



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2023/003

Région du Pacifique

Évaluation du potentiel de rétablissement de neuf unités désignables du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) du fleuve Fraser – Partie 2 : Biologie, habitat, menaces, mesures d'atténuation et dommages admissibles – Éléments 1 à 11, 14, 16 à 18, 22

Daniel Doutaz¹, Ann-Marie Huang², Scott Decker¹, Tanya Vivian¹

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

²Pêches et Océans Canada
100, Annacis Parkway, bureau 3
Delta (Colombie-Britannique) V3M 6A2

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 des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2023

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-46966-9 N° cat. Fs70-5/2023-003F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Doutaz, D., Huang, A.-M., Decker, S., and Vivian, T. 2023. Évaluation du potentiel de rétablissement de neuf unités désignables du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) du fleuve Fraser – Partie 2 : Biologie, habitat, menaces, mesures d'atténuation et dommages admissibles – Éléments 1 à 11, 14, 16 à 18, 22. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/003. xvi+ 289 p.

Also available in English:

Doutaz, D., Huang, A.-M., Decker, S., et Vivian, T. 2023. Recovery Potential Assessment for Fraser River Sockeye Salmon (Oncorhynchus nerka), Nine Designatable Units Part 2: Biology, Habitat, Threats, Mitigations and Allowable Harm - Elements 1-11, 14, 16-18, 22. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/003. xiii + 250 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	xvi
1. INTRODUCTION	1
1.1. INFORMATION SUR L'ESPÈCE	1
1.2. HISTORIQUE DE L'INSCRIPTION ET DU RÉTABLISSEMENT	4
2. CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES, ABONDANCE, AIRE DE RÉPARTITION ET PARAMÈTRES DU CYCLE BIOLOGIQUE	5
2.1. ÉLÉMENT 1 : SOMMAIRE DE LA BIOLOGIE DU SAUMON ROUGE	5
2.1.1. Morphologie des adultes.....	5
2.1.2. Variation du cycle biologique	6
2.1.3. Cycle biologique	6
2.1.4. Régime alimentaire.....	8
2.2. ÉLÉMENT 2 : ÉVALUATION DE LA TRAJECTOIRE RÉCENTE DE L'ABONDANCE, DE LA RÉPARTITION ET DU NOMBRE DE POPULATIONS DU SAUMON ROUGE.....	10
2.2.1. Répartition et nombre de populations	10
2.2.2. Tendances de la productivité et de l'abondance	11
2.3. ÉLÉMENT 3 : PARAMÈTRES RÉCENTS DU CYCLE BIOLOGIQUE.....	23
3. BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT ET DE RÉSIDENCE	27
3.1. ÉLÉMENT 4 : PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DU SAUMON ROUGE NÉCESSAIRES AU BON DÉROULEMENT DE TOUS LES STADES DU CYCLE BIOLOGIQUE	27
3.1.1. Habitat de fraie et d'incubation des œufs	27
3.1.2. Habitat de croissance des alevins et des juvéniles	28
3.1.3. Habitat de dévalaison en eau douce des juvéniles.....	28
3.1.4. Habitat de croissance en haute mer	28
3.1.5. Habitat migratoire dulcicole des adultes	29
3.2. ÉLÉMENT 5 : FOURNIR DE L'INFORMATION SUR L'ÉTENDUE SPATIALE DES ZONES DE L'AIRE DE RÉPARTITION DU SAUMON ROUGE SUSCEPTIBLES DE PRÉSENTER CES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT.....	30
3.2.1. Aire de répartition dans l'habitat en eau douce	30
3.2.2. Aire de répartition en milieu marin	39
3.3. ÉLÉMENT 6 : PRÉSENCE ET ÉTENDUE DES CONTRAINTES ASSOCIÉES À LA CONFIGURATION SPATIALE	40
3.3.1. Barrages hydroélectriques.....	40
3.3.2. Glissements de terrain.....	41
3.3.3. Connectivité avec les plaines inondables	41

3.4. ÉLÉMENT 7 : ÉVALUATION DU CONCEPT DE RÉSIDENCE ET DESCRIPTION POUR LE SAUMON ROUGE	42
4. MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS CONCERNANT LA SURVIE ET LE RÉTABLISSMENT DU SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER.....	42
4.1. ÉLÉMENT 8 : MENACES POUR LA SURVIE ET LE RÉTABLISSMENT	42
4.1.1. Développement résidentiel et commercial.....	45
4.1.2. Agriculture et aquaculture.....	51
4.1.3. Production d'énergie et exploitation minière.....	58
4.1.4. Corridors de transport et de service	61
4.1.5. Utilisation des ressources biologiques.....	67
4.1.6. Intrusions et perturbations anthropiques	75
4.1.7. Modifications des systèmes naturels	80
4.1.8. Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	92
4.1.9. Pollution et contaminants.....	103
4.1.10. Phénomènes géologiques	118
4.1.11. Changements climatiques	122
4.1.12. Sommaire	135
4.2. ÉLÉMENT 9 : ACTIVITÉS LES PLUS SUSCEPTIBLES DE MENACER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT INDIQUÉES DANS LES ÉLÉMENTS 4 ET 5.....	137
4.3. ÉLÉMENT 10 : FACTEURS NATURELS QUI LIMITERONT LA SURVIE ET LE RÉTABLISSMENT	137
4.3.1. Facteurs physiologiques et comportementaux	137
4.3.2. Prédation	138
4.3.3. Concurrence	140
4.4. ÉLÉMENT 11 : DISCUSSION DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES MENACES DÉCRITES À L'ÉLÉMENT 8 SUR LES ESPÈCES CIBLES ET LES ESPÈCES CO-OCCURRENTES, DES EFFORTS DE SURVEILLANCE ACTUELS ET DES LACUNES DANS LES CONNAISSANCES	142
5. ÉLÉMENT 14 : PRÉSENTER UN AVIS SUR LA MESURE DANS LAQUELLE L'HABITAT APPROPRIÉ DISPONIBLE RÉPOND AUX BESOINS DE L'ESPÈCE, MAINTENANT ET LORSQUE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSMENT DE L'ESPÈCE PROPOSÉS DANS L'ÉLÉMENT 12 SONT ATTEINTS.....	143
6. SCÉNARIOS D'ATTÉNUATION DES MENACES ET ACTIVITÉS DE RECHANGE	145
6.1. ÉLÉMENT 16 : LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATION RÉALISABLES ET DES ACTIVITÉS DE RECHANGE RAISONNABLES AUX ACTIVITÉS QUI POSENT DES MENACES POUR L'ESPÈCE ET SON HABITAT	145
6.1.1. Développement.....	146
6.1.2. Agriculture et aquaculture.....	147

6.1.3. Impacts de la pêche.....	149
6.1.4. Foresterie et gestion de la faune	150
6.1.5. Espèces envahissantes et problématiques	151
6.1.6. Barrages et gestion de l'eau	153
6.1.7. Pollution.....	154
6.1.8. Changements climatiques	155
6.1.9. Mise en valeur et restauration de l'habitat.....	156
6.1.10. Conclusions	161
6.2. ÉLÉMENT 17 : LISTE DES ACTIVITÉS SUSCEPTIBLES D'ACCROÎTRE LA PRODUCTIVITÉ OU LES PARAMÈTRES DE SURVIE	171
6.3. ÉLÉMENT 18 : SI LA DISPONIBILITÉ ACTUELLE DE L'HABITAT EST INSUFFISANTE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT (VOIR L'ÉLÉMENT 14), PRÉSENTER UN AVIS SUR LA FAISABILITÉ DE RESTAURER L'HABITAT SELON DES VALEURS PLUS ÉLEVÉES.....	171
7. ÉLÉMENT 22 : ÉVALUATION DES DOMMAGES ADMISSIBLES.....	171
7.1. UD2 BOWRON-DE	173
7.2. UD10 HARRISON (AMONT)-T	174
7.3. UD14 NORTH BARRIERE-DE.....	175
7.4. UD16 QUESNEL-E	176
7.5. UD17 SETON-T	177
7.6. UD20 TAKLA-TREMBLEUR-À MONTAISON HÂTIVE DANS LA STUART	178
7.7. UD21 TAKLA-TREMBLEUR-STUART-E	179
7.8. UD22 TASEKO-DE	180
7.9. UD24 WIDGEON-TYPE FLUVIAL	181
7.10. CONCLUSIONS	182
8. RÉFÉRENCES CITÉES	183
ANNEXE A. LISTE DES PLANS D'EAU DANS LES UD DE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER (COSEPAC 2017)	214
ANNEXE B. TABLEAUX DES MENACES DU COSEPAC	219
B.1. ÉVALUATEURS DES TABLEAUX DES MENACES	219
B.2. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD2–BOWRON-DE	219
B.3. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD10–HARRISON (AMONT)-T.....	227
B.4. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD14–North Barriere-DE..	234
B.5. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD16–QUESNEL-E	240
B.6. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD17–SETON-T	248

B.7. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD20–TAKLA-TREMBLEUR- À MONTAISON HÂTIVE DANS LA STUART	255
B.8. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD21–TAKLA-TREMBLEUR- E 264	
B.9. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD22–TASEKO-DE.....	273
B.10. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD24 WIDGEON-TYPE FLUVIAL.....	280
ANNEXE C. SOURCES D'INCERTITUDE ET BESOINS EN MATIÈRE DE RECHERCHE ...	286
C.1. HABITAT D'EAU DOUCE	286
C.2. HABITAT MARIN	286
C.3. AQUACULTURE.....	287
C.4. EXPLOITATION MINIÈRE.....	287
C.5. PÊCHE	287
C.6. DYNAMIQUE PRÉDATEUR-PROIE	288
C.7. AMÉLIORATION.....	288
C.8. POLLUTION	288
C.9. GLISSEMENT DE TERRAIN DE BIG BAR	288

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Unités désignables (UD) du saumon rouge du fleuve Fraser et statut selon le COSEPAC (COSEPAC 2017a). Les noms des UD sont identiques aux noms des UC dans la Politique concernant le saumon sauvage.	3
Tableau 2. Sommaire du cycle biologique du saumon rouge du fleuve Fraser, de la période de migration, de l'âge à la maturité et de la présence d'abondance cyclique.....	9
Tableau 3. Frayères persistantes, méthodes de relevé, qualité des données et indice de la zone d'occupation (IZO) pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser évaluées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement. Les frayères ne sont pas toutes représentées ici; voir la liste complète des cours d'eau où la fraie du saumon rouge du fleuve Fraser a été enregistrée à l'annexe A.	13
Tableau 4. Données sur la fécondité moyenne selon la classe d'âge et sur la longueur selon l'âge au cours des trois dernières générations pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par l'évaluation du potentiel de rétablissement. Dans de nombreux cas, les données sur la fécondité n'étaient pas disponibles (UD2, UD14, UD17, UD22, UD24) ou ne l'étaient pas pour toute la période de trois générations présentée (données sur l'UD16 pour 2010, 2013, 2014 seulement; aucune donnée sur l'UD20 pour 2010, 2011, 2013, 2014; données sur l'UD21 pour 2008, 2009, 2012, 2013, 2017 seulement). La longueur selon l'âge est mesurée en mm entre l'arrière de l'orbite et la plaque hypurale; les données ont été exclues pour les classes d'âge du saumon rouge du fleuve Fraser observées peu fréquemment.	25
Tableau 5. Définitions des niveaux d'impact, de la probabilité de réalisation, de la certitude causale, de la réalisation de la menace, de la fréquence de la menace et de l'ampleur de la menace qui peuvent être attribués à chaque catégorie de menaces. Les définitions ont été modifiées à partir de celles données dans le document du MPO (MPO 2014a) pour préciser que le niveau d'impact a été évalué en fonction du déclin prévu de la population sur une période de trois générations ou de dix ans (selon la période la plus longue), si les menaces ne sont pas atténuées avec succès.	44
Tableau 6. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Habitations et zones urbaines pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	48
Habitations et zones urbaines.....	48
Tableau 7. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	49
Tableau 8. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Tourisme et espaces récréatifs pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	50

Tableau 9. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	55
Tableau 10. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Élevage et 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	56
Tableau 11. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Aquaculture en mer et en eau douce pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	57
Tableau 12. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Exploitation de mines et de carrières pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	60
Tableau 13. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Routes et voies ferrées pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	64
Tableau 14. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	65
Tableau 15. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Transport par eau pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	66
Tableau 16. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Exploitation forestière et récolte du bois pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	73
Tableau 17. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Pêche et récolte de ressources aquatiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC.	

Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 74

Tableau 18. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Activités récréatives pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 78

Tableau 19. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Travaux et autres activités pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 79

Tableau 20. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Incendies et suppression des incendies pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 89

Tableau 21. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Barrages, 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 90

Tableau 22. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 91

Tableau 23. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Espèces non indigènes/exotiques envahissantes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 100

Tableau 24. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Espèces indigènes problématiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 101

Tableau 25. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Introduction de matériel génétique pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau. 102

Tableau 26. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	113
Tableau 27. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	114
Tableau 28. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	115
Tableau 29. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Détritus et déchets solides pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	116
Tableau 30. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Polluants atmosphériques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	117
Tableau 31. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Avalanches et glissements de terrain pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	121
Tableau 32. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Déplacement et altération de l'habitat pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	131
Tableau 33. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Sécheresse pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	132
Tableau 34. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Températures extrêmes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	133

Tableau 35. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Tempêtes et inondations pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.	134
Tableau 36. Classement général des menaces pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser évaluées. Ce tableau présente le classement des menaces combinées des différentes catégories de menaces contenues dans chacune des principales catégories de menaces présentées dans le tableau.	136
Tableau 37. Prédateurs que le saumon rouge du fleuve Fraser peut rencontrer. Modifié de Christensen et Trites (2011).	139
Tableau 38. Caractéristiques de l'habitat dans les UD du saumon rouge du fleuve Fraser examinées dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement. Les paramètres de l'habitat des lacs de croissance sont présentés dans Shortreed et al. (2001).	145
Tableau 39. Stratégies d'atténuation possibles pour contrer les menaces pour le saumon rouge du fleuve Fraser cernées à l'élément 8 (section 4.1).	163
Tableau 40. Tableau sommaire des menaces et des facteurs limitatifs pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser, ainsi que des activités potentielles d'atténuation ou de mise en valeur qui sont réalisables en trois générations (2021 à 2032; période d'évaluation des menaces). Les activités d'atténuation et de mise en valeur énumérées dans la colonne « Activités de gestion » ne sont pas nécessairement des activités recommandées, mais plutôt des activités qui présentent le potentiel d'améliorer la survie ou la production au cours de la période d'évaluation.	167

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Saumon rouge adulte en phase de fraie. Crédit photographique : site Web de Pêches et Océans Canada	1
Figure 2. Carte du bassin versant du fleuve Fraser, en Colombie-Britannique, au Canada.....	1
Figure 3. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD2 Bowron-DE (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25 ^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25 ^e à 75 ^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95 ^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.	14
Figure 4. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD2 Bowron-DE. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué par Remp.) et 5 R/G.	15
Figure 5. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD10 Harrison (amont)-T (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25 ^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25 ^e à 75 ^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95 ^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.	15
Figure 6. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD10 Harrison (amont)-T. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G.	16
Figure 7. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD14 North Barriere-DE (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25 ^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25 ^e à 75 ^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95 ^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.	16
Figure 8. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD14 North Barriere-DE. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué par Remp.) et 5 R/G.	17

Figure 9. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD16 Quesnel-E (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives. 18

Figure 10. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD16 Quesnel-E. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G..... 18

Figure 11. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD17 Seton-T (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives. 19

Figure 12. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD17 Seton-T. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G..... 19

Figure 13. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives. 20

Figure 14. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué par Remp.) et 5 R/G..... 20

Figure 15. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour

l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25 ^e à 75 ^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95 ^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.....	21
Figure 16. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G.....	22
Figure 17. Série chronologique des femelles ayant frayé pour l'UD22 Taseko-DE. La ligne grise représente le nombre de génitrices ayant frayé par année; la ligne bleue représente la moyenne mobile sur une génération; le taux d'exploitation pour l'unité de gestion à montaison au début de l'été est fourni sous forme de taux d'exploitation approximatif et est représenté par la ligne rouge.....	22
Figure 18 – Série chronologique des femelles ayant frayé pour l'UD24 Widgeon-type fluvial. La ligne grise représente le nombre de génitrices ayant frayé par année; la ligne bleue représente la moyenne mobile sur une génération; le taux d'exploitation pour l'unité de gestion des populations à montaison estivale est fourni sous forme de taux d'exploitation approximatif et est représenté par la ligne rouge.	23
Figure 19. Carte de l'UD2 Bowron-DE. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	31
Figure 20. Carte de l'UD10 Harrison (amont)-T. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	32
Figure 21. Carte de l'UD14 North Barriere-DE. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	33
Figure 22. Carte de l'UD16 Quesnel-E. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	34
Figure 23. Carte de l'UD17 Seton-T. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	35
Figure 24. Carte de l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	36
Figure 25. Carte de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	37
Figure 26. Carte de l'UD22 Taseko-DE. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	38

Figure 27. Carte de l'UD24 Widgeon-type fluvial. La zone de l'UD où l'on sait que la fraie a lieu est représentée par le polygone noir. La ligne rouge indique l'axe longitudinal du cours d'eau et ne représente pas nécessairement l'étendue de la fraie.	39
Figure 28. Routes de migration et répartition océanique présumées du saumon rouge du fleuve Fraser. Source : (Cohen 2012c).	40
Figure 29. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD2 Bowron-DE.	174
Figure 30. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD10 Harrison (amont)-T.....	175
Figure 31. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD14 North Barriere-DE.	176
Figure 32. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD16 Quesnel-E.	177
Figure 33. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD17 Seton-T.	178
Figure 34. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart.	179
Figure 35. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E.	180
Figure 36. Sommaire de l'évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD22 Taseko-DE. Il n'existe pas de données sur le stock-recrutement pour l'UD22; par conséquent, aucune analyse quantitative n'a été effectuée pour déterminer la probabilité que cette UD atteigne ses cibles de rétablissement.	181
Figure 37. Sommaire de l'évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD24 Widgeon-type fluvial. Il n'existe pas de données sur le stock-recrutement pour l'UD24; par conséquent, aucune analyse quantitative n'a été effectuée pour déterminer la probabilité que cette UD atteigne ses cibles de rétablissement.	182

RÉSUMÉ

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada a évalué neuf unités désignables (UD) du saumon rouge du fleuve Fraser comme étant menacées ou en voie de disparition (COSEPAC 2017), et leur ajout à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) est actuellement à l'étude. Le présent document est la seconde des deux parties de l'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) pour ces UD. La première partie de l'évaluation du potentiel de rétablissement comprenait une analyse quantitative des données sur l'abondance et la génération de cibles de rétablissement, de même que l'estimation de la probabilité d'atteindre ces cibles de rétablissement pour une gamme de productivités et de taux de mortalité en route modélisés. Cette deuxième partie de l'évaluation du potentiel de rétablissement donne un aperçu de la biologie et des exigences en matière d'habitat, présente une évaluation des menaces et des facteurs qui pourraient limiter le rétablissement, dresse un inventaire des activités d'atténuation potentielles pour améliorer la survie ou la productivité, et propose une discussion finale sur les dommages admissibles. Les principales menaces qui touchent ces UD ont été évaluées lors d'un atelier de plusieurs jours, tenu du 27 au 29 octobre 2020, auquel ont participé divers experts en la matière. Il s'agit des changements climatiques, des phénomènes géologiques, des modifications des systèmes naturels, de la pêche, de la pollution et de la concurrence des poissons d'écloserie. Ces menaces ont ensuite été examinées au cours du présent processus d'examen par les pairs et révisées selon le consensus du groupe. Les neuf UD font face à une série unique et complexe de menaces et de facteurs limitatifs selon leur emplacement géographique, mais toutes sont exposées à un niveau de risque élevé à extrême. D'après l'évaluation des menaces, on pense que sur les trois prochaines générations (2021 à 2032), l'UD10 Harrison (amont)-T, l'UD16 Quesnel-E, l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E et l'UD24 Widgeon-type fluvial connaîtront un déclin de leurs populations de 31 à 70 % (risque élevé); que les populations de l'UD2 Bowron-DE, de l'UD14 North Barriere-DE, de l'UD17 Seton-T et de l'UD22 Taseko-DE déclineraient de 31 à 100 % (risque élevé à extrême); et que la population de l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart diminuera de 71 à 100 % (risque extrême). Il sera difficile d'atténuer les menaces nombreuses et complexes qui pèsent sur ces UD, d'autant que bon nombre de ces menaces sont exacerbées par les changements climatiques. Il sera essentiel de veiller à coordonner adéquatement les efforts par une gouvernance efficace afin d'atténuer les effets cumulatifs de ces diverses menaces. Compte tenu de l'information présentée dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement (parties 1 et 2), il est évident que toutes les sources de dommages anthropiques devraient être réduites au minimum pour donner à ces populations une chance de se rétablir. Nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent une mortalité soient celles qui favorisent le rétablissement et, dans certains cas, la survie des UD (UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD2 Bowron-DE), et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.

1. INTRODUCTION

Lorsque 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) prend diverses mesures nécessaires pour appuyer 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, les menaces qui pèsent sur sa survie et son rétablissement, et son potentiel de rétablissement. L'avis scientifique est habituellement formulé dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) effectuée dans un délai prescrit 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.

L'avis formulé dans cette évaluation du potentiel de rétablissement pourra servir à orienter les analyses scientifiques et socio-économiques associées au processus décisionnel d'inscription d'une espèce sur la liste des espèces en péril en vertu de la LEP, à établir un programme de rétablissement et un plan d'action, ainsi qu'à appuyer la prise de décisions au sujet des permis, des ententes et des conditions connexes. Le présent document est la seconde des deux parties de l'évaluation du potentiel de rétablissement pour le saumon rouge du Fraser. La première partie de l'évaluation du potentiel de rétablissement porte sur l'analyse quantitative des cibles de rétablissement et la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement, et résume la façon dont ces éléments contribueront à l'évaluation des dommages admissibles (MPO 2020a). Le présent document couvre les éléments liés à l'habitat, aux menaces et à l'atténuation, et fournira des énoncés des dommages admissibles mis à jour de la première partie de l'évaluation du potentiel de rétablissement.

1.1. INFORMATION SUR L'ESPÈCE

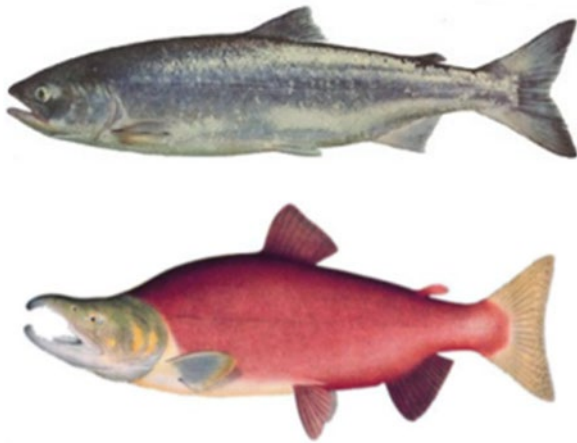


Figure 1. Saumon rouge adulte en phase de fraie. Crédit photographique : site Web de Pêches et Océans Canada

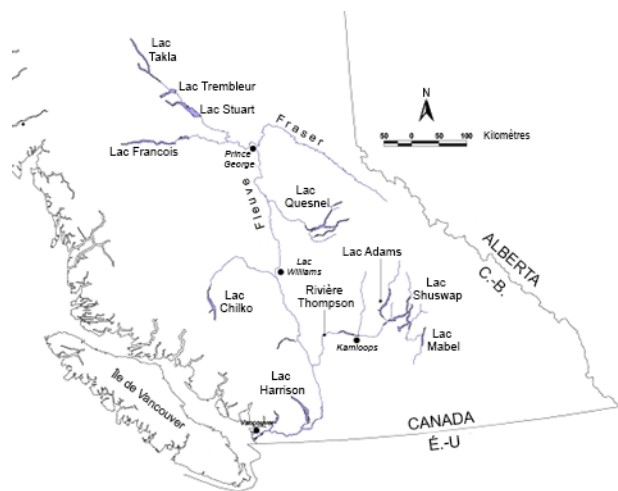


Figure 2. Carte du bassin versant du fleuve Fraser, en Colombie-Britannique, au Canada.

