la côte ouest de l'île de Vancouver, les saumons chinooks du Fraser de l'UD 2 transitent par la baie Puget et y grandissent, ainsi que dans d'autres zones côtières de l'État de Washington et de l'Oregon, et sont donc menacés par les activités anthropiques aux États-Unis en plus des activités au Canada. Les participants à l'atelier ont déterminé qu'il n'est peut-être pas raisonnable de prévoir une réduction de 100 % de la taille de la population, mais que la possibilité d'une perte supérieure à 70 % était certainement raisonnable compte tenu des tendances observées dans l'abondance et des effets cumulatifs des menaces décrits dans l'élément 8. Cette note est fondée sur les menaces posées par la concurrence avec les poissons d'écloserie, les</p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
		<p>changements climatiques, la pollution, les taux actuels de récolte des pêches et les tendances à la baisse de la survie en mer. L'UD 2 est particulièrement sensible à la perte d'habitats estuariens et éphémères, à la prédation par les pinnipèdes et à la pollution par rapport aux autres UD du Fraser, en raison de sa dépendance vis-à-vis des habitats côtiers dans des zones très développées du Canada et des États-Unis. Il est également probable que cette UD a été surexploitée au cours de certaines des 25 dernières années, en raison de la pêche de stocks mélangés.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Aquaculture (É-M), Changements climatiques (É-F), Pollution (M), Pêche (M-F), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Espèces envahissantes (M-F), Extraction de gravier (M-F)</i></p>
UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été	Élevé-Extrême	<p><i>Une baisse de 31 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 4 a été évalué comme étant élevé à extrême. Parmi les UD de type fluvial évaluées dans la présente EPR, l'UD 4 a la plus courte distance de migration à travers l'habitat très développé et touché du bas Fraser jusqu'à la rivière Pitt, qui est largement non développée de l'embouchure du lac Pitt aux frayères de la haute Pitt. Cette UD compte des frayères dans plusieurs petits affluents de la haute Pitt et, bien que cela ne soit pas confirmé actuellement, probablement aussi dans le cours principal de la haute Pitt. Toutefois, il est important de noter que les données sur les échappées ne sont disponibles que pour un affluent de la haute Pitt (ruisseau Blue), et la tendance que nous observons sur ce site peut ou non être représentative d'autres parties de l'UD. Les principales menaces dans l'UD 4 sont les impacts des changements climatiques, les activités d'exploitation forestière, les inondations et les glissements de terrain, les activités de loisirs dans le bassin hydrographique de la haute Pitt, les espèces envahissantes dans le bas Fraser et les tendances à la baisse de la survie en mer. Cette UD est particulièrement sensible aux effets des changements climatiques car son habitat d'eau douce se trouve dans une zone où l'hydrogramme est dominé à la fois par la pluie et la neige, mais de plus en plus par la pluie avec la hausse des températures de l'air en Colombie-Britannique. Elle se trouve également dans une zone entourée de pentes raides et, dans certains cas, instables qui, en cas de glissement de terrain, pourraient éliminer la totalité du dème de fraie. La diminution des précipitations</p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
		<p>sous forme de neige dans les zones côtières et l'apparition plus précoce et plus rapide des crues nivales ont entraîné un risque accru d'inondations et de glissements de terrain et, par conséquent, des problèmes de sédimentation dans ces zones.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Changements climatiques (É-M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Activités de loisirs (M-F), Pêche (M-F), Espèces envahissantes (M-F), Pollution (M-F)</i></p>
UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été	Élevé-Extrême	<p><i>Une baisse de 31 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 5 a été évalué comme étant élevé à extrême. Cette UD compte de multiples frayères dans les affluents du lac Harrison, le cours principal de la rivière Lillooet et plusieurs affluents de la rivière Lillooet. Il est très probable que les habitats de fraie historiques de la rivière Lillooet ont été dragués en plus de subir les impacts de la sédimentation due au glissement de terrain dans le ruisseau Meager. Une grande incertitude entoure cette UD car le ruisseau Big Silver est le seul réseau hydrographique pour lequel il existe des données fiables sur les échappées. Les principales menaces dans l'UD 5 sont les impacts des changements climatiques, de la pollution, de la modification des systèmes naturels, de la pêche, les espèces envahissantes dans le bas Fraser et les tendances à la baisse de la survie en mer. Comme l'UD 4, cette UD se trouve dans une zone entourée de pentes raides et parfois instables et est particulièrement sensible aux effets des changements climatiques car son hydrogramme mixte est dominé à la fois par la pluie et la neige, mais de plus en plus par la pluie avec la hausse des températures de l'air. En raison des faibles échappées actuellement observées dans cette UD, les participants à l'atelier sur les menaces ont convenu qu'il était raisonnable de prévoir la possibilité d'une extinction au cours des trois prochaines générations, en supposant que les tendances observées dans le ruisseau Big Silver représentent le reste de l'UD.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Changements climatiques (É-M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pêche (M-F), Espèces envahissantes (M-F), Pollution (M-F)</i></p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps	Élevé-Extrême	<p><i>Une baisse de 31 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 7 a été évalué comme étant élevé à extrême. Cette UD compte une seule frayère, tous les poissons frayant dans la rivière Nahatlatch, et il n'y en a pas d'autre disponible si la frayère actuelle est dégradée. Les participants à l'atelier ont convenu qu'une réduction de 100 % au cours des trois prochaines générations n'était peut-être pas raisonnable, mais que la possibilité d'une perte de plus de 70 % était certainement raisonnable et qu'elle a peut-être déjà eu lieu. Récemment, il y a eu des années où l'on a compté moins de 10 géniteurs dans ce réseau hydrographique. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les impacts des changements climatiques, de la pollution, des modifications des systèmes naturels, de la pêche et les tendances au déclin de la survie en mer. Le changement des conditions de l'habitat, comme la réduction de l'accumulation du manteau neigeux et l'arrivée précoce de la crue, en particulier, pourrait bloquer les conditions de réussite de la fraie et de croissance du saumon chinook du Fraser. En outre, l'UD 7 se trouve dans une vallée escarpée et tout glissement de terrain ou inondation majeur aurait un impact sur tous les habitats en aval de l'événement.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Changements climatiques (É-M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pêche (M-F), Pollution (M-F)</i></p>
UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne	Extrême	<p><i>Une baisse de 71 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 8 a été évalué comme étant extrême. Cette UD compte une seule frayère dans le ruisseau Portage, entre les lacs Seton et Anderson, et les impacts sur cette frayère pourraient avoir des effets négatifs importants sur l'UD. Cette UD est influencée par le barrage de Seton, car tous les saumons chinooks du Fraser doivent passer par une passe migratoire pour atteindre les frayères du ruisseau Portage, ce qui peut avoir des effets négatifs sur leur migration. Ces dernières années, certaines estimations des échappées pour l'UD étaient inférieures à 100 poissons. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les impacts des glissements de terrain, des changements climatiques, des barrages et de la gestion de l'eau, des modifications des systèmes naturels, de la pêche et les tendances à la baisse de la survie en mer. Les récents glissements de</p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
		<p>terrain et les problèmes de sédimentation qui en ont résulté dans le ruisseau Whitecap ont eu un impact marqué sur la capacité de la population à frayer avec succès, et la fréquence de ces événements devrait augmenter à l'avenir. En outre, la montaison au début de l'automne de cette UD chevauche celles de stocks de chinooks plus abondants et d'autres espèces de saumon qui sont visés par des pêches ciblées, ce qui suscite des préoccupations légèrement plus grandes quant à l'impact des prises accessoires sur cette UD par rapport aux autres espèces évaluées dans la présente EPR.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Glissements de terrain (É), Changements climatiques (É-M), Barrages et gestion et utilisation de l'eau (M), Pêche (M-F), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pollution (M-F)</i></p>
UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps	Extrême	<p><i>Une baisse de 71 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 9 a été évalué comme étant extrême. Cette UD couvre la plus grande zone géographique de toutes les UD évaluées dans cette EPR, avec de nombreuses frayères dans tout le Fraser intérieur. La plupart des frayères de cette UD sont situées en amont du récent glissement de terrain de Big Bar, qui a créé un obstacle à la migration des saumons chinooks du Fraser adultes à certains niveaux de débit. Le franchissement observé de Big Bar durant l'été 2019 n'était pas suffisant pour maintenir ces populations sur plusieurs générations. En outre, d'autres menaces graves ont été déterminées : la modification des systèmes naturels due aux changements des surfaces de captage résultant de la foresterie et des incendies, les impacts des changements climatiques, de la pollution, des barrages et de la gestion et l'utilisation de l'eau, de la pêche et les tendances à la baisse de la survie en mer. Les niveaux élevés de perturbation dans les bassins versants de cette UD la rendent particulièrement sensible aux impacts des changements climatiques. L'UD 9 est une population à montaison printanière et les poissons frayent dans des réseaux hydrographiques plus petits et relativement instables qui dépendent fortement des précipitations et des apports d'eaux souterraines. Ces réseaux sont donc plus sensibles aux effets des changements climatiques et des phénomènes météorologiques extrêmes tels que les sécheresses et les inondations. Moins de précipitations s'accumulent sous forme de neige, la crue nivale précoce et des événements météorologiques extrêmes tels que la</p>



UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
		<p>sécheresse peuvent créer des conditions qui préviennent le succès de la reproduction et la croissance dans ces réseaux.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Glissements de terrain (É), Changements climatiques (É-M), Autres modifications des écosystèmes (É-M), Pollution (M), Barrages et gestion et utilisation de l'eau (M-F), Pêche (M-F)</i></p>
UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été	Extrême	<p><i>Une baisse de 71 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 10 a été évalué comme étant extrême. Cette UD couvre une zone géographique vaste, bien que plus petite que l'UD 9, et compte de nombreuses frayères dans le Fraser intérieur. Toutes les frayères de cette UD sont situées en amont du récent glissement de terrain de Big Bar, qui a créé un obstacle à la migration des saumons chinooks du Fraser adultes à certains niveaux de débit. Le franchissement de Big Bar observé l'été dernier ne permettra pas de maintenir ces populations sur plusieurs générations. Outre le glissement de terrain de Big Bar, les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les impacts des changements climatiques, des modifications des systèmes naturels, de la pêche, la pollution et les tendances à la baisse de la survie en mer. L'UD 10 est un groupe de populations à montaison estivale qui se reproduisent dans des réseaux fluviaux protégés par de grands lacs et qui sont donc généralement moins sensibles aux impacts des changements des conditions de l'habitat et des modifications des surfaces de captage que les rivières de l'UD 9. Toutefois, ces facteurs devraient encore avoir un effet global négatif sur la productivité de ces stocks.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Glissements de terrain (É), Changements climatiques (É-M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pêche (M-F), Pollution (M-F)</i></p>
UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps	Extrême	<p><i>Une baisse de 71 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 11 a été évalué comme étant extrême. Comme les UD 9 et 10, cette UD couvre une vaste zone géographique dans le Fraser intérieur et compte de nombreuses frayères. Les saumons chinooks du Fraser de l'UD 11 ont la plus longue distance de migration à franchir pour atteindre leurs frayères parmi</p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
		<p>toutes les UD de saumon chinook du Fraser, et sont donc les plus sensibles aux perturbations de leur montaison. Toutes les frayères de cette UD sont situées en amont du glissement de terrain de Big Bar, qui a créé un obstacle à la migration des saumons chinooks du Fraser adultes à certains niveaux de débit. Les participants à l'atelier ont déterminé que les menaces pesant sur cette UD sont graves et que si les problèmes de franchissement du glissement de Big Bar ne sont pas résolus, elle risque de disparaître. D'autres menaces majeures pour cette UD sont les impacts des changements climatiques, des modifications des systèmes naturels, de la pêche, la pollution et les tendances à la baisse de la survie en mer. Cette UD est dans une situation moins difficile que les UD 9 et 10, en raison du climat plus frais et plus humide, et ses bassins hydrographiques subissent comparativement moins de perturbations en général. Toutefois, elle est exposée à un plus grand risque de déstabilisation continue en raison de l'exploitation forestière que les UD 9 et 10, et potentiellement à un plus grand risque lié aux autres modifications des surfaces de captage causées par les feux de forêts ou les parasites forestiers.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Glissements de terrain (É), Changements climatiques (É-M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pêche (M-F), Pollution (M-F)</i></p>
UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, printemps	Extrême	<p><i>Une baisse de 71 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 14 a été évalué comme étant extrême. Les poissons de cette UD frayent dans une petite zone géographique du ruisseau Bessette et de quelques-uns de ses affluents. L'UD 14 se trouve dans une zone historiquement sensible à la sécheresse et à la température, et les terres environnantes sont très exploitées pour l'agriculture. Les estimations des échappées de cette UD étaient bien inférieures à 100 poissons au cours des dernières générations, et les participants à l'atelier sur les menaces ont déterminé que la disparition de cette UD au cours des trois prochaines générations était plausible. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les impacts de l'utilisation de l'eau, des modifications des surfaces de captage, des changements climatiques, de l'agriculture, la pollution et les tendances à la baisse de la survie en mer. Les prélèvements d'eau, conjugués aux effets des</p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
		<p>changements climatiques, ont eu de graves répercussions sur cette UD, et il est très peu probable que ces menaces diminuent ou soient atténuées avec succès dans un avenir proche. Les impacts du bétail, tant sur les berges que dans le lit des cours d'eau, ont été reconnus comme une menace supplémentaire pour l'UD 14. On observe régulièrement du bétail dans les cours d'eau à l'intérieur des frayères lors des relevés aériens, dénotant la probabilité d'impacts supplémentaires dus à l'érosion des berges des cours d'eau par le bétail ou au piétinement des nids de saumon chinook du Fraser.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Barrages et gestion et utilisation de l'eau (E-É), Modifications des écosystèmes (E-É), Changements climatiques (É-M), Autres pollutions (M), Agriculture (M-F), Pêche (M-F), Espèces envahissantes (M-F)</i></p>
<p>UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps</p>	<p>Élevé-Extrême</p>	<p><i>Une baisse de 31 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 16 a été évalué comme étant élevé à extrême. Cette UD compte de multiples frayères dans la rivière Thompson Nord et plusieurs de ses affluents en amont de Vavenby. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les changements climatiques, la pollution, les modifications des systèmes naturels, la pêche et les tendances au déclin de la survie en mer. L'UD 16 est une population à montaison printanière et, en général, les adultes frayent dans des réseaux hydrographiques qui dépendent fortement des précipitations et des apports d'eaux souterraines. Toutefois, elle se trouve dans une zone plus humide que les UD du moyen Fraser et peut donc être moins sensible aux effets des conditions climatiques changeantes; c'est pourquoi on a considéré qu'elle était moins à risque que les UD 9 et 10. Les participants à l'atelier ont envisagé d'attribuer un niveau de risque élevé, plutôt qu'élevé à extrême à cette UD, mais compte tenu de l'incertitude relative à d'éventuels déversements de pétrole (liés à l'oléoduc de TransMountain) en plus des menaces susmentionnées, ils ont convenu que ce classement était approprié.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Changements climatiques (É-M), Pollution (M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pêche (M-F), Glissements de terrain (M-F)</i></p>

UD	Risque global de la menace	Commentaires des participants à l'atelier sur les menaces
UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été	Élevé-Extrême	<p><i>Une baisse de 31 à 100 % du niveau de la population est prévue au cours des trois prochaines générations.</i></p> <p>L'impact global sur l'UD 17 a été évalué comme étant élevé à extrême. Cette UD compte de multiples frayères dans la rivière Thompson Nord et plusieurs de ses affluents en aval des lacs Clearwater et Mahood. Comme pour l'UD 16, les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les changements climatiques, la pollution, les modifications des systèmes naturels, la pêche et les tendances au déclin de la survie en mer. Elle se trouve dans une zone climatique plus humide que les UD du moyen Fraser, et elle a donc été jugée moins sensible aux effets des conditions climatiques changeantes. En outre, l'UD 17 est composée de populations à montaison estivale qui sont quelque peu protégées des effets des conditions climatiques changeantes, et devrait ainsi être moins menacée que l'UD 16. Les participants à l'atelier ont envisagé d'attribuer un niveau de risque élevé, plutôt qu'élevé à extrême à cette UD, mais compte tenu de l'incertitude relative à d'éventuels déversements de pétrole (liés à l'oléoduc de TransMountain) en plus des menaces susmentionnées, ils ont convenu que ce classement était approprié.</p> <p><i>Menaces au classement le plus élevé : Changements climatiques (É-M), Pollution (M), Autres modifications des écosystèmes (M-F), Pêche (M-F), Glissements de terrain (M-F)</i></p>

Tableau 57. Classement général des menaces pour les UD de saumon chinook du Fraser évaluées. Il convient de noter que ce tableau présente le classement combiné des différentes catégories de menaces contenues dans chacune des grandes catégories de menaces globales figurant dans le tableau.

Grande catégorie de menaces du COSEPAC	UD 2	UD 4	UD 5	UD 7	UD 8	UD 9	UD 10	UD 11	UD 14	UD 16	UD 17
Développement résidentiel et commercial	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Agriculture et aquaculture (Concurrence des poissons d'écloserie)	Élevé-moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen-faible	Faible	Faible
Production d'énergie et exploitation minière	Moyen-Faible	S. O.	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Corridors de transport et de service	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Inconnu	Faible	Faible
Utilisation des ressources biologiques (Pêche)	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible	Élevé-faible
Intrusions et perturbations humaines	Négligeable	Moyen-Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible
Modifications des systèmes naturels (Gestion de l'eau, modifications des écosystèmes)	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen	Élevé-moyen	Moyen-faible	Moyen-faible	Extrême-élevé	Moyen-faible	Moyen-faible
Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen-faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen-faible	Faible	Faible
Pollution (Toutes sources et menaces confondues)	Moyen	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen	Moyen-faible	Moyen-faible	Moyen	Moyen	Moyen
Phénomènes géologiques (Glissements de terrain)	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Élevé	Extrême	Extrême	Extrême	Inconnu	Moyen-faible	Moyen-faible
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents (Changements des habitats)	Élevé-faible	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen	Élevé-moyen
<b>CLASSEMENT GLOBAL DES MENACES</b>	<b>Extrême-élevé</b>	<b>Extrême-élevé</b>	<b>Extrême-élevé</b>	<b>Extrême-élevé</b>	<b>Extrême</b>	<b>Extrême</b>	<b>Extrême</b>	<b>Extrême</b>	<b>Extrême</b>	<b>Extrême-élevé</b>	<b>Extrême-élevé</b>

---

## **4.2. ÉLÉMENT 9 : ACTIVITÉS LES PLUS SUSCEPTIBLES DE MENACER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DÉCRITES AUX ÉLÉMENTS 4 ET 5**

La majorité des menaces décrites dans l'élément 8 peuvent avoir un impact sur les propriétés des habitats visés par les éléments 4 et 5. Les voies de passage ont été décrites dans tout l'élément 8 et les principales menaces associées à chaque UD sont mises en évidence dans la section 4.1.12 Sommaire.

## **4.3. ÉLÉMENT 10 : FACTEURS NATURELS QUI POURRAIENT LIMITER LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT**

*Les facteurs limitatifs naturels s'entendent des « facteurs non anthropiques qui, dans la fourchette de variation normale, limitent l'abondance et l'aire de répartition d'une espèce sauvage ou d'une population » (MPO 2014). Il est important de noter que les facteurs ou processus limitatifs naturels peuvent être exacerbés par les activités anthropiques et peuvent alors devenir une menace. Par défaut, un facteur limitatif naturel est classé comme présentant un risque de menace « faible » dans le calculateur, à moins que d'autres facteurs (menaces anthropiques) n'exacerbent les niveaux naturels de variation ou les répercussions pour une population. Comme presque tous les facteurs limitatifs naturels sont influencés par les changements climatiques d'origine anthropique ou l'aménagement du paysage, ils sont étroitement liés aux menaces et aux effets existants.*

### **4.3.1. Limites biologiques et physiologiques**

La température est l'une des influences environnementales les plus importantes sur la biologie des salmonidés (Carter 2005), et elle est fortement liée à l'histoire de l'évolution des salmonidés dans le nord-ouest du Pacifique et à leur répartition historique (Brannon *et al.* 2004). Les températures de l'eau peuvent toucher tous les stades biologiques des salmonidés et avoir des effets directs et indirects sur la santé des poissons par le biais de divers mécanismes (Dunham *et al.* 2001; Richter et Kolmes 2005), notamment les taux de croissance et d'alimentation, le métabolisme, le développement des embryons et des alevins vésiculés, la période des événements du cycle biologique tels que la montaison, la fraie, la croissance en eau douce et la migration vers la mer, ainsi que la disponibilité de la nourriture (Carter 2005). Ainsi, les tolérances thermiques des salmonidés peuvent être considérées comme un facteur limitatif pour tous les stades biologiques du saumon chinook du Fraser.

Les salmonidés sont généralement incapables d'extraire suffisamment d'oxygène pour maintenir un fonctionnement corporel normal, même au repos, lorsque la température dépasse 25 °C (Clark *et al.* 2008). Clark et ses collaborateurs (2008) suggèrent que le maximum thermique critique pour le saumon chinook adulte au repos dépend de la masse, et se situe autour de 25 °C pour les gros poissons (>4 kg) et potentiellement autour de 27 °C pour les adultes plus petits. Lorsque la température de l'eau dépasse 18 °C, le taux de montaison est perturbé et le saumon chinook ralentit son rythme de montaison. Lorsque la température de l'eau dépasse 20 °C, la migration du chinook peut être complètement interrompue par la barrière thermique que représentent ces conditions chaudes, et le stress extrême et la mortalité accélérée commencent avec l'exposition à des températures proches de 21 °C (Richter et Kolmes 2005; Jensen *et al.* 2006). On a observé que les poissons au repos, plus avancés dans le cycle de maturation, subissent un stress physiologique important à des températures aussi basses que 16-17 °C (Timothy Clark, comm. pers.); toutefois, il convient de noter que ces résultats sont soit directement tirés, soit déduits d'études en laboratoire étroitement contrôlées et ne tiennent pas compte des agents de stress supplémentaires et sources de confusion.

---

La plage de températures optimale pour la survie des œufs et l'éclosion des saumons chinooks est de 5 à 15 °C (Leitritz et Lewis 1976; Boles *et al.* 1988; McCullough 1999; Diewart 2007), et les températures supérieures et inférieures signalées pour une mortalité de 50 % des saumons chinooks avant l'éclosion sont respectivement de 16 °C et de 2,5 à 3,0 °C (Alderdice et Velsen 1978). Il existe cependant des exceptions aux limites thermiques indiquées pour certaines populations de saumon chinook du Fraser de type fluvial, car on sait que les poissons connaissent des températures bien supérieures à ces seuils. Dans l'intérieur de la Colombie-Britannique, le chinook peut rencontrer des températures de l'eau proches de 0 °C pendant plusieurs semaines durant l'incubation des œufs (R. Bailey, comm. pers. 2019). La température létale supérieure pour les alevins de saumon chinook est de 25,1 °C (Scott et Crossman 1973).

La documentation sur les effets du stress et de l'augmentation de la température de l'eau indique qu'une exposition prolongée aux eaux chaudes peut influencer la viabilité des œufs et la densité des spermatozoïdes. Jensen et ses collaborateurs (2006) ont montré dans une étude que le chinook maintenu à 22 °C présentait des niveaux élevés de cortisol maternel, une hormone liée au stress qui peut être exprimée en réaction à des influences thermiques, se traduisant par une augmentation de la mortalité, une réduction de la longueur à la fourche et de la masse, une diminution du volume du sac vitellin, une utilisation ralentie du sac vitellin et, dans une certaine mesure, une augmentation de la prévalence des malformations morphologiques. Richter et Kolmes (2005) ont relevé plusieurs études dans lesquelles la qualité interne des gamètes chez les salmonidés adultes matures exposés à des températures supérieures à 13 °C, juste avant ou pendant la fraie, avait été gravement perturbée. Cela a entraîné une perte de viabilité des gamètes qui s'est traduite par une réduction du taux de fécondation et du développement des embryons. Comme pour la section précédente sur les limites thermiques pendant l'incubation, il existe des exceptions à ces limites. Bien que cela ne soit pas propre à cette EPR, le saumon chinook du Fraser de la rivière Nicola peut connaître des fluctuations diurnes extrêmes au moment de la fraie avec des périodes minimales de l'eau inférieures à 10 °C pendant la nuit et pouvant atteindre 18 °C pendant le jour en raison des faibles débits et des variations de la température diurne de l'air.

#### 4.3.2. Prédation

La prédation est une source de mortalité pour tous les stades biologiques du saumon chinook, mais un niveau élevé d'incertitude entoure les taux de prédation précis aux différents stades biologiques et les impacts directs sur la mortalité du saumon chinook du Fraser. La menace de prédation commence dès le stade de l'œuf et se poursuit tout au long du stade juvénile en eau douce, avec pour sources une variété d'espèces opportunistes de poissons, de mammifères et d'oiseaux (Sandercock 1991). Bien que les taux de prédation précis sur le saumon chinook soient actuellement inconnus, les interactions avec les prédateurs pourraient jouer un rôle important dans la mortalité de certains stocks de chinook (Brown *et al.* 2019). Certaines de ces interactions (la prédation par les pinnipèdes) sont influencées ou exacerbées par les activités anthropiques et, à ce titre, sont considérées comme des menaces pour le saumon chinook du Fraser dans l'élément 8.

Les principaux prédateurs d'eau douce du saumon chinook sont l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*), la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), la sauvagesse du nord (*Ptychocheilus oregonensis*), les lamproies (*Lampetra spp.*) et les chabots (*Cottus spp.*). L'omble à tête plate est considéré comme un piscivore majeur dans les lacs du réseau hydrographique Fraser (à la fois dans l'intérieur et sur une grande partie de la côte) et les ombles à tête plate anadromes sont des piscivores abondants et efficaces dans la région du delta du Fraser (Christensen et Trites 2011). Compte tenu des tendances à la baisse prouvées de la taille et de l'abondance des ombles à tête plate dans le bassin hydrographique du Fraser, il est peu probable que cette

---

espèce soit un facteur déterminant du déclin des saumons comme le saumon chinook du Fraser (Christensen et Trites 2011). La lamproie fluviatile est considérée comme un prédateur important du saumon d'âge 0 dans le détroit de Georgie et on estime qu'elle a consommé 65 %, 25 % et 2,3 % de la production totale de saumoneaux de coho, de chinook et de saumon rouge, respectivement, en 1991 (Beamish et Neville 1995; 2001). Cependant, il existe peu d'information sur l'abondance et la répartition de la lamproie fluviatile dans le Fraser, et il n'est donc pas possible de quantifier les effets de sa prédation sur le saumon chinook du Fraser.

La loutre de rivière (*Lontra canadensis*) peut se nourrir de saumons adultes dans les cours d'eau de fraie. Les loutres ont été identifiées comme une menace pour le saumon rouge du lac Ozette, inscrit sur la liste de l'ESA, dans l'État de Washington (Scordino *et al.* 2016). Des loutres de rivière ont été observées dans de nombreuses rivières où vivent des saumons chinooks dans le bassin du Fraser, notamment en train de tuer des saumons chinooks adultes dans la rivière Nicola (R. Bailey, comm. pers. 2019). Les loutres capturent probablement plus efficacement les saumons dans des rivières plus petites au débit réduit, et dans des zones où l'habitat est moins complexe. La hausse de la température de l'eau réduit la capacité de nage et l'endurance du chinook, ce qui accroît sans doute encore sa vulnérabilité à la prédation par les loutres. Les processus induits par les changements climatiques qui se traduisent par des températures de l'eau plus élevées, des débits faibles en été et la perte de la structure des chenaux, exacerbent probablement l'impact des loutres de rivière.

On sait que 31 espèces de mammifères marins sont présentes dans les eaux au large de la côte canadienne du Pacifique, dont sept sont connues pour se nourrir de salmonidés (Brown *et al.* 2019). Il s'agit notamment (mais pas exclusivement) des otaries (*Zalophus californianus*, *Eumetopias jubatus*), du phoque commun (*Phoca vitulina*), du dauphin à flancs blancs (*Lagenorhynchus obliquidens*) et du rorqual à bosse (*Megaptera novaeangliae*) (Riddell *et al.* 2013). Cependant, la prédation par les espèces de mammifères marins est par définition considérée comme une menace, car les activités anthropiques exacerbent/ont exacerbé les effets négatifs de leur prédation sur le saumon chinook du Fraser. La prédation par les pinnipèdes en particulier jouerait un rôle important dans le déclin de l'abondance du saumon chinook, et est examinée de manière plus détaillée dans la section Espèces indigènes problématiques.

Trois écotypes distincts d'épaulards (*Orcinus orca*) vivent dans les eaux côtières du nord-est de l'océan Pacifique. On sait que deux d'entre eux, les épaulards résidents du nord et les épaulards résidents du sud, consomment de préférence le saumon chinook adulte (âge  $\geq 2$  ans en mer), bien que leur abondance soit relativement rare par rapport aux autres espèces proie (Ford et Ellis 2006; Hanson *et al.* 2010). Il est possible que les épaulards résidents préfèrent le saumon chinook en raison de sa taille relativement grande, de sa teneur élevée en lipides et de sa disponibilité toute l'année dans l'habitat côtier des épaulards résidents (Ford et Ellis 2006). Voir la description détaillée des interactions avec les prédateurs à la section 4.1.8.

Pendant les mois d'été et d'automne, les épaulards résidents se rassemblent dans des zones côtières précises pour intercepter les saumons qui retournent à leurs cours d'eau de fraie natals. Bien que ces regroupements soient spatialement et temporellement corrélés avec l'abondance des saumons roses et rouges en migration, des études de terrain approfondies sur le comportement en quête de nourriture indiquent que les épaulards résidents recherchent sélectivement le saumon chinook et, dans une moindre mesure, le saumon kéta (Ford et Ellis 2006; Hanson *et al.* 2010; Brown *et al.* 2019). Ces baleines semblent cibler les grands poissons, dont la plupart sont âgés d'au moins quatre ans. Hanson et ses collaborateurs (2010) ont déduit par analyse génétique que 80 à 90 % des saumons chinooks consommés en été par les épaulards résidents provenaient du bassin hydrographique du Fraser, et seulement 6 à 14 % des rivières de la région de la baie Puget. Même si cette étude n'a eu lieu qu'une seule



---

année et n'a pas tenu compte de l'abondance relative des UD pour l'année en question, les auteurs ont classé chaque UD en fonction de son importance inférée comme suit : haut Fraser (UD 11), moyen Fraser (UD 7, UD 8, UD 9, UD 10), Thompson Sud (UD 14) et bas Fraser (UD 2, UD 4, UD 5). Riddell et ses collaborateurs (2013) ont discuté des conclusions d'un atelier selon lesquelles la population de saumon chinook de la rivière Thompson Sud (y compris l'UD 14) correspondait au stock prédominant dans le régime alimentaire de l'épaulard résident du sud.

Les estimations des nombres de saumons chinooks consommés chaque année par les épaulards résidents sont plutôt spéculatives car on connaît mal la proportion que représente le chinook dans le régime alimentaire du prédateur en hiver. Même si les épaulards résidents se nourrissent en majorité de chinook pendant l'été, ce n'est peut-être pas le cas de décembre à avril, lorsqu'ils s'alimentent au large de la côte extérieure. Cependant, en supposant qu'une moitié de leurs besoins énergétiques annuels est assouvie par la prédation qu'ils exercent sur le saumon chinook, on peut penser qu'ils consomment 500 000 poissons par an (Ford *et al.* 2010). On a aussi estimé que les épaulards résidents pourraient consommer jusqu'à 100 000 chinooks en juillet et en août autour de l'île de Vancouver.

Plusieurs espèces d'oiseaux ont été identifiées comme des prédateurs du saumon chinook durant sa migration vers la mer, notamment le Grand Harle (*Mergus merganser*), le Grand Héron (*Ardea Herodias*), le Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) et le Martin-pêcheur d'Amérique (*Megaceryle alcyon*) (Wood 1987a). Les effets de la prédation pendant la migration vers l'océan sont considérés comme anticompensatoires pour les salmonidés, c'est-à-dire que le taux de mortalité des salmonidés augmente lorsque l'abondance des saumons diminue (Brown *et al.* 2019). Des espèces d'oiseaux qui se nourrissent de saumons chinooks dans les estuaires côtiers ont été également identifiées, comme la Mouette de Bonaparte (*Larus Philadelphia*), la Sterne caspienne (*Hydroprogne caspia*) et le Cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) (Mace 1983; Sebring *et al.* 2013). Les populations de type océanique sont vulnérables moins longtemps en eau douce aux prédateurs aviaires que les populations de type fluvial. Chez les populations de type océanique le long de la côte de la Colombie-Britannique, le plus grand impact des prédateurs aviaires se fait sentir pendant la dévalaison, les taux de mortalité maximaux signalés se situant entre 8 % (Wood 1987a) et 12 % (Mace 1983). Les populations de type fluvial passent au moins un an à grossir en eau douce, tandis que les populations de type océanique du Fraser intérieur restent tout au plus cinq mois en eau douce avant d'arriver dans l'estuaire du fleuve. Cette résidence prolongée en eau accroît la vulnérabilité des populations de type fluvial aux prédateurs aviaires. Bien que nous n'ayons pas réussi à trouver une évaluation directe des taux de la prédation exercée par les oiseaux sur le saumon chinook de type fluvial, Wood (Wood 1987b) a indiqué taux de mortalité élevés pour le saumon coho, qui reste un an en rivière (24-65 % de la production potentielle de saumoneaux).

On ignore actuellement la dynamique des populations de taupes du Pacifique dans l'océan Pacifique Nord, mais des rapports anecdotiques affirment que l'espèce a considérablement rebondi depuis la fin de la pêche au filet maillant dérivant en haute mer (1992) et de la pêche canadienne de l'encornet volant (1987) (Okey, Wright et Brubaker 2007; Goldman et Musick 2008; Seitz *et al.* 2019). D'autres mesures de protection, telles que les modifications apportées à la Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act (1976), notamment la Shark Finning Prohibition Act de 2000 et la Shark Conservation Act de 2010, ont probablement contribué à l'augmentation de la productivité de la taupe du Pacifique ces dernières années (Seitz *et al.* 2019). Des recherches récentes menées par Seitz et ses collaborateurs (2019) indiquent que la prédation par la taupe du Pacifique pourrait être une source importante de mortalité des grands saumons chinooks immatures et matures en mer, tant en été qu'en hiver et dans une vaste zone géographique englobant le centre et l'est de la mer de Béring et le

---

voisinage des îles Aléoutiennes. Cette étude a également fourni des preuves de l'occupation de la mer de Béring par les taupes du Pacifique pendant l'hiver, alors que l'on pensait généralement que les températures ambiantes plus froides de l'eau (4-6 °C) repoussaient cette espèce vers le sud à l'arrivée de l'hiver (Weng *et al.* 2005, 2008; Goldman et Musick 2008).

Seitz et ses collaborateurs (2019) postulent que les grands prédateurs dominants comme les taupes du Pacifique constituent un mécanisme particulier de mortalité tardive en mer, contribuant en fin de compte à la diminution proportionnelle des classes d'âge plus vieilles de saumons chinooks retournant chaque année dans les frayères. La prédation du saumon de l'Atlantique par de grands prédateurs comme la maraîche (*Lamna nasus*) et le thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*) a été considérée comme un facteur important entravant le rétablissement des stocks dans les rivières canadiennes (Lacroix 2014), et on peut supposer que des effets similaires sont possibles pour les stocks de saumon chinook du Fraser sur la côte du Pacifique.

Le saumon est la source de nourriture nutritive la plus facile à obtenir et disponible de façon prévisible pour les ours (Quinn 2005). Les ours peuvent tuer beaucoup plus de saumons que tout autre prédateur terrestre, et dans les régions côtières, le saumon peut constituer la majorité du régime alimentaire annuel des ours bruns (*Ursus arctos*) et noirs (*U. americanus*) (Hilderbrand *et al.* 1999a, 1999b; Reimchan 2000; Mowat et Heard 2006). Les ours se rassemblent le long des cours d'eau à saumons pendant la montaison (Quinn 2005) et ont tendance à tuer les saumons les plus grands et les plus récemment arrivés (Ruggerone *et al.* 2000). Ils se nourrissent de manière sélective des parties du corps du saumon qui fournissent la plus grande quantité de graisse, en particulier la cervelle et les œufs des femelles (Gende *et al.* 2001, 2004), laissant les parties non consommées des carcasses dans le cours d'eau, le long des berges ou dans la forêt voisine où elles sont disponibles pour les nécrophages et les décomposeurs (Reimchan 2000; Gende *et al.* 2001). Bien qu'elle ne porte pas spécialement sur le saumon chinook du Fraser, une étude pluriannuelle sur la prédation dans Bristol Bay, en Alaska, a rapporté que les ours avaient consommé moins de 25 % de la biomasse totale des 4 218 saumons rouges qu'ils avaient tués (Quinn 2005). La pression sélective sur les grands saumons des populations des petits cours d'eau où la prédation est plus intense pourrait conduire à une évolution de saumons plus jeunes et plus petits par rapport à ceux des cours d'eau voisins où le taux de prédation est plus faible (Quinn *et al.* 2001). Il n'existe actuellement aucune source complète de données sur la prédation des ours sur le saumon en Colombie-Britannique. On ignore donc l'étendue de la prédation des ours sur toutes les UD de saumon chinook du Fraser; cependant, il est peu probable qu'elle soit un facteur important contribuant aux tendances actuelles au déclin de l'abondance en raison d'un lien évolutif fort et ancien entre ces espèces.

Christensen et Trites (2011) ont identifié une multitude d'espèces cooccurrentes qui pourraient présenter des risques de prédation pour les populations de saumon rouge du Fraser, dont beaucoup chevauchent les UD de saumon chinook du Fraser. Dans leur étude, ils ont également déterminé un certain nombre de lacunes dans les informations concernant l'abondance et les tendances de la population de ces espèces cooccurrentes, ainsi que la nécessité de mieux surveiller leur abondance et leur répartition afin de mieux comprendre l'influence de leur prédation sur le saumon chinook, en particulier pour les espèces qui ciblent le chinook dans ses premiers stades biologiques en eau douce.

Tableau 58. Prédateurs probablement rencontrés par le saumon chinook du Fraser.

Groupe de prédateurs	Nom commun	Nom scientifique
Poissons d'eau douce	Omble à tête plate	<i>Salvelinus confluentus</i>
	Lotte	<i>Lota lota</i>
	Saumon coho	<i>Oncorhynchus kisutch</i>
	Truite fardée	<i>Oncorhynchus clarkii clarkii</i>
	Dolly Varden	<i>Salvelinus malma</i>
	Touladi	<i>Salvelinus namaycush</i>
	Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>
	Sauvagesse du nord	<i>Ptychocheilus oregonensis</i>
	Truite arc-en-ciel/saumon arc-en-ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	Lamproie fluviatile	<i>Lampetra ayresi</i>
	Chabots	<i>Cottus spp.</i>
	Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>
	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>
	Poissons marins	Requin bleu
Merlu du Pacifique		<i>Merluccius productus</i>
Maquereau blanc		<i>Scomber japonicus</i>
Laimargue du Pacifique		<i>Somniosus pacificus</i>
Taupe du Pacifique		<i>Lamna diprosis</i>
Aiguillat commun		<i>Squalus acanthias</i>
Oiseaux	Cormoran à aigrettes	<i>Phalacrocorax auritus</i>
	Grand Harle	<i>Mergus merganser</i>
	Goélands et mouettes	<i>Larus spp.</i>
	Sterne caspienne	<i>Hydroprogne caspia</i>
	Pygargue à tête blanche	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>
	Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>
Mammifères	Otarie de Californie	<i>Zalophus californianus</i>
	Marsouin de Dall	<i>Phocoenoides dalli</i>
	Phoque commun	<i>Phocavitulina richardsi</i>
	Marsouin commun	<i>Phocoena phocoena</i>
	Rorqual à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>
	Épaulard (résident)	<i>Orcinus orca</i>
	Otarie à fourrure du Nord	<i>Callorhinus ursinus</i>
	Dauphin à flancs blancs du Pacifique	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>
	Otarie de Steller	<i>Eumetopias jubatus</i>
	Ours brun	<i>Ursus arctos</i>
	Ours noir	<i>Ursus americanus</i>
Coyote	<i>Canis latrans</i>	
Loup	<i>Canis lupus</i>	

### 4.3.3. Concurrence

La concurrence avec le saumon du Pacifique existe pour divers habitats, tant en eau douce qu'en mer. Dans l'eau douce, du fait de la limitation des ressources associée aux fortes densités de poissons d'écloserie, la concurrence peut avoir des effets importants sur les

---

poissons sauvages pendant les stades biologiques juvéniles et constitue un déterminant important de la valeur adaptative pour toute la vie (Tatara et Berejikian 2012). La concurrence interspécifique dans les assemblages indigènes de salmonidés anadromes est réduite au minimum, car ces espèces occupent des niches écologiques quelque peu différentes, tant dans l'espace que dans le temps (Hearn 1987; Quinn 2005). La concurrence pour les frayères et le déplacement des nids construits par des congénères peuvent être une source majeure de dynamique compensatoire chez le saumon, mais aux niveaux d'abondance actuels de la population de saumon chinook du Fraser, la concurrence pour les frayères est probablement inférieure aux niveaux historiques dans la plupart des cours d'eau. Il convient toutefois de noter que cette concurrence peut être exacerbée par la montaison des individus d'écloserie (voir l'examen détaillé dans la section Aquaculture marine et d'eau douce).

Il existe des preuves que les populations de scyphozoaires dans les écosystèmes côtiers pourraient augmenter (Brotz *et al.* 2012; Purcell 2012), et il se peut qu'elles constituent une forme de concurrence indirecte par exploitation pour le saumon du Pacifique. Les scyphozoaires présentent également plusieurs caractéristiques qui les placent dans une position influente pour restructurer le flux d'énergie dans les réseaux trophiques pélagiques : des taux de croissance et de reproduction élevés, un vaste régime alimentaire planctonophage et apparemment peu de prédateurs à l'âge adulte (Condon *et al.* 2012; Robinson *et al.* 2014). Dans une étude récente, Weil et ses collaborateurs (2019) ont indiqué que *Hyperiamedusarum*, un amphipode parasite de *Phacellophora camtschatica*, prévalait dans les régimes alimentaires des saumons chinooks juvéniles de type océanique au sud-est de l'île de Vancouver. Il était présent dans 47 %, 36 % et 29 % des régimes alimentaires des saumons chinooks échantillonnés en 2014 (N = 79), 2015 (N = 360) et 2016 (N = 761), respectivement. Les auteurs soulignent que ces résultats contrastent avec les résultats antérieurs présentés par Argue et ses collaborateurs (1986), qui n'avaient pas signalé la présence de *H. medusarum* dans l'alimentation des saumons cohos ou chinooks échantillonnés dans la même région entre 1973 et 1976. Ces résultats mettent en évidence les changements en cours dans le milieu marin qui peuvent entraîner des modifications de la composition des espèces proie et concurrentes, comme le montre l'exemple ci-dessus.

La maladie, la prédation et la concurrence sont des facteurs complexes et interdépendants, et les deux premiers peuvent exacerber le degré de concurrence que subissent les saumons tels que le saumon chinook du Fraser. Par exemple, les maladies causées par des parasites et des agents pathogènes modifient souvent le comportement des saumons et les rendent plus sensibles à la prédation ou les placent dans une situation de désavantage concurrentiel (Miller *et al.* 2014). Une forte concurrence peut entraîner une exposition à une prédation plus importante et la menace des prédateurs peut entraîner des coûts de vigilance qui provoquent un comportement de regroupement et accroissent la concurrence locale. Bien que ces interrelations soient difficiles à quantifier, il a été démontré que plusieurs facteurs anthropiques influencent hypothétiquement ou empiriquement certains aspects de chacune d'entre elles. Une incertitude entoure la manière dont la concurrence naturelle peut toucher le saumon chinook du Fraser, mais les impacts cumulés d'autres menaces peuvent exacerber la concurrence dans les environnements océaniques ou d'eau douce.

#### **4.4. ÉLÉMENT 11 : DISCUSSION DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES MENACES DE L'ÉLÉMENT 8 SUR L'ESPÈCE CIBLÉE ET LES AUTRES**

---

## ESPÈCES COOCCURRENTES, DES EFFORTS DE SURVEILLANCE ACTUELS ET DES LACUNES DANS LES CONNAISSANCES

Les espèces cooccurrentes sont généralement des prédateurs, des concurrents ou des proies, qui ont tous une relation différente avec les menaces susceptibles d'avoir un impact sur l'abondance ou le comportement du saumon chinook. Les menaces auront normalement des effets négatifs sur les prédateurs si l'abondance du saumon chinook diminue; cependant, certaines menaces peuvent avantager les prédateurs en modifiant le comportement du chinook ou sa capacité à percevoir les prédateurs. Les menaces possibles qui peuvent être bénéfiques aux prédateurs sont les effluents de métaux lourds qui perturbent les capacités chimiosensorielles du saumon chinook, ou certains niveaux de suspension de sédiments peuvent réduire la capacité visuelle du saumon chinook, sans influencer certains prédateurs, augmentant ainsi leur probabilité de réussite. Les concurrents tireront généralement profit d'une plus faible abondance du saumon chinook, mais si un concurrent a des besoins similaires en matière d'habitat ou de proies qui sont également touchés par diverses menaces, il en subira les conséquences négatives. Dans le milieu marin, les concurrents sont peut-être les plus exposés à des menaces similaires pour la productivité océanique, comme le saumon chinook. Les impacts sur la productivité des océans touchent également directement les espèces proie marines du saumon chinook, qui devraient normalement bénéficier de la réduction de l'abondance du saumon chinook.

La plupart des menaces qui influenceraient les caractéristiques de l'habitat auraient également un impact sur de nombreuses espèces cooccurrentes. Par exemple, un prédateur terrestre serait perturbé par les modifications de la surface de captage, telles que la diminution des forêts ou l'urbanisation accrue. Les arbres et la végétation riveraine sont également directement touchés, car ce sont les caractéristiques de l'habitat qui sont souvent détruites. En plus de la destruction de l'habitat, le déclin des populations de saumon peut avoir une influence sur la végétation riveraine en raison de la réduction des apports en nutriments provenant des carcasses (Hocking et Reynolds 2011). Si l'impact de la réduction des nutriments varie selon les bassins versants, il est probablement plus important dans les bassins plus petits pauvres en nutriments (Hocking et Reynolds 2011). Les modifications du débit d'eau douce causées par les barrages et l'irrigation auront une influence, le plus souvent négative, sur toutes les espèces aquatiques. Certaines espèces introduites et envahissantes peuvent bénéficier de la hausse des régimes de température dans l'eau douce parce qu'elles ont une tolérance physiologique aux températures élevées et peuvent supplanter les espèces indigènes. Le ministère de l'Environnement mène actuellement des relevés sur les espèces aquatiques introduites et des mesures de gestion visant à les éradiquer ont été prises dans plusieurs réseaux hydrographiques.

Il existe d'importantes lacunes dans les connaissances concernant le saumon chinook du Fraser, en particulier pour les populations à montaison printanière et estivale 5<sub>2</sub>; voici un bref sommaire des principales sources d'incertitude relevées durant le processus de la présente EPR :

- La répartition en eau douce du saumon chinook du Fraser s'étend sur une vaste zone géographique dans le bassin du Fraser et une grande partie de cet habitat n'a pas été étudiée complètement. En outre, on connaît mal la répartition marine du saumon chinook du Fraser en raison de l'absence de programmes d'indicateurs porteurs de MMC pour ces UD, et par conséquent, certaines des informations sur la répartition présentées dans la présente EPR sont déduites de données limitées.
- Bien que nous ayons une compréhension de base de la biologie d'eau douce et marine du saumon chinook du Fraser, pour la plupart des UD, nous manquons d'informations précises

---

telles que la survie de l'œuf à l'alevin, l'utilisation détaillée de l'habitat d'eau douce, la productivité, les données stock-recrue et les renseignements sur la survie en eau douce et en mer.

- Il n'existe pas de données actuelles sur la survie des saumoneaux jusqu'à l'âge 3, ni sur le taux de récolte pour 10 des 11 UD en raison d'un manque d'informations d'évaluation appropriées. Pour les UD 4 (BFR-Haute Pitt) et 5 (BFR-Été), nous n'avons que des données de qualité moyenne à élevée sur l'abondance relative pour un affluent de chaque UD, qui peuvent ne pas représenter les changements au niveau de l'UD. Pour les UD 4, 5, 7 (MFR-Nahatlatch), 8 (MFR-Portage) et 14 (THS-Bessette), il n'y a pas eu de lâchers récents de poissons porteurs de MMC ni de récupération ultérieure en mer, et toutes les informations sur la répartition sont inférées pour ces UD.
- L'impact des pêches (ciblant ou non le chinook) est actuellement limité ou inconnu pour la majorité des UD. L'UD 2 est la seule population pour laquelle on dispose d'une longue série chronologique de données tirées des MMC; par conséquent, nous avons déduit une grande partie des informations sur les pêches pour les autres UD en prenant l'évaluation de l'UD 2 comme point de référence.
- Il existe des lacunes importantes dans notre connaissance de la répartition actuelle des espèces envahissantes et de leurs effets potentiels sur le saumon chinook du Fraser, tant en milieu marin qu'en eau douce. Le crabe vert européen, présent actuellement dans plusieurs endroits de la mer des Salish et qui devrait continuer à étendre son aire de répartition en Colombie-Britannique, est une espèce particulièrement préoccupante.
- Il existe une multitude de sources de pollution dans le bassin versant du Fraser, mais les informations disponibles sur les effets de ces contaminants sur le saumon chinook du Fraser et leur influence sur sa survie dans les environnements marins et d'eau douce sont actuellement limitées.
- On ignore actuellement les effets des futures augmentations à grande échelle de la production des écloséries sur le saumon chinook du Fraser, et on ne sait pas non plus si ces augmentations entraîneront une concurrence accrue pour des ressources écologiques limitées entre les saumons d'écloserie et les saumons sauvages dans le Fraser.

Sans ces informations, il est particulièrement difficile d'évaluer l'état des stocks ou de fixer des objectifs de rétablissement significatifs que l'on peut quantifier. La deuxième partie de ce processus d'EPR dressera une liste plus complète des futures recherches recommandées.

## 5. CONCLUSION

La tendance de l'abondance de chaque UD a été réévaluée à la suite du document du COSEPAC (2019), et aucune ne montre de signes de rétablissement. Un atelier a été organisé pour obtenir l'avis d'experts afin d'examiner les menaces et les facteurs limitant le rétablissement de chaque UD. Les résultats de l'atelier sur les menaces ont permis de déterminer que le risque est élevé ou extrême pour les onze UD, en raison de la gravité et du nombre de menaces auxquelles chacune d'elles est confrontée. La dégradation généralisée des habitats d'eau douce liée aux infestations d'insectes, aux feux de forêt et à l'exploitation forestière, ainsi que la diminution de la survie en mer, tous ces phénomènes étant exacerbés par les changements climatiques, sont les principales menaces qui entravent le rétablissement. Étant donné que la plupart des UD sont de type fluvial et dépendent davantage des habitats d'eau douce que les types océaniques, les résultats de l'atelier ne sont pas surprenants. D'après les évaluations réalisées au cours de l'atelier, le risque d'extinction dans les prochaines

---

génération est considérable pour toutes les UD évaluées si ces menaces ne sont pas atténuées.

Il sera difficile d'atténuer les menaces multiples et complexes qui pèsent sur ces UD, d'autant que nombre d'entre elles sont exacerbées par les changements climatiques. En outre, il est très difficile de restaurer la végétation et des hydrogrammes fonctionnels dans des zones aussi largement touchées. Il sera essentiel de veiller à coordonner correctement les efforts grâce à une gouvernance efficace pour réussir à atténuer les effets cumulés de ces diverses menaces. Des recherches supplémentaires seront cruciales pour améliorer la prévision des résultats et pour élaborer des approches visant à atténuer les impacts des menaces et des facteurs limitatifs, en particulier dans un climat plus variable et en constante évolution.

Le deuxième et dernier rapport sur les évaluations du potentiel de rétablissement de ces UD sera publié en 2020. Ce rapport tentera de proposer des objectifs de rétablissement pour chaque UD, d'évaluer le potentiel d'atteindre ces objectifs selon diverses hypothèses d'atténuation de la menace, et de produire des avis propres à chaque UD sur les quantités de dommages qui peuvent être autorisées tout en obtenant une croissance positive des populations.

## 6. RÉFÉRENCES CITÉES

- Alderdice, D.F., and Velsen, F.P.J. 1978. Relation Between Temperature and Incubation Time for Eggs of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). J. Fish. Res. Board Canada 35(1): 69–75. doi:10.1139/f78-010.
- Alderman, S.L., Dindia, L.A., Kennedy, C.J., Farrell, A.P., and Gillis, T.E. 2017a. Proteomic analysis of sockeye salmon serum as a tool for biomarker discovery and new insight into the sublethal toxicity of diluted bitumen. Comp. Biochem. Physiol. 22: 157–166. doi:10.1016/j.cbd.2017.04.003.
- Alderman, S.L., Lin, F., Farrell, A.P., Kennedy, C.J., and Gillis, T.E. 2017b. Effects of diluted bitumen exposure on juvenile sockeye salmon: From cells to performance. Environ. Toxicol. Chem. 36(2): 354–360. doi:10.1002/etc.3533.
- Alila, Y., and Beckers, J. 2001. Using numerical modelling to address hydrologic forest management issues in British Columbia. Hydrol. Process. 15(18): 3371–3387. doi:10.1002/hyp.1038.
- Alsaadi, F., Hodson, P. V., and Langlois, V.S. 2018. An Embryonic Field of Study: The Aquatic Fate and Toxicity of Diluted Bitumen. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 100: 8–13. Springer US. doi:10.1007/s00128-017-2239-7.
- Anderson, D., Moggridge, H., Warren, P., and Shucksmith, J. 2014. The impacts of 'run-of-river' hydropower on the physical and ecological condition of rivers. Water Environ. J. 29(2): 268–276. doi:10.1111/wej.12101.
- Argue, A., Hillaby, B., and Shepard, C. 1986. Distribution, timing, change in size, and stomach contents of juvenile chinook and Coho salmon caught in Cowichan Estuary and Bay, 1973, 1975, 1976. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1431.
- Arkoosh, M.R., Boylen, D., Dietrich, J., Anulacion, B.F., GinaYlitalo, Bravo, C.F., Johnson, L.L., Loge, F.J., and Collier, T.K. 2010. Disease susceptibility of salmon exposed to polybrominated diphenyl ethers (PBDEs). Aquat. Toxicol. 98(1): 51–59. doi:10.1016/j.aquatox.2010.01.013.

- 
- Arkoosh, M.R., Casillas, E., Clemons, E., Kagley, A.N., Olson, R., Reno, P., and Stein, J.E. 1998. Effect of pollution on fish diseases: Potential impacts on salmonid populations. *J. Aquat. Anim. Health* 10(2): 182–190. doi:10.1577/1548-8667(1998)010<0182:EOPOFD>2.0.CO;2.
- Arkoosh, M.R., Casillas, E., Clemons, E., McCain, B., and Varanasi, U. 1991. Suppression of immunological memory in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from an urban estuary. *Fish Shellfish Immunol.* 1(4): 261–277. doi:10.1016/S1050-4648(05)80065-8.
- Arostegui, M.C., Smith, J.M., Kagley, A.N., Spilsbury-Pucci, D., Fresh, K.L., and Quinn, T.P. 2017. Spatially clustered movement patterns and segregation of subadult chinook salmon within the salish sea. *Mar. Coast. Fish.* 9(1): 1–12. doi:10.1080/19425120.2016.1249580.
- Baird, R.W. 2001. Status of Harbour Seals, *Phoca vitulina*, in Canada. *Can. Field-Naturalist* 115(4): 663–675.
- Bakke, T.A., and Harris, P.D. 1998. Diseases and parasites in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55(SUPPL.1): 247–266. doi:10.1139/d98-021.
- Ballard, T.M., and Krueger, W.C. 2005. Cattle and salmon II: Inference of Animal Activity From GPS Collar Data on Free-Ranging Cattle. *Rangel. Ecol. Manag.* 58(3): 274–278. doi:10.2111/1551-5028(2005)58.
- Barnes, W.J. 1999. The Rapid Growth of a Population of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) and Its Impact on Some River bottom Herbs. *J. Torrey Bot. Soc.* 126(2): 133–138.
- Barnett-Johnson, R., Grimes, C.B., Royer, C.F., and Donohoe, C.J. 2007. Identifying the contribution of wild and hatchery Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) to the ocean fishery using otolith microstructure as natural tags. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 1683–1692. doi:10.1139/F07-129.
- Barton, B.A., Schreck, C., Ewing, R.D., and Patino, R. 1985. Changes in plasma cortisol during stress and smoltification in Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 59(3): 468–471.
- Bass, A.L., Hinch, S.G., Teffer, A.K., Patterson, D.A., and Miller, K.M. 2017. A survey of microparasites present in adult migrating Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in south-western British Columbia determined by high-throughput quantitative polymerase chain reaction. *J. Fish Dis.* 40(4): 453–477. doi:10.1111/jfd.12607.
- Bayley, P.B. 1991. The flood pulse advantage and the restoration of river-floodplain systems. *Regul. Rivers Res. Manag.* 6(2): 75–86. doi:10.1002/rrr.3450060203.
- BC Ministry of Agriculture. 2016. [Agricultural Land Use Inventory: Fraser Valley Regional District, Summer 2011-2013 \(Reference No. 800.510-24.2013\)](#). Abbotsford, B.C. (Consulté 21 juillet 2020)
- BC Ministry of Forestry. 2004. Quesnel timber supply area. Rationale for annual allowable cut (AAC) determination, effective 1 October 2004. 63 p.
- BC Ministry of Forests and Range. 2005. Merritt timber supply area. Rationale for annual allowable cut (AAC) determination, effective 1 July 2005. 63 p.
- Beacham, T.D., Gould, A.P., Withler, R.E., Murray, C.B., and Barner, L.W. 1987. Biochemical Genetic Survey and Stock Identification of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) in British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44(10): 1702–1713. doi:10.1139/f87-209.
-



- 
- Beacham, T.D., and Murray, C.B. 1990. Temperature, Egg Size, and Development of Embryos and Alevins of Five Species of Pacific Salmon: A Comparative Analysis. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119(6): 927–945. doi:10.1577/1548-8659(1990)119<0927:tesado>2.3.co;2.
- Beacham, T.D., Supernault, K.J., Wetklo, M., Deagle, B., Labaree, K., Irvine, J.R., Candy, J.R., Miller, K.M., Nelson, R.J., and Withler, R.E. 2003. The geographic basis for population structure in Fraser River chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Fish. Bull.* 101(2): 229–242.
- Beakes, M.P., Moore, J.W., Hayes, S.A., and Sogard, S.M. 2014. Wildfire and the effects of shifting stream temperature on salmonids. *Ecosphere* 5(5): 1–14. doi:10.1890/ES13-00325.1.
- Beamer, E.M., and Henderson, R.A. 1998. Juvenile Salmonid Use of Natural and Hydromodified Stream Bank Habitat in the Mainstem Skagit River, Northwest Washington. State of Idaho Department of Fish and Game. Skagit System Cooperative Research Department. 52 p.
- Beamish, R., and Neville, C. 1995. Pacific salmon and Pacific herring mortalities in the Fraser River plume caused by river lamprey (*Lampetra ayresii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 644–650.
- Beamish, R.J., Lange, K.L., Neville, C.M., Sweeting, R.M., and Beacham, T.D. 2011. Structural patterns in the distribution of ocean- and stream-type juvenile chinook salmon populations in the Strait of Georgia in 2010 during the critical early marine period. North Pacific Anadromous Fish Commission. Doc. 1354.
- Beamish, R.J., and Mahnken, C. 2001. A critical size and period hypothesis to explain natural regulation of salmon abundance and the linkage to climate and climate change. *Prog. Oceanogr.* 49(1–4): 423–437. doi:10.1016/S0079-6611(01)00034-9.
- Beamish, R.J., and Neville, C.M. 2001. Predation-based mortality on juvenile salmon in the Strait of Georgia. *Tech. Rep. North Pacific Anadromous Fish Comm.* 2(October): 11–13. doi:10.13140/RG.2.2.32170.00968.
- Becker, D. 1973. Food and growth parameters of juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, In Central Columbia River. *Fish. Bull.* 71(2): 387–400.
- Bell, R. 1958. Time, Size, and Estimated Numbers of Seaward Migrations of Chinook Salmon and Steelhead Trout in the Brownlee-Oxbow Section of the Middle Snake River. *In Journal of Chemical Information and Modeling.* Boise, Idaho, U.S.A. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Berejikian, B., and Ford, M. 2003. Review of relative fitness of hatchery and natural salmon. National Marine Fisheries Service, Northwest Fisheries Science Center. Seattle, WA. NMFSNWFSC-61. 29 p.
- Beschta, R., Bilby, R., Brown, G., Holtby, L., and Hofstra, T. 1987. [Stream temperature and aquatic habitat: fisheries and forestry interactions](#). *Streamside Manag. For. Fish. Interact.:* 191–232. (Accessed Jul 21, 2020)
- BGC. 2018. [Squamish-Lillooet Regional District Seton Portage Integrated Hydrogeomorphic Assessment](#). BCG Engineering Inc. Pemberton, BC. 355 p. (Accessed Jul 21, 2020)
- Birtwell, I., Levings, C., Macdonald, J., and Rogers, I. 1988. A review of fish habitat issues in the Fraser River system. *Water Pollut. Res. J. Canada* 23(1): 1–30.