Nom scientifique : *Oncorhynchus nerka*

Noms communs :

Anglais : Sockeye Salmon, red salmon, blueback salmon (Burgner 1991); Kokanee, little redfish, silver trout (COSEPAC 2017).

Français : saumon rouge (COSEPAC 2003a), saumon sockeye (COSEPAC 2017a).

Premières Nations : stheqi (Halq'emeylem), Talok (Wet'suwet'en), talo (Yekooche), ts'eman (Tsilhqot'in, talook (Lhatko Dene), Talukw (Carrier Sekani) et Samman ou Saumo (Michif/Chinook) (COSEPAC 2012)

Autres : nerka et krasnaya ryba (Russie); benizake et benimasu (Japon); himemasu (Japon) pour la forme non anadrome (Burgner 1991).

Le saumon rouge est l'une des cinq espèces de saumons du Pacifique sémelpares et anadromes indigènes en Amérique du Nord, présent du fleuve Columbia au sud jusqu'au détroit de Kotzebue, en Alaska, et à l'extrémité ouest des îles Aléoutiennes (Augerot *et al.* 2005). Le saumon rouge est une importante source de nourriture pour les communautés humaines et les communautés marines, d'eau douce et terrestres, et une pierre angulaire culturelle des valeurs sociales et cérémonielles des Premières Nations de toute la Colombie-Britannique (Nelitz *et al.* 2011; COSEPAC 2012). Le fleuve Fraser, en Colombie-Britannique, a toujours soutenu la plus grande abondance naturelle de saumon rouge au monde (Grant *et al.* 2021) et ces populations ont contribué de façon importante à une pêche commerciale du saumon dont la valeur s'élève à plusieurs millions de dollars au Canada (Nelson 2006; MPO 2008).

Dans le bassin versant du fleuve Fraser, le saumon rouge est subdivisé en 24 populations ou unités désignables (UD), en fonction de leur répartition géographique, de la variation du cycle biologique, du moment de la montaison des adultes et des données génétiques (COSEPAC 2017a). Les cinq autres UD disparues et les deux UD potentiellement disparues du pays (COSEPAC 2017a) ne sont pas traitées dans cette évaluation du potentiel de rétablissement. Les UD du COSEPAC sont dérivées des unités de conservation (UC) définies dans la Politique concernant le saumon sauvage (PSS) et suivent l'approche fondamentale pour maintenir la variabilité génétique au niveau de l'espèce sauvage (COSEPAC 2017a); toutefois, dans certains cas, plusieurs UC peuvent constituer une UD. Toutes les UD dont il est question dans cette évaluation du potentiel de rétablissement représentent une seule UC. Des descriptions détaillées des UD du COSEPAC et des UC de la Politique concernant le saumon sauvage pour le saumon rouge du fleuve Fraser se trouvent dans Grant *et al.* (2011) et COSEPAC (2017a).

Dans le contexte de la présente évaluation du potentiel de rétablissement, toutes les UD frayent dans le bassin versant du fleuve Fraser et seront désignées par « saumon rouge du fleuve Fraser » (SRF). Les UD du saumon rouge du fleuve Fraser sont des populations génétiquement distinctes qui ne se croisent pas facilement et qui frayent dans différents tronçons géographiques du bassin versant du Fraser (voir la description détaillée de la génétique et de la répartition géographique du saumon rouge du fleuve Fraser dans COSEPAC 2017a). En raison de sa période de montaison variable (abordée en détail dans les sections suivantes), le saumon rouge du fleuve Fraser est regroupé en quatre groupes principaux de périodes de montaison : « à montaison hâtive dans la Stuart » représente une montaison hâtive dans la rivière Stuart; « DE » signifie une montaison au début de l'été; « E » représente une montaison estivale; et « T » indique une montaison tardive. Ces groupes de période de montaison sont également utilisés pour la gestion des pêches; les UD évaluées dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement et les unités de gestion des pêches correspondantes sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1. Unités désignables (UD) du saumon rouge du fleuve Fraser et statut selon le COSEPAC (COSEPAC 2017a). Les noms des UD sont identiques aux noms des UC dans la Politique concernant le saumon sauvage.

Unité de gestion	Unité désignable (UD) et nom du stock	Statut selon le COSEPAC	Raison de l'évaluation
Montaison hâtive dans la Stuart	UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart (Montaison hâtive dans la Stuart)	En voie de disparition	Le nombre d'individus matures remontant dans l'UD20 diminue constamment depuis les années 1990, malgré les réductions de la mortalité par pêche. On a attribué à cette UD un statut « en voie de disparition » en raison d'une diminution de 54 % de l'abondance entre 2003 et 2015; cette tendance devrait se poursuivre (critère A du COSEPAC).
	UD2 Bowron-DE	En voie de disparition	Le nombre d'individus matures dans cette population diminue depuis le milieu des années 1950. Le statut « en voie de disparition » a été assigné à l'UD2 en raison d'une diminution de 60 % entre 2003 et 2015 (critère A du COSEPAC).
Montaison au début de l'été	UD14 North Barriere-DE	Menacée	Le nombre d'individus matures baisse constamment dans l'UD14 depuis 1980. Le statut « menacée » a été assigné à cette UD parce qu'elle comptait moins de 10 000 individus matures, parce qu'on estime que le nombre d'individus matures continue de diminuer, et parce que plus de 95 % des individus matures font partie d'une seule sous-population (critère C du COSEPAC). Il est à noter que la population originale a disparu dans les années 1920 et a été reconstituée à partir de transplantations de la rivière Raft.
	UD22 Taseko-DE	En voie de disparition	Le nombre d'individus matures remontant dans l'UD22 diminue constamment depuis les années 1990. Le statut « en voie de disparition » a été assigné à l'UD en raison d'une diminution de la population de 84 % entre 2003 et 2015 (critère A du COSEPAC), avec moins de 2 500 individus, et du fait que plus de 95 % des individus matures font partie d'une seule sous-population (critère C du COSEPAC).
Montaison estivale	UD16 Quesnel-E	En voie de disparition	Par le passé, l'UD16 était l'une des populations de saumon rouge les plus abondantes du Fraser, mais les effectifs ont constamment diminué depuis 2000. Le statut « en voie de disparition » a été assigné à l'UD en raison d'une diminution de 97 % du nombre d'individus matures entre

Unité de gestion	Unité désignable (UD) et nom du stock	Statut selon le COSEPAC	Raison de l'évaluation
Montaison tardive	UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E Montaison tardive dans la Stuart	En voie de disparition	2003 et 2015 (critère A du COSEPAC). L'UD21 est en baisse constante depuis le début des années 2000, mais les prélèvements par pêche sont demeurés élevés. Le nombre d'individus matures a diminué de 68 % entre 2003 et 2015 (critère A du COSEPAC).
	UD24 Widgeon-type fluvial	Menacée	Le nombre d'individus matures de l'UD24 est demeuré relativement stable de 1950 à 1990, puis a diminué considérablement jusqu'à atteindre un taux minimum en 2000. Entre les générations de 2003 à 2015, le nombre de poissons est revenu à son niveau d'abondance d'avant 1990. Le statut « menacée » a été assigné à cette UD en raison de la petite taille de la population (<1 000 individus; critère D du COSEPAC).
	UD10 Harrison (amont)-T (Weaver)	En voie de disparition	Le nombre d'individus matures a augmenté d'un creux en 1960 à un pic en 1980. Depuis, les nombres ont fluctué à la baisse jusqu'à un minimum historique. Le statut « en voie de disparition » a été assigné à cette UD en raison d'une diminution de 76 % du nombre d'individus matures entre 2003 et 2015 (critère A du COSEPAC).
	UD17 Seton-T (ruisseau Portage)	En voie de disparition	Le nombre d'individus matures de cette UD était relativement stable du milieu des années 1970 à la fin des années 1990. Depuis, il a considérablement diminué et on a assigné le statut « en voie de disparition » à l'UD à la suite d'une diminution de 88 % du nombre d'individus matures entre 2003 et 2015 (critère A du COSEPAC). Il est à noter que la population originale a disparu au début du XX ^e siècle et que la population actuelle provient de transplantations de poissons d'écloserie de la rivière Adams.

1.2. HISTORIQUE DE L'INSCRIPTION ET DU RÉTABLISSEMENT

Des tendances à la baisse de l'abondance ont été observées pour le saumon rouge du fleuve Fraser dans les dernières décennies, et ces déclin ont été le principal point de mire de la Commission d'enquête Cohen sur le déclin des populations du saumon rouge du milieu des années 1990 à 2009 (Cohen 2012a, 2012b, 2012c; Grant *et al.* 2019). Près de la moitié des stocks de saumon rouge du fleuve Fraser ont été placés dans la zone de statut rouge de la Politique concernant le saumon sauvage (Grant et Pestal 2012; MPO 2018a) et, en novembre 2017, le COSEPAC a évalué la situation de 24 UD, et en a évalué huit comme étant

en voie de disparition, deux comme étant menacées, cinq comme étant préoccupantes et neuf comme étant non en péril. L'UD6 (Cultus-T, en voie de disparition; non visée par la présente évaluation du potentiel de rétablissement) est la seule population du bassin du Fraser qui avait déjà été évaluée avant l'évaluation du COSEPAC (2017a). À l'automne 2002, l'UD6 a fait l'objet d'une inscription d'urgence et le statut d'espèce en voie de disparition lui a été assigné l'année suivante dans le cadre d'une évaluation officielle (COSEPAC 2003a). En octobre 2002, le COSEPAC avait également évalué la population de saumon rouge du lac Sakinaw (qui ne fait pas partie du groupe du fleuve Fraser) comme étant en voie de disparition dans une évaluation d'urgence, statut qui a été confirmé par les évaluations ultérieures menées par le COSEPAC en 2003, 2006 et 2016 (COSEPAC 2003b, 2006¹, 2016).

La présente évaluation du potentiel de rétablissement évalue la situation de neuf UD de saumon rouge qui frayent dans le bassin versant du fleuve Fraser, qui ont été désignées comme étant menacées ou en voie de disparition par le COSEPAC (2017a; l'UD du lac Cultus (UD6) a été évaluée séparément dans MPO 2020b). Habituellement, lorsqu'une évaluation du potentiel de rétablissement est menée, les 22 éléments différents sont réunis dans un seul document de travail pour examen, afin d'éclairer non seulement une décision concernant l'inscription en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), mais aussi la planification subséquente du rétablissement. En raison du nombre d'UD, ce processus a été divisé en deux documents de travail; ce rapport porte sur 16 des 22 éléments décrits dans le cadre de référence pour la réalisation des évaluations du potentiel de rétablissement pour les espèces aquatiques en péril (MPO 2014a), qui comprennent :

1. des sommaires des caractéristiques biologiques, de l'abondance, de l'aire de répartition et des paramètres du cycle biologique du saumon rouge du fleuve Fraser (éléments 1 à 3);
2. une description des exigences en matière d'habitat et de résidence à tous les stades du cycle biologique du saumon rouge du fleuve Fraser (éléments 4 à 7);
3. une évaluation et le classement par ordre de priorité des menaces et des facteurs limitatifs pour la survie et le rétablissement du saumon rouge du fleuve Fraser (éléments 8 à 11);
4. des descriptions de l'habitat convenable disponible, indiquant si les exigences en matière d'habitat sont respectées (élément 14);
5. des examens des scénarios pour l'atténuation des menaces et les activités de recharge (éléments 16 à 18);
6. une évaluation des dommages admissibles afin d'estimer le taux maximal de mortalité anthropique et de destruction de l'habitat que l'espèce peut subir sans risque pour sa survie ou son rétablissement (élément 22).

2. CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES, ABONDANCE, AIRE DE RÉPARTITION ET PARAMÈTRES DU CYCLE BIOLOGIQUE

2.1. ÉLÉMENT 1 : SOMMAIRE DE LA BIOLOGIE DU SAUMON ROUGE

2.1.1. Morphologie des adultes

Le saumon rouge adulte a un corps mince, profilé et bleu argent avec des taches noires fines sur le dos, mais sans grandes taches foncées (COSEPAC 2017a). Les caractéristiques

¹ COSEPAC 2006. [Évaluation d'urgence du saumon sockeye \(saumon rouge\) \(*Oncorhynchus nerka*\), population Sakinaw par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada \(COSEPAC\)](#). Comité sur la situation des espèces en péril. Ottawa.

morphologiques utilisées pour identifier le saumon rouge sont les suivantes : une nageoire dorsale avec 11 à 16 rayons; une petite nageoire adipeuse, mince et charnue; 13 à 18 rayons sur la nageoire anale; des nageoires pelviennes en position abdominale avec de 9 à 11 rayons et un appendice charnu au-dessus du point d'insertion; des nageoires pectorales avec 11 à 21 rayons; des écailles cycloïdes; de 29 à 43 branchicténies longues, rugueuses, minces et étroitement groupées sur le premier arc branchial; un corps allongé et modérément comprimé latéralement; chez les juvéniles, les marques des tacons sont ovales et plus courtes que le diamètre de l'œil, généralement au-dessus de la ligne latérale (Pauley *et al.* 1989).

Pendant la maturation, le saumon rouge subit un changement morphologique distinct, la tête et la queue devenant vert pâle/olive et le corps prenant une couleur rouge brillant. Les mâles ont de grandes dents, une mâchoire recourbée (museau crochu) prononcée et une petite bosse dorsale, tandis que les femelles conservent en grande partie leur forme marine (Burgner 1991).

2.1.2. Variation du cycle biologique

Le saumon rouge anadrome peut être divisé en trois variantes du cycle biologique en fonction de son cycle biologique en eau douce : le saumon rouge de « type lacustre » grandit dans un lac de croissance pendant un an ou plus avant de migrer vers la mer; le saumon rouge de « type océanique » migre en aval dans les écosystèmes estuariens ou marins en tant que subyearling après avoir passé un hiver en eau douce; et le saumon rouge de « type fluvial » grandit dans des habitats fluviaux pendant un à deux ans avant de migrer vers la mer en tant que yearling (Wood *et al.* 1987, 2008; Heifetz *et al.* 1989; Wood 1995). La grande majorité des populations de saumon rouge du fleuve Fraser sont considérées comme des variantes de type lacustre et grandissent dans divers lacs, petits à grands, du bassin versant du fleuve Fraser. Bien que l'UD24 Widgeon ait été désignée comme étant de type fluvial, ces poissons migrent dans le milieu marin en tant que subyearlings et sont donc considérés comme des variantes de type océanique. C'est pourquoi, tout au long du présent document, l'UD24 est appelée « population de type océanique ». À notre connaissance, il n'y a pas de véritables populations de saumon rouge de type fluvial dans le bassin du fleuve Fraser. Une fois dans le milieu marin, le saumon rouge grandit et atteint la maturité en une période variable (habituellement de deux à trois ans dans le bassin versant du Fraser) avant de revenir frayer en tant qu'adulte (voir une analyse plus approfondie dans la section suivante). En plus des variantes anadromes du saumon rouge, le saumon kokani est un saumon rouge non anadrome (qui ne migre pas vers la mer) que l'on trouve seulement dans les lacs (Gilbert 1913; Nelson 1968; COSEPAC 2017a).

2.1.3. Cycle biologique

Le saumon rouge est un poisson anadrome et sémelpare qui se reproduit et grandit en eau douce, migre dans l'océan pour atteindre la maturité, puis revient en eau douce pour frayer et mourir. Le saumon rouge du fleuve Fraser fraye dans les rivières, les ruisseaux et le long des estrans des lacs dans tout le bassin du fleuve Fraser entre juillet et janvier, mais c'est en août et septembre que la fraie est la plus fréquente (COSEPAC 2017a). La fraie commence par la construction d'un nid par les femelles, dans des substrats allant du sable grossier aux gros gravats/rochers, où les œufs sont ensuite déposés pour être fertilisés par un mâle, puis recouverts de gravier par la femelle pour incuber pendant l'hiver. La construction des nids se fait à des profondeurs variant de 0,1 à 30 mètres, à des températures comprises entre environ 7 et 14 degrés Celsius (Burgner 1991; Whitney *et al.* 2013). La durée de l'incubation et le moment de l'émergence des œufs dépendent des températures d'incubation et du débit, mais l'émergence se produit généralement entre la mi-avril et la mi-mai (Burgner 1991; Macdonald *et al.* 1998). Les œufs de saumon rouge sont les plus petits, en moyenne, de tous les saumons du

Pacifique (Burgner 1991), mais leur taille varie entre les UD; la taille des femelles adultes et la distance de migration sont les principaux déterminants de la taille globale (Linley 1993).

Les saumons rouges de type lacustre migrent vers les lacs de croissance lorsqu'ils émergent des graviers, souvent après la tombée de la nuit et en grande densité (Quinn 2005). Les alevins nouvellement émergés se nourrissent et grandissent dans la zone littorale des lacs du début du mois de juin à la mi-juillet, avant de se déplacer au large des côtes; ils restent alors dans les eaux libres du lac jusqu'à la migration vers la mer en tant que saumoneaux (Morton et Williams 1990; COSEPAC 2017a). Entre avril et juin, les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre migrent rapidement vers l'aval depuis leurs lacs de croissance, vers l'estuaire du Fraser (Clark *et al.* 2016), mais leur déplacement vers l'aval peut être influencé par le moment de la débâcle sur le lac et les températures subséquentes de l'eau; l'étendue et la direction de l'action du vent sur le lac; et la taille, l'âge et la préparation physiologique des saumoneaux (Burgner 1991; MPO 2016; COSEPAC 2017a). La plupart des saumons rouges du fleuve Fraser migrent vers le nord depuis le détroit de Georgie à la fin du mois de mai, leur abondance diminuant à la fin du mois de juin et en juillet (Clark *et al.* 2016; Johnson *et al.* 2019). Ils se dirigent ensuite vers le nord-ouest en longeant le plateau continental jusqu'à leurs aires d'hivernage dans le golfe d'Alaska, à la fin de l'automne et au début du mois de décembre (Tucker *et al.* 2009; Welch *et al.* 2009; COSEPAC 2017a). Le saumon rouge de l'UD7 (François-Fraser-E; non couvert par l'évaluation du potentiel de rétablissement), de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-à montaison hâtive dans la Stuart et de l'UD22 (Takla-Trembleur-E) semble quitter le plateau continental un peu plus tôt que toutes les autres populations (Tucker *et al.* 2009). La plupart des saumons rouges du fleuve Fraser sont des variantes de type lacustre, constituant toutes les UD couvertes par cette évaluation du potentiel de rétablissement, sauf une (l'UD24 Widgeon-type fluvial).

Peu après leur émergence, les alevins de type océanique se dispersent en aval dans le bas Fraser, où ils grandissent pendant cinq mois au plus ou d'où ils se dirigent immédiatement vers le détroit de Georgie (Birtwell *et al.* 1987; Macdonald *et al.* 2020). Ces poissons demeurent dans le détroit de Georgie pendant plusieurs mois après que tous les autres stocks de saumon rouge du Fraser ont quitté ce système, et migreront en grande partie vers le nord-est du Pacifique et le golfe d'Alaska par le sud du détroit de Juan de Fuca, bien qu'une certaine proportion emprunte également le nord du détroit de Johnstone (Tucker *et al.* 2009; Beamish *et al.* 2016). Seule une petite proportion des saumons rouges du fleuve Fraser sont des variantes de type océanique, les seules populations confirmées dans le réseau hydrographique du Fraser se trouvant dans le ruisseau Widgeon (UD24) et la rivière Harrison (UD23, non couverte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement; Grant *et al.* 2011).

Les adultes peuvent avoir de trois à six ans et passer leurs premiers hivers (d'un à trois) en eau douce et leurs derniers hivers (trois au maximum) en mer; cependant, la plupart des saumons rouges du fleuve Fraser (environ 80 % de l'ensemble de la composition selon l'âge) reviennent frayer à l'âge de quatre ans après avoir passé deux hivers en eau douce, suivis de deux hivers en milieu marin (âge 4₂) (Grant *et al.* 2011; Macdonald *et al.* 2020). Une plus petite proportion (environ 20 % du nombre total de poissons d'âge adulte) reste un hiver de plus en mer et revient frayer à l'âge de 5 ans (âge 5₂; Grant *et al.* 2011). Il convient de noter que l'UD15 (Pitt-DE; non couverte dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement) est unique dans le réseau hydrographique du Fraser dans la mesure où ces poissons reviennent principalement frayer à cinq ans (~65 % de la remonte totale). Une petite partie des saumons rouges du fleuve Fraser revient également frayer à 3 ans (âge 3₂): ce sont des mâles précoces (jacks) ou des femelles précoces (jills), ces dernières étant beaucoup moins courantes. Pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser de type lacustre, une très faible proportion de poissons passe trois hivers en eau douce et des périodes variables en mer (âges : 4₃, 5₃, 6₃), mais certains

éléments viennent prouver que la maturation semble se produire plus tôt, car les proportions de poissons de quatre ans augmentent depuis les années 1980 par rapport aux autres catégories d'âge (Holt et Peterman 2004; Grant *et al.* 2010). Les variantes de type océanique (l'UD23 Harrison-type fluvial, l'UD24 Widgeon-type fluvial) reviennent frayer à l'âge de trois ou quatre ans (âge 3₁ et âge 4₁, respectivement), mais dans le cas de l'UD23 (non couverte dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement), la proportion de recrues remontant à trois ou quatre ans est très variable; davantage de poissons d'âge 4 (environ 65 %) remontent les années impaires, lorsque les saumons roses se reproduisent également dans ce réseau hydrographique (Grant *et al.* 2010, 2011).

Les saumons rouges du fleuve Fraser sont généralement classés en quatre groupes de périodes de montaison en fonction du moment de leur retour dans les eaux côtières et de leur montaison, et constituent les quatre unités de gestion des pêches énumérées dans le tableau 1 : montaison hâtive dans la Stuart, début d'été (DE), été (E) et tardive (T). La montaison hâtive dans la Stuart comprend des populations qui frayent dans les affluents des lacs Stuart, Takla et Trembleur, mais les trois autres montaisons, au début de l'été, pendant l'été et à la fin de l'été, ne sont pas géographiquement distinctes et contiennent chacune des populations de l'ensemble du bassin versant du Fraser (Lapointe *et al.* 2003).

Les quatre groupes arrivent séquentiellement dans les eaux côtières par le détroit de Johnstone ou le détroit de Juan de Fuca pendant l'été. La proportion des saumons rouges du fleuve Fraser qui traversent le détroit de Johnstone varie d'une année à l'autre, et la fraction de poissons qui emprunte le détroit de Johnstone est appelée « taux de déviation par le nord » (Folkes *et al.* 2018; Phung *et al.* 2020). Folkes et ses collaborateurs (2018) remarquent une tendance importante à l'augmentation des taux de déviation par le nord entre 1953 et 2014, mais cette tendance s'est atténuée au cours des dernières années, probablement en raison de l'évolution des conditions dans le milieu marin. Bien que Folkes et ses collaborateurs (2018) n'aient pas décelé dans leur analyse de différences significatives dans le taux de déviation entre les lignées du cycle du saumon rouge (de 1953 à 2014), on note généralement que le taux de déviation a tendance à se produire plus tôt les années du cycle où l'abondance relative des composantes à montaison hâtive est plus élevée ou les années où l'abondance relative des composantes à montaison tardive est plus faible (Secrétariat de la Commission du saumon du Pacifique [CSP], comm. pers.). Cette variation entre les lignées d'un cycle s'explique par les tendances intra-annuelles des taux de déviation quotidiens, où les poissons migrent davantage par le détroit de Juan de Fuca plus tôt au cours de la saison, puis les taux de déviation quotidiens se déplacent vers le nord à mesure que la saison avance. De ce fait, les groupes de stocks arrivant tôt ont tendance à avoir des taux annuels de déviation par le nord plus faibles que les composantes arrivant plus tard (Secrétariat de la CSP, comm. pers.). Cependant, pour une date donnée, on suppose que le taux de déviation sera le même pour la majorité des stocks. La seule exception notable est celle du complexe de stocks Harrison-Widgeon, dont on a observé qu'il migre davantage vers l'extrémité sud de l'île de Vancouver pendant une journée donnée que les autres composantes de la montaison. En moyenne, cela se traduit par un taux annuel de déviation par le nord des stocks de la rivière Harrison égal à environ 70 % de celui observé pour les composantes de la montaison qui viennent d'un autre réseau hydrographique (M. Hague, CSP, comm. pers.).