- 
- Birtwell, I.K., Nassichuk, M.D., Beune, H., and Gang, M. 1987. Deas Slough, Fraser River Estuary, British Columbia: general description and some aquatic characteristics. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1926: 45 p.
- Bisson, P.A., and Bilby, R.E. 1982. Avoidance of Suspended Sediment by Juvenile Coho Salmon. *North Am. J. Fish. Manag.* 4: 371–374. doi:10.1577/1548-8659(1982)2<371:AOSBJ>2.0.CO;2.
- Bjornn, T.C. 1971. Trout and salmon movements in two Idaho streams as related to temperature, food, stream flow, cover, and population density. *Trans. Am. Fish. Soc.* 100(3): 423–438.
- Bjornn, T.C., and Reiser, D.W. 1991. Habitat requirements of salmonids in streams. *In* Meehan W.R. (Ed.): *Influence of Forest and Rangeland Management on Salmonid Fishes and Their Habitats*. pp. 83–138.
- Bladon, K.D., Segura, C., Cook, N.A., Bywater-Reyes, S., and Reiter, M. 2018. A multicatchment analysis of headwater and downstream temperature effects from contemporary forest harvesting. *Hydrol. Process.* 32(2): 293–304. doi:10.1002/hyp.11415.
- Blais, J.M. 2005. Biogeochemistry of persistent bioaccumulative toxicants: Processes affecting the transport of contaminants to remote areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62(1): 236–243. doi:10.1139/f04-226.
- Blais, J.M., Schindler, D.W., Sharp, M., Braekevelt, E., Lafrenière, M., McDonald, K., Muir, D.C.G., and Strachan, W.M.J. 2001. Fluxes of semivolatile organochlorine compounds in Bow Lake, a high-altitude, glacier-fed, subalpine lake in the Canadian rocky mountains. *Limnol. Oceanogr.* 46(8): 2019–2031. doi:10.4319/lo.2001.46.8.2019.
- Boles, G.L., Turek, S., Maxwell, C., and McGill, D.M. 1988. Water Temperature Effects on Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) with Emphasis on the Sacramento River. A Literature Review. State of California Department of Water Resources, Northern District. 97 p.
- Bollens, S., vanden Hooff, R., Butler, M., Cordell, J., and Frost, B. 2010. Feeding ecology of juvenile pacific salmon (*Oncorhynchus spp.*) in a northeast pacific fjord: Diet, availability of zooplankton, selectivity for prey, and potential competition for prey resources. *Fish. Bull.* 108(4): 393–407.
- Bond, N.A., Cronin, M.F., Freeland, H., and Mantua, N. 2015. Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific. *Geophys. Res. Lett.* 42(9): 3414–3420. doi:10.1002/2015GL063306.
- Bonsal, B.R., Peters, D.L., Seglenieks, F., Rivera, A., and Berg, A. 2019. Changes in freshwater availability across Canada; Chapter 6 in *Canada's Changing Climate Report*. pp. 261–342.
- Booth, D.B., Hartley, D., and Jackson, R. 2002. Forest Cover, Impervious-Surface Area, and the Mitigation of Stormwater Impacts1. *J. Am. Water Resour. Assoc.* 38(3): 835–845. doi:10.1111/j.1752-1688.2002.tb01000.x.
- Bowerman, T., Roumasset, A., Keefer, M.L., Sharpe, C.S., and Caudill, C.C. 2018. Prespaw Mortality of Female Chinook Salmon Increases with Water Temperature and Percent Hatchery Origin. *Trans. Am. Fish. Soc.* 147(1): 31–42. doi:10.1002/tafs.10022.
- Bradford, M.J. 1994. Trends in the Abundance of Chinook Salmon *Oncorhynchus tshawytscha*) of the Nechako River, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 965–974.
-

- 
- Bradford, M.J., Higgins, P.S., Korman, J., and Sneep, J. 2011. Test of an environmental flow release in a British Columbia river: Does more water mean more fish? *Freshw. Biol.* 56(10): 2119–2134. doi:10.1111/j.1365-2427.2011.02633.x.
- Bradford, M.J., and Irvine, J.R. 2000. Land use, fishing, climate change, and the decline of Thompson River, British Columbia, coho salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57(1): 13–16. doi:10.1139/f99-283.
- Bradford, M.J., and Taylor, G.C. 1997. Individual variation in dispersal behaviour of newly emerged chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from the Upper Fraser River, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54(7): 1585–1592. doi:10.1139/cjfas-54-7-1585.
- Bradford, M.J., Tovey, C.P., and Herborg, L.M. 2008a. [Biological Risk Assessment for Yellow Perch \(\*Perch flavescens\*\) in British Columbia](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc* 2008/073: vi + 27.
- Bradford, M.J., Tovey, C.P., and Herborg, L.M. 2008b. [Biological Risk Assessment for Northern Pike \(\*Esox lucius\*\), Pumpkinseed \(\*Lepomis gibbosus\*\), and Walleye \(\*Sander vitreus\*\) in British Columbia](#). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc* 2008/074: viii + 46.
- Brannon, E.L., Currens, K.P., and Lichatowich, J.A. 1999. Review of Artificial Production of Anadromous and Resident Fish in the Columbia River Basin, Part I: A Scientific Basis for Columbia River Production Program. Northwest Power Planning Council, Document 99-4 (April 1999).
- Brannon, E.L., Powell, M.S., Quinn, T.P., and Talbot, A. 2004. Population structure of Columbia River Basin chinook salmon and steelhead trout. *In* *Reviews in Fisheries Science*. doi:10.1080/10641260490280313.
- Braun, D.C., Moore, J.W., Candy, J., and Bailey, R.E. 2016. Population diversity in salmon: Linkages among response, genetic and life history diversity. *Ecography (Cop.)*. 39(3): 317–328. doi:10.1111/ecog.01102.
- Bravo, C.F., Curtis, L.R., Myers, M.S., Meador, J.P., Johnson, L.L., Buzitis, J., Collier, T.K., Morrow, J.D., Laetz, C.A., Loge, F.J., and Arkoosh, M.R. 2011. Biomarker responses and disease susceptibility in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fed a high molecular weight PAH mixture. *Environ. Toxicol. Chem.* 30(3): 704–714. doi:10.1002/etc.439.
- Brett, J.R., Clarke, W.C., and Shelbourn, J.E. 1982. Experiments on thermal requirements for growth and food conversion efficiency of juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* (1127): 1–29.
- Brotz, L., Cheung, .W.L., Kleisner, K., Pakhomov, E., and Pauly, D. 2012. Increasing Jellyfish Populations: Trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia* 690(1): 3–20. doi:10.1007/s10750-012-1039-7.
- Brown, G., S.J. Baillie, M.E. Thiess, J.R. Candy, C.K. Parken, G. Pestal, Willis, D.M. 2013. Pre-COSEWIC assessment of southern British Columbia Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) populations. *CSAP 2012/13* P23.
- Brown, G., Riddell, B., Chen, D., and Bradford, M. 2001. A biologically-based escapement goal for Harrison River fall Chinook (Draft). Pacific Scientific Advice Review Committee, Salmon Subcommittee Working Paper S2001-16.
- Brown, G.S., Baillie, S.J., Thiess, M.E., Bailey, R.E., Candy, J.R., Parken, C.K., and Willis, D.M. 2019. [Pre-COSEWIC review of southern British Columbia Chinook Salmon \(\*Oncorhynchus tshawytscha\*\) conservation units, Part I: background](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2019/11(April): vii + 67 pp.
-

- 
- Brown, T., Runciman, B., Bradford, M., and Pollard, S. 2009a. Biological Synopsis of Yellow Perch in British Columbia. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2883: 36 p.
- Brown, T., Runciman, B., Pollard, S., and Grant, A. 2009b. Biological Synopsis of Largemouth Bass (*Micropterus*). Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2884: V+27.
- Brown, T.G. 2002. [Floodplains, flooding, and salmon rearing habitats in British Columbia: A review](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc 2002/007: 1–155.
- Brown, T.G., Runciman, B., Pollard, S., Grant, A.D.A., and Bradford, M.J. 2009c. Biological Synopsis of Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*). Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2887: 58.
- Brown, T.G., White, E., Kelly, D., Rzen, L., and Rutten, J. 1994. Availability of juvenile chinook salmon to predators along the margins of the Nechako and Stuart river, B.C. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2245: 34.
- Brown, T.G., and Winchell, P. 2002. Use of Shuswap Lake foreshore by juvenile salmonids. Paper given at Institute of Ocean Science, Victoria, B.C. at MEHSD all staff meeting on Nov 27/2002.
- Brown, T.G., and Winchell, P. 2004. Fish Community of Shuswap Lake's Foreshore. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2568: 60.
- Brown, T.J., Whitehouse, T.R., and Levings, C.D. 1989. Beach seine data from the Fraser River at the north arm and main arm, and Agassiz during 1987-88. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 737: 134 p.
- Van Bruggen, A.H.C., He, M.M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K.C., Finckh, M.R., and Morris, J.G. 2018. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Sci. Total Environ.* 616–617: 255–268. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.10.309.
- Brusven, M.A., Meehan, W.R., and Ward, J.F. 1986. Summer Use of Simulated Undercut Banks by Juvenile. *North Am. J. Fish. Manag.* 6: 32–37.
- Buhl, K.J., and Hamilton, S.J. 1998. Acute toxicity of fire-retardant and foam-suppressant chemicals to early life stages of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Environ. Toxicol. Chem.* 17(8): 1589–1599. doi:10.1897/1551-5028(1998)017<1589:ATOFRA>2.3.CO;2.
- Burdick, D.M., and Short, F.T. 1999. The effects of boat docks on eelgrass beds in coastal waters of Massachusetts. *Environ. Manage.* 23(2): 231–240. doi:10.1007/s002679900182.
- Burner, C.J. 1951. Characteristics of spawning nests of Columbia River salmon. *U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull.* 52: 94–110. doi:10.1038/nature02831.1.
- Burt, J.M., Hinch, S.G., and Patterson, D.A. 2012. Developmental temperature stress and parental identity shape offspring burst swimming performance in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Ecol. Freshw. Fish* 21(2): 176–188. doi:10.1111/j.1600-0633.2011.00535.x.
- Bush, E., and Lemmen, D. 2019. [Canada's Changing Climate Report](#). Government of Canada, Ottawa, ON. (Consulté 21 juillet 2020)
- Bustard, D.R. 1986. Some differences between coastal and interior stream ecosystems and the implication to juvenile fish production. Pages 117-126, in J.H. Patterson (ed.), *Proceedings of the Workshop on Habitat Improvements*, Whistler, B.C. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.: 117–126.
-

- 
- Caldeira, K., Archer, D., Barry, J.P., Bellerby, R.G.J., Brewer, P.G., Cao, L., Dickson, A.G., Doney, S.C., Elderfield, H., Fabry, V.J., Felly, R.A., Gattuso, J.P., Haugan, P.M., Hoegh-Guldberg, O., Jain, A.K., Kleypas, J.A., Langdon, C., Orr, J.C., Ridgwell, A., Sabine, C.L., Seibel, B.A., Shirayama, Y., Turley, C., Watson, A.J., and Zeebe, R.E. 2007. Comment on “Modern-age buildup of CO<sub>2</sub> and its effects on seawater acidity and salinity” by Hugo A. Loaiciga. *Geophys. Res. Lett.* 34(18): 3–5. doi:10.1029/2006GL027288.
- Caldeira, K., and Wickett, M.E. 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 425(6956): 365. doi:10.1038/425365a.
- Cambary, J.A. 2003. Impact on indigenous species biodiversity caused by the globalisation of alien recreation freshwater fisheries. *Hydrobiologia* 500: 217–230. doi:8.
- Campbell, P.M., and Devlin, R.H. 1997. Increased CYP1A1 and Ribosomal Protein L5 Gene Expression: The Response of Juvenile Chinook Salmon to Coal Dust Exposure. *Aquat. Toxicol.* 38(1–3): 1–15.
- Candy, J.R., Irvine, J.R., Parken, C.K., Lemke, S.L., Bailey, R.E., Wetklo, M., and Jonsen, K. 2002. [A discussion paper on possible new stock groupings \(Conservation Units\) for Fraser River Chinook Salmon](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/085. 57 p.
- Carey, A.J., Lanksbury, J., Niewolny, L.A., West, J.E., Ylitalo, G., Johnson, L., and O’Neill, S.M. 2017. [Assessing the threat of toxic contamination to early marine survival of Chinook salmon from Puget Sound](#). *In* Salish Sea Ecosystem Conference.
- Carlson, S.M., and Satterthwaite, W.H. 2011. Weakened portfolio effect in a collapsed salmon population complex. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(9): 1579–1589. doi:10.1139/f2011-084.
- Carter, K. 2005. The Effects of Temperature on Steelhead Trout, Coho Salmon, and Chinook Salmon Biology and Function by Life Stage. Implications for Klamath Basin TMDLs. Quality (August).
- Casillas, E., McCain, B.B., Arkoosh, M., and Stein, J.E. 1997. Estuarine Pollution and Juvenile Salmon Health: Potential Impact on Survival. *In* Estuarine and ocean survival of Northeastern Pacific Salmon: Proceedings of the workshop. *Edited by* R.L. Emmett and M.H. Schiewe. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. p. 313.
- Cathey, H., and Campbell, L. 1975. Security lighting and its impact on the landscape. *J. Arboric.* 1: 181–187.
- Cavole, L., Demko, A., Diner, R., Giddings, A., Koester, I., Pagniello, C., Paulsen, M.-L., Ramirez-Valdez, A., Schwenck, S., Yen, N., Zill, M., and Franks, P. 2016. Biological Impacts of the 2013–2015 Warm-Water Anomaly in the Northeast Pacific: Winners, Losers, and the Future. *Oceanography* 29(2): 273–285. doi:10.5670/oceanog.2016.32.
- Chalifour, L., Scott, D.C., MacDuffee, M., Iacarella, J.C., Martin, T.G., and Baum, J.K. 2019. Habitat use by juvenile salmon, other migratory fish, and resident fish species underscores the importance of estuarine habitat mosaics. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 625: 145–162. doi:10.3354/meps13064.
- Chapman, D.W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117: 1–21. doi:10.1097/00000658-193404000-00017.
- Chapman, D.W., and Knudsen, E. 1980. Channelization and Livestock Impacts on Salmonid Habitat and Biomass in Western Washington. *Trans. Am. Fish. Soc.* 109: 357–363. doi:10.1577/1548-8659(1980)109<357:CALIOS>2.0.CO;2.

- 
- Chasco, B., Kaplan, I.C., Thomas, A., Acevedo-Gutiérrez, A., Noren, D., Ford, M.J., Hanson, M.B., Scordino, J., Jeffries, S., Pearson, S., Marshall, K.N., and Ward, E.J. 2017. Estimates of chinook salmon consumption in Washington State inland waters by four marine mammal predators from 1970 to 2015. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74(8): 1173–1194. doi:10.1139/cjfas-2016-0203.
- Chittenden, C.M., Sweeting, R., Neville, C.M., Young, K., Galbraith, M., Carmack, E., Vagle, S., Dempsey, M., Eert, J., and Beamish, R.J. 2018. Estuarine and marine diets of out-migrating Chinook Salmon smolts in relation to local zooplankton populations, including harmful blooms. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 200: 335–348. doi:10.1016/j.ecss.2017.11.021.
- Choi, G., Robinson, D.A., and Kang, S. 2010. Changing northern hemisphere snow seasons. *J. Clim.* 23(19): 5305–5310. doi:10.1175/2010JCLI3644.1.
- Christensen, V., and Trites, A.W. 2011. [Predation on Fraser River Sockeye Salmon](#). Cohen Commission Technical Report 8. (Consulté 21 juillet 2020)
- Di Cicco, E., Ferguson, H.W., Schulze, A.D., Kaukinen, K.H., Li, S., Vanderstichel, R., Wessel, Ø., Rimstad, E., Gardner, I.A., Hammell, K.L., and Miller, K.M. 2017. Heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) disease diagnosed on a British Columbia salmon farm through a longitudinal farm study. *In PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0171471.
- Clague, J.J., and Bobrowsky, P.T. 1999. The Geological Signature of Great Earthquakes off Canada's West Coast. *Geosci. Canada* 26(1): 15 p.
- Clague, J.J., Munro, A., and Murty, T. 2003. Tsunami hazard and risk in Canada. *Nat. Hazards* 28(June): 433–461.
- Clark, T.D., Sandblom, E., Cox, G.K., Hinch, S.G., and Farrell, A.P. 2008. Circulatory limits to oxygen supply during an acute temperature increase in the Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Am. J. Physiol. - Regul. Integr. Comp. Physiol.* 295(5): 1631–1639. doi:10.1152/ajpregu.90461.2008.
- Cohen, B.I. 2012. [The Uncertain Future of Fraser River Sockeye. Volume 1: The Sockeye Fishery](#). (Consulté 21 juillet 2020)
- Cole, E., and Newton, M. 2013. Influence of streamside buffers on stream temperature response following clear-cut harvesting in western Oregon. *Can. J. For. Res.* 43(11): 993–1005. doi:10.1139/cjfr-2013-0138.
- Collie, J.S., Peterman, R.M., and Walters, C.J. 1990. Experimental harvest policies for a mixed-stock fishery: Fraser River sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47(1): 145–155. doi:10.1139/f90-015.
- Collins, S.F., Baxter, C. V., Marcarelli, A.M., and Wipfli, M.S. 2016. Effects of experimentally added salmon subsidies on resident fishes via direct and indirect pathways. *Ecosphere* 7(3): 1–18. doi:10.1002/ecs2.1248.
- Condon, R.H., Graham, W.M., Duarte, C.M., Pitt, K.A., Lucas, C.H., Haddock, S.H.D., Sutherland, K.R., Robinson, K.L., Dawson, M.N., Decker, M.B., Mills, C.E., Purcell, J.E., Malej, A., Mianzan, H., Uye, S., Gelcich, S., and Madin, L.P. 2012. Questioning the Rise of Gelatinous Zooplankton in the World's Oceans. *Bioscience* 62(2): 160–169. doi:10.1525/bio.2012.62.2.9.
- Connor, W.P., Burge, H.L., Waitt, R., and Bjornn, T.C. 2002. Juvenile Life History of Wild Fall Chinook Salmon in the Snake and Clearwater Rivers. *North Am. J. Fish. Manag.* 22(3): 703–712. doi:10.1577/1548-8675(2002)022<0703:jlhowf>2.0.co;2.
-



- 
- COSEPAC. 2017. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon chinook \(\*Oncorhynchus tshawytscha\*\), population de l'Okanagan, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 66 p. Ottawa, ON.
- COSEPAC. 2019. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon chinook \(\*Oncorhynchus tshawytscha\*\) unités désignables du sud de la Colombie Britannique \(première partie - unités désignables ayant fait l'objet d'un nombre très faible ou nul de lâchers d'écloseries ces 12 dernières années\), au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xxxix + 302 p.
- Counihan, T.D., Hardiman, J.M., Burgess, D.S., Simmons, K.E., Holmberg, G., Rogala, J.A., and Polacek, R.R. 2012. [Assessing Native and Introduced Fish Predation on Migrating Juvenile Salmon in Priest Rapids and Wanapum Reservoirs, Columbia River, Washington, 2009–11](#). U.S. Department of the Interior; U.S. Geological Survey. Report 2012–1130.
- Coutant, C.C., and Whitney, R.R. 2000. Fish Behavior in Relation to Passage through Hydropower Turbines: A Review. *Trans. Am. Fish. Soc.* 129(2): 351–380. doi:10.1577/1548-8659(2000)129<0351:fbirtp>2.0.co;2.
- Cramer, S.P. 1990. Contribution of Sacramento Basin hatcheries to ocean catch and river escapement of fall chinook salmon. California Department of Water Resources. Sacramento, CA.
- Crooks, J.A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: The role of ecosystem engineers. *Oikos* 97(2): 153–166. doi:10.1034/j.1600-0706.2002.970201.x.
- CTC. 2018. 2017 Exploitation rate analysis and Model calibration. Pacific Salmon Commission Joint Chinook Technical Committee, Report TCCHINOOK. 18(01): 135 p.
- Cullon, D.L., Yunker, M.B., Alleyne, C., Dangerfield, N.J., O'Neill, S., Whitticar, M.J., and Ross, P.S. 2009. Persistent organic pollutants in Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*): Implications for resident killer whales of British Columbia and adjacent waters. *Environ. Toxicol. Chem.* 28(1): 148–161. doi:10.1897/08-125.1.
- D'Eon-Eggertson, F., Dulvy, N.K., and Peterman, R.M. 2015. Reliable Identification of Declining Populations in an Uncertain World. *Conserv. Lett.* 8(2): 86–96. doi:10.1111/conl.12123.
- Daly, E.A., Brodeur, R.D., and Auth, T.D. 2017. Anomalous ocean conditions in 2015: Impacts on spring Chinook salmon and their prey field. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 566(September 2014): 168–182. doi:10.3354/meps12021.
- Daughton, C., and Brooks, B. 2011. Active Pharmaceutical Ingredients and Aquatic Organisms. *Environ. Contam. Biota*: 287–347. doi:10.1201/b10598-10.
- David, A.T., Simenstad, C.A., Cordell, J.R., Toft, J.D., Ellings, C.S., Gray, A., and Berge, H.B. 2016. Wetland Loss, Juvenile Salmon Foraging Performance, and Density Dependence in Pacific Northwest Estuaries. *Estuaries and Coasts* 39(3): 767–780. doi:10.1007/s12237-015-0041-5.
- Debruyne, A.M.H., Ikononou, M.G., and Gobas, F.A.P.C. 2004. Magnification and toxicity of PCBs, PCDDs, and PCDFs in upriver-migrating pacific salmon. *Environ. Sci. Technol.* 38(23): 6217–6224. doi:10.1021/es049607w.
- Déry, S.J., Hernández-Henríquez, M.A., Owens, P.N., Parkes, M.W., and Petticrew, E.L. 2012. A century of hydrological variability and trends in the Fraser River Basin. *Environ. Res. Lett.* 7(2). doi:10.1088/1748-9326/7/2/024019.
-

- 
- Desforbes, J.P.W., Galbraith, M., and Ross, P.S. 2015. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 69(3): 320–330. Springer US. doi:10.1007/s00244-015-0172-5.
- Dewailly, E., Nantel, A., Weber, J.P., and Meyer, F. 1989. High levels of PCBs in breast milk of inuit women from arctic quebec. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 43(5): 641–646. doi:10.1007/BF01701981.
- Dextrase, A.J., and Mandrak, N.E. 2006. Impacts of alien invasive species on freshwater fauna at risk in Canada. *Biol. Invasions* 8(1): 13–24. doi:10.1007/s10530-005-0232-2.
- Dietrich, J.P., Van Gaest, A.L., Strickland, S.A., Hutchinson, G.P., Krupkin, A.B., and Arkoosh, M.R. 2014. Toxicity of PHOS-CHEK LC-95A and 259F fire retardants to ocean- and stream-type Chinook salmon and their potential to recover before seawater entry. *Sci. Total Environ.* 490: 610–621. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.05.038.
- Dietrich, J.P., Myers, M.S., Strickland, S.A., Van Gaest, A., and Arkoosh, M.R. 2013. Toxicity of forest fire retardant chemicals to stream-type chinook salmon undergoing parr-smolt transformation. *Environ. Toxicol. Chem.* 32(1): 236–247. doi:10.1002/etc.2052.
- Diewart, R. 2007. Habitat requirements for ten Pacific salmon life-history strategies. Unpublished Data. Prepared for Fisheries and Oceans Canada, Habitat and Enhancement Branch.
- Dobson, D., Holt, K., and Davis, B. 2019. In Revision: A technical review of the Fraser River Chinook management approach. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc: x +271 pp.
- Dorava, J.M., and Moore, G.W. 1997. [Effects of boatwakes on streambank erosion Kenai River, Alaska](#). US Geological Survey; Alaska Department of Fish and Game. (Consulté 21 juillet 2020)
- Dorner, B., Catalano, M.J., and Peterman, R.M. 2018. Spatial and temporal patterns of covariation in productivity of chinook salmon populations of the northeastern pacific ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 75(7): 1082–1095. doi:10.1139/cjfas-2017-0197.
- Douglas, T. 2006. [Review of groundwater-salmon interactions in British Columbia. Watershed Watch Salmon Society and Walter & Duncan Gordon Foundation](#). Watershed Watch Salmon Society. (Consulté 21 juillet 2020)
- Doutaz, D. 2019. [Columbia river northern pike - investigating the ecology of British Columbia's new apex invasive freshwater predator](#). MSc Thesis. Thompson Rivers University. (Consulté 21 juillet 2020)
- Ducommun, G. 2013. ATK Source Report on Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Vancouver Island, Sunshine Coast, and Fraser River populations) in Canada. Prepared for Aboriginal Traditional Knowledge Sub-Committee of the Committee on the Status of Endangered Wildlife in.
- Duffy, E.J., and Beauchamp, D.A. 2011. Rapid growth in the early marine period improves the marine survival of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in Puget Sound, Washington. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(2): 232–240. doi:10.1139/F10-144.
- Duffy, E.J., Beauchamp, D.A., Sweeting, R.M., Beamish, R.J., and Brennan, J.S. 2010. Ontogenetic Diet Shifts of Juvenile Chinook Salmon in Nearshore and Offshore Habitats of Puget Sound. *Trans. Am. Fish. Soc.* 139(3): 803–823. doi:10.1577/t08-244.1.
- Dunford, W. 1975. [Space and food utilization by salmonids in marsh habitats of the Fraser River estuary](#). MSc Thesis. University of Toronto.
-



- 
- Dunham, J., Lockwood, J., and Mebane, C. 2001. Salmonid distributions and temperature. Prepared as Part of Region 10 Temperature Water Quality Criteria Guidance Development Project. EPA-910-D-01-002.
- EDI Environmental Dynamics Inc. 2008. Mountain Pine Beetle Infestation: Hydrological Impacts. Report for The B.C. Ministry of Environment Mountain Pine Beetle Action Team.
- El-Sabaawi, R., Dower, J., Kainz, M., and Mazumder, A. 2009. Interannual variability in fatty acid composition of the copepod *Neocalanus plumchrus* in the Strait of Georgia, British Columbia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 382: 151–161. doi:10.3354/meps07915.
- Eliason, E.J., Clark, T.D., Hague, M.J., Hanson, L.M., Gallagher, Z.S., Jeffries, K.M., Gale, M.K., Patterson, D.A., Hinch, S.G., and Farrell, A.P. 2011. Differences in thermal tolerance among sockeye salmon populations. *Science* (80-. ). 332(6025): 109–112. doi:10.1126/science.1199158.
- English, K.K., Bailey, R.E., and Robichaud, D. 2007. [Assessment of Chinook Salmon returns to the Fraser River watershed using run reconstruction techniques, 1982-04](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2007/020: vi + 76.
- English, K.K., Peacock, D., and Spilsted, B. 2006. North and Central Coast Core Stock Assessment Program for Salmon. Report prepared for the Pacific Salmon Foundation and Fisheries and Oceans Canada. 81 p.
- Fairchild, W.L., Swansburg, E.O., Arsenault, J.T., and Brown, S.B. 1999. Does an association between pesticide use and subsequent declines in catch of Atlantic salmon (*Salmo salar*) represent a case of endocrine disruption? *Environ. Health Perspect.* 107(5): 349–357. doi:10.2307/3434538.
- Fausch, K.D. 1984. Profitable stream positions for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain. *Can. J. Zool.* 62(3): 441–451. doi:10.1139/z84-067.
- Fedorenko, A.Y., and Pearce, B.C. 1982. Trapping and coded wire tagging of wild juvenile chinook salmon in the South Thompson/Shuswap River System 1976, 1979, 1980. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1677: 63.
- Feely, R., Orr, J., Fabry, VJ, Kleypas, CL, Sabin, CL. 2009. Present and future changes in seawater chemistry due to ocean acidification. *Geophys. Monogr. Ser.* 183: 175–188.
- Feist, B.E., Buhle, E.R., Arnold, P., Davis, J.W., and Scholz, N.L. 2011. Landscape ecotoxicology of coho salmon spawner mortality in urban streams. *PLoS One* 6(8). doi:10.1371/journal.pone.0023424.
- Ferguson, R. I., M. Church, C.D.R., and Venditti, and J.G. 2015. Reconstructing a sediment pulse: Modeling the effect of placer mining on Fraser River, Canada. *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 120: 1–19. doi:10.1002/2013JF002871.
- Ferguson, J.W., Healey, M., Dugan, P., and Barlow, C. 2011. Potential effects of dams on migratory fish in the Mekong River: Lessons from salmon in the Fraser and Columbia Rivers. *Environ. Manage.* 47(1): 141–159. doi:10.1007/s00267-010-9563-6.
- Fleming, I.A. 2002. The ability of released, hatchery salmonids to breed and contribute to the natural productivity of wild populations. *In* *Hatcheries and the Protection of Wild Salmon, Speaking for the Salmon Series, Continuing Studies in Science at Simon Fraser University. Edited by C. Orr, P. Gallagher, and J. Penikett.* Simon Fraser University, Burnaby, BC. pp. 32–40.

- 
- Fleming, J.O., Nathan, J.S., McPerson, C., and Levings, C.D. 1987. Survey of juvenile salmonids in gravity-fed irrigation ditches, Nicola and Coldwater River valleys, 1985. *Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci.* 622: 50.
- Footo, C.J., and Brown, G.S. 1998. Ecological relationship between freshwater sculpins (genus *Cottus*) and beach-spawning sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Iliamna Lake, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1524–1533. doi:10.1139/f98-034.
- Ford, J.K., Wright, B., Ellis, G., and Candy, J.R. 2010. [Chinook salmon predation by resident killer whales: seasonal and regional selectivity, stock identity of prey, and consumption rates](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/101.
- Ford, J.K.B., and Ellis, G.M. 2006. Selective foraging by fish-eating killer whales *Orcinus orca* in British Columbia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 316: 185–199. doi:10.3354/meps316185.
- Francis-Floyd, R., Watson, C., Petty, D., and Pouder, D. 2009. [Ammonia in Aquatic Systems](#). In University of Florida, IFAS Extension. (Consulté 21 juillet 2020)
- FRAP. 1998. Wild, threatened, and lost streams of the lower Fraser valley: summary report. In Fraser River Action Plan. Lower Fraser Valley Stream Review, Vol 3. Vancouver, BC.
- Fresh, K.L., Wyllie-Echeverria, T., Wyllie-Echeverria, S., and Williams, B.W. 2006. Using light-permeable grating to mitigate impacts of residential floats on eelgrass *Zostera marina* L. in Puget Sound, Washington. *Ecol. Eng.* 28(4): 354–362. doi:10.1016/j.ecoleng.2006.04.012.
- Fulton, R.J. 1969. Glacial Lake history, southern interior plateau, British Columbia. Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources.
- Galat, D.L., and Zweimüller, I. 2001. Conserving large-river fishes: Is the highway analogy an appropriate paradigm. *J. North Am. Benthol. Soc.* 20(2): 266–279. doi:10.2307/1468321.
- Galbraith, M., and Young, K. 2019. West Coast British Columbia zooplankton biomass anomalies 2018. In State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2019. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 3314*, Sidney, BC. p. 257.
- Gallardo, B., Clavero, M., Sánchez, M.I., and Vilà, M. 2016. Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. *Glob. Chang. Biol.* 22(1): 151–163. doi:10.1111/gcb.13004.
- Gardner, J., Peterson, D.L., Wood, A., and Maloney, V. 2004. [Making Sense of the Debate about Hatchery Impacts: Interactions Between Enhanced Pacific Coast](#). Pacific Fisheries Resource Conservation Council, Vancouver, BC, Canada. (Consulté 21 juillet 2020)
- Garette, C.L. 1980. [Fraser River Estuary Study Water Quality: Toxic Organic Contaminants](#). Vancouver, BC. (Consulté 21 juillet 2020)
- Gariano, S.L., and Guzzetti, F. 2016. Landslides in a changing climate. *Earth-Science Rev.* 162: 227–252. doi:10.1016/j.earscirev.2016.08.011.
- Garver, K.A., Johnson, S.C., Polinski, M.P., Bradshaw, J.C., Marty, G.D., Snyman, H.N., Morrison, D.B., and Richard, J. 2016. Piscine orthoreovirus from western North America is transmissible to atlantic salmon and sockeye salmon but fails to cause heart and skeletal muscle inflammation. *PLoS One* 11(1): 1–17. doi:10.1371/journal.pone.0146229.
- Gende, S.M., Quinn, T.P., Hilborn, R., Hendry, A.P., and Dickerson, B. 2004. Brown bears selectively kill salmon with higher energy content but only in habitats that facilitate choice. *Oikos* 104(3): 518–528. doi:10.1111/j.0030-1299.2004.12762.x.
-

- 
- Gende, S.M., Quinn, T.P., and Willson, M.F. 2001. Consumption choice by bears feeding on salmon. *Oecologia* 127(3): 372–382. doi:10.1007/s004420000590.
- Gilman, A., Dewailly, E., Feeley, M., Jerome, V., Kuhnlein, H., Kwavnick, B., Neve, S., Tracy, B., Usher, P., Van Oostdam, J., Walker, J., and Wheatley, B. 1997. [Chapter 4: Human Health. In Canadian Arctic Contaminant Assessment Report](#). Indian and Northern Affairs Canada, Northern Contaminants Program, Ottawa, ON. (Consulté July 21, 2020)
- Gjessing, E., Lygren, E., Berglind, L., Gulbrandsen, T., and Skaane, R. 1984. Effect of highway runoff on lake water quality. *Sci. Total Environ.* 33: 245–257.
- Gladden, J.E., and Smock, L.A. 1990. Macroinvertebrate distribution and production on the floodplains of two lowland headwater streams. *Freshw. Biol.* 24(3): 533–545. doi:10.1111/j.1365-2427.1990.tb00730.x.
- Goldman, K.J., and Musick, J.A. 2008. The Biology and Ecology of the Salmon Shark, *Lamna ditropis*. In *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation*. pp. 95–104. doi:10.1002/9781444302516.ch8.
- Gonia, T.M., Keefer, M.L., Bjornn, T.C., Peery, C.A., Bennett, D.H., and Stuehrenberg, L.C. 2006. Behavioral Thermoregulation and Slowed Migration by Adult Fall Chinook Salmon in Response to High Columbia River Water Temperatures. *Trans. Am. Fish. Soc.* 135(2): 408–419. doi:10.1577/t04-113.1.
- Goodman, D. 1975. [A synthesis of the impacts of proposed expansion of the Vancouver International Airport and other developments on the fisheries resources of the Fraser River estuary. Vol. I and II, Section II](#). In *Fisheries resources and food web components of the Fraser River estuary and an assessment of the impacts of proposed expansion of the Vancouver International Airport and other developments on these resources*. Department of Environment, Fisheries, and Marine Services.
- Gordon, J., Arbeider, M., Scott, D., Wilson, S.M., and Moore, J.W. 2015. When the Tides Don't Turn: Floodgates and Hypoxic Zones in the Lower Fraser River, British Columbia, Canada. *Estuaries and Coasts* 38(6): 2337–2344. doi:10.1007/s12237-014-9938-7.
- Graham, C.C., and Russell, L.R. 1979. An investigation of juvenile salmonid utilization of the delta-lakefront area of the Adams River, Shuswap Lake. *Can. Fish. Mar. Serv.* 1508: 32.
- Grant, S.C., MacDonald, B.L., and Winston, M.L. 2019. State of the Canadian Pacific Salmon: Responses to Changing Climate and Habitats. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3332: 50 p.
- Grant, W.S. 2012. Understanding the adaptive consequences of hatchery-wild interactions in Alaska salmon. *Environ. Biol. Fishes* 94(1): 325–342. doi:10.1007/s10641-011-9929-5.
- Gray, C., and Tuominen, T. 1999. Health of the Fraser River aquatic ecosystem. Volumes I, II : a synthesis of research conducted under the Fraser River Action Plan. Vancouver, BC. doi:10.1142/9781848163256\_0003.
- Greenan, B.J.W., James, T.S., Loder, J.W., Pepin, P., Azetsu-Scott, K., Ianson, D., Hamme, R.C., Gilbert, D., Tremblay, J.-E., Wang, X.L., and Perrie, W. 2019. Chapter 7: Changes in Oceans Surrounding Canada. In *Canada's Changing Climate Report*. pp. 343–423.
- Greene, C.M., Jensen, D.W., Pess, G.R., Steel, E.A., and Beamer, E. 2005. Effects of Environmental Conditions during Stream, Estuary, and Ocean Residency on Chinook Salmon Return Rates in the Skagit River, Washington. *Trans. Am. Fish. Soc.* 134(6): 1562–1581. doi:10.1577/t05-037.1.
-

- 
- Gregory, R. 1993. Effect of Turbidity on the Predator Avoidance Behaviour of Juvenile Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 241–246. doi:10.1139/f93-027.
- Gregory, R., and Northcote, T. 1993. Surface, planktonic, and benthic foraging by juvenile Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in turbid laboratory conditions. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 233–240.
- Gregory, R.S., and Levings, C.D. 1996. The effects of turbidity and vegetation on the risk of juvenile salmonids, *Oncorhynchus* spp., to predation by adult cutthroat trout, *O. clarkii*. *Environ. Biol. Fishes* 47(3): 279–288. doi:10.1007/BF00000500.
- Gregory, R.S., and Levings, C.D. 1998. Turbidity Reduces Predation on Migrating Juvenile Pacific Salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 127(2): 275–285. doi:10.1577/1548-8659(1998)127<0275:trpomj>2.0.co;2.
- Gregory, S.V., Schwartz, J.S., Hall, J.D., Wildman, R.C., and Bisson, P.A. 2008. Hydrological and Biological Responses to Forest Practices. *In Hydrological and Biological Responses to Forest Practices. Edited by J.D. Stednick.* Springer Science. pp. 237–257. doi:10.1007/978-0-387-69036-0.
- Groot, C. 1995. Physiological Ecology of Pacific Salmon. *Edited By L. Margolis and W.C. Clarke.* University of British Columbia Press, Vancouver, BC.
- Guinotte, J.M., and Fabry, V.J. 2008. Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1134: 320–342. doi:10.1196/annals.1439.013.
- Hafs, A.W., Harrison, L.R., Utz, R.M., and Dunne, T. 2014. Quantifying the role of woody debris in providing bioenergetically favorable habitat for juvenile salmon. *Ecol. Modell.* 285: 30–38. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.ecolmodel.2014.04.015.
- Hague, M.J., and Patterson, D.A. 2009. Chapter 3: Reconstructing thermal and flow history of key Pacific salmon populations along their freshwater migration through the Fraser River, British Columbia. SEF Final Report. Fisheries and Oceans Canada.
- Hallock, R.J., Fry, D.H., and LaFauce, D.A. 1957. The use of wire fyke traps to estimate the runs of adult salmon and Steelhead Salmon in the Sacramento River. *Calif. Fish Game* 43: 271–298.
- Halyk, L.C., and Balon, E.K. 1983. Structure and ecological production of the fish taxocene of a small floodplain system. *Can. J. Zool.* 61(11): 2446–2464. doi:10.1139/z83-326.
- Ham, D, Church, M. 2012. Morphodynamics of an extended bar complex, Fraser River, British Columbia. *Earth Surf. Process. Landforms* 37(10): 1074–1089.
- Hanson, M.B., Baird, R.W., Ford, J.K.B., Hempelmann-Halos, J., Van Doornik, D.M., Candy, J.R., Emmons, C.K., Schorr, G.S., Gisborne, B., Ayres, K.L., Wasser, S.K., Balcomb, K.C., Balcomb-Bartok, K., Sneva, J.G., and Ford, M.J. 2010. Species and stock identification of prey consumed by endangered southern resident killer whales in their summer range. *Endanger. Species Res.* 11(1): 69–82. doi:10.3354/esr00263.
- Haughian, S.R., Burton, P.J., Taylor, S.W., and Curry, C.L. 2012. Expected Effects of Climate Change on Forest Disturbance Regimes in British Columbia. *BC J. Ecosyst. Manag.* 13(1): 1–24.
- Haught, S., and von Hippel, F.A. 2011. Invasive pike establishment in Cook Inlet Basin lakes, Alaska: Diet, native fish abundance and lake environment. *Biol. Invasions* 13(9): 2103–2114. doi:10.1007/s10530-011-0029-4.
-

- 
- Healey, M. 2011. The cumulative impacts of climate change on Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and implications for management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(4): 718–737. doi:10.1139/f2011-010.
- Healey, M., and Heard, W. 1984. Inter- and Intra-Population Variation in the Fecundity of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and its Relevance to Life History Theory. *Rivers* 41: 476–483.
- Healey, M.C. 1980. Utilization of the Nanaimo River Estuary by Juvenile Chinook Salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Fish. Bull.* 77(3): 653–668.
- Healey, M.C. 1983. Coastwide distribution and ocean migration patterns of stream- and ocean-type Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Can. Field-Naturalist* 97(4): 427–433.
- Healey, M.C. 1986. Optimum size and age at maturity in Pacific salmon and effects of size-selective fisheries. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 89: 39–52.
- Healey, M.C. 1991. Life history of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). In *Pacific Salmon Life Histories*. Edited by C. Groot and L. Margolis. pp. 311–394.
- Healey, M.C. 2001. Patterns of gametic investment by female stream- and ocean-type chinook salmon. *J. Fish Biol.* 58(6): 1545–1556. doi:10.1006/jfbi.2001.1559.
- Healey, M.C., and Jordan, F.P. 1982. Observations on juvenile Chum Salmon and Chinook Salmon and spawning Chinook Salmon in the Nanaimo River, British Columbia, during 1975-1981. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1659: 1–31.
- Hearn, W.E. 1987. Interspecific Competition and Habitat Segregation among Stream-Dwelling Trout and Salmon: A Review. *Fisheries* 12(5): 24–31. doi:10.1577/1548-8446(1987)012<0024:icahsa>2.0.co;2.
- Heintz, R.A., Rice, S.D., Wertheimer, A.C., Bradshaw, R.F., Thrower, F.P., Joyce, J.E., and Short, J.W. 2000. Delayed effects on growth and marine survival of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* after exposure to crude oil during embryonic development. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 208: 205–216. doi:10.3354/meps208205.
- Hendry, A.P., and Berg, O.K. 1999. Secondary sexual characters, energy senescence, and the cost of reproduction sockeye salmon. *Can. J. Zool.* 77(11): 1663–1675. doi:10.1139/z99-158.
- Herring, S.C., Hoerling, M.P., Peterson, T.C., and Stott, P.A. 2014. Explaining extreme events of 2013 from a climate perspective. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 95(9): S1–S96. doi:10.1175/BAMS-D-13-00085.1.
- Hertz, E., Trudel, M., El-Sabaawi, R., Tucker, S., Dower, J., Beacham, T., Edwards, A., and Mazumder, A. 2016. Hitting the moving target: Modelling ontogenetic shifts with stable isotopes reveals the importance of isotopic turnover. *J. Anim. Ecol.* 85(3): 681–691. doi:10.1111/1365-2656.12504.
- Hetrick, N.J., Brusven, M.A., Bjornn, T.C., Keith, R.M., and Meehan, W.R. 1998. Effects of Canopy Removal on Invertebrates and Diet of Juvenile Coho Salmon in a Small Stream in Southeast Alaska. *Trans. Am. Fish. Soc.* 127(6): 876–888. doi:10.1577/1548-8659(1998)127<0876:eocroi>2.0.co;2.
- Higgins, S., and Vander Zanden, M. 2010. What a difference a species makes: a meta-analysis of dreissenid mussel impacts on freshwater ecosystems. *Ecol. Monogr.* 80(1): 179–196. doi:10.1890/07-1861.1.
-

- 
- Hilderbrand, G. V., Hanley, T.A., Robbins, C.T., and Schwartz, C.C. 1999a. Role of brown bears (*Ursus arctos*) in the flow of marine nitrogen into a terrestrial ecosystem. *Oecologia* 121(4): 546–550. doi:10.1007/s004420050961.
- Hilderbrand, G. V., Jenkins, S.G., Schwartz, C.C., Hanley, T.A., and Robbins, C.T. 1999b. Effect of seasonal differences in dietary meat intake on changes in body mass and composition in wild and captive brown bears. *Can. J. Zool.* 77(10): 1623–1630. doi:10.1139/z99-133.
- Hill, D., Beachler, M., and Johnson, P. 2002. Hydrodynamic impacts of commercial Jet-boating on the Chilkat river, Alaska. Pennsylvania State University, Department of Civil & Environmental Engineering. 115 p.
- Hill, N.P., McIntyre, A.E., Perry, R., and Lester, J.N. 1990. Behavior of chlorophenoxy herbicides during primary sedimentation. *J. Water Pollut. Control Fed.* 57(1): 60–67.
- Hillman, T.W., Griffith, J.S., and Platts, W.S. 1987. Summer and Winter Habitat Selection by Juvenile Chinook Salmon in a Highly Sedimented Idaho Stream. *Trans. Am. Fish. Soc.* 116(2): 185–195. doi:10.1577/1548-8659(1987)116<185:sawhsb>2.0.co;2.
- Hocking, M.D., and Reynolds, J.D. 2011. Impacts of salmon on riparian plant diversity. *Science* (80-. ). 331(6024): 1609–1612. doi:10.1126/science.1201079.
- Hoffnagle, T., and Fivizzani, A. 1998. Effect of Three Hatchery Lighting Schemes on Indices of Smoltification in Chinook Salmon. *Progress. Fish-Culturist* 60(3): 179–191. doi:10.1577/1548-8640(1998)060<0179:EOTHLS>2.0.CO;2.
- Hogan, D.L., and Luzi, D.S. 2010. [Channel Geomorphology: Fluvial Forms, Processes, and Forest Management Effects](#). In *Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia Volume 1 of 2*. pp. 331–371. (Consulté 21 juillet 2020)
- Holsman, K., Hollowed, A., Ito, S., Bograd, S., Hazen, E., King, J., Mueter, F., and Perry, R.I. 2018. Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: North Pacific and Pacific Arctic marine fisheries. In *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*.
- Holsman, K.K., Scheuerell, M.D., Buhle, E., and Emmett, R. 2012. Interacting Effects of Translocation, Artificial Propagation, and Environmental Conditions on the Marine Survival of Chinook Salmon from the Columbia River, Washington, U.S.A. *Conserv. Biol.* 26(5): 912–922. doi:10.1111/j.1523-1739.2012.01895.x.
- Holtby, L.B., and Healey, M.C. 1986. Selection for Adult Size in Female Coho Salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43(10): 1946–1959.
- Howard, B.R. 2019. The context-dependent spread and impacts of invasive marine crabs. PhD Thesis. Simon Fraser University.
- Hyatt, K.D., McQueen, D.J., Shortreed, K.S., and Rankin, D.P. 2004. Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) nursery lake fertilization: Review and summary of results. *Environ. Rev.* 12(3): 133–162. doi:10.1139/a04-008.
- Indo, H.P., Yen, H.C., Nakanishi, I., K.I., M., Tamura, M., Nagano, Y., Matsui, H., Gusev, O., Cornette, R., Okuda, T., Minamiyama, Y., Ichikawa, H., Suenaga, S., Oki, M., Sato, T., Ozawa, T., St. Clair, D.K., and Majima, H.J. 2015. A mitochondrial superoxide theory for oxidative stress diseases and aging. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 56(1): 49–56. doi:10.3164/jcbn.14.
-

- 
- Irvine, J.R. 1986. Effects of varying discharge on the downstream movement of salmon fry, *Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum. *J. Fish Biol.* 28(1): 17–28. doi:10.1111/j.1095-8649.1986.tb05137.x.
- Irvine, J.R., and Fukuwaka, M.A. 2011. Pacific salmon abundance trends and climate change. *ICES J. Mar. Sci.* 68(6): 1122–1130. doi:10.1093/icesjms/fsq199.
- Islam, S., and Déry, S.J. 2017. Evaluating uncertainties in modelling the snow hydrology of the Fraser River Basin, British Columbia, Canada. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21(3): 1827–1847. doi:10.5194/hess-21-1827-2017.
- Islam, S.U., Hay, R.W., Déry, S.J., and Booth, B.P. 2019. Modelling the impacts of climate change on riverine thermal regimes in western Canada’s largest Pacific watershed. *Sci. Rep.* 9(1). doi:10.1038/s41598-019-47804-2.
- Jeffres, C.A., Opperman, J.J., and Moyle, P.B. 2008. Ephemeral floodplain habitats provide best growth conditions for juvenile Chinook salmon in a California river. *Environ. Biol. Fishes* 83(4): 449–458. doi:10.1007/s10641-008-9367-1.
- Jensen, J.T., McLean, W.E., Sweeten, T., Damon, W., and Berg, C. 2006. Puntledge River High Temperature Study: Influence of High Water Temperature on Adult Summer Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in 2004 and 2005. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2662: 1–47.
- Johnson, R., and Bustin, R.M. 2006. Coal dust dispersal around a marine coal terminal (1977–1999), British Columbia: The fate of coal dust in the marine environment. *Int. J. Coal Geol.* 68(1-2 SPEC. ISS.): 57–69. doi:10.1016/j.coal.2005.10.003.
- Junk, W.J., Bayley, P.B., and Sparks, R.E. 1989. The Flood pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110–127. doi:10.1016/j.matchemphys.2012.10.032.
- Kang, D.H., Gao, H., Shi, X., Islam, S.U., and Déry, S.J. 2016. Impacts of a Rapidly Declining Mountain Snowpack on Streamflow Timing in Canada’s Fraser River Basin. *Sci. Rep.* 6: 1–8. doi:10.1038/srep19299.
- Kang, D.H., Shi, X., Gao, H., and Déry, S.J. 2014. On the Changing Contribution of Snow to the Hydrology of the Fraser River Basin, Canada. *J. Hydrometeorol.* 15(4): 1344–1365. doi:10.1175/jhm-d-13-0120.1.
- Kaposi, K.L., Mos, B., Kelaher, B.P., and Dworjany, S.A. 2014. Ingestion of microplastic has limited impact on a marine larva. *Environ. Sci. Technol.* 48(3): 1638–1645. doi:10.1021/es404295e.
- Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E., and Padilla, D.K. 2002. Impacts of Zebra Mussels on Aquatic Communities and their Role as Ecosystem Engineers. *In Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts, and Management. Edited by E. Leppakoski, S. Gollasch, and S. Olenin.* Kluwer Academic Publishers. pp. 433–434. doi:10.1007/978-94-015-9956-6\_43.
- Keefer, M.L., Clabough, T.S., Jepson, M.A., Johnson, E.L., Peery, C.A., and Caudill, C.C. 2018. Thermal exposure of adult Chinook salmon and steelhead: Diverse behavioral strategies in a large and warming river system. *PLoS One* 13(9): 1–29. doi:10.1371/journal.pone.0204274.
- Kelly, B.C., Ikonomou, M.G., MacPherson, N., Sampson, T., Patterson, D.A., and Dubetz, C. 2011. Tissue residue concentrations of organohalogen and trace elements in adult Pacific salmon returning to the Fraser River, British Columbia, Canada. *Environ. Toxicol. Chem.* 30(2): 367–376. doi:10.1002/etc.410.
-



- 
- Kennedy, L.A., Juanes, F., and El-Sabaawi, R. 2018. Eelgrass as Valuable Nearshore Foraging Habitat for Juvenile Pacific Salmon in the Early Marine Period. *Mar. Coast. Fish.* 10(2): 190–203. doi:10.1002/mcf2.10018.
- Kjelson, M.A., Raquel, P.F., and Fisher, F.W. 1981. [Influences of Freshwater Inflow on Chinook Salmon \(\*Oncorhynchus tshawytscha\*\) in the Sacramento-San Joaquin Estuary](#). California Department of Fish and Game. Stockton, CA. (Consulté 21 juillet 2020)
- Lacroix, G.L. 2014. Large pelagic predators could jeopardize the recovery of endangered Atlantic salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71: 343–350. doi:10.1139/cjfas-2012-0270.
- Laderoute, L., and Bauer, B. 2013. River Bank Erosion and Boat Wakes Along the Lower Shuswap River, British Columbia. Final Project Report Submitted to the Regional District of North Okanagan, Fisheries and Oceans, Canada. 72 p.
- Langer, O., Hietkamp, F., and Farrell, M. 2000. Human population growth and the sustainability of urban salmonid streams in the Lower Fraser Valley. *In Sustainable Fisheries Management: Pacific Salmon. Edited by E.E. Knudsen, C.R. Cleveland, R. Steward, D.D. MacDonald, J.E. Williams, and D.W. Reiser.* CRC Press, New York, NY. pp. 349–361.
- Lapointe, M., Eaton, B., Driscoll, S., and Latulippe, C. 2000. Modelling the probability of salmonid egg pocket scour due to floods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57(6): 1120–1130. doi:10.1139/f00-033.
- Lehnert, S.J., Pitcher, T.E., Devlin, R.H., and Heath, D.D. 2016. Red and white Chinook salmon: Genetic divergence and mate choice. *Mol. Ecol.* 25(6): 1259–1274. doi:10.1111/mec.13560.
- Leitritz, E., and Lewis, R. 1976. Trout and salmon culture. Fish Bulletin 164 - State of California, Department of Fish and Game. 197 p.
- Letey, J. 2001. Causes and consequences of fire-induced soil water repellency. *Hydrol. Process.* 15(15): 2867–2875. doi:10.1002/hyp.378.
- Levin, P.S., and Tolimieri, N. 2001. Differences in the impacts of dams on the dynamics of salmon populations. *Anim. Conserv.* 4(4): 291–299. doi:10.1017/S1367943001001342.
- Levin, P.S., Zabel, R.W., and Williams, J.G. 2001. The road to extinction is paved with good intentions: Negative association of fish hatcheries with threatened salmon. *Proc. R. Soc. London, Britain* 268: 1153–1158. doi:10.1098/rspb.2001.1634.
- Levings, C.D. 1982. Short term use of a low tide refuge in a sandflat by juvenile chinook, (*Oncorhynchus tshawytscha*), Fraser River estuary. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* No. 1111: 1–33.
- Levings, C.D., Conlin, K., and Raymond, B.A. 1991. Intertidal habitats used by juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) rearing in the North Arm of the Fraser River estuary. *Mar. Pollut. Bull.* 22(1): 20–26.
- Levings, C.D., and Lauzier, R.B. 1991. Extensive use of the Fraser River basin as winter habitat by juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Zool.* 69(7): 1759–1767. doi:10.1139/z91-245.
- Levings, C.D., McAllister, C.D., and Chang, B.D. 1986. Differential use of the Campbell River estuary, British Columbia, by wild and hatchery-reared juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 4: 1386–1397.
- Levit, S.M. 2010. [A Literature Review of Effects of Cadmium on Fish](#). *In The Nature Conservancy.* (Consulté 21 juillet 2020)
-



- 
- Levy, D., Northcote, T., and Birch, G. 1979. Juvenile salmon utilization of tidal channels in the Fraser River estuary, British Columbia. Westwater Research Centre Technical Report, No. 23. Vancouver, B.C. University of B.C. 17p.
- Levy, D.A., and Northcote, T.G. 1982. Juvenile Salmon Residency in a Marsh Area of the Fraser River Estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39(2): 270–276. doi:10.1139/f82-038.
- Levy, D.A., Yesaki, I., and Christensen, B. 1990. Impacts of log storage upon epilimnetic dissolved oxygen and juvenile sockeye salmon in Babine Lake, British Columbia. *Water Res.* 24(3): 337–343. doi:10.1016/0043-1354(90)90010-4.
- Lewis, A., and Ganshorn, K. 2007. Literature Review of Habitat Productivity Models for Pacific Salmon Species. Ecofish Research Ltd., Report prepared for Fisheries and Oceans, Canada, Habitat Management Division. Vancouver, BC. 101 p.
- Lewis, A., and Levings, C. 1988. Sampling of juvenile chinook salmon in Slim Creek, Quesnel, Salmon and Eagle Rivers (Fraser River System). Report prepared by Environcon Pacific Limited. 59 pp. + Appendix.
- Lewis, B., Grant, W.S., Brenner, R.E., and Hamazaki, T. 2015. Changes in size and age of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* returning to Alaska. *PLoS One* 10(6): 1–17. doi:10.1371/journal.pone.0130184.
- Likens, G. 1972. Eutrophication and aquatic ecosystems. *Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp.* 1: 3–13.
- Lisle, T.E. 1989. Channel-dynamic control on the establishment of riparian trees after large floods in northwestern California. Proceedings of the California riparian systems conference: protection, management, and restoration for the 1990s. Gen. Tech. Rep. PSW-11.
- Loftus, W., and Lenon, H. 1977. Food Habits of the Salmon Smolts, *Oncorhynchus tshawytscha* and *O. keta*, from the Salcha River, Alaska. *Trans. Am. Fish. Soc.* 106(3): 235–240.
- Ludyanskiy, M., McDonald, D., and Macneill, D. 1993. Impact of the Zebra Mussel, Bivalve Invader *Dreissena polymorpha* is rapidly colonizing hard surfaces throughout waterways of the United States and Canada. *Bioscience* 43(8): 533–544.
- Luedke, W., Dobson, D., and Mathias, K. 2019. [2017 Terminal Abundance of WCVI Chinook Salmon](#). Report to the Northern Endowment Fund. Pacific Salmon Commission, March 2019 Report. (Consulté 21 juillet 2020)
- Lueker, T.J., Dickson, A.G., and Keeling, C.D. 2000. Ocean pCO<sub>2</sub> calculated from DIC, TA, and the Mehrbach equations for K<sub>1</sub> and K<sub>2</sub>: Validation using laboratory measurements of CO<sub>2</sub> in gas and seawater at equilibrium. *Abstr. Pap. Am. Chem. Soc.* 217: U848–U848.
- Macdonald, J.S., Levings, C.D., McAllister, C.D., Fagerlund, U.H.M., and McBride, J.R. 1988. A field experiment to test the importance of estuaries for chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1366–1377.
- Macdonald, S.J., Birtwell, I.K., and Kruzynski, G.M. 1987. Food and habitat utilization by juvenile salmonids in the Campbell River estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44(6): 1233–1246. doi:10.1139/f87-146.
- Mace, P. 1983. Bird Predation on Juvenile Salmonids in the Big Qualicum Estuary, Vancouver Island. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* (1176): 92.

- 
- Mackas, D., Galbraith, M., Faust, D., Masson, D., Young, K., Shaw, W., Romaine, S., Trudel, M., Dower, J., Campbell, R., Sastri, A., Bornhold Pechter, E., Pakhomov, E., and El-Sabaawi, R. 2013. Zooplankton time series from the strait of georgia: Results from year-round sampling at deep water locations, 1990-2010. *Prog. Oceanogr.* 115: 129–159. doi:10.1016/j.pocean.2013.05.019.
- Mains, E.M., and Smith, J.M. 1964. The distribution, size, time, and current preferences of seaward migrant Chinook Salmon in the Columbia and Snake rivers. *Fish. Res. Pap.* 2: 5–43.
- Mamurekli, D. 2010. Environmental impacts of coal mining and coal utilization in the UK. *Acta Montan. Slovaca* 15(2): 134–144.
- Massey, W. 2017. Assessing the impact of riprap bank stabilization on fish habitat: A study of Lowland and Appalachian streams in Southern Québec. MSc Thesis. Concordia University.
- McCullough, D. 1999. A Review and Synthesis of Effects of Alterations to the Water Temperature Regime on Freshwater Life Stages of Salmonids, with Special Reference to Chinook Salmon. *In* Water Resource Assessment, U.S. doi:10.1089/gyn.2016.0069.
- McLeod, C.L., and O'Neil, J.P. 1983. Major range extensions of anadromous salmonids and first record of chinook salmon in the Mackenzie River drainage. *Can. J. Zool.* 61(9): 2183–2184. doi:10.1139/z83-287.
- McPhail, J.D. 2007. *Field Key to Freshwater Fishes of British Columbia*. The University of Alberta Press, Edmonton, AB. 696p.
- Mcphail, J.D., and Carveth, R. 1994. [Field Key to the Freshwater Fishes of British Columbia](#). Province of British Columbia, Resources Inventory Committee. (Consulté 21 juillet 2020)
- McPhail, J.D., and Lindsey, C.C. 1970. Freshwater fishes of northwestern Canada and Alaska. *Bull. J. Fish. Res. Board Canada*: 381.
- Meador, J.P. 2014. Do chemically contaminated river estuaries in Puget Sound (Washington, USA) affect the survival rate of hatchery-reared Chinook salmon? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71(1): 162–180. doi:10.1139/cjfas-2013-0130.
- Meador, J.P., Yeh, A., and Gallagher, E.P. 2018. Adverse metabolic effects in fish exposed to contaminants of emerging concern in the field and laboratory. *Environ. Pollut.* 236: 850–861. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.envpol.2018.02.007.
- Meehan. 1991. Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.* No. 19.
- Mehrbach, C., Culberson, C.H., Hawley, J.E., and Pytkowicz, R.M. 1973. Measurement of the Apparent Dissociation Constants of Carbonic Acid in Seawater At Atmospheric Pressure. *Limnol. Oceanogr.* 18(6): 897–907. doi:10.4319/lo.1973.18.6.0897.
- Melville, C., Ramos-Espinoza, D., Braun, D., and Mccubbing, D. 2015. [Bridge River Water Use Plan Lower Bridge River Adult Salmon and Steelhead Enumeration Implementation Year 3 Reference: BRGMON-3](#). Vancouver, BC. (Consulté 21 juillet 2020)
- Miller, K.M., Günther, O.P., Li, S., Kaukinen, K.H., and Ming, T.J. 2017. Molecular indices of viral disease development in wild migrating salmon†. *Conserv. Physiol.* 5(1). doi:10.1093/conphys/cox036.

- 
- Miller, K.M., Teffer, A., Tucker, S., Li, S., Schulze, A.D., Trudel, M., Juanes, F., Tabata, A., Kaukinen, K.H., Ginther, N.G., Ming, T.J., Cooke, S.J., Hipfner, J.M., Patterson, D.A., and Hinch, S.G. 2014. Infectious disease, shifting climates, and opportunistic predators: cumulative factors potentially impacting wild salmon declines. *Evol. Appl.* 7: 812–855. doi:10.1111/eva.12164.
- Minchella, D.J., and Scott, M.E. 1991. Parasitism: A cryptic determinant of animal community structure. *Trends Ecol. Evol.* 6(8): 250–254. doi:10.1016/0169-5347(91)90071-5.
- Ministry of Environment Lands and Parks. 1999. Guidelines for Management of Flood Protection Works in British Columbia.
- Mitchell, D.G., Chapman, P.M., and Long, T.J. 1987. Acute toxicity of Roundup® and Rodeo® herbicides to rainbow trout, chinook, and coho salmon. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 39(6): 1028–1035. doi:10.1007/BF01689594.
- Moore, C.J. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environ. Res.* 108(2): 131–139. doi:10.1016/j.envres.2008.07.025.
- Moore, M., Kohler, S., and Cheers, M. 2006. Artificial light at night in freshwater habitats and its potential ecological effects. *In* Ecological consequences of artificial night lighting. Island Press, Washington, DC. pp. 365–384.
- Moore, M. V., Pierce, S.M., Walsh, H.M., Kvalvik, S.K., and Lim, J.D. 2000. Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia*. *SIL Proceedings, 1922-2010* 27(2): 779–782. doi:10.1080/03680770.1998.11901341.
- Moore, R.D., and Wondzell, S.M. 2005. Physical hydrology and the effects of forest harvesting in the Pacific Northwest: a review. *J. Am. Water Resour. Assoc.*: 763–784.
- Moran, P., Teel, D.J., Banks, M.A., Beacham, T.D., Bellinger, M.R., Blankenship, S.M., Candy, J.R., Garza, J.C., Hess, J.E., Narum, S.R., Seeb, L.W., Templin, W.D., Wallace, C.G., and Smith, C.T. 2013. Divergent life-history races do not represent Chinook salmon coast-wide: The importance of scale in Quaternary biogeography. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70(3): 415–435. doi:10.1139/cjfas-2012-0135.
- Morrison, J., Quick, M.C., and Foreman, M.G.G. 2002. Climate change in the Fraser River watershed: Flow and temperature projections. *J. Hydrol.* 263(1–4): 230–244. doi:10.1016/S0022-1694(02)00065-3.
- Mossop, B., and Bradford, M.J. 2004. Importance of large woody debris for juvenile chinook salmon habitat in small boreal forest streams in the upper Yukon River basin, Canada. *Can. J. For. Res.* 34(9): 1955–1966. doi:10.1139/X04-066.
- Mote, P.W., Parson, E.A., Hamlet, A.F., Keeton, W.S., Lettenmaier, D.P., Mantua, N., Miles, E.L., Peterson, D.W., Peterson, D.L., Slaughter, R., and Snover, A.K. 2003. Preparing for climate change: the water, salmon, and forests of the Pacific Northwest. *Clim. Change* 61: 45–88.
- Mount, C., Norris, S., Thompson, R., and Tesch, D. 2011. GIS modelling of fish habitat and road crossings for the prioritization of culvert assessment and remediation. *Streamline Watershed Manag. Bull.* 14(2): 7–13.
- Mowat, G., and Heard, D.C. 2006. Major components of grizzly bear diet across North America. *Can. J. Zool.* 84(3): 473–489. doi:10.1139/z06-016.
- MPO. 2010. [Proceedings of the National Workshop on Six Invasive Fishes Risk Assessment in British Columbia; March 4-6, 2008](#). DFO Can. Sci. Advis. Secr. Proc. Ser. 2009/040.

- 
- MPO. 2011. [Avis scientifique suivant une évaluation des risques posés par l'achigan à petite bouche \(\*Micropterus dolomieu\*\) en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. Rep. 2010/085.
- MPO. 2013. [Review and Update of Southern BC Chinook Conservation Unit Assignments](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2013/022.
- MPO. 2014. [Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/013.
- MPO. 2016. [Examen des résultats de la surveillance à long terme des petits projets hydroélectriques visant à vérifier les effets de la dérivation des cours d'eau sur le poisson et l'habitat du poisson](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2016/048 2016/048.
- MPO. 2018a. [Information scientifique à l'appui des consultations sur les mesures de gestion des pêches au saumon quinnat de la Colombie-Britannique \(2018\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2018/035.
- Murray, C.B., and Rosenau, M.L. 1989. Rearing of Juvenile Chinook Salmon in Nonnatal Tributaries of the Lower Fraser River, British Columbia. *Trans. Am. Fish. Soc.* 118(3): 284–289. doi:10.1577/1548-8659(1989)118<0284:rojcsi>2.3.co;2.
- Myers, J., Kope, R., Bryant, G., Teel, D., Lierheimer, L., Wainwright, T., Grant, W., Waknitz, F., Neely, K., and Lindley, S. 1998. Status review of chinook salmon from Washington, Idaho, Oregon, and California. NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-35.
- Neilson, J.D., and Banford, C.E. 1983. Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) spawner characteristics in relation to redd physical features. *Can. J. Zool.* 61(7): 1524–1531. doi:10.1139/z83-205.
- Nelitz, M., and Porter, M. 2009. A future outlook on the effects of climate change on coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) habitats in the CaribooChilcotin. Prepared by ESSA Technologies Ltd. for Fraser Salmon and Watersheds Program, B.C. Ministry of Environment, and Pacific Fisheries Reso.
- Nelitz, M., Porter, M., Parkinson, E., Wieckowski, K., Marmorek, D., Bryan, K., Hall, A., and Abraham, D. 2012. Evaluating the status of Fraser River sockeye salmon and role of freshwater ecology in their decline. *Cohen Comm. Tech. Rep.* 3: 222.
- Nelson, A.D., and Church, M. 2012. Placer mining along the Fraser River, British Columbia: The geomorphic impact. *Geol. Soc. Am. Bull.* 124(7–8): 1212–1228. doi:10.1130/B30575.1.
- Nelson, B.. 2018. Wild Chinook salmon productivity is negatively related to seal density, and not related to hatchery releases in the Pacific Northwest. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 76(3): 447–462.
- Netboy, A. 1958. *Salmon of the Pacific Northwest: Fish vs. Dams*. Binford's & Mort, Portland, OR.
- Nightingale, B., Longcore, D., and Simenstad, C. 2006. Artificial night lighting and fishes. *In Ecological consequences of artificial night lighting. Edited by C. Rich and T. Longcore.* Island Press, Washington, DC. pp. 257–276.
- Nikl, L., Wernick, B., Geest, J. Van, Hughes, C., and McMahan, K. 2016. Mount Polley Mine Embankment Breach: Overview of Aquatic Impacts and Rehabilitation. *Proc. Tailings Mine Waste*: 845–856.
-

- 
- Northcote, T., Johnston, N., and Tsumura, K. 1979. Feeding relationships and food web structure of lower Fraser River fishes. University of British Columbia, Westwater Research Center Tech. Rep. 16. 73 p.
- O'Neill, S.M., and West, J.E. 2009. Marine Distribution, Life History Traits, and the Accumulation of Polychlorinated Biphenyls in Chinook Salmon from Puget Sound, Washington. *Trans. Am. Fish. Soc.* 138(3): 616–632. doi:10.1577/t08-003.1.
- Ohlberger, J., Ward, E.J., Schindler, D.E., and Lewis, B. 2018. Demographic changes in Chinook salmon across the Northeast Pacific Ocean. *Fish Fish.* 19(3): 533–546. doi:10.1111/faf.12272.
- Okey, T.A., Wright, B.A., and Brubaker, M.Y. 2007. Salmon shark connections: North Pacific climate change, indirect fisheries effects, or just variability? *Fish Fish.* 8(4): 359–366. doi:10.1111/j.1467-2979.2007.00262\_2.x.
- Olesiuk, P.F., Ellis, G.M., Smith, T.G., Flostrand, L., Warby, S. 1996. Predation by Harbour Seals (*Phoca vitulina*) on outmigrating salmon (*Oncorhynchus* spp.) fry and smolts in the lower Puntledge River, British Columbia. PSARC working paper S96-12. 112p.
- Olesiuk, P. 2010. [Prey requirements and salmon consumption by Steller Sea Lions \(\*Eumetopias jubatus\*\) in southern British Columbia and Washington State](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc 2009(105): vi + 157 p.
- Overland, J.E., and Wang, M. 1998. Future Climate of the North Pacific Ocean. *North Pacific Temp. Clim. Patterns* 4(26): 283–288. doi:10.1111/j.
- Owens, P.N., Gateuille, D.J., Petticrew, E.L., Booth, B.P., and French, T.D. 2019. Sediment-associated organopollutants, metals and nutrients in the Nechako River, British Columbia: a current study with a synthesis of historical data. *Can. Water Resour. J.* 44(1): 42–64. doi:10.1080/07011784.2018.1531063.
- Parken, C.K., Candy, J.R., Irvine, J.R., and Beacham, T.D. 2008. Genetic and Coded Wire Tag Results Combine to Allow More-Precise Management of a Complex Chinook Salmon Aggregate. *North Am. J. Fish. Manag.* 28(1): 328–340. doi:10.1577/m06-110.1.
- Pearce, F. 2010. The impact of climate change on the British Isles. *New Sci.* 206(2765): 49. doi:10.1016/s0262-4079(10)61509-6.
- Perkin, E.K., Hölker, F., Richardson, J.S., Sadler, J.P., Wolter, C., and Tockner, K. 2011. The influence of artificial light on stream and riparian ecosystems: Questions, challenges, and perspectives. *Ecosphere* 2(11). doi:10.1890/ES11-00241.1.
- Perry, T.D., and Jones, J.A. 2017. Summer streamflow deficits from regenerating Douglas-fir forest in the Pacific Northwest, USA. *Ecohydrology* 10(2): 1–13. doi:10.1002/eco.1790.
- Petticrew, E., Gantner, N., Albers, S., and Owens, P. 2015. Initial Impacts of the Mount Polley Tailings Pond Breach on Adjacent Aquatic Ecosystems. *Geophys. Res. Abstr.* 17. doi:10.1093/her/14.1.51.
- Pickering, A.D., and Christie, P. 1980. Sexual differences in the incidence and severity of ectoparasitic infestation of the brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish Biol.* 16(6): 669–683. doi:10.1111/j.1095-8649.1980.tb03746.x.
- Picketts, I.M., Parkes, M.W., and Déry, S.J. 2017. Climate change and resource development impacts in watersheds: Insights from the Nechako River Basin, Canada. *Can. Geogr.* 61(2): 196–211. doi:10.1111/cag.12327.
-



- 
- Pike, R.G., Redding, T.E., Moore, R.D., Winkler, R.D., and Bladon, K.D. 2010. [Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia, LMH 66, Volume 2 of 2](#). In *Geomorphology*. (Consulté 21 juillet 2020)
- Pizzino, G., Irrera, N., Cucinotta, M., Pallio, G., Mannino, F., Arcoraci, V., Squadrito, F., Altavilla, D., and Bitto, A. 2017. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017. doi:10.1155/2017/8416763.
- Policansky, D., and Magnuson, J.J. 1998. Genetics, metapopulations, and ecosystem management of fisheries. *Ecol. Appl.* 8: 119–123. doi:10.2307/2641369.
- Polinski, M., and Garver, K. 2019. [Characterization of piscine orthoreovirus \( PRV \) and associated diseases to inform pathogen transfer risk assessments in British Columbia](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2019/035. (June): 35.
- Poloczanska, E.S., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T., Duarte, C.M., Halpern, B.S., Holding, J., Kappel, C. V., O'Connor, M.I., Pandolfi, J.M., Parmesan, C., Schwing, F., Thompson, S.A., and Richardson, A.J. 2013. Global imprint of climate change on marine life. *Nat. Clim. Chang.* 3(10): 919–925. doi:10.1038/nclimate1958.
- Pon, L.B., Cooke, S.J., and Hinch, S.G. 2006. [Passage Efficiency and Migration Behaviour of Salmonid Fishes at the Seton Dam Fishway](#). Bridge Coastal Restoration Program. 105 p. (Consulté 21 juillet 2020)
- Poole, G.C., and Berman, C.H. 2001. An ecological perspective on in-stream temperature: Natural heat dynamics and mechanisms of human-caused thermal degradation. *Environ. Manage.* 27(6): 787–802. doi:10.1007/s002670010188.
- Porszt, E.J., Peterman, R.M., Dulvy, N.K., Cooper, A.B., and Irvine, J.R. 2012. Reliability of Indicators of Decline in Abundance. *Conserv. Biol.* 26(5): 894–904. doi:10.1111/j.1523-1739.2012.01882.x.
- Porter, M., Casley, S., Pickard, D., Neiltz, M., and Ochoski, N. 2013. Southern Chinook Salmon Conservation Units: Habitat Indicators Report Cards. ESSA Technologies Ltd. Prepared for Fisheries and Oceans, Canada.
- Power, E.A., and Northcote, T.G. 1991. Effects of Log Storage on the Food Supply and Diet of Juvenile Sockeye Salmon. *North Am. J. Fish. Manag.* 11(3): 413–423. doi:10.1577/1548-8675(1991)011<0413:eolsot>2.3.co;2.
- Prakash, A. 1962. Seasonal Changes in Feeding of Coho and Chinook (Spring) Salmon in Southern British Columbia Waters. *J. Fish. Res. Board Canada* 19(5): 851–866. doi:10.1139/f62-053.
- Preikshot, D., Beamish, R.J., and Neville, C.M. 2013. A dynamic model describing ecosystem-level changes in the strait of georgia from 1960 to 2010. *Prog. Oceanogr.* 115: 28–40. doi:10.1016/j.pcean.2013.05.020.
- Price, P.W. 1980. *Evolutionary Biology of Parasites*. Monographs in Population Biology. Princeton University Press.
- Pritchard, A., and Tester, A. 1944. Food of spring and coho salmon in British Columbia. *Bull. J. Fish. Res. Board Canada* 65: 23.
- Purcell, J.E. 2012. Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations. *Ann. Rev. Mar. Sci.* 4(1): 209–235. doi:10.1146/annurev-marine-120709-142751.
-

- 
- Quigley, J., and Hinch, S. 2006. Effects of rapid experimental temperature increases on acute physiological stress and behaviour of stream dwelling juvenile chinook salmon. *J. Therm. Biol.* 31(5): 429–441. doi:10.1016/j.jtherbio.2006.02.003.
- Quinn, T. 2005. *The behavior and ecology of Pacific salmon and trout*. University of Washington Press.
- Quinn, T.P., Seamons, T.R., Vollestad, L.A., and Duffy, E. 2011. Effects of growth and reproductive history on the egg size-fecundity trade-off in steelhead. *Trans. Am. Fish. Soc.* 140(1): 45–51. doi:10.1080/00028487.2010.550244.
- Quinn, T.P., Wetzel, L., Bishop, S., Overberg, K., and Rogers, D.E. 2001. Influence of breeding habitat on bear predation and age at maturity and sexual dimorphism of sockeye salmon populations. *Can. J. Zool.* 79(10): 1782–1793. doi:10.1139/cjz-79-10-1782.
- Raleigh, R.F., Miller, W.J., and Nelson, P.C. 1986. Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Chinook Salmon. *U.S. Fish Wild. Serv. Biol. Rep.* 82 (10.122). 64 p.
- Randall, D.J., and Tsui, T.K.N. 2002. Ammonia toxicity in fish. *Mar. Pollut. Bull.* 45: 17–23.
- Raymond, B.A., and Shaw, D.P. 1997. Fraser River action plan resident fish condition and contaminants assessment. *Water Sci. Technol.* 35(2–3): 389–395. doi:10.1016/S0273-1223(96)00954-7.
- Raymond, H.L. 1968. Migration Rates of Yearling Chinook Salmon in Relation to Flows and Impoundments in the Columbia and Snake Rivers. *Trans. Am. Fish. Soc.* 97(4): 356–359. doi:10.1577/1548-8659(1968)97[356:mroycs]2.0.co;2.
- Reid, G. 1961. [Stomach content analysis of troll-caught king and coho salmon, southeastern Alaska, 1957-58](#). United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service. Special Scientific Report - Fisheries No. 379. Washington, D.C.
- Reimchan, T.E. 2000. Some ecological and evolutionary aspects of bear–salmon interactions in coastal British Columbia. *Can. J. For. Res.* 78: 448–458. doi:10.1109/ICDAR.2001.953811.
- Reimers, P.E. 1968. Social Behavior among Juvenile Fall Chinook Salmon. *J. Fish. Res. Board Canada* 25(9): 2005–2008.
- Rhodes, J.J., McCullough, D.A., and Espinosa, F. Al. 1994. A Coarse Screening Process For Evaluation Of The Effects Of Land Management Activities On Salmon Spawning And Rearing Habitat In ESA Consultations. Columbia River Inter-Tribal Fish Commission Report reference #94-04, Portland, Oregon.
- Rich, W.H. 1925. Growth and degree of maturity of Chinook Salmon in the ocean. *Bull. Bur. Fish.* 41: 15–90.
- Richter, A., and Kolmes, S.A. 2005. Maximum temperature limits for chinook, coho, and chum salmon, and steelhead trout in the Pacific Northwest. *Rev. Fish. Sci.* 13(1): 23–49. doi:10.1080/10641260590885861.
- Riddell, B., Bradford, M., Carmichael, R., Hankin, D., Peterman, R., and Wertheimer, A. 2013. *Assessment Of Status And Factors For Decline Of Southern BC Chinook Salmon: Independent Panel's Report*. Vancouver, BC.
- Riebe, C.S., Sklar, L.S., Overstreet, B.T., and Wooster, J.K. 2014. Optimal reproduction in salmon spawning substrates linked to grain size and fish length. *Water Resour. Res.* 5(3): 2–2. doi:10.1111/j.1752-1688.1969.tb04897.x.
-

- 
- Robinson, C., Lapi, L., and Carter, E. 1982. Stomach Contents of Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*) Caught near the Qualicum Fraser Rivers, April-May, 1980-1981. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1656: 21.
- Robinson, K.L., Ruzicka, J.J., Decker, M.B., Brodeur, R.D., Hernandez, F.J., Quiñones, J., Acha, E.M., Uye, S.I., Mianzan, H., and Graham, W.M. 2014. Jellyfish, forage fish, and the world's major fisheries. *Oceanography* 27(4): 104–115. doi:10.5670/oceanog.2014.90.
- Roed, M.A. 1995. Geology of the Kelowna area and the origin of the Okanagan valley British Columbia. Kelowna Geology Committee, Okanagan University College. Kelowna, BC. Kelowna Geology Committee.
- Roni, P., Johnson, C., De Boer, T., Pess, G., Dittman, A., and Sear, D.A. 2016. Interannual variability in the effects of physical habitat and parentage on Chinook salmon egg-to-fry survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73(3): 1047–1059.
- Rosecoe, D.W., Hinch, S.G., Cooke, S.J., and Patterson, D.A. 2011. Fishway Passage and Post-Passage Mortality of Up-River Migrating Sockeye Salmon in the Seton River, British Columbia. *River Res. Appl.* 27: 693–705. doi:10.1002/rra.
- Rosenau, M., and Angelo, M. 2005. Conflicts Between Agriculture and Salmon in the Eastern Fraser Valley. Pacific Fisheries Resource Conservation Council. Vancouver, BC. 129 p + Appendix.
- Roseneau, M. I. 2014. [Nearshore Habitat Utilization by Spawning Lake Char and Rearing Rainbow Trout in Shuswap, Little Shuswap and Mara Lakes](#). Fraser Basin Council Manuscript Report. (Consulté 21 juillet 2020)
- Ross, P.S., Kennedy, C.J., Shelley, L.K., Tierney, K.B., Patterson, D.A., Fairchild, W.L., and Macdonald, R.W. 2013. The trouble with salmon: relating pollutant exposure to toxic effect in species with transformational life histories and lengthy migrations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70: 1252–1264. doi:10.1139/cjfas-2012-0540.
- Ross, T., and Robert, M. 2018. La Niña and another warm year. In State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2017. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 3266. pp. 27–32.
- Ruggerone, G.T., Hanson, R., and Rogers, D.E. 2000. Selective predation by brown bears (*Ursus arctos*) foraging on spawning sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Zool.* 78(6): 974–981. doi:10.1139/z00-024.
- Ruggerone, G.T., and Irvine, J.R. 2018. Numbers and Biomass of Natural- and Hatchery-Origin Pink Salmon, Chum Salmon, and Sockeye Salmon in the North Pacific Ocean, 1925–2015. *Mar. Coast. Fish.* 10(2): 152–168. doi:10.1002/mcf2.10023.
- Runciman, J.B., and Leaf, B.R. 2009. A Review of Yellow Perch (*Perca flavescens*), Smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*), Largemouth bass (*Micropterus salmoides*), Pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*), Walleye (*Sander vitreus*) and Northern Pike (*Esox lucius*). *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2882.
- Russell, L.R., Graham, C.C., Sewid, A.G., and Archibald, D.M. 1980. Distribution of juvenile chinook, coho, and sockeye salmon in Shuswap Lake – 1978-1979; Biophysical inventory of littoral areas of Shuswap Lake, 1978. *Can. Fish. Mar. Serv.* 1479: 54 p.
- Rutz, D. 1999. [Movements, food availability and stomach contents of northern pike in selected Susitna River drainages, 1996-1997](#). Alaska Department of Fish and Game. Fishery Data Series No. 99-5. (Consulté 21 juillet 2020)
-



- 
- Saaristo, M., McLennan, A., Johnstone, C.P., Clarke, B.O., and Wong, B.B.M. 2017. Impacts of the antidepressant fluoxetine on the anti-predator behaviours of wild guppies (*Poecilia reticulata*). *Aquat. Toxicol.* 183: 38–45. doi:10.1016/j.aquatox.2016.12.007.
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A.J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S.H.M., Collen, B., Cox, N., Master, L.L., O'Connor, S., and Wilkie, D. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: Unified classifications of threats and actions. *Conserv. Biol.* 22(4): 897–911. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x.
- Sandahl, J.F., Baldwin, D.H., Jenkins, J.J., and Scholz, N.L. 2007. A sensory system at the interface between urban stormwater runoff and salmon survival. *Environ. Sci. Technol.* 41(8): 2998–3004. doi:10.1021/es062287r.
- Sandercock, F.K. 1991. Life history of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *In* Pacific Salmon life histories. UBC Press. pp. 395–446.
- Schabetsberger, R., Morgan, C.A., Brodeur, R.D., Potts, C.L., Peterson, W.T., and Emmett, R.L. 2003. Prey selectivity and diel feeding chronology of juvenile chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and coho (*O. kisutch*) salmon in the Columbia River plume. *Fish. Oceanogr.* 12(6): 523–540. doi:10.1046/j.1365-2419.2003.00231.x.
- DA Schmetterling, CG Clancy, T.B. 2011. Effects of Riprap Bank Reinforcement on Stream Salmonids in the Western United States. *Fisheries* 2415(February 2014): 37–41. doi:10.1577/1548-8446(2001)026<0006.
- Schnorbus, M., Bennett, K., and Werner, A. 2010. Quantifying the water resource impacts of mountain pine beetle and associated salvage harvest operations across a range of watershed scales: Hydrologic modelling of the Fraser River Basin. *In* Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Information Report BC-X-423.
- Scholz, N.L., Myers, M.S., McCarthy, S.G., Labenia, J.S., McIntyre, J.K., Ylitalo, G.M., Rhodes, L.D., Laetz, C.A., Stehr, C.M., French, B.L., McMillan, B., Wilson, D., Reed, L., Lynch, K.D., Damm, S., Davis, J.W., and Collier, T.K. 2011. Recurrent die-offs of adult coho salmon returning to spawn in Puget Sound lowland urban streams. *PLoS One* 6(12). doi:10.1371/journal.pone.0028013.
- Schultz, M.M., Bartell, S.E., and Schoenfuss, H.L. 2012. Effects of triclosan and triclocarban, two ubiquitous environmental contaminants, on anatomy, physiology, and behavior of the fathead minnow (*Pimephales promelas*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 63(1): 114–124. doi:10.1007/s00244-011-9748-x.
- Scordino, J.J., Gearin, P.J., Riemer, S.D., and Iwamoto, E.M. 2016. River Otter (*Lontra canadensis*) Food Habits in a Washington Coast Watershed: Implications for a Threatened Species. *Northwest. Nat.* 97(1): 36–47. doi:10.1898/1051-1733-97.1.36.
- Scott, W., and Crossman, E. 1973. Freshwater fishes of Canada. *Bull. J. Fish. Res. Board Canada*: 966. doi:https://doi.org/10.1002/iroh.19760610109.
- Scrivener, C., Brown, T.C., and Andersen, B.C. 1994. Juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) utilization of Hawk's Creek, a small and nonnatal tributary of the upper Fraser River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1139–1146.
- Sebring, S.H., Carper, M.C., Ledgerwood, R.D., Sandford, B.P., Matthews, G.M., and Evans, A.F. 2013. Relative vulnerability of Pit-tagged subyearling fall Chinook Salmon to predation by Caspian terns and double-crested cormorants in the Columbia River estuary. *Trans. Am. Fish. Soc.* 142(5): 1321–1334. doi:10.1080/00028487.2013.806952.
-

- 
- Sedell, J., Leone, F., and Duval, W. 1991. Water transportation and storage of logs. In W.R. Meehan (ed). *In Influence of Forest and Rangeland Management on Salmonid Fishes and Their Habitats*. Edited by W. Meehan. American Fisheries Society, Bethesda, Md. p. 751.
- Seitz, A.C., Courtney, M.B., Evans, M.D., and Manishin, K. 2019. Pop-up satellite archival tags reveal evidence of intense predation on large immature Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the North Pacific Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 76(9): 1608–1615. doi:10.1139/cjfas-2018-0490.
- Sepulveda, A.J., Rutz, D.S., Ivey, S.S., Dunker, K.J., and Gross, J.A. 2013. Introduced northern pike predation on salmonids in southcentral Alaska. *Ecol. Freshw. Fish* 22(2): 268–279. doi:10.1111/eff.12024.
- Shafer, D.J. 1999. The effects of dock shading on the seagrass *Halodule wrightii* in Perdido Bay, Alabama. *Estuaries* 22(4): 936–943. doi:10.2307/1353073.
- Shelton, J.M. 1955. The Hatching of Chinook Salmon Eggs Under Simulated Stream Conditions. United States Fish and Wildlife Service. *Progress. Fish Cult.* 17(1): 16.
- Shrestha, R., Schnorbus, M., Werner, A., and Berland, A. 2012. Modelling spatial and temporal variability of hydrologic impacts of climate change in the Fraser River basin, British Columbia, Canada. *Hydrol. Process.* 26(12): 1840–1860. doi:10.1002/hyp.
- Shrestha, R.R., Schnorbus, M.A., and Cannon, A.J. 2015. A dynamical climate model-driven hydrologic prediction system for the Fraser River, Canada. *J. Hydrometeorol.* 16(3): 1273–1292. doi:10.1175/JHM-D-14-0167.1.
- Shrimpton, J.M., Zydlewski, J.D., and Heath, J.W. 2007. Effect of daily oscillation in temperature and increased suspended sediment on growth and smolting in juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture* 273(2–3): 269–276. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.10.009.
- Smale, D., Wernberg, T., Oliver, E., Thomsen, M., Harvey, B., Straub, S., Burrows, M., Alexander, L., Benthuyssen, J., Donat, M., Feng, M., Hobday, A., Holbrook, N., Perkins-kirkpatrick, S., Scannell, H., Sen Gupta, A., Payne, B., and Moore, P. 2019. Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nat. Clim. Chang.* 9(4): 306–312.
- Smith, O.R. 1940. Placer Mining Silt and its Relation to Salmon and Trout on the Pacific Coast. *Trans. Am. Fish. Soc.* (69): 225–230. doi:225-230. doi:10.1577/1548-8659(1939)69[225:PMSAIR]2.0.CO;2.
- Solomon, K.R., Carr, J.A., Du Preez, L.H., Giesy, J.P., Kendall, R.J., Smith, E.E., and Van Der Kraak, G.J. 2008. Effects of atrazine on fish, amphibians, and aquatic reptiles: A critical review. *Crit. Rev. Toxicol.* 38(9): 721–772. doi:10.1080/10408440802116496.
- Sommer, T.R., Harrell, W.C., and Nobriga, M.L. 2005. Habitat Use and Stranding Risk of Juvenile Chinook Salmon on a Seasonal Floodplain. *North Am. J. Fish. Manag.* 25(4): 1493–1504. doi:10.1577/m04-208.1.
- Sopinka, N.M., Hinch, S.G., Healy, S.J., Raby, G.D., and Patterson, D.A. 2016. Effects of experimentally elevated egg cortisol on offspring traits in two species of wild Pacific salmon. *Environ. Biol. Fishes* 99(10): 717–728. doi:10.1007/s10641-016-0513-x.
- Southern Resident Orca Task Force (SROTF). 2018. [Southern Resident Orca Task Force: Report and Recommendations](#). (Consulté 21 juillet 2020).
-

- 
- Springer, J., Ludwig, R., and Kienzle, S. 2015. Impacts of Forest Fires and Climate Variability on the Hydrology of an Alpine Medium Sized Catchment in the Canadian Rocky Mountains. *Hydrology* 2(1): 23–47. doi:10.3390/hydrology2010023.
- Spromberg, J.A., and Meador, J.P. 2006. Relating chronic toxicity responses to population-level effects: A comparison of population-level parameters for three salmon species as a function of low-level toxicity. *Ecol. Modell.* 199: 240–252. doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.05.007.
- Steen, R.P., and Quinn, T.P. 1999. Egg burial depth by sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): implications for survival of embryos and natural selection on female body size. *Can. J. Zool.* 77: 836–841.
- Stein, R.A., Reimers, P.E., and Hall, J.D. 1972. Social Interaction Between Juvenile Coho (*Oncorhynchus kisutch*) and Fall Chinook Salmon (*O. tshawytscha*) in Sixes River, Oregon. *J. Fish. Res. Board Canada* 29(12): 1737–1748. doi:10.1139/f72-275.
- Stewart, G.O., Lauzier, R.B., and Murray, P.R. 1983. Juvenile salmonid studies in the North Thompson Region of B.C., 1982. Envirocon Limited, DSS Contract No. 0458 FP 576-1-0487.
- Sutherland, A.J., and Ogle, D.G. 1975. Effect of jet boats on salmon eggs. *New Zeal. J. Mar. Freshw. Res.* 9(3): 273–282. doi:10.1080/00288330.1975.9515566.
- Sutherland, T.F., Elner, R.W., and O'Neill, J.D. 2013. Roberts Bank: Ecological crucible of the fraser river estuary. *Prog. Oceanogr.* 115: 171–180. doi:10.1016/j.pocean.2013.05.018.
- Swales, S., Lauzier, R.B., and Levings, C.D. 1986. Winter habitat preferences of juvenile salmonids in two interior rivers in British Columbia. *Can. J. Zool.* 64(7): 1506–1514. doi:10.1139/z86-225.
- Sykes, G.E., Johnson, C.J., and Shrimpton, J.M. 2009. Temperature and Flow Effects on Migration Timing of Chinook Salmon Smolts. *Trans. Am. Fish. Soc.* 138(6): 1252–1265. doi:10.1577/t08-180.1.
- Tabor, R.A., Brown, G.S., and Luiting, V.T. 2004. The Effect of Light Intensity on Sockeye Salmon Fry Migratory Behavior and Predation by Cottids in the Cedar River, Washington. *North Am. J. Fish. Manag.* 24(1): 128–145. doi:10.1577/m02-095.
- Tarbotton, M., and Harrison, P.G. 1996. A Review of the Recent Physical and Biological Development of the Southern Roberts Bank Seagrass System 1950 - 1994. Triton Consultants Ltd. 88 p.
- Tatara, C.P., and Berejikian, B.A. 2012. Mechanisms influencing competition between hatchery and wild juvenile anadromous Pacific salmonids in fresh water and their relative competitive abilities. *Environ. Biol. Fishes* 94(1): 7–19. doi:10.1007/s10641-011-9906-z.
- Taylor, E.B. 1988. Adaptive Variation in Rheotactic and Agnostic Behaviour in Newly Emerged Fry of Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, from Ocean- and Stream-Type Populations. *J. Chem. Inf. Model.* 45: 237–243. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Teel, D.J., Milner, G.B., Winans, G.A., and Grant, W.S. 2000. Genetic Population Structure and Origin of Life History Types in Chinook Salmon in British Columbia, Canada. *Trans. Am. Fish. Soc.* 129(1): 194–209. doi:10.1577/1548-8659(2000)129<0194:gpsaoo>2.0.co;2.
- Thakur, K.K., Vanderstichel, R., Li, S., Laurin, E., Tucker, S., Neville, C., Tabata, A., and Miller, K.M. 2018. A comparison of infectious agents between hatchery-enhanced and wild out-migrating juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from Cowichan River, British Columbia. *Facets* 3(1): 695–721. doi:10.1139/facets-2017-0113.
-

- 
- The Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia (APEGBC). 2016. Flood Mapping in BC. 54 p.
- Thomas, A.C., Nelson, B.W., Lance, M.M., Deagle, B.E., and Trites, A.W. 2017. Harbour seals target juvenile salmon of conservation concern. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74(6): 907–921. doi:10.1139/cjfas-2015-0558.
- Thorson, J.T., Scheuerell, M.D., Buhle, E.R., and Copeland, T. 2014. Spatial variation buffers temporal fluctuations in early juvenile survival for an endangered Pacific salmon. *J. Anim. Ecol.* 83(1): 157–167. doi:10.1111/1365-2656.12117.
- Tierney, K.B., Patterson, D.A., and Kennedy, C.J. 2009. The influence of maternal condition on offspring performance in sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *J. Fish Biol.* 75(6): 1244–1257. doi:10.1111/j.1095-8649.2009.02360.x.
- Tovey, C.P., Bradford, M.J., and Herborg, L. 2009. [Biological risk assessment for Smallmouth bass \(\*Micropterus dolomieu\*\) and Largemouth bass \(\*Micropterus salmoides\*\) in British Columbia](#). DFO Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc. 3848(2008/075).
- Trombulak, S.C., and Frissell, C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conserv. Biol.* 14(1): 18–30. doi:10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x.
- Trudel, M., Fisher, J., Orsi, J.A., Morris, J.F.T., Thiess, M.E., Sweeting, R.M., Hinton, S., Fergusson, E.A., and Welch, D.W. 2009. Distribution and Migration of Juvenile Chinook Salmon Derived from Coded Wire Tag Recoveries along the Continental Shelf of Western North America. *Trans. Am. Fish. Soc.* 138(6): 1369–1391. doi:10.1577/t08-181.1.
- Tschaplinski, P.J., and Pike, R.G. 2017. Carnation Creek watershed experiment—long-term responses of coho salmon populations to historic forest practices. *Ecohydrology* 10(2). doi:10.1002/eco.1812.
- Tucker, S., Li, S., Kaukinen, K.H., Patterson, D.A., and Miller, K.M. 2018. Distinct seasonal infectious agent profiles in life-history variants of juvenile Fraser River Chinook salmon: An application of high-throughput genomic screening. *PLoS One* 13(4): 1–26. doi:10.1371/journal.pone.0195472.
- Tucker, S., Trudel, M., Welch, D.W., Candy, J.R., Morris, J.F.T., Thiess, M.E., Wallace, C., and Beacham, T.D. 2011. Life history and seasonal stock-specific ocean migration of juvenile chinook salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 140(4): 1101–1119. doi:10.1080/00028487.2011.607035.
- Tutty, B.D., and Yole, F.Y.E. 1978. Overwintering chinook salmon in the upper Fraser River system. *Can. Fish. Mar. Serv.* 1450: 23 p.
- Unwin, M.J. 1997. Fry-to-adult survival of natural and hatchery-produced chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from a common origin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54(6): 1246–1254. doi:10.1139/f97-032.
- USEPA. 1989. Ambient water quality criteria for ammonia (saltwater). United States Environmental Protection Agency. National Technical Information Service. Springfield, VA.
- Utter, F., Milner, G., Stahl, G., and Teel, D. 1989. Genetic Population Structure of Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, in the Pacific Northwest. *Fish. Bull. (U.S.)* (87): 239–264.
- Vronskiy, B. 1972. Reproductive biology of the Kamchatka River chinook salmon [*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)]. *J. Ichthyol.* 12: 259–273.
-

- 
- Wan, M.T., Kuo, J.-N., and Pasternak, J. 2005. Residues of endosulfan and other selected organochlorine pesticides in farm areas of the Lower Fraser Valley, British Columbia, Canada. *J. Environ. Qual.* 34(1): 11186–93.
- Wang, X., Thompson, D.K., Marshall, G.A., Tymstra, C., Carr, R., and Flannigan, M.D. 2015. Increasing frequency of extreme fire weather in Canada with climate change. *Clim. Change* 130(4): 573–586. doi:10.1007/s10584-015-1375-5.
- Wania, F. 1997. Modelling the fate of non-polar organic chemicals in an ageing snow pack. *Science (80- )*. 35(10): 2345–2363.
- Waples, R.S. 1991. Genetic interactions between hatchery and wild salmonids: lessons from the Pacific Northwest. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48(Suppl.1): 124–133. doi:10.1139/f91-311.
- Waples, R.S. 1999. Dispelling Some Myths about Hatcheries. *Fisheries* 24(2): 12–21. doi:10.1577/1548-8446(1999)024<0012:dsmah>2.0.co;2.
- Waples, R.S., Teel, D.J., Myers, J.M., and Marshall, A.R. 2004. Life-history divergence in Chinook salmon: Historic contingency and parallel evolution. *Evolution (N. Y.)* 58(2): 386–403. doi:10.1111/j.0014-3820.2004.tb01654.x.
- Weil, J., Duguid, W.D.P., and Juanes, F. 2019. A hyperiid amphipod acts as a trophic link between a scyphozoan medusa and juvenile Chinook Salmon. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 223(February): 18–24. doi:10.1016/j.ecss.2019.01.025.
- Welch, D.W., Rechisky, E.L., Melnychuk, M.C., Porter, A.D., Walters, C.J., Clements, S., Clemens, B.J., McKinley, R.S., and Schreck, C. 2008. Survival of migrating salmon smolts in large rivers with and without dams. *PLoS Biol.* 6(10): 2101–2108. doi:10.1371/journal.pbio.0060265.
- Weng, K.C., Castilho, P.C., Morrisette, J.M., Landeira-Fernandez, A.M., Holts, D.B., Schallert, R.J., Goldman, K.J., and Block, B.A. 2005. Satellite tagging and cardiac physiology reveal niche expansion in salmon sharks. *Science (80- )*. 310(5745): 104–106. doi:10.1126/science.1114616.
- Weng, K.C., Foley, D.G., Ganong, J.E., Perle, C., Shillinger, G.L., and Block, B.A. 2008. Migration of an upper trophic level predator, the salmon shark *Lamna ditropis*, between distant ecoregions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 372: 253–264. doi:10.3354/meps07706.
- West, J.E., O'Neill, S.M., and Ylitalo, G.M. 2008. Spatial extent, magnitude, and patterns of persistent organochlorine pollutants in Pacific herring (*Clupea pallasii*) populations in the Puget Sound (USA) and Strait of Georgia (Canada). *Sci. Total Environ.* 394(2–3): 369–378. doi:10.1016/j.scitotenv.2007.12.027.
- Williams, C.R., Dittman, A.H., McElhany, P., Busch, D.S., Maher, M.T., Bammler, T.K., MacDonald, J.W., and Gallagher, E.P. 2019. Elevated CO<sub>2</sub> impairs olfactory-mediated neural and behavioral responses and gene expression in ocean-phase coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Glob. Chang. Biol.* 25(3): 963–977. doi:10.1111/gcb.14532.
- Winkler, R., Rex, J., Teti, P., Maloney, D., and Redding, T. 2008. [Mountain Pine Beetle Forest Practices, and Watershed Management](#). B.C. Min. For. Range, Res. Br., Victoria, B.C. Exten. Note 88. (Consulté 21 juillet 2020)
- Winkler, R., Spittlehouse, D., and Boon, S. 2017. Streamflow response to clear-cut logging on British Columbia's Okanagan Plateau. *Ecohydrology* 10(2): 1–15. doi:10.1002/eco.1836.
- Wise, M.P., Moore, G.D., and VanDine, D.F. 2004. Landslide risk case studies in forest development planning and operations. British Columbia, Forest Science Program.

- 
- Wood, C.C. 1987a. Predation of Juvenile Pacific Salmon by the Common Merganser (*Mergus merganser*) on Eastern Vancouver Island. I: Predation during the Seaward Migration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 44: 941–949. doi:10.1139.
- Wood, C.C. 1987b. Predation of Juvenile Pacific Salmon by the Common Merganser (*Mergus merganser*) on Eastern Vancouver Island. II: Predation of Stream-Resident Juvenile Salmon by Merganser Broods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44(5): 950–959. doi:<https://doi.org/10.1139/f87-113>.
- Woods, A.J., Heppner, D., Kope, H.H., Burleigh, J., and Maclauchlan, L. 2010. Forest health and climate change: A British Columbia perspective. *For. Chron.* 86(4): 412–422. doi:10.5558/tfc86412-4.
- Young, K., and Galbraith, M. 2018. Zooplankton Status and Trends in the Central Strait of Georgia, 2017. *In* State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2017. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 3266.
- Zeug, S.C., Sellheim, K., Watry, C., Wikert, J.D., and Merz, J. 2014. Response of juvenile Chinook salmon to managed flow: Lessons learned from a population at the southern extent of their range in North America. *Fish. Manag. Ecol.* 21(2): 155–168. doi:10.1111/fme.12063.

## ANNEXE A. LISTE DES COURS D'EAU DE FRAIE PAR UD

*Tableau A1. Liste de tous les cours d'eau de fraie connus pour les UD de saumon chinook du Fraser visés par l'EPR.*

UD	Nom de l'UD	Nom du cours d'eau
UD 2	Bas Fraser, type océanique, automne	Rivière Harrison
UD 4	Bas Fraser, type fluvial, été – haute Pitt	Rivière Pitt (haute)
UD 5	Bas Fraser, type fluvial, été	Ruisseau Big Silver
UD 7	Moyen Fraser, type fluvial (Nahatlatch)	Rivière Nahatlatch
UD 8	Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)	Ruisseau Portage
UD 9	Moyen Fraser, type fluvial, printemps	Ruisseau Ahbau Rivière Baezaeko Ruisseau Baker Rivière Bridge Rivière Cariboo (haute) Rivière Chilako Rivière Chilcotin (haute) Rivière Chilcotin (basse) Ruisseau Churn Rivière Coglistiko Rivière Cottonwood (basse) Rivière Driftwood Rivière Endako Rivière Euchiniko Rivière Horsefly Ruisseau Lightning Ruisseau McKinley Rivière Nadina Ruisseau Narcosli Ruisseau Naver Rivière Nazko Ruisseau Shovel Rivière Stein Rivière Swift

UD	Nom de l'UD	Nom du cours d'eau
		Rivière West Road (Blackwater) Yalakom
UD 10	Moyen Fraser, type fluvial, été	Rivière Cariboo (basse) Ruisseau Cayoosh Rivière Chilko Ruisseau Elkin Ruisseau Kazchek Rivière Kuzkwa Rivière Middle Rivière Mitchell Rivière Nachacko Ruisseau Ormond Ruisseau Pinchi Rivière Quesnel Rivière Seton Rivière Stellako Rivière Stuart Rivière Tachie Rivière Taseko
UD 11	Haut Fraser, type fluvial, printemps	Ruisseau Antler Rivière Bowron Ruisseau Captain Ruisseau Dome Ruisseau Driscoll Ruisseau East Twin Ruisseau Fontoniko Ruisseau Forgetmenot Fraser, en amont de Tête Jaune Rivière Goat Ruisseau Haggen Ruisseau Herrick Ruisseau Holliday



UD	Nom de l'UD	Nom du cours d'eau
		Rivière Holmes Ruisseau Horsey Ruisseau Humbug Ruisseau Ice Ruisseau Indianpoint Ruisseau Kenneth Ruisseau James Rivière McGregor Rivière McKale Rivière Morkill Ruisseau Nevin Ruisseau Otter Ruisseau Ptarmigan Rivière Robson Rivière Saumon Ruisseau Seebach Ruisseau Slim Ruisseau Small Ruisseau Raquette Ruisseau Spakwaniko Ruisseau Sus Ruisseau Swift Rivière Torpy Ruisseau Walker Ruisseau Wansa Ruisseau West Twin Rivière Willow
UD 14	Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette)	Ruisseau Bessette Ruisseau Creighton Ruisseau Duteau Ruisseau Harris
UD 16	Thompson Nord, type fluvial, printemps	Rivière Albreda

UD	Nom de l'UD	Nom du cours d'eau
		Rivière Blue Ruisseau Finn Ruisseau Lyon Rivière Mad Ruisseau Mud Rivière Thunder
UD 17	Thompson Nord, type fluvial, été	Rivière Barriere Rivière Clearwater Ruisseau Lemieux Rivière Mahood Ruisseau Mann Rivière Thompson Nord Rivière Raft

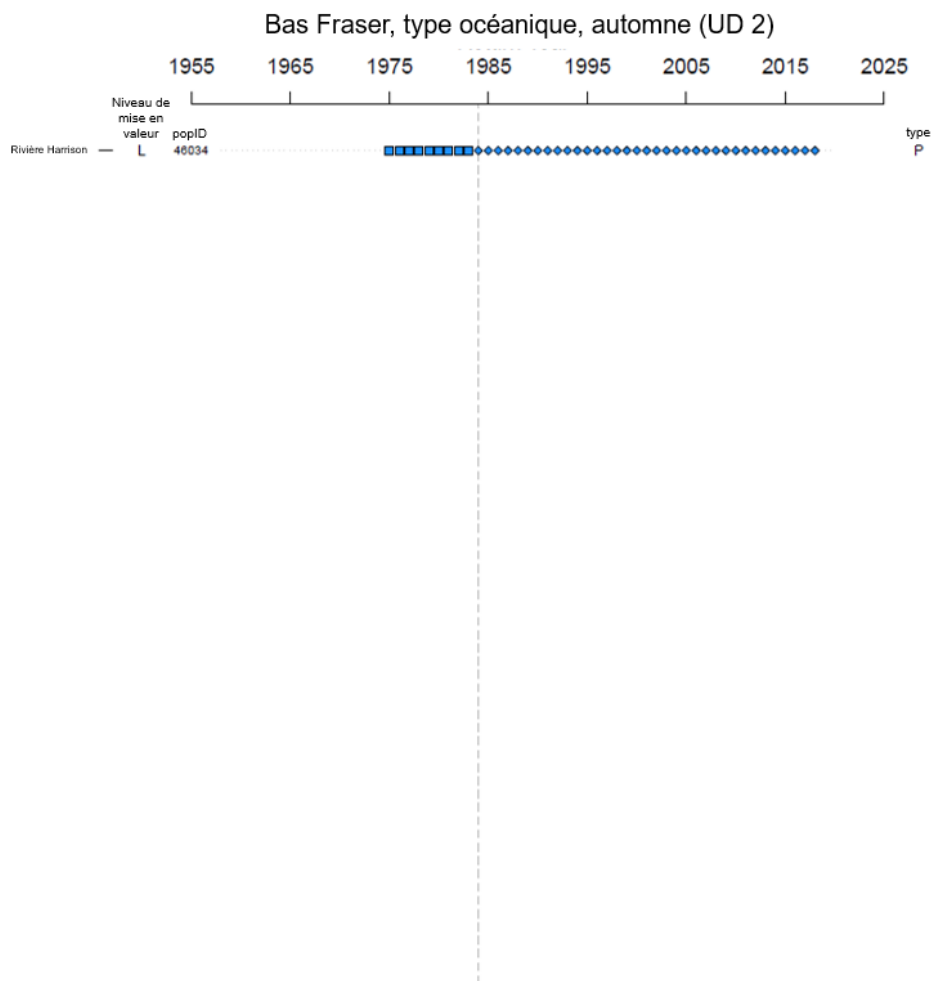
---

## ANNEXE B. GRAPHIQUES DE LA QUALITÉ

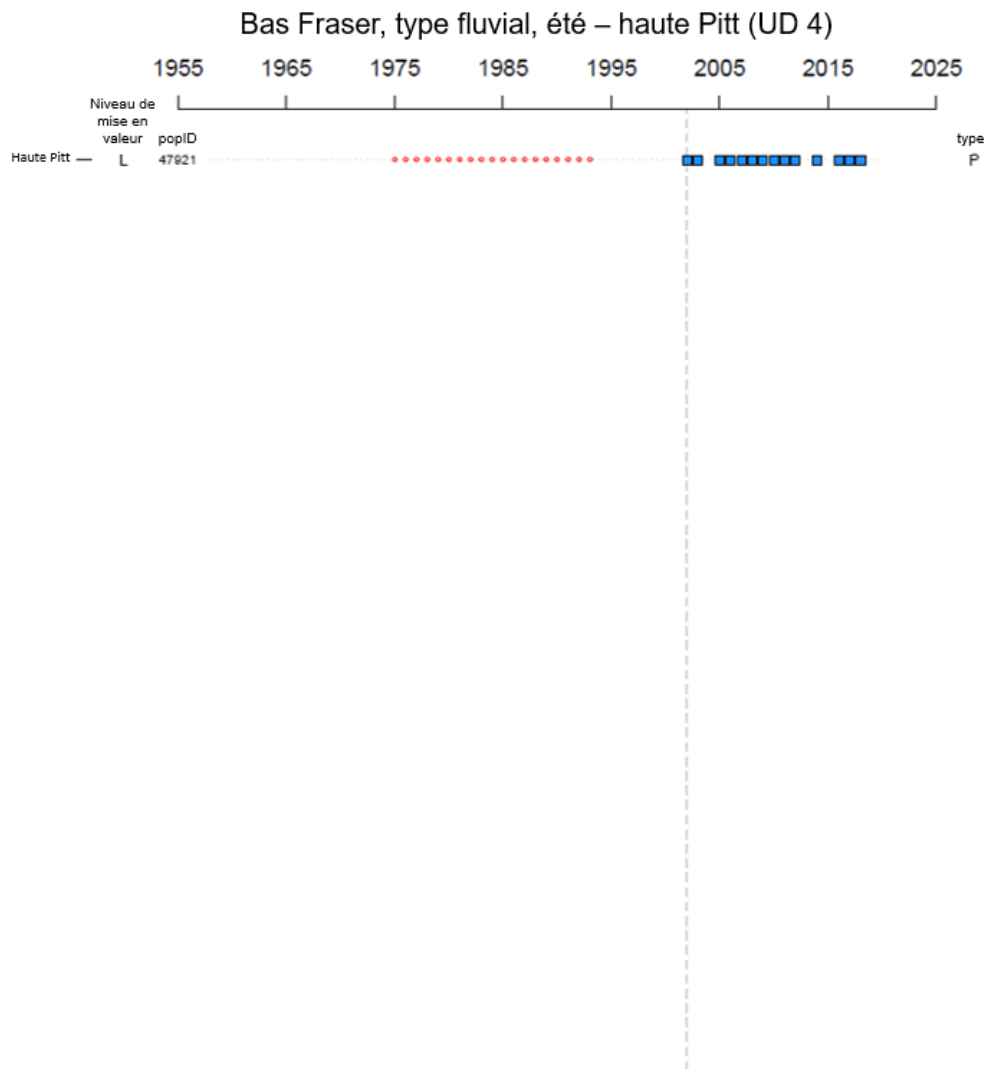
### Légende

■	Estimation des échappées de haute qualité
■	Estimation des échappées de qualité modérée
■	Estimation des échappées de faible qualité
□	Estimation des échappées de qualité inconnue
⊠	Lacune comblée
◆	Autre source
M	Sites fusionnés
0	Échappée nulle - haute qualité
E	Erreur de logique
○	Qualité filtrée

Figure B1. Légende des graphiques de la qualité des données sur les échappées.



*Figure B2. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne (Harrison), montrant les années pour lesquelles des données de qualité moyenne à élevée sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; toutes les données au-delà de ce point sont considérées comme de haute qualité grâce au programme de micromarques magnétisées codées de la rivière Harrison. Il existe un seul site d'échantillonnage persistant dans la rivière Harrison pour l'UD 2, indiqué par Type = « P ».*



*Figure B3. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été (Haute Pitt), montrant les années où des données de qualité moyenne sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe un seul site d'échantillonnage persistant dans la rivière Haute Pitt pour l'UD 4, indiqué par Type = « P ».*

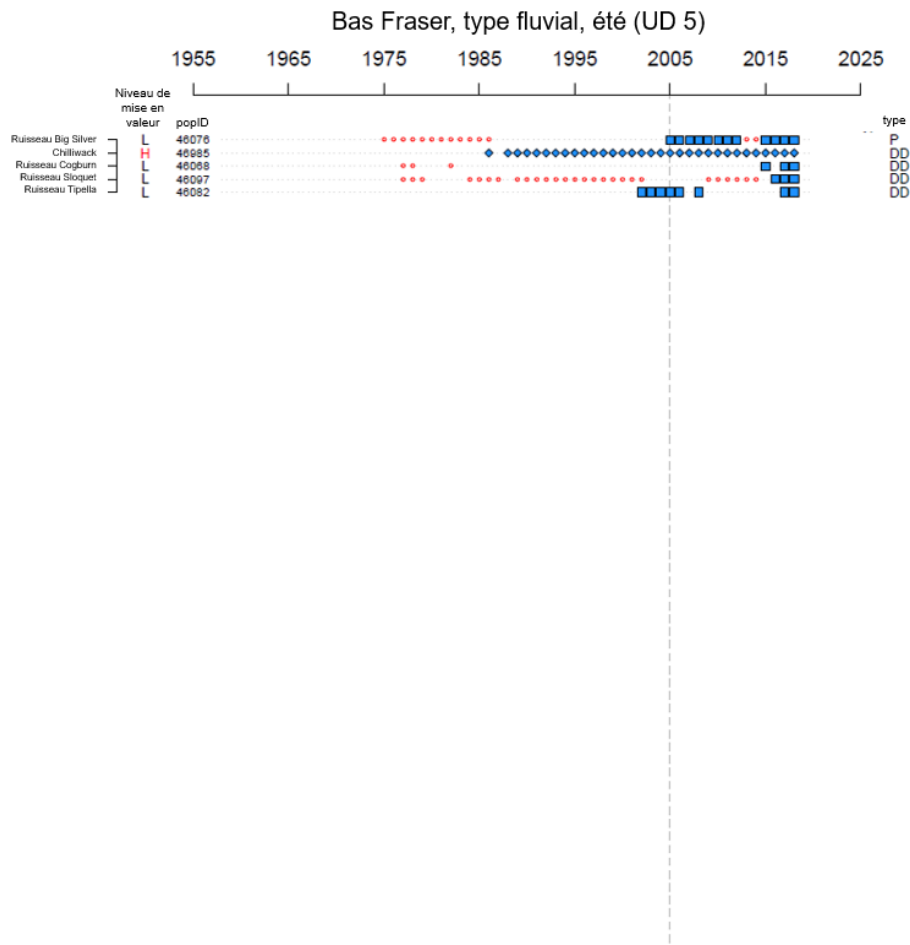


Figure B4. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été, montrant les années pour lesquelles des données de qualité moyenne à élevée sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Le ruisseau Big Silver est le seul site d'échantillonnage persistant pour l'UD 5, indiqué par Type = « P ». Il convient de noter que la rivière Chilliwack n'a pas été incluse dans la présente EPR en raison du niveau élevé de mise en valeur des éclosions (évalué dans un processus d'EPR distinct).

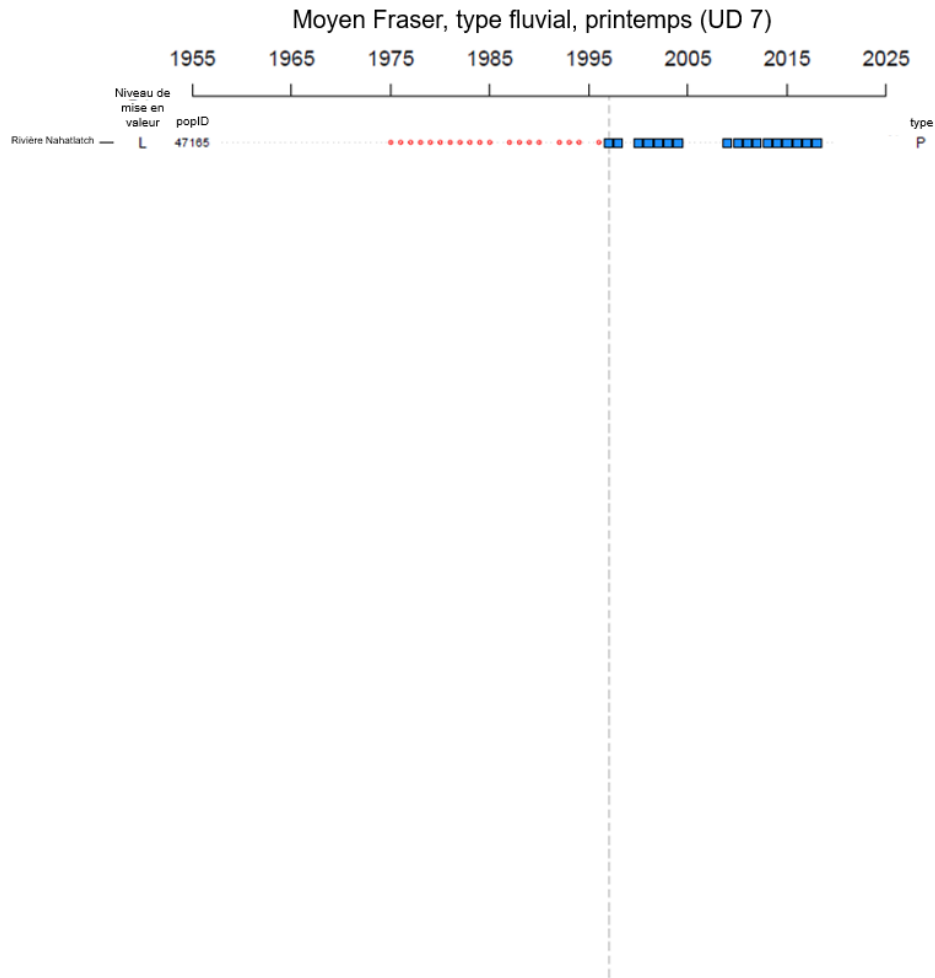


Figure B5. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps, montrant les années pour lesquelles des données de qualité moyenne à élevée sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe un seul site d'échantillonnage persistant dans la rivière Nahatlatch pour l'UD 7, indiqué par Type = « P ».