2.1.4. Régime alimentaire

Les alevins de type lacustre nouvellement émergés se nourrissent presque exclusivement dans des habitats littoraux peu profonds (moins de 10 m) au printemps et au début de l'été, puis se déplacent dans les eaux pélagiques pour s'alimenter jusqu'à la smoltification; toutefois, cette transition dans le comportement alimentaire et le régime alimentaire varie d'une population à

l'autre et est influencée par une série de conditions environnementales et d'interactions concurrentielles ou prédatrices (Burgner 1991). Le régime alimentaire des alevins de saumon rouge dans les habitats littoraux est habituellement constitué d'insectes diptères, mais il peut aussi comprendre une variété de copépodes et de cladocères (Burgner 1991). Les *Cyclops* sont un genre courant de copépodes qui sont souvent les principales proies des alevins de saumon rouge de type lacustre pendant la période initiale de résidence dans les lacs de croissance, avant la prolifération des espèces de zooplancton préférées (de février à mai; Burgner 1991; Clarke et Bennett 2002; Beauchamp *et al.* 2004). Les alevins de saumon rouge se nourrissent abondamment et de préférence de *Daphnia* spp., un genre courant de cladocères, lorsqu'elles sont disponibles (Shortreed *et al.* 2001; Beauchamp *et al.* 2004), mais ils leur substitueront d'autres proies si leurs proies de prédilection sont moins abondantes une année ou une saison donnée (Karpenko *et al.* 1998; Tyler, 2001; Preikshot *et al.* 2010).

Les régimes alimentaires des juvéniles sont très diversifiés au début de la vie en mer. Price et ses collaborateurs (2013) indiquent que les régimes des saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser dans le détroit de Georgie et le détroit de Johnstone comprenaient des membres des taxons suivants : copépodes, brachyours, oikopleuridés, euphausiacés, cnidaires, cladocères, cyclopidés, harpacticoïdes, polychètes, échinodermes, mollusques, ptéropodes, décapodes, amphipodes, insectes, cumacés et autres (œufs, poissons). Plus récemment, Anderson et ses collaborateurs (2021) ont signalé que les amphipodes et les euphausiacés étaient les proies les plus fréquemment trouvées dans les estomacs des juvéniles entre le bassin de la Reine-Charlotte et l'entrée Dixon. La recherche a révélé différentes stratégies d'alimentation selon l'emplacement au début de la période en mer; les régimes alimentaires du saumon rouge du fleuve Fraser dans les eaux plus chaudes et plus douces des îles Discovery étaient dominés par le méroplancton, des cladocères et des appendiculaires, tandis que dans les eaux plus froides et plus salées du détroit de Johnstone, ils étaient composés surtout de grands copépodes calanoïdes (James 2019). Les auteurs ont toutefois déterminé que, bien que les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser affichent des comportements marqués d'alimentation sélective, cette sélection semble fondée sur la taille de la proie (proies de plus de 2 mm), plutôt que sur le type de proie (James 2019).

Le saumon rouge adulte continue de se nourrir de zooplancton dans l'océan, mais aussi de larves et de petits poissons adultes, de calmars et de crustacés comme les hypéridés (Karpenko *et al.* 2007). Le régime alimentaire du saumon rouge a considérablement changé dans l'océan Pacifique Nord au cours des dernières décennies; l'échantillonnage dans les années 1980 montrait des espèces planctoniques supérieures sur le plan énergétique, comme les hypéridés et les euphausiacés, prédominantes dans le régime alimentaire du saumon rouge, tandis que dans les années 2000, les calmars juvéniles, les poissons fourrages et d'autres proies peu énergétiques sont devenus plus répandus (Karpenko *et al.* 2007). Une analyse plus poussée de la répartition changeante des proies du saumon rouge du fleuve Fraser est présentée dans la section 4.1.11.1.

Tableau 2. Sommaire du cycle biologique du saumon rouge du fleuve Fraser, de la période de migration, de l'âge à la maturité et de la présence d'abondance cyclique.

Unité désignable	Variante du cycle biologique	Âge à la maturité	Abondance cyclique
UD2 Bowron-DE	Type lacustre	4	Oui
UD10 Harrison (amont)-T	Type lacustre	4	Non
UD14 North Barriere-DE	Type lacustre	4	Non

Unité désignable	Variante du cycle biologique	Âge à la maturité	Abondance cyclique
UD16 Quesnel-E	Type lacustre	4	Oui
UD17 Seton-T	Type lacustre	4	Non
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Type lacustre	4	Oui
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Type lacustre	4	Oui
UD22 Taseko-DE	Type lacustre	4	Inconnue
UD24 Widgeon-type fluvial	Type océanique ¹	3	Inconnue

¹ L'UD24 Widgeon-type fluvial est classée comme un stock de type fluvial, mais il s'agit en fait d'une variante de type océanique; le saumon rouge de cette UD migre vers la mer en tant que subyearling, tandis que le saumon rouge de type fluvial hiverne pendant un an ou plus dans les cours d'eau douce et migre vers la mer en tant que yearling.

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

2.2.1. Répartition et nombre de populations

Le Fraser abrite l'un des plus grands complexes de fraie de saumon rouge en Amérique du Nord, le saumon rouge du fleuve Fraser frayant dans plus de 150 zones natales dans l'ensemble du bassin versant (Burgner 1991; Pestal *et al.* 2012). Les neuf UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par cette évaluation du potentiel de rétablissement sont largement réparties dans le bas Fraser (UD10 Harrison (amont)-T; UD24 Widgeon-type fluvial), le moyen Fraser (UD16 Quesnel-E; UD17 Seton-T; UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart; UD21 Takla-Trembleur-E; UD22 Taseko-DE) et le haut Fraser (UD2 Bowron-DE), en plus du bassin versant de la rivière Thompson (UD14 North Barriere-DE). Trois des UD (UD10, UD17 et UD24) ont une seule frayère, mais les poissons des six autres UD frayent à plusieurs endroits. Il convient de noter que, pour de nombreuses UD, la limpidité de l'eau et la profondeur de la fraie gênent probablement les observations de l'utilisation de l'habitat par les poissons, et les estimations de l'étendue spatiale de la fraie fondées sur ces observations devraient donc être considérées comme des estimations minimales (de Mestral Bezanson *et al.* 2012; COSEPAC 2017a). La répartition des reproducteurs en eau douce est décrite par le COSEPAC (2017a) comme l'indice de la zone d'occupation (IZO), calculé en superposant l'étendue de l'occurrence des géniteurs dans une UD donnée à un quadrillage de cellules de 2 x 2 km et en additionnant la superficie totale où la fraie a été observée entre 2008 et 2011 (de Mestral Bezanson *et al.* 2012). Pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser, l'étendue de l'occurrence dans le milieu marin est supérieure à 20 000 km² parce que les programmes de surveillance en haute mer ont démontré que leur migration océanique s'étend au moins jusqu'à 60° au nord et 180° à l'ouest (Myers *et al.* 1996; COSEPAC 2017a), et n'est pas indiquée pour éviter les répétitions.

Le tableau 3 de la section suivante présente les ruisseaux où la fraie persiste dans chaque UD utilisée pour l'analyse des tendances de l'abondance, mais ne contient pas nécessairement tous les cours d'eau de l'UD occupés par des saumons rouges du fleuve Fraser. Voir la liste complète des cours d'eau de chaque UD du saumon rouge du fleuve Fraser à l'annexe A.

2.2.2. Tendances de la productivité et de l'abondance

Au moins depuis les années 1990, on observe une baisse du niveau de productivité dans toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser en voie de disparition, menacées ou préoccupantes pour lesquelles il existe une série chronologique du stock-recrutement. La productivité des autres populations de saumon rouge du sud-est de l'Alaska, de la côte de la Colombie-Britannique (C.-B.) et de l'État de Washington a également diminué au fil du temps, et ces baisses se sont intensifiées au cours des dernières années (Peterman et Dorner 2012; Ruggerone et Connors 2015). Il est possible que cette diminution commune de la productivité résulte d'une combinaison coïncidente de processus simultanés liés à la dégradation de l'habitat d'eau douce, aux contaminants, aux agents pathogènes, aux prédateurs ou à la nourriture disponible, qui ont chacun eu des effets indépendants sur les différents stocks ou de petits groupes de stocks (Peterman et Dorner 2012). Cependant, la grande échelle spatiale des déclinés synchrones de la productivité entre les populations du sud de l'aire de répartition donne à penser que la faible survie dans le milieu marin commun pourrait être le facteur principal de ces déclinés (Peterman et Dorner 2012; Freshwater *et al.* 2018; Rosengard *et al.* 2021). À l'inverse, les populations de saumon rouge du nord ont tendance à afficher des tendances opposées de la productivité (Peterman et Dorner 2012) et sont plus faiblement associées à des facteurs environnementaux à grande échelle (Malick *et al.* 2017), ce dont on peut déduire que les populations du nord sont peut-être actuellement dans un régime où les processus en eau douce à de fines échelles spatiales sont le principal facteur de variation de la productivité, plutôt que la faible survie en milieu marin (Freshwater *et al.* 2018). Il existe de nombreuses menaces anthropiques et de nombreux facteurs limitatifs naturels dans les milieux d'eau douce et marins qui peuvent influencer sur la productivité du saumon rouge du fleuve Fraser, et qui sont examinés en détail dans les sections 8 et 10, respectivement. Les abondances de géniteurs pour le saumon rouge du fleuve Fraser sont estimées annuellement à partir d'un programme de relevé intensif auquel participent beaucoup d'organisations différentes et qui couvre toutes les parties du bassin du Fraser (Pestal *et al.* sous presse). Le dénombrement du saumon rouge du fleuve Fraser est effectué au moyen de diverses techniques, notamment le dénombrement aux barrières, les études par marquage-recapture, les systèmes hydroacoustiques et les relevés aériens et terrestres. Ces programmes de relevé varient considérablement d'un réseau hydrographique à l'autre en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment la profondeur de l'eau, la turbidité et l'accessibilité à l'habitat de fraie. Comme il est mentionné à la section précédente, six des UD visées par l'évaluation du potentiel de rétablissement contiennent plusieurs frayères; certaines de ces frayères ne font pas l'objet d'un relevé de l'abondance du saumon rouge ou ont fait l'objet d'un relevé incohérent au fil du temps. On a ainsi des estimations de l'abondance pour certaines UD qui sont fondées sur un seul cours d'eau ou sur quelques cours d'eau dans une UD plus grande, et qui ne sont pas forcément représentatives de l'UD dans son ensemble.

Le saumon rouge du fleuve Fraser est actuellement évalué comme des UD prévues, avec une série chronologique d'estimations des géniteurs et des recrues, ou comme des UD diverses, avec une série chronologique d'estimations des géniteurs seulement (Pestal *et al.* sous presse). Pour sept des neuf UD examinées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement (UD2 Bowron-DE, UD10 Harrison (amont)-T, UD14 North Barriere-DE, UD16 Quesnel-E, UD17 Seton-T, UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E), on dispose d'une longue série chronologique de données de stock-recrutement qui peuvent être utilisées pour modéliser les trajectoires de l'abondance future (voir MPO 2020; Pestal *et al.* sous presse). Pour l'UD22 Taseko-DE et l'UD24 Widgeon-type fluvial, il existe uniquement des estimations des géniteurs, qui sont fondées sur un nombre limité de relevés visuels ou de dénombrements de carcasses, et aucune donnée sur le stock-recrutement ne permet d'effectuer des analyses quantitatives semblables à celles réalisées

pour les sept UD susmentionnées. De plus, l'UD22 et l'UD24 sont des UD peu abondantes et un degré plus élevé d'incertitude est associé à l'estimation de la taille de la remonte des petits stocks (limitation numérique de la taille des petits échantillons, migration simultanée avec des stocks beaucoup plus abondants) et aux relevés visuels lorsque l'abondance est faible.

Grant et ses collaborateurs (2011) ont attribué l'une des cinq classifications de la qualité des données aux estimations de l'abondance des géniteurs de chaque UD du saumon rouge du fleuve Fraser, en fonction des méthodes, des conditions et de la fréquence des relevés :

1. Piètre : estimation peu précise en raison de mauvaises conditions de comptage, d'un faible nombre de relevés (un ou deux une année donnée), de séries chronologiques incomplètes, etc.
2. Passable : estimation fondée sur au moins deux inspections visuelles qui ont lieu pendant le pic de la fraie lorsque les individus sont raisonnablement visibles; la qualité de la méthodologie et des données varie dans la série chronologique de bonne à mauvaise
3. Bonne : quatre inspections visuelles ou plus avec une bonne visibilité
4. Très bonne : estimation très fiable réalisée à l'aide de méthodes par marquage-recapture, de méthodes hydroacoustiques ou de dénombrements aux barrières presque complets qui offrent une précision et une exactitude relativement élevées. Relevés visuels qui ont été étalonnés avec les programmes locaux de barrières de dénombrement.
5. Excellente : estimation à une barrière de dénombrement intacte, d'une précision extrêmement élevée, produisant un recensement presque complet des dénombrements.

Le tableau 3 présente un sommaire par UD des programmes de dénombrement du saumon rouge du fleuve Fraser, y compris les emplacements des principales frayères, la qualité des données, les méthodes de relevé et l'étendue de la fraie (indice de la zone d'occupation, IZO). Nous remarquons que, dans certains cas, les méthodes de relevé ont changé depuis que Grant et ses collaborateurs (2011) ont attribué les classements de qualité des données susmentionnés, et les classements ont été mis à jour pour tenir compte des efforts actuels (voir le tableau 3). L'ensemble de graphiques suivant (figures 3 à 18) présente des estimations de l'abondance et les tendances de la productivité pour chaque UD tirées des données mises à jour depuis l'évaluation du COSEPAC (2017a) et la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a), et comprend maintenant les années d'éclosion 2014 à 2016. Pour les UD pour lesquelles des données sur le stock-recrutement étaient disponibles, des projections de l'abondance sont fournies pour la période d'évaluation sur trois générations. Un bref sommaire des principaux points de données, de la couverture du relevé de l'UD et des problèmes liés aux données est également fourni avec la série chronologique sur l'abondance pour chaque UD. Pour obtenir de plus amples renseignements sur la collecte de données, le traitement et les sources d'incertitude, voir Pestal *et al.* sous presse).

Tableau 3. Frayères persistantes, méthodes de relevé, qualité des données et indice de la zone d'occupation (IZO) pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser évaluées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement. Les frayères ne sont pas toutes représentées ici; voir la liste complète des cours d'eau où la fraie du saumon rouge du fleuve Fraser a été enregistrée à l'annexe A.

Unité désignable	Frayères persistantes	Qualité des données	Données sur le stock-recrutement	Méthodes de relevé	IZO (km ²)
UD2 Bowron-DE	Rivière Bowron	Bonne	Oui	Aérien Barrière (2 ans seulement)	16
UD10 Harrison-L (Weaver)	Chenal Weaver Ruisseau Weaver	Bonne	Oui	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts Marquage-recapture Recensement des carcasses Barrière	4
UD14 North Barriere-DE (ruisseau Fennell)	Rivière Barriere (haute)	Bonne	Oui	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts	20
UD16 Quesnel-E	Rivière Horsefly Rivière Mitchell Ruisseau McKinley Ruisseau Penfold	Très bonne	Oui	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts Marquage-recapture Barrière Hydroacoustique	352
UD17 Seton-T (Portage)	Ruisseau Portage	Bonne	Oui	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts	20
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Ruisseau Forfar Ruisseau Gluske Ruisseau O'Ne-ell Ruisseau Van Decar	Bonne ²	Oui	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts Barrière (1988 à 2009)	428
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Rivière Middle Rivière Tachie Ruisseau Kazchek Ruisseau Kuzkwa	Bonne – Très bonne ³	Oui	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts Marquage-recapture Barrière	164
UD22 Taseko-DE	Lac Taseko	Passable	Non	Recensement des carcasses	24
UD24 Widgeon-type fluvial	Marécage Widgeon	Bonne	Non	Nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts	4

² La qualité des données de l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart était classée « Très bonne » dans Grant *et al.* (2011). Ces dernières années (2010 à 2021), la qualité des données a été ramenée à « Bonne » à la suite du retrait des barrières de dénombrement et du passage à des relevés visuels et à des facteurs d'expansion pour estimer l'échappée (voir la section 2.2.2.6).

³ La qualité des données de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E était classée « Bonne » dans Grant *et al.* (2011). La qualité des données pour l'UD21 passe de « Bonne » à « Très bonne » selon l'année, car on mène des études par marquage-recapture des lignées de cycle dominantes pour estimer l'échappée (voir la section 2.2.2.7).

2.2.2.1. UD2 Bowron-DE

Le réseau hydrographique de la rivière Bowron comprend quatre frayères principales (rivière Bowron et ruisseaux Pomeroy, Huckey et Sus) qui ont fait l'objet d'une évaluation constante depuis 1948, mais la quasi-totalité de l'abondance observée se trouve dans la haute Bowron. Les ruisseaux Huckey, Pomeroy et Sus étaient regroupés dans les estimations de la haute Bowron avant 2004; des estimations indépendantes sont présentées depuis 2004. Les relevés étaient effectués aux barrières jusqu'en 1963, puis on a passé à des estimations visuelles par hélicoptère, de 1964 à aujourd'hui. Le relevé visuel de 1995 a été complété par une barrière de dénombrement, qui a produit un facteur d'expansion d'environ 60 % plus grand que celui habituellement utilisé pour le saumon rouge du Fraser (2,9 contre 1,8). Cela indique que les estimations de 1964 à 1994 pourraient être légèrement biaisées à la baisse (Schubert 2007). De plus, l'indice d'expansion appliqué aux estimations visuelles dans la série chronologique n'était pas uniforme : la norme de 1,8 a été utilisée jusqu'en 1998, puis est passée à 2,8 en 1999 en fonction de l'étalonnage des barrières de 1995; la série chronologique antérieure à 1999 n'a pas été ajustée; par conséquent, les estimations pourraient être biaisées à la baisse avant 1999 ou à la hausse depuis 1999 (cette dernière possibilité est considérée comme plus probable). En raison de l'accès limité aux carcasses ces dernières années (faible abondance et forte prédation), on a supposé les estimations du sex-ratio et du succès de la reproduction (sex-ratio de 50/50, succès de la reproduction de 100 %). Les estimations de l'abondance de cette UD sont plus incertaines en raison de la petite taille de la remonte, des relevés moins fréquents et des répercussions du débit élevé sur la probabilité de détection pendant les relevés aériens certaines années.

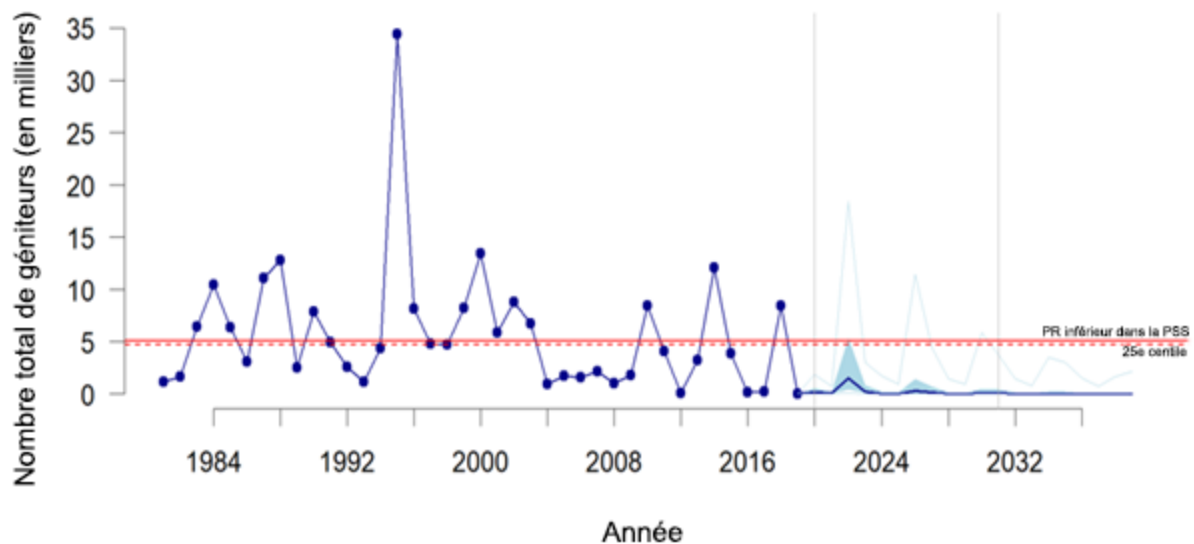


Figure 3. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD2 Bowron-DE (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

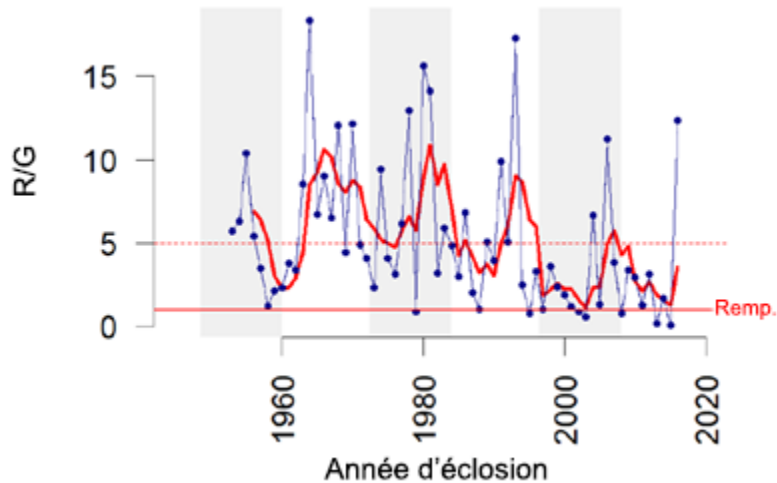


Figure 4. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD2 Bowron-DE. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué par Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.2. UD10 Harrison (amont)-T

Cette UD compte deux frayères principales, le chenal Weaver et le ruisseau Weaver. Historiquement, le ruisseau Weaver a été évalué au moyen de relevés par marquage-recapture, de dénombrements visuels ou d'une barrière de dénombrement au cours d'années différentes. Depuis 2004, seuls des relevés visuels ont été réalisés. Le chenal Weaver a été évalué exclusivement à la barrière de dérivation du chenal. Aucun problème de données n'a été relevé avec les données sur le stock-recrutement présentées à la figure 5.

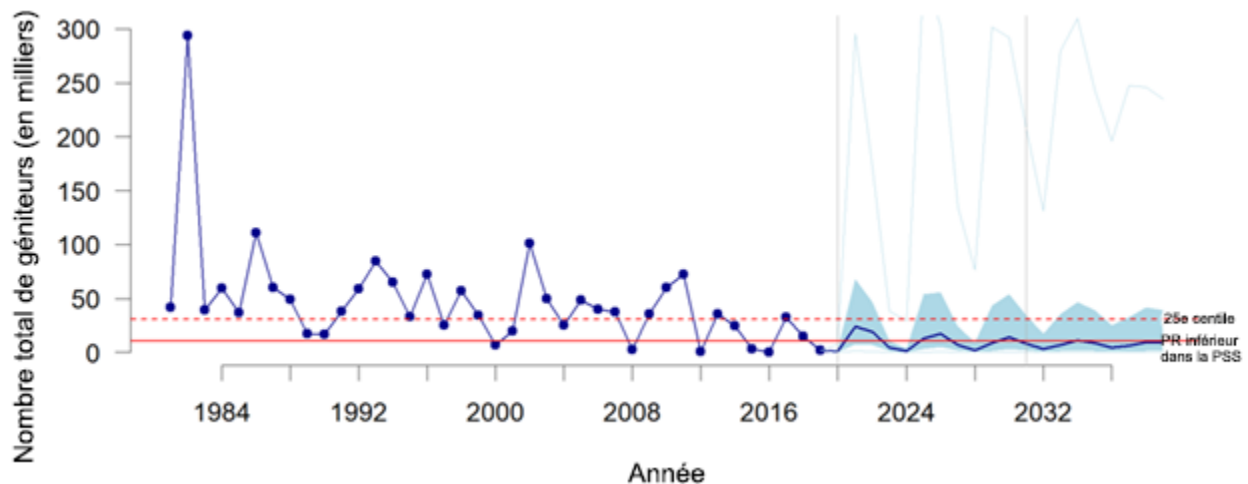


Figure 5. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD10 Harrison (amont)-T (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

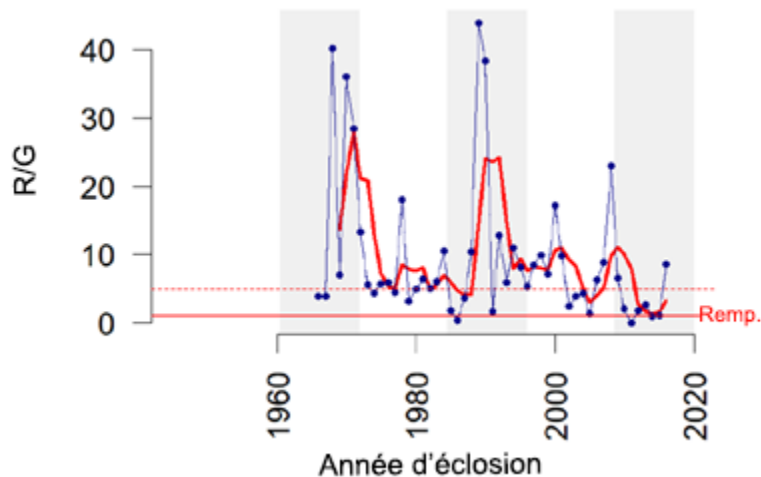


Figure 6. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD10 Harrison (amont)-T. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.3. UD14 North Barriere-DE

Cette UD comprend deux frayères principales, dans la haute Barriere et le ruisseau Harper. La frayère de la haute Barriere est le site dominant et contribue à la quasi-totalité de l'échappée annuelle totale dans ce réseau hydrographique (plus de 98 % en moyenne); elle a été évaluée à l'aide d'une combinaison de dénombrements visuels et de dénombrements à la barrière. Le ruisseau Harper fait l'objet d'une évaluation visuelle annuelle depuis 1998. Aucun problème lié aux données n'a été relevé avec la série chronologique présentée à la figure 7.

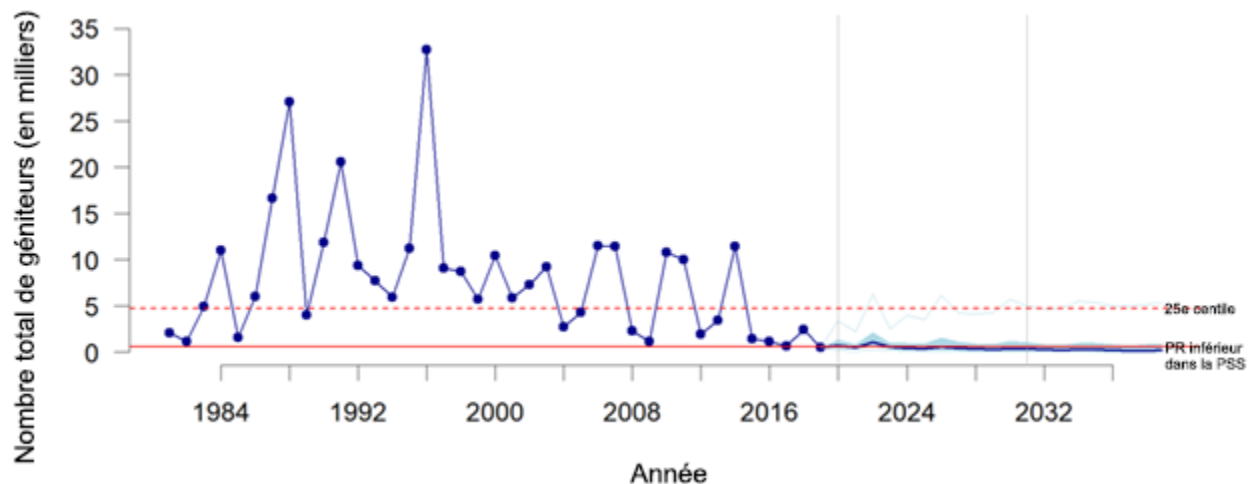


Figure 7. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD14 North Barriere-DE (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

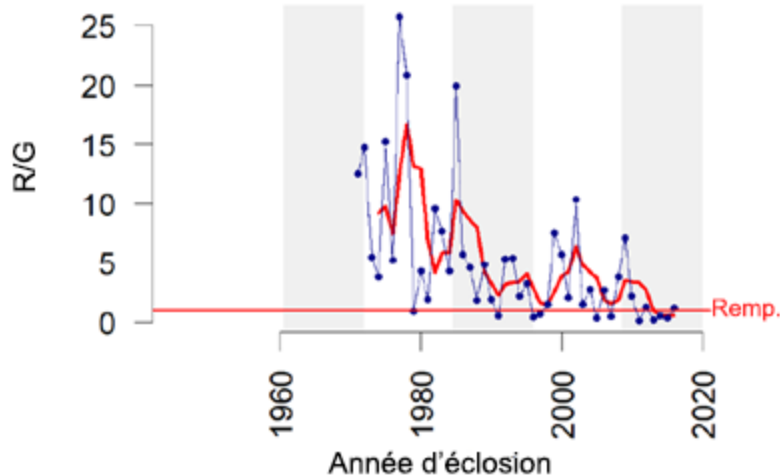


Figure 8. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD14 North Barriere-DE. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué par Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.4. UD16 Quesnel-E

De nombreuses frayères se trouvent dans le réseau hydrographique de la rivière Quesnel. Les affluents où l'abondance était élevée à un moment donné au cours des dernières décennies sont le ruisseau Cameron, la rivière Horsefly (y compris le chenal de pont), le ruisseau McKinley, la rivière Mitchell et le ruisseau Penfold. Ces sites clés sont évalués régulièrement en fonction des dénombrements visuels des poissons vivants et morts à la période de pointe pour la plus grande partie de la série chronologique, avec quelques variations dans la collecte des données au fil du temps. La rivière Mitchell a été évaluée à l'aide de relevés visuels des poissons vivants et morts à la période de pointe jusqu'en 1989, puis par des méthodes de marquage-recapture et hydroacoustiques en 2009. La rivière Horsefly a d'abord été évaluée au moyen de relevés visuels des poissons vivants et morts à la période de pointe jusqu'en 1979, et comprend maintenant un programme de marquage-recapture. La rivière Horsefly a également été estimée à l'aide de méthodes hydroacoustiques (DIDSON) en 2010. La plupart des années depuis 2014, on a appliqué des méthodes hydroacoustiques de haute précision pour estimer l'échappée agrégée pour l'ensemble de l'UD à un site de la rivière Quesnel à la sortie du lac Quesnel. Ces données ont été couplées à des relevés visuels des poissons vivants et morts à la période de pointe à divers sites dans la zone de l'UD afin de produire une série chronologique continue de l'abondance des géniteurs à ces sites. Les estimations des différents sites sont étalonnées à l'aide de l'estimation hydroacoustique relativement précise pour le groupe et de la proportion du nombre total de poissons vivants pour chaque site. Dans la série chronologique la plus récente, les estimations de l'échappée sont manquantes ou incomplètes pour trois années (2002, 2005 et 2006) en raison d'un manque de financement.

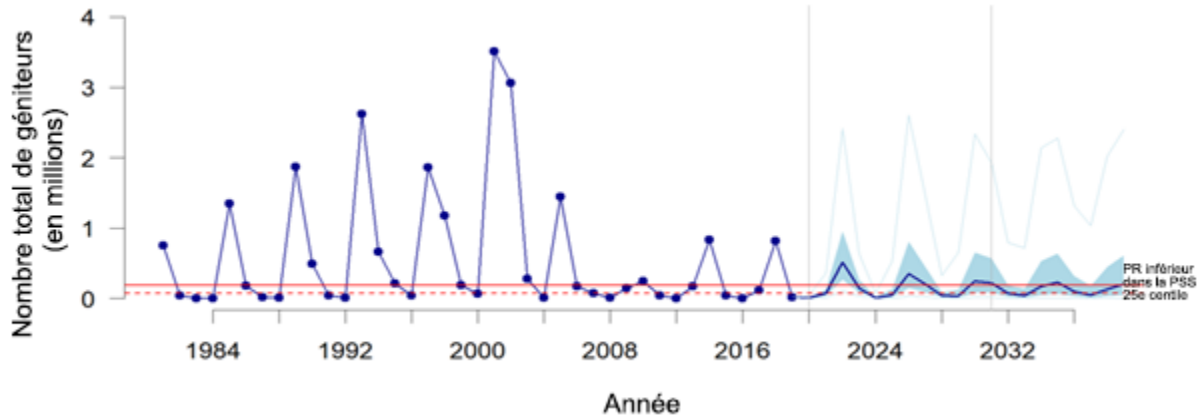


Figure 9. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD16 Quesnel-E (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

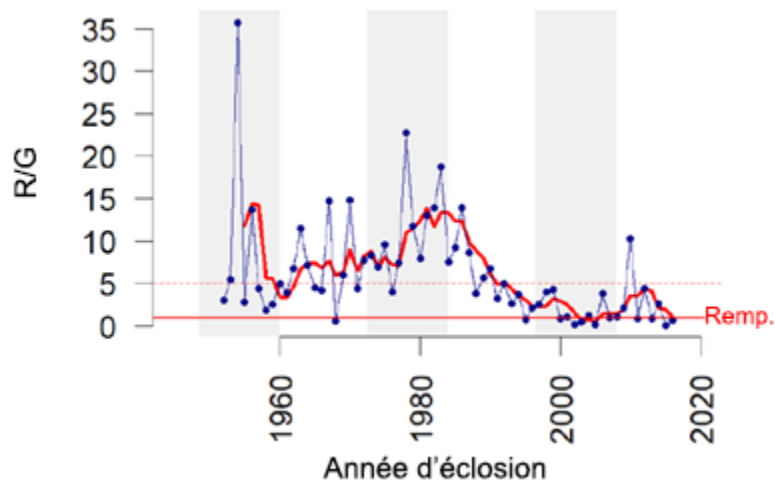


Figure 10. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD16 Quesnel-E. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.5. UD17 Seton-T

Il existe une seule frayère importante pour cette UD, dans le ruisseau Portage, qui a été évaluée au moyen de méthodes de relevé visuel des poissons vivants et morts à la période de pointe tout au long de la série chronologique présentée. On dispose aussi de deux années d'observations, en 2010 et 2014, des géniteurs à un site du lac Seton (reproducteurs dans la zone côtière du ruisseau Lost Valley). Aucun problème lié aux données n'a été relevé avec la série chronologique présentée à la figure 11.

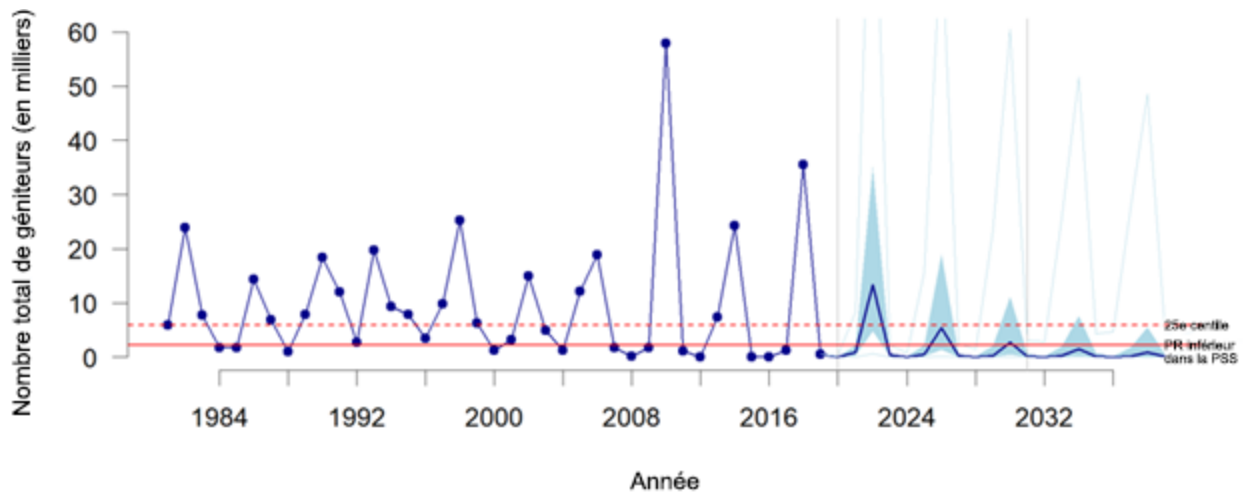


Figure 11. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD17 Seton-T (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

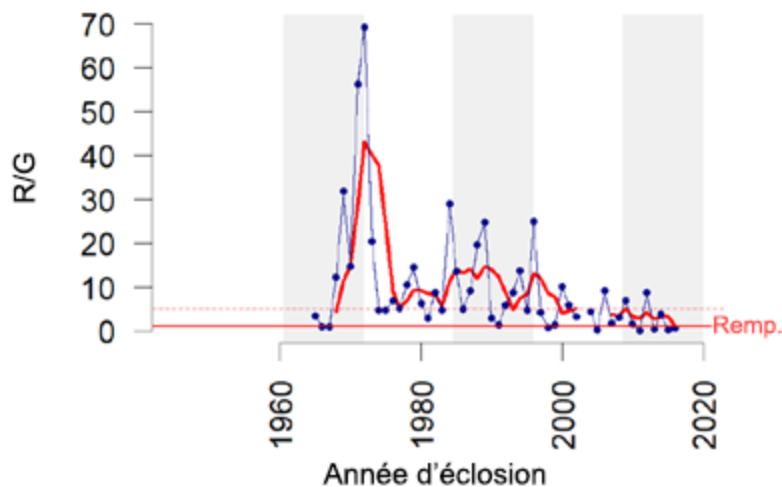


Figure 12. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD17 Seton-T. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.6. UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart

Cette UD contient 48 frayères dans le réseau hydrographique de la rivière Stuart et au moins une observation vérifiée de géniteurs, mais l'effort de relevé peut changer chaque année en fonction de l'abondance des géniteurs. Une année donnée, on effectue au moins un relevé, et généralement plusieurs (sur des cycles de 4 ou 7 jours), dans tous les cours d'eau où des géniteurs sont présents, et seules les zones qui semblent en abriter un nombre négligeable ou nul sont exclues. Quatre sites sont évalués régulièrement au moyen de relevés visuels

(ruisseaux Forfar, Gluske, O'Ne-ell et Van Decar). Entre 1988 et 2009, les relevés visuels dans ces cours d'eau ont été jumelés à des dénombrements complets aux barrières de dénombrement afin de fournir un ensemble de données de facteurs d'expansion exacts à appliquer à ces cours d'eau et aux autres cours d'eau qui composent l'UD.

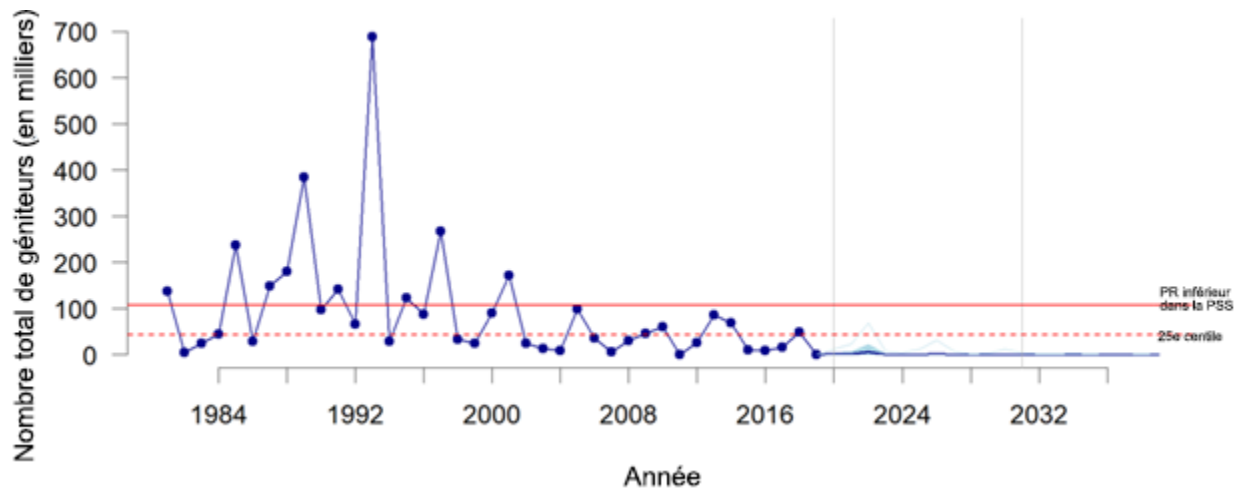


Figure 13. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement : la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

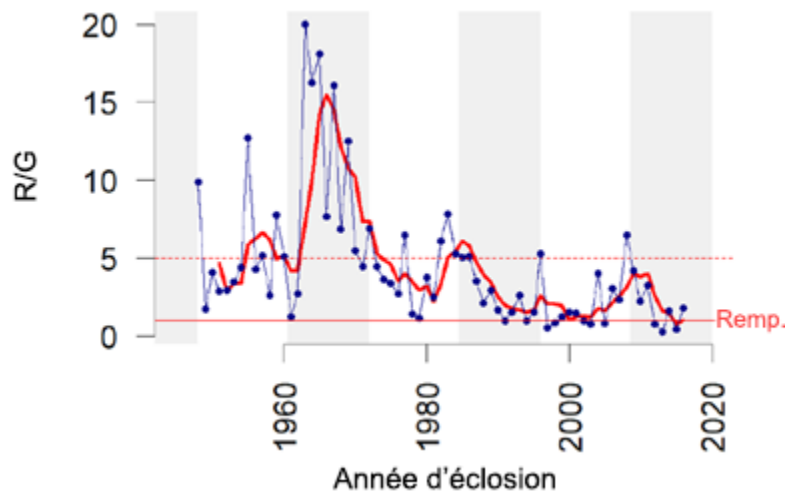


Figure 14. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué par Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.7. UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E

Cette UD compte plusieurs frayères dans le réseau des lacs Trembleur et Stuart. La fraie se produit en grande majorité à quatre sites : le ruisseau Kazcheck, la rivière Kuzkwa, la rivière Middle et la rivière Tachie. Le ruisseau Kazcheck a été évalué visuellement tout au long de la série chronologique. Le ruisseau Kuzkwa a été évalué à l'aide de la méthode de relevé du nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts tout au long de la série chronologique, sauf de 1997 à 2005, lorsque des évaluations par marquage-recapture ont été effectuées sur la rivière Tachie et qu'une barrière de dénombrement a été utilisée sur le ruisseau Kuzkwa, qui est un affluent de la rivière Tachie. La rivière Middle a été évaluée à l'aide de méthodes de marquage-recapture pour les années dominantes et de relevés du nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts pour les trois années hors cycle. Depuis 2005, les estimations de l'échappée de la rivière Middle sont fondées sur des relevés visuels. La rivière Tachie a été évaluée au moyen de relevés par marquage-recapture les années dominantes et de relevés du nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts les autres années. De 1992 à 2012, des évaluations par marquage-recapture ont été effectuées sur deux des quatre lignées du cycle. En 2013, les programmes ont recommencé à effectuer des évaluations par marquage-recapture une fois tous les quatre ans (à la lignée du cycle de 2021). Il est difficile de distinguer l'ADN du saumon rouge à montaison tardive dans la Stuart et du saumon rouge de la rivière Stellako. Par conséquent, l'attribution des prises et de la mortalité en cours de route au total des recrues est plus incertaine que pour d'autres stocks ayant un ADN plus distinctif. Il est également difficile de dénombrer visuellement les grandes rivières, les rivières dont l'eau est sombre ou contient des tannins, comme les rivières Tachie et Middle; les estimations visuelles des rivières Tachie et Middle sont donc probablement faibles.

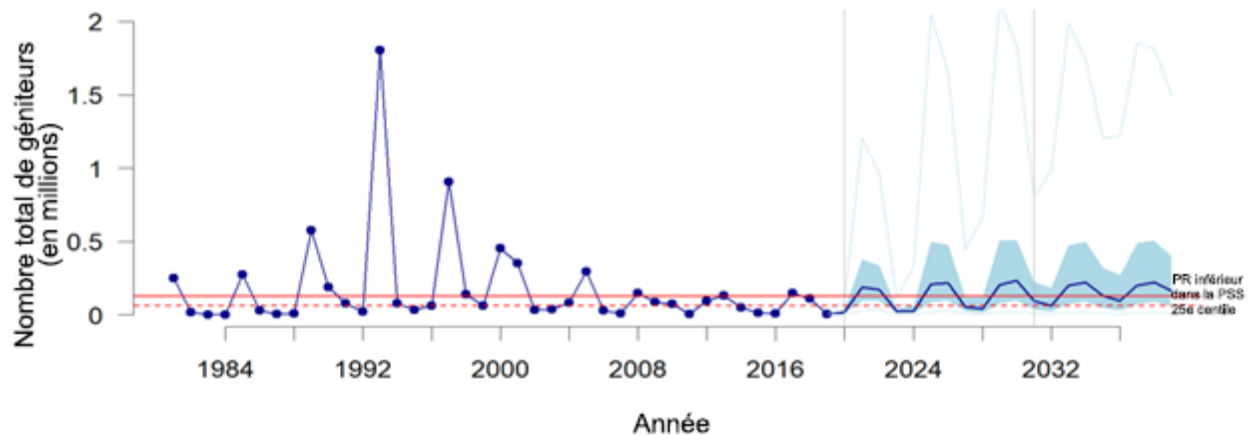


Figure 15. Estimations du nombre total de géniteurs pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E (1981 à 2020) et projections modélisées de l'abondance selon les méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a). La ligne pleine rouge représente le point de référence inférieur dans la Politique concernant le saumon sauvage pour l'UD en question; la ligne tiretée rouge représente le 25^e centile de l'abondance historique pour l'UD; les lignes verticales grises représentent la période d'évaluation sur trois générations de l'évaluation du potentiel de rétablissement; la partie ombrée en bleu représente les 25^e à 75^e centiles pour l'abondance dans les projections prospectives; la ligne pleine bleue représente l'abondance médiane dans les projections prospectives; et les lignes en bleu pâle représentent le 95^e centile pour l'abondance dans les projections prospectives.

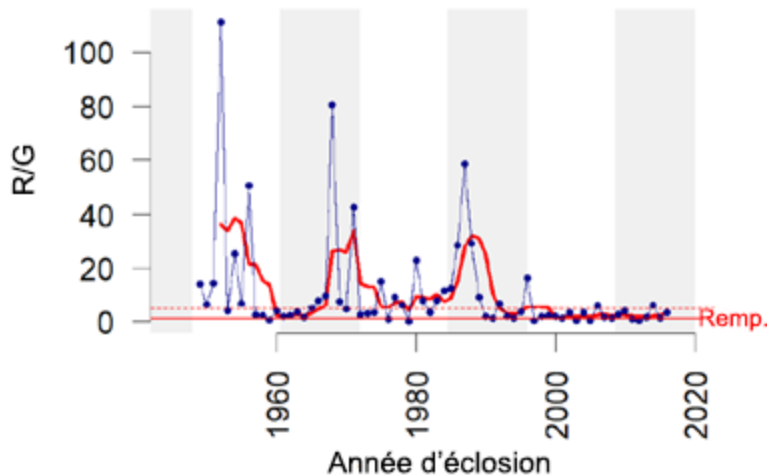


Figure 16. Estimations de la productivité annuelle (recrues par géniteur; R/G) et de la moyenne mobile (ligne rouge) pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E. Les lignes de référence indiquent 1 R/G (c.-à-d. remplacement, indiqué comme Remp.) et 5 R/G.

2.2.2.8. UD22 Taseko-DE

Les estimations de l'abondance de cette UD sont fondées sur des relevés visuels des géniteurs lacustres sur la rive ouest du lac Taseko; très peu de géniteurs ont été observés dans les affluents du lac Taseko. Le bassin hydrographique du lac Taseko est un réseau glaciaire et turbide qui empêche les relevés visuels efficaces. On a utilisé les facteurs d'expansion des carcasses pendant de nombreuses années, mais la prédation par les ours entrave les efforts de récupération des carcasses. Des méthodes hydroacoustiques ont été appliquées ces dernières années, mais jusqu'à maintenant, elles n'ont pas fourni une couverture complète des poissons arrivant dans les frayères. En raison de la faible abondance et de l'accès limité aux carcasses ces dernières années, on a supposé les estimations du sex-ratio et du succès de la reproduction (sex-ratio de 50/50, taux de réussite de la reproduction de 100 %). Les estimations de l'échappée pour cette UD devraient être considérées comme des minimums et ne devraient pas être utilisées comme des indices.