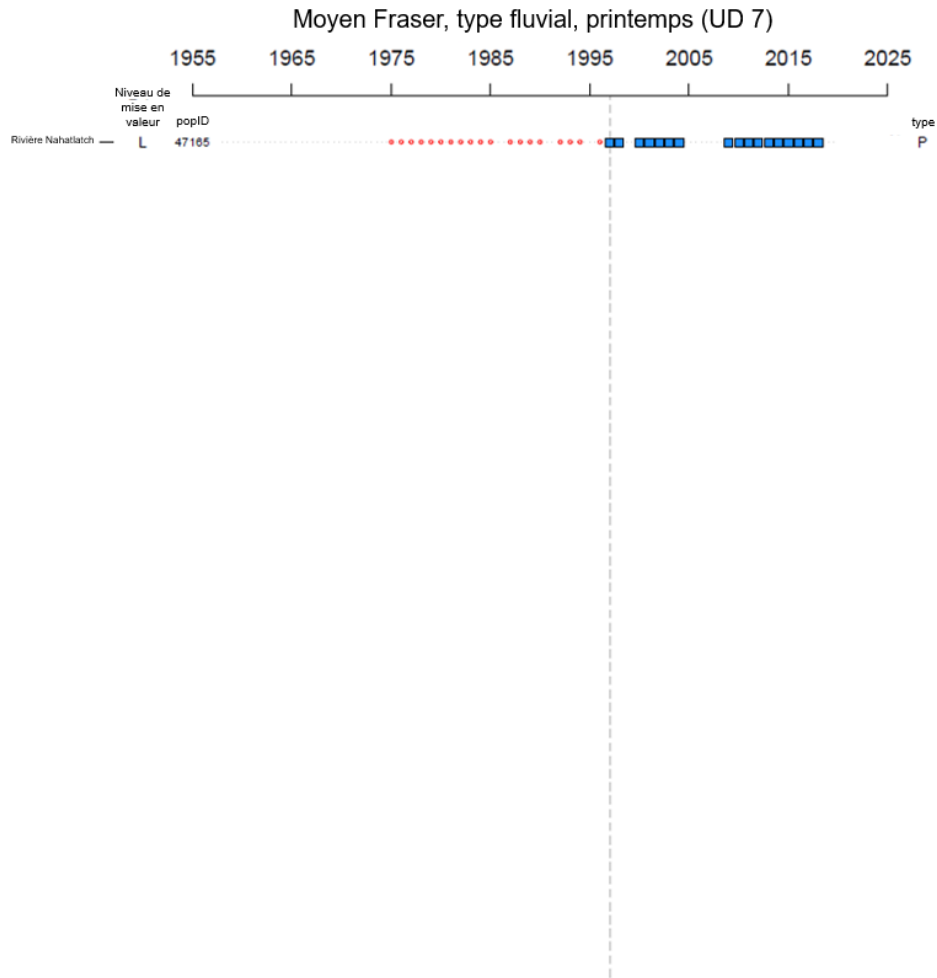


Figure B6. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage), montrant les années où des données de qualité moyenne sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe un seul site d'échantillonnage persistant dans le ruisseau Portage pour l'UD 8, indiqué par Type = « P ».



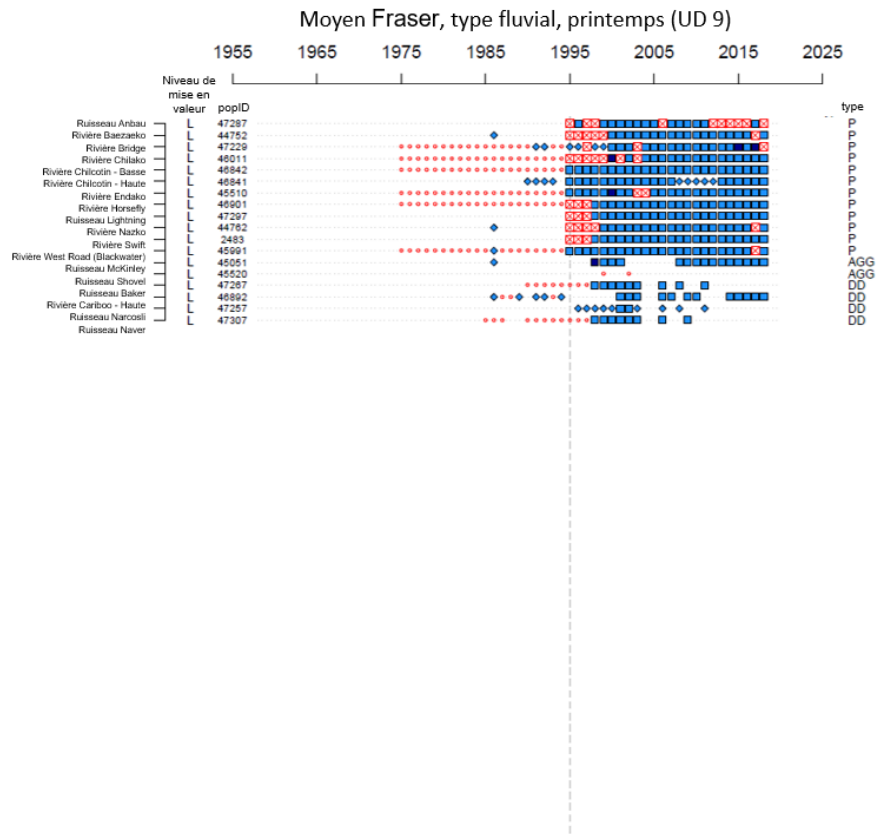


Figure B7. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps, montrant les années pour lesquelles des données de qualité moyenne à élevée sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe plusieurs sites d'échantillonnage persistants dans l'UD 9, indiqués par Type = « P », notamment : ruisseau Ahbau; rivière Baezaeko; rivière Bridge; rivière Chilako; rivière Chilicotin (haute et basse); rivière Endako; rivière Horsefly; ruisseau Lightning; rivière Nazko; rivière Swift; rivière West Road (Blackwater).

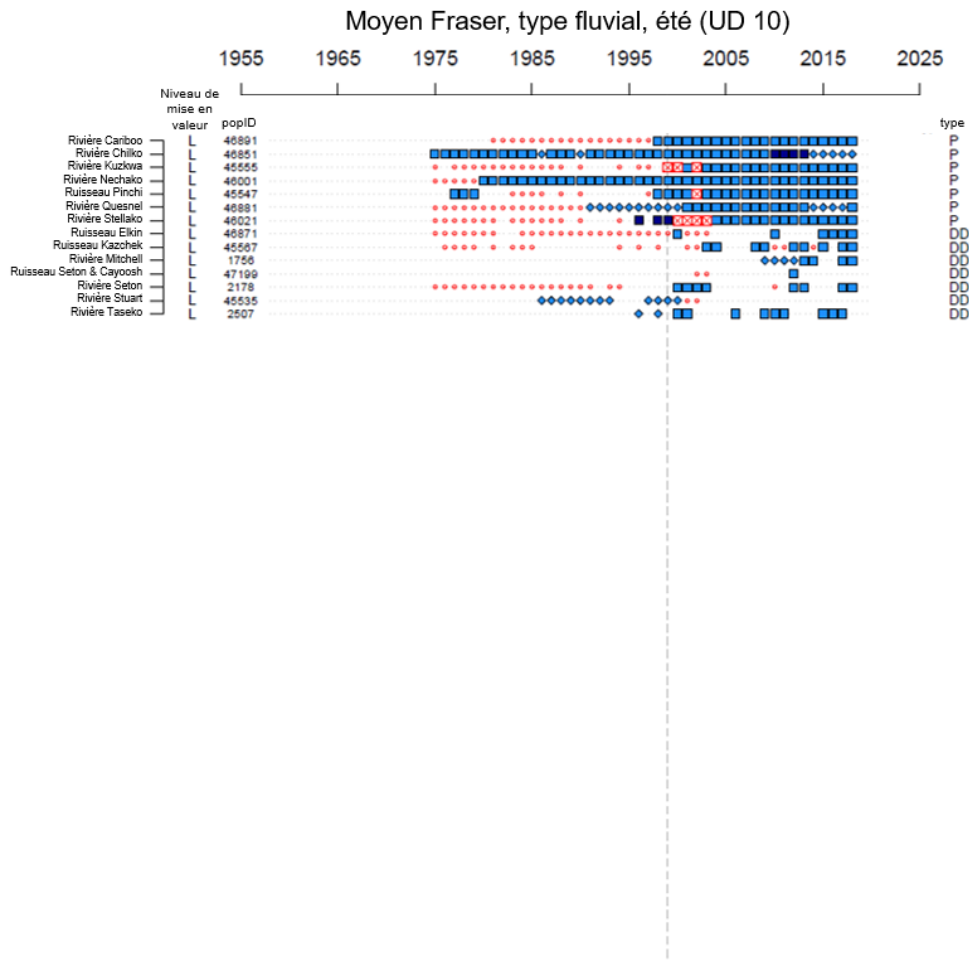


Figure B8. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été, montrant les années pour lesquelles des données de qualité moyenne à élevée sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe plusieurs sites d'échantillonnage persistants dans l'UD 10, indiqués par Type = « P », notamment : rivière Cariboo; rivière Chilko; rivière Kuzkwa; rivière Nechako; ruisseau Pinchi; rivière Quesnel; rivière Stellako.

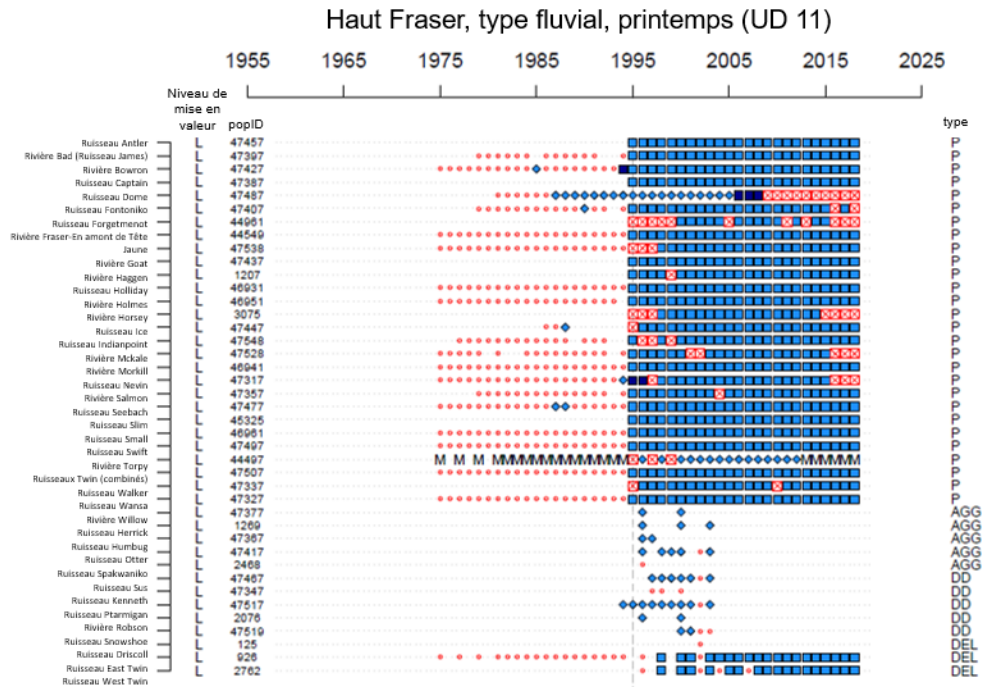


Figure B9. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps, montrant les années pour lesquelles des données de qualité moyenne à élevée sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe plusieurs sites d'échantillonnage persistants dans l'UD 11, indiqués par Type = « P », notamment : ruisseau Antler; rivière Bad (ruisseau James); rivière Bowron; ruisseau Captain; ruisseau Dome; ruisseau Fontoniko; ruisseau Forgetmenot; Fraser (en amont de Tête Jaune); rivière Goat; ruisseau Haggen; ruisseau Holliday; rivière Holmes; ruisseau Horsley; ruisseau Ice; ruisseau Indianpoint; rivière McKale; rivière Morkill; ruisseau Nevin; rivière Salmon; ruisseau Seebach; ruisseau Slim; ruisseau Small; ruisseau Swift; rivière Torpy; ruisseaux Twin (East et West); ruisseau Walker; ruisseau Wansa; rivière Willow.

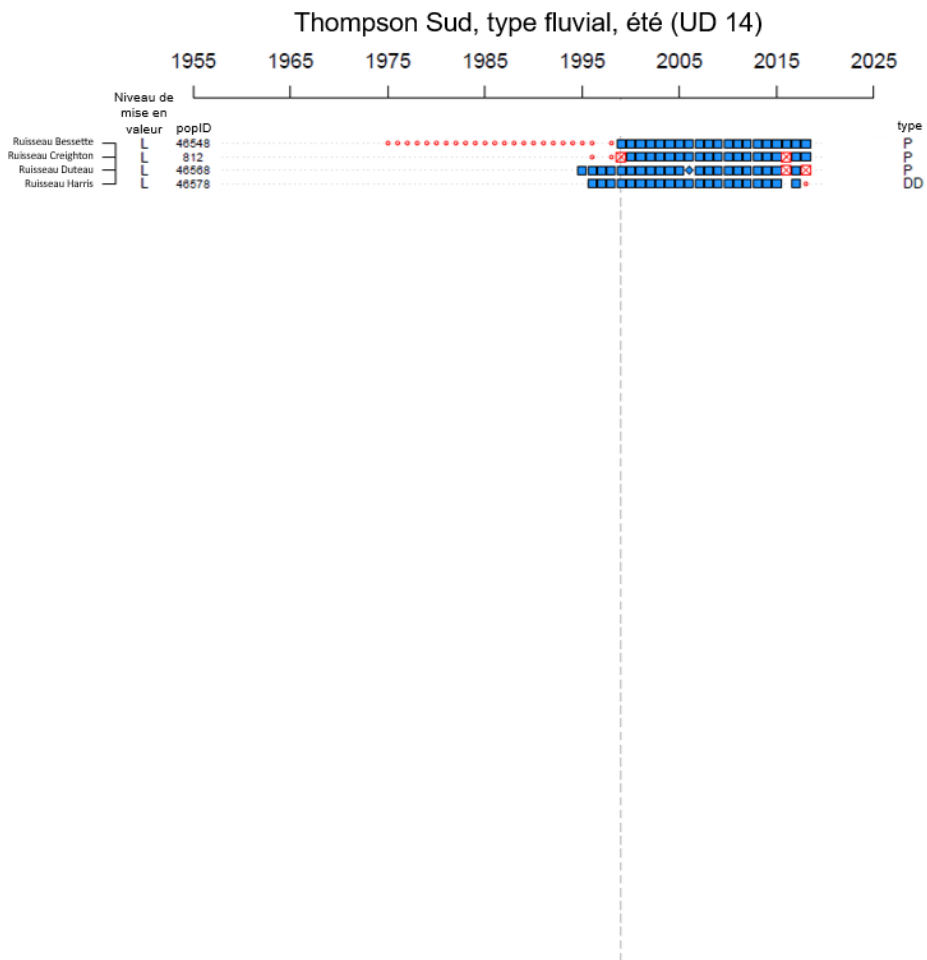


Figure B10. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, printemps, montrant les années où des données de qualité moyenne sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe plusieurs sites d'échantillonnage persistants dans l'UD 14, indiqués par Type = « P », notamment : ruisseau Bessette; ruisseau Creighton; ruisseau Duteau.

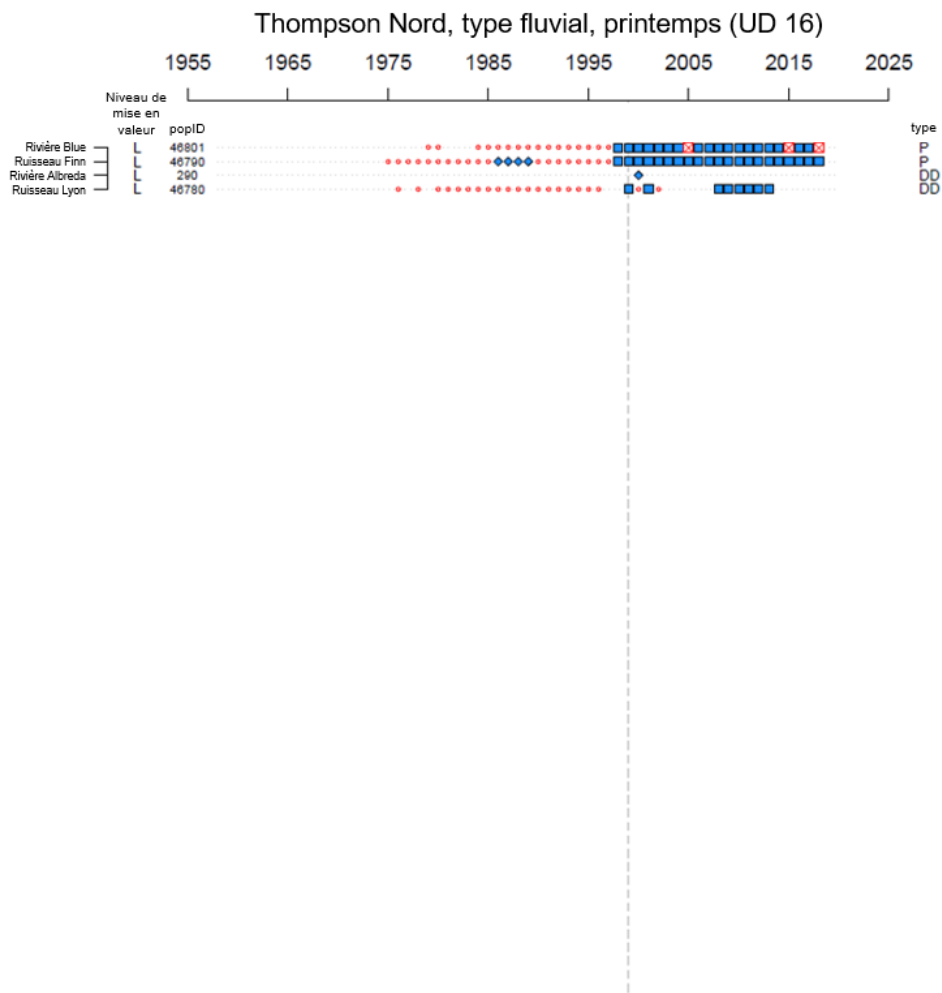


Figure B11. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps, montrant les années où des données de qualité moyenne sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe deux sites d'échantillonnage persistants dans l'UD 16, indiqués par Type = « P » : rivière Blue; ruisseau Finn.

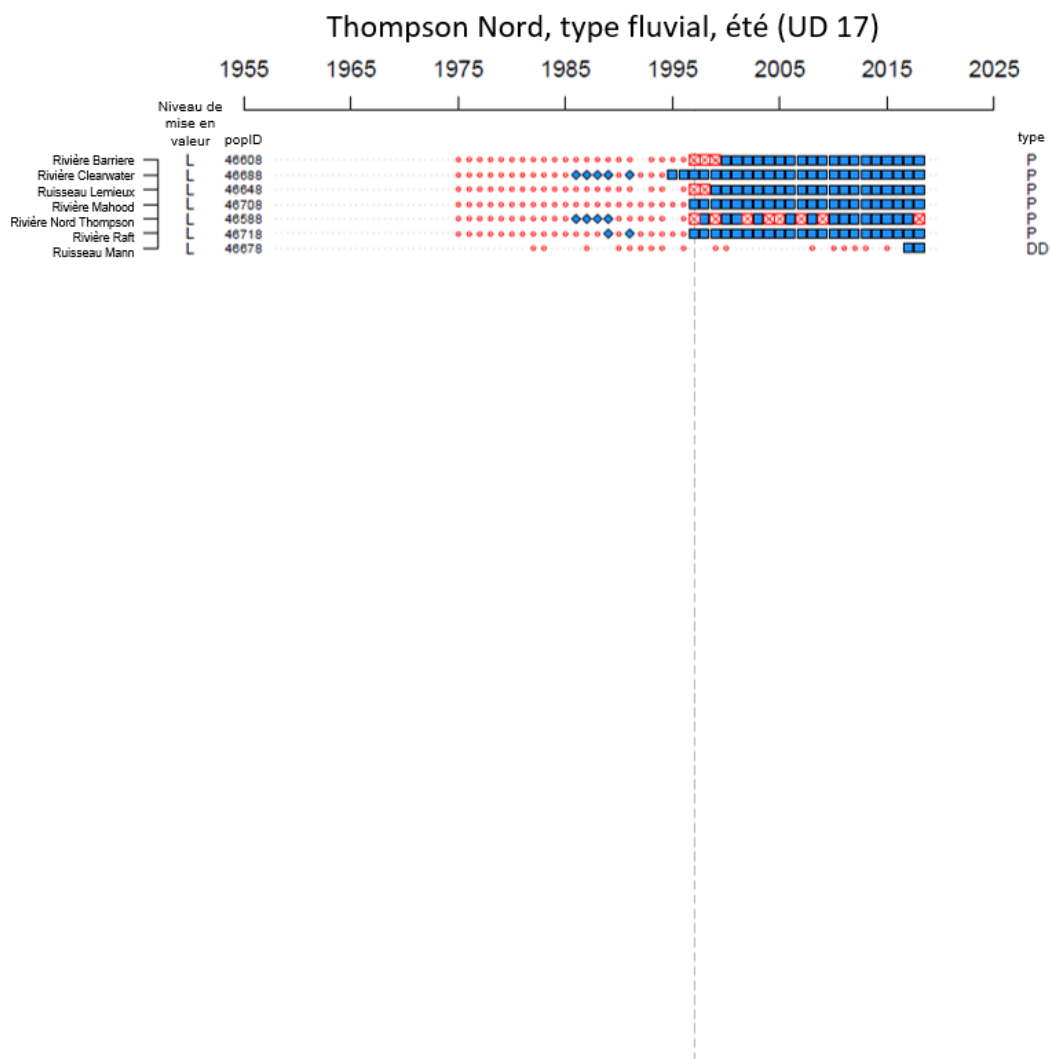


Figure B12. Graphique de la qualité des données sur les échappées pour l'UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été, montrant les années où des données de qualité moyenne sont disponibles (voir la légende à la figure B1). La ligne grise en pointillés indique le début de la série chronologique; les données antérieures à ce point n'ont pas été incluses car les méthodes de collecte de données manquaient d'uniformité et de certitude. Il existe plusieurs sites d'échantillonnage dans l'UD 17, indiqués par Type = « P », notamment : rivière Barriere; rivière Clearwater; rivière Lemieux; rivière Mahood; rivière Thompson Nord; rivière Raft.

**ANNEXE C. DÉTAILS SUR L'INFLUENCE DU REMPLISSAGE DANS L'UD 9**  
**Comparaison avec le remplissage pour le moyen Fraser, type fluvial, printemps (UD 9)**

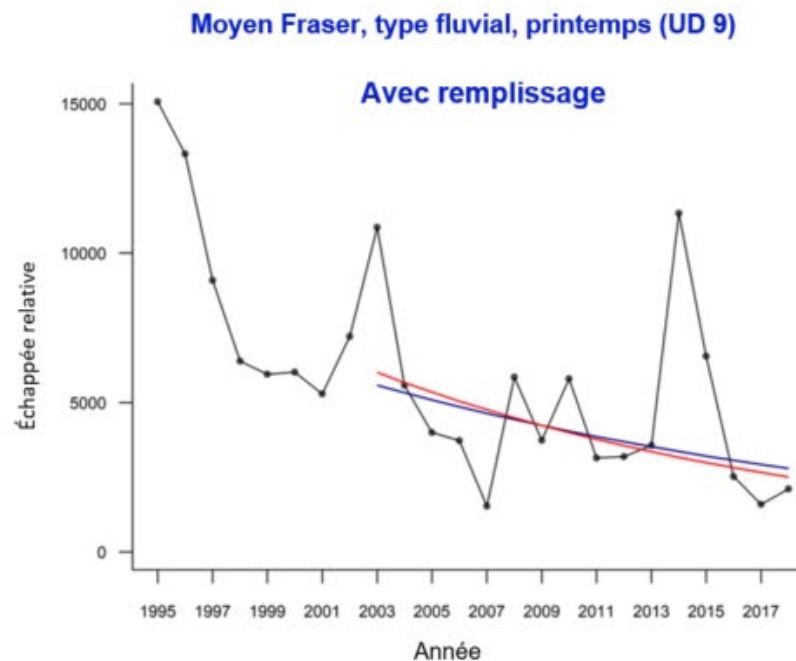
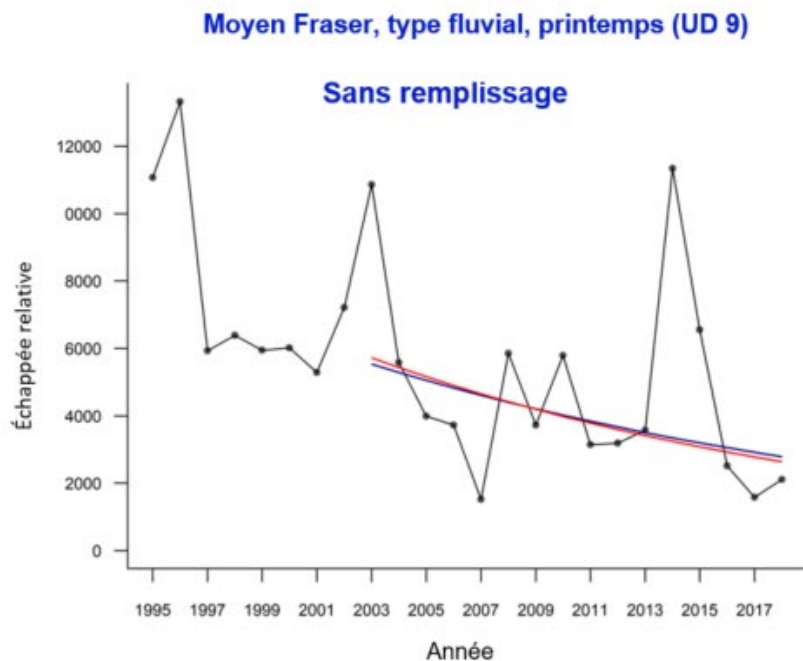


Figure C1. Série chronologique des échappées relatives sans remplissage en 1995 et 1997, de 1995 à 2018, avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : (1) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); (2) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Figure C2. Série chronologique des échappées relatives avec remplissage en 1995 et 1997, de 1995 à 2018, avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : (1) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé uniquement sur les trois dernières générations de données (en bleu); (2) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé sur toutes les données disponibles (en rouge).

Tableau C1. Sommaire du taux estimé de variation de l'abondance des géniteurs et de la probabilité de déclin sur les trois dernières générations (>30 %, >50 %, >70 %) avec et sans remplissage en 1995 et 1997. Les taux de variation sur les trois dernières générations sont fournis selon une analyse de toute la série chronologique.

UD	Nom abrégé de l'UD	Longueur de la série chronologique	Remplissage	Années	Variation médiane (%)	IC à 95 %	Probabilité de déclin		
							> 30 %	> 50 %	> 70 %
UD 9	MFR-Printemps	Toutes les années	Sans remplissage	1995 à 2018	-52	-69,-28	0,96	0,61	0,02
			Avec remplissage	1995 à 2018	-57	-72,-32	0,98	0,76	0,06



## ANNEXE D. GRAPHIQUE COMPARATIF DES TENDANCES ENTRE LES UD

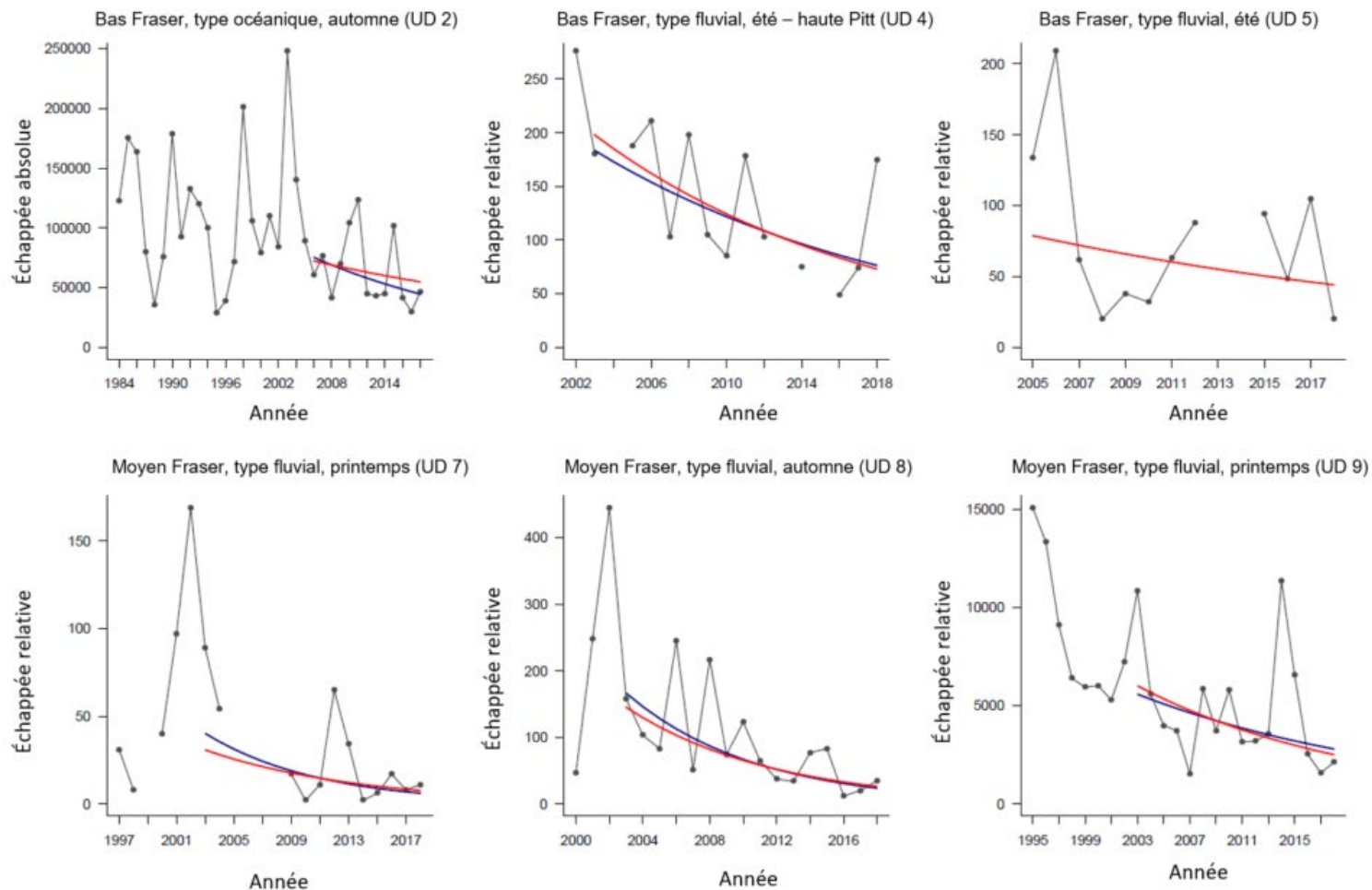


Figure D1. Série chronologique en valeur absolue (UD 2 uniquement) et estimations des échappées relatives avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : (en bleu) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé uniquement sur les trois dernières générations de données, et (en rouge) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé sur toutes les données disponibles.

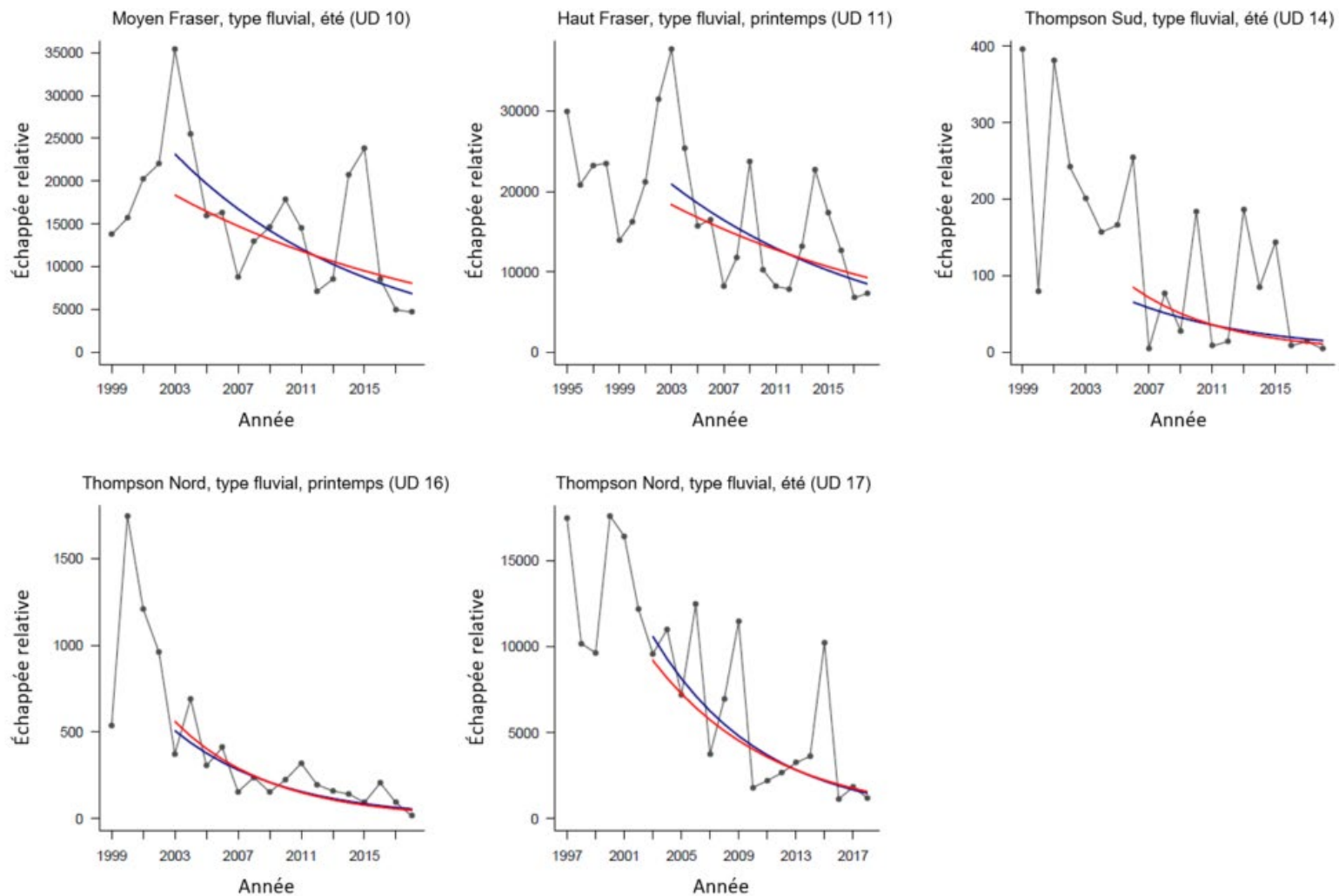


Figure D2. Série chronologique des estimations d'échappées relatives avec deux estimations du taux de variation des échappées enregistrées dans le temps : (en bleu) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé uniquement sur les trois dernières générations de données, et (en rouge) taux de variation sur les trois dernières générations, fondé sur toutes les données disponibles.

## ANNEXE E. HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION DES VARIATIONS EN POURCENTAGE

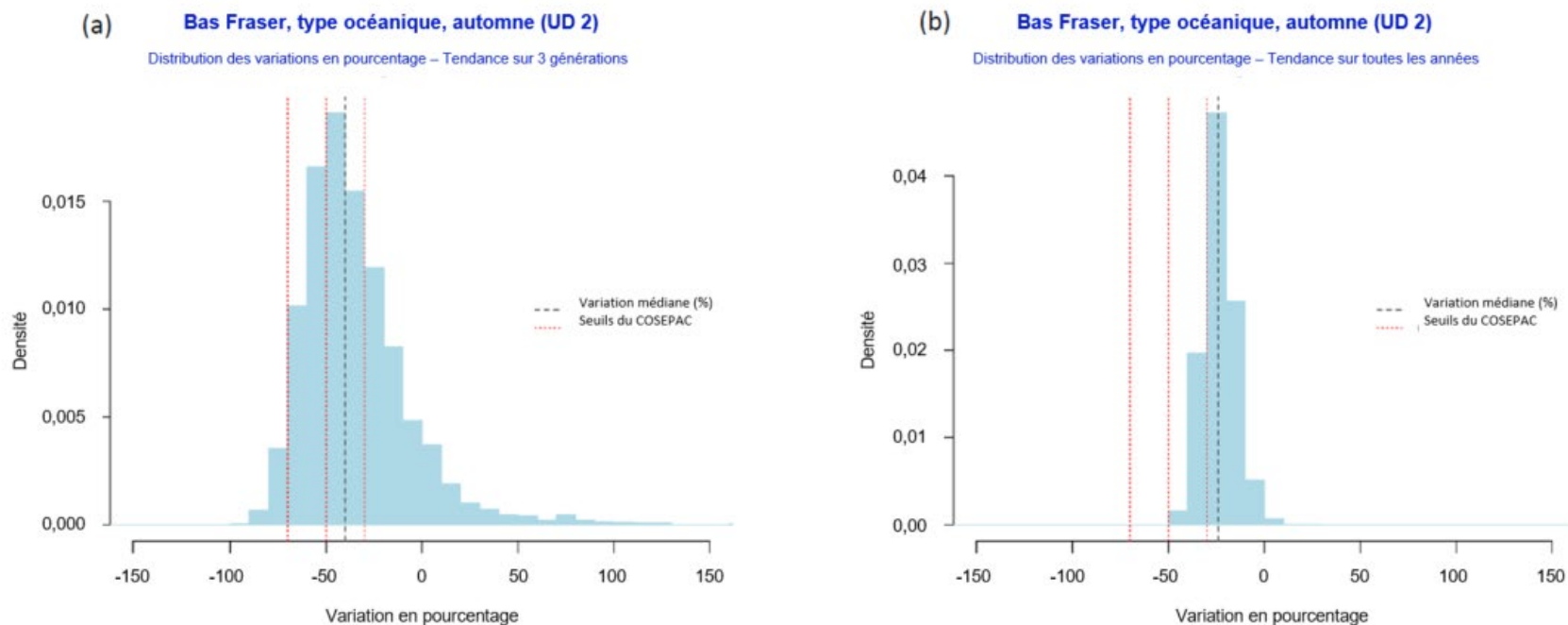


Figure E1. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

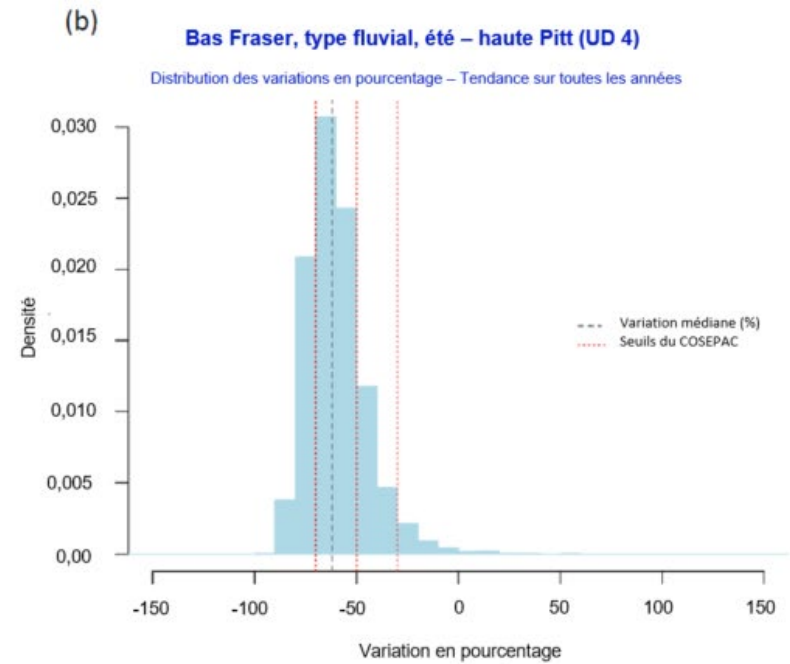
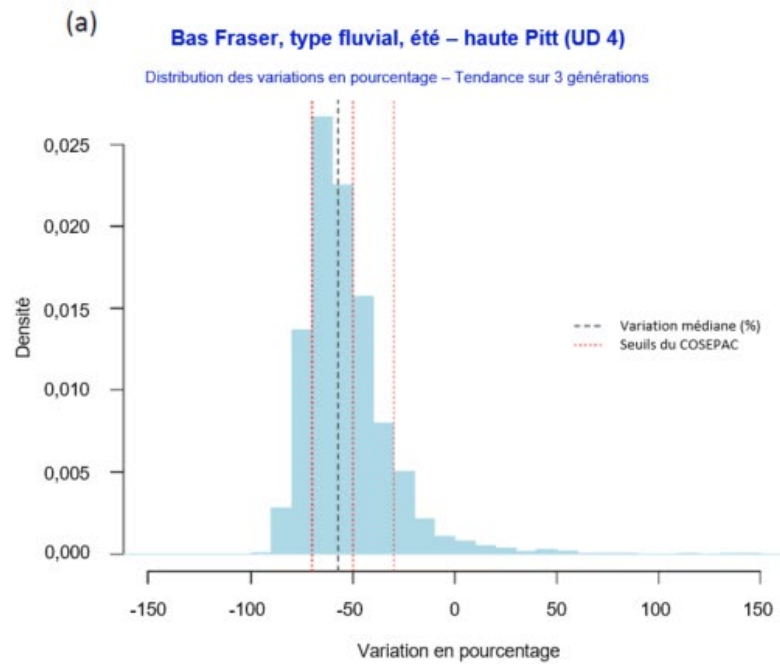


Figure E2. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

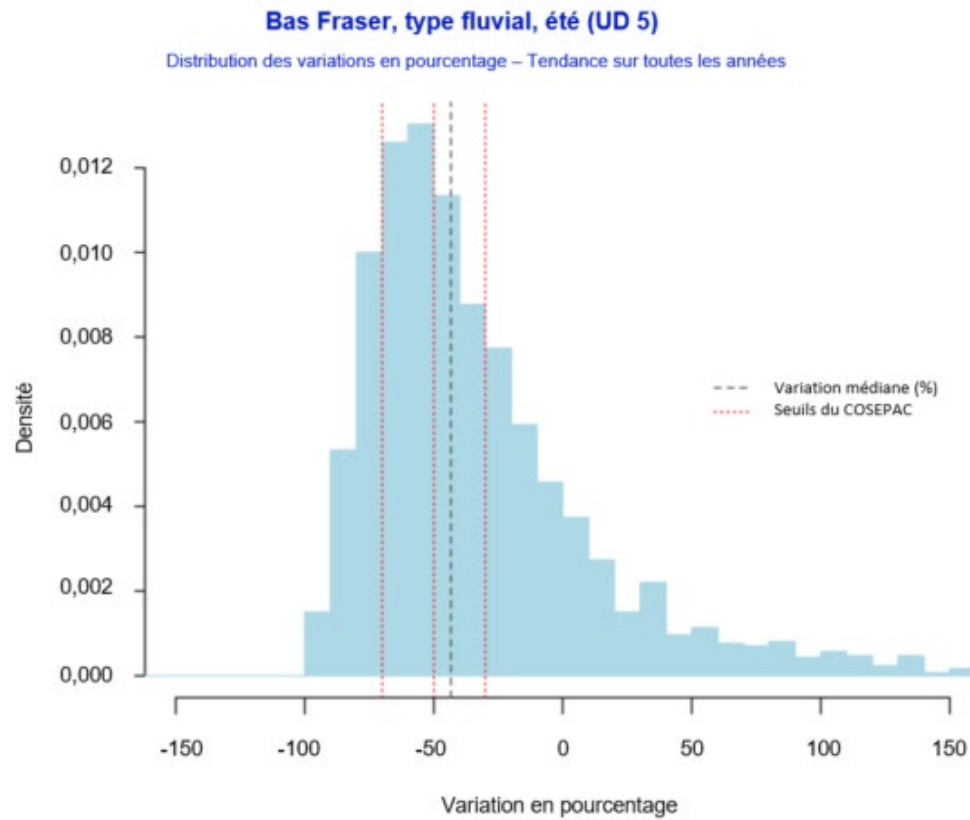


Figure E3. Histogramme de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

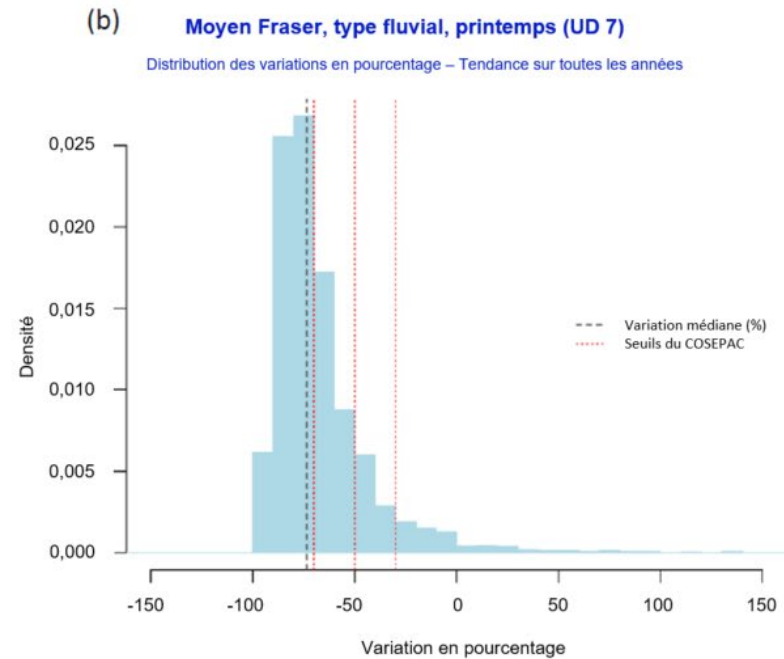
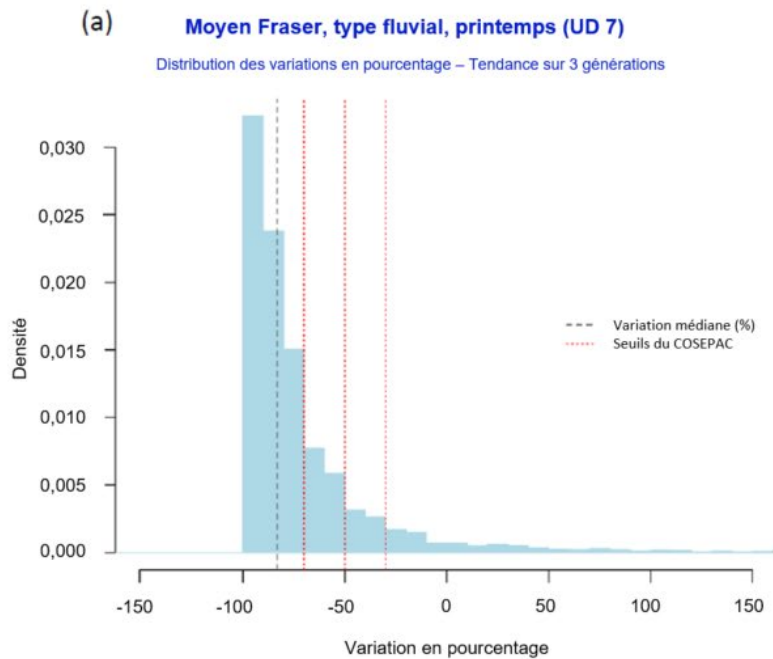


Figure E4. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

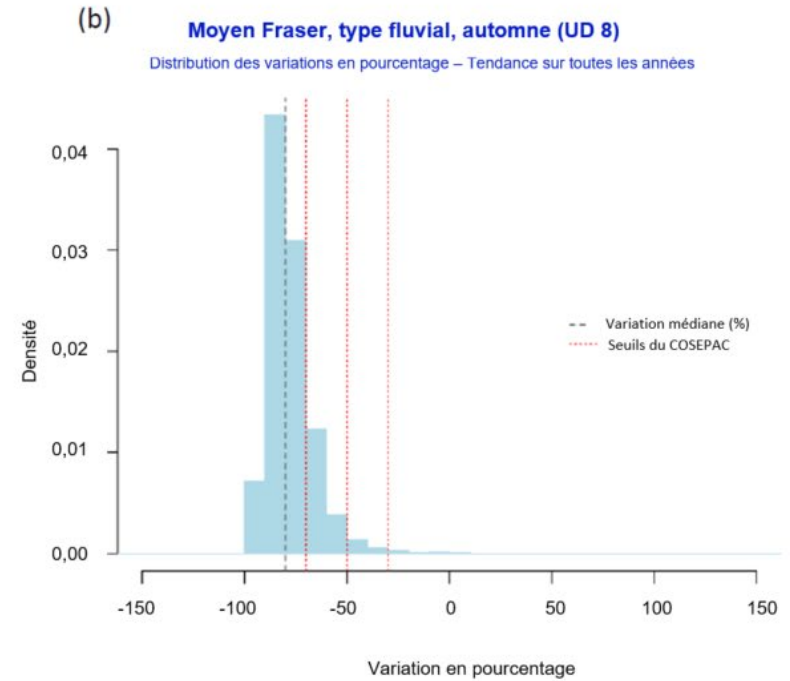
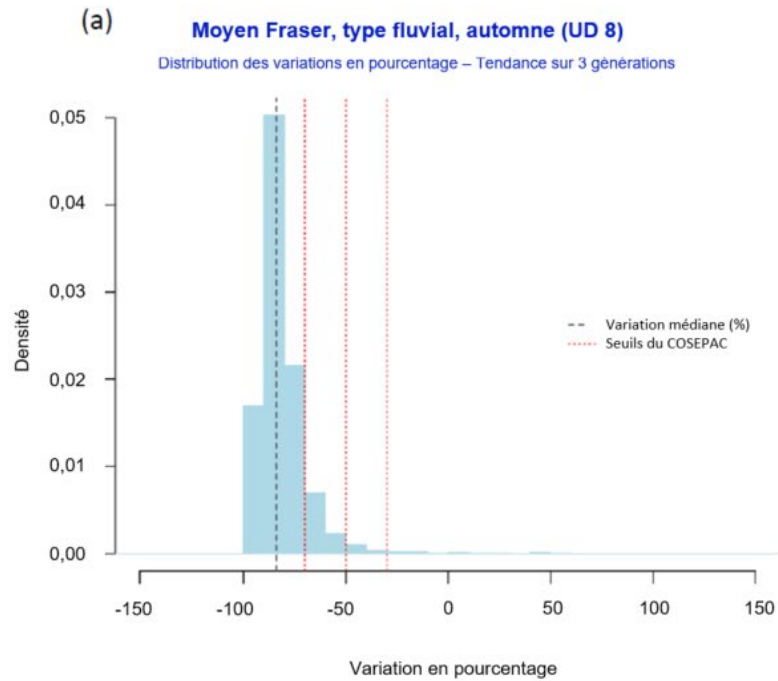


Figure E5. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

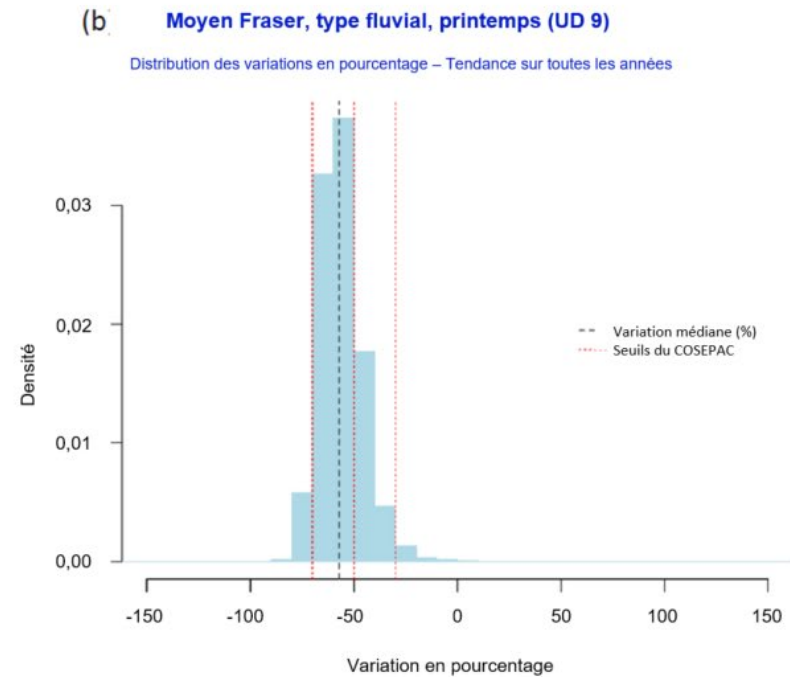
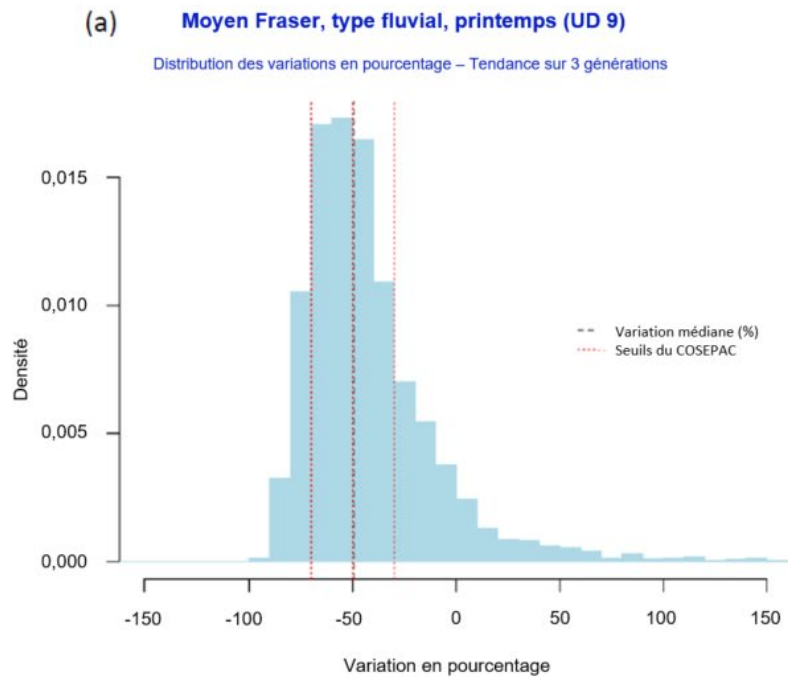


Figure E6. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.



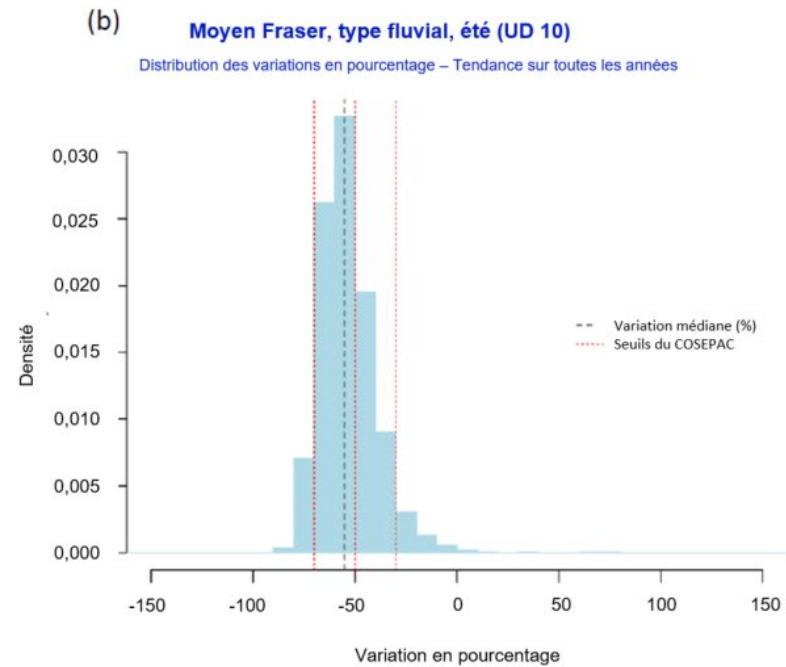
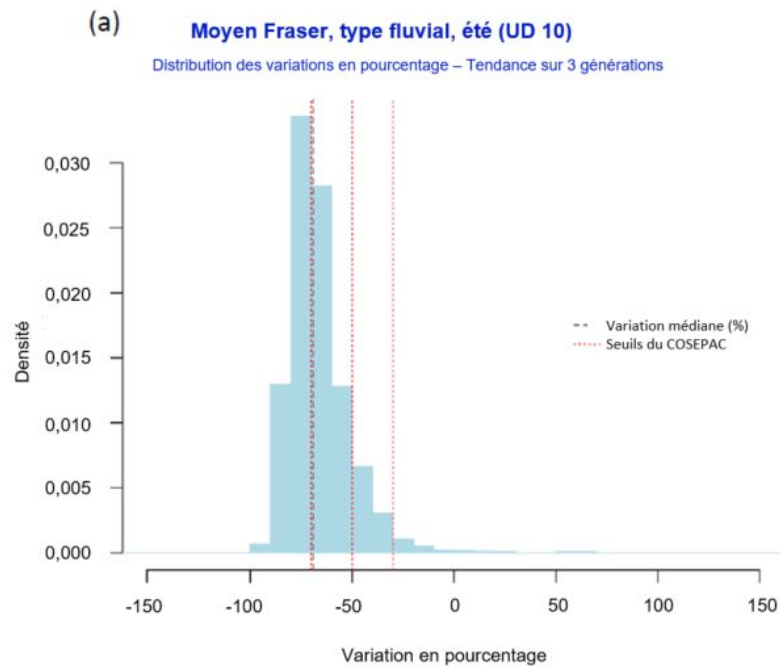


Figure E7. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

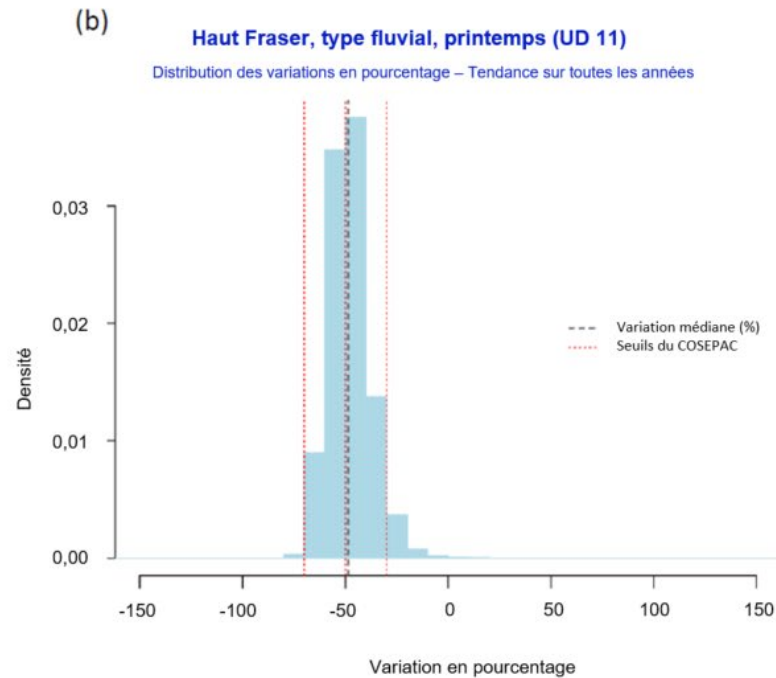
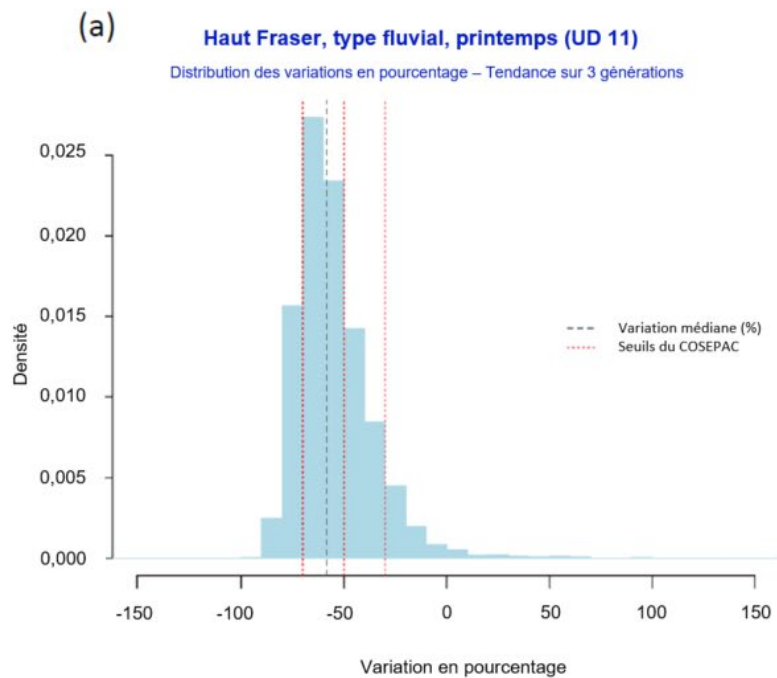


Figure E8. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

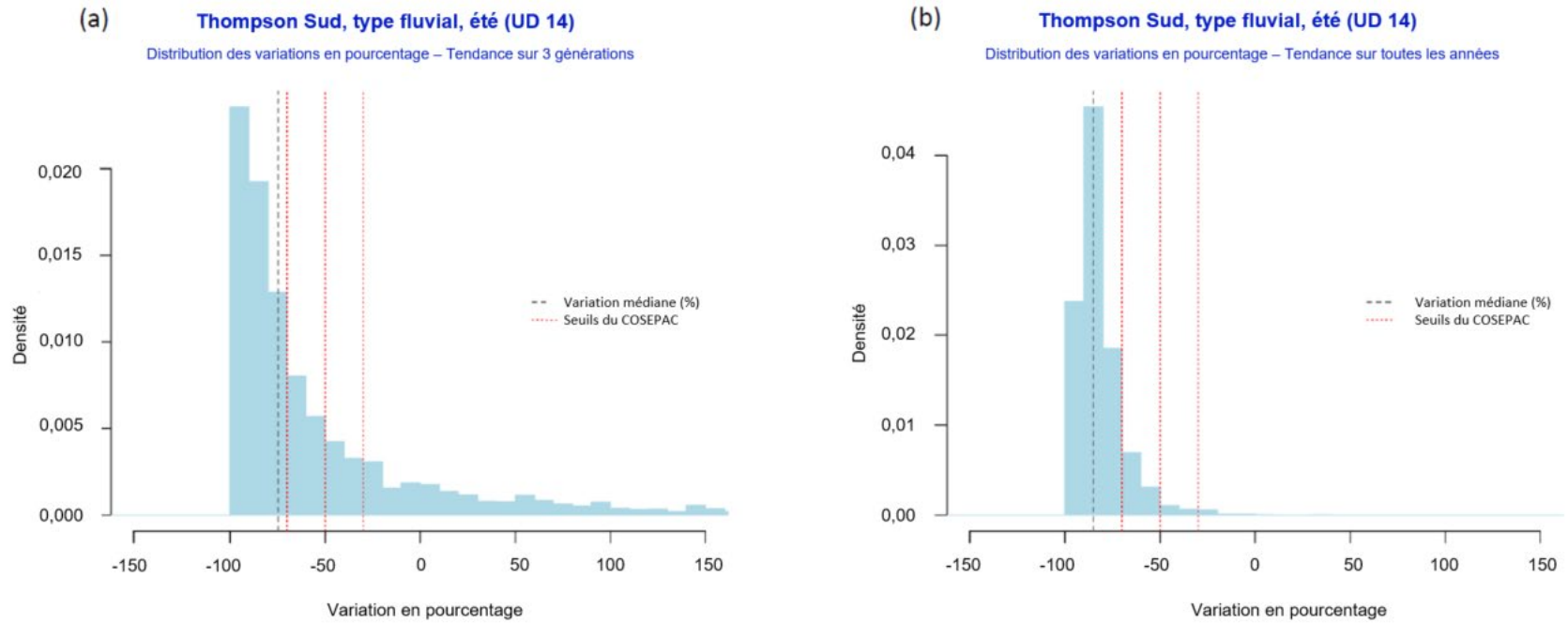


Figure E9. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

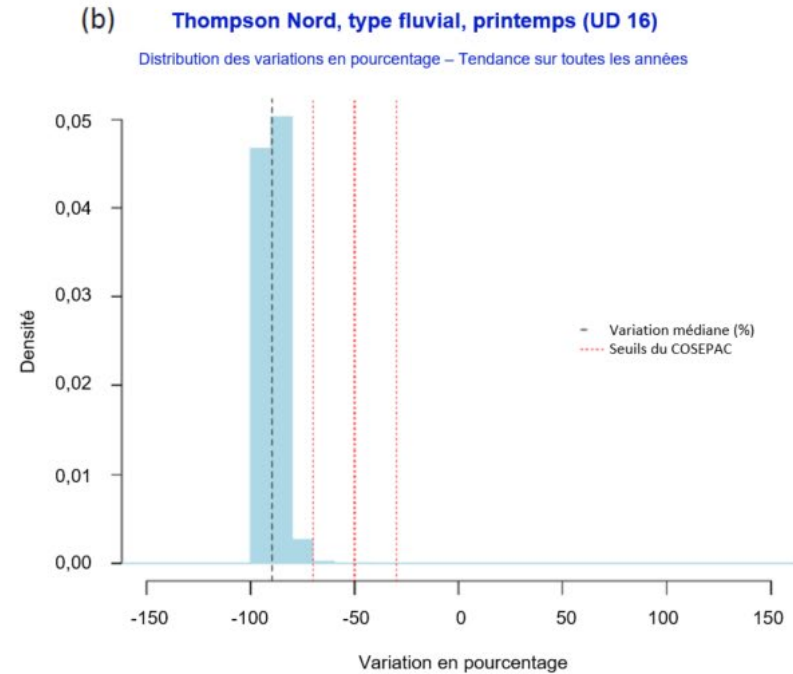
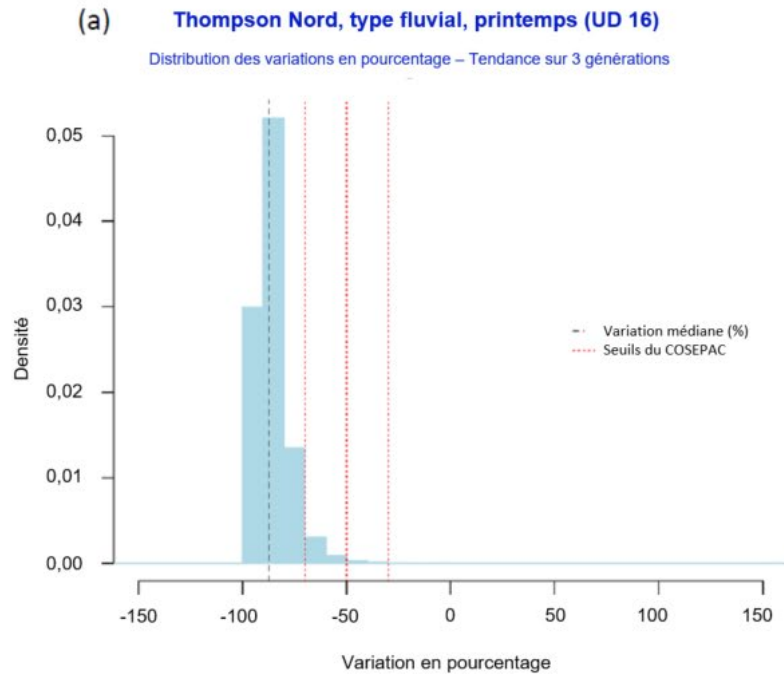


Figure E10. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

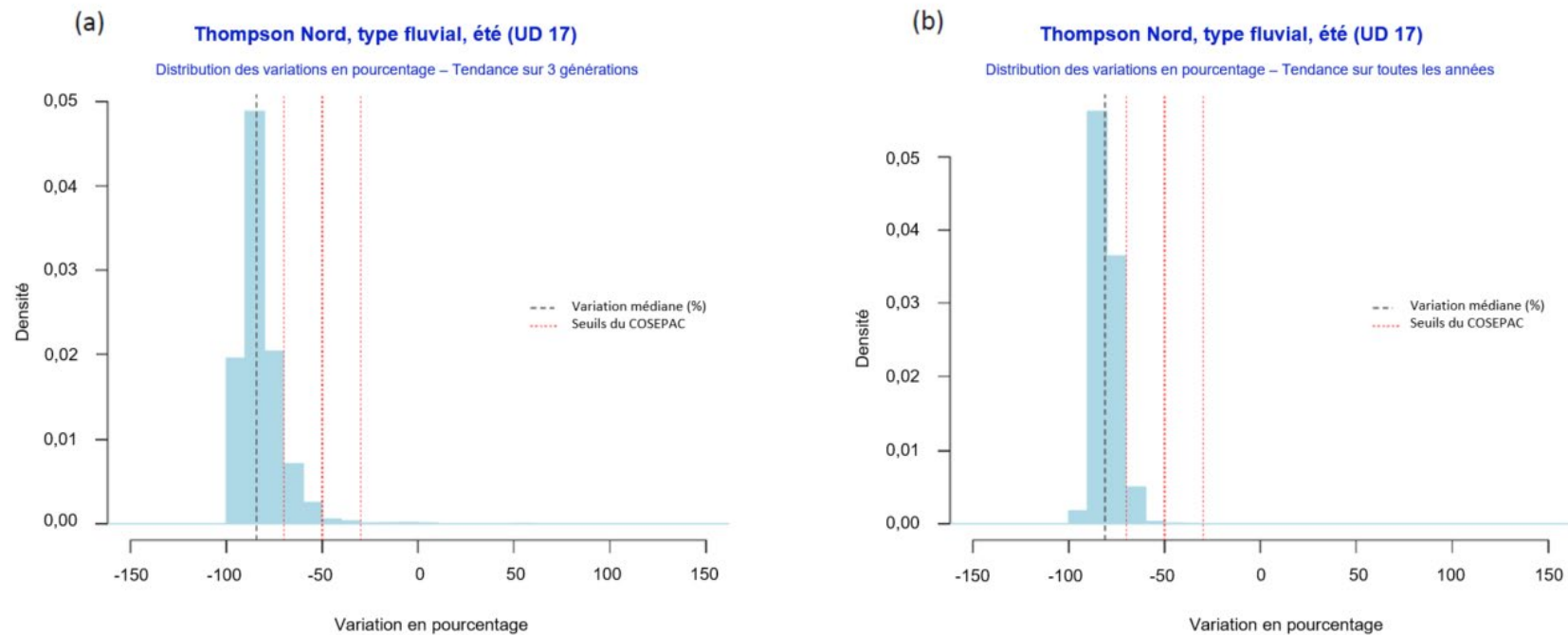


Figure E11. Histogrammes de la distribution des variations en pourcentage par rapport à la tendance sur les trois dernières générations en utilisant (a) uniquement les trois dernières générations de données et (b) l'ensemble de la série chronologique. Le pourcentage de variation médian et les trois seuils du COSEPAC (30 %, 50 %, 70 %) sont fournis à titre de référence.

## ANNEXE F. TABLEAUX DES MENACES DU COSEPAC

Tableau F1. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 2 – Bas Fraser, type océanique, automne (Harrison)

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	0
C	Moyen	5	2
D	Faible	1	6
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **AB = Très élevé - Élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé à B = Élevé a été attribuée. Il a été convenu qu'une réduction de 100 % n'était peut-être pas raisonnable, mais que la possibilité d'une perte de plus de 70 % l'était. Cette note reposait principalement sur la concurrence avec les poissons d'écloserie, les changements climatiques, les taux de récolte et la survie future en mer. Cette unité de conservation est particulièrement sensible à la perte de zones humides dans l'estuaire, à la prédation par les phoques et à la pollution par rapport aux autres UD. Le taux d'exploitation récent du stock était d'environ 20 %, ce qui est encore supérieur au taux durable suggéré de 16 %.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>1.1 Logement</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
Le développement urbain est considéré comme négligeable dans la zone terrestre de cette UD (0,61 %) (Porter <i>et al.</i> 2013). Il devrait se poursuivre à un faible rythme car la zone de l'UD est entourée de crêtes montagneuses. Cependant, en aval, dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué.				
1.2 Zones commerciales et industrielles	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Il y a plus de développement industriel que de logement dans l'habitat de cette UD. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Il y aura probablement au moins un léger déclin dû au développement industriel dans l'ensemble de la zone d'habitat de l'UD. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser).				
1.3 Zones touristiques et de loisirs	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Il existe de nombreuses marinas et rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser et dans la réserve indienne de Chehalis, à côté des frayères (une expansion est prévue dans les dix prochaines années). La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave - modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	Faible	Faible (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Il y a des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres, mais la plupart des terres agricoles sont déjà derrière des digues. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles ne devrait pas avoir d'impact sur cette UD car elle se trouve en amont de la rivière Harrison. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser.				
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte				
Aucune.				
2.3 Élevage et élevage à grande échelle				
Il y a des élevages de bétail et des fermes laitières dans le bas Fraser, mais ils n'ont pas d'impact direct sur l'UD 2. Les frayères sont trop profondes pour que les vaches puissent les traverser ou rencontrer des nids, et il n'y aura donc pas d'impact direct du bétail.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Élevé - moyen	Généralisée (71-100 %)	Grave - modérée (11-70 %)	Élevée (continue)
<b>Exploitations aquacoles :</b> Il existe des exploitations aquacoles et on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie :</b> La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Dès que l'écloserie de Chilliwack a commencé, l'abondance du chinook de la rivière Harrison a diminué dans les années 1980. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. L'écloserie de Cowichan a également connu une réduction du taux de				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
survie en raison de l'augmentation des lâchers de l'écloserie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. On ne pense pas qu'il y ait eu un déclin de 70 %, mais il pourrait être supérieur à 30 % (d'après une analyse récente et une réduction documentée de la survie avec une augmentation des lâchers des écloseries dans d'autres endroits). Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloseries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée-légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Aucune.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Les poissons de la rivière Harrison migrent en aval en tant qu'alevins, et seraient sensibles à la perte de ces habitats en eaux peu profondes. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. L'incertitude est élevée et il y aura des variations interannuelles, mais la gravité devrait être supérieure à 1 %.				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau. Il existe une production géothermique en amont dans le ruisseau Meager, mais elle est trop en amont pour être considérée comme un impact.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>				
La pollution, telle que le ruissellement routier, est traitée dans une catégorie différente. Les chinooks de la rivière Harrison migrent dans le Fraser et descendent rapidement dans l'estuaire, et ne devraient pas être touchés par les traversées de routes.				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>				
Ne devrait pas être une menace.				
<i>4.3 Voies de transport par eau</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les juvéniles de la rivière Harrison (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement, en particulier lorsque les juvéniles de la rivière Harrison occupent la zone littorale. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois				
L'exploitation forestière et la coupe de bois ne devraient pas avoir d'impacts directs dans cette UD. Les impacts physiques des estacades flottantes sont classés dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3) et la sédimentation dans la catégorie « Pollution » (9.3).				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. D'après les taux d'exploitation actuels et la réduction prévue de 25 % de l'exploitation totale (ou plus), on a estimé que les taux de récolte ont été supérieurs d'environ 11 à 14 % à l'objectif (en supposant que l'objectif soit durable). Les années où il y a eu surexploitation, les taux de récolte étaient d'environ 30 %, alors que les niveaux durables se situent autour de 16 %.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Grave (31-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
6.1 Activités de loisirs	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Grave (31-70 %)	Élevée (continue)
L'utilisation des bateaux à propulsion hydraulique dans le Fraser, en amont de Kilby, a considérablement augmenté. Cette menace est notée en fonction de la possibilité que les bateaux à propulsion hydraulique aspirent des poissons ou que leur sillage provoque l'échouement de poissons. La proportion de la population exposée est faible, mais les effets sont graves lorsqu'ils existent. Les VTT ne posent pas de problème en raison de la profondeur de la rivière Harrison.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée – faible

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
<i>6.3 Travail et autres activités</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Certaines activités d'évaluation des stocks menées dans le bassin versant sont en contact direct avec les poissons. En outre, d'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>7.1 Incendies et lutte contre les incendies</i>				
Le risque d'incendie dans cette UD est faible; toute activité d'arrosage hélicopté se ferait à partir du lac Harrison et il est peu probable qu'elle touche des chinooks. Les effets des produits ignifuges sont traités dans la catégorie « pollution » (9.3).				
<i>7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015).				
<i>7.3 Autres modifications des écosystèmes</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée-légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. La gravité est incertaine, mais se situe probablement dans une plage de 1 à 30 %. Ce classement a été considéré comme meilleur qu'inconnu, car on sait que l'effet est négatif, mais la gravité est incertaine.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Actuellement, l'effet a été jugé léger.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
8.2 Espèces indigènes problématiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les écloséries pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut se nourrir de chinook dans le bas Fraser. La population de la rivière Harrison étant peu nombreuse et sa résilience réduite, cette prédation est désormais considérée comme une menace. <i>Cryptobia</i> est présente dans la rivière Harrison et pourrait devenir problématique si les températures augmentent. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
8.3 Matériel génétique introduit	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Les niveaux de mise en valeur sont toujours très faibles d'après les MMC. Auparavant, il y a eu une invasion de chinooks à chair rouge et 5 à 10 % des chinooks de la rivière Harrison sont maintenant à chair rouge, alors qu'ils étaient tous à chair blanche auparavant. En outre, on a trouvé des chinooks de la rivière Cowichan et des poissons de parcs en filet dans l'UD de la rivière Harrison.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.				
9.1 Eaux usées domestiques et urbaines	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Suffisamment élevée pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019).				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a des sédiments et des écoulements de pesticides provenant de l'agriculture.				
9.4 Détritux et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen - faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Inconnue</b>
10.1 Volcans	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Inconnue
Zone géologiquement active, avec des volcans, mais il est impossible de prédire quand elle redeviendra active. Ce risque n'est pas nul et, s'il se concrétisait, il aurait une portée généralisée.				
10.2 Tremblements de terre et tsunamis	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
10.3 Avalanches et glissements de terrain	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Grave (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)
Le glissement de terrain dans le ruisseau Meager a probablement eu un impact important sur la turbidité de la rivière Harrison pendant trois ans et des événements similaires pourraient se produire à l'avenir car la montagne est encore instable. La portée a été jugée négligeable car il est peu probable qu'un glissement de terrain bloque complètement la rivière Harrison, de sorte que seule une partie de l'UD serait touchée. Il convient de noter que la sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevée - faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave-légère (1-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
11.1 Altération et déplacement des habitats	Élevé - faible	Généralisée (71-100 %)	Grave-légère (1-70 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Le déclin pourrait être aussi faible que 1 % ou aussi élevé que 70 % sur les trois prochaines générations. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée).				
11.2 Sécheresses	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Le bassin hydrographique de la rivière Harrison est très humide et il est peu probable que les sécheresses soient un problème pour cette UD.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Les températures extrêmes dans la rivière Harrison en automne ne constituent pas une menace, étant donné la profondeur des eaux, et il est peu probable que le lac Harrison se réchauffe suffisamment pour que cela ait un impact sur les juvéniles. En outre, cette UD ne passe que peu de temps en eau douce; c'est pourquoi les UD du cours supérieur de la rivière sont plus vulnérables. Les températures extrêmes de la mer sont enregistrées et notées dans la section 11.1.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Le lac Harrison stabilise les débits, mais lorsque les débits sont très élevés dans la rivière Harrison, les géniteurs frayent parfois dans des zones de gravier qui ne sont inondées que pendant les périodes de fort débit, et les œufs se dessèchent lorsque les débits diminuent.				

Tableau F2. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 4 – Bas Fraser, type fluvial, été – Haute Pitt

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	5	2
D	Faible	2	6
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **AB = Très élevé – Élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé à B = Élevé a été attribuée. Il a été convenu qu'une réduction de 100 % n'était peut-être pas raisonnable, mais que la possibilité d'une perte de plus de 70 % l'était. Cette note reposait principalement sur les conditions liées aux changements climatiques, l'exploitation forestière, la quantité d'activités de loisirs dans la région et les inondations. Il est important de noter qu'il existe des données pour un seul affluent de la haute Pitt et que le chinook fraye probablement dans le chenal principal et dans d'autres affluents, mais on ne sait pas ce qui se passe dans ces zones. La tendance observée dans la rivière Blue pourrait être la même dans toute l'UD, ou elle pourrait être différente.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>1.1 Logement</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>

Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué.				
<i>1.2 Zones commerciales et industrielles</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Il y aura probablement au moins un léger déclin dû au développement industriel dans l'ensemble de la zone d'habitat de l'UD. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser).				
<i>1.3 Zones touristiques et de loisirs</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces</i>				
Il ne devrait y avoir aucune augmentation de l'agriculture dans cette UD. Le Fraser, en aval de la rivière Pitt, est très développé et les possibilités d'agriculture y sont limitées. Les augmentations, s'il y en avait, se situeraient probablement déjà derrière les digues.				
<i>2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte</i>				
Aucune				
<i>2.3 Élevage et élevage à grande échelle</i>				
Ne devrait pas être une menace.				
<i>2.4 Aquaculture en mer et en eau douce</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<b>Exploitations aquacoles</b> : Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie</b> : La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le nord, en direction de l'Alaska où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des éclosiers de l'Alaska, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'éclosiers sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes éclosiers selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>				
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Aucune.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>				
Il y a des carrières et des mines juste à côté de la rivière, qui empiètent sur la rive. Cependant, la pollution qui en résulte est une préoccupation plus générale (section 9). Le dragage de la rivière Pitt et du bas Fraser est pris en compte dans la catégorie « Voies de transport par eau ».				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il y a très peu de routes autour du lac Pitt, il faut prendre une barge pour y monter. Il y a des chemins forestiers dans la région et il se peut qu'il y ait de nouvelles routes à l'avenir, mais le fond de la vallée étant limité, il s'agira probablement davantage de mises à niveau que de nouvelles routes. Cette zone a connu une forte exploitation forestière dans les années 1990 et récemment en amont du lac. Cependant, comme il s'agit d'une vallée plus étroite, les routes seront souvent proches de la rivière et pourraient rencontrer une partie restreinte de la population.				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>				
Ne devrait pas être une menace.				
<i>4.3 Voies de transport par eau</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation dans le bas Fraser peut avoir des impacts sur le chinook (selon le moment où il est effectué), mais il ne devrait pas avoir lieu à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : Il y a des estacades flottantes dans le lac Pitt et tout le long de la rivière, avec beaucoup de débris ligneux à la tête du lac. Les sédiments sont le principal impact des estacades. On drague la rivière Pitt et le Fraser, mais la croissance ne devrait pas avoir lieu dans les zones de dragage car les juvéniles préfèrent les zones littorales.				
<i>4.4 Trajectoires de vol</i>				
Probablement pas une menace.				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois	Faible	Faible (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
L'activité physique consistant à jeter les grumes dans l'habitat affouille la zone et élimine la végétation, ce qui a un impact sur l'habitat et le rend moins utilisable. Elle a lieu au site de déchargement des billots situé à l'embouchure de la rivière Pitt, à la tête du lac.				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Productivité des stocks – utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'existe actuellement aucun indicateur de ce stock, ni de manière de calculer le taux de récolte optimal. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Moyen</b>	<b>Restreinte (11-30 %)</b>	<b>Grave (31-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
6.1 Activités de loisirs	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Grave (31-70 %)	Élevée (continue)
Le lac et la rivière Pitt sont très fréquentés par les bateaux à propulsion hydraulique et de nombreux pêcheurs s'y rendent régulièrement. En outre, il est probable que des VTT y soient également présents. Les bateaux à propulsion hydraulique passent au-dessus des frayères et peuvent aspirer des poissons. Cette activité est pratiquée toute l'année civile. Le trafic intense des bateaux peut aussi créer un problème d'échouement des alevins. Un déclin global de la population de 3 à 21 % n'a pas été jugé déraisonnable.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Étant donné la proximité de la vallée du bas Fraser, d'autres activités de recherche pourraient être menées dans la région (Université de la Colombie-Britannique/Université Simon Fraser/Institut de technologie de la Colombie-Britannique).				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>7.1 Incendies et lutte contre les incendies</i>				
En cas de feu de forêt, les services de lutte contre l'incendie puiseraient l'eau dans le lac Pitt.				
<i>7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Il reste très peu d'habitats de plaine d'inondation pour ces juvéniles hivernants, et l'accès à beaucoup de marécages a également été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : les digues et les barrages à Pitt Polder peuvent couper l'accès à l'habitat. Il n'y a pas autant d'écluses et de vannes de marée dans cette zone, donc l'impact est moindre et l'accès à la plus grande partie de la zone a déjà été coupé. Pour la plupart, ces juvéniles ne feraient que traverser ces zones et subiraient des impacts historiques de l'habitat isolé.				
<i>7.3 Autres modifications des écosystèmes</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). Impacts dans le bas Fraser : En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Autres impacts dans cette UD : le paysage en aval de l'UD a subi de nombreuses modifications et il y a eu beaucoup d'activités forestières dans le bassin versant de la haute Pitt, ce qui a probablement modifié la surface de captage.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. Diverses espèces envahissantes sont en train de s'établir dans la zone. Actuellement, l'impact est incertain car on manque d'information sur la résidence des juvéniles. Leur comportement et leur utilisation de l'habitat dans la région sont incertains. Une grande				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
partie de l'habitat de croissance en aval du lac Pitt est constituée d'eau claire où les poissons à rayon épineux pourraient efficacement se nourrir des chinooks juvéniles. L'impact a été évalué comme léger, mais le consensus général est qu'il se situe dans la partie supérieure de cette catégorie et pourrait même être plus important, en particulier à l'avenir.				
8.2 Espèces indigènes problématiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les éclosions pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace (taux de prédation similaires à ceux de la rivière Harrison). La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
8.3 Matériel génétique introduit				
Probablement pas une menace.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) : La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</b>				
9.1 Eaux usées domestiques et urbaines	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019).				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Il y a des estacades flottantes et beaucoup de débris à la tête du lac Pitt qui ont un impact sur l'estuaire. Le flottage de billes est très important du cours d'eau natal à l'estuaire. Il n'est pas possible de quantifier suffisamment cet impact pour ajuster la note de la vallée du bas Fraser en général. Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant de l'agriculture dans la basse Pitt.				
9.4 Détritit et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen - faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Inconnue</b>
10.1 Volcans	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Inconnue
Zone géologiquement active, avec des volcans, mais il est impossible de prédire quand elle redeviendra active. Ce risque n'est pas nul et, s'il se concrétisait, il aurait une portée généralisée.				
10.2 Tremblements de terre et tsunamis	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
10.3 Avalanches et glissements de terrain	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Grave - modérée (11-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)
Il existe un risque de glissement de terrain en amont, et cela s'est probablement produit dans le passé, mais on ne le sait pas. La haute Pitt étant très anastomosée, la rivière devrait contourner un glissement et la menace ne serait donc pas généralisée ou grave. Il convient de noter que la sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave - modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
11.1 Altération et déplacement des habitats	Élevé - moyen	Généralisée (71-100 %)	Grave - modérée (11-70 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraie en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
11.2 Sécheresses	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Ne devrait pas poser de problème dans cette UD à court terme.				
11.3 Températures extrêmes	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Il s'agit d'un réseau hydrographique froid avec un important manteau neigeux et, à ce titre, il ne devrait pas subir d'impact des températures extrêmes à court terme. Cette UD a également une migration tellement courte à travers l'habitat d'eau de marée qu'elle ne devrait pas être touchée par des températures élevées à court terme.				
11.4 Tempêtes et inondations	<i>Moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée (11-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il est probable que des tempêtes et des inondations se produisent régulièrement dans cette UD (neige suivie de pluie). Dans le gravier, tous les poissons pourraient y être exposés et ces épisodes pourraient avoir des répercussions importantes (mortalité des œufs).				

Tableau F3. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 5 – Bas Fraser, type fluvial, été

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	4	1
D	Faible	3	7
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **AB = Très élevé - Élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé à B = Élevé a été attribuée. La modification de la productivité de l'océan aura un impact considérable sur cette UD; il est possible que les juvéniles passent leur croissance dans la vallée du bas Fraser, qui est gravement touchée. Les effets pourraient être un peu amortis dans cette UD car un certain habitat de croissance se trouve dans des zones qui ne sont pas très développées. Une grande incertitude entoure cette UD, car nous ne disposons de données que pour le réseau hydrographique du ruisseau Big Silver. Il y a une population reproductrice dans la rivière Lillooet, mais on ne connaît pas sa situation, elle pourrait être la même que celle du ruisseau Big Silver ou différente. Il est probable que le bon habitat de fraie dans la rivière Lillooet a été dragué et touché par les apports de sédiments du glissement de terrain dans le ruisseau Meager. Les changements climatiques sont responsables de la note « très élevé », car le blob aurait un impact important. Il est possible que l'UD se trouve à l'extrémité inférieure de la plage assignée. Comme les chiffres sont déjà très bas, il a été jugé raisonnable de prévoir une extinction dans les trois prochaines générations.

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>1.1 Logement</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
<i>1.2 Zones commerciales et industrielles</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Il y aura probablement au moins un léger déclin dû au développement industriel dans l'ensemble de la zone d'habitat de l'UD. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser).				
<i>1.3 Zones touristiques et de loisirs</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : une incertitude entoure l'endroit où les poissons de cette UD grandissent, mais il ne devrait pas y avoir d'autres impacts pour la rivière Harrison.				
<i>2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte</i>				
Aucune.				
<i>2.3 Élevage et élevage à grande échelle</i>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Ne devrait pas être une menace.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<p><b>Exploitations aquacoles :</b> Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie :</b> La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le nord, en direction de l'Alaska où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloseries de l'Alaska, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloseries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloseries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.</p>				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
3.1 Forage pétrolier et gazier				
Aucune.				
3.2 Mines et carrières	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<p>Extraction de gravier dans le bas Fraser : Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : l'activité était autrefois plus intense dans cette UD, mais à l'avenir, aucun impact supplémentaire de l'exploitation minière n'est prévu.</p>				
3.3 Énergie renouvelable				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Élevée (continue)</b>
4.1 Routes et voies ferrées	Inconnu	Faible (1-10 %)	Inconnue	Élevée (continue)



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
La pollution est traitée dans une catégorie différente. On ne sait pas exactement où les chinooks passent leur temps, mais la plupart des routes autour de la rivière Harrison sont plus anciennes et les ponceaux seront probablement remplacés. C'est pourquoi on ne sait pas s'il s'agit d'un effet positif.				
4.2 Lignes de services publics				
Ne devrait pas être une menace.				
4.3 Voies de transport par eau	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation dans le bas Fraser peut avoir des impacts sur le chinook (selon le moment où il est effectué), mais il ne devrait pas avoir lieu à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : il y a des estacades flottantes dans le lac Harrison près de Tipella et parfois directement en aval de l'embouchure du ruisseau Big Silver. De plus, il y a beaucoup de débris ligneux à la tête du lac. On ne sait pas exactement quelle proportion de cet estran est utilisée par les poissons de l'UD 5, mais il pourrait s'agir d'un habitat des alevins.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
L'activité physique consistant à jeter des grumes affouille la zone et élimine la végétation, ce qui a un impact sur l'habitat et le rend moins utilisable. Elle a lieu au site de déchargement des billots situé à l'embouchure du ruisseau Tipella.				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'existe actuellement aucun indicateur de ce stock, ni de manière de calculer le taux de récolte optimal. *Remarque :				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
6.1 Activités de loisirs				
On ne s'attend pas à ce que les VTT ou les bateaux à propulsion hydraulique aient des impacts. De nombreux arbres bordent les ruisseaux de chaque côté, ce qui rendrait l'accès des quads difficile.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
La surveillance des projets hydroélectriques dans la région pourrait rencontrer des chinooks juvéniles, mais les effets ne sont normalement pas mortels. D'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies				
En cas de feu de forêt, les services de lutte contre l'incendie puiseraient l'eau dans le lac Harrison.				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Il reste très peu d'habitats de plaine d'inondation pour ces juvéniles hivernants, et l'accès à beaucoup de marécages a également été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : il y a une installation au fil de l'eau en amont sur le ruisseau Big Silver, la centrale électrique se trouve à environ 8 km en amont. Il peut y avoir un certain impact si des variations de débit provoquent des échouements, mais en général, les impacts sont importants uniquement sur les périodes où les alevins sont présents. Il y a un léger impact car il y a moins de chances qu'ils rencontrent des pompes lors de la dévalaison et ils ne passent pas autant de temps dans l'estuaire que les chinooks de la rivière Harrison.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). Impacts dans le bas Fraser : En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Autres impacts dans cette UD : le paysage en aval de l'UD a subi de nombreuses modifications, mais nous ne savons pas exactement où les juvéniles de l'UD grandissent. Aucun impact supplémentaire n'est prévu.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. Il y a davantage d'espèces envahissantes dans le lac Harrison et à proximité. L'achigan à grande bouche et l'achigan à petite bouche figurent parmi les espèces envahissantes confirmées. Les achigans sont des prédateurs visuels et comme le chinook devrait migrer à travers le lac, l'impact est probablement léger. L'impact futur est difficile à prévoir car il pourrait s'aggraver. Cependant, comme le lac Harrison est oligotrophe, il ne convient pas à l'achigan et la population pourrait donc ne pas exploser.				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les écloséries pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace (taux de prédation similaires à ceux de la rivière Harrison). La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>				
Probablement pas une menace.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> <i>La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</i>				
<i>9.1 Eaux usées domestiques et urbaines</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.</p>				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019).</p>				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Il y a des estacades flottantes et beaucoup de débris dans l'estuaire à la tête du lac Pitt qui ont un impact sur l'estuaire. Le flottage de billes est très important du cours d'eau natal à l'estuaire. Il n'est pas possible de quantifier suffisamment cet impact pour ajuster la note de la vallée du bas Fraser en général. Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve.</p>				
9.4 Détritus et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
<p>Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.</p>				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.</p>				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
<p>Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.</p>				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Inconnue</b>
10.1 Volcans	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Inconnue
<p>Probablement pas une menace.</p>				
10.2 Tremblements de terre et tsunamis	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
<p>Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.</p>				
10.3 Avalanches et glissements de terrain	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Grave (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Le glissement de terrain du ruisseau Meager a probablement eu un impact important sur la rivière Harrison et la rivière Lillooet. Des événements similaires pourraient se produire à l'avenir, car cette montagne est encore instable. Il convient de noter que la sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Cette UD est située dans un bassin versant très humide et il est peu probable qu'elle connaisse une sécheresse à court terme.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Ne devrait pas poser de problème dans cette UD à court terme.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Le ruisseau Big Silver a déjà été vidé auparavant et il n'a pas été possible de mener les relevés pour cette raison (2013).				

Tableau F4. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 7 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps (Nahatlatch)

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	3	1
D	Faible	3	6
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **AB = Très élevé - Élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé à B = Élevé a été attribuée. Il a été convenu qu'une réduction de 100 % n'était peut-être pas raisonnable, mais que la possibilité d'une perte de plus de 70 % l'était. Il s'agit d'une UD à un seul site, donc la résilience est moindre si l'habitat est déplacé ou dégradé. Certaines années, on a compté moins de 10 poissons dans ce réseau hydrographique. Un manteau neigeux insuffisant ou une fonte précoce pourraient devenir plus fréquents et auraient un impact significatif sur cette UD. Cette note reposait principalement sur les modifications des écosystèmes, les changements climatiques, les taux de récolte et la survie future en mer.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
1.1 Logement	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)

Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
1.2 Zones commerciales et industrielles	Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : les impacts sur cette UD devraient être inférieurs à ceux de l'UD de la rivière Harrison car les poissons passent moins de temps dans cet habitat et ne font généralement que le traverser durant la migration; la gravité a donc été estimée négligeable.				
1.3 Zones touristiques et de loisirs	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte				
Aucune.				
2.3 Élevage et élevage à grande échelle				
Aucune.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<b>Exploitations aquacoles</b> : Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie</b> : La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloséries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloséries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloséries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.</p>				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Aucune.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Cependant, les poissons de l'UD 7 en particulier peuvent utiliser le gravier dans cette zone, car l'habitat de croissance est limité à l'embouchure de la rivière Nahatlatch. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire de l'exploitation minière n'est prévu.</p>				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>				
<p>Il y a des chemins forestiers de chaque côté de la rivière Nahatlatch et près de deux affluents. Un pont à portée libre enjambe les frayères, mais il n'est pas dans la rivière et ne devrait pas avoir d'impact. Des ponceaux peuvent être installés dans la zone, mais ils ne couperaient pas l'accès à un habitat important pour le chinook. Les routes ont des effets d'envasement et de sédimentation, mais ils seront traités dans la section 9 (pollution).</p>				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>				
Ne devrait pas être une menace.				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
4.3 Voies de transport par eau	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois				
L'exploitation forestière et la coupe de bois ne devraient pas avoir d'impacts directs dans cette UD. Les impacts physiques des estacades flottantes sont classés dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3) et la sédimentation dans la catégorie « Pollution » (9.3).				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à montaison printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Par exemple, pendant l'été 2019, il n'y a pas eu de pêche légale avant le 15 juillet, et d'ici cette date, les poissons devraient avoir dépassé les principales zones de pêche. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
6.1 Activités de loisirs	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Les impacts sont limités dans la rivière Nahatlatch en raison de sa taille et de son emplacement. Le MPO utilise à l'occasion des bateaux à propulsion hydraulique, mais le rafting est pratiqué régulièrement (le rafting ne devrait pas avoir d'impacts).				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
D'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)
Il y aura probablement un feu de forêt dans cette UD au cours des trois prochaines générations; les effets en sont inconnus, mais on ne prévoit pas d'impact sur beaucoup de poissons dans l'UD. Les effets des produits ignifuges sont traités dans la catégorie « pollution ».				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon et al. 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. La gravité est incertaine, mais elle se situe dans une plage de 1 à 30 %. Ce classement a été considéré comme meilleur qu'inconnu, car on sait que l'effet est négatif, mais la portée est incertaine. Il y a eu des incendies et des coupes de bois dans la région, ce qui pourrait se répercuter sur l'hydrologie du réseau hydrographique et entraîner des impacts plus importants que dans l'UD 2, mais ils sont très incertains.				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable.				
8.2 Espèces indigènes problématiques	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les écloséries pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
8.3 Matériel génétique introduit				
Il est peu probable que les chinooks d'autres UD errent dans la rivière Nahatlatch.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.				
9.1 Eaux usées domestiques et urbaines	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019).				
<i>9.3 Effluents agricoles et forestiers</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a des sédiments et des écoulements de pesticides provenant de l'agriculture. Tous les chemins forestiers et l'activité forestière dans cette UD ajouteront des sédiments dans la rivière Nahatlatch.				
<i>9.4 Détritus et déchets solides</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.				
<i>9.5 Polluants atmosphériques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.				
<i>9.6 Énergie excédentaire</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Inconnue</i>
Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave (31-70 %)</b>	<b>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</b>
<i>10.1 Volcans</i>				
Probablement pas une menace.				
<i>10.2 Tremblements de terre et tsunamis</i>				
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
<i>10.3 Avalanches et glissements de terrain</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave (31-70 %)</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Il est possible qu'un glissement de terrain puisse envoyer un brusque afflux d'eau dans l'habitat du chinook en aval du lac et il existe des preuves que cela s'est déjà produit. Des glissements de terrain surviennent également dans le canyon du Fraser (Hell's Gate). Compte tenu de l'ampleur de l'exploitation forestière, il est possible qu'un glissement de terrain ait des impacts sur l'habitat de fraie. La rivière Nahatlatch étant dans une zone plus stable que le ruisseau Meager (UD 2), on a préféré une note « faible » plutôt que « modérée » pour la période. Il convient de noter que la sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Le déclin pourrait être aussi faible que 1 % ou aussi élevé que 70 % sur les trois prochaines générations. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques. Cela aurait un impact sur cette UD, car ce sont les eaux souterraines qui assurent la stabilité de ce réseau hydrographique.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Il pourrait y avoir une sécheresse à l'avenir, qui pourrait avoir pour impact une restriction des habitats de fraie à des débits plus faibles. Toutefois, il devrait y avoir une certaine compensation par les flux d'eaux souterraines. Cette situation est très variable et la fréquence de ces événements changera avec les changements climatiques, mais il est difficile d'en prévoir les impacts.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Principalement des eaux souterraines, réseau froid en amont du lac, c'est là que se produit la majorité de la fraie. En aval du lac, il est possible que l'eau soit plus chaude.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Des inondations se produisent régulièrement dans la rivière Nahatlatch et ce n'est pas un réseau hydrographique stable. Même de petits épisodes de neige suivie de pluie peuvent déplacer les gros débris ligneux et les graviers dans le ruisseau, ce qui peut affouiller les nids et provoquer la mortalité des œufs. Les déglacements dans ce réseau peuvent également provoquer de l'affouillement et causer la mortalité des œufs. Les impacts des tempêtes seront plus importants pour le chinook à montaison printanière qui ne fraye pas en aval des lacs. Cette situation est très variable et la fréquence de ces événements changera avec les changements climatiques, mais il est difficile d'en prévoir les impacts.				

Tableau F5. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 8 – Moyen Fraser, type fluvial, automne (Portage)

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	1
C	Moyen	3	2
D	Faible	3	5
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **A = Très élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé a été attribuée. En plus de l'impact du barrage hydroélectrique, un récent glissement de terrain a eu un impact important sur la capacité de la population à frayer avec succès. De plus, il s'agit d'une population à montaison tardive qui peut être récoltée lors de la pêche dans la moyenne Shuswap.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
1.1 Logement	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : Il ne devrait pas y avoir de développement résidentiel dans l'UD elle-même, cette note est fondée sur le bas Fraser.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
1.2 Zones commerciales et industrielles	Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Il y aura probablement au moins un léger déclin dû au développement industriel dans l'ensemble de la zone d'habitat de l'UD. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
1.3 Zones touristiques et de loisirs	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte				
Aucune.				
2.3 Élevage et élevage à grande échelle				
Aucune.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<b>Exploitations aquacoles :</b> Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie :</b> La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloseries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloseries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloseries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Aucune.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire de l'exploitation minière n'est prévu.				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>				
Il existe des chemins forestiers dans la région, mais ils ne devraient pas poser de problème.				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>				
Ne devrait pas être une menace.				
<i>4.3 Voies de transport par eau</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois				
L'exploitation forestière et la coupe de bois ne devraient pas avoir d'impacts directs dans cette UD. Les impacts physiques des estacades flottantes sont classés dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3) et la sédimentation dans la catégorie « Pollution » (9.3).				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à montaison printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Cependant, cette UD est le stock de yearlings à la montaison la plus tardive, surtout en septembre. Malheureusement, cela signifie que cette montaison coïncide généralement avec celle de la moyenne Shuswap et que ces poissons peuvent être récoltés dans la pêche si elle est ouverte pour le stock de la rivière Shuswap. Ils peuvent également être récoltés dans la pêche de la rivière Pink. On s'efforce de les calculer rétrospectivement dans la reconstitution des remontes, mais on n'obtient pas autant de résultats dans la pêche d'essai génétique. Il n'y a pas d'indicateur pour ce stock et les tentatives de collecte de géniteurs n'ont pas abouti. En outre, les données sur cette UD sont très limitées. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
6.1 Activités de loisirs				
Les impacts des barrages sont limités dans la région. Il y a du rafting, mais il est peu probable que cette activité ait un impact.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
L'Université de la Colombie-Britannique et BC Hydro ont mené un grand nombre de recherches dans la zone sur le passage et l'entraînement. Une étude précédente avait bloqué le passage avec une fascine qui aurait touché toutes les espèces. Cela peut être particulièrement préjudiciable au chinook car il a tendance à hésiter à franchir des seuils sur un hydrogramme descendant.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies				
En cas de feu de forêt, les services de lutte contre l'incendie puiseraient l'eau dans le lac.				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : la mortalité due à l'entraînement est d'au moins 10 à 15 % (c'est-à-dire réduction annuelle du recrutement total) car l'ensemble de la population doit migrer par le barrage de Seton. Les bulles de gaz et les flux d'attraction auraient également des répercussions. Il est possible d'atténuer davantage certains de ces impacts, mais c'est peu probable en raison des compromis pour la production d'énergie.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable.				
8.2 Espèces indigènes problématiques	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les éclosiers pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
8.3 Matériel génétique introduit				
Probablement pas une menace.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.				
9.1 Eaux usées domestiques et urbaines	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019).				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a des sédiments et des écoulements de pesticides provenant de l'agriculture.				
9.4 Détritus et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Élevé</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave (31-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
10.1 Volcans				
Probablement pas une menace.				
10.2 Tremblements de terre et tsunamis				
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
10.3 Avalanches et glissements de terrain	Élevé	Généralisée (71-100 %)	Grave (31-70 %)	Élevée (continue)
Des glissements de terrain ont récemment charrié des quantités importantes de matériaux vers l'aval. Cela a modifié l'habitat de fraie en raison du refoulement de l'écoulement par le gravier supplémentaire. On soupçonne que les matériaux continueront à descendre. Ce n'est plus une frayère idéale, mais elle s'améliore progressivement. Après cet événement, il y a eu des discussions pour tenter de capturer des géniteurs, mais les tentatives ont jusqu'à présent échoué. Actuellement, il y a trop de sédiments fins dans les graviers de fraie et pas assez de poissons pour les évacuer. L'impact sur les frayères sera permanent et il n'en existe pas d'autre. Des glissements de terrain se produisent également dans le canyon du Fraser (Hell's Gate et Big Bar).				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
11.1 Altération et déplacement des habitats	Élevé - moyen	Généralisée (71-100 %)	Grave – modérée (11-70 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<p>d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.</p>				
11.2 Sécheresses				
<p>Pas une menace en raison des rejets du barrage en amont. (Il n'y a pas de barrage en amont de cette population reproductrice)</p>				
11.3 Températures extrêmes				
<p>Ne devraient pas être une menace en raison de la période de la montaison et du barrage en amont. (Il n'y a pas de barrage en amont de cette population reproductrice)</p>				
11.4 Tempêtes et inondations				
<p>Les tempêtes et les inondations constituent un problème majeur, car elles pourraient provoquer un autre glissement de terrain, qui est traité à la section 10.3 ci-dessus.</p>				

Tableau F6. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 9 – Moyen Fraser, type fluvial, printemps

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	1	1
B	Élevé	2	0
C	Moyen	3	4
D	Faible	3	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **A = Très élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé a été attribuée. On a déterminé que le stock était en grave difficulté et que si le glissement de Big Bar n'est pas réparé, il est peu probable que le stock persiste. Le passage du poisson observé pendant l'été ne permettra pas de maintenir ces populations à perpétuité. En outre, il existe de graves menaces liées à la modification des systèmes naturels par les changements des surfaces de captage dus à la foresterie et aux feux de forêt, ainsi qu'à l'impact supplémentaire des changements climatiques. Les perturbations importantes dans les bassins versants de cette UD la rendent particulièrement sensible aux impacts des changements climatiques.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
1.1 Logement	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : il y a un certain développement urbain dans cette UD, mais il n'empiète pas sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.</p>				
<i>1.2 Zones commerciales et industrielles</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : les impacts sur cette UD devraient être inférieurs à ceux de l'UD de la rivière Harrison car les poissons passent moins de temps dans cet habitat et ne font généralement que le traverser durant la migration; la gravité a donc été estimée négligeable.</p>				
<i>1.3 Zones touristiques et de loisirs</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.</p>				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuet et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : il n'y a pas d'empiètement des terres agricoles sur les rivières, mais il existe des problèmes d'envasement et de sédimentation qui seront traités dans la section 9. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.</p>				
<i>2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte</i>				
Aucune.				
<i>2.3 Élevage et élevage à grande échelle</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>En dépit des règlements qui ne sont pas appliqués, le bétail pénètre régulièrement dans les cours d'eau de l'UD 9. La menace est généralisée dans certains cours d'eau de l'UD et irrégulière dans d'autres (12 des cours d'eau de l'UD sont fortement touchés par le bétail, mais ce n'est que dans trois d'entre eux le bétail entre directement dans les frayères). En outre, on a constaté une augmentation du nombre de bovins dans le paysage. La menace ici est le piétinement direct des nids et la mortalité des œufs.</p>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<p><b>Exploitations aquacoles :</b> Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie :</b> La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloseries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloseries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloseries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.</p>				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
3.1 Forage pétrolier et gazier				
Pas de forage de pétrole et de gaz dans la région.				
3.2 Mines et carrières	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)
<p>Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : il y a des exploitations de placers et des exploitations hydroélectriques et minières illégales dans l'UD 9. L'exploitation des placers retire le substrat de la rivière, élimine les zones riveraines et a des impacts sous forme de sédiments et de pollution. De plus, il y a eu une vaste exploitation minière historique et elle continue aujourd'hui (il y a des gens qui exploitent des mines quotidiennement en août). Les impacts historiques provoquent toujours du lessivage, mais ils sont notés dans la section 9.2. La portée est généralisée dans l'UD 9.</p>				
3.3 Énergie renouvelable				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau. Quelques concessions éoliennes dans l'UD 9, mais elles ne seront pas dans l'habitat du saumon.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Faible (1-10 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</b>
4.1 Routes et voies ferrées	Inconnu	Restreinte (11-30 %)	Inconnue	Élevée (continue)



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>Il y a une très forte densité de routes dans la région, pour la plupart des chemins forestiers. De nombreux chemins forestiers devraient être mis hors service, mais cela n'est souvent pas le cas. Il est peu probable que beaucoup plus de routes soient construites dans l'UD 9. Dans les prochaines années, il y aura des travaux de construction de routes pour réparer des ponceaux, des ponts et des routes dans l'UD 9, en particulier dans la région de la rivière Chilcotin, car ces systèmes ont été détruits par l'obstruction des ponceaux et les inondations. Les routes ont des effets d'envasement et de sédimentation, mais ils seront traités dans la section 9 (pollution). En raison des nouveaux règlements, ces remplacements devraient permettre d'installer de meilleurs ponceaux de taille appropriée, ce qui pourrait être un avantage.</p>				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
<p>Il est proposé de jumeler les pipelines pour le transport du bitume et du gaz naturel dans la région, mais l'empreinte ne devrait pas avoir un impact important dans l'UD 9. Comme les pipelines ne traverseront que certains cours d'eau et tronçons de cours d'eau, la portée est restreinte. Comme l'ancien matériau utilisé pour réparer le pipeline est maintenant considéré comme dangereux en raison d'une rupture à Shelly, il est nécessaire de remplacer le gazoduc. Les déversements d'hydrocarbures seront traités à la section 9. La construction devrait être négligeable en raison des mesures d'atténuation et du calendrier.</p>				
<i>4.3 Voies de transport par eau</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu car les billes sont transportées par camion et non plus dans la rivière.</p>				
<i>4.4 Trajectoires de vol</i>				
<p>Probablement pas une menace.</p>				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres</i>				
<p>Probablement pas une menace.</p>				
<i>5.2 Cueillette de plantes terrestres</i>				
<p>Probablement pas une menace.</p>				
<i>5.3 Exploitation forestière et coupe de bois</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les estacades flottantes sont classées dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3). Il y a déjà eu beaucoup de coupes de bois dans cette UD. Il y a eu des incendies importants dans cette UD, après lesquels on a procédé ou on va procéder à une récupération du bois dans une grande partie des zones. Comme la zone riveraine brûlée est considérée comme sans valeur, il n'y a pas d'exigences dans ce domaine et il est possible que l'exploitation forestière ait lieu jusqu'au bord de l'eau. Il y aura probablement quelques intrusions d'engins ou d'arbres abattus dans le lit de la rivière, mais dans l'idéal, elles devraient être minimales.</p>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<i>5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à montaison printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Par exemple, pendant l'été 2019, il n'y a pas eu de pêche légale avant le 15 juillet, et d'ici cette date, les poissons devraient avoir dépassé les principales zones de pêche. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.</p>				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Faible</b>	<b>Restreinte (11-30 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>6.1 Activités de loisirs</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>L'utilisation intense de VTT dans l'UD 9 peut être problématique. Les particuliers conduisent leurs VTT dans de nombreux cours d'eau de l'UD, avec l'exposition probable d'environ 30 % de l'UD à cette activité. Ils roulent dans les frayères, car ce sont généralement les endroits les plus faciles à traverser. De plus, des bateaux à propulsion hydraulique peuvent également être utilisés dans les rivières.</p>				
<i>6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires</i>				
<p>Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.</p>				
<i>6.3 Travail et autres activités</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>D'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.</p>				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>7.1 Incendies et lutte contre les incendies</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Il y a eu beaucoup de feux dans les UD intérieures récemment, en particulier dans l'UD 9. L'arrosage hélicoptéré aurait un impact plus important dans l'UD 9, car elle compte des cours d'eau moins profonds où des poissons pourraient être aspirés, et d'autres zones sont creusées pour créer des sections suffisamment profondes pour l'arrosage hélicoptéré. En été, les adultes peuvent se rendre dans ces fosses et y être aspirés. Il est peu probable que cela touche beaucoup d'individus et l'impact global devrait être faible.</p>				
<i>7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de</p>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : dans cette UD, les impacts sur les poissons de la rivière Bridge sont importants. De nombreux prélèvements d'eau devraient avoir des cribles mais, souvent, n'en ont pas. Actuellement, le débit de la rivière Bridge est plus élevé que d'habitude, car on vide le réservoir en amont pour le réparer et le mettre à niveau. Cette eau rejetée est plus chaude et provoque une émergence précoce en décembre. L'impact dans la rivière Bridge est très grave et touche tous les poissons qui s'y trouvent, mais le même impact n'est pas observé ailleurs dans l'UD. Si le calculateur de menaces avait porté uniquement sur la rivière Bridge, la note serait beaucoup plus élevée. Toutefois, comme il s'agit d'une petite proportion de l'UD, la gravité globale est modérée à légère.</p>				
<i>7.3 Autres modifications des écosystèmes</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave - modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Les modifications du régime hydrologique dues à l'élimination du couvert forestier par l'exploitation forestière, les incendies et le dendroctone du pin ponderosa ont des répercussions importantes. Certains changements ont déjà eu lieu, mais il y en aura d'autres à l'avenir. Il y aura des changements dans les eaux souterraines et les aquifères à l'avenir et une déstabilisation générale des réseaux. Perte de l'habitat des fosses et des radiers, ajouts de gravier, augmentation des bancs de gravier peu profonds, déstabilisation générale et diminution de la complexité. On ne pense pas qu'il s'agira d'une baisse de 70 %, mais ce ne sera pas un impact léger. On ignore les impacts complets à long terme (le ruisseau Carnation commence seulement à se rétablir après 50 ans).</p>				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. Il y a quelques autres espèces envahissantes dans l'UD 9, mais elles ne devraient actuellement pas avoir d'impact supplémentaire.</p>				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les écloséries pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).</p>				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Spruce City Wildlife, à Prince George, mène quelques activités d'écloserie, mais ces impacts sont inconnus. Ils ont récemment utilisé du sperme de la rivière Endako âgé de 20 ans avec le stock actuel de femelles reproductrices. Ils pourraient avoir réintroduit des gènes qui ont été éliminés au cours des 20 dernières années. La forte mortalité avant la fraie au début des années 2000 aurait été une forte pression sélective.</p>				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<p><b>En raison de l'importance des effluents industriels et forestiers, la note est arrondie à « modérée ».</b></p> <p><b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</p>				
9.1 Eaux usées domestiques et urbaines	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.</p>				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019). Particularité de cette UD : le ruissellement de formations rocheuses acides provenant d'une ancienne mine, dans les rivières Cottonwood et Quesnel, qui n'est pas généralisé dans l'UD, mais n'est pas un impact léger. Dans l'UD 9, les effluents des usines de pâte à papier sont plus élevés que dans les autres UD et ont probablement un impact. Il y a aussi la mine de Gibraltar, qui a une zone morte en aval de la sortie.</p>				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a une accumulation de sédiments due au ruissellement de pesticides provenant de l'agriculture, des chemins forestiers et de l'activité forestière dans cette région.</p>				
9.4 Détritrus et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
<p>Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.</p>				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.</p>				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Très élevé</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Extrême (71-100 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>10.1 Volcans</i>				
Probablement pas une menace.				
<i>10.2 Tremblements de terre et tsunamis</i>				
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
<i>10.3 Avalanches et glissements de terrain</i>	<i>Très élevé</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Extrême (71-100 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il existe un fort potentiel de glissements de terrain dans l'UD 9, probablement dû à l'abattage des forêts. Tous les réseaux hydrographiques de l'UD 9 ont des pentes qui risquent de s'effondrer. Big Bar est un risque énorme et on ne sait pas s'il s'agit d'un impact pluriannuel ou non, mais il restera probablement un obstacle dans un avenir proche. La pente est encore instable et pourrait s'effondrer à nouveau. Si cet obstacle est supprimé, la gravité ne serait pas extrême, mais il pourrait encore falloir des générations pour que les populations se rétablissent. Il est probable que si l'on ne retire pas le glissement de terrain, ce stock disparaîtra. Il convient de noter que la sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il pourrait y avoir une sécheresse à l'avenir, qui pourrait avoir pour impact une restriction des habitats de fraie à des débits plus faibles. Toutefois, il devrait y avoir une certaine compensation par les flux d'eaux souterraines. Cette situation est très variable et la fréquence de ces événements changera avec les changements climatiques, mais il est difficile d'en prévoir les impacts. Il y a eu des inondations dramatiques au printemps, suivies d'une sécheresse dans l'UD 9. On a des preuves d'une énorme mortalité de juvéniles en eau douce en 2015 dans la rivière Nicola, et cela s'applique probablement à l'UD 9. Les dunes où se déroule la fraie sont les premières à s'assécher.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Moyen - faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
On sait que les refuges thermiques sont importants pour les juvéniles. Il y aura probablement des impacts sur la température dans l'UD 9 en raison de toutes les pertes d'habitats riverains. Les températures extrêmes seraient graves. La sécheresse et la température ont tendance à agir ensemble et pourraient avoir des impacts cumulatifs.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Moyen - faible</i>	<i>Grande - (31-70 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Des inondations se produisent régulièrement dans l'UD 9 actuellement et beaucoup de ces réseaux hydrographiques sont instables. Elles touchent probablement environ 50 % de la population dans cette UD. Cette situation est très variable et la fréquence de ces événements changera avec les changements climatiques, mais il est difficile d'en prévoir les impacts.				

Tableau F7. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	1	1
B	Élevé	1	0
C	Moyen	3	1
D	Faible	3	6
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **A = Très élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé a été attribuée. On a déterminé que le stock était en grave difficulté et que si le glissement n'est pas réparé, il est peu probable que le stock persiste. Le passage du poisson observé pendant l'été ne permettra pas de maintenir ces populations à perpétuité. De plus, les impacts prévus des changements climatiques ainsi que le glissement de terrain expliquent cette note « très élevé ». Cette UD se trouve dans une situation un peu moins grave que l'UD 9 en raison des Grands Lacs qui amortissent quelque peu la modification des surfaces de captage.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

1.1 Logement

Inconnu

Généralisée (71-100 %)

Inconnue

Élevée (continue)

Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
Autres impacts dans cette UD : il y a un certain développement urbain dans cette UD, mais il n'empiète pas sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.				
1.2 Zones commerciales et industrielles	Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : les impacts sur cette UD devraient être inférieurs à ceux de l'UD de la rivière Harrison car les poissons passent moins de temps dans cet habitat et ne font généralement que le traverser durant la migration; la gravité a donc été estimée négligeable.				
1.3 Zones touristiques et de loisirs	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>				
	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : il n'y a pas d'empiètement des terres agricoles sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.				
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte				
Aucune.				
2.3 Élevage et élevage à grande échelle	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Le bétail pose moins de problèmes dans l'UD 10 que dans l'UD9 car il y a des rivières plus grandes dans l'UD 10, que les vaches ne peuvent pas traverser. Des bovins pénètrent dans les rivières Elkin, Nechako et Cariboo, mais ils ne sont pas toujours dans les frayères. Il y a des berges escarpées et des eaux rapides, donc ce ne sera pas aussi grave si les bovins sont près des frayères.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<b>Exploitations aquacoles :</b> Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie :</b> La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le				



**Menace****Impact calculé****Portée****Gravité****Période**

nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloseries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloseries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloseries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.