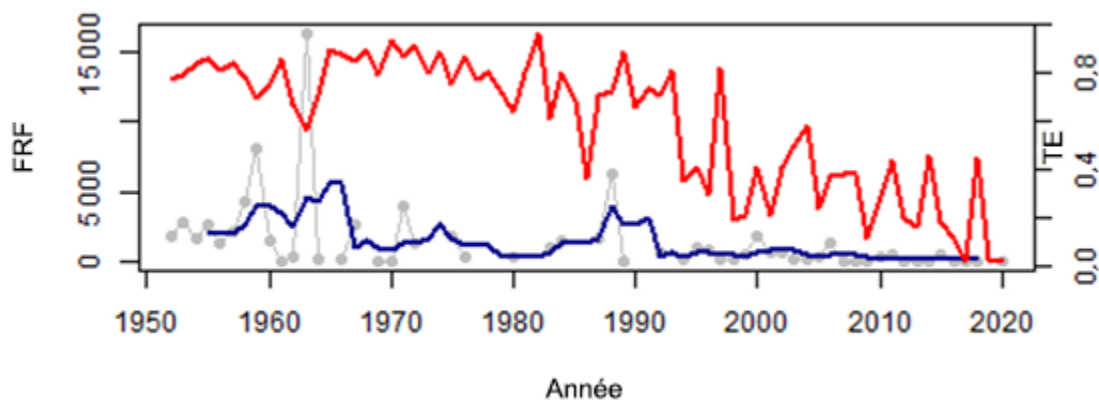


Figure 17. Série chronologique des femelles ayant frayé pour l'UD22 Taseko-DE. La ligne grise représente le nombre de génitrices ayant frayé par année; la ligne bleue représente la moyenne mobile sur une génération; le taux d'exploitation pour l'unité de gestion à montaison au début de l'été est fourni sous forme de taux d'exploitation approximatif et est représenté par la ligne rouge.

2.2.2.9. UD24 Widgeon-type fluvial

Le ruisseau et le marécage Widgeon forment un petit bassin hydrographique qui se jette dans la rivière Pitt, en aval de la décharge du lac Pitt. Le saumon rouge fraie dans une seule zone du marécage Widgeon pendant les hautes eaux. Il n'y a qu'une seule mention de fraie du saumon rouge dans le ruisseau Widgeon, observée en 2014. L'abondance est estimée au moyen de relevés visuels du nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts, mais ces estimations sont incertaines, car les carcasses sont souvent emportées hors du réseau hydrographique pendant les changements de marée, et les niveaux de prédation par les ours et diverses espèces aviaires sont élevés. La méthode du nombre maximal de géniteurs vivants/nombre cumulatif de géniteurs morts n'est pas appropriée pour cette UD, car elle ne présente pas la courbe normale typique en cloche d'arrivée et de mortalité observée pour la plupart des autres populations de saumon rouge du fleuve Fraser qui affichent habituellement un pic distinct. Les estimations de l'abondance des géniteurs sont probablement sous-estimées, mais elles peuvent probablement servir d'indice de l'abondance réelle.

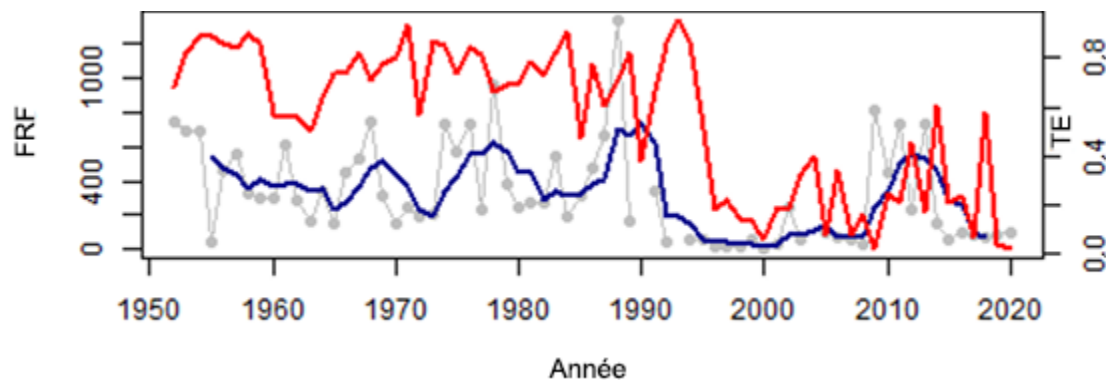


Figure 18. Série chronologique des femelles ayant frayé pour l'UD24 Widgeon-type fluvial. La ligne grise représente le nombre de génitrices ayant frayé par année; la ligne bleue représente la moyenne mobile sur une génération; le taux d'exploitation pour l'unité de gestion des populations à montaison estivale est fourni sous forme de taux d'exploitation approximatif et est représenté par la ligne rouge.

2.3. ÉLÉMENT 3 : PARAMÈTRES RÉCENTS DU CYCLE BIOLOGIQUE

Pour la plupart des UD du saumon rouge du fleuve Fraser, des programmes d'évaluation des stocks établis de longue date recueillent des renseignements sur le cycle biologique, comme la longueur, l'âge et la fécondité pendant la migration des adultes et la récupération des carcasses. Pour certaines UD, cela n'est pas possible en raison de la petite taille de la remonte et de la difficulté à récupérer les carcasses, des problèmes liés à l'identification génétique des stocks, ou parce que l'échantillonnage n'est pas effectué régulièrement pour des raisons logistiques (p. ex. financement, échantillonnage dans des régions éloignées). Dans certains cas, un échantillonnage opportuniste est effectué en conjonction avec d'autres objectifs d'évaluation et de gestion des stocks, mais pas nécessairement chaque année. De plus, pour les stocks cycliques (p. ex. l'UD16 Quesnel-E, l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E), les années dominantes sont souvent surreprésentées en raison de la difficulté à recueillir les carcasses les années de faible abondance. Le tableau 4 présente les données sur la longueur selon l'âge et la fécondité des UD du saumon rouge du fleuve Fraser couvertes par l'évaluation du potentiel de rétablissement au cours des trois dernières générations, lorsqu'elles sont disponibles.

Certaines données indiquent une tendance à la baisse de la taille et de l'âge à la maturité des stocks de saumon du Pacifique dans toute leur aire de répartition. Dans des travaux plus

récents, Oke et ses collaborateurs (2020) ont signalé des déclin de la taille dans les stocks de saumon du Pacifique à partir du milieu des années 1980, suivis d'un rétablissement dans les années 1990 et d'un déclin plus abrupt à partir de 2000 et s'intensifiant après 2010. La même tendance a également été observée pour le saumon rouge du fleuve Fraser au cours de la période; en 2019 et en 2020, les longueurs enregistrées dans les frayères étaient parmi les plus faibles jamais enregistrées (Latham *et al.* sous presse). En plus de la tendance générale à la baisse de la taille, la taille selon l'âge semble fluctuer tous les deux ans chez le saumon rouge du fleuve Fraser, les petits poissons remontant les années impaires, et la maturité apparaît plus tardivement chez les saumons rouges des années d'éclosion impaires (Latham *et al.* sous presse). Plusieurs facteurs peuvent influencer sur cette tendance, notamment l'abondance élevée de saumons roses attribuable en partie aux niveaux élevés de production des écloséries (voir la section 4.1.2.3), la hausse des températures de l'océan et les changements dans l'abondance et la composition des ressources proie dans le milieu marin (voir la section 4.1.11.1). Il est important de noter les tendances à la baisse chez les poissons gros et plus âgés pour le rétablissement des espèces, car ces paramètres du cycle biologique peuvent influencer la productivité et le potentiel de rétablissement du fait de la réduction de la fécondité et de la survie des œufs (Healey 2001; Quinn *et al.* 2011). Le retard de la maturité peut également causer des dommages supplémentaires au saumon rouge du fleuve Fraser en raison d'une année supplémentaire d'exposition aux menaces dans le milieu marin, qui pourrait réduire la vitesse de la réponse évolutive aux changements climatiques (Latham *et al.* sous presse). La réduction de la taille des saumons réduit également le transport, par chaque poisson, des éléments nutritifs provenant de la mer dans les écosystèmes terrestres, ce qui a des répercussions importantes sur un large éventail de processus écologiques, y compris la productivité des zones riveraines et la biodiversité (Hocking et Reynolds 2011; Oke *et al.* 2020), qui pourraient avoir une incidence indirecte sur le saumon rouge du fleuve Fraser et d'autres espèces aquatiques qui peuplent les UD.

Tableau 4. Données sur la fécondité moyenne selon la classe d'âge et sur la longueur selon l'âge au cours des trois dernières générations pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par l'évaluation du potentiel de rétablissement. Dans de nombreux cas, les données sur la fécondité n'étaient pas disponibles (UD2, UD14, UD17, UD22, UD24) ou ne l'étaient pas pour toute la période de trois générations présentée (données sur l'UD16 pour 2010, 2013, 2014 seulement; aucune donnée sur l'UD20 pour 2010, 2011, 2013, 2014; données sur l'UD21 pour 2008, 2009, 2012, 2013, 2017 seulement). La longueur selon l'âge est mesurée en mm entre l'arrière de l'orbite de l'œil et la plaque hypurale; les données ont été exclues pour les classes d'âge du saumon rouge du fleuve Fraser observées peu fréquemment.

Unité de gestion	UD		Fécondité moyenne par classe d'âge			Longueur selon l'âge (plaque hypurale)								
						Mâles					Femelles			
			4 ₂	5 ₂	**	3 ₁	3 ₂	4 ₁	4 ₂	5 ₂	3 ₁	4 ₁	4 ₂	5 ₂
Montaison hâtive dans la Stuart	UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	MOYENNE	3 480	4 070	-	-	345	-	485	522	-	-	476	513
		N	97	29	-	-	40	-	2 766	655	-	-	2 963	557
		IC à 95 %	(3 390; 3 570)	(3 830; 4 310)	-	-	(338; 352)	-	(484; 486)	(520; 524)	-	-	(475; 476)	(511; 515)
Montaison au début de l'été	UD2 Bowron-DE	MOYENNE	-	-	-	-	-	-	485	524	-	-	467	507
		N	-	-	-	-	-	-	347	63	-	-	367	56
		IC à 95 %	-	-	-	-	-	-	(482; 487)	(519; 528)	-	-	(465; 469)	(500; 513)
	UD22 Taseko-DE	MOYENNE	-	-	-	-	-	-	472	510	-	-	451	495
		N	-	-	-	-	-	-	64	15	-	-	60	10
		IC à 95 %	-	-	-	-	-	-	(467; 477)	(498; 522)	-	-	(445; 456)	(478; 513)
	UD14 North Barriere-DE	MOYENNE	-	-	-	-	336	-	472	522	-	-	452	498
		N	-	-	-	-	5	-	468	199	-	-	611	213
		IC à 95 %	-	-	-	-	(313; 359)	-	(470; 474)	(519; 525)	-	-	(450; 453)	(495; 500)
Été	UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	MOYENNE	3 040	3 920	-	-	348	-	454	491	-	-	452	487
		N	101	4	-	-	209	-	3 398	725	-	-	3 796	511
		IC à 95 %	(2 950; 3 140)	(3 080; 4 770)	-	-	(345; 351)	-	(453; 455)	(489; 492)	-	-	(451; 453)	(485; 489)
	UD16 Quesnel-E	MOYENNE	3 310	4 030	-	-	357	-	490	537	-	-	475	519
		N	84	30	-	-	254	-	3 199	504	-	-	3 403	750
		IC à 95 %	(3 210; 3 410)	(3 880; 4 180)	-	-	(355; 359)	-	(490; 491)	(535; 539)	-	-	(474; 476)	(517; 520)
	UD24 Widgeon-type fluvial	MOYENNE	-	-	-	413	-	452	-	-	407	454	-	-
		N	-	-	-	248	-	150	-	-	235	149	-	-
		IC à 95 %	-	-	-	(410; 416)	-	(449; 456)	-	-	(404; 409)	(450; 457)	-	-

Unité de gestion	UD		Fécondité moyenne par classe d'âge			Longueur selon l'âge (plaque hypurale)								
						Mâles				Femelles				
			4 ₂	5 ₂	**	3 ₁	3 ₂	4 ₁	4 ₂	5 ₂	3 ₁	4 ₁	4 ₂	5 ₂
Montaison tardive	UD17 Seton-T	MOYENNE	-	-	-	-	354	-	491	531	-	-	477	518
		N	-	-	-	-	36	-	536	40	-	-	558	23
		IC à 95 %	-	-	-	-	(351; 358)	-	(489; 493)	(525; 538)	-	-	(476; 479)	(508; 528)
	UD10 Harrison [amont]-T*	MOYENNE	-	-	3 850	-	369	-	490	527	-	-	474	510
		N	-	-	119	-	170	-	1 243	473	-	-	1 107	574
		IC à 95 %	-	-	(3 730; 3 970)	-	(365; 372)	-	(489; 492)	(525; 529)	-	-	(473; 476)	(508; 512)

* On dispose pour l'UD10 d'une série de données à long terme sur la longueur et la fécondité à laquelle on ajoute les nouvelles données sur la fécondité lorsqu'elles deviennent disponibles; une analyse de régression a été effectuée et la fécondité de l'année en cours obtenue en entrant la longueur moyenne des femelles dans la formule de régression. L'obtention d'échantillons de la fécondité pose d'autres défis, car les grappes sont souvent déjà lâches à l'arrivée dans le chenal; certains échantillons indiqués comme étant lâches sont inclus dans les données présentées; il n'y a pas de données correspondantes sur l'âge.

3. BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT ET DE RÉSIDENCE

3.1. ÉLÉMENT 4 : PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DU SAUMON ROUGE NÉCESSAIRES AU BON DÉROULEMENT DE TOUS LES STADES DU CYCLE BIOLOGIQUE

3.1.1. Habitat de fraie et d'incubation des œufs

La plupart des populations de saumon rouge frayent dans des réseaux hydrographiques où l'hydrogramme est dominé par la neige, avec une crue au printemps ou au début de l'été suivie d'une période de débits stables ou en baisse pendant la fraie et l'incubation tardives (Mote *et al.* 2003a). Cette période tardive de conditions relativement stables est importante pour le succès de la reproduction, car de grandes fluctuations des débits et de la température pendant la fraie et l'incubation des œufs peuvent avoir une incidence sur la qualité et la quantité de l'habitat du saumon rouge. Il y a également des populations dans les tronçons inférieurs du bassin du Fraser qui frayent dans des réseaux hydrographiques dont les hydrogrammes mixtes sont dominés par la pluie et la neige et sont sous l'influence des marées (UD24 Widgeon-type fluvial et UD23 Harrison-type fluvial; non couvertes par l'évaluation du potentiel de rétablissement).

La fraie du saumon rouge commence par la construction d'un nid, qui a pour fonction de protéger les œufs qui y seront enfouis tout en leur offrant des conditions environnementales propices à leur développement. Les femelles creusent les nids de fraie dans le gravier en faisant onduler rapidement leur nageoire caudale pour excaver hydrauliquement une fosse dans le lit du cours d'eau, en rejetant une partie des sédiments fins dans la colonne d'eau qui les transportera en aval et en mobilisant des sédiments plus grossiers sur une courte distance en formant un monticule ressemblant à une dune, le « gravier déplacé » (Burner 1951; Buxton *et al.* 2015b). La construction des nids de fraie se fait à des profondeurs d'eau variant de 0,1 à 30 mètres, dans des substrats allant du sable grossier aux grands gravats ou rochers (Burgner 1991; Whitney *et al.* 2013). La réussite de l'incubation des œufs de saumon dépend des caractéristiques physiques du nid, les plus importantes étant la température de l'eau, l'oxygène dissous et la sédimentation (COSEPAC 2017a). Les températures optimales pour la reproduction vont de 10,6 à 12,2 °C, et les températures d'incubation pour une éclosion réussie s'échelonnent de 4,4 à 13,3 °C, et une teneur minimale de 5,0 mg/L d'oxygène dissous est nécessaire pour assurer le succès de l'incubation des œufs (Reiser et Bjornn 1979). Le saumon rouge du fleuve Fraser est souvent exposé à des températures qui dépassent ces optima; les impacts correspondants sont examinés plus en détail dans la section 4.1.11.3. Une quantité excessive de sable et de limon dans le gravier peut nuire à l'émergence des alevins, même si les embryons peuvent se développer et éclore normalement (COSEPAC 2003). Les débits faibles ou élevés, les températures de congélation, l'envasement, la prédation et la maladie peuvent réduire la survie des œufs (COSEPAC 2017a). Dans le nid, les œufs éclosent sous la forme de juvéniles appelés alevins vésiculés, qui restent dans le gravier pour se développer avant l'émergence. Les alevins vésiculés se déplacent dans les espaces interstitiels entre les particules de substrat dans le nid, et sont particulièrement vulnérables à la présence ou au dépôt de sédiments fins pendant cette période. Lorsqu'ils ont complètement absorbé leur sac vitellin, les alevins vésiculés émergent du gravier sous forme d'alevins et migrent dans l'habitat d'alimentation et de croissance en eau douce. Pendant cette période, le saumon rouge du fleuve Fraser a besoin de températures et de niveaux d'oxygène dissous stables, ainsi que d'apports minimaux de sédiments.

3.1.2. Habitat de croissance des alevins et des juvéniles

Chez les variantes de type lacustre, les alevins nouvellement émergés migrent dans l'habitat de leur lac de croissance, où ils occupent la zone littorale de la fin du mois d'avril jusqu'à la mi-juillet, avant de se déplacer vers les eaux libres du lac où ils demeurent jusqu'à leur dévalaison dans l'océan (COSEPAC 2017). La majeure partie de la période d'élevage en eau douce du saumon rouge, habituellement de 8 à 10 mois, soit environ 70 % de sa période de résidence en eau douce, se déroule au large des côtes, dans les eaux plus profondes (zone pélagique) du lac (Gilhousen et Williams 1989). Les variantes de type océanique dévalent dans la région du bas Fraser peu de temps après l'émergence des graviers, où ces poissons restent plusieurs semaines avant de migrer vers le détroit de Georgie (COSEPAC 2017a). Les juvéniles de type lacustre ont besoin d'un habitat lacustre de croissance où les températures, l'oxygène dissous et la nourriture sont adéquats pour leur permettre d'accomplir ce stade biologique. Les saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique ont également besoin de ces conditions, mais ils dépendent davantage des conditions hydrologiques et de l'accès aux chenaux latéraux et aux marécages pendant leur période de croissance prolongée dans le bas Fraser.

3.1.3. Habitat de dévalaison en eau douce des juvéniles

Les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre migrent rapidement de leurs lacs de croissance dans le fleuve Fraser et le détroit de Georgie, généralement en un à deux mois (Burgner 1991; MPO 2016; COSEPAC 2017a). À l'inverse, les saumons rouges de type océanique dévalent peu après l'émergence du gravier, puis grandissent pendant une courte période dans la région du bas Fraser avant de migrer dans le détroit de Georgie (COSEPAC 2017a). La plupart des études ont montré que le saumon rouge transitait rapidement par les estuaires (Furey *et al.* 2015), mais certaines données indiquent que les juvéniles provenant de populations éloignées (p. ex. l'Alaska) restent plus longtemps dans les estuaires (Simmons *et al.* 2013).

Le moment de la dévalaison des juvéniles dans le détroit de Georgie est estimé à partir de deux relevés sur les saumoneaux menés dans le bas Fraser à Mission et à 60 km en amont du delta du Fraser dans le sud du détroit de Georgie (Grant *et al.* 2018). Tous les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre sont interceptés à Mission, sauf ceux de l'UD15 Pitt-DE (non couverte dans l'évaluation du potentiel de rétablissement). La majorité des saumoneaux passent du Fraser dans le détroit de Georgie entre la mi-avril et la fin mai, et la plupart ont quitté le détroit à la mi-juin (Johnson *et al.* 2019). Les saumoneaux des différentes UD dévalent à différentes périodes, mais celle-ci varie d'une année à l'autre et aucune période uniforme claire pour certains stocks n'a été relevée (MPO 2014b, 2015a, 2016; Neville *et al.* 2016; Grant *et al.* 2018). Les UD de type océanique (UD24 Widgeon-type fluvial; UD23 Harrison-type fluvial [cette dernière n'est pas couverte dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement]) sont en grande partie exclues des relevés des saumoneaux en raison du calendrier du projet (Grant *et al.* 2018). Les seules données publiées sur la dévalaison des saumoneaux de type océanique proviennent de relevés au chalut effectués dans le détroit de Georgie (1998 à 2010). On a constaté que la majorité des saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique entraînent dans l'océan environ huit semaines après la plupart des saumons rouges de type lacustre, à la mi-juillet, ce qui concorde avec la compréhension que les stocks de type océanique prennent plus de temps à atteindre l'océan à partir de leurs frayères, s'attardant peut-être dans les marécages du Fraser (Birtwell *et al.* 1987; Beamish *et al.* 2010, 2016; Grant *et al.* 2018).

3.1.4. Habitat de croissance en haute mer

Après leur entrée dans l'océan, les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre (toutes les UD évaluées dans cette évaluation du potentiel de rétablissement à l'exception de l'UD24

Widgeon-type fluvial) passent une période variable dans le détroit de Georgie avant de commencer leur migration vers le nord, soit le long de la côte continentale, soit le long du côté est des îles Gulf (Groot et Cooke 1987; Tucker *et al.* 2009; Welch *et al.* 2009; Neville *et al.* 2013; Beacham *et al.* 2014a; Beamish *et al.* 2016; Clark *et al.* 2016). On a estimé que les stocks de saumon rouge du fleuve Fraser de type lacustre passent entre 20 et 59 jours dans le détroit de Georgie, et il est possible que les poissons plus grands amorcent leur migration vers le nord plus tôt que les plus petits (Preikshot *et al.* 2012; Beacham *et al.* 2014b, 2014a; Freshwater *et al.* 2016a, 2016b). D'après les relevés à la senne, des saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre sont présents dans le détroit de Georgie entre mai et août, la plus grande proportion de juvéniles ayant été capturée en juin (Beacham *et al.* 2014). On ne comprend pas bien le temps de migration et de résidence dans le détroit de Georgie pour les stocks de type océanique, car la plupart des relevés ont été effectués au printemps et à l'été, lorsque les stocks de type lacustre plus abondants sont présents (Beacham *et al.* 2014a; Beamish *et al.* 2016; Grant *et al.* 2018). La majorité des saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique migrent dans le nord-est du Pacifique par le sud du détroit de Juan de Fuca; une petite proportion migre vers le nord en empruntant le détroit de Johnstone, et ceux qui migrent par la route nord passent beaucoup plus de temps dans l'écosystème du détroit de Georgie (juillet à septembre) que les populations de type lacustre (Tucker *et al.* 2009; Beacham *et al.* 2014a, 2014b; Beamish *et al.* 2016). Notre compréhension limitée des stocks océaniques fait partie des lacunes dans les connaissances à combler par des recherches futures (voir l'annexe C).

Les connaissances sur le moment de la migration ou le temps de résidence des juvéniles dans les îles Discovery après leur sortie du détroit de Georgie sont limitées et les rares que nous possédons concernent surtout les populations de saumon rouge du fleuve Fraser de type lacustre (Grant *et al.* 2018). Le temps de résidence dans cette région est particulièrement incertain, car les estimations sont générées à partir des périodes de migration de pointe, d'études par marquage acoustique et de vitesses de croisière optimales théoriques pour les saumons juvéniles (Grant *et al.* 2018). Les quelques études disponibles indiquent que les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre se trouvent dans les îles Discovery entre la fin du mois de mai et le mois de juillet, avec une migration de pointe entre le 23 mai et le 19 juin (Johnson 2016; Neville *et al.* 2016). À l'heure actuelle, il n'existe aucune estimation de la période de migration des saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique dans les îles Discovery (Grant *et al.* 2018); cependant, on pense que les saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique migrent par la route du nord à l'automne (Beacham *et al.* 2014a; Beamish *et al.* 2016). Durant cette étape du cycle biologique, le saumon rouge du fleuve Fraser a besoin de proies en quantité suffisante, et la prédation pendant la dévalaison dans les eaux libres peut être importante (voir les sections 4.1.8.2 et 4.3.2).

Lorsqu'ils atteignent le golfe d'Alaska, on pense que les saumons rouges du fleuve Fraser remontent vers le sud de l'Alaska pendant l'hiver et migrent plus au large pour l'été, où ils se nourrissent et grandissent pendant trois ans au maximum avant de migrer vers leurs frayères natales dans le bassin versant du fleuve Fraser (Walter *et al.* 1997; Grant *et al.* 2018).