**3 Production d'énergie et exploitation minière****Faible****Généralisée (71-100 %)****Légère (1-10 %)****Élevée (continue)***3.1 Forage pétrolier et gazier*

Pas de forage de pétrole et de gaz dans la région.

*3.2 Mines et carrières**Faible**Généralisée (71-100 %)**Légère (1-10 %)**Élevée (continue)*

Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : il y a moins d'exploitations de placers dans l'UD 10 que dans l'UD 9 car les possibilités sont moindres en raison de la taille des rivières (les rivières Quesnel et Cariboo sont les principales zones). Par conséquent, la gravité est moindre que dans l'UD 9 car l'activité ne crée pas une empreinte aussi importante. La portée généralisée s'explique par les impacts de l'extraction de gravier dans le bas Fraser.

*3.3 Énergie renouvelable*

Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau. Quelques concessions éoliennes dans l'UD 10, mais elles ne seront pas dans l'habitat du saumon.

**4 Corridors de transport et de service****Négligeable****Faible (1-10 %)****Négligeable (< 1 %)****Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)***4.1 Routes et voies ferrées**Inconnu**Faible (1-10 %)**Inconnue**Élevée (continue)*

Beaucoup de chemins forestiers pourraient être construits dans l'UD 10 que dans l'UD 9, car il reste plus de possibilités d'exploitation forestière. De nombreux ponts et franchissements de cours d'eau sont déjà en place. Il est possible qu'une mine soit ouverte dans l'UD 10, ce qui pourrait accroître la construction de routes.

*4.2 Lignes de services publics**Négligeable**Faible (1-10 %)**Négligeable (< 1 %)**Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)*

Il est proposé de jumeler les pipelines pour le transport du bitume et du gaz naturel dans la région, mais l'empreinte ne devrait pas avoir un impact important dans l'UD 10. Comme les pipelines ne traverseront que certains cours d'eau et tronçons de cours d'eau, la portée est restreinte. Comme l'ancien matériau utilisé pour réparer le pipeline est maintenant considéré comme dangereux en

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
raison d'une rupture à Shelly, il est nécessaire de remplacer le gazoduc. Les déversements d'hydrocarbures seront traités à la section 9. La construction devrait être négligeable en raison des mesures d'atténuation et du calendrier.				
<i>4.3 Voies de transport par eau</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu car les billes sont transportées par camion et non plus dans la rivière.				
<i>4.4 Trajectoires de vol</i>				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>				
	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres</i>				
Probablement pas une menace.				
<i>5.2 Cueillette de plantes terrestres</i>				
Probablement pas une menace.				
<i>5.3 Exploitation forestière et coupe de bois</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
L'UD 10 a été moins exploitée que l'UD 9 et contient des réseaux hydrographiques plus grands qui seraient moins touchés. Historiquement, une grande partie de l'UD 10 a été touchée et il est peu probable qu'elle soit à nouveau exploitée dans les dix prochaines années. Les estacades flottantes sont classées dans la catégorie « Voies de transport par eau » (section 4.3).				
<i>5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à montaison printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. Il est prévu de mettre un indicateur en place pour ce stock à l'avenir. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>				
	<b>Négligeable</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<b>6.1 Activités de loisirs</b>				
Contrairement à l'UD 9, la portée d'utilisation des VTT n'est pas la même, car les rivières de cette UD sont trop souvent grandes pour être traversées. La navigation de plaisance possible dans le réseau hydrographique pourrait avoir des impacts.				
<b>6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires</b>				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
<b>6.3 Travail et autres activités</b>	<i>Négligeable</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
D'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>				
	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>7.1 Incendies et lutte contre les incendies</b>				
Il y a eu beaucoup de feux de forêt dans l'UD 10, mais en raison des réseaux hydrographiques et des lacs plus grands de la région, l'arrosage hélicopté ne devrait pas avoir d'impact.				
<b>7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau</b>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : les années où les débits de la rivière Nechako sont élevés, la production est bonne. Cependant, le barrage en amont du réservoir de Nechako a des impacts sur le débit et Rio Tinto possède les droits d'utilisation de l'eau. Il y a toujours un impact, mais il est limité à Nechako et n'est pas aussi grave que celui de la rivière Bridge dans l'UD 9.				
<b>7.3 Autres modifications des écosystèmes</b>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée-légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Les modifications du régime hydrologique dues à l'élimination du couvert forestier par l'exploitation forestière, les incendies et le dendroctone du pin ponderosa ont des répercussions importantes. Certains changements ont déjà eu lieu, mais il y en aura d'autres à l'avenir. Cependant, l'UD 10 ne sera pas aussi touchée grâce aux Grands Lacs de stabilisation en amont de ces réseaux qui permettront d'éviter des impacts extrêmes. Il y a encore des zones sans exploitation forestière dans les zones d'entrée des Grands Lacs, qui peuvent apporter une stabilité supplémentaire. Il est possible que ces zones soient exploitées à l'avenir, d'autant plus qu'il y aura probablement plus de pression avec des fermetures potentielles d'usines. Des problèmes persistants liés aux dendroctones dans l'UD 10 pourraient accroître ces impacts.				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. Il y a quelques autres espèces envahissantes dans l'UD 10, mais elles ne devraient actuellement pas avoir d'impact supplémentaire.</p>				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les éclosions pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).</p>				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>				
<p>Probablement pas une menace.</p>				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<p><b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</p>				
<i>9.1 Eaux usées domestiques et urbaines</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.</p>				
<i>9.2 Effluents industriels et militaires</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019). Particularité de cette UD : effluents des usines de pâte à papier.</p>				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a une accumulation de sédiments due au ruissellement de pesticides provenant de l'agriculture, des chemins forestiers et de l'activité forestière dans cette région. Cependant, il s'agit moins d'un problème dans cette UD que dans l'UD 9.</p>				
9.4 Détritus et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
<p>Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.</p>				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.</p>				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue
<p>Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.</p>				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Très élevé</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Extrême (71-100 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<p>10.1 Volcans</p> <p>Probablement pas une menace.</p>				
<p>10.2 Tremblements de terre et tsunamis</p> <p>Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.</p>				
10.3 Avalanches et glissements de terrain	Très élevé	Généralisée (71-100 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)
<p>Il existe un fort potentiel de glissements de terrain dans l'UD 10, probablement dû à l'abattage des forêts. Tous les réseaux hydrographiques de l'UD 10 ont des pentes qui risquent de s'effondrer. Big Bar est un risque énorme et on ne sait pas s'il s'agit d'un impact pluriannuel ou non, mais il restera probablement un obstacle dans un avenir proche. La pente est encore instable et pourrait s'effondrer à nouveau. Si cet obstacle est supprimé, la gravité ne serait pas extrême, mais il pourrait encore falloir des générations pour que les populations se rétablissent. Il est probable que si l'on ne retire pas le glissement de terrain, ce stock disparaîtra. Il convient de noter que la sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».</p>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.</p>				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
<p>La période est « modérée » pour une sécheresse car ce phénomène ne devrait pas se produire en raison des Grands Lacs et ne devrait pas avoir un impact important. La rivière Nechako est le seul réseau hydrographique qui pourrait subir des impacts, car Rio Tinto a rejeté plus que le débit minimum. Dans les années de sécheresse extrême, cela pourrait poser problème.</p>				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
<p>Grâce aux Grands Lacs, les températures extrêmes ne devraient pas se produire dans un avenir proche. Cependant, les adultes doivent remonter le Fraser en été et pourraient connaître des températures plus élevées.</p>				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte – petite (1-30 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les réseaux hydrographiques de l'UD 10 sont beaucoup plus stables que ceux de l'UD 9, à l'exception de la rivière Nechako. Cependant, lorsque la Nechako est en crue, cela a tendance à être positif car une partie des sédiments est évacuée des graviers. La rivière Elkin pourrait connaître des crues à l'avenir, mais il n'y a pas beaucoup de chinooks dans ce réseau. Selon le réseau inondé, la population touchée peut être différente, d'où la portée de petite à restreinte.</p>				

Tableau F8. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	1	1
B	Élevé	1	0
C	Moyen	3	1
D	Faible	4	7
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **A = Très élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé a été attribuée. On a déterminé que le stock était en grave difficulté et que si le glissement de Big Bar n'est pas réparé, il est peu probable que le stock persiste. Le passage du poisson observé pendant l'été ne permettra pas de maintenir ces populations à perpétuité. Cette UD est dans une situation moins difficile que les UD 9 et 10, en raison du climat plus frais et plus humide, et ses bassins hydrographiques subissent comparativement moins de perturbations en général. Sans le glissement de terrain de Big Bar, l'impact de la menace serait plus proche de « élevé » pour cette UD.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
1.1 Logement	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Autres impacts dans cette UD : il y a un certain développement urbain dans cette UD, mais il n'empiète pas sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.				
<i>1.2 Zones commerciales et industrielles</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : les impacts sur cette UD devraient être inférieurs à ceux de l'UD de la rivière Harrison car les poissons passent moins de temps dans cet habitat et ne font généralement que le traverser durant la migration; la gravité a donc été estimée négligeable.				
<i>1.3 Zones touristiques et de loisirs</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : il n'y a pas d'empiètement des terres agricoles sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.				
<i>2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte</i>				
Aucune.				
<i>2.3 Élevage et élevage à grande échelle</i>	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il y a du bétail dans cette UD, mais moins que dans l'UD 9.				
<i>2.4 Aquaculture en mer et en eau douce</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<b>Exploitations aquacoles</b> : Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie</b> : La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloséries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloséries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'éclosérie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'éclosérie, et pas seulement les poissons d'éclosérie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'éclosérie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'éclosérie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloséries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.</p>				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Pas de forage de pétrole et de gaz dans la région.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : certaines activités minières sont menées dans cette UD, mais elles sont loin d'être aussi répandues que dans les UD 9 ou 10, car il y a moins d'or. La note concerne l'extraction de gravier, aucun impact supplémentaire n'est attendu.</p>				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Faible (1-10 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>La densité ferroviaire est très élevée dans la région, mais il est peu probable que cela change. Il y a aussi beaucoup de chemins forestiers, mais moins que dans les UD 9 et 10. Toutefois, il est plus probable que d'autres routes soient construites dans cette UD, car le dendroctone de l'épicéa a eu un impact sur les forêts du bassin versant et pourrait déclencher des coupes de récupération.</p>				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Des sections du pipeline doivent être remplacées, mais on ne sait pas où. Le remplacement ne devrait pas avoir d'impact, en particulier si l'on suit les mesures d'atténuation. Il y aura un jumelage du pipeline Trans Mountain à l'extrémité nord de l'UD, mais il sera limité à quelques traversées. En outre, cela devrait également avoir un faible impact, sauf en cas de déversement (les déversements d'hydrocarbures sont traités dans la section 9). La construction devrait être négligeable en raison des mesures d'atténuation et du calendrier.</p>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
4.3 Voies de transport par eau	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois	<i>Faible</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
De nombreuses coupes ont déjà eu lieu dans cette UD, mais il y aura des coupes de récupération en raison des ravages causés par le dendroctone de l'épicéa. Les estacades flottantes sont classées dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3).				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à montaison printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Par exemple, pendant l'été 2019, il n'y a pas eu de pêche légale avant le 15 juillet, et d'ici cette date, les poissons devraient avoir dépassé les principales zones de pêche. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. Un indicateur existait autrefois pour cette UD (ruisseau Dome), mais il a pris fin au début des années 2000. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Faible</b>	<b>Restreinte (11-30 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
6.1 Activités de loisirs	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Les chasseurs et les pêcheurs utilisent beaucoup les VTT dans l'UD 11.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Je n'ai pas connaissance d'activités qui poseraient problème, mais il est possible que des activités scientifiques soient menées dans la zone.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)
L'UD 11 est similaire à l'UD 9 en ce sens qu'il y aurait des impacts liés à l'arrosage héliporté, car elle abrite des cours d'eau moins profonds où des poissons pourraient être aspirés, et d'autres zones ont été creusées pour créer des sections suffisamment profondes pour ce type d'arrosage. En été, les adultes peuvent se rendre dans ces fosses et y être aspirés. Il est peu probable que cela touche beaucoup d'individus et l'impact global devrait être faible.				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : il y a de nombreux prélèvements d'eau dans cette UD, qui ne sont pas toujours passés au crible, ce qui donne la désignation de menace « généralisée », mais elle est moindre que dans l'UD 9. Il existe également de nombreux barrages hydroélectriques au fil de l'eau en amont sur les affluents, mais ils n'auraient probablement pas d'impact significatif sur les stocks. Le seul risque de dommages serait l'échouement dû aux variations de débit, mais toutes les installations devraient avoir des taux de montée en puissance qui protègent les poissons. Si une variation de puissance sortait de ces taux, ce n'est qu'au stade des alevins que les poissons seraient susceptibles de s'échouer.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée-légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Les modifications du régime hydrologique dues à l'élimination du couvert				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
forestier par l'exploitation forestière, les incendies et le dendroctone du pin ponderosa ont des répercussions importantes. Certains changements ont déjà eu lieu, mais il y en aura d'autres à l'avenir.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable.				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les échoueries pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>				
Probablement pas une menace.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> <i>La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</i>				
<i>9.1 Eaux usées domestiques et urbaines</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019). L'UD 11 ne serait exposée aux effluents des usines de pâte à papier qu'après Prince George, car ces juvéniles ont tendance à rester plus près de leur cours d'eau natal où l'habitat de croissance est meilleur.				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a une accumulation de sédiments due au ruissellement de pesticides provenant de l'agriculture, des chemins forestiers et de l'activité forestière dans cette région.				
9.4 Détritrus et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Très élevé</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Extrême (71-100 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
10.1 Volcans				
Probablement pas une menace.				
10.2 Tremblements de terre et tsunamis				
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
10.3 Avalanches et glissements de terrain	Très élevé	Généralisée (71-100 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)
Il existe un fort potentiel de glissements de terrain dans l'UD 11, probablement dû à l'abattage des forêts. Big Bar est un risque énorme et on ne sait pas s'il s'agit d'un impact pluriannuel ou non, mais il restera probablement un obstacle dans un avenir proche. La pente est encore instable et pourrait s'effondrer à nouveau. Si cet obstacle est supprimé, la gravité ne serait pas extrême, mais il pourrait encore falloir des générations pour que les populations se rétablissent. Il est probable que si l'on ne retire pas le glissement de terrain, ce stock disparaîtra. Il convient de noter que la				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
sédimentation résultant directement de ces activités naturelles est notée ici, sinon toutes les autres sédimentations dues à des activités anthropiques sont prises en compte dans la catégorie « pollution ».				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Le déclin pourrait être aussi faible que 1 % ou aussi élevé que 70 % sur les trois prochaines générations. Cette menace inclut la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques. LUD 11 n'est pas stabilisée par des lacs, mais c'est un réseau hydrographique plus froid que l'UD 9 qui subira probablement des effets plus proches de ceux de l'UD 10.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Par rapport aux UD 9 et 10, les risques de sécheresse sont moindres car cette UD se trouve dans la ceinture humide intérieure.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
L'UD 11 est similaire à l'UD 9 car les stocks remontent le Fraser en même temps.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte – petite (1-30 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Ces réseaux hydrographiques sont beaucoup plus stables que l'UD 9. Selon le réseau inondé, la proportion de la population touchée peut être différente, d'où la portée de petite à restreinte.				

Tableau F9. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 14 – Thompson Sud, type fluvial, été (Bessette)

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	1	0
B	Élevé	1	1
C	Moyen	4	2
D	Faible	2	5
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Valeur de l'impact global attribuée : **A = Très élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : L'impact global sur l'UD 14 a été évalué comme étant très élevé. Les participants à l'atelier sur les menaces ont convenu qu'il était raisonnable de prévoir la possibilité d'une extinction de cette UD dans les dix prochaines années. Cette note repose sur l'utilisation de l'eau, les changements climatiques, les impacts de l'agriculture et la pollution. Les réseaux hydrographiques plus petits de cette UD sont sensibles à la température et à la sécheresse, et ces menaces supplémentaires l'ont gravement touchée et ne devraient pas diminuer à l'avenir.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
1.1 Logement	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : il est peu probable qu'il y ait des impacts supplémentaires sur les ruisseaux de cette UD.				
<i>1.2 Zones commerciales et industrielles</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<i>1.3 Zones touristiques et de loisirs</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser. Les réseaux hydrographiques de cette UD sont trop petits pour les marinas.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : région d'agriculture intensive où il ne reste qu'une superficie minimale pour une quelconque expansion. Aucun habitat riverain n'a été laissé à côté de ces fermes malgré les nombreux efforts d'intendance.				
<i>2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte</i>				
Aucune.				
<i>2.3 Élevage et élevage à grande échelle</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
C'est dans cette UD que l'on observe le plus grand impact du piétinement parmi toutes les UD de l'EPR en raison de la densité des vaches dans la région. Comme les ruisseaux sont petits, les vaches ont de nombreux points d'accès différents et elles peuvent y pénétrer au moment et aux endroits où il y a les nids, en particulier dans les réseaux des ruisseaux Duteau et Harris.				
<i>2.4 Aquaculture en mer et en eau douce</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<b>Exploitations aquacoles</b> : Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie</b> : La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloséries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloséries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'éclosérie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'éclosérie, et pas seulement les poissons d'éclosérie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'éclosérie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'éclosérie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloséries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.</p>				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Pas de forage de pétrole et de gaz dans la région.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : il existe des concessions d'exploitation de placers dans le ruisseau Harris, mais il n'est pas certain qu'elles soient actives actuellement. Par conséquent, ce point n'est pas inclus dans la note et une enquête plus approfondie serait nécessaire pour relever la gravité. Cependant, il est évident que l'exploitation minière a eu lieu dans le passé.</p>				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Inconnu</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Inconnue</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Une ligne de chemin de fer jusqu'à Lavington (partie supérieure du bassin versant du ruisseau Duteau) se trouve dans l'UD 14. Comme il y a déjà une forte densité de routes et de passages à niveau, il ne devrait pas y avoir de construction de routes supplémentaires. De plus, comme le complexe de la Bessette n'est pas escarpé, les ponceaux et les passages ne devraient pas isoler l'habitat. Les agriculteurs ajoutent de nombreuses traversées de cours d'eau et le remplacement de ponceaux et de ponts est constant.</p>				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>				
Aucune ligne de services publics dans le secteur.				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
4.3 Voies de transport par eau	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu car les réseaux hydrographiques sont trop petits pour le transport maritime.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois				
Il y a une certaine exploitation forestière dans les parties supérieures du bassin versant. Cependant, comme la plus grande partie de cette UD a été exploitée, il est peu probable qu'il y ait des impacts supplémentaires car il devrait y avoir des zones tampons puisqu'il ne s'agit pas de coupes de récupération.				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. La pêche illicite est un problème dans le canyon du Fraser, mais on ne sait pas à quel point. L'impact est probablement moindre sur les UD de la rivière Thompson que sur celles du moyen et du haut Fraser. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Par exemple, pendant l'été 2019, il n'y a pas eu de pêche légale avant le 15 juillet, et d'ici cette date, les poissons devraient avoir dépassé les principales zones de pêche. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. Lorsque les populations diminuent à ce rythme, il est peu probable qu'il y ait un taux de récolte durable. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Faible</b>	<b>Faible (1-10 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
6.1 Activités de loisirs	Faible	Faible (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Quelques VTT empruntent le complexe Bessette.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Probablement pas une menace.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Élevé à très élevé</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Extrême-élevée (31-100 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)
En cas d'arrosage hélicopté, il faudrait creuser des trous dans le ruisseau pour le rendre assez profond; ils iraient donc probablement puiser l'eau dans les lacs voisins.				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Élevé à très élevé	Généralisée (71-100 %)	Extrême-élevée (31-100 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : l'UD 14 est un réseau hydrographique très sensible à la sécheresse et les prélèvements d'eau ont été fortement pleinement exploités. Le niveau d'eau est déjà bas, et l'agriculture en prélève davantage. L'intense utilisation de l'eau à des fins agricoles crée des faibles débits en été certaines années et il y a parfois eu des mortalités massives de poissons. Les faibles débits créent également des températures trop élevées dans les cours d'eau pour la survie des poissons, tant les juvéniles que les adultes. La province s'efforce de conserver l'eau dans les eaux d'amont, mais les pratiques d'utilisation de l'eau ont pratiquement fait disparaître l'espèce du pays. De nombreuses digues ont également été construites dans la région. Lumby est une ville en pleine croissance et prélève l'eau souterraine, qui sera alors moins disponible pour le cours d'eau. Beaucoup d'écoulements souterrains à faible niveau d'eau en raison de l'alluvionnement du gravier. On sait qu'il y a des cas documentés de mortalités massives de poissons, de températures élevées et que les ressources en eau sont pleinement exploitées.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Élevé à très élevé	Généralisée (71-100 %)	Extrême-élevée (31-100 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Il y a beaucoup d'enrochements tout autour des fermes, le long des cours				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
d'eau, pour protéger les terres des inondations. En ce qui concerne le changement total de l'écosystème, il y a beaucoup de surfaces imperméables, par rapport au passé, et cela va probablement continuer.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. À l'heure actuelle, toutes les observations enregistrées d'espèces envahissantes sont en aval, mais il est probable qu'elles prospéreraient si elles s'établissaient dans le complexe.				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les éclosiers pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. Les loutres pourraient avoir un impact car les fosses et le nombre de poissons sont limités dans le réseau hydrographique. Par conséquent, avec une abondance si faible dans l'UD, la prédation par les loutres peut avoir un impact important. Les juvéniles manquent également de refuges en eaux profondes et sont plus sujets à la prédation. De plus, durant leur migration, ils doivent traverser le lac Mable, qui abrite des truites arc-en-ciel et des ombles à tête plate indigènes qui les consomment. Au départ, la prédation ne se concentrerait que sur les poissons de l'UD 14, car ceux de la rivière Shuswap dévalent plus tard. Le lac Mable est donc très oligotrophe et improductif, et les prédateurs pourraient se concentrer sur le chinook émergent et migrateur. Cependant, il s'agit là d'une spéculation qui donne une note de gravité de 1 à 30 %. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>				
Il y a eu par le passé des pratiques d'écloserie qui ont provoqué des croisements entre les stocks des rivières Bessette et Shuswap, mais cela ne devrait pas se poursuivre en raison de la période de collecte des stocks de géniteurs. Il se peut que les croisements précédents aient des répercussions permanentes, mais les pratiques actuelles en ce qui concerne le stock de géniteurs sont rigoureuses et visent à obtenir uniquement des poissons sauvages, de sorte que les répercussions devraient être minimales dans un avenir proche. Un nouveau gestionnaire de l'écloserie pourrait être nommé bientôt, et on ignore si la période de collecte des géniteurs va changer. En outre, il n'est pas possible d'identifier génétiquement les poissons de la rivière Bessette car ils sont trop similaires génétiquement à ceux de la rivière Shuswap en raison des pratiques d'il y a 20 ou 30 ans (on a retiré 150 poissons de la rivière Bessette dans les années 1980 pour le stock de géniteurs de la rivière Shuswap).				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>En plus des impacts dans le bas Fraser, on estime que cette menace est plus proche de la partie supérieure de la gravité modérée, avec un potentiel de dépasser légèrement 30 %, mais ce n'est pas certain. Les impacts de la température, du prélèvement d'eau et de la pollution interagiront.</i>				
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) : La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de</b>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</p>				
9.1 Eaux usées domestiques et urbaines	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Dans l'UD 14, un terrain de golf se trouve juste à côté de la rivière, de sorte que les pesticides qui y sont utilisés ruisselleraient dans la rivière, et il y a aussi deux rejets d'eaux usées dans la région. Les eaux usées peuvent parfois représenter un apport important par rapport au niveau de l'eau de la rivière. Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles.</p>				
9.2 Effluents industriels et militaires	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Il y a une nouvelle décharge dans l'UD juste à côté de la rivière, sans zone tampon riveraine. Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019).</p>				
9.3 Effluents agricoles et forestiers	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)
<p>Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a une accumulation de sédiments due au ruissellement de pesticides provenant de l'agriculture, des berges marécageuses, des chemins forestiers et de l'activité forestière dans la région, sans aucune zone tampon riveraine pour capter les eaux de ruissellement. Les effluents de l'élevage laitier et une scierie avec un tas de sciure sur la rive du fleuve ont des impacts importants. Ces effluents de ruissellement seraient encore plus concentrés en raison des faibles débits. La province a indiqué que la composition des invertébrés benthiques montre que le réseau hydrographique est stressé.</p>				
9.4 Détritrus et déchets solides	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
<p>Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.</p>				
9.5 Polluants atmosphériques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
<p>Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.</p>				
9.6 Énergie excédentaire	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
<p>Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.</p>				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<i>10.1 Volcans</i>				
Probablement pas une menace.				
<i>10.2 Tremblements de terre et tsunamis</i>				
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
<i>10.3 Avalanches et glissements de terrain</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Probablement pas une menace dans l'UD, mais il y a une menace possible de glissements de terrain dans le canyon du Fraser.				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Le déclin pourrait être aussi faible que 1 % ou aussi élevé que 70 % sur les trois prochaines générations. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée (11-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Le ruisseau Duteau est sensible à la sécheresse et en subit régulièrement les impacts. La sécheresse réduit la largeur mouillée du cours d'eau. Il est difficile de distinguer les différences entre la température, la sécheresse et la pollution.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée (11-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Le refuge thermique est important pour les juvéniles, mais il n'y a pas beaucoup d'apport d'eau souterraine dans ce ruisseau. Les températures élevées ont provoqué des mortalités dans ces cours d'eau. En été, les conditions météorologiques extrêmes peuvent faire monter la température de l'eau du ruisseau à plus de 20 °C. Les poissons peuvent quitter la zone, mais ils sont parfois piégés par les écoulements souterrains.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte – petite (1-30 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
À la suite des récentes inondations, des travaux d'enrochement ont été réalisés pour lutte contre les crues, mais l'impact ne toucherait pas toute l'UD à la fois. Ces événements récents sont les inondations qui ont frappé toute la province en raison d'un épais manteau neigeux et d'une fonte rapide. Ils se reproduiront probablement à l'avenir.				

Tableau F10. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	4	2
D	Faible	5	8

Impact global des menaces calculé : **Très élevé** **Élevé**

Valeur de l'impact global attribuée : **AB = Très élevé - Élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé à B = Élevé a été attribuée. Les participants ont discuté de la possibilité d'attribuer une note Élevé, plutôt que Très élevé – Élevé, mais compte tenu de l'incertitude des déversements à venir ainsi que de la menace des changements climatiques et de l'exploitation de la pêche, ils ont estimé que cette note était appropriée.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>1.1 Logement</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>

Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : il y a un certain développement urbain dans cette UD, mais il n'empiète pas sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
1.2 Zones commerciales et industrielles	Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
1.3 Zones touristiques et de loisirs	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être vraiment minime. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : il n'y a pas d'empiètement des terres agricoles sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.				
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte				
Aucune.				
2.3 Élevage et élevage à grande échelle				
Ne devrait pas poser de problème dans cette UD.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<b>Exploitations aquacoles</b> : Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie</b> : La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloseries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloseries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable » n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloseries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Pas de forage de pétrole et de gaz dans la région.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire de l'exploitation minière n'est prévu.				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Restreinte (11-30 %)</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il y a une forte densité de routes dans la région, pour la plupart des chemins forestiers. À certains endroits, l'empreinte de la route empiète sur la rivière et il est prévu de remplacer de nombreux ponts. En outre, l'autoroute est en cours d'élargissement et, bien qu'elle ne soit pas actuellement à proximité immédiate de la rivière, elle pourrait le devenir.				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il est probable que le pipeline Trans Mountain sera jumelé dans les dix prochaines années, ce qui entraînera de la construction, de l'entretien et une empreinte plus grande. Toutefois, les travaux de construction devraient être réalisés en aval des cours d'eau, avec des travaux limités, voire inexistants dans les cours d'eau, et s'ils sont correctement réalisés, il ne devrait pas y avoir d'impact. Il y a trois traversées sur la rivière Albrede, et un grand nombre de poissons de cette UD les rencontreront, mais l'impact devrait être négligeable. Si l'ancien pipeline n'est pas récupéré et laissé vide, il pourrait y avoir des impacts dus au ruissellement, mais ce ruissellement est traité dans la section sur la pollution (section 9).				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
4.3 Voies de transport par eau	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois	Faible	Faible (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Il y a eu des coupes de récupération dans le passé à la suite de grands incendies dans la région et il est probable que des problèmes de sédiments persistent encore. En outre, les coupes de récupération ont probablement encore lieu dans la région. Les impacts physiques des estacades flottantes sont classés dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3) et la sédimentation dans la catégorie « Pollution » (9.3).				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à maturation printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Par exemple, pendant l'été 2019, il n'y a pas eu de pêche légale avant le 15 juillet, et d'ici cette date, les poissons devraient avoir dépassé les principales zones de pêche. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. Lorsque les populations diminuent à ce rythme, il est peu probable qu'il y ait un taux de récolte durable. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Faible</b>	<b>Faible (1-10 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
6.1 Activités de loisirs	Faible	Faible (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Les activités de loisirs ont des impacts limités. Il n'est pas certain que des VTT traversent régulièrement les cours d'eau dans l'UD. Des bateaux à propulsion hydraulique sont cependant utilisés dans la Thompson Nord et ils peuvent atteindre les frayères.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4. Les protestations pourraient avoir des impacts supplémentaires si la construction du pipeline commence, mais ces impacts ne sont pas connus. Le sabotage de l'équipement pourrait entraîner des déversements. Les protestations pourraient attirer des gens de toute l'Amérique du Nord, et il pourrait y avoir un risque d'écoterrorisme.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
D'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)
Dans cette région, le climat est plus humide que celui du moyen Fraser et aura donc moins d'impact. Les incendies directs et les activités de lutte contre les incendies devraient avoir un impact négligeable. Les effets des produits ignifuges sont traités dans la catégorie « pollution ».				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu. Il y a des installations au fil de l'eau dans l'UD16, mais presque toutes se trouvent en amont de l'habitat de croissance du chinook et ne devraient pas avoir d'effet important.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée-légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Il y a eu des incendies et des coupes de bois dans la région, ce qui				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
pourrait avoir un impact sur l'hydrologie du réseau hydrographique, mais ces impacts sont très incertains. Dans l'UD 16, les changements hydrologiques dans les affluents n'ont pas encore eu d'effet notable dans le cours principal. Le bassin est très escarpé et les possibilités d'exploitation forestière supplémentaire sont limitées.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. Il y a des ombles de fontaine dans la région de l'UD, mais ils ne chevauchent pas encore l'habitat du chinook et ne devraient pas avoir un impact important.				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les éclosions pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La prédation par la loutre de rivière pourrait également poser des problèmes dans les affluents de la Thompson Nord. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>				
Probablement pas une menace.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
Ramenée à une note Modérée en raison du risque plus élevé de déversement dans cette UD. <b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.				
<i>9.1 Eaux usées domestiques et urbaines</i>	<i>Moyen - faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles. Dans la Thompson Nord, la route parcourt le fond de la vallée le long de la rivière et il est possible que l'impact du ruissellement soit légèrement plus important dans ces UD.</p>				
<i>9.2 Effluents industriels et militaires</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019). Le risque total d'un grand événement de pollution est élevé dans les UD 16 et 17. Les corridors de service sont regroupés le long du cours principal et comme il s'agit d'une vallée en forme de U avec une présence concentrée de poissons, un grand déversement toucherait tous les poissons des deux UD. Le pipeline Trans Mountain longe la vallée dans la nappe phréatique, et un grand déversement pourrait avoir un impact important. Par le passé, il y a eu des déversements de pipelines, de wagons et de camions de transport qui ont pénétré dans le cours d'eau. De plus, on sait que le pipeline fuit à certains endroits car il a environ 50 ans. La situation pourrait s'améliorer avec le jumelage si l'ancienne canalisation est entièrement récupérée, mais si on la laisse dans le sol, les choses pourraient empirer. La poussière de charbon a également été soulevée comme une préoccupation dans la région.</p>				
<i>9.3 Effluents agricoles et forestiers</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a une accumulation de sédiments due au ruissellement de pesticides provenant de l'agriculture, des chemins forestiers et de l'activité forestière dans cette région.</p>				
<i>9.4 Détritus et déchets solides</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.</p>				
<i>9.5 Polluants atmosphériques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.</p>				
<i>9.6 Énergie excédentaire</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Inconnu</i>
<p>Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.</p>				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</b>
<i>10.1 Volcans</i>				
<p>Probablement pas une menace.</p>				
<i>10.2 Tremblements de terre et tsunamis</i>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
<i>10.3 Avalanches et glissements de terrain</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Les berges escarpées présentent un risque de glissement de terrain dans cette UD, et l'habitat pourrait alors être isolé. Récemment, des mesures ont été prises en pompant l'eau souterraine d'une falaise pour éviter un éboulement. Il n'y a pas eu de grand glissement de terrain dans l'UD récemment, mais c'est un risque dans le canyon du Fraser. Little Hell's Gate, près d'Avola, et Kettle Rapids, dans la rivière Clearwater, sont également des obstacles potentiels à la migration. La gravité dépend de l'endroit où le blocage se produit, de sorte que la note globale est Modérée à légère.				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé - moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé - moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
La grande majorité des réseaux hydrographiques n'auront probablement pas de problème, mais des conditions de sécheresse pourraient se produire dans certaines zones, d'où un impact inconnu.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
L'UD de la Thompson Nord se trouvant dans une ceinture humide et dans une zone où la glaciation est encore très présente, la température ne devrait donc pas avoir d'impact dans un avenir proche.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte – petite (1-30 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il y a des épisodes de neige suivie de pluie dans la Thompson Nord, mais ils ne touchent pas l'ensemble de l'UD en même temps.				

Tableau F11. Résultats du calculateur de menaces pour l'UD 17 – Thompson Nord, type fluvial, été

Impact de la menace		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum	Minimum
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	4	2
D	Faible	5	8

Impact global des menaces calculé : **Très élevé** **Élevé**

Valeur de l'impact global attribuée : **AB = Très élevé - Élevé**

Justification de l'ajustement de l'impact : Aucun ajustement

Commentaires sur l'impact global des menaces : Une note globale d'impact de A = Très élevé à B = Élevé a été attribuée. Les participants ont discuté de la possibilité d'attribuer une note Élevé, plutôt que Très élevé – Élevé, mais compte tenu de l'incertitude des déversements à venir ainsi que de la menace des changements climatiques et de l'exploitation de la pêche, ils ont estimé que cette note était appropriée.

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
<b>1 Résidentiel</b>	<b>Négligeable</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Négligeable (&lt; 1 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>1.1 Logement</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>

Impacts dans le bas Fraser : Dans le bas Fraser, le développement est important et la gravité de l'urbanisation pour le saumon chinook est inconnue. Il y a quelques caravanes flottantes dans le Fraser, mais on ne sait pas si d'autres viendront s'y ajouter dans le fleuve. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser. On ignore l'impact de cette future urbanisation. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités de logement et de développement. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué. Autres impacts dans cette UD : il y a un certain développement urbain dans cette UD, mais il n'empiète pas sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
1.2 Zones commerciales et industrielles	Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a plus de développement industriel que de logement dans le bas Fraser. Les développements industriels sont nombreux et empiètent sur l'estran, une zone essentielle pour le chinook. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être très faible car ils passent moins de temps dans cette zone que les poissons de l'UD 2. Il convient de noter que ces menaces ne sont que les résultats directs des nouvelles empreintes des activités industrielles. Le développement antérieur n'est pas inclus dans cette menace, mais le bas Fraser a déjà été intensivement développé et endigué (perte de 80 % de l'estuaire du bas Fraser). Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
1.3 Zones touristiques et de loisirs	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il y a beaucoup de marinas et de rampes de lancement de bateaux dans tout le bas Fraser. La portée a été jugée « généralisée » parce que les juvéniles et les adultes rencontreront probablement de nouveaux développements durant leur migration dans le bas Fraser, mais l'impact devrait être vraiment minime. Autres impacts dans cette UD : aucun impact supplémentaire n'est prévu dans cette UD, autre que les impacts sur la vallée du bas Fraser.				
<b>2 Agriculture et aquaculture</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
2.1 Cultures non ligneuses annuelles ou vivaces	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Il existe des fermes de bleuets et une intensification des terres agricoles résultant de l'utilisation croissante de serres dans la région. La conversion de l'île Herrling en terres agricoles pourrait avoir un impact sur l'hivernage des chinooks juvéniles de cette UD. Il s'agit en particulier de l'empiètement des zones agricoles dans les chenaux latéraux et les bras morts dans lesquels le chinook en amont passerait l'hiver. Il y a peu de zones riveraines dans le bas Fraser où le chinook pourrait passer l'hiver, de sorte que les pertes futures pourraient créer un surpeuplement dans ces zones. La majeure partie de la zone agricole est déjà derrière des digues. Il y a une intensification dans le bas Fraser, avec le passage des champs aux serres, mais elle devrait être plus loin du fleuve. Toutefois, elle peut encore avoir des répercussions importantes sur les cours d'eau en réduisant les zones riveraines. Il est difficile de déterminer la différence entre ce qui s'est déjà passé et ce qui se passera. De plus, il est difficile de prévoir à quoi ressemblera le développement futur et quel en sera exactement l'impact. Toutefois, on prévoit au moins un léger impact. Un grand nombre des occurrences signalées au MPO sont des retraits dans les zones riveraines, et en particulier dans le bas Fraser. Autres impacts dans cette UD : il n'y a pas d'empiètement des terres agricoles sur les rivières. Aucun impact supplémentaire n'est prévu pour cette UD, à l'exception des impacts dans la vallée du bas Fraser.				
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte				
Aucune.				
2.3 Élevage et élevage à grande échelle				
Il y a quelques vaches dans la rivière Raft, mais elles ne devraient pas avoir d'impact dans cette UD.				
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
<b>Exploitations aquacoles :</b> Il existe des exploitations aquacoles; on ignore l'impact de l'empreinte elle-même, mais il ne devrait pas être élevé. Les poissons rencontreront les élevages, mais les menaces liées aux maladies, au pou du poisson et au matériel génétique introduit sont notées ailleurs. <b>Poissons d'écloserie :</b> La concurrence des poissons d'écloserie est notée ici. Selon de nouvelles informations inédites, la survie du chinook jusqu'à l'âge 2 est associée à son taux de croissance précoce en mer et la concurrence des congénères aura donc un impact sur sa survie. Les poissons d'écloserie représentent environ 40 % des saumons dans l'océan (Ruggerone et Irvine 2018), et pourraient exercer une concurrence importante. Les chinooks de cette UD migrent vers le nord pour parvenir en haute mer où, s'il y a concurrence, elle proviendrait probablement de la production des écloseries asiatiques, mais cet impact est inconnu. Il n'existe actuellement aucun ensemble de données sur la survie en mer permettant d'examiner les impacts des lâchers d'écloseries sur la survie. Cette UD subirait une concurrence moindre que l'UD 2, où de nombreux chinooks d'écloserie au cycle biologique similaire sont relâchés. En outre, il n'existe aucun projet connu d'augmentation de la production. La gravité a été jugée légère car une note « négligeable »				



<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
n'est pas assez représentative et on a considéré que 30 % était trop élevé. Cela inclut les effets de tous les poissons d'écloserie, et pas seulement les poissons d'écloserie provenant de la même UD. Les participants se sont demandé s'il fallait prendre en compte les impacts des poissons d'écloserie provenant d'autres UD dans la section 8.2. En fin de compte, ils ont décidé que l'impact provient des poissons d'écloserie en général, et qu'il serait difficile de distinguer les impacts des lâchers des différentes écloséries selon qu'ils proviennent de la même UD ou non.				
<b>3 Production d'énergie et exploitation minière</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>3.1 Forage pétrolier et gazier</i>				
Pas de forage de pétrole et de gaz dans la région.				
<i>3.2 Mines et carrières</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Cette catégorie concerne principalement l'impact direct sur l'habitat aquatique. L'extraction de gravier, souvent considérée comme faisant partie de la protection contre les inondations, est pratiquée dans le bas Fraser. Elle devrait se produire à sec, mais elle peut modifier la profondeur et la vitesse de l'eau dans l'habitat. L'habitat ne convient plus au chinook juvénile en raison de ce changement de profondeur et de vitesse. Cependant, le réseau hydrographique est très dynamique et changera continuellement après l'extraction jusqu'à ce que la zone se stabilise à nouveau. Environ 10 % de la zone d'enlèvement de gravier se trouve en aval de Harrison, les 90 % restants se trouvant en amont de Harrison et en aval de Hope. Cependant, la réduction du gravier aurait toujours un impact sur l'accumulation de sédiments en aval. Il est possible que la charge actuelle du lit de gravier soit un artefact de l'exploitation historique des placers dans le Fraser, et si l'on n'en prend pas compte dans le bilan du gravier, le prélèvement de gravier pourrait être excessif dans ce tronçon du Fraser. Il est possible que la menace soit plus importante à l'avenir, avec une demande accrue de gravier et une augmentation de la protection contre les inondations et du retrait des digues. Il existe des preuves que le chinook des zones en amont utilise les bancs de gravier qui sont soumis à l'extraction de gravier pour hiverner. Il est peu probable que l'impact soit important car il existe d'autres zones utilisées. Autres impacts dans cette UD : il existe un projet de mine à Barrière (mine Harper) qui aurait un impact sur le chinook d'été, mais on ne sait pas si cette mine sera exploitée ou quels en seraient les impacts. Cela pourrait entraîner des forages dans la partie supérieure des eaux d'amont, mais ils ne devraient pas avoir d'impact sur le chinook; les menaces d'impact sont concentrées sur l'omble à tête plate.				
<i>3.3 Énergie renouvelable</i>				
Aucune, car il s'agit uniquement de l'énergie solaire, éolienne ou marémotrice. L'hydroélectricité est classée sous les barrages et la gestion et utilisation de l'eau.				
<b>4 Corridors de transport et de service</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>4.1 Routes et voies ferrées</i>				
Les routes ne devraient pas poser de problèmes dans cette UD. La plupart des habitats de fraie se trouvent à la limite du parc provincial Wells Gray, où les routes sont éloignées de la rivière. Il existe cependant de nombreuses voies ferrées qui pourraient produire des déversements, mais nous en parlerons dans la section 9.				
<i>4.2 Lignes de services publics</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il est probable que le pipeline Trans Mountain sera jumelé dans les dix prochaines années, ce qui entraînera de la construction, de l'entretien et une empreinte plus grande. Toutefois, les travaux de construction devraient être réalisés en aval des cours d'eau, avec des travaux limités, voire inexistants dans les cours d'eau, et s'ils sont correctement réalisés, il ne devrait pas y avoir d'impact. Il y a trois traversées sur la rivière Albretha, et un grand nombre de poissons de cette UD les rencontreront, mais l'impact devrait être négligeable. Cependant, tous les chinooks passent à proximité durant leur migration, ce qui a donné une portée « généralisée ». Si l'ancien pipeline n'est pas récupéré et laissé vide, il pourrait y avoir des impacts dus au ruissellement, mais ce ruissellement est traité dans la section sur la pollution (section 9).				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
4.3 Voies de transport par eau	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnu	Élevée (continue)
Impacts dans le bas Fraser : Le dragage des voies de navigation est inclus ici. Il pourrait avoir un impact sur les chinooks (selon le moment où il a lieu), mais il ne devrait pas y avoir de dragage à des moments critiques. C'est un chenal très actif pour la navigation et les estacades flottantes. Les impacts physiques des estacades et des barges sont notés ici. Il y a des endroits où les barges sont amarrées et se posent sur le marais de marée (elles ne sont pas censées s'échouer, mais cela arrive). La proportion d'habitats de marais de marée où il y a des estacades est élevée et l'impact sur ces habitats est important. Le déplacement créé par le sillage des navires peut conduire à l'échouement. On ignore l'impact sur la population, mais il y a des échouements. Ces juvéniles ne passeront pas autant de temps ici que ceux de la rivière Harrison car ils ne feront que traverser la région et n'y grandiront pas, mais les impacts sont encore inconnus. Autres impacts dans cette UD : aucun autre impact n'est prévu.				
4.4 Trajectoires de vol				
Probablement pas une menace.				
<b>5 Utilisation des ressources biologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
5.1 Chasse et capture d'animaux terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.2 Cueillette de plantes terrestres				
Probablement pas une menace.				
5.3 Exploitation forestière et coupe de bois	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
La grande majorité des poissons vivent dans le parc Wells Gray, où il y a eu quelques coupes de récupération. De plus, il y a eu beaucoup d'activités forestières dans les réseaux des rivières Raft, Barriere et Lemieux. Les impacts physiques des estacades flottantes sont classés dans la catégorie « Voies de transport par eau » (4.3) et la sédimentation dans la catégorie « Pollution » (9.3).				
5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Productivité des stocks - utiliser la plage raisonnable de productivité des stocks pour estimer la gravité. La gravité n'est pas le nombre de poissons capturés, mais le pourcentage de déclin de la population, donc s'il n'y a pas de déclin, il n'y a pas d'impact. Actuellement, il n'existe pas de mesures des taux de pêche pour cette UD. Il y a un problème de pêche illégale dans le canyon du Fraser, le chinook à montaison printanière précoce étant très recherché pour sa teneur en lipides, mais on n'en connaît pas exactement l'importance. La pression de la pêche en eau douce est probablement plus élevée que celle de la pêche en mer, en particulier compte tenu de la répartition marine. En outre, les données sur l'abondance relative ne sont pas toujours fiables. Les taux de récolte ont diminué pour ces stocks compte tenu des baisses qui ont été observées. Par exemple, pendant l'été 2019, il n'y a pas eu de pêche légale avant le 15 juillet, et d'ici cette date, les poissons devraient avoir dépassé les principales zones de pêche. Il est peu probable que la gestion de ces pêches change par rapport aux deux dernières années dans un avenir proche, et les taux de récolte devraient donc être inférieurs aux taux historiques. Il n'y a pas de contrôle parfait car il y a des erreurs de gestion et de la pêche illégale. Comme une gravité de 10 % a été jugée trop faible et une gravité de 30 % trop élevée, la catégorie « modérée à légère » a été retenue. En outre, il n'y a pas de taux de récolte pour ce stock et on ne sait pas quel devrait être le taux de récolte optimal. Lorsque les populations diminuent à ce rythme, il est peu probable qu'il y ait un taux de récolte durable. *Remarque : actuellement, seules les pêches de saumon sont évaluées et la menace des prises accessoires (pêche du hareng et du poisson de fond) n'est pas incluse ici. En outre, il n'y a pas suffisamment de données pour évaluer l'impact actuellement.				
<b>6 Intrusions et perturbations humaines</b>	<b>Faible</b>	<b>Faible (1-10 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
6.1 Activités de loisirs	Faible	Faible (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)
Les activités de loisirs ont des impacts limités. Il n'est pas certain que des VTT traversent régulièrement les cours d'eau dans l'UD. Des bateaux à propulsion hydraulique sont cependant utilisés dans la Thompson Nord et ils peuvent atteindre les frayères.				
6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires				
Aucune activité du MDN n'est connue en eau douce, cependant le chinook passe près de Nanoose en mer, mais on ignore complètement les impacts ou la gravité. Il peut y avoir d'autres exercices militaires qui ne sont pas connus. Il y a déjà eu des pêches de protestation en Colombie-Britannique, et elles pourraient se reproduire compte tenu du potentiel de fermetures de pêches supplémentaires; cependant, la mortalité de poissons serait prise en compte dans la catégorie 5.4. Les protestations pourraient avoir des impacts supplémentaires si la construction du pipeline commence, mais ces impacts ne sont pas connus. Le sabotage de l'équipement pourrait entraîner des déversements. Les protestations pourraient attirer des gens de toute l'Amérique du Nord, et il pourrait y avoir un risque d'écoterrorisme.				
6.3 Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
D'autres activités inconnues pourraient se dérouler dans le bassin versant, mais il est peu probable qu'elles aient un impact important ou de portée généralisée.				
<b>7 Modifications des systèmes naturels</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée - légère (1-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
7.1 Incendies et lutte contre les incendies	Négligeable	Faible (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)
Dans cette région, le climat est plus humide que celui du moyen Fraser et aura donc moins d'impact. Les incendies directs et les activités de lutte contre les incendies devraient avoir un impact négligeable. Le risque d'incendie est plus grand dans l'UD 17 que dans l'UD 16. En effet, l'UD 17 se trouve plus au sud dans le bassin versant et est plus exposée à la foudre. Les effets des produits ignifuges sont traités dans la catégorie « pollution ».				
7.2 Barrages, gestion et utilisation de l'eau	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Cette section comprend les prélèvements d'eau, les digues pour la lutte contre les inondations et l'hydroélectricité. Les alevins de chinook utilisent l'habitat du bas Fraser de mars à juin, la période la plus critique pour le chinook après son émergence. Les activités d'endiguement ont coupé l'accès à de nombreux chenaux et marécages (perte du lac Sumas dans le bas Fraser). La plupart de ces impacts sont historiques et les futurs aménagements de digues seront probablement des ajustements aux digues actuelles. L'accès aux habitats éphémères et hors chenal a déjà été coupé. Les écluses et les vannes de marée peuvent avoir des impacts permanents en bloquant l'accès à des zones éphémères et en créant un habitat indésirable pour les chinooks juvéniles (Gordon <i>et al.</i> 2015). En outre, les pompes pourraient aspirer des chinooks juvéniles et provoquer des mortalités. Ces impacts antérieurs ont peut-être déjà éliminé une grande partie de la population et ont peut-être ainsi entraîné la sélection des juvéniles qui n'utilisent pas autant ces habitats. La gravité a été estimée entre 1 et 10 % sur la base des niveaux de population actuels et du fait que la plupart des dégâts ont déjà eu lieu. Autres impacts dans cette UD : l'UD17 subit beaucoup d'extraction d'eau, mais la plupart des poissons se trouvent dans le parc où il n'y a pas d'extraction d'eau et il ne devrait donc pas y avoir d'impacts supplémentaires.				
7.3 Autres modifications des écosystèmes	Moyen – faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée-légère (1-30 %)	Élevée (continue)
Sont inclus ici : l'enrochement, les impacts sur les réseaux trophiques et les proies du chinook (mysidacés), les plantes envahissantes qui modifient l'habitat, les changements de l'hydrologie dus aux modifications du paysage par l'homme (y compris le développement et l'exploitation forestière). En 2015, 50 % du bas Fraser était recouvert d'enrochements, ce qui représente une conversion importante des rives naturelles en surface dure. Cela augmente probablement la vitesse de la rivière sur les bords et réduit le couvert et l'habitat de quête de nourriture des alevins de chinook. Les plantes envahissantes sont répandues dans le bas Fraser dans les chenaux latéraux et les marécages. L'alpiste roseau peut souvent étouffer l'habitat qui serait utilisé par les chinooks juvéniles. En outre, il y a eu un changement significatif des surfaces de captage dans la vallée du bas Fraser, dont l'impact est inconnu. Il y a eu des incendies et des coupes de bois dans la région, ce qui				

Menace	Impact calculé	Portée	Gravité	Période
pourrait avoir un impact sur l'hydrologie du réseau hydrographique, mais ces impacts sont très incertains. Le bassin est très escarpé et les possibilités d'exploitation forestière supplémentaire sont limitées.				
<b>8 Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</b>	<b>Faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Légère (1-10 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes</i>	<i>Négligeable</i>	<i>Faible (1-10 %)</i>	<i>Négligeable (&lt; 1 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Les espèces non indigènes sont incluses ici, ainsi que la prédation et la compétition avec les espèces à rayon épineux. Il existe un fort potentiel d'introduction et d'établissement de nouvelles espèces envahissantes dans le bas Fraser au cours des dix prochaines années (crabes verts, moules zébrées et quagga). Il est impossible de savoir avec certitude si et quand elles arriveront, mais il s'agit d'une menace potentielle grave. Les crabes verts ont un impact sur la zostère, qui est un habitat important pour le saumon, et sont très proches de s'établir dans le bas Fraser. La portée et la gravité augmenteront dans le temps si de nouvelles espèces envahissantes arrivent, mais il est difficile de le prévoir. Cependant, pour cette UD, ils ne passeront pas beaucoup de temps dans l'estuaire où les impacts sur la zostère seront élevés, et un effet au niveau de la population est donc peu probable. Il y a des ombles de fontaine dans la région de l'UD, mais ils ne chevauchent pas encore l'habitat du chinook et ne devraient pas avoir un impact important.				
<i>8.2 Espèces indigènes problématiques</i>	<i>Faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Légère (1-10 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il s'agit notamment de la prédation (pinnipèdes, etc.) et des maladies indigènes. Il y a plus de phoques en eau douce maintenant, mais ils pourraient encore se situer aux niveaux historiques. Les éclosions pourraient attirer davantage de phoques plus loin en eau douce et un groupe de phoques est maintenant présent toute l'année et peut s'y nourrir de chinook. Comme les populations de chinook sont à des niveaux faibles et ont une résilience réduite, cette prédation est maintenant considérée comme une menace. L'impact devrait être moindre pour les UD en amont, par rapport aux UD du bas Fraser. La prédation par la loutre de rivière pourrait également poser des problèmes dans les affluents de la Thompson Nord. La charge parasitaire augmente plus rapidement avec la hausse de la température (toutefois, la hausse de la température de l'eau est notée ailleurs).				
<i>8.3 Matériel génétique introduit</i>				
Probablement pas une menace.				
<b>9 Pollution</b>	<b>Moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée (11-30 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>Ramenée à une note Modérée en raison du risque plus élevé de déversement dans cette UD.</i>				
<b>D'après une discussion avec Tanya Brown (chercheuse scientifique, MPO) (Ceci est applicable à toutes les UD et à la section 9 dans son ensemble, mais ne sera pas reproduit dans les sections de commentaires ci-dessous) :</b> <i>La gravité est difficile à déterminer avec précision. Il n'y a pas eu beaucoup de recherches en Colombie-Britannique sur l'impact sur le chinook, mais il y en a eu dans l'État de Washington. La portée est que tous les poissons passent par le bas Fraser et seront exposés à des polluants, mais une grande incertitude entoure les impacts. Il est donc difficile d'attribuer une catégorie, car nous ne disposons pas d'informations permettant d'étayer une gravité précise. On sait qu'il y a un effet négatif, c'est pourquoi un taux de 30 % n'est pas trop élevé et une gravité modérée à légère est appropriée. De nombreuses informations devraient être produites à ce sujet dans les prochaines années. Actuellement, des études intensives sont menées sur une longue liste de contaminants dans l'estuaire du Fraser (déchets ménagers/industriels/historiques). Compte tenu du travail accompli à ce jour, la portée, la gravité et la période actuelles sont appropriées. Des travaux futurs devraient permettre de définir les différents effets de la pollution et son évolution en fonction des différentes routes de migration vers l'océan. En outre, des études porteront également sur les microplastiques, car on en ignore encore beaucoup d'aspects. Il a été suggéré de regrouper la note globale à modérée pour l'UD de la rivière Harrison, qui passe plus de temps dans la vallée du bas Fraser que les autres UD. Les contaminants les plus préoccupants sont les BPC, les PCDE, les métaux, les produits pharmaceutiques ménagers et les produits de soins personnels, ainsi que les pesticides dans le bas Fraser. Il a été établi que les poissons qui migrent en haute mer pourraient subir plus d'impacts du mercure.</i>				
<i>9.1 Eaux usées domestiques et urbaines</i>	<i>Moyen - faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée - légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
<p>Cette section sur la pollution porte sur les égouts pluviaux non traités, les produits pharmaceutiques, les produits d'entretien ménager et d'hygiène personnelle, etc. Les collecteurs d'eaux pluviales non traitées peuvent avoir des effets graves sur les petits réseaux hydrographiques et entraîner la mort des juvéniles. Dans la Thompson Nord, la route parcourt le fond de la vallée le long de la rivière et il est possible que l'impact du ruissellement soit légèrement plus important dans ces UD.</p>				
<i>9.2 Effluents industriels et militaires</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée – légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les contaminants peuvent être suffisamment élevés pour réduire le succès de la reproduction de 10 % (Spromberg et Meador 2006). L'exposition à certains produits chimiques au cours des premiers stades biologiques peut provoquer une immunosuppression (Milston <i>et al.</i> 2003). Une étude a révélé une mortalité retardée chez les chinooks juvéniles (dans l'État de Washington) due à des polluants qui peuvent limiter la capacité de rétablissement des stocks (Lundin <i>et al.</i> 2019). Le risque total d'un grand événement de pollution est élevé dans les UD 16 et 17. Les corridors de service sont regroupés le long du cours principal et comme il s'agit d'une vallée en forme de U avec une présence concentrée de poissons, un grand déversement toucherait tous les poissons des deux UD. Le pipeline Trans Mountain longe la vallée dans la nappe phréatique, et un grand déversement pourrait avoir un impact important. Par le passé, il y a eu des déversements de pipelines, de wagons et de camions de transport qui ont pénétré dans le cours d'eau. De plus, on sait que le pipeline fuit à certains endroits car il a environ 50 ans. La situation pourrait s'améliorer avec le jumelage si l'ancienne canalisation est entièrement récupérée, mais si on la laisse dans le sol, les choses pourraient empirer. La poussière de charbon a également été soulevée comme une préoccupation dans la région.</p>				
<i>9.3 Effluents agricoles et forestiers</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée – légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Il y a beaucoup d'estacades flottantes dans le bas Fraser, et les débris d'écorce y sont très répandus, ainsi que les eaux de ruissellement ou la sédimentation provenant des usines et des installations de triage de billots dans le cours inférieur du fleuve. En outre, il y a une accumulation de sédiments due au ruissellement de pesticides provenant de l'agriculture, des chemins forestiers et de l'activité forestière dans cette région.</p>				
<i>9.4 Détritus et déchets solides</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les microplastiques et les filets abandonnés/perdus sont inclus ici. On ignore les impacts des microplastiques, mais leur portée est généralisée. C'est un impact inconnu, car nous ne connaissons pas la gravité de l'impact des microplastiques ou des engins de pêche sur le chinook, mais il est certain qu'il y a un impact et que c'est une menace.</p>				
<i>9.5 Polluants atmosphériques</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée – légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
<p>Les impacts des contaminants sont omniprésents, avec une gravité inconnue, mais il a été convenu qu'il y a des effets au niveau de la population.</p>				
<i>9.6 Énergie excédentaire</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Inconnue</i>
<p>Les impacts du bruit sont notés ici, mais peuvent être inconnus. En outre, les impacts de l'énergie lumineuse excédentaire sont notés ici, mais dans ce cas, il se peut qu'il ne s'agisse pas d'une menace.</p>				
<b>10 Phénomènes géologiques</b>	<b>Moyen – faible</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Modérée – légère (1-30 %)</b>	<b>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</b>
<i>10.1 Volcans</i>				
<p>Probablement pas une menace.</p>				
<i>10.2 Tremblements de terre et tsunamis</i>				

<b>Menace</b>	<b>Impact calculé</b>	<b>Portée</b>	<b>Gravité</b>	<b>Période</b>
Probablement pas une menace, à l'exception de la possibilité de provoquer un glissement de terrain, qui relève de la section 10.3.				
<i>10.3 Avalanches et glissements de terrain</i>	<i>Moyen – faible</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Modérée – légère (1-30 %)</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
Les berges escarpées présentent un risque de glissement de terrain dans cette UD, et l'habitat pourrait alors être isolé. Récemment, des mesures ont été prises en pompant l'eau souterraine d'une falaise pour éviter un éboulement. Il n'y a pas eu de grand glissement de terrain dans l'UD récemment, mais c'est un risque dans le canyon du Fraser. Little Hell's Gate, près d'Avola, et Kettle Rapids, dans la rivière Clearwater, sont également des obstacles potentiels à la migration. La gravité dépend de l'endroit où le blocage se produit, de sorte que la note globale est Modérée à légère.				
<b>11 Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</b>	<b>Élevé – moyen</b>	<b>Généralisée (71-100 %)</b>	<b>Grave – modérée (11-70 %)</b>	<b>Élevée (continue)</b>
<i>11.1 Altération et déplacement des habitats</i>	<i>Élevé – moyen</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Grave – modérée (11-70 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Sont inclus ici : l'élévation du niveau de la mer, le blob 2.0 et l'acidification des océans. Cette menace incluait la survie en mer et tous les aspects associés. La température de la mer est incluse ici avec le blob. Les conditions océaniques futures sont incertaines, et il est possible que la survie en mer s'améliore, mais la formation du blob 2.0 indique qu'elle va décliner. Dans un récent rapport d'évaluation des menaces pesant sur le saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique, Riddell et ses collaborateurs (2013) ont conclu que les conditions de l'habitat en mer pendant la première année de résidence en mer étaient très probablement un facteur clé des tendances récentes de la survie et de la productivité. Tous les saumons chinooks de cette UD connaîtront des déplacements de l'habitat marin (c'est-à-dire que la portée sera généralisée). Les bassins hydrographiques dominés par la neige seront davantage soumis aux changements hydrologiques dus aux changements climatiques que les autres réseaux; en particulier, le chinook à montaison printanière sera plus vulnérable que le chinook à montaison estivale, qui fraye en aval de grands lacs dans un habitat plus stable. Les changements prévus sont la période de la crue nivale et un changement dans les précipitations, de la neige à la pluie. Le régime des eaux souterraines pourrait évoluer avec les changements climatiques.				
<i>11.2 Sécheresses</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Modérée (peut-être à court terme, &lt; 10 ans ou 3 générations)</i>
La grande majorité des réseaux hydrographiques n'auront probablement pas de problème, mais des conditions de sécheresse pourraient se produire dans certaines zones, d'où un impact inconnu. Les différences sont moins marquées entre les chinooks de printemps et d'été dans la Thompson Nord, parce que les chinooks d'été sont en aval de lacs plus petits que dans l'UD 10, donc le risque sera le même pour l'UD 16 et l'UD 17.				
<i>11.3 Températures extrêmes</i>	<i>Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)</i>	<i>Généralisée (71-100 %)</i>	<i>Inconnu</i>	<i>Faible (peut-être à long terme, &gt; 10 ans ou 3 générations)</i>
L'UD de la Thompson Nord se trouvant dans une ceinture humide et dans une zone où la glaciation est encore très présente, la température ne devrait donc pas avoir d'impact dans un avenir proche.				
<i>11.4 Tempêtes et inondations</i>	<i>Faible</i>	<i>Restreinte – petite (1-30 %)</i>	<i>Modérée – légère (1-30 %)</i>	<i>Élevée (continue)</i>
Il y a des épisodes de neige suivie de pluie dans la Thompson Nord, mais ils ne touchent pas l'ensemble de l'UD en même temps.				

---

## ANNEXE G. ÉTUDE SUR LA SURVIE DU SAUMON CHINOOK DE LA RIVIÈRE HARRISON

### Examen des profils de survie du chinook de la rivière Harrison avec les niveaux de production des écloséries de chinook d'automne du bas Fraser

Chuck Parken

#### G.1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le saumon chinook d'écloserie peut interagir avec le chinook sauvage de plusieurs façons pouvant menacer le rétablissement des stocks sauvages, notamment par la pêche de stocks mélangés, les impacts génétiques, la concurrence, la prédation, les parasites et la santé des poissons (p. ex. des populations plus denses entraînent une propagation plus rapide des parasites ou des maladies; Gardner *et al.* 2004). Les poissons d'écloserie peuvent concurrencer les poissons sauvages pour la nourriture, en consommant des proies qui seraient autrement disponibles pour les poissons sauvages, et pour les ressources spatiales, en occupant des zones d'alimentation de prédilection et en repoussant les poissons sauvages vers des zones d'alimentation moins productives. Ces interactions peuvent avoir des effets négatifs sur les poissons sauvages lorsque les ressources alimentaires sont limitées et que les capacités de charge se produisent dans des habitats d'eau douce, des estuaires ou des habitats océaniques distincts, tels que la mer des Salish.

Le chinook de la rivière Harrison a un cycle biologique juvénile naturel unique parmi les UD du Fraser (Fraser *et al.* 1982; MPO 1995). Ils émigrent de leur rivière natale dès leur émergence du gravier en mars et avril, puis dévalent pour grossir dans le bas Fraser, pendant des périodes allant de plusieurs jours à plusieurs semaines, de la mi-mars à la mi-mai, avant d'arriver dans les marais littoraux de l'estuaire du Fraser pour la croissance, de mars à juin (Levy et Northcote 1982). Les alevins d'autres rivières se jetant dans le détroit de Georgie (p. ex. Cowichan et Nanaimo; Healey 1991), la baie Puget (Duffy *et al.* 2010), le Columbia (Roegner *et al.* 2012) et la côte de l'Oregon (Volk *et al.* 2010) migrent eux aussi immédiatement pour aller grandir dans les estuaires. Les petits alevins de chinook grossissent et s'alimentent dans les environnements littoraux de l'estuaire du Fraser où la végétation émergente (comme les carex et les joncs) et les arbustes et arbres riverains fournissent des débris et des habitats pour les organismes dont le chinook se nourrit, tels que les oligochètes, les nymphes de chironomes, les *Corophium* et les larves de poissons (Levings *et al.* 1991). À mesure que les alevins grandissent, ils quittent probablement les habitats littoraux, à environ 2-33 m du rivage, pour les habitats néritiques (c'est-à-dire adjacents au rivage, mais trop profonds pour être échantillonnés à l'aide d'une senne de plage; Rice *et al.* 2011), puis vers les habitats extracôtiers (plus de 30 m de profondeur) de juillet à septembre. Leur régime alimentaire change, passant principalement d'insectes et d'amphipodes gammaridés dans les zones littorales à des décapodes et des poissons dans les zones hauturières (Duffy *et al.* 2010). Dans la mer des Salish, les alevins de chinook utilisent leur estuaire local jusqu'au moment où ils se rendent dans d'autres estuaires fluviaux et îles côtières proches en juillet et août, puis dans des zones plus éloignées dans la mer des Salish à l'automne (Levings *et al.* 1986; Rice *et al.* 2011; Beamish *et al.* 2012) et les bras de mer et les estuaires côtiers (Roegner *et al.* 2012; Tucker *et al.* 2011). De nombreux chinooks émigrent du détroit de Georgie en novembre, mais certains restent à la fin de l'automne et en hiver (Neville *et al.* 2015).

On a émis l'hypothèse que la capacité du chinook à manger des proies et à grossir dans les habitats des estuaires littoraux et hauturiers a une grande influence sur sa survie précoce en mer et sur l'abondance des cohortes; il s'agit de l'hypothèse de la taille et de la période critiques

---

(Beamish et Mahnek 2001). Dans la baie Puget, la survie en mer des chinooks porteurs de micromarques magnétisées codées (MMC) était fortement liée à la taille moyenne en juillet, et la mortalité après juillet dépendait fortement de la taille (Duffy et Beauchamp 2011). En bref, la prédation (p. ex. les lamproies fluviatiles; Beamish et Neville 1995) peut être la principale cause d'une mortalité naturelle précoce importante dans le milieu marin, lorsque les chinooks juvéniles ne grandissent pas assez pour atteindre une taille minimale critique en juillet (Duffy et Beauchamp 2011) ou à la fin de leur premier été en mer (Beamish *et al.* 2011). L'abondance des ressources alimentaires aquatiques dans les zones côtières et hauturières peut être influencée par les variations de la productivité des océans (p. ex. les nutriments qui régulent la production alimentaire) et la concurrence pour la nourriture (Beamish et Mahnenk 2001), et les effets de la concurrence peuvent être exacerbés pendant les années de faible productivité des océans. Pour le chinook de printemps de la rivière Snake, un affluent du fleuve Columbia, on a signalé une relation négative entre la survie des saumoneaux jusqu'au stade adulte et le nombre de poissons d'écloserie relâchés, en particulier les années où les conditions océaniques sont mauvaises, ce qui permet de penser que les programmes d'écloserie qui produisent des nombres de plus en plus élevés de poissons pourraient nuire au rétablissement des populations sauvages menacées (Levin *et al.* 2001).

Il y a près de 40 ans, de grands projets de mise en valeur du saumon ont vu le jour en Colombie-Britannique parce que les prises avaient chuté d'environ 50 %, et plusieurs études avaient indiqué que les principaux facteurs de mortalité des populations de saumon se produisaient en eau douce, et que l'abondance pouvait être accrue si l'on évitait ces goulets d'étranglement (Peterman 1978). Ces programmes de mise en valeur visaient à doubler la production de saumon pour la ramener aux niveaux historiques atteints environ 40 ans plus tôt. De nombreuses stratégies d'écloserie visaient à accroître la survie du chinook pendant les stades biologiques en eau douce, et les saumoneaux étaient relâchés à une taille et à une période qui, pensait-on, leur permettaient de migrer rapidement vers l'océan, réduisant ainsi la mortalité en eau douce (Tatara et Berejikian 2012). À l'époque, on ne savait pas si les processus de survie en mer densité-dépendants, mesurés du stade de saumoneau à celui d'adulte, pouvaient influencer les bénéfices escomptés des programmes de mise en valeur, car il existait de multiples hypothèses sur les processus de survie en mer. Un point de vue était que l'abondance des saumons juvéniles ne pouvait pas avoir d'effet important sur leur taux de survie en mer, et qu'un doublement du nombre de saumoneaux devrait se traduire par une remontée de la même proportion de saumons adultes; selon un autre point de vue, les conditions marines dans les années 1970 ne s'étaient pas suffisamment dégradées pour devenir limitatives au cours des 40 dernières années, et un processus densité-dépendant semblait donc peu probable (Peterman 1978). Peterman (1978) a effectué une méta-analyse et a indiqué que dans certains stocks, pour 1 à 7 cas sur 12, la survie marine de la cohorte, du stade de saumoneau à celui d'adulte, dépendait de la densité. Par la suite, certaines études sur la dynamique des populations de saumon ont représenté des processus densité-dépendants au début de la survie en mer dans la baie Puget (Greene et Beachie 2002) et dans le détroit de Georgie (Crittenden 1994).

Une quarantaine d'années après le lancement des grands projets de mise en valeur en Colombie-Britannique, l'abondance du saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique a continué à décliner (Riddell *et al.* 2013), plusieurs UD atteignant le niveau d'espèce menacée ou en voie de disparition (COSEPAC 2019). La faible abondance du chinook peut non seulement se répercuter sur les pêches, mais aussi influencer le potentiel de rétablissement des espèces de prédateurs en voie de disparition, comme les épaulards résidents (Velez *et al.* 2014). En mai 2019, le ministre du ministère des Pêches et des Océans a annoncé que le gouvernement du Canada allait approximativement doubler le nombre de chinooks d'automne du bas Fraser relâchés par l'écloserie de Chilliwack en produisant un million de saumoneaux



---

supplémentaires afin d'[augmenter la quantité de proies disponibles pour les épaulards en voie de disparition](#). Lors de la planification du programme de mise en valeur du saumon du MPO de janvier à mars 2019, plusieurs préoccupations scientifiques et de gestion des pêches ont été soulevées concernant les interactions écologiques potentielles entre les poissons d'écloserie et les poissons sauvages, les résultats, les enjeux et les risques associés à cette mesure pour le saumon chinook de la rivière Harrison (espèce menacée selon le COSEPAC). Ces populations ont le même cycle biologique et se trouvent dans la même zone géographique, ce qui entraîne un potentiel d'interactions écologiques entre les poissons sauvages et d'écloserie dans les habitats et pendant les périodes qui sont importants pour le début de la croissance en mer. Par exemple, la mer des Salish n'est peut-être pas un environnement sans limites pour la production de saumon chinook, et le simple ajout de poissons d'écloserie pourrait ne pas augmenter l'abondance du chinook pour les épaulards résidents en raison des interactions écologiques complexes qui se produisent dans la mer des Salish dans des conditions de faible productivité océanique (Beamish *et al.* 2012). Le MPO a doublé la production de l'écloserie de Chilliwack pour l'année d'éclosion 2019, et prévoit poursuivre cette production doublée au cours des quatre prochaines années, voire plus longtemps. Comme l'augmentation de la production peut entraver le rétablissement du saumon chinook de la rivière Harrison, les conséquences potentielles ont été discutées et prises en compte lors de l'atelier d'évaluation des menaces potentielles pour le rétablissement en vertu de la LEP.

## **G.2. MÉTHODES**

### **G.2.1. Sources des données**

Les données sur la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 pour les rivières Harrison et Chilliwack proviennent de l'analyse du taux d'exploitation des micromarques magnétisées codées (MMC) menée par le Comité technique du saumon chinook de la Commission du saumon du Pacifique en 2019 (tableau 1).

Les données sur les saumoneaux d'écloserie ont été tirées du [Regional Mark Information System](#) (système d'information régional sur les marques) en janvier 2019. Elles comprennent le nombre de chinooks d'automne relâchés du bassin de production de la CSP du bas Fraser (tableau 2), le poids moyen des chinooks pour chaque groupe relâché et la longueur moyenne à la fourche pour chaque groupe relâché lorsque les mesures ont été précisées.

Les données sur les géniteurs et le recrutement du saumon chinook de la rivière Harrison ont été fournies par Gayle Brown, Ph. D., à l'automne 2019.

[Les données sur la salinité de l'océan pour l'île d'Entrance, en Colombie-Britannique, sont recueillies quotidiennement depuis 1967.](#)

### **G.2.2. Traitement et analyse des données**

L'influence de la production en écloserie de chinooks d'automne du bas Fraser comme menace pour l'UD de la rivière Harrison a été examinée à la fois en ce qui concerne la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 et le nombre de recrues par géniteur pour cette rivière.

Les taux de survie du stade de saumoneau à l'âge 2 ont été mesurés pour les chinooks d'écloserie de la rivière Harrison qui ont été élevés et relâchés avec des MMC à l'écloserie de Chehalis, située sur la rivière Chehalis, un affluent de la rivière Harrison. Les poissons d'écloserie ont été utilisés pour représenter la survie du chinook naturel de la rivière Harrison, puisque celle-ci n'a pas été mesurée directement et qu'il n'est pas pratique de la mesurer en raison de la petite taille des alevins naturels qui émigrent de la rivière. Le taux de survie des chinooks de la rivière Harrison munis de MMC représente une part importante de la variation du

---

nombre de recrues par géniteur pour le chinook naturel de la rivière Harrison (Brown *et al.* 2001), et probablement au moins une partie de la variabilité de la survie de ce dernier. Les données sur la survie étaient en transformées logarithmiques naturelles car la survie a été mesurée sur plusieurs stades du cycle biologique depuis le moment où les poissons porteurs de MMC ont été relâchés de l'écloserie jusqu'à l'âge 2, lorsque l'on a estimé l'abondance de la cohorte. Ainsi, le taux de survie du stade de saumoneau à l'âge 2 a été mesuré à partir du produit des taux de survie entre plusieurs stades biologiques, ce qui donne une structure d'erreur hétéroscédastique multiplicative, de même que lorsque des erreurs de mesure se produisent (Peterman 1981; Bradford 1995).

On suppose souvent que la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 pour le chinook d'automne est plus influencée par des processus densité-indépendants que densité-dépendants, mais il y a des exceptions (Peterman 1978; Crittenden 1994; Greene et Beachie 2002). Pour représenter les processus densité-indépendants qui pourraient influencer la survie, on a indexé les facteurs océaniques locaux à proximité de l'estuaire du Fraser par la salinité mensuelle moyenne à l'île Entrance, en Colombie-Britannique (figure G1) au printemps (mars-mai) pour les années d'entrée dans l'océan pour chaque cohorte de chinooks de la rivière Harrison des années d'éclosion de 1981 à 2015. L'abondance des alevins de chinook de la rivière Harrison atteint son maximum en avril et mai dans l'estuaire du Fraser près de l'île Woodward, en Colombie-Britannique (Levy et Northcote 1981), et la période printanière a été positivement corrélée avec le taux de croissance de l'unité de gestion du chinook d'automne du Fraser (c'est-à-dire tous les âges océaniques pour les populations des rivières Harrison et Chilliwack; Xu *et al.* en cours d'examen). Les processus densité-dépendants étaient représentés par l'abondance de la production de chinooks d'automne du bas Fraser. Malheureusement, le programme de piégeage d'alevins réalisé en aval, à Mission, en Colombie-Britannique, n'a pas produit de mesure directe de la production d'alevins naturels de la rivière Harrison car le programme d'échantillonnage a été conçu pour le saumon rose et l'échantillonnage se termine pendant la migration du chinook, le programme ne fonctionne que les années paires et les prises d'alevins de chinook n'ont pas été ajustées en fonction du débit du Fraser (Matthew Townsend, biologiste chargé de l'évaluation des stocks, MPO, secteur du Fraser intérieur, communication personnelle). Il est possible de générer un indice de la production de saumoneaux naturels à l'aide de la reconstruction rétrospective des cohortes de chinook naturel de la rivière Harrison, des données sur le taux d'exploitation et les échappées tirées des MMC pour les âges 2 à 5, et de l'estimation de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 pour le chinook de la rivière Harrison. Cependant, cet indice de l'abondance des saumoneaux n'a pas été utilisé pour représenter les processus densité-dépendants car l'étude serait faussée si on a les mêmes données de survie dans les variables dépendantes et indépendantes et elle est faussée par les processus densité-dépendants aux stades de la fraie et de la ponte.

Le taux de survie des chinooks d'automne du bas Fraser de l'écloserie de Chehalis a été extrêmement faible pendant des décennies (MPO 1995), avec un taux de mortalité actuellement de 40 % du stade de l'œuf à celui du saumoneau dans l'écloserie. Les mécanismes à l'origine de la mortalité n'ont pas été déterminés et de nouvelles activités ont débuté avec l'année d'éclosion 2006 pour réduire la mortalité et améliorer la santé des poissons d'écloserie. Comme ces traitements pourraient influencer la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 du chinook de la rivière Harrison, on a examiné tous les changements entre 1981 et 2005 et entre 2006 et 2015 dans la relation entre la survie du chinook de la rivière Harrison et celle du quinant de la rivière Chilliwack (à l'exclusion de 2004 car la survie n'a pas été mesurée). Les pratiques de l'écloserie de Chilliwack n'ayant pas changé, elle a été considérée comme un site de référence. Aucun changement n'a été détecté entre la période d'avant le traitement et la période de traitement pour les poissons de l'écloserie de Chehalis, ce dont on déduit que les traitements n'ont pas eu d'effet détectable sur la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 (figure G2;

---

ANCOVA : homogénéité des pentes  $P=0,778$ ; homogénéité des ordonnées à l'origine  $P=0,494$ ). Une partie de l'initiative d'amélioration de la santé des poissons consistait à élever les poissons jusqu'à une taille plus grande, mesurée en poids, ce qui pourrait influencer le taux de survie si les plus grands saumoneaux survivent mieux que les plus petits. Idéalement, l'étude de l'effet de la taille des saumoneaux sur leur survie serait évaluée dans le cadre d'un plan expérimental. Comme ce type d'expérience n'avait jamais été réalisé auparavant pour la rivière Harrison, les données sur la survie ont été examinées avec le poids moyen des saumoneaux porteurs de MMC, qui variait de moins de 2 g à environ 12 g (figure G3). Rien n'indique que le taux de survie des poissons de la rivière Harrison augmente ou diminue avec la taille des saumoneaux, et le taux de survie de 2006 à 2015 se situe dans la fourchette des valeurs de la période entre 1981 et 2005.

Pour étudier l'effet potentiel de la production d'un million de chinooks d'automne du bas Fraser supplémentaires, on a utilisé un modèle de régression reliant la survie transformée des poissons de la rivière Harrison et la production des écloséries de chinooks d'automne du bas Fraser pour estimer la survie médiane au niveau de production moyen récent des écloséries sur 10 ans, puis avec un million de poissons de plus que cette moyenne. La variation relative en pourcentage de la survie indique l'effet potentiel de l'augmentation de la production d'écloserie, et les intervalles de confiance ont été générés à partir d'une procédure d'auto-amorçage non paramétrique incluant un rééchantillonnage des résidus de la régression (Efron et Tibshirani 1993). Les résidus ont été calculés comme étant la différence entre les valeurs observées et les valeurs prédites. Pour chaque échantillon de bootstrap, les résidus ont été tirés au hasard et remplacés par une gamme de  $n$  résidus calculés à partir de la régression initiale. Un nouvel ensemble de données comprenant la variable indépendante originale et la variable dépendante simulée a été généré, la survie médiane a été prédite à la moyenne récente et aux niveaux de production accrus, puis la variation relative de la survie a été enregistrée. La procédure a été répétée 10 000 fois pour créer les distributions de la variation relative et les limites de confiance ont été calculées selon la méthode des percentiles (Efron et Tibshirani 1993).

L'influence de l'abondance de la production de chinook d'automne du bas Fraser en écloserie sur les recrues par géniteur, une mesure de la productivité, du chinook naturel de la rivière Harrison a été examinée à l'aide d'une analyse du stock-recrutement. La variation des recrues par géniteur est due à des facteurs densité-dépendants et indépendants. L'abondance des géniteurs est l'un des principaux facteurs densité-dépendants pour le saumon chinook, mais l'abondance des alevins ou des saumoneaux peut également être un facteur densité-dépendant si les habitats de croissance en eau douce, dans les estuaires ou dans les zones marines de la mer des Salish ont des capacités de charge (Greene et Beachie 2002). Les effets limitatifs de l'abondance de ces habitats peuvent varier d'une année à l'autre, et les conditions environnementales d'un type d'habitat peuvent limiter les nombres au cours d'une année, alors que c'est un autre habitat qui peut limiter les nombres une autre année. Pour examiner l'influence éventuelle de l'abondance des chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie sur la productivité (recrues par géniteur) et la dynamique du stock-recrutement du chinook naturel de la rivière Harrison, on a examiné des modèles de stock-recrutement sur la base a) de l'abondance des géniteurs, b) de l'abondance des géniteurs et de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2, et c) de l'abondance des géniteurs, de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 et de la production en écloserie de chinooks d'automne du bas Fraser.

On a comparé les estimations de la longueur moyenne des chinooks d'automne du bas Fraser relâchés par les écloséries aux longueurs des chinooks échantillonnés dans l'estuaire du Fraser et dans les habitats littoraux et hauturiers de la baie Puget. La plupart des chinooks d'automne du bas Fraser sont généralement relâchés par les écloséries entre la mi-mai et le début juin à des tailles moyennes comprises entre 4 et 6 g. Environ 75 % (359) des 487 enregistrements

---

d'alevins et de saumoneaux de chinook d'automne du bas Fraser relâchés par les écloséries ne comportaient pas de données de longueur, mais le poids moyen était indiqué. Pour convertir les poids moyens en longueurs moyennes, on a élaboré un modèle de régression linéaire à partir des mesures appariées du poids moyen et de la longueur moyenne pour les alevins et les saumoneaux de moins d'un an de chinook relâchés par les écloséries du sud de la Colombie-Britannique (n=2104 mesures appariées; figure G4).

### G.3. RÉSULTATS

L'examen des données réelles (c'est-à-dire non transformées) sur la survie avec la production de chinooks d'automne du bas Fraser en éclosérie a révélé un profil de décroissance exponentielle (figure G5A), et les données transformées affichent un profil densité-dépendant de décroissance de la survie à mesure que la production de chinooks d'automne du bas Fraser en éclosérie augmente (figure G5B; ANOVA,  $P=0,006$ ). Lorsqu'on a adapté un modèle linéaire simple aux données non transformées sur la survie, les résidus avaient une distribution non normale, mais présentaient une distribution normale lorsque les données de survie avaient subi une transformation logit, conformément aux résultats de Peterman (1981; figure G6). La transformation logit comporte la transformation logarithmique naturelle pour normaliser la structure d'erreur multiplicative et elle a contraint l'axe des y à des valeurs comprises entre 0 et 1, ce qui est nécessaire pour les données sur la survie. Lorsque les résidus non normalisés ont été classés par production en éclosérie de chinooks d'automne du bas Fraser, les résidus du modèle utilisant les données non transformées présentaient un modèle hétéroscédastique, tandis que ceux qui utilisaient les données transformées se trouvaient dans une bande horizontale sans caractéristiques systématiques apparentes (figure G7). La relation négative entre la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 et les chinooks d'automne du bas Fraser d'éclosérie était significative (ANOVA,  $P=0,006$ ), mais la production en éclosérie de chinooks d'automne du bas Fraser ne représentait qu'environ 19 % ( $r^2$  ajusté) de la variation de la survie. Une grande partie de la variation inexplicée est probablement due à des facteurs tels que l'erreur de mesure, les conditions environnementales et la disponibilité de la nourriture pour le début de la croissance en mer, ainsi que l'abondance des prédateurs (Peterman 1978; Bradford 1995; Levin *et al.* 2001).

L'observation la plus élevée de la survie de poissons de la rivière Harrison portait sur la première année d'incubation, 1981, qui était presque le double de la valeur suivante la plus haute, et pourrait être une aberration statistique pouvant définir la relation entre la survie des poissons de la rivière Harrison et la production en éclosérie de chinooks d'automne du bas Fraser (figure G5). Toutefois, une fois les données sur la survie transformées, les données de 1981 n'étaient pas une valeur aberrante et le résidu était à 2,2 écarts-types du résidu moyen, ce qui est conforme à la distribution attendue pour les résidus à distribution normale (figure G6). En outre, l'effet de levier des données de 1981 se classe au 5<sup>e</sup> rang parmi 34 résidus, et la valeur (0,067) était inférieure au critère général de 0,2 utilisé pour relever les données préoccupantes, de sorte que les données de 1981 ne définissaient pas la relation. De plus, l'observation du taux de survie élevé pour la rivière Harrison en 1981 a été corroborée par le taux de survie élevé mesuré dans la rivière Chilliwack, qui se jette dans le Fraser à environ 17 km en aval de l'embouchure de la rivière Harrison. Les taux de survie présentaient une corrélation modérée pour ces stocks ( $r^2=0,42$ ; figure G2). L'observation de 1981 avait une valeur élevée, mais pas inhabituelle, et il n'y avait rien d'inhabituel à son sujet qui justifiait de l'exclure des études. Peterman (1981) a constaté qu'une distribution multiplicative et lognormale des erreurs était la plus cohérente pour la survie en mer du saumon du Pacifique, et que ce phénomène devrait être pris en compte dans la planification des programmes de mise en valeur du saumon et de leur évaluation.

---

Le profil de survie pourrait être influencé par la forte production de chinooks d'automne du bas Fraser de l'écloserie de Chehalis plus que par la production des autres écloseries du bas Fraser, qui sont en aval de la rivière Harrison et dont le chevauchement spatial avec le chinook de la rivière Harrison est potentiellement moindre (figure G8). Par exemple, pendant leur migration, les poissons de l'écloserie de la rivière Chilliwack traversent environ 84 % du bas Fraser que parcourt le chinook de la rivière Harrison. Cependant, le chevauchement spatial réel pourrait être différent compte tenu des différences dans la période de migration et l'utilisation de l'habitat entre le chinook naturel de la rivière Harrison et le chinook de l'écloserie de Chilliwack. La production de chinook d'automne dans des écloseries plus éloignées dans le détroit de Georgie et la baie Puget pourrait influencer la survie des poissons de la rivière Harrison si les ressources se chevauchaient et se limitaient à des endroits plus éloignés au-delà du bas Fraser et de l'estuaire. La survie du chinook de la rivière Harrison était plus significativement associée à l'ensemble de la production de chinooks d'automne du bas Fraser en écloserie (corrélation de Pearson = -0,463,  $P=0,006$ ) qu'à la production de chinook d'automne de la seule écloserie de Chehalis (corrélation de Pearson = -0,422,  $P=0,013$ ) ou de Chilliwack (corrélation de Pearson = -0,400,  $P=0,019$ ), et elle n'était pas associée de façon significative à la production de chinook d'automne des écloseries du bas du détroit de Georgie (corrélation de Pearson = -0,080,  $P=0,653$ ) ou de la baie Puget (corrélation de Pearson = 0,247;  $P=0,159$ ; figure G9). La survie du chinook de la rivière Harrison affichait une tendance similaire à la baisse avec l'augmentation de la production de chinook d'automne du bas Fraser dans les écloseries de Chehalis et de Chilliwack, mais elle était davantage associée à la production cumulée de toutes les écloseries du bas Fraser.

Afin de déterminer si le modèle de survie du chinook de la rivière Harrison pouvait être principalement dû aux lâchers importants de l'écloserie de Chehalis, on a examiné les profils de survie entre les années d'éclosion où les niveaux de production de l'écloserie de Chehalis étaient élevés et faibles. On considérait que la production était élevée lorsque plus d'un million de poissons d'écloserie ont été relâchés, puisque ce niveau était intermédiaire entre deux pics dans la distribution de fréquence de la production de chinooks d'automne du bas Fraser dans l'écloserie de Chehalis (figure G10). Il n'y avait pas de différence significative dans la relation entre la survie du chinook de la rivière Harrison pendant les années de production élevée et faible à l'écloserie de Chehalis, puisque les pentes des modèles de régression n'étaient pas significativement différentes (ANCOVA,  $P=0,493$ ) et les ordonnées à l'origine n'étaient pas significativement différentes (ANCOVA,  $P=0,901$ ; figure G11). Pour examiner l'influence des effets de la série chronologique sur les profils de survie du stade de saumoneau à l'âge 2, on a étudié l'autocorrélation des résidus, mais aucune n'a été détectée (figure G12). Cela indique que les profils de décroissance de la survie avec l'augmentation de la production de chinook d'automne du bas Fraser dans les écloseries ne semblent pas faussés par les effets des séries chronologiques (c'est-à-dire les périodes de survie élevée ou faible coïncidant avec les périodes de production faible ou élevée des écloseries, respectivement; figure G13).

Comme Levin et ses collaborateurs (2001) ont constaté que la relation négative entre la survie du chinook sauvage de printemps de la rivière Snake et la production des écloseries était exacerbée pendant les années d'entrée dans l'océan où les conditions océaniques étaient mauvaises, on a examiné l'effet supplémentaire des mauvaises conditions océaniques dans le détroit de Georgie. On a utilisé la salinité printanière à l'île Entrance, en Colombie-Britannique, comme indice des conditions océaniques, puisqu'elle était associée à la croissance du chinook de la rivière Harrison (Xu *et al.* en cours d'examen<sup>33</sup>). Les années de mauvaises conditions

---

<sup>33</sup> Xu, Y., S. Decker, C.K. Parken, L. Ritchie, D. Patterson et C. Fu. En cours d'examen. Climate effects on size-at-age and growth rate of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Fraser River, Canada.

---

océaniques étaient inférieures de plus d'un écart-type à la moyenne à long terme (1937 à 2019), ce qui correspond à l'approche utilisée par Levin et ses collaborateurs pour cerner les anomalies dans l'indice de condition des huîtres. Il y a eu six années de mauvaises conditions océaniques de 1981 à 2015 (figure G14), mais il n'y a pas eu de différences dans les pentes de régression (ANCOVA,  $P=0,325$ ) ou les ordonnées à l'origine (ANCOVA,  $P=0,654$ ) lorsque les conditions océaniques étaient mauvaises par rapport aux autres. Ces résultats permettent de penser que la plus grande partie de la variation de la survie des poissons de la rivière Harrison peut être influencée par des facteurs écologiques autres que les conditions physiques de l'océan représentées par la salinité printanière à l'île Entrance.

Bien que la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 ait été mesurée pour les poissons des rivières Harrison et Chilliwack, une tendance à la baisse de la survie avec l'augmentation de la production de chinook d'automne du bas Fraser dans les écloseries n'a été relevée que pour la rivière Harrison. Les saumoneaux d'écloserie avaient à peu près la même taille sur les deux sites, et la survie sur chaque site n'était pas liée à la taille moyenne des saumoneaux d'écloserie (ANOVA,  $P>0,74$ ). Les mécanismes qui ont conduit à un déclin de la survie dans la rivière Harrison, mais pas des saumoneaux de la rivière Chilliwack, n'étaient pas clairs. Peterman (1978) a décrit une interaction indirecte qui peut se produire lorsqu'un stock épuise l'approvisionnement alimentaire local et s'éloigne ensuite tandis que peu après, un autre stock arrive dans un endroit avant que l'approvisionnement alimentaire ne se soit rétabli, et il est possible que l'emplacement des lâchers plus en aval de l'écloserie de Chilliwack offre un certain avantage à ces poissons en leur permettant d'atteindre et de défendre des habitats d'alimentation de prédilection, ou d'acquiescer et peut-être d'épuiser les ressources alimentaires avant l'arrivée des poissons de la rivière Harrison porteurs de MMC. D'après les informations provenant des stocks de chinook munis de MMC dans la baie Puget, Duffy et Beachamp (2011) ont indiqué que la survie en mer du saumon chinook dépendait fortement de sa taille en juillet, et qu'une croissance rapide au début de la période marine (au moins jusqu'à la mi-juillet) était essentielle pour améliorer la survie. Les poissons de la rivière Chilliwack ont une survie (transformée) plus élevée que ceux de la rivière Harrison (test-t sur des échantillons appariés,  $P<0,001$ ; figure G2), ce qui permet de penser que les poissons de la rivière Chilliwack grossissent plus vite au début de la phase marine et sont plus gros en juillet que ceux de la rivière Harrison, puisque les écloseries relâchent ces stocks à peu près à la même taille (test-t sur des échantillons appariés,  $P=0,18$ ). Les poissons plus gros sont généralement plus résistants aux périodes de privation de nourriture que les plus petits et moins vulnérables à la prédation (Peterman 1978). Dans les eaux néritiques de la baie Puget, Rice et ses collaborateurs (2011) ont constaté que le chinook d'écloserie ne présentait pas une forte densité-dépendance en taille par rapport aux poissons sauvages. Ils en ont déduit que la taille moyenne plus importante des poissons d'écloserie leur permet de dominer les interactions compétitives avec les poissons sauvages dans l'estuaire, les protégeant ainsi de la concurrence. Ils ont également suggéré que les poissons d'écloserie avaient un taux de renouvellement plus élevé que les poissons sauvages en raison des taux de migration rapide, qui réduirait la concurrence apparente pour les proies dans leur étude.

On a utilisé le modèle de régression logistique pour représenter le modèle de déclin de la survie des poissons de la rivière Harrison avec l'augmentation de la production de chinooks d'automne du bas Fraser, ainsi que pour estimer la survie médiane à différents niveaux de la production en écloserie de chinook d'automne du bas Fraser. Pour les années d'éclosion 2007 à 2016, la production de chinook d'automne du bas Fraser a été en moyenne de 1 652 730 poissons, ce qui correspond à une survie médiane du stade de saumoneau à l'âge 2 de 1,48 %, tandis qu'une production supplémentaire de 1 000 000 poissons à l'écloserie de Chilliwack correspond à une survie médiane de 1,09 %. La réduction relative de la survie des poissons de la rivière Harrison entre la production moyenne récente de chinook d'automne du bas Fraser en écloserie

---

sur 10 ans et le niveau de production accru avait une médiane de 26 %, avec des intervalles de confiance à 80 % allant de 16 % à 35 % (figure G16).

Pour le chinook naturel de la rivière Harrison, les recrues transformées par géniteur dépendent de l'abondance des géniteurs et de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 (Brown *et al.* 2001). Pour les années d'éclosion 1984 à 2013, à l'exclusion de 2004 en raison de l'absence de données sur la survie, l'abondance des géniteurs explique 11 % ( $r^2$  ajusté) de la variation des recrues par géniteur, mais environ 35 % de la variation s'explique lorsque les données sur la survie sont incluses, ce chiffre passant à 39 % si l'on inclut la production de chinook d'automne du bas Fraser en écloserie.

#### **G.4. DISCUSSION**

Les interactions écologiques entre les chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie et d'origine naturelle sont en grande partie non décrites au cours de leur première année. Plusieurs études ont décrit l'utilisation de l'habitat par le chinook naturel dans le bas Fraser et les zones littorales de l'estuaire (Levy et Northcote 1982, Levings *et al.* 1991), et ailleurs dans la mer des Salish. Les alevins de chinook utilisent ces niches écologiques pendant quelques semaines à quelques mois, et ils semblent se déplacer vers des habitats hauturiers de plus en plus profonds à mesure de leur croissance, selon des études menées dans les estuaires de la baie Puget (Duffy *et al.* 2010), la rivière Nanaimo (Healey 1980) et la rivière Campbell (Levings *et al.* 1986); ils se répartissent également dans d'autres estuaires de la mer des Salish plus tard dans l'été (Rice *et al.* 2011). Ces habitats sont des zones de croissance importantes pour le saumon chinook et ils peuvent jouer un rôle significatif pour les populations de saumon selon le mécanisme de densité-dépendance (Healey 1980; Greene et Beachie 2004).

La survie du stade de saumoneau à l'âge 2 du chinook de la rivière Harrison était davantage associée à la production cumulative de chinook d'automne du bas Fraser de toutes les écloséries qu'à la production individuelle des écloséries de Chehalis et de Chilliwack ou à la production d'alevins et de saumoneaux de chinook de toutes les écloséries du détroit de Georgie ou de la baie Puget, et ces résultats concordent avec ceux des recherches menées dans la baie Puget. Dans la baie Puget, les conditions écologiques dans l'estuaire du cours d'eau natal qui influencent la croissance du chinook jusqu'à la mi-juillet ou la fin juillet semblent être les principaux facteurs qui déterminent la survie en mer. Les chinooks de la baie Puget grandissent dans différentes parties de leur estuaire natal jusqu'en juillet, puis les poissons commencent à se rendre dans d'autres estuaires et des zones plus profondes de la baie (Duffy *et al.* 2010; Rice *et al.* 2011). À mesure que la densité de chinooks marqués et non marqués (principalement sauvages) dans l'estuaire augmente, la croissance des chinooks non marqués (principalement sauvages) diminue (Rice *et al.* 2011) et la taille moyenne des chinooks porteurs de MMC en juillet est fortement liée à leur survie en mer (Duffy et Beauchamp 2011). En conséquence, la période critique de croissance s'étend probablement de mars à juillet, et les emplacements sont les habitats de croissance qui fournissent les ressources alimentaires du cours d'eau natal à l'estuaire du réseau de celui-ci dans la mer des Salish. Ainsi, la production des écloséries qui entre dans la mer des Salish par des estuaires éloignés est moins susceptible d'influencer la croissance du chinook pendant la période et aux emplacements critiques, puisque ce n'est que plus tard que ces poissons semblent cohabiter dans les eaux marines de la mer des Salish.

La concurrence entre les poissons d'écloserie et les poissons sauvages se traduira en fin de compte par une réduction de la valeur adaptative, et peut être déterminée par le comportement agonistique, le comportement alimentaire, la croissance et la survie (Tatara et Berejikian 2012). La survie a la relation la plus forte avec la valeur adaptative par rapport aux études qui mesurent les effets des poissons d'écloserie sur la croissance, la consommation alimentaire, le

---

déplacement, l'utilisation de l'habitat et le comportement des poissons sauvages (Tatara et Berejikian 2012). Chez le saumon, la concurrence intraspécifique est plus importante que la concurrence interspécifique parce que les espèces ont des niches écologiques différentes (voir les analyses dans Groot et Margolis 1991). Dans une espèce, la concurrence est probablement plus grande entre les poissons de la même population biologique (p. ex. géographie, cycle biologique et génétique similaires), et moindre entre les populations d'une même unité de conservation (UC) selon la *Politique concernant le saumon sauvage* (p. ex. géographie et génétique moins similaires, mais cycle biologique similaire), et encore moindre entre les UC d'une même zone de gestion des stocks du MPO (p. ex. géographie et génétique différentes, et plusieurs différences dans le cycle biologique), puis moindre entre les différentes zones de gestion (p. ex. géographie, cycle biologique et génétique différents). Le chinook de la rivière Harrison est une UC à frayère unique, mais le stock a été transplanté dans plusieurs écloseries dans la zone géographique du bas Fraser. Ces stocks d'écloserie auront un cycle biologique et des niches écologiques très similaires, avec quelques légères différences dues à l'emplacement des écloseries et aux périodes et tailles de lâcher des poissons de chaque écloserie.

Les écloseries peuvent élever des poissons à un rythme accéléré et les relâcher à une taille plus grande que celle des poissons sauvages, l'intention étant que les saumoneaux de chinook migrent rapidement vers l'océan peu après leur lâcher, ce qui réduit la mortalité en eau douce et la durée de cohabitation entre les poissons d'écloserie et les poissons sauvages (Tatara et Berejikian 2012). Pour les chinooks d'automne du bas Fraser, on ne comprend pas bien les rôles des mécanismes et des stades biologiques densité-dépendants. La concurrence a lieu au stade de la fraie (p. ex. la défense des nids pour réduire la superposition) et peut-être aux stades juvéniles lorsque les ressources sont limitatives pour les stades biologiques pendant l'hypothèse de la taille et de la période critiques (Beamish et Mahnken 2001). On ne connaît pas l'utilisation de l'habitat et le chevauchement potentiel des niches écologiques pour les chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie et sauvages, mais les informations sur le chinook de la baie Puget, proche, indiquent que les alevins de chinook non marqués (principalement sauvages) utilisent les habitats néritiques près des embouchures des rivières pendant beaucoup plus longtemps que les chinooks marqués par les écloseries, et que les longueurs des chinooks non marqués étaient négativement liées à la densité des chinooks marqués, non marqués et totaux, mais pas les longueurs des chinooks marqués (Rice *et al.* 2011). Pour la rivière Harrison, la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 indique un effet densité-dépendant des chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie; cependant, il n'existe pas de données sur l'abondance ou la survie des poissons sauvages de la rivière Harrison à ces stades biologiques, et les déductions reposent donc sur les informations sur les poissons de la rivière Harrison porteurs de MMC.

Les interactions écologiques potentielles entre les chinooks d'écloserie et naturels durant leur première année pourraient être assez complexes, plusieurs se produisant simultanément, et la plus influente pourrait varier entre les stades biologiques au cours d'années différentes en fonction de conditions précises (p. ex. si les ressources alimentaires sont limitatives ou non). Par exemple, Beamish et Mahnken (2001) pensent que la croissance est importante pour atteindre une taille critique à la fin du premier été et que la mortalité naturelle précoce est principalement liée à la prédation, puis par la mortalité physiologique qui se produit pendant le premier hiver dans l'océan. Rice et ses collaborateurs (2011) ont indiqué que la longueur des chinooks non marqués (principalement naturels) dans les eaux néritiques des estuaires dans la baie Puget était négativement liée à la densité des saumons chinooks marqués ( $R^2 \sim 54\%$ ), dénotant une interaction écologique négative pour les poissons naturels en raison de la concurrence pour les ressources alimentaires. Cependant, Nelson et ses collaborateurs



---

(2018)<sup>34</sup> ont mentionné que les rejets des écloséries n'étaient corrélés avec la productivité que dans un des 20 stocks du nord-ouest du Pacifique, alors que la densité des phoques communs était négativement corrélée avec la productivité dans 14 des 20 stocks. Gardner et ses collaborateurs (2004) ont examiné comment le saumon mis en valeur pouvait avoir un effet négatif sur le saumon naturel en augmentant les taux de prédation, en attirant les prédateurs, et un effet positif en diminuant les taux de prédation, en rassasiant les prédateurs. Il est probablement très difficile de discerner les effets précis des poissons d'écloserie sur les poissons sauvages car il existe de nombreux mécanismes et synergies potentiellement complexes qui ne seront pas déterminés tant qu'il n'y aura pas de programme de surveillance des interactions entre les poissons d'écloserie et les poissons sauvages pour le saumon chinook du Fraser ou d'autres chinooks en Colombie-Britannique.

La survie du stade de saumoneau à l'âge 2 pour la rivière Harrison a été associée négativement à l'abondance de la production de chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie sur 34 ans, ce qui représente environ 1/5<sup>e</sup> de la variation de la survie. La déduction pour le chinook naturel de la rivière Harrison ne peut être qu'indirecte pour deux raisons : (1) il n'y avait pas de mesures directes de la survie ou de l'abondance des saumoneaux pour le chinook naturel de la rivière Harrison et (2) les données sur la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 étaient fondées sur les poissons d'écloserie de la rivière Harrison porteurs de MMC qui ont été relâchés dans la rivière Harrison à une taille plus grande et plus tard au printemps que les poissons qui émigrent naturellement. Il était donc difficile d'affirmer avec certitude que ce profil densité-dépendant a un effet causal sur la survie des poissons sauvages de la rivière Harrison. C'est toutefois la mesure la plus représentative qui existe pour la survie à ce stade biologique pour le stock sauvage et rien ne prouve que le profil est fallacieux et causé par d'autres mécanismes (p. ex. les conditions océaniques représentées par la salinité printanière à l'île Entrance, en Colombie-Britannique, qui ont été associées à la croissance du chinook de la rivière Harrison, faussée par la production élevée de l'écloserie de Chehalis, une survie élevée pour l'année d'éclosion 1981). L'effet de la production de chinooks d'automne du bas Fraser en écloserie représentait une petite partie (4 %) de la variation des recrues par géniteur pour le chinook naturel de la rivière Harrison, et la plus grande partie était représentée par la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 (24 %), suivie par l'abondance des géniteurs (11 %). Les données de stock-recrutement pour la rivière Harrison sont très variables et bruyantes par rapport aux ensembles de données de stock-recrutement d'autres stocks de chinook où la plus grande partie de la variabilité des recrues par géniteur était représentée par l'abondance des géniteurs (Parker *et al.* 2006).

Le bas Fraser et son estuaire sont très développés, la grande majorité des habitats des marais intertidaux ayant été remblayés et les zones riveraines ayant été remplacées par des enrochements ou renforcées par des tôles d'acier verticales pour créer un littoral adapté à la navigation et à d'autres industries (Levings *et al.* 1991). Ces modifications ont pu entraîner une capacité de charge limitée pour les alevins de saumon chinook car les habitats essentiels pour la production des ressources alimentaires (comme les zones riveraines pour les insectes, les habitats marécageux pour les gammaridés et les poissons proies) et où les alevins capturent leurs proies, dans les zones de marée moyenne et basse, ont été considérablement réduits, dragués et réaménagés par rapport aux conditions antérieures au développement.

Les alevins naturels du chinook de la rivière Harrison peuvent être désavantagés sur le plan de la concurrence pour la nourriture par rapport aux alevins chinooks d'automne du bas Fraser

---

<sup>34</sup> Plusieurs hypothèses et traitements atypiques existent avec les données de stock-recrutement utilisées dans cette analyse et les résultats doivent être interprétés avec prudence.

---

d'écloserie du fait de leur taille relativement plus petite. Les chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie sont généralement relâchés à des longueurs moyennes de 73-85 mm de la mi-mai à la mi-juin. En comparaison, les alevins naturels du chinook de la rivière Harrison commencent à arriver dans l'estuaire du Fraser en mars, avec des longueurs moyennes d'environ 40-45 mm dans les chenaux intertidaux, puis leur taille moyenne augmente jusqu'à environ 45-50 mm entre la mi-mai et la fin mai, pour arriver à environ 70-75 mm à la fin juin et au début juillet (Levy et Northcote 1982). La taille plus grande des poissons d'écloserie peut leur permettre de dominer les zones d'alimentation de prédilection car les plus gros poissons peuvent être des prédateurs supérieurs (Tatara et Berejikian 2012). La taille des alevins de chinook semble également varier selon les habitats estuariens, les plus gros poissons se trouvant dans les habitats plus profonds du chinook de la baie Puget, où la taille moyenne des alevins dans les zones littorales était de 78 à 86 mm en mai (plage de 39 à 115 mm), 85 à 90 mm en juin (plage de 81 à 150 mm), et de 127 à 164 mm dans les zones hauturières plus profondes en juillet (plage de 103 à 226 mm; Duffy *et al.* 2010). La taille plus grande des chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie peut leur conférer un avantage concurrentiel sur les poissons sauvages de la rivière Harrison, plus petits, par le déplacement (c'est-à-dire que les gros poissons déplacent les petits par leur comportement agressif), par la concurrence directe pour les ressources alimentaires dans le même habitat puisque les poissons plus gros sont souvent des concurrents dominants ou par le fait que les poissons plus grands ne restent pas dans les habitats peu profonds et occupent des habitats plus profonds, gagnant une résidence ou un territoire d'alimentation temporaire (« effet de première occupation », Tatara et Berjikian 2012) et épuisant les ressources alimentaires qui auraient autrement été disponibles pour les poissons naturels. Il est prouvé que le chinook d'écloserie a un comportement plus agonistique que le chinook sauvage (Wessel *et al.* 2006). Lorsqu'on a placé des chinooks d'écloserie et des chinooks sauvages dans des parcs à des densités similaires, les poissons d'écloserie avaient un effet négatif plus important sur la croissance des poissons sauvages qu'une densité égale de poissons sauvages quand les ressources alimentaires étaient considérées comme limitatives (Weber et Fausch 2005). La concurrence des chinooks d'automne du bas Fraser d'écloserie pourrait ralentir le taux de croissance des poissons de la rivière Harrison et influencer leur survie en prolongeant la période pendant laquelle leur taille rend les poissons sauvages vulnérables aux prédateurs (c'est-à-dire aux prédateurs qui avalent leurs proies entières) et en allongeant le temps nécessaire pour atteindre des tailles critiques afin de quitter les habitats littoraux pour des habitats hauturiers où les ressources alimentaires sont plus abondantes (Duffy *et al.* 2010) ou pour atteindre des tailles critiques pour assurer leur survie physiologique pendant l'hiver (Beamish et Mahnken 2001).

Le message n'est pas de fermer les éclosiers, mais de collecter plus activement des informations sur les interactions écologiques entre les chinooks d'écloserie et sauvages, d'utiliser la mise en valeur pour obtenir des données sur les processus de survie du stade de saumoneau à l'âge 2 qui seront utiles à la gestion future des stocks, et de guider les décisions sur les niveaux de production des éclosiers et les stratégies de lâcher qui pourraient entraver le rétablissement des populations sauvages décimées. Il pourrait être utile d'intensifier les recherches sur les facteurs qui influencent la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 de Harrison et d'autres chinooks du Fraser dans les zones d'eau de marée et d'eau douce du Fraser, de son estuaire et d'autres parties de la mer des Salish. Une expérience randomisée visant à faire varier sensiblement la production de chinooks d'automne du bas Fraser une année sur deux pourrait permettre d'approfondir les connaissances sur les effets densité-dépendants sur la survie du stade de saumoneau à l'âge 2. D'après les années d'éclosion 1981 à 2015, les taux de survie des chinooks de la rivière Harrison étaient les plus élevés lorsque la production de chinooks d'automne du bas Fraser était inférieure à 1,5 million de poissons. La production récente de chinooks d'automne du bas Fraser est en moyenne assez proche de ce

---

niveau (1,6 million), mais l'augmentation d'un million de poissons devrait relativement réduire les taux de survie d'une médiane de 26 % (intervalle de confiance à 80 % : 16 à 35 %).

Des activités de conservation du saumon chinook se déroulent depuis de nombreuses décennies sur la côte nord-ouest américaine du Pacifique, remontant à l'époque où des barrages ont été construits sur le cours principal du Columbia, et peuvent fournir des informations utiles pour les programmes de rétablissement du saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique. De nombreux programmes américains se concentrent sur quatre aspects du rétablissement du saumon : récolte, habitat, systèmes hydroélectriques et écloséries. Les écloséries peuvent être utilisées pour atteindre des objectifs de conservation pour certaines populations et pour maintenir la pêche pour d'autres. L'effet négatif des écloséries a été signalé pour la survie du chinook sauvage dans le Columbia, et de nombreuses études ont fait état d'interactions entre les poissons d'écloséries et sauvages, allant d'effets négatifs à aucun effet négatif détecté sur le chinook sauvage, de Sacramento, en Californie, à la baie Puget, dans l'État de Washington. Relativement peu d'informations sont disponibles sur ces interactions écologiques dans le détroit de Georgie et aux environs, mais certaines indiquent que les ressources alimentaires peuvent être limitatives dans les estuaires et les eaux plus profondes de la mer des Salish à proximité, et que la taille moyenne en juillet est positivement liée à la survie, ce qui confirme l'hypothèse de la taille et de la période critiques pour la survie et la production du saumon chinook. L'augmentation de la production des chinooks d'automne du bas Fraser en éclosérie est l'une des nombreuses menaces potentielles pesant sur le rétablissement du chinook de la rivière Harrison.

## Références

- Beamish, R.J., and C.M. Neville. 1995. Pacific salmon and Pacific herring mortalities in the Fraser River plume caused by river lamprey (*Lampetra ayresi*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52:644-650.
- Beamish, R.J. and C. Mahnken. 2001. A critical size and period hypothesis to explain natural regulation of salmon abundance and the linkage to climate and climate change. *Progress in Oceanography* 49:423-437.
- Beamish, R.J., R.M. Sweeting, C.M. Neville, K.L. Lange, T.D. Beacham, and D. Preikshot. 2012. Wild chinook salmon survive better than hatchery salmon in a period of poor production. *Environ. Biol. Fish.* 94:135-148.
- Beamish, R.J., K.L. Lange, C.M. Neville, R.M. Sweeting and T.D. Beacham. 2011. Structural patterns in the distribution of ocean- and stream-type juvenile chinook salmon populations in the Strait of Georgia in 2010 during the critical early marine period. NPAFC Doc. 1354. 27 pp.
- Bradford, M.J. 1995. Comparative review of Pacific salmon survival rates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52:1327-1338.
- Brown, G., B. Riddell, D. Chen and M. Bradford. 2001. A biologically-based escapement goal for Harrison River fall Chinook. Pacific Scientific Advice Review Committee Working Paper S2001-16.
- Committee on Species of Endangered Wildlife in Canada [COSEWIC]. 2019. COSEWIC assessment and status report on the Chinook Salmon *Oncorhynchus tshawytscha*, Designatable Units in Southern British Columbia (Part One – Designatable Units with no or low levels of artificial releases in the last 12 years), in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xxxi + 283 pp.

- 
- Crittenden, R.N. 1994. A model for the processes regulating recruitment for a sockeye salmon stock. *Ecol. Modell.* 71: 85-186.
- Department of Fisheries and Oceans [DFO]. 1995. Fraser River Chinook. Fisheries and Oceans Canada, Vancouver, B.C.
- Duffy, E.J., and D.A. Beachamp. 2011. Rapid growth in the early marine period improves the marine survival of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in Puget Sound, Washington. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68:232-240.
- Duffy, E.J., D.A. Beauchamp, R.M. Sweeting, R.J. Beamish, and J.S. Brennan. 2010. Ontogenetic diet shifts of juvenile Chinook Salmon in nearshore and offshore habitats of Puget Sound. *Transactions of the American Fisheries Society* 139:803-823.
- Efron, B., and R.J. Tibshirani. 1993. An introduction to the bootstrap. Chapman and Hall, San Francisco.
- Fraser, F.J., P.J. Starr and A.Y. Federenko. 1982. A review of the chinook and coho salmon of the Fraser River. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1126.
- Gardner J, Peterson DL, Wood A, Maloney V. 2004. Making Sense of the Debate about Hatchery Impacts: Interactions Between Enhanced and Wild Salmon on Canada's Pacific Coast. Vancouver, BC: Prepared for the Pacific Fisheries Resource Conservation Council. Vancouver, B.C. 190 p.
- Greene, C.M. and T.J. Beechie. 2004. Consequences of potential density-dependent mechanisms on recovery of ocean-type chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61:590-602.
- Healey, M.C. 1980. Utilization of the Nanaimo River estuary by juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Fish. Bull.* 77:653-668.
- Healey, M.C. 1981. Life history of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). In C. Groot and L. Margolis (editors). *Pacific Salmon Life Histories*. UBC Press, University of British Columbia, Vancouver.
- Groot, C. and L. Margolis (editors). 1991. *Pacific Salmon Life Histories*. UBC Press, University of British Columbia, Vancouver.
- Levin, P.S, R.W. Zabel, and J.G. Williams. 2001. The road to extinction is paved with good intentions: negative association of fish hatcheries with threatened salmon. *Proc. R. Society London, Britain.* 268:1153-1158.
- Levings, C.C., C.D. McAllister, and B.C. Chang. 1986. Differential use of the Campbell River estuary, British Columbia, by wild and hatchery-reared juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1386-1397.
- Levings, C.C., K. Conlin and B. Raymond. 1991. Intertidal habitats used by juvenile Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) rearing in the North Arm of the Fraser River estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 22:20-26.
- Levy, D.A. and T.G. Northcote. 1982. Juvenile salmon residency in a marsh area of the Fraser River estuary. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 39:270-276.
- Nelson, B.W., C.J. Walters, A.W. Trites, and M.K. McAllister. 2019. Wild Chinook salmon productivity is not negatively related to seal density and not related to hatchery releases in the Pacific Northwest. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 76:447-462.

- 
- Neville, C.M., R.J. Beamish and C.M. Chittenden. 2015. Poor Survival of Acoustically-Tagged Juvenile Chinook Salmon in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada, Transactions of the American Fisheries Society, 144:1, 25-33.
- Parken, C.K., R.E. McNicol, and J.R. Irvine. 2006. Habitat-based methods to estimate escapement goals for data limited Chinook salmon stocks in British Columbia, 2004. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res Doc. 2006/083. iv + 67 p.
- Peterman, R.M. 1978. Testing for density-dependent marine survival in Pacific salmonids. J. Fish. Res. Board Can. 35:1434-1450.
- Peterman, R.M. 1981. Form of random variation in salmon smolt-to-adult relations and its influence on production estimates. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38:1113-1119.
- Rice, C.A., Greene, C.M., Moran, P., Teel, D.J., Kuligowski, D.R., Reisenbichler, R.R., Beamer, E.M., Karr, J.R. and Fresh, K.L. 2011. Abundance, Stock Origin, and Length of Marked and Unmarked Juvenile Chinook Salmon in the Surface Waters of Greater Puget Sound. Transactions of the American Fisheries Society, 140: 1, 170 — 189,
- Riddell, B., M. Bradford, R. Carmichael, D. Hankin, R. Peterman, and A. Wertheimer. 2013. Assessment of Status and Factors for Decline of Southern BC Chinook Salmon: Independent Panel's Report. Prepared with the assistance of D.R. Marmorek and A.W. Hall, ESSA Technologies Ltd., Vancouver, B.C. for Fisheries and Oceans Canada (Vancouver, BC) and Fraser River Aboriginal Fisheries Secretariat (Merritt, BC). xxix + 165 pp. + Appendices.
- Roegner, G.C., R. McNatt, D.J. Teel, and D.L. Bottom. 2012. Distribution, size and origin of juvenile chinook salmon in shallow-water habitats of the lower Columbia River and estuary, 2002-2007. Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science 4:450-472.
- Tatara, C.P. and B.A. Berejikian. 2012. Mechanisms influencing competition between hatchery and wild juvenile anadromous Pacific salmonids in freshwater and their relative competitive abilities. Environ. Biol. Fish. 94:7-19.
- Tucker, S., M. Trudel, D.W. Welch, J.R. Candy, J.F.T. Morris, M.E. Thiess, C. Wallace, and T.D. Beacham. 2011. Life history and seasonal stock-specific ocean migration of juvenile Chinook Salmon. Transactions of the American Fisheries Society. 140:1101-1119.
- Velez-Espino, L.A., J.K.B. Ford, H.A. Araujo, G. Ellis, C.K. Parken, R. Sharma. 2014. Relative importance of chinook salmon abundance on resident killer whale growth and viability. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 25(6):756-780.
- Volk, E.C., D.L. Bottom, K.M. Jones and C.A. Simenstad. 2010. Reconstructing juvenile Chinook salmon life history in the Salmon River estuary, Oregon, using otolith microchemistry and microstructure. Transactions of the American Fisheries Society 139:535-549.
- Weber, E.D., and K.D. Fausch. 2005. Competition between hatchery-reared and wild juvenile Chinook salmon in enclosures in the Sacramento River, California. Transactions of the American Fisheries Society 134:44-58.
- Wessel, M.L., W.W. Smoker, R.M. Fagen and J. Joyce. 2006. Variation of agonistic behavior among juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) of hatchery, hybrid, and wild origin. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 63:438-447.



Figure G1. L'emplacement de l'île Entrance (C.-B.) dans le détroit de Georgie.