3.1.5. Habitat migratoire dulcicole des adultes

En eau douce, chaque UD rencontre une combinaison unique de températures et de débits, avec une plus grande probabilité d'événements de débits extrêmes pendant les premières montaisons (p. ex. UD2 Bowron-DE, UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD22 Taseko-DE) et de températures extrêmes pendant les montaisons estivales (p. ex. UD16 Quesnel-E, UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E; Patterson *et al.* 2007). On a montré que des températures élevées de l'eau entraînent une réduction de la fonction du système

cardiorespiratoire qui peut entraver la migration (Eliason *et al.* 2011). Pour le saumon rouge en général, les températures de l'eau supérieures à 18 °C augmentent en cours de route, de même que la mortalité avant la reproduction, due à divers mécanismes, y compris la capacité de nager, la vulnérabilité aux maladies, le stress et le choc thermique. Le débit des cours d'eau varie considérablement d'une UD à l'autre en raison de leurs caractéristiques physiques uniques (rapides, chutes, canyons, passes à poissons artificielles, déversoirs); dans certains cas, de faibles débits peuvent former des limites physiques au passage des poissons, alors que les débits élevés peuvent générer des barrières de vitesse qui réduisent ou empêchent la migration vers l'amont. Des seuils de débit ont été proposés pour différentes UD selon l'emplacement des frayères. Par exemple, on pense que les seuils de débit pour les saumons rouges du fleuve Fraser à montaison hâtive dans la Stuart (UD20) sont plus élevés (8 500 m³/s) que ceux des UD à montaison au début de l'été comme celles de la rivière Bowron et du lac Taseko (UD2 et UD22; 6 000 m³/s; Macdonald *et al.* 2010).

Selon la période de la montaison et la distance par rapport aux frayères, le saumon rouge du fleuve Fraser a besoin de conditions hydrologiques différentes et de protections contre les températures élevées pendant sa migration vers l'amont. Les limites et impacts thermiques et physiologiques sont abordés plus en détail pour chaque UD dans les sections 4.1 et 4.3.

3.2. ÉLÉMENT 5 : FOURNIR DE L'INFORMATION SUR L'ÉTENDUE SPATIALE DES ZONES DE L'AIRE DE RÉPARTITION DU SAUMON ROUGE SUSCEPTIBLES DE PRÉSENTER CES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT

3.2.1. Aire de répartition dans l'habitat en eau douce

L'aire de répartition en eau douce de chaque UD du saumon rouge du fleuve Fraser est présentée sur les cartes suivantes. Les aires de répartition cartographiées sont fondées sur les relevés des géniteurs, qui peuvent sous-estimer l'étendue complète de l'aire de répartition du saumon rouge du fleuve Fraser en raison des contraintes liées à la réalisation des relevés annuels des géniteurs sur une zone géographique aussi vaste. Les données pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser proviennent du Portail du gouvernement ouvert⁴ du gouvernement du Canada, et les données du SIG en eau douce sont tirées du catalogue de données géographiques et de données de services⁵ du gouvernement de la Colombie-Britannique.

⁴[Portail du gouvernement ouvert du gouvernement du Canada.](#)

⁵[Government of BC Geographic data and services.](#)

3.2.1.1. UD2 Bowron-DE



Figure 19. Carte de l'UD2 Bowron-DE, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020

3.2.1.2. UD10 Harrison (amont)-T



Figure 20. Carte de l'UD10 Harrison (amont)-T, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020.

3.2.1.4. UD16 Quesnel-E

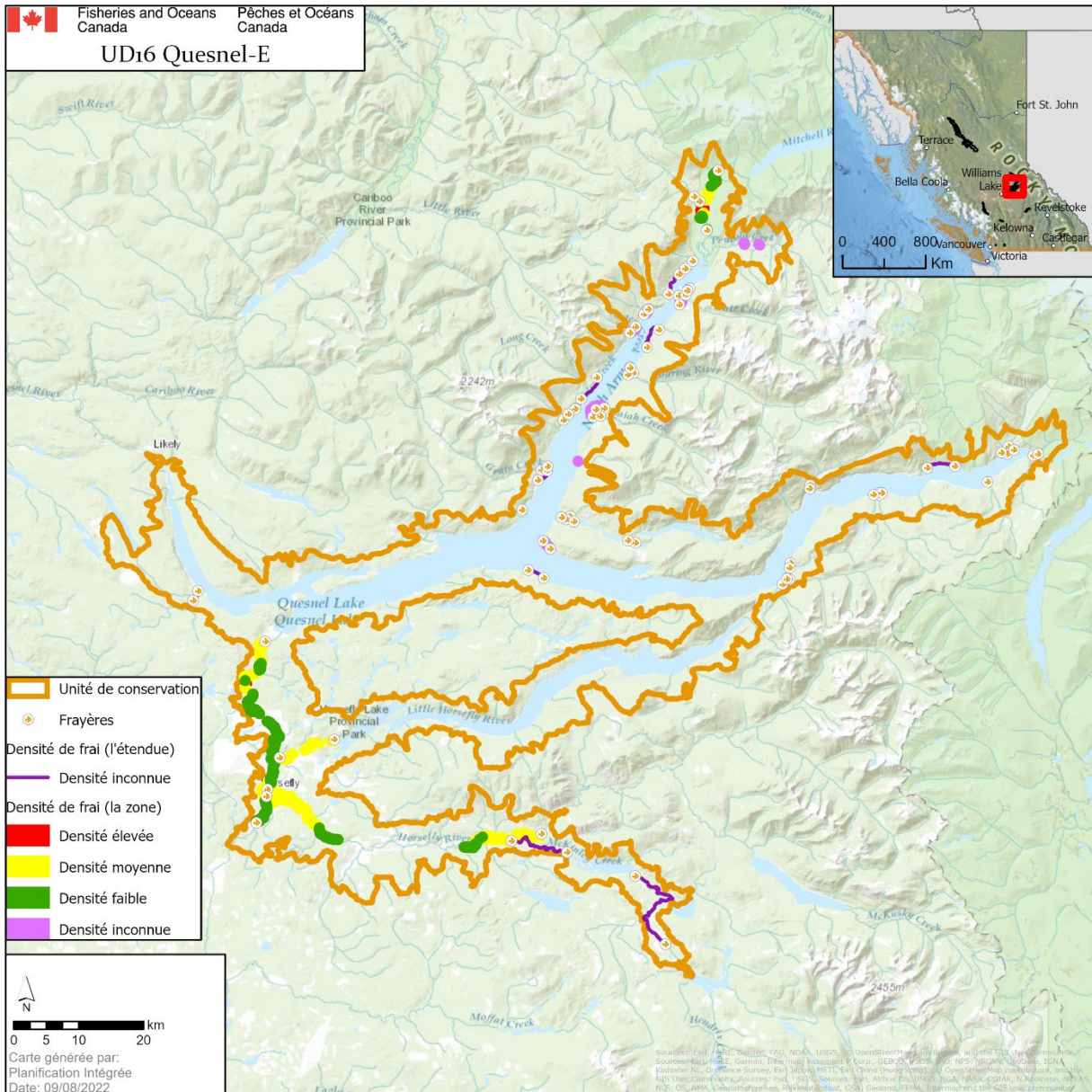


Figure 22. Carte de l'UD16 Quesnel-E, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020

3.2.1.5. UD17 Seton-T

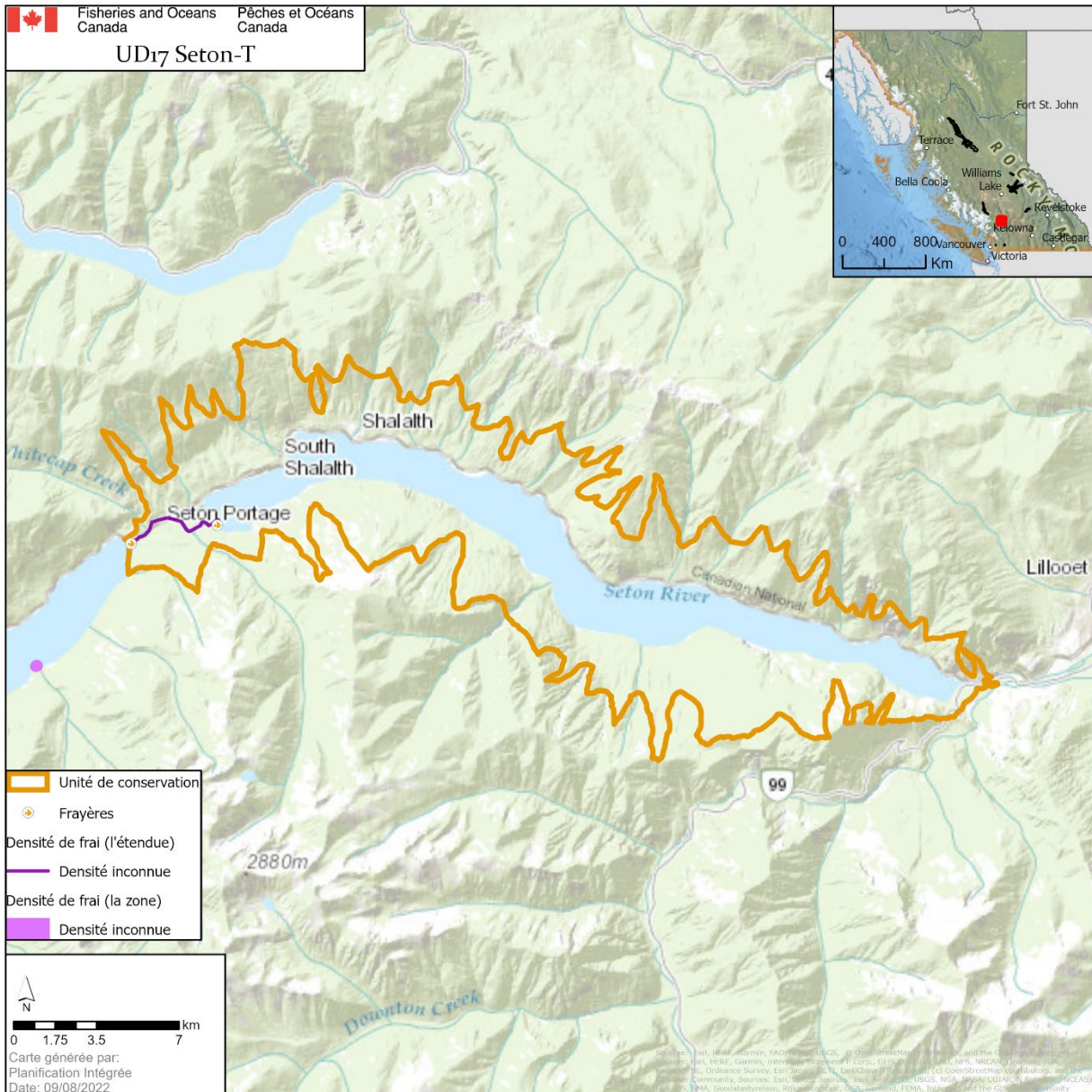


Figure 23. Carte de l'UD17 Seton-T, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020.

3.2.1.7. UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E



Figure 25. Carte de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020.

3.2.1.8. UD22 Taseko-DE

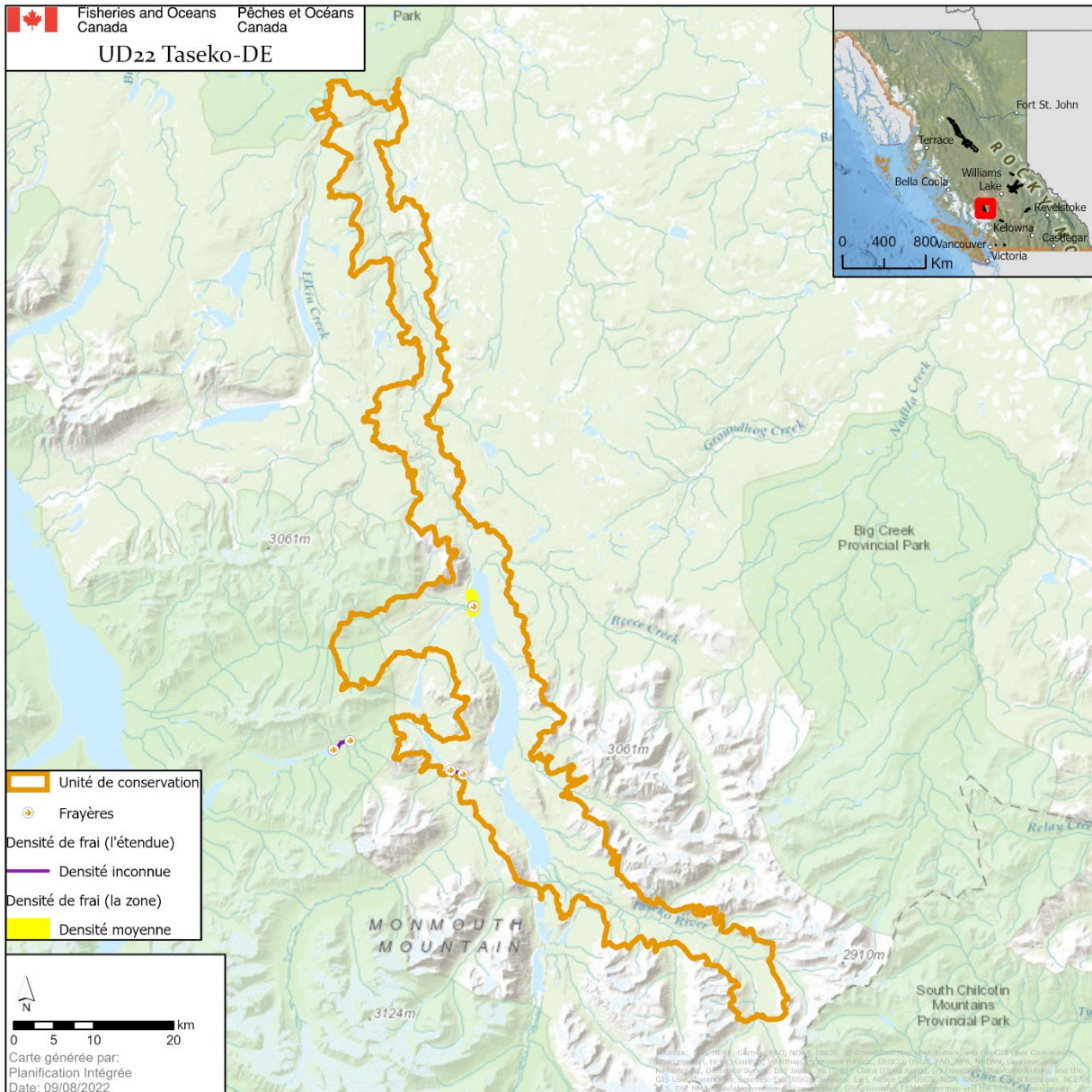


Figure 26. Carte de l'UD22 Taseko-DE, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020.

3.2.1.9. UD24 Widgeon-type fluvial

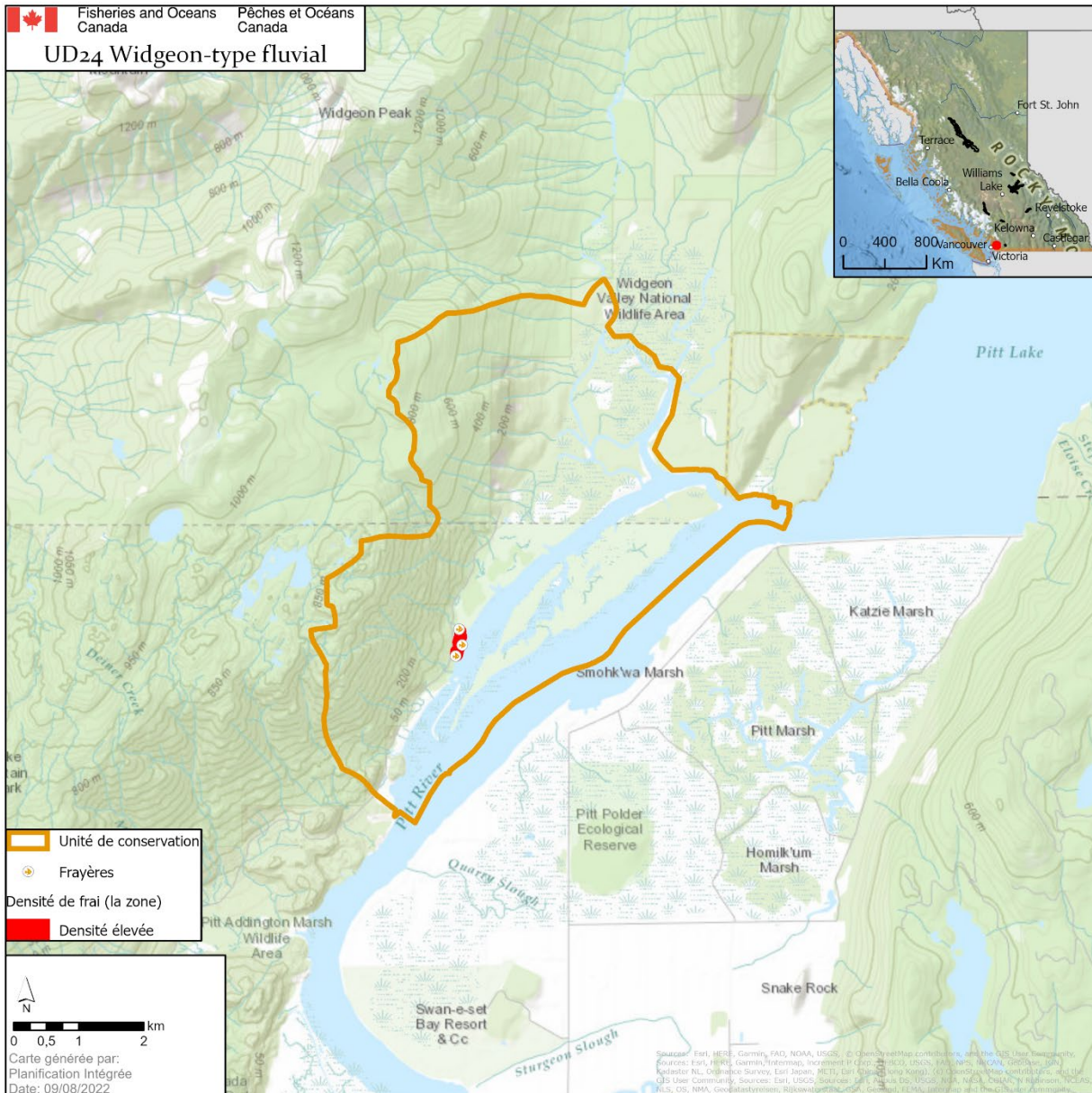


Figure 27. Carte de l'UD24 Widgeon-type fluvial, illustrant la limite de l'UD, les sites de frai connus dans l'UD, et la densité de frai. La densité de frai est représentée comme faible (vert), moyenne (jaune), élevée (rouge) ou inconnue (pourpre) selon les observations de l'évaluation des stocks du MPO entre 2000 et 2020.

3.2.2. Aire de répartition en milieu marin

Les données sur les déplacements et l'aire de répartition du saumon rouge du fleuve Fraser une fois qu'il a quitté le Fraser sont limitées, mais on présume que lorsqu'il parvient dans le golfe d'Alaska, le saumon rouge du fleuve Fraser grandit dans le sud de l'Alaska en hiver et migre dans des zones plus au large l'été, où il se nourrit et grandit pendant trois ans au

maximum avant sa migration de retour vers ses frayères natales dans le bassin versant du Fraser (Walter *et al.* 1997; Grant *et al.* 2018).



Figure 28. Routes de migration et répartition océanique présumées du saumon rouge du fleuve Fraser. Source : (Cohen 2012c).

3.3. ÉLÉMENT 6 : PRÉSENCE ET ÉTENDUE DES CONTRAINTES ASSOCIÉES À LA CONFIGURATION SPATIALE

3.3.1. Barrages hydroélectriques

Deux grandes centrales hydroélectriques ayant un impact sur le saumon rouge du fleuve Fraser sont étudiées dans cette évaluation du potentiel de rétablissement : le barrage Kenney, dans les eaux d'amont de la rivière Nechako; et les barrages Seton et Terzaghi (complexe hydroélectrique de Bridge-Seton) près de la confluence du cours principal du Fraser et de la rivière Seton.

La rivière Nechako est régulée par le barrage Kenney, qui a été construit au début des années 1950 pour alimenter la fonderie d'aluminium Alcan à Kitimat, en Colombie-Britannique. L'eau retenue en amont du barrage Kenney est détournée du réservoir Nechako vers le bassin versant côtier de la rivière Kemano, à l'extérieur du bassin du Fraser (Déry *et al.* 2012). La régulation du débit en aval du barrage comprend le rejet d'eau du réservoir Nechako dans le réseau de la rivière Cheslatta, à environ 9 km en aval du barrage Kenney. Les répercussions sur les écosystèmes locaux du bassin de la rivière Nechako ont été importantes après la construction du barrage Kenney, de vastes zones de terres 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). Le barrage continue de menacer le saumon rouge du fleuve Fraser qui transite par les tronçons inférieurs de la rivière Nechako (UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E), car l'eau froide détournée du réseau hydrographique entraîne de faibles débits et des températures potentiellement élevées. Des mesures d'atténuation sont actuellement en place pour abaisser la température des cours d'eau dans la basse Nechako (voir les détails dans la section 4.1.7.2), mais on a déterminé que les effets de la température posaient une menace, et continuent de le faire, pour le saumon rouge du fleuve Fraser qui revient frayer dans le bassin versant de la rivière Stuart.

Les rivières Seton et Bridge ont été fortement modifiées par l'aménagement hydroélectrique au milieu du XX^e siècle. La rivière Bridge a été retenue à l'origine en 1948 lors de la construction du barrage de Mission (rebaptisé barrage Terzaghi en 1965), où l'eau est détournée de la rivière Bridge vers le lac Seton pour produire de l'hydroélectricité (Melville *et al.* 2015). BC Hydro a construit un tunnel pour permettre l'écoulement de l'eau du réseau de la rivière Bridge dans le lac Seton, et le barrage Seton a été construit pour détourner l'eau dans un canal de 3,8 km de long qui achemine l'eau jusqu'à la centrale hydroélectrique sur le Fraser, à 1,2 km en aval de son confluent avec la rivière Seton (Roscoe *et al.* 2010). Ces infrastructures constituent collectivement le complexe hydroélectrique de Bridge-Seton, qui a des impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser dans le bassin versant de la rivière Seton (UD17 Seton-T; voir l'analyse des impacts dans la section 4.1.7.2).

3.3.2. Glissements de terrain

Ces dernières années, plusieurs glissements de terrain importants ont eu des répercussions sur le saumon rouge du fleuve Fraser, y compris dans le ruisseau Meager (affluent de la rivière Lillooet), le ruisseau Whitecap (affluent de ruisseau Portage) et près de Big Bar, dans le cours principal du Fraser. Ces phénomènes peuvent créer des obstacles partiels ou complets à la migration ou causer des effets continus de sédimentation ou d'étouffement qui peuvent se répercuter sur l'incubation et la croissance des œufs et des juvéniles. Ces phénomènes et leurs répercussions sur le saumon rouge du fleuve Fraser sont abordés plus en détail dans la section 4.1.10.1.

3.3.3. Connectivité avec les plaines inondables

La connectivité avec les plaines inondables dans le bas Fraser a été considérablement réduite par le développement agricole, industriel et résidentiel, en plus des nombreuses structures de lutte contre les inondations mises en place pour protéger ces aménagements, comme les digues, les vannes d'inondation et les clapets de marée. Ces structures de lutte contre les inondations ont déconnecté la majorité des habitats humides de la plaine inondable du bas Fraser (Birtwell *et al.* 1988). La majorité des saumons rouges du fleuve Fraser visés par cette évaluation du potentiel de rétablissement sont des écotypes du type lacustre et grandissent dans un lac de croissance avant de transiter rapidement par le bas Fraser pendant leur dévalaison vers l'océan et leur montaison pour la reproduction. Les effets de la réduction de la

connectivité des plaines inondables sont donc probablement minimales pour ces UD par rapport aux saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique comme l'UD24 (Widgeon-type fluvial), dont on pense qu'ils grandissent dans le bas Fraser pendant des semaines ou des mois avant de migrer dans le détroit de Georgie. Ces saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique sont probablement les plus touchés par la réduction de l'accès à l'habitat hors chenal et dans les plaines inondables. Les structures de lutte contre les inondations et leurs impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser sont examinés de manière plus détaillée dans la section 4.1.7.2.

3.4. ÉLÉMENT 7 : ÉVALUATION DU CONCEPT DE RÉSIDENCE ET DESCRIPTION POUR LE SAUMON ROUGE

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 2015b). Les nids de salmonidés, 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 parce qu'ils répondent aux critères suivants :

1. des individus (et non la population) investissent (p. ex. énergie, temps, défense) dans le nid de fraie ou investissent dans sa protection;
2. l'emplacement et les caractéristiques du nid de fraie contribuent au succès d'une fonction du cycle biologique (c.-à-d. la reproduction et l'élevage);
3. le nid de fraie est un emplacement central dans l'aire de répartition plus grande d'un individu, et l'espèce y retourne à plusieurs reprises pour remplir une fonction vitale précise.

Un aspect d'unicité est associé au nid de fraie, de sorte que s'il était « endommagé », les individus ne seraient habituellement pas en mesure de transférer immédiatement l'accomplissement des fonctions du cycle biologique dans un autre endroit sans perte de succès reproducteur (MPO 2015b). Le saumon rouge est une espèce sémelpare et ne peut donc pas remplacer un nid de fraie endommagé après sa mort. Les œufs fécondés sont fonctionnellement immobiles jusqu'à ce que l'œuf se développe en alevin. Les œufs doivent demeurer enfouis profondément dans le gravier, sinon ils risquent d'être dévorés par d'autres poissons prédateurs, par exemple des poissons de la famille des cottidés (Steen et Quinn 1999; Foote et Brown 1998).

4. MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS CONCERNANT LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT DU SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER

4.1. ÉLÉMENT 8 : MENACES POUR LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT

Le présent rapport suit la définition des menaces figurant dans l'avis scientifique intitulé « Lignes directrices sur l'évaluation des menaces » (MPO 2014a). Dans le contexte de cette évaluation du potentiel de rétablissement, une menace peut être définie comme une activité ou un processus anthropique qui a causé, cause ou peut causer des dommages au saumon rouge du fleuve 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 ont des effets négatifs sur la productivité des populations de saumon rouge du fleuve Fraser. Une activité humaine peut exacerber un processus naturel et être considérée

comme une menace, ce qui est important à considérer 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 (Union Internationale pour la Conservation de la Nature–Partenariat pour les mesures de conservation) (Salafsky *et al.* 2008), que le COSEPAC utilise pour évaluer la situation des espèces sauvages. Le système de classification a été élaboré à l'origine pour définir les grandes catégories de menaces. L'évaluation des catégories de menaces suit les Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des impacts écologiques pour les espèces en péril du MPO (MPO 2014a) dans la mesure du possible compte tenu des données et renseignements limités sur les menaces qui pèsent sur le saumon rouge du fleuve Fraser dans les eaux canadiennes (MPO 2014a). Un groupe de travail a évalué les menaces pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser selon 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 B). Le groupe a traité individuellement chaque UD et toutes les catégories de menaces ont fait l'objet d'une discussion avec l'aide d'un modérateur du COSEPAC pour veiller à ce que les menaces soient notées conformément aux lignes directrices du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation. Pour chaque catégorie de menaces, la salle a été sondée pour obtenir l'opinion d'experts, et après une discussion de groupe, un vote a été tenu pour classer les menaces. Aucune menace n'a été classée sans consensus du groupe. Les évaluations des menaces déterminées au cours de l'atelier ont par la suite été converties à la méthode d'évaluation normalisée du MPO (MPO 2014a).

Le calculateur de menaces du COSEPAC génère une estimation du risque global de la menace avec une valeur faible et une valeur élevée pour exprimer l'incertitude dans les classements au niveau de la menace individuelle (c.-à-d. lorsqu'une fourchette comme Faible-Moyen a été utilisée). Les cotes globales sont fondées sur le nombre de menaces ayant des impacts sur une UD et leurs cotes relatives (de faible à extrême). Deux menaces de niveau moyen et une menace élevée donnent une note globale élevée. Deux menaces élevées et deux menaces moyennes, ou une note extrême pour une menace, donnent une note globale extrême. La valeur de la fourchette inférieure de la note globale pour toutes les UD à l'étude a été jugée élevée ou extrême, et la fourchette supérieure de la note globale a été estimée extrême pour cinq des neuf UD évaluées au cours de l'atelier. Cela a donné des cotes élevées, élevées à extrêmes ou simplement extrêmes pour toutes les UD. Dans certains cas, le classement final des menaces généré par le calculateur des menaces a été réduit ou modifié sur les conseils du modérateur du COSEPAC et après un vote de groupe (ces changements sont indiqués dans les calculateurs de menaces à l'annexe B). D'après les résultats de ce processus, au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032), la population devrait baisser de 31 à 70 % pour les UD ayant un niveau de risque élevé, de 71 à 100 % pour les UD ayant un niveau de risque élevé à extrême et de 71 à 100 % pour les UD présentant un niveau de risque extrême.

Les sections suivantes représentent la justification utilisée pour estimer les probabilités de réalisation, les niveaux d'impact, les certitudes causales et les occurrences de la menace, la fréquence et l'ampleur pour les tableaux des menaces ci-après. Les définitions détaillées des niveaux des aspects susmentionnés sont données dans le document MPO (2014a). L'occurrence et la fréquence assignées à chaque menace dans les tableaux ci-après ne sont pas abordées explicitement dans les sections suivantes afin d'éviter les répétitions excessives. Pour presque toutes les menaces, l'occurrence 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 récurrente, pour les menaces qui ne devraient pas se produire régulièrement, ou continue, pour les menaces qui devraient se produire fréquemment ou avoir des répercussions

continues. Les catégories mentionnées dans le texte sont organisées selon 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 menace par UD, et sont organisés par risque de la menace. Des tableaux de menaces complets pour chaque UD évaluée au cours de l'atelier sont disponibles à l'annexe B. Dans certains cas, une catégorie de menaces a été omise si elle n'a pas été considérée comme une menace pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Toute catégorie omise est indiquée en haut de la section.

Tableau 5. Définitions des niveaux d'impact, de la probabilité de réalisation, de la certitude causale, de la réalisation de la menace, de la fréquence de la menace et de l'ampleur de la menace qui peuvent être attribués à chaque catégorie de menaces. Les définitions ont été modifiées à partir de celles données dans le document du MPO (MPO 2014a) pour préciser que le niveau d'impact a été évalué en fonction du déclin prévu de la population sur une période de trois générations ou de dix ans (selon la période la plus longue), si les menaces ne sont pas atténuées avec succès.

Niveau d'impact	Définition
Extrême	Baisse importante de la population (p. ex. 71 à 100 %) au cours des trois prochaines générations ou des 10 prochaines années (selon la période la plus longue), avec possibilité de disparition du pays.
Élevé	Perte importante de la population (de 31 à 70 %) au cours des trois prochaines générations ou des 10 prochaines années (selon la période la plus longue), ou menace compromettant la survie ou le rétablissement de la population.
Moyen	Perte modérée de population (de 11 à 30 %) au cours des trois prochaines générations ou des 10 prochaines années (selon la période la plus longue), ou menace compromettant probablement la survie ou le rétablissement de la population.
Faible	Peu de changement dans la population (de 1 à 10 %) au cours des trois prochaines générations ou des 10 prochaines années (selon la période la plus longue), 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	Changement négligeable de la population (moins de 1 %) au cours des trois prochaines générations ou des 10 prochaines années (selon la période la plus longue), ou menace compromettant probablement ou de façon négligeable la survie ou le rétablissement de la population.
Probabilité de réalisation	Définition
Menace connue ou très susceptible de se réaliser	Cette menace a été observée dans 91 % à 100 % des cas.
Menace susceptible de se réaliser	Il y a de 51 à 90 % de chance que cette menace se réalise, maintenant ou dans l'avenir.
Improbable	Il y a de 11 à 50 % de chance que cette menace se réalise, maintenant ou dans l'avenir.
Très improbable	Il y a de 1 à 10 % de chance ou moins que cette menace se réalise, maintenant ou dans l'avenir.
Inconnue	Il n'existe pas de données ni de connaissances préalables sur la réalisation de cette menace.
Certitude causale	Définition
Très élevée	Des preuves très solides indiquent que la menace se réalise et l'ampleur des répercussions sur la population peut être quantifiée.
Élevée	Des preuves concluantes établissent un lien de cause à effet entre la menace et les déclins de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.

Certitude causale	Définition
Moyenne	Certaines preuves établissent un lien de cause à effet entre la menace et les déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Faible	Il y a des preuves limitées soutenant un lien théorique entre la menace et les déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Très faible	Il y a un lien plausible, mais non prouvé, indiquant que la menace entraîne un déclin de la population ou met en danger sa survie ou son rétablissement.
Réalisation de la menace	Définition
Historique	Des preuves très solides indiquent que la menace se réalise et l'ampleur des répercussions sur la population peut être quantifiée.
Actuelle	Des preuves concluantes établissent un lien de cause à effet entre la menace et les déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Anticipée	Certaines preuves établissent un lien de cause à effet entre la menace et les déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Fréquence de la menace	Définition
Unique	Des preuves très solides indiquent que la menace se réalise et l'ampleur des répercussions sur la population peut être quantifiée.
Récurrente	Des preuves concluantes établissent un lien de cause à effet entre la menace et les déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Continue	Certaines preuves établissent un lien de cause à effet entre la menace et les déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Ampleur de la menace	Définition
Considérable	De 71 % à 100 % de la population est touchée par la menace.
Vaste	De 31 % à 70 % de la population est touchée par la menace.
Étroite	De 11 % à 30 % de la population est touchée par la menace.
Limitée	De 1 % à 10 % de la population est touchée par la menace.

4.1.1. Développement résidentiel et commercial

4.1.1.1. Habitations et zones urbaines

La menace posée par les habitations et zones urbaines comprend les nouvelles empreintes des villes et des peuplements humains, y compris l'aménagement autre que les habitations généralement intégré à celles-ci (catégorie de menaces 1.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). La pollution posée par les eaux usées domestiques et urbaines est abordée dans la section 4.1.9 (catégorie de menaces 9.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

C'est dans la région du bas Fraser que se trouve la plus forte densité d'aménagement résidentiel et urbain dans le bassin du Fraser, et les populations humaines de cette région devraient continuer d'augmenter à un faible taux. Une grande partie de la plaine inondable et du delta du bas Fraser a déjà été aménagée, et la demande croissante par les populations humaines en hausse entraînera probablement de nouveaux aménagements qui pourraient empiéter davantage sur l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser. Il y aura également un aménagement continu dans les parties centrale et supérieure du bassin versant, en amont du canyon du Fraser, mais compte tenu de la densité réduite de la population dans ces régions, il ne devrait pas avoir de répercussions importantes dans un proche avenir. Tous les saumons rouges du fleuve Fraser doivent traverser le bas Fraser deux fois au cours de leur vie, d'abord

lorsqu'ils dévalent vers l'océan, puis lorsqu'ils remontent dans les frayères. Ces poissons sont donc probablement exposés aux nouveaux aménagements résidentiels. Cependant, en raison de leur migration rapide dans le bas Fraser, l'empreinte de ces aménagements ne devrait pas constituer une menace importante pour les saumons rouges du fleuve Fraser.

En plus de l'aménagement en rivière, la majorité des saumons rouges du fleuve Fraser évalués dans cette évaluation du potentiel de rétablissement sont des variantes de type lacustre (toutes les UD sauf l'UD4 Widgeon-type fluvial) et grandissent généralement dans un lac de croissance pendant une ou plusieurs années avant de migrer vers l'océan. Par conséquent, la plupart d'entre eux peuvent également être exposés à l'empreinte des nouveaux aménagements riverains pendant l'étape de croissance des juvéniles, mais les répercussions de ces aménagements ne sont pas encore quantifiées.

Un niveau d'impact inconnu a été choisi pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser en raison du manque de données probantes indiquant un déclin à l'échelle de la population résultant des nouveaux aménagements résidentiels et urbains pour les variantes lacustre et océanique du cycle biologique. Il convient toutefois de noter que même si les impacts sont inconnus, ils ne seront sans doute pas bénéfiques.

4.1.1.2. Zones commerciales et industrielles

La menace posée par les zones commerciales et industrielles comprend les nouvelles empreintes des activités industrielles et autres centres commerciaux, y compris des usines de fabrication, des centres d'achat, des parcs à bureaux, des bases militaires, des centrales électriques, des gares de triage, des chantiers navals et des aéroports (catégorie de menaces 1.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Il y a beaucoup d'aménagements industriels sur les rives du bas Fraser, et le reste de l'habitat dans cette région est actuellement plus soumis au développement industriel qu'au développement résidentiel ou touristique. Les saumons rouges du fleuve Fraser rencontreront probablement tous les nouveaux aménagements industriels le long de la rivière, pendant leur dévalaison et leur montaison, de sorte que cette menace est jugée considérable. Toutefois, comme il a été mentionné précédemment, le saumon rouge du fleuve Fraser traverse rapidement le bas Fraser pendant sa dévalaison et sa montaison; par conséquent, l'empreinte des nouveaux développements industriels devrait représenter une menace négligeable pour l'espèce. Il est important de noter que cette catégorie de menaces ne tient compte que des impacts physiques des nouveaux développements industriels; les impacts des développements antérieurs qui empiètent sur l'eau ne sont pas pris en compte dans cette évaluation.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la majorité des saumons rouges du fleuve Fraser évalués dans cette évaluation du potentiel de rétablissement sont des variantes de type lacustre (toutes les UD sauf l'UD24 Widgeon-type fluvial) et pourraient être exposés à l'empreinte des nouveaux développements commerciaux et industriels le long de l'habitat riverain dans leurs lacs de croissance. Cependant, rien n'indique qu'il y aura des développements importants au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032) et qu'ils auront des répercussions.

4.1.1.3. Tourisme et espaces récréatifs

La menace posée par le tourisme et les espaces récréatifs comprend de nouveaux sites touristiques et récréatifs ayant une empreinte importante (catégorie de menaces 1.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Le bas Fraser compte une forte concentration de marinas, de rampes de mise à l'eau et de quais privés qui empiètent sur l'eau, et la densification urbaine croissante dans le Grand Vancouver pourrait entraîner une pression accrue pour construire d'autres aménagements de

ce genre. Les structures au-dessus de l'eau, comme les marinas, réduisent la luminosité environnante, limitant la croissance et la densité des plantes aquatiques et, dans certains cas, peuvent 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 grillages sur les plateformes, n'atténuent pas entièrement les répercussions de l'ombrage (Fresh *et al.* 2006). Ces structures, bien que petites prises séparément, ont tendance à être regroupées dans des zones d'herbiers marins et pourraient avoir des effets cumulatifs sur l'habitat dans ces zones.

Le saumon rouge du fleuve Fraser traverse le bas Fraser à deux reprises et peut rencontrer ces aménagements le long de son couloir migratoire; c'est pourquoi la menace est jugée considérable pour toutes les UD. Comme c'est le cas pour d'autres aménagements dans cette catégorie de menaces, le risque posé par le développement touristique pour le saumon rouge du fleuve Fraser ne devrait pas être grand puisque les poissons passent un temps limité dans le bas Fraser, mais on en ignore les impacts actuellement. Il y a aussi les aménagements touristiques le long des rives de nombreux lacs de croissance du saumon rouge du fleuve Fraser, avec des marinas, des rampes d'accès pour bateaux, des quais et d'autres structures qui peuvent empiéter sur l'habitat des juvéniles. Toutefois, comme il est mentionné à la section 3.1.2, le saumon rouge du fleuve Fraser passe environ 70 % de sa période de résidence en eau douce au large des côtes, dans la zone pélagique du lac (Gilhousen et Williams 1989), et les répercussions ne devraient pas être élevées. L'UD24 (Widgeon-type fluvial) pourrait être menacée par de futurs aménagements touristiques à la suite de l'approbation du nouveau plan de gestion du parc régional du marécage Widgeon, qui prévoit un accès public accru et l'aménagement de sentiers et d'aires de fréquentation diurne. On ignore pour le moment les impacts potentiels de cet aménagement prévu, et ils pourraient être négligeables avec des mesures d'atténuation appropriées.

Tableau 6. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Habitations et zones urbaines pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Habitations et zones urbaines

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 7. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Zones commerciales et industrielles

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 8. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Tourisme et espaces récréatifs pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Tourisme et espaces récréatifs

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.2. Agriculture et aquaculture

La catégorie de menaces 2.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation, Plantations pour la production de bois et de pâte, n'a pas été incluse dans cette section parce que, à notre connaissance, aucun nouvel aménagement pour la production de bois ou de pâte à papier n'empiétera sur les UD du saumon rouge du fleuve Fraser dont il est question dans le présent rapport.

4.1.2.1. Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois

La menace posée par les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois comprend les nouvelles empreintes de fermes, de plantations, de vergers, de vignobles et de systèmes agroforestiers mixtes (catégorie de menaces 2.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les menaces découlant de l'utilisation de produits agrochimiques, plutôt que de la conversion directe des terres à des fins agricoles, sont incluses dans la section 4.1.9.3 (catégorie de menaces 9.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Une grande partie des terres dans le bassin du bas Fraser ont été converties en terres agricoles et se trouvent actuellement derrière des digues; par conséquent, l'empreinte des nouveaux aménagements agricoles dans l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser ne devrait pas constituer une menace majeure. Le ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique (2016) a déclaré que 67 % (37 669 ha) du district régional de la vallée du Fraser (Abbotsford, Chilliwack, Hope, Kent, Mission, Harrison Hot Springs) sont cultivés activement ou soutiennent l'agriculture, et que seulement 18 % des terres sont disponibles pour un éventuel développement futur. La majeure partie des 18 % restants (9 943 ha) est composée de zones relativement petites qui offrent des possibilités limitées de développement agricole. La menace la plus probable pour le saumon rouge du fleuve Fraser est l'intensification ou la conversion des terres agricoles existantes dans la région du bas Fraser. Ces dernières années, les îles dans le Fraser près de Chilliwack (p. ex. l'île Herring) ont été défrichées pour permettre le développement agricole, et les pressions se maintiendront probablement pour mener des activités semblables afin de répondre à la demande croissante dans la vallée du bas Fraser. Cette menace comprend également la construction de serres sur des champs existants, qui peut réduire les zones des cours d'eau en limitant les zones riveraines et en modifiant les berges. De 2006 à 2016, la superficie des terres utilisées pour des serres dans la vallée du Fraser a augmenté de 400 000 m² (district régional de la vallée du Fraser 2017), ce qui permet de penser que l'intensification agricole se poursuivra probablement à l'avenir.

Toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser transitent deux fois par le bas Fraser, et certaines parties de ces populations devraient rencontrer ces développements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact au niveau de l'UD est probablement faible en raison du temps de résidence limité passé dans la zone. Le saumon rouge de l'UD24 (Widgeon-type fluvial) est une variante de type océanique qui passe le plus de temps dans le bas Fraser, s'attardant peut-être dans les chenaux latéraux et les marécages, ce qui peut accroître son exposition (voir la section 3.1.3). Cependant, en aval de son confluent avec la rivière Pitt, le Fraser est très développé derrière les digues existantes et est en grande partie inaccessible; les répercussions supplémentaires ne sont peut-être pas importantes.

Au-delà des impacts dans le bas Fraser, l'empreinte des développements agricoles pourrait avoir des effets supplémentaires dans l'UD16 (Quesnel-E), en particulier dans la région de Horsefly. Cette région affiche la plus forte concentration d'activités agricoles comparativement aux autres UD, avec de nombreux ranchs et fermes, de taille petite ou moyenne, qui produisent principalement des bovins de boucherie et du foin (Holmes 2009). On ignore actuellement le niveau d'impact du développement agricole futur dans la région de la rivière Horsefly; par

conséquent, la cote n'a pas été modifiée pour l'UD16, mais elle pourrait être plus élevée que pour les autres UD évaluées.

4.1.2.2. Élevage et élevage à grande échelle

La menace posée par le bétail, l'agriculture et l'élevage est définie comme l'impact direct des animaux terrestres domestiques élevés à un emplacement sur les ressources agricoles ou non locales, ainsi que celui des animaux domestiques ou semi-domestiques qui peuvent se promener dans la nature et qui sont soutenus par des habitats naturels (catégories de menaces 2.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Le broutage par les bovins, non géré, peut avoir des effets nocifs sur les écosystèmes riverains et aquatiques (Charnley *et al.* 2018). Les impacts directs comprennent le piétinement des frayères, la déstabilisation des berges des cours d'eau et l'altération de la morphologie des chenaux, le compactage des sols des hautes terres (entraînant une augmentation du ruissellement et du biote), l'enlèvement ou la défoliation importante des principales espèces végétales riveraines et la dégradation de la qualité de l'eau (Platts 1981; Kauffman et Krueger 1984; Fleischner 1994; Belsky *et al.* 1999).

Bien que le bétail puisse pénétrer dans l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser dans certaines UD, les impacts de cette menace sont jugés négligeables ou inexistantes pour la plupart des UD en raison de l'emplacement des exploitations d'élevage de bovins et de la profondeur et de l'emplacement de l'habitat de fraie pour ces UD. La majorité des UD utilisent un habitat de fraie qui ne se trouve pas dans les aires de pâturage du bétail ou qui se trouve dans des ruisseaux de taille moyenne à des profondeurs supérieures à celles empruntées par les bovins. Habituellement, le bétail ne pénètre que dans les sections à faible gradient des cours d'eau, et la plupart des animaux peuvent être dissuadés d'entrer dans les cours d'eau ou de les traverser par des zones tampons riveraines et des clôtures, ce qui limitera l'ampleur de leurs impacts. Il convient toutefois de noter que, malgré la réglementation entourant l'utilisation de barrières pour empêcher le bétail d'entrer dans les cours d'eau, l'application de la loi est difficile et souvent déficiente.

La seule UD qui devrait être menacée par l'élevage est l'UD16 (Quesnel-E), car les bovins sont souvent observés dans l'eau dans le réseau de la rivière Horsefly, où la production de bœuf représente une grande partie des activités agricoles. À l'heure actuelle, on ne connaît pas les impacts au niveau de l'UD du piétinement des nids de fraie par le bétail, mais ils seront sans doute plus élevés que dans les autres UD évaluées, et on pense qu'ils représentent une menace de faible niveau pour l'UD.

4.1.2.3. Aquaculture en mer et en eau douce

Les menaces posées par l'aquaculture en mer et en eau douce comprennent les empreintes de l'élevage de la crevette ou de l'aquaculture des poissons à nageoires, les étangs de pisciculture, le saumon 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 qui nagent librement dans la nature. Les menaces posées par la pêche de stocks mélangés sont examinées dans la section 4.1.5.2 et celles posées par l'introduction de matériel génétique dans la section 4.1.8.

La majorité des UD visées par cette évaluation du potentiel de rétablissement sont des populations de type lacustre, à l'exception de l'UD24 (Widgeon-type fluvial), et migrent surtout vers le nord dans l'océan Pacifique par le détroit de Johnstone le long de la côte continentale ou le long de la côte est de l'île de Vancouver (voir la section 3.1.4). L'empreinte physique des parcs en filet ne devrait pas constituer une menace pour le saumon rouge du fleuve Fraser et

n'est pas classée ici, mais il s'agit d'un couloir migratoire qui contient une grande concentration de fermes salmonicoles dans la région des îles Discovery, où les juvéniles qui dévalent dans l'océan pourraient être exposés à une variété d'agents pathogènes et à la pollution qui sont associés aux exploitations salmonicoles. Les menaces liées aux agents pathogènes et aux maladies provenant de l'aquaculture sont abordées en détail dans la section 4.1.8, et la pollution générée par ces activités est traitée dans la section 4.1.9.3.