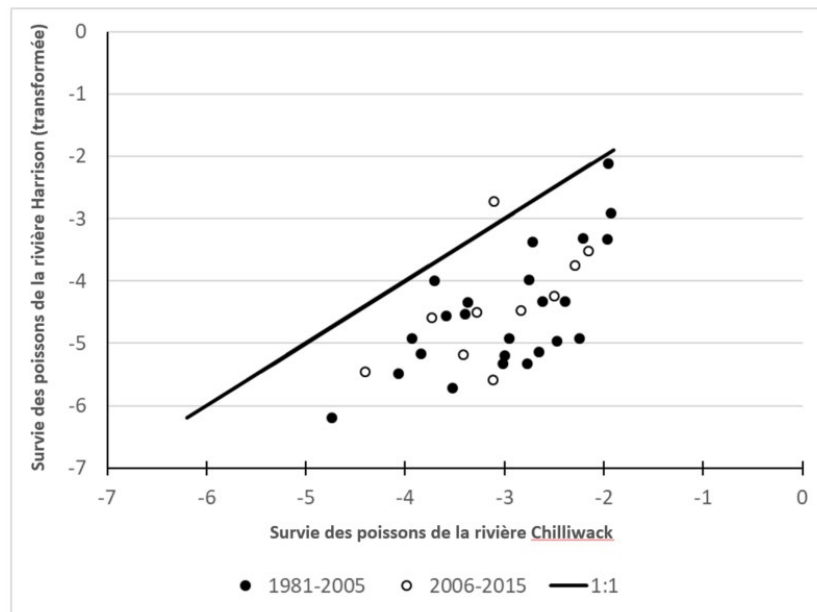


Figure G2. Diagramme de dispersion des estimations en transformée logarithmique naturelle de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 pour le chinook d'automne des rivières Harrison et Chilliwack pour les années d'éclosion 1981 à 2005 et 2006 à 2015 (à l'exclusion de 2004), avec une ligne de référence 1:1 pour l'égalité.

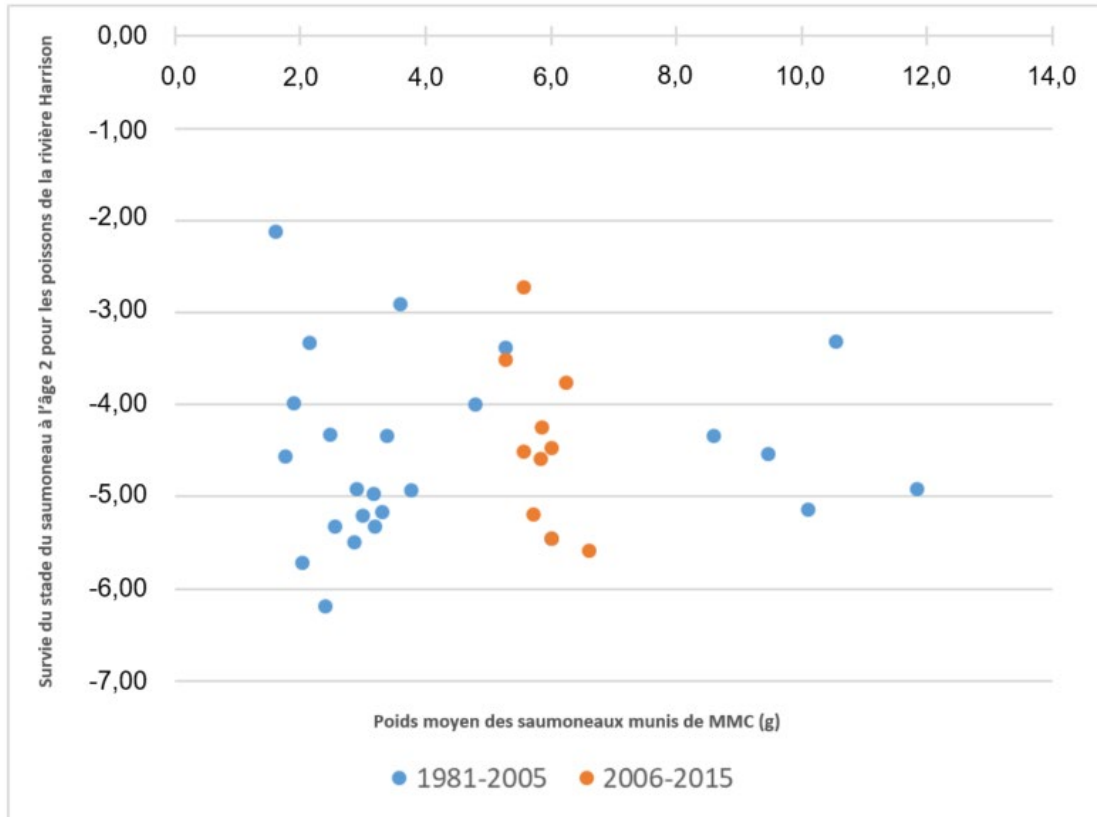


Figure G3. Diagramme de dispersion des estimations en transformée logarithmique naturelle de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 et du poids moyen des saumoneaux munis de MMC pour le chinook d'automne de la rivière Harrison pour les années d'éclosion 1981 à 2005 et 2006 à 2015 (à l'exclusion de 2004).

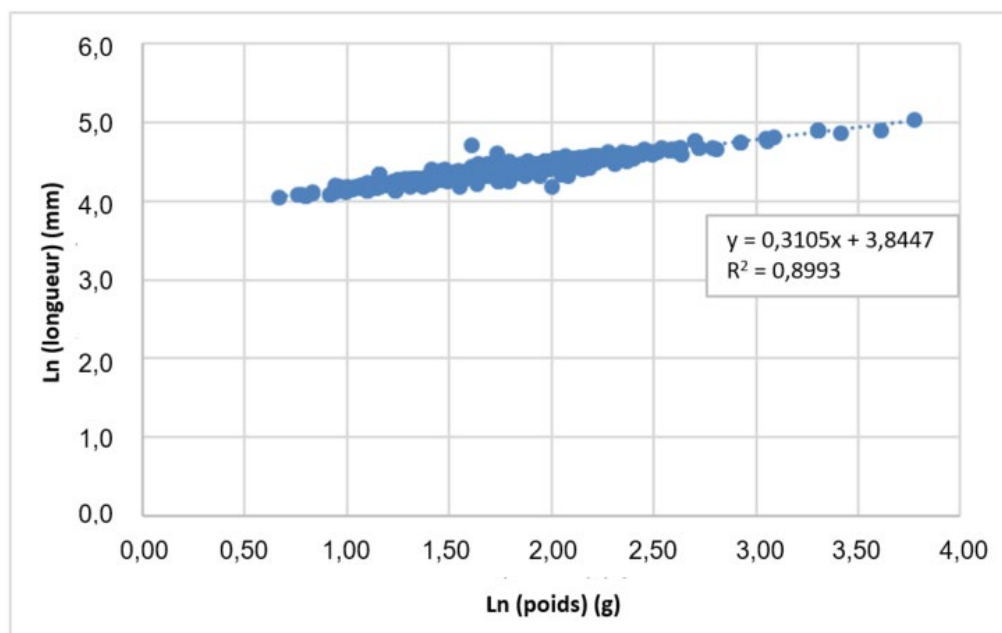
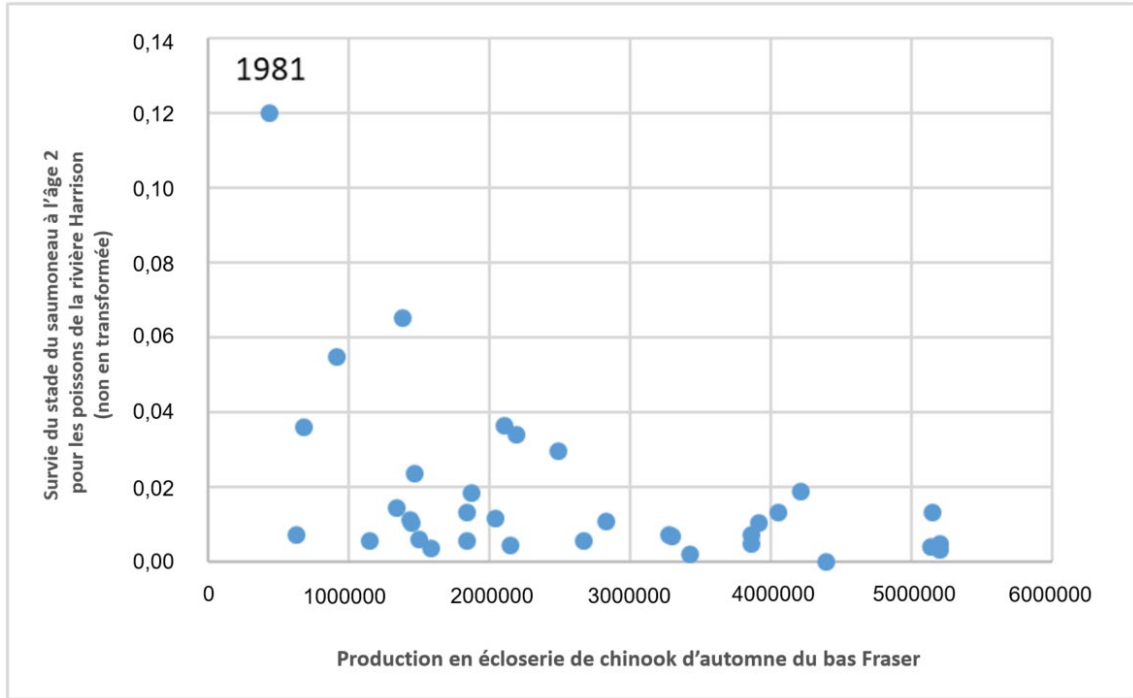
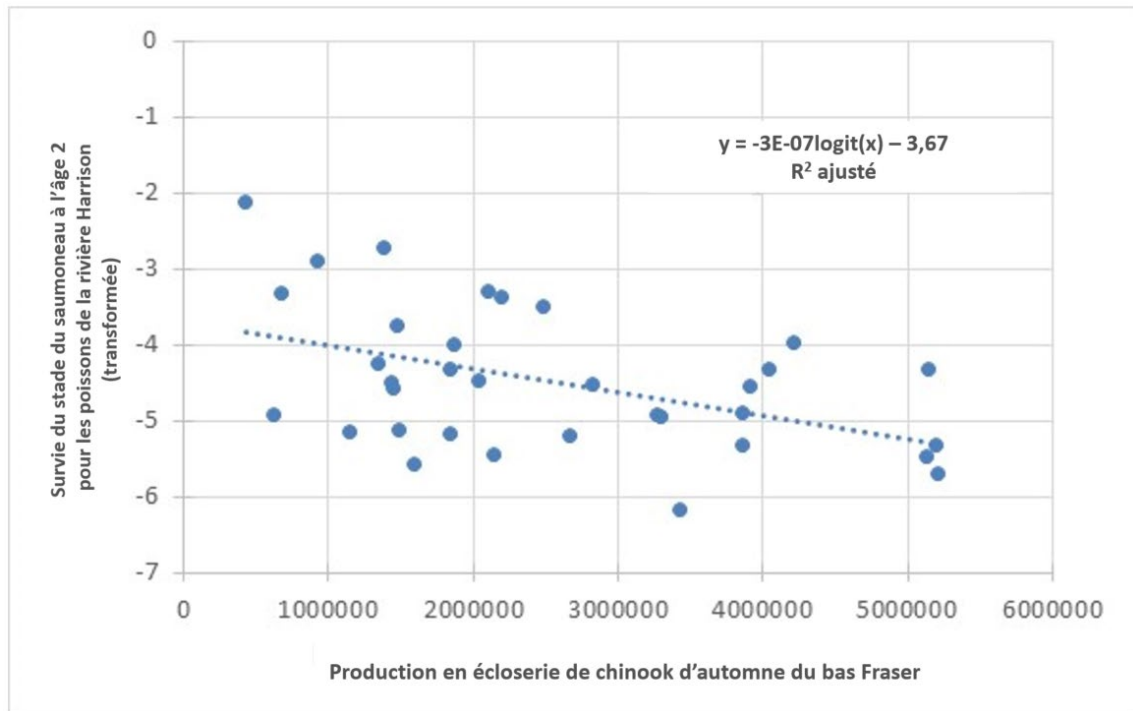


Figure G4. Relation entre la longueur (en transformée) et le poids (en transformée) pour les alevins de chinook relâchés par les éclosiers du sud de la Colombie-Britannique.





A.



B.

Figure G5. Profils du déclin de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 non en transformée (A) et en transformée (B) pour le chinook de la rivière Harrison, mesurée à l'aide de micromarques magnétisées codées, et augmentation de la production en éclosion de chinook d'automne du bas Fraser, années d'éclosion 1981 à 2015 (à l'exclusion de 2004).



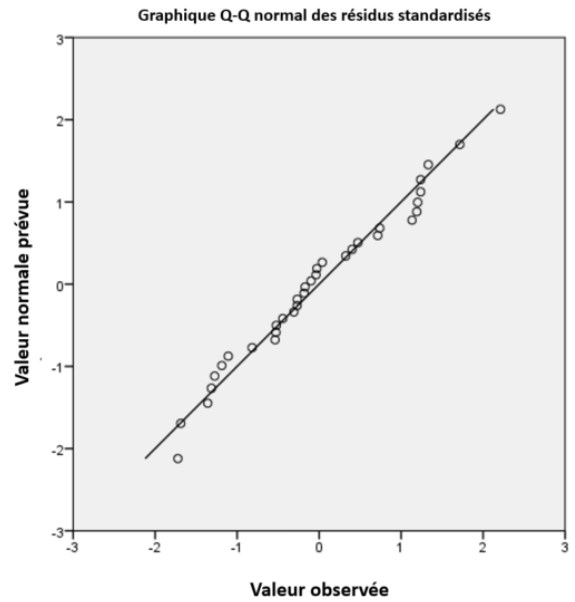
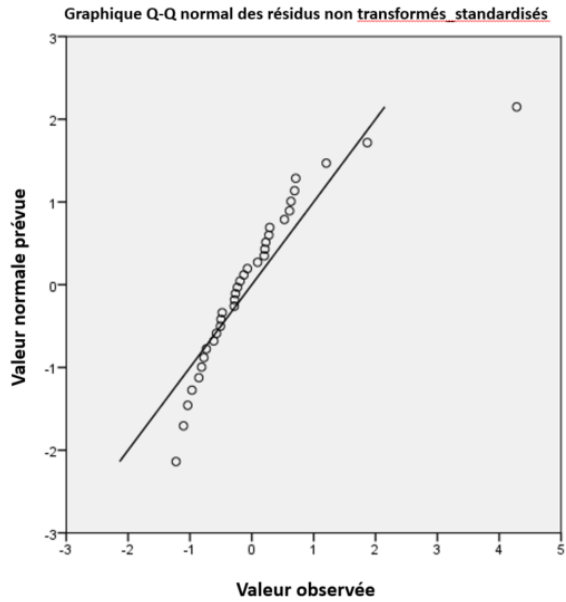


Figure G6. Graphiques quantile-quantile (graphiques Q-Q) des résidus standardisés des modèles adaptés à la survie du chinook de la rivière Harrison non en transformée (à gauche) et en transformée logit (à droite) et à la production de chinook d'automne du bas Fraser en éclosionerie.

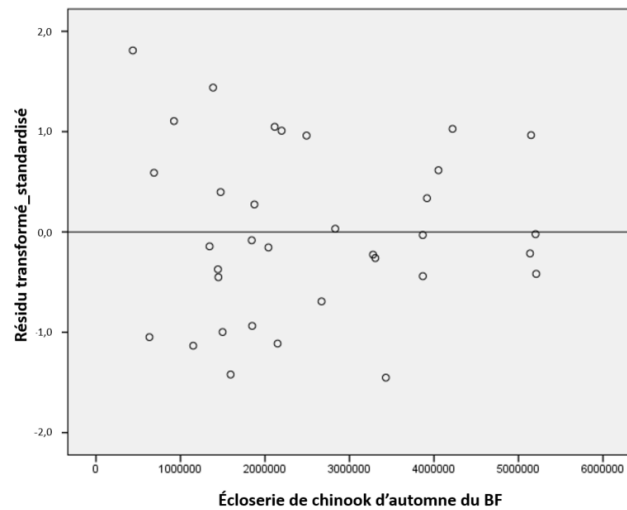
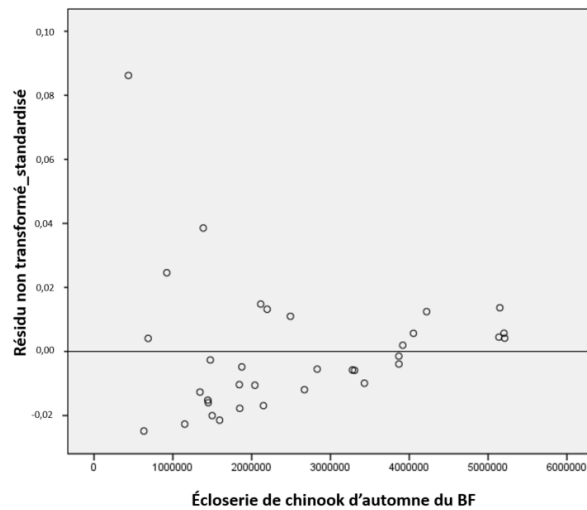


Figure G7. Résidus standardisés classés par production de chinook d'automne du bas Fraser en éclosionerie à partir des modèles adaptés à la survie du chinook de la rivière Harrison non en transformée (à gauche) et en transformée logit (à droite) et à la production de chinook d'automne du bas Fraser en éclosionerie.

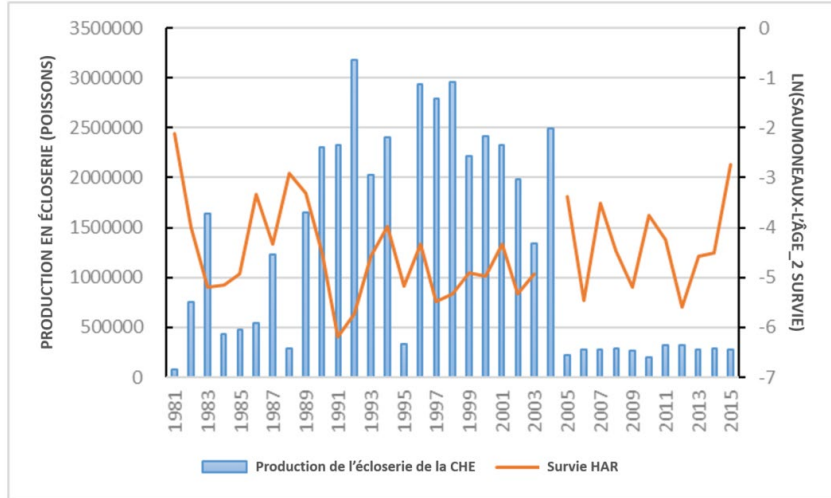


Figure G8. Survie du stade de saumoneau à l'âge 2 des chinooks de la rivière Harrison illustrée par la production de chinook d'automne du bas Fraser de l'écloserie de Chehalis pour les années d'éclosion 1981 à 2015.

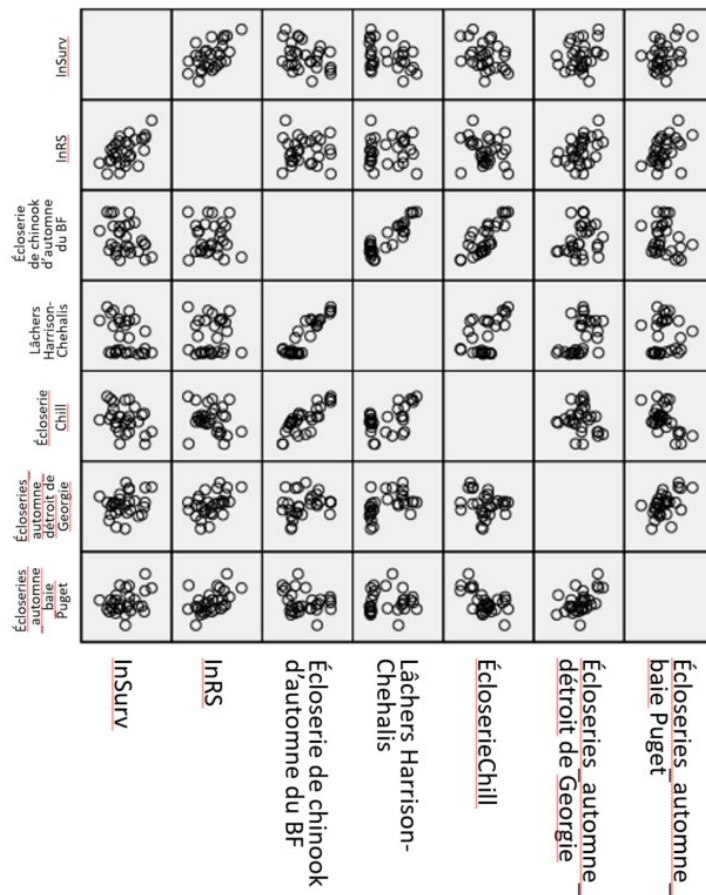


Figure G9. Matrice de corrélation pour la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 des chinooks de la rivière Harrison (InSurv), les recrues par géniteur pour le chinook naturel de la rivière Harrison (InRS) et la production de chinook d'automne des écloseries situées dans le bas Fraser, la rivière Chilliwack, le détroit de Georgie (à l'exclusion du Fraser) et la baie Puget.

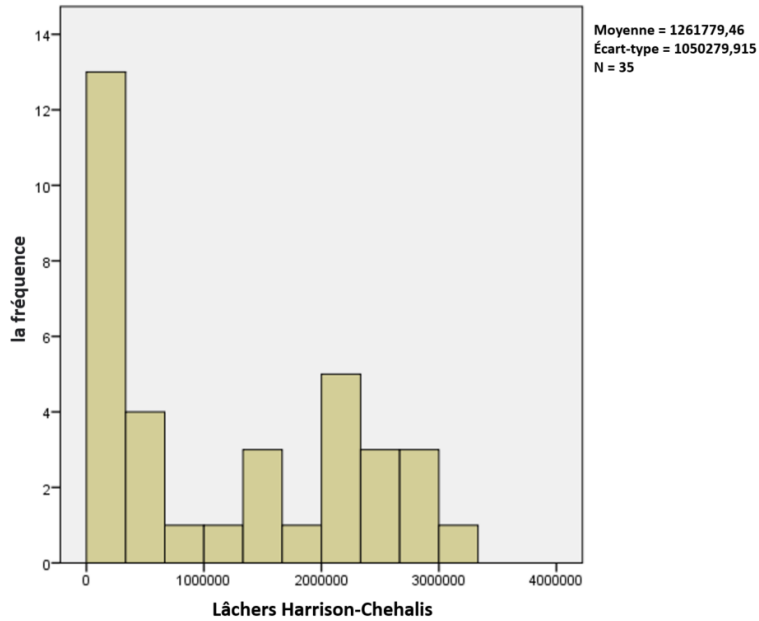


Figure G10. Distribution de fréquence du chinook d'automne relâché par l'écloserie de la rivière Chehalis dans la rivière Chehalis et la rivière Harrison, de 1981 à 2015.

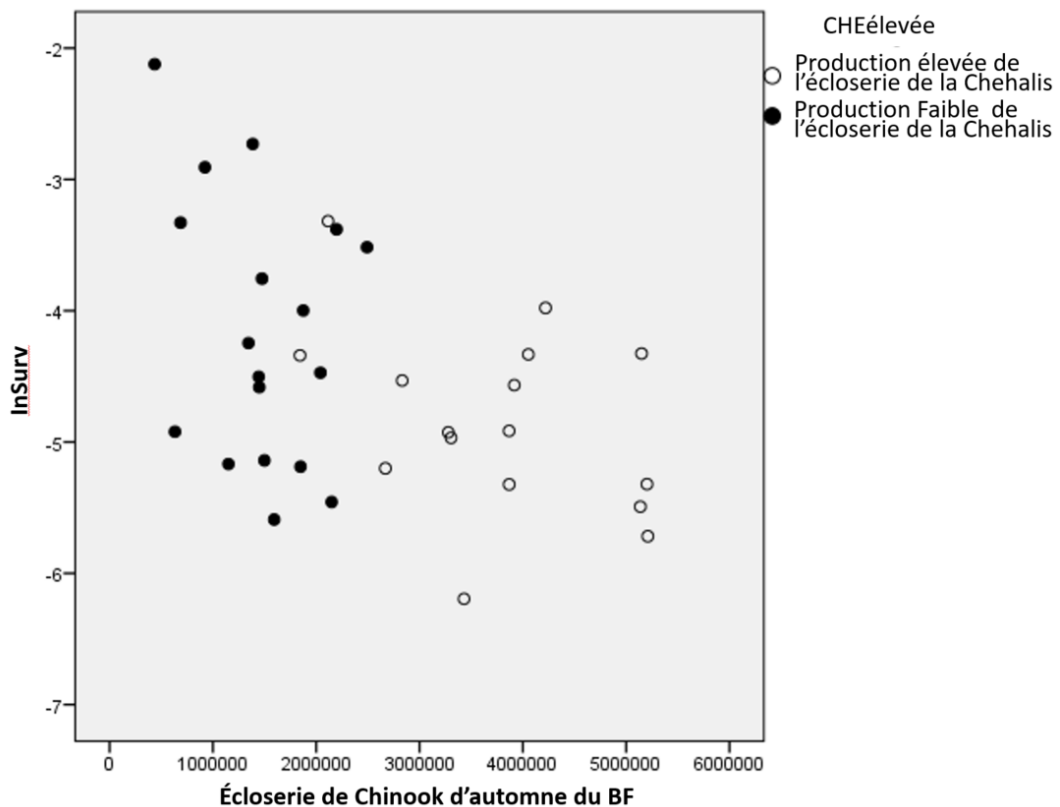


Figure G11. Diagramme de dispersion de la survie du chinook de la rivière Harrison et de la production de chinook d'automne du bas Fraser en écloserie; les années de niveaux de production élevée (cercles ouverts) et basse (cercles pleins) de l'écloserie de la rivière Chehalis sont indiquées.

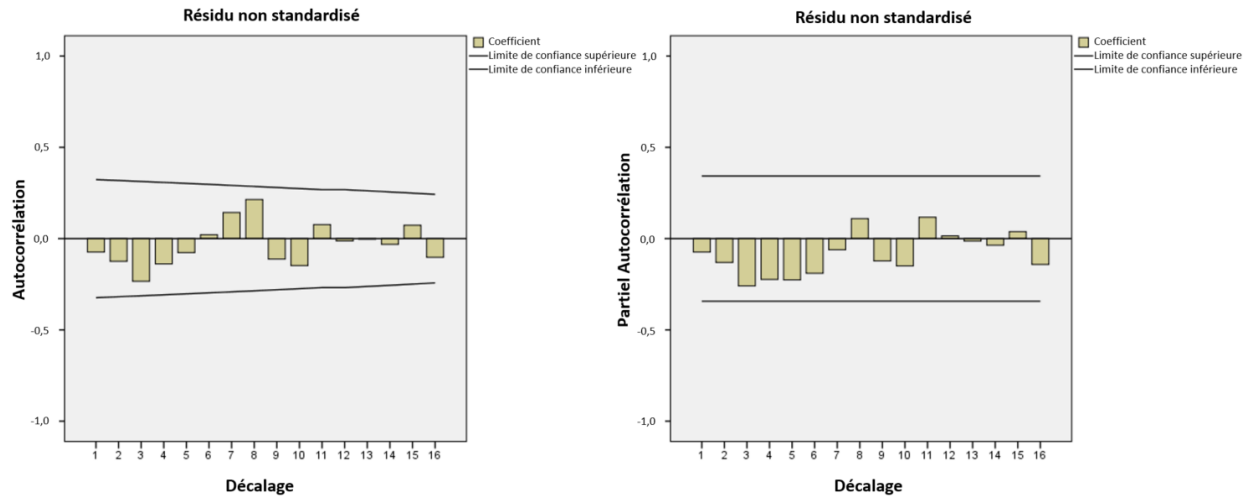


Figure G12. Les graphiques de la fonction d'autocorrélation et de la fonction d'autocorrélation partielle pour les séries chronologiques des résidus de la figure 5B.

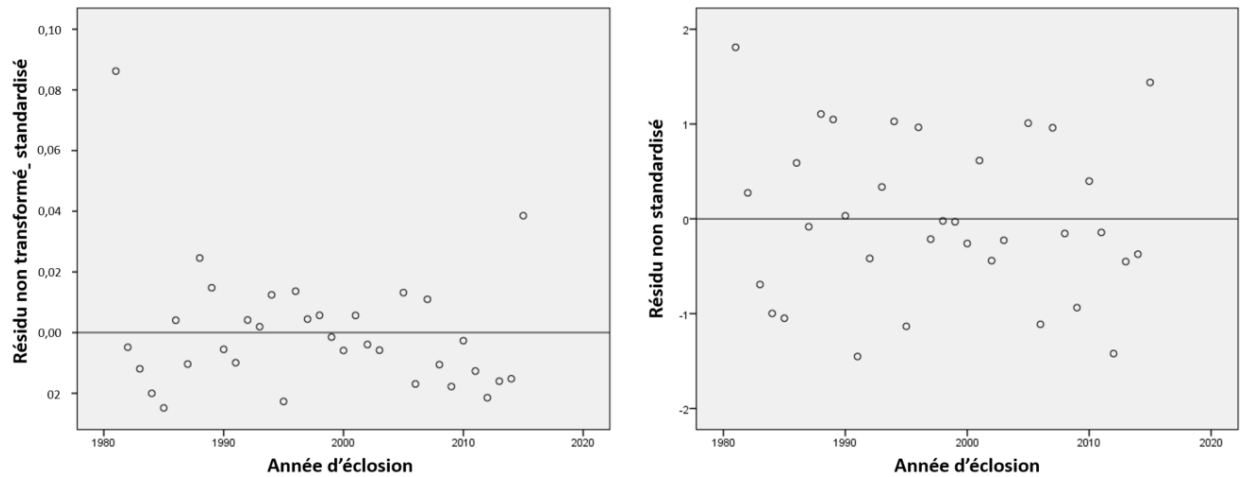


Figure G13. Résidus non standardisés classés par ordre chronologique par année d'éclosion pour les modèles adaptés à la survie de Harrison non transformée (panneau de gauche) et transformée logit (panneau de droite) et à la production des chinooks d'automne du bas Fraser écloseseries.

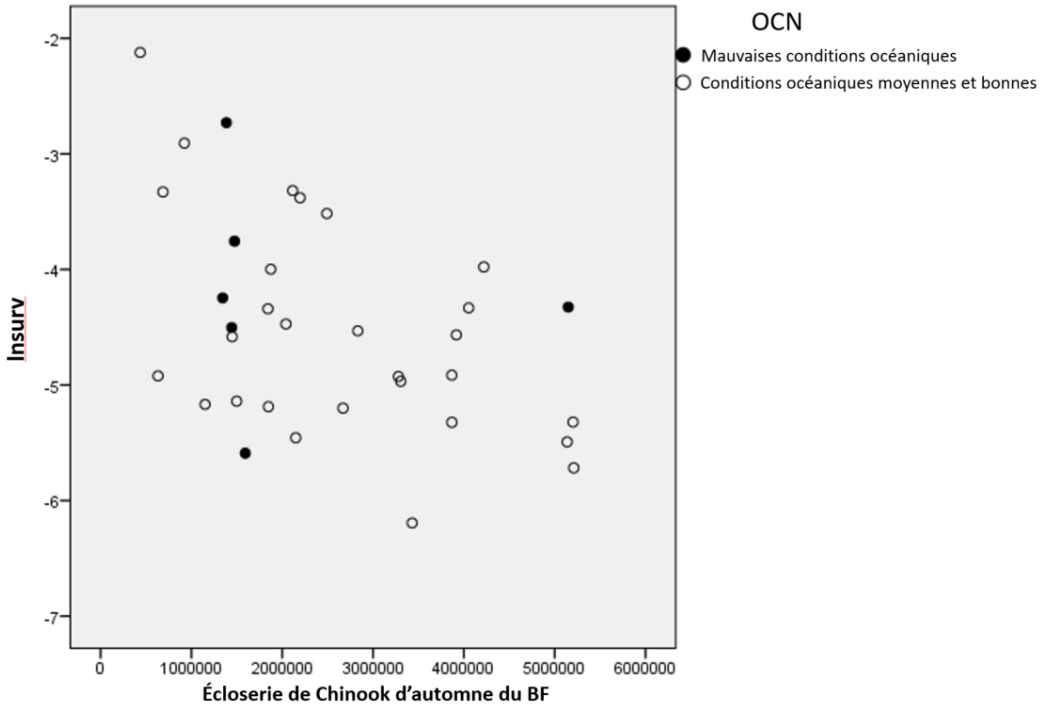


Figure G14. Diagramme de dispersion de la survie du chinook de la rivière Harrison et de la production de chinook d'automne du bas Fraser en éclosion; les années d'entrée dans l'océan où les conditions océaniques étaient mauvaises (cercles pleins) sont différenciées des autres (cercles ouverts).

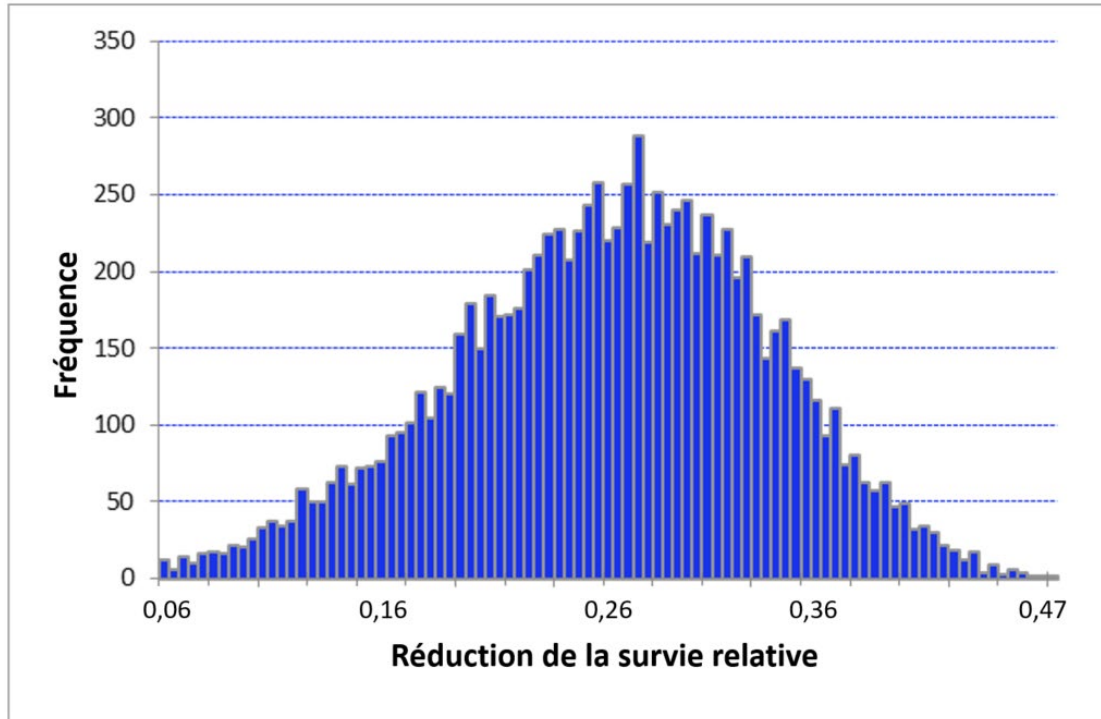


Figure G15. Distribution de fréquence de la réduction relative de la survie du chinook de la rivière Harrison entre la production moyenne récente de chinook d'automne du bas Fraser sur 10 ans et la production supplémentaire d'un million de saumoneaux.

Tableau G1. Saumoneaux de chinook d'automne d'écloserie relâchés dans des sites du bas Fraser, de 1971 à 2016.

Année du lâcher	Rivière Alouette	Rivière Alouette S	Ruisseau Big Silver	Billy Harris	Rivière Chehalis	Rivière Chilliwack	Rivière Coquitlam	Grist/Maple	Rivière Harrison	Ruisseau McLennan	Seabird Riffles	Rivière Stave	Total général
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	165 825	-	-	-	165 825
1980	-	-	-	39 298	-	-	-	-	-	-	-	-	39 298
1981	-	-	-	-	-	356 388	-	-	79 591	-	-	-	435 979
1982	-	-	-	-	683 630	1 120 729	-	-	70 138	-	-	-	1 874 497
1983	-	-	-	-	1 641 491	1 027 914	-	-	-	-	-	-	2 669 405
1984	-	-	-	-	435 227	978 395	-	-	-	-	-	85 000	1 498 622
1985	-	-	-	-	410 465	159 844	-	-	61 661	-	-	-	631 970
1986	-	-	-	-	543 355	143 217	-	-	-	-	-	-	686 572
1987	-	-	-	-	1 228 004	614 767	-	-	-	-	-	-	1 842 771
1988	-	-	-	-	290 273	632 413	-	-	-	-	-	-	922 686
1989	-	-	-	-	1 648 895	465 553	-	-	-	-	-	-	2 114 448
1990	-	-	-	-	2 299 629	531 732	-	-	-	-	-	-	2 831 361
1991	-	-	-	-	2 328 411	1 101 852	-	-	-	-	-	-	3 430 263
1992	-	-	-	-	3 184 390	2 025 267	-	-	-	-	-	-	5 209 657
1993	-	-	-	-	2 032 254	1 884 776	-	-	-	-	-	-	3 917 030
1994	-	-	-	-	2 406 890	1 613 410	-	-	-	-	-	199 223	4 219 523
1995	-	-	-	-	337 097	813 089	-	-	-	-	-	-	1 150 186
1996	-	52 593	75 000	-	2 930 980	1 905 632	10 200	-	-	-	-	174 392	5 148 797
1997	-	161 611	-	-	2 792 019	1 921 462	56 000	-	-	-	-	206 141	5 137 233
1998	-	171 828	-	-	2 957 979	1 807 651	37 091	-	-	-	-	227 046	5 201 595
1999	-	146 807	-	-	2 213 922	1 226 873	23 500	-	-	-	100 000	155 894	3 866 996
2000	-	84 794	-	-	2 414 999	624 672	58 000	-	-	-	-	122 880	3 305 345
2001	-	137 941	-	-	2 321 045	1 233 113	93 962	-	-	-	-	266 931	4 052 992
2002	-	125 000	-	-	1 986 702	1 532 064	53 800	-	-	-	-	170 216	3 867 782
2003	-	98 972	-	-	1 337 997	1 221 825	38 000	8 687	-	-	-	572 828	3 278 309
2004	-	250 933	-	-	2 491 742	1 313 736	142 244	-	-	-	-	195 201	4 393 856
2005	-	249 000	-	-	116 854	1 354 091	195 000	-	108 054	-	-	173 586	2 196 585
2006	-	201 486	-	-	72 221	1 285 371	168 500	-	206 723	-	-	214 631	2 148 932
2007	-	406 000	-	-	69 589	1 292 456	300 000	-	209 633	-	-	214 002	2 491 680
2008	-	349 800	-	-	-	1 114 112	285 456	-	291 153	-	-	-	2 040 521
2009	329 500	-	-	-	-	1 001 944	245 000	-	269 015	3 000	-	-	1 848 459
2010	50 027	76 750	-	-	-	1 030 145	122 943	-	195 332	-	-	-	1 475 197
2011	-	49 805	-	-	-	947 017	22 800	-	324 483	-	-	-	1 344 105
2012	-	83 620	-	-	-	1 135 130	50 000	-	324 003	-	-	-	1 592 753
2013	-	70 397	-	-	-	1 022 345	78 421	-	277 447	-	-	-	1 448 610
2014	-	72 822	-	-	-	1 011 688	67 176	-	291 658	-	-	-	1 443 344
2015	-	54 283	-	-	-	1 004 219	49 713	-	277 330	-	-	-	1 385 545
2016	-	66 012	-	-	-	1 038 916	75 940	-	276 215	-	-	-	1 457 083
<b>Total général</b>	<b>379 527</b>	<b>2 910 454</b>	<b>75 000</b>	<b>39 298</b>	<b>41 176 060</b>	<b>39 493 808</b>	<b>2 173 746</b>	<b>8 687</b>	<b>3 428 261</b>	<b>3 000</b>	<b>100 000</b>	<b>2 977 971</b>	<b>92 765 812</b>

Tableau G2. Estimations de la survie du stade de saumoneau à l'âge 2 dans les rivières Harrison et Chilliwack, avec le poids moyen des groupes relâchés de poissons porteurs de MMC.

Année d'éclosion	Données sur la survie		Poids moyen (g)	
	Rivière Harrison	Rivière Chilliwack	Rivière Harrison	Rivière Chilliwack
1981	0,11974	0,141074	1,6	5,4
1982	0,018349	0,024654	4,8	6,9
1983	0,005513	0,049935	3,0	6,1
1984	0,005857	0,070624	10,1	6,2
1985	0,007289	0,019679	11,8	5,8
1986	0,035813	0,139937	2,2	5,2
1987	0,013033	0,034305	8,6	4,2
1988	0,054617	0,146066	3,6	5,9
1989	0,036234	0,1095	10,5	5,3
1990	0,010761	0,033606	9,5	5,2
1991	0,002041	0,008759	2,4	6,2
1992	0,003288	0,029427	2,0	5,6
1993	0,010391	0,027696	1,8	5,7
1994	0,018713	0,063479	1,9	5,9
1995	0,005699	0,021419	3,3	5,6
1996	0,013221	0,091721	2,5	5,4
1997	0,004119	0,017088	2,9	5,2
1998	0,004889	0,062692	2,6	5,7
1999	0,007335	0,105744	2,9	6,2
2000	0,006956	0,084261	3,2	5,0
2001	0,013132	0,073233	3,4	5,4

---

Année d'éclosion	Données sur la survie		Poids moyen (g)	
	Rivière Harrison	Rivière Chilliwack	Rivière Harrison	Rivière Chilliwack
2002	0,004879	0,048994	3,2	5,3
2003	0,007255	0,052235	3,8	5,8
2004	Aucune donnée	0,008618	Aucune donnée	4,8
2005	0,034037	0,066114	5,3	5,7
2006	0,004268	0,012242	6,0	5,9
2007	0,029706	0,115814	5,3	6,3
2008	0,011424	0,059008	6,0	5,4
2009	0,005583	0,032785	5,7	5,3
2010	0,023389	0,100931	6,3	5,4
2011	0,014316	0,082567	5,9	5,1
2012	0,003733	0,044174	6,6	5,1
2013	0,010231	0,023925	5,8	4,4
2014	0,011076	0,03777	5,6	5,2
2015	0,065235	0,044653	6,1	5,5

---



## ANNEXE H. TABLEAU DES PÊCHES POUR LA GESTION DES RESSOURCES

*Tableau H1. Liste des pêches (dirigées et non) qui ont un impact sur les stocks de chinook du Fraser.*

Secteur	Espèces pêchées	Engin	Type et secteur de la pêche	Dates de la saison de pêche	Quelle est l'UD concernée?	Source des données sur le taux d'exploitation (ou un paramètre d'impact similaire)
Pêche commerciale	Dirigée – chinook	Traîne	Nord de la C.-B., pêche gérée d'après l'abondance de l'ensemble des stocks (secteur F)	Du 15 juin au 30 septembre	Tous les stocks du Fraser	Comité technique sur le saumon chinook de la CSP, reconstitution des remontes, (MMC, ADN)
Pêche commerciale	Dirigée – chinook	Traîne	COIV, pêche gérée d'après l'abondance de l'ensemble des stocks (secteur G)	Toute l'année sauf mars/avril et juin/juillet	Tous les stocks du Fraser	Comité technique sur le saumon chinook de la CSP, reconstitution des remontes, (MMC, ADN)
Pêche commerciale	Dirigée – chinook	Traîne	COIV, pêche gérée d'après l'abondance de l'ensemble des stocks (T'aaq-wiihak)	Mars à septembre	Tous les stocks du Fraser	Comité technique sur le saumon chinook de la CSP, reconstitution des remontes, (MMC, ADN)
Pêche commerciale	Dirigée – chinook	Senne et filet maillant	Pêche de démonstration du chinook du lac Kamloops	Août et septembre	UD 16 – Thompson Nord, type fluvial, printemps	Comité technique sur le saumon chinook de la CSP, reconstitution des remontes, (MMC, ADN)
Pêche commerciale	Prises accessoires – saumon rouge	Traîne	COIV (secteur G)	De juillet à septembre	Tous les stocks du Fraser	Inconnue – se produit souvent avec les chinooks non conservés Décompte de la mortalité totale avec le Comité technique du chinook?
Pêche commerciale	Prises accessoires – saumon rouge	Traîne	COIV (T'aaq-wiihak)	De juillet à septembre	Tous les stocks du Fraser	Inconnue – se produit souvent avec les chinooks non conservés Décompte de la mortalité totale avec le Comité technique du chinook?
Pêche commerciale	Prises accessoires – saumon rouge	Traîne	Pêche du saumon rouge du Fraser dans le détroit de Johnstone	De juin à septembre	Tous les stocks du Fraser	Inconnue – la pêche n'a lieu qu'avec les chinooks non conservés
Pêche commerciale	Prises accessoires – saumon rouge	Senne et filet maillant	Pêche du saumon rouge du Fraser dans le détroit de Johnstone	De juillet à septembre	Tous les stocks du Fraser	Inconnue – la pêche n'a lieu qu'avec les chinooks non conservés
Pêche commerciale	Prises accessoires – saumon rose	Senne et filet maillant	Pêches du saumon rose du Fraser dans le détroit de Johnstone	D'août à septembre	Tous les stocks du Fraser	Inconnue – la pêche n'a lieu qu'avec les chinooks non conservés
Pêche commerciale	Prises accessoires – saumon kéta	Senne et filet maillant	Pêches de saumon kéta dans des stocks mélangés dans le détroit de Johnstone (pêches du saumon kéta en estuaire dans le centre et le sud-est de l'île de Vancouver!)	Octobre (jusqu'à novembre)	Tous les stocks du Fraser	Inconnue – la pêche n'a lieu qu'avec les chinooks non conservés
ASR	Dirigée – Prises accessoires de chinook – saumon rouge	Divers	Côte Sud	D'après les événements de pêche déclarés de 2016 à 2018 : de mai à septembre (prises de chinook) D'avril à novembre (prises de saumon)	Inconnue et dépend de la zone de pêche. Il devrait s'agir principalement des stocks de la côte Sud, avec une co-migration des stocks du Fraser, des États-	Inconnue, plus de données requises.

Secteur	Espèces pêchées	Engin	Type et secteur de la pêche	Dates de la saison de pêche	Quelle est l'UD concernée?	Source des données sur le taux d'exploitation (ou un paramètre d'impact similaire)
					Unis et d'autres stocks de passage.	
ASR	Dirigée – chinook	Divers	Bas Fraser	Du 1 <sup>er</sup> avril au 1 <sup>er</sup> octobre	Tous les stocks du Fraser	Inconnue, plus de données requises.
ASR	Dirigée – chinook	Divers	Intérieur de la Colombie-Britannique – aval/sud du confluent de la rivière Thompson	Du 1 <sup>er</sup> avril au 1 <sup>er</sup> octobre	Toutes sauf l'UD 4 – type fluvial, bas Fraser et l'UD 2 – type océanique, automne, bas Fraser	Inconnue, plus de données requises.
ASR	Dirigée – chinook	Divers	Intérieur de la Colombie-Britannique – amont/sud du confluent de la rivière Thompson Remarque : les seuls chinooks dans la région sont ceux de Printemps 5 <sub>2</sub> et Été 5 <sub>2</sub> .	Du 1 <sup>er</sup> juin au 31 octobre	UD 9– Moyen Fraser, type fluvial, printemps, UD 11 – Haut Fraser, type fluvial, printemps, UD 10 – Moyen Fraser, type fluvial, été	Examen quinquennal
Pêche récréative	Dirigée – chinook	Hameçon et ligne	Nord de la C.-B., pêche gérée d'après l'abondance de l'ensemble des stocks	Toute l'année, mais surtout entre mai et septembre	Tous les stocks du Fraser	Comité technique sur le saumon chinook de la CSP, reconstitution des remontes, (MMC, ADN)
Pêche récréative	Dirigée – chinook	Hameçon et ligne	Nord de la C.-B., pêche gérée d'après le stock individuel	Toute l'année, mais surtout entre mai et septembre	Tous les stocks du Fraser	Comité technique sur le saumon chinook de la CSP, reconstitution des remontes, (MMC, ADN)

---

## ANNEXE I. ESTIMATION D'UN TAUX D'EXPLOITATION DURABLE POUR L'UD 2

### I.1. ESTIMATION D'UN TAUX D'EXPLOITATION DURABLE POUR L'UD 2 – CHINOOK DE LA RIVIÈRE HARRISON

Ces analyses ont été menées par Catarina Wor, Antonio Velez-Espino et Brooke Davis pour le Comité technique sur le saumon chinook de la Commission du saumon du Pacifique. Le sommaire a été rédigé par Brittany Jenewein et revu par les biologistes susmentionnés.

### I.2. OBJECTIF

Deux versions d'un modèle stock-recrue ont été développées pour produire des estimations des paramètres du stock et du recrutement pour l'UD 2 – type océanique, automne, bas Fraser. Ce travail a été initialement confié par le Comité technique sur le saumon chinook de la Commission du saumon du Pacifique dans le but d'explorer la dynamique de recrutement du stock et de fournir des estimations à utiliser dans l'outil de simulation de la procédure d'évaluation de la viabilité et des risques (PEVR). Cette annexe présente les modèles de formulaires de manière détaillée et les résultats uniquement sur les estimations du taux d'exploitation qui produirait un rendement maximal soutenu ( $U_{RMS}$ ); une description plus détaillée sera disponible à une date ultérieure.

### I.3. DONNÉES ET MODÈLES

Cette analyse a été réalisée à partir des données sur les géniteurs et les recrues du saumon chinook de la rivière Harrison de 1984 à 2013.

Les deux versions du modèle utilisé reposent sur la courbe de Ricker : une forme standard du modèle de Ricker et un modèle bayésien récursif avec productivité variable dans le temps. Tous les modèles ont été ajustés en R (R Development Core Team 2008) et TMB (Kristensen *et al.* 2016). Ils ont été ajustés aux données selon des procédures bayésiennes, mais les valeurs a priori de tous les paramètres estimés ou des quantités dérivées n'ont pas été explicitement pris en compte, sauf pour les hyperparamètres de la version bayésienne récursive ( $\rho$ ). Pour les autres paramètres, des limites ont été placées sur les paramètres estimables, ce qui est comparable à l'utilisation de valeurs a priori uniformes. Toutes les valeurs a posteriori bayésiennes étaient fondées sur 100 000 itérations et trois chaînes MCMC. Une période de rodage de 50 000 itérations a été utilisée et la convergence a été évaluée par inspection visuelle des graphiques de diagnostic standard disponibles pour le progiciel tmbstan.

La formulation linéaire traditionnelle de la fonction de Ricker a été utilisée pour le premier modèle :

$$\begin{aligned}R_t &= S_t * a * e^{(-b \cdot S_t + \omega_t)} \\ \log \frac{R_t}{S_t} &= \log a - b * S_t + \omega_t \\ \alpha &= e^{a_t} \\ S_{max} &= \frac{1}{b} \\ \omega_t &\sim N(0, \sigma_R)\end{aligned}$$

L'ajustement du modèle est illustré sur la figure B1. Les estimations de  $U_{RMS}$  sont présentées dans le tableau A1 et reposent sur l'équation fournie par Hilborn et Walters (1992) :

$$U_{MSY} = 0,5 * \log a - 0,07 * (\log a)^2$$

Le second modèle, un modèle de Ricker bayésien récursif pour la productivité variable dans le temps, est presque identique à la formulation ci-dessus pour la courbe de Ricker standard, sauf que la variabilité du paramètre  $\alpha$  est donnée par une fonction bayésienne récursive dans laquelle :

$$\begin{cases} a_t = a_0 + v_0 & t = 0 \\ a_t = a_{t-1} + v_1 & t > 0 \end{cases}$$

$$v_t \sim N(0, \sigma_v)$$

Les erreurs types d'observation ( $\sigma_R$ ) et de traitement ( $\sigma_v$ ) du modèle ont été réparties comme suit :

$$\sigma_R = \sqrt{\rho} * \sigma_\theta$$

$$\sigma_v = \sqrt{1 - \rho} * \sigma_\theta$$

Où  $\rho$  est la proportion de la variance totale associée à l'erreur d'observation, et  $\sigma_\theta$  est l'écart-type total. Une valeur a priori informative a été incluse sur le paramètre  $\rho$ . Les résultats présentés ici proviennent d'une définition du modèle avec une valeur a priori informative  $\rho$  centrée autour de 0,5 (Beta(3,3)). L'ajustement du modèle est illustré sur la figure B2. Les estimations de  $U_{RMS}$  sont données dans le tableau C2.

#### I.4. TAUX D'EXPLOITATION DURABLE

Le second modèle devrait fournir une estimation plus précise du taux actuel  $U_{RMS}$  que le modèle standard de Ricker, car les cycles de productivité semblent plus conformes aux séries chronologiques observées. C'est pourquoi on a ensuite utilisé la valeur médiane de 0,16 estimée pour 2013 comme référence lors des discussions sur la menace potentielle future de la pêche au cours de l'atelier sur les menaces qui faisait partie de la présente évaluation du potentiel de rétablissement.

#### I.5. INCERTITUDE

Les résultats du modèle récursif sont sensibles à la valeur a priori utilisée pour le paramètre  $\rho$ , ce qui signifie qu'il peut influencer l'ampleur des changements du paramètre de productivité ( $\alpha$ ); le choix de la valeur a priori est donc important. Les analyses de sensibilité (non présentées ici) montrent que d'autres hypothèses de la valeur a priori conduisent à attribuer plus ou moins d'erreur à l'erreur de processus ( $\sigma_v$ ) et, par conséquent, modifient l'ampleur des changements dans  $\alpha$  et  $U_{RMS}$  au fil du temps. Toutefois, la tendance générale à la baisse de la productivité et du taux de récolte durable ne semble pas changer avec diverses valeurs du paramètre  $\rho$ . L'utilisation de valeurs a priori appropriées pourrait améliorer les estimations et les limites de confiance autour de  $\alpha$  et de  $U_{RMS}$ .

---

## I.6. RÉFÉRENCES

Hilborn, R. and Walters, C. J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty/Book and Disk. Springer Science & Business Media.

Kristensen, K., Nielsen, A., Berg, C. W., Skaug, H., and Bell, B. M. 2016. TMB: Automatic Differentiation and Laplace Approximation. Journal of Statistical Software, 70(5):1–21.

R Development Core Team. 2008. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

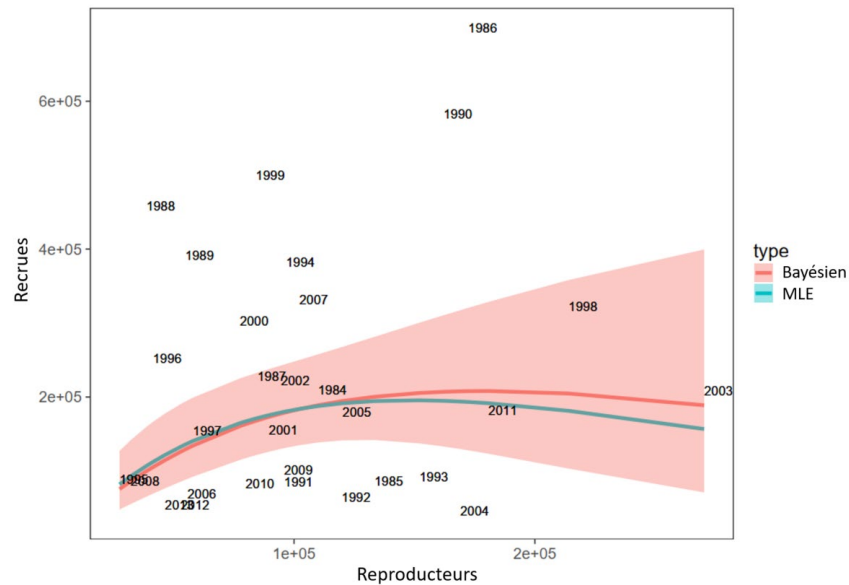


Figure 11. Ajustement du modèle traditionnel de Ricker pour l'UD 2 – type océanique, automne, bas Fraser. Les observations individuelles sont représentées par le texte des années sur le graphique. Les estimations du maximum de vraisemblance (MLE) sont indiquées en bleu et la médiane bayésienne et les intervalles crédibles à 95 % en rouge.

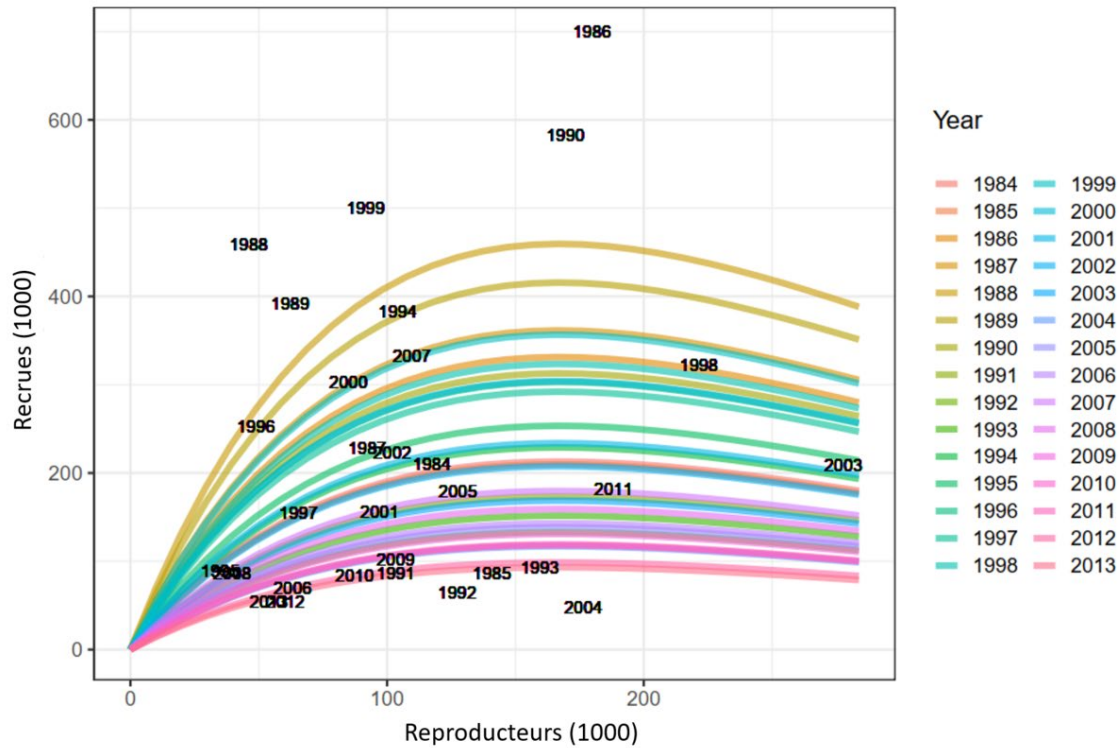


Figure 12. Modèle de Ricker bayésien récursif pour l'UD 2 – type océanique, automne, bas Fraser. Les couleurs indiquent les valeurs prédites à l'aide des paramètres  $\alpha$  pour l'année. Les observations individuelles sont représentées par le texte des années sur le graphique.

Tableau I1. Estimations de  $U_{RMS}$  à partir de l'ajustement du modèle traditionnel de Ricker.

MLE	Médiane	Valeur inférieure	Valeur supérieure
0,52	0,49	0,28	0,68

Tableau I2. Estimations de  $U_{RMS}$  à partir de l'ajustement du modèle de Ricker bayésien récursif.

Année	MLE	Médiane	Valeur inférieure	Valeur supérieure
1984	0,51	0,48	0,13	0,75
1985	0,51	0,44	0,02	0,73
1986	0,64	0,62	0,34	0,82
1987	0,67	0,64	0,38	0,81
1988	0,72	0,72	0,49	0,86
1989	0,70	0,70	0,45	0,84
1990	0,63	0,61	0,33	0,80
1991	0,44	0,38	-0,03	0,68
1992	0,34	0,26	-0,25	0,62
1993	0,39	0,33	-0,12	0,65
1994	0,54	0,52	0,22	0,74
1995	0,57	0,55	0,28	0,75
1996	0,62	0,61	0,36	0,79
1997	0,61	0,58	0,30	0,77
1998	0,64	0,60	0,30	0,80
1999	0,66	0,65	0,38	0,82
2000	0,62	0,60	0,32	0,79
2001	0,54	0,50	0,18	0,74
2002	0,50	0,47	0,12	0,73
2003	0,43	0,37	-0,08	0,70
2004	0,29	0,19	-0,39	0,59
2005	0,36	0,31	-0,09	0,62
2006	0,37	0,33	-0,03	0,61
2007	0,46	0,45	0,12	0,69
2008	0,41	0,40	0,07	0,65
2009	0,34	0,30	-0,07	0,59
2010	0,30	0,25	-0,14	0,56
2011	0,30	0,26	-0,14	0,58
2012	0,22	0,18	-0,23	0,51
2013	0,20	0,16	-0,30	0,52