La principale menace pour le saumon rouge sauvage du fleuve Fraser dans cette catégorie concerne ses interactions avec les saumons du Pacifique d'écloserie. Entre 1990 et 2015, le saumon d'écloserie représentait environ 40 % de la biomasse totale de saumon dans l'océan Pacifique, les saumons rose et kéta constituant la majorité (87 %) de l'abondance totale des adultes (67 % et 20 %, respectivement; Ruggerone et Irvine 2018). L'augmentation de l'abondance des saumons d'écloserie dans le Pacifique Nord, et en particulier de saumons roses d'écloserie, a été liée à une cascade trophique dans les eaux épipelagiques, qui a entraîné une diminution du zooplancton, une réduction de la croissance et de la survie, et un retard de la maturation du saumon (entre autres effets trophiques; Springer et Van Vliet 2014; Ruggerone et Connors 2015; Batten *et al.* 2018; Connors *et al.* 2020). L'abondance du saumon rose adulte dans le Pacifique Nord alterne entre des nombres élevés les années impaires et des nombres relativement faibles les années paires, et on a observé une tendance inverse correspondante dans la productivité, la longueur selon l'âge et l'âge à la maturité du saumon rouge (Ruggerone et Connors 2015). Des études plus récentes ont estimé que la production de saumon rose en éclosiers a réduit la productivité du saumon rouge à l'extrémité sud de son aire de répartition (qui comprend les stocks du fleuve Fraser) de 15 % en moyenne entre 2005 et 2015 (Connors *et al.* 2020). Il existe d'autres preuves que les effets de la concurrence avec le saumon rose peuvent être exacerbés lorsque le saumon rouge est également exposé à des saumons d'écloserie au début de la période marine, et qu'il peut y avoir une interaction compensatoire entre la température de l'océan côtier et l'exposition à des saumons d'élevage (Connors *et al.* 2012). Le saumon rouge du fleuve Fraser peut subir un risque particulier de concurrence par le saumon rose parce que les deux espèces ont des proies communes en mer (Pearcy *et al.* 1988; Kaeriyama *et al.* 2000; Bugaev *et al.* 2001; Davies *et al.* 2005), et parce que le saumon rouge du fleuve Fraser et le saumon rose provenant de régions éloignées sont largement répartis dans tout l'océan Pacifique Nord, avec un degré important de chevauchement de leurs habitats (Myers *et al.* 2007; Beacham *et al.* 2014a; Ruggerone et Connors 2015). Il y a moins de chevauchement dans le régime alimentaire et l'aire de répartition océanique entre le saumon rouge du fleuve Fraser et le saumon kéta, et on considère également qu'ils ont des stratégies intrinsèques de survie différentes (Azuma 1995; Davis *et al.* 2005). Il existe toutefois des preuves, tirées de données sur les isotopes stables, qui indiquent des niveaux élevés de chevauchement dans l'utilisation des ressources entre le saumon rose, le saumon rouge et le saumon kéta (Johnson et Schindler 2009), ce qui donne à penser que l'augmentation continue de l'abondance du saumon kéta peut entraîner des interactions concurrentielles défavorables avec le saumon rouge du fleuve Fraser. Malgré ces impacts, la production de saumon rose et de saumon kéta en éclosiers continue d'augmenter dans certaines régions (p. ex. en Alaska et en Russie), sans tenir vraiment compte des effets négatifs sur les populations éloignées de saumon (Connors *et al.* 2020).

Les poissons d'écloserie produits dans le bassin versant du Fraser constituent également une menace potentielle pour le saumon rouge du fleuve Fraser, car certaines UD sont en concurrence directe avec des populations de saumon du Pacifique mises en valeur. Par exemple, les saumons rouges du fleuve Fraser qui remontent dans le lac Seton à partir de l'UD17 Seton-T font concurrence aux saumons rouges du fleuve Fraser produits dans le chenal de ponton du ruisseau Gates, qui sont beaucoup plus abondants (UD1 Anderson-Seton-DE; non en péril). Les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD10 Harrison (amont)-T frayent presque

exclusivement dans le chenal Weaver, et les périodes de fraie chevauchent celles du saumon kéta et du saumon rose, qui se reproduisent également dans le chenal. Les saumons rouges du fleuve Fraser qui se reproduisent dans le chenal sont beaucoup plus nombreux (cible de 42 000) que les saumons kétas et les saumons roses (cible de 2 500 chacun), et les saumons roses ne sont présents que les années impaires. Essington et ses collaborateurs (2000) ont montré que le succès de la reproduction du saumon rouge du fleuve Fraser dans le chenal était fortement et inversement corrélé avec l'abondance des conspécifiques, mais pas avec l'abondance des saumons kétas et roses, moins abondants. Aux niveaux actuels de production dans les chenaux, la concurrence intraspécifique et interspécifique ne constitue probablement pas une menace majeure pour l'UD10, mais nous soulignons qu'il s'agit d'une menace potentielle si la production devait augmenter dans le cadre de futurs régimes de gestion.

Toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par la présente évaluation du potentiel de rétablissement devraient être touchées de la même façon par la concurrence avec le saumon d'écloserie dans l'océan Pacifique Nord, en raison de l'abondance élevée et croissante des saumons roses et kétas d'écloserie provenant de régions éloignées. Un risque de menace de faible à moyen a été choisi; malgré les preuves indiquant que les déclin du saumon rouge du fleuve Fraser pourraient dépasser 10 % en raison de la concurrence des poissons d'écloserie, l'incertitude de ces estimations au niveau de l'UD est grande et la possibilité que les impacts soient proches de la fourchette inférieure (10 %) n'a pu être écartée. Les experts en la matière étaient d'accord pour dire qu'il est peu probable que le niveau d'impact se situe en haut de la fourchette (30 %).

Tableau 9. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD17 Seton-T	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite

Tableau 10. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Élevage et 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Élevage et élevage à grande échelle

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Négligeable	Moyenne	Négligeable (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Négligeable	Moyenne	Négligeable (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
UD22 Taseko-DE	Connue	Négligeable	Moyenne	Négligeable (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable

Tableau 11. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Aquaculture en mer et en eau douce pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Aquaculture en mer et en eau douce

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.3. Production d'énergie et exploitation minière

Les catégories de menaces 3.1 Forage pétrolier et gazier et 3.3 Énergie renouvelable 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 rouge du fleuve Fraser. Les installations hydroélectriques sont examinées dans la section 4.1.7.2.

4.1.3.1. Exploitation de mines et carrières

Les menaces découlant de l'exploitation minière et des carrières comprennent les impacts liés à la production de ressources non biologiques, en particulier l'exploration, la mise en valeur et la production de minéraux et de roches (catégorie de menaces 3.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les effets du ruissellement chimique de ces activités sont abordés dans la section 4.1.9.2 (catégorie de menaces 9.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Les activités minières et d'exploitation de carrières (extraction de placers, extraction de gravier) se déroulent dans l'ensemble du bassin du Fraser, mais elles ne devraient pas se produire directement dans l'habitat de fraie ou de croissance du saumon rouge du fleuve Fraser. Les effets physiques de ces activités ne devraient donc pas constituer une menace importante pour le saumon rouge du fleuve Fraser (la pollution découlant de ces activités est traitée à la section 4.1.9).

L'UD16 (Quesnel-E) est la seule UD du saumon rouge du fleuve Fraser pour laquelle des activités liées à l'exploitation minière devraient constituer une menace, en raison des événements récents à la mine de Mount Polley. En août 2014, la plus importante brèche dans un bassin de retenue de résidus de l'histoire du Canada s'est produite à la mine de Mount Polley, rejetant environ 25 millions de mètres cubes de résidus des mines de cuivre et d'or dans le lac Polley, le ruisseau Hazeltine et le lac Quesnel (Klemish *et al.* 2019). La digue à stériles de Mount Polley était située en amont du lac Quesnel et le flux de débris à la suite de la rupture a déferlé sur 9,2 km dans le chenal du ruisseau Hazeltine, et s'est déversé dans le bras ouest du lac Quesnel, un sous-bassin semi-isolé de 113 m de profondeur relié au bassin principal du lac sur un seuil de 35 m de profondeur (Hamilton *et al.* 2020). On estime que 18,6 millions de m³ de déchets solides et de liquides provenant du bassin de résidus et de morts-terrains érodés du chenal du ruisseau se sont déposés dans le bras ouest, s'étendant sous forme d'un panache souterrain accroissant les températures hypolimnétiques, la conductivité électrique et la turbidité (Petticrew *et al.* 2015; Mount Polley Mining Corporation [MPMC] 2016). Le déversement a également créé une couche de déchets atteignant 10 m d'épaisseur dans la partie la plus profonde du bras ouest (à des profondeurs de plus de 100 m) et une couche superficielle de déchets sur une superficie d'au moins 12 km² (Golder Associates 2017). Entre l'occurrence de la catastrophe et septembre 2018, on estime que 10,8 millions de m³ d'effluents supplémentaires ont été rejetés dans le bras ouest (MPMC 2018), prolongeant l'impact sur l'écosystème du lac Quesnel.

Les enquêtes sur les répercussions de la catastrophe sont en cours, mais il existe des preuves de problèmes de transport des sédiments et de qualité de l'eau, d'effets d'étouffement, de changements dans la dynamique du réseau trophique et de réponses biologiques et physiologiques chez les organismes aquatiques, entre autres (Klemish *et al.* 2019; Hamilton *et al.* 2020). Chaque printemps et chaque automne depuis 2015, les particules d'une couche non consolidée de sédiments provenant du déversement ont été remises en suspension dans le lit du lac, mettant en évidence les effets potentiels de la turbidité saisonnière élevée sur l'écologie du lac et la possibilité continue de mobilisation des contaminants associés aux sédiments dans

tout l'écosystème du lac Quesnel (Hamilton *et al.* 2020). En outre, depuis l'automne 2014, on a commencé à observer un « verdissement » récurrent dans le lac, et celui-ci est clairement visible sur les images satellites (Hamilton *et al.* 2020). Après la rupture de 2014, les concentrations de métaux dans les échantillons d'eau, de sédiments et de tissus de poissons (saumon rouge du fleuve Fraser et truite arc-en-ciel) prélevés dans le bras ouest étaient comparables aux concentrations signalées dans des études qui ont trouvé des preuves des effets toxiques des métaux, y compris la mortalité, une croissance limitée et une altération chimiosensorielle chez d'autres espèces de poissons et dans le biote aquatique (Klemish *et al.* 2019). Klemish et ses collaborateurs ont également signalé un déclin de la diversité des communautés d'invertébrés benthiques dans le bras ouest après la rupture (les effets sur le plancton et d'autres espèces aquatiques sont actuellement inconnus; Klemish *et al.* 2019).

Bien que de plus en plus de données probantes indiquent que la brèche du bassin de résidus de la mine de Mount Polley a plusieurs effets sur l'écosystème du lac Quesnel, on ignore actuellement les impacts au niveau de la population sur l'UD16 (Quesnel-E). Des recherches futures sont nécessaires pour quantifier les déclinis au niveau de la population. Néanmoins, nous admettons que ces répercussions seront négatives dans l'ensemble et qu'elles constitueront probablement une menace importante.

Tableau 12. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Exploitation de mines et de carrières pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Exploitation de mines et carrières

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.4. Corridors de transport et de service

La catégorie de menaces 4.4 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation, Corridors aériens, n'a pas été incluse dans cette section, car à notre connaissance, il n'y a pas de corridors de vol d'avion, d'hélicoptère ou de drone qui interfèrent avec les UD du saumon rouge du fleuve Fraser.

4.1.4.1. Routes et voies ferrées

Cette catégorie de menaces est axée en particulier sur la menace posée par le transport routier et la construction de routes (catégorie de menaces 4.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Les impacts du ruissellement pluvial sont traités dans la section 4.1.9.1 (catégorie de menaces 9.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Le développement routier est omniprésent dans tout le bassin du Fraser, et toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser devraient être exposées à de nouveaux aménagements routiers dans une certaine mesure. Pour plusieurs UD, cette exposition devrait être minimale, car elles frayent soit dans des zones protégées (UD2 Bowron-DE), soit dans des régions éloignées (UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E, UD22 Taseko-DE), soit dans des zones ne se prêtant pas à un développement routier nouveau ou plus poussé (UD10 Harrison-T, UD17 Seton-T). Les routes sont plus concentrées dans les zones entourant l'UD14 (North Barriere-DE), l'UD16 (Quesnel-E) et l'UD24 (Widgeon-type fluvial), de sorte qu'une plus grande proportion de ces populations sont probablement exposées au développement routier. Des voies ferrées sont également parallèles aux cours d'eau des UD couvertes par la présente évaluation du potentiel de rétablissement, ou les traversent, notamment le Fraser, la rivière Thompson (basse, Nord et Sud), la rivière Stuart et le ruisseau Portage. À notre connaissance, il n'y a aucune proposition d'expansion ou de développement des voies ferrées dans les trois prochaines générations; des impacts directs sont donc improbables dans un proche avenir. Il convient de noter que cette catégorie ne comprend pas les impacts associés aux modifications apportées aux surfaces de captage par l'aménagement routier et ferroviaire, ou à la pollution liée aux routes ou aux voies ferrées; se reporter aux sections 4.1.7.3 et 4.1.9.2, respectivement.

À l'heure actuelle, il n'y a pas suffisamment de preuves pour quantifier les répercussions de ces activités sur le saumon rouge du fleuve Fraser. À l'inverse, l'amélioration des réseaux routiers existants peut en fait lui être bénéfique lorsque des structures de remplacement comme des ponts et des ponceaux sont incluses dans les travaux. Lorsque les ponceaux ne sont pas de la bonne taille, ils peuvent devenir infranchissables pour les poissons et isoler de grandes sections de l'habitat en amont (Mount *et al.* 2011). Des travaux sont en cours dans tout le bassin du Fraser pour remplacer d'anciens ponceaux par des ponceaux construits selon des normes plus élevées.

4.1.4.2. Lignes de services publics

Cette catégorie de menaces est axée en particulier sur la menace posée par le transport d'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 provenant des pipelines et de la contamination des eaux souterraines sont traités dans la section 4.1.9.2 (catégorie de menaces 9.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Il y a trois grands pipelines adjacents à l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser : le pipeline TransMountain, le gazoduc de Westcoast et le gazoduc de Coastal GasLink. Le pipeline TransMountain transporte du pétrole brut. Il s'agit de la ligne de services publics la plus étendue près de l'habitat d'eau douce utilisé par le saumon rouge du fleuve Fraser, et elle traverse

environ 1 000 cours d'eau poissonneux entre Edmonton et Burnaby (TransMountain 2018⁶). Le pipeline TransMountain traverse le bassin du haut Fraser (en amont de l'UD2 Bowron-DE), longe toute la rivière Thompson Nord (route migratoire de l'UD14 North Barriere-DE), un sous-bassin de la basse Thompson (c.-à-d. la rivière Coldwater) et la plaine inondable du bas Fraser. Le gazoduc de Westcoast transporte du gaz naturel liquéfié. Il est parallèle au Fraser à partir de Prince George, s'en éloigne près de Williams Lake et suit ensuite le tracé du pipeline TransMountain le long de la rivière Coldwater et du bas Fraser. Un projet majeur de construction est en cours pour jumeler le pipeline TransMountain et doubler sa capacité actuelle. On s'efforce de minimiser les impacts des franchissements de cours d'eau dans le bassin versant de la rivière Thompson résultant du forage directionnel horizontal (rivière Thompson Nord, rivière Blue, rivière Raft, rivière Clearwater et ruisseau Mann), et bien qu'il puisse y avoir des répercussions locales dans ces cours d'eau, des effets physiques directs sur l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser sont improbables. Le gazoduc de Westcoast devra également être modernisé dans l'avenir, car le ruban de polyéthylène, auparavant utilisé pour les réparations, est maintenant considéré comme un risque et doit être remplacé. Le gazoduc de Coastal GasLink est un pipeline de gaz naturel liquéfié de 670 km, qui est en cours de construction entre Dawson Creek et Kitimat et qui traversera la rivière Stuart, que tous les poissons de l'UD20 (Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart) et de l'UD21 (Takla-Trembleur-E) doivent emprunter pendant leur migration⁷. Les effets physiques de la construction et des réparations de ces pipelines devraient être minimales si des mesures d'atténuation appropriées sont prises.

Tous les saumons rouges du fleuve Fraser seront exposés aux activités liées à l'entretien et à la mise à niveau des pipelines de TransMountain et de Westcoast dans une certaine mesure au cours des 10 prochaines années étant donné la proximité de ces pipelines de diverses portions des voies de migration du saumon rouge du fleuve Fraser dans le bas Fraser et la rivière Thompson Nord et ses affluents. L'UD14 North Barriere-DE est probablement la plus exposée à ces activités, car cette population migre dans une partie de la rivière Thompson Nord ainsi que dans le bas Fraser. Tous les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD20 et de l'UD21 migreront au-delà du pipeline Coastal Gaslink lorsqu'ils traverseront la rivière Stuart. Un pont temporaire à portée libre a récemment été construit au-dessus de la rivière Stuart pour la construction du pipeline Coastal Gaslink afin de minimiser les impacts sur l'environnement. Toutefois, en cas d'événement majeur (défaillance de la structure, accident pendant la construction, etc.), il pourrait y avoir des effets importants dans la rivière qui pourraient toucher ces deux UD. Bien que certaines UD soient potentiellement exposées à ces activités, avec des mesures d'atténuation appropriées, cette menace aura probablement un impact négligeable au niveau des UD. Les impacts potentiels de la pollution en cas de déversement sont examinés dans la section 4.1.9.2.

4.1.4.3. Voies de transport par eau

Cette catégorie de menaces comprend les impacts associés au transport sur et dans les voies navigables d'eau douce et océaniques (catégorie de menaces 4.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation) et inclut les activités de dragage, l'empreinte physique des alligues et des barges, et le déplacement causé par les sillages.

Historiquement, le bas Fraser possédait un chenal fortement anastomosé et très actif qui parcourait relativement librement une vaste plaine inondable (Ham 2005). Le chenal a été considérablement modifié le dernier siècle afin de fournir une protection contre les inondations et un tirant d'eau adéquat pour la navigation des navires océaniques (Nelson *et al.* 2017). Le

⁶ [Franchissement de cours d'eau par le TransMountain à Burnaby.](#)

⁷ [Route du gazoduc de Coastal GasLink approuvée.](#)

retrait des sédiments par dragage en aval de New Westminster (en combinaison avec la correction du fleuve, l'artificialisation des berges et la protection contre l'affouillement) a considérablement modifié l'hydraulique du chenal, les caractéristiques de transport des sédiments et la morphologie du fleuve (Nelson *et al.* 2017). L'abaissement du lit de la rivière au fil du temps a également entraîné une exposition accrue à des matériaux durs et moins érodables qui causent des turbulences supplémentaires et des débits plongeants, amplifiant les effets de la modification du chenal et causant un affouillement profond (plus de 20 m à certains endroits; Nelson *et al.* 2017).

Les activités de dragage ne devraient pas avoir lieu pendant les périodes critiques, ni dans la zone littorale de la rivière. Cependant, toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser migrent dans ce corridor et sont potentiellement exposées aux activités de dragage et de navigation, de sorte que la menace est jugée considérable. Comme la plupart des saumons rouges du fleuve Fraser transitent rapidement dans le bas Fraser, que ce soit comme juvéniles en route vers l'océan ou comme adultes revenant frayer, les impacts directs de ces activités ne devraient pas être importants, bien que l'on ignore actuellement les effets cumulatifs des modifications sur la morphologie et l'hydrologie du bas Fraser. On a également dragué à plusieurs reprises le tronçon inférieur du ruisseau Weaver, qui est le ruisseau natal de l'UD10 Harrison (amont)-T, afin de maintenir l'accès au chenal de ponton du ruisseau. L'objectif de ce dragage est d'entretenir un couloir de migration et des fosses de rétention pour le saumon adulte dans le ruisseau Weaver lorsque le débit du cours d'eau est faible (Grant *et al.* 2011), et cette activité ne devrait pas constituer une menace pour cette UD.

Le bas Fraser est également un chenal activement utilisé pour le transport de bois par flottage, et contient une forte concentration d'allingues et de barges. Les billes de bois sont fréquemment stockées dans le cours inférieur du Fraser parce que les eaux saumâtres les protègent des xylophages et que les aires d'entreposage sont situées à proximité de nombreuses scieries (Sedell *et al.* 1991). Le transport, l'entreposage et le déchargement de grumes de bois dans les habitats aquatiques peuvent entraîner divers effets physiques, chimiques et biologiques néfastes sur l'environnement voisin (Power et Northcote 1991). Les allingues peuvent compacter, affouiller et ombrager les habitats côtiers, réduisant la couverture végétale et la disponibilité de nourriture pour les saumons juvéniles (Nelitz *et al.* 2012). Une grande proportion de l'habitat marécageux dans le bas Fraser a été utilisée comme point d'ancrage pour les allingues et les barges, et il est courant que les allingues s'échouent, ce qui pourrait avoir des impacts sur l'habitat essentiel des poissons juvéniles et d'autres espèces aquatiques. De plus, les débris de bois et d'écorce peuvent s'accumuler sous les aires d'entreposage et modifier la composition des sources de nourriture, étouffer la végétation émergente, accroître la demande biologique en oxygène et augmenter les concentrations de lixiviats potentiellement toxiques produits par les grumes (Nelitz *et al.* 2012). Les allingues peuvent attirer les saumons qui cherchent refuge, mais aussi des prédateurs comme les épaulards et les phoques communs. Ces derniers utilisent les allingues comme sites d'échouerie et pour la mise bas (Baird 2001; Brown *et al.* 2019). Bien que ces impacts supplémentaires des allingues, au-delà de leur empreinte physique, n'aient pas contribué au classement de la menace, ils peuvent exacerber les effets liés aux prédateurs examinés à la section 4.1.8.2.

Nous remarquons que l'UD24 (Widgeon-type fluvial) est peut-être la plus touchée par les activités de navigation et de dragage en raison du cycle biologique des juvéniles de type océanique, et qu'elle suppose une période de résidence prolongée dans le bas Fraser après l'émergence (voir la section 3.1.3). À l'heure actuelle, il existe peu d'information sur la répartition du saumon rouge de la rivière Widgeon et son utilisation de l'habitat, car il est très difficile de repérer des individus d'une population aussi petite dans une zone aussi vaste que le bas Fraser et son estuaire.

Tableau 13. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Routes et voies ferrées pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Routes et voies ferrées

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD14 North Barriere-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD17 Seton-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD22 Taseko-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Négligeable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite

Tableau 14. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Lignes de services publics

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD14 North Barriere-DE	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Anticipée	Continue	Limitée
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Anticipée	Continue	Limitée
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Anticipée	Continue	Limitée

Tableau 15. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Voies de transport par eau pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Voies de transport par eau

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.5. Utilisation des ressources biologiques

Les catégories de menaces 5.1 Chasse et capture 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 rouge du fleuve Fraser.

4.1.5.1. Exploitation forestière et récolte du bois

Cette catégorie de menaces comprend les impacts des activités physiques directes de récolte d'arbres et d'autres végétaux ligneux pour le bois d'œuvre, les fibres ou le carburant (catégorie de menaces 5.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). La pollution résultant de ces activités (p. ex. sédimentation, ignifugeant) est notée à la section 4.1.9. Les impacts de la réduction du couvert forestier (changements de la dynamique du ruissellement et de l'hydrologie des cours d'eau, instabilité des pentes) sont abordés à la section 4.1.7.

La récolte de bois d'œuvre et les activités connexes ont été importantes dans tout le bassin du Fraser. Lorsque les règlements sur la protection des zones riveraines sont respectés, les répercussions physiques directes des activités d'exploitation forestière sur les cours d'eau et les lacs devraient être minimisées. Cependant, le *BC Forest Planning and Practices Regulations* (BC Reg 14/04) prévoit une exemption, à l'alinéa 51(1)g), pour l'abattage des arbres dans la zone riveraine s'ils ont été endommagés par un incendie, des insectes ou une maladie. L'exploitation forestière peut donc se produire jusqu'au bord de l'eau lorsqu'on récupère du bois brûlé ou endommagé. Une infestation massive de dendroctone du pin ponderosa et de nombreux feux de forêt catastrophiques ont incité les exploitants forestiers de récupération à récupérer le plus de cette fibre de bois possible (ministère provincial des Forêts 2004; ministère provincial des Forêts et du Territoire 2005; Schnorbus *et al.* 2010). En cas de coupes de récupération dans les zones riveraines, il y aura probablement une certaine intrusion dans l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser, par des machines, des arbres abattus ou des débris. Les perturbations forestières causées par des ravageurs, des maladies et des feux de forêt devraient augmenter en Colombie-Britannique en raison des changements climatiques (Woods *et al.* 2010; Haughian *et al.* 2012); à moins que la réglementation et les pratiques forestières ne changent, on peut donc s'attendre à de futures coupes de récupération dans les zones riveraines.

Plusieurs UD ne devraient pas être touchées par les activités d'exploitation forestière dans la zone riveraine en raison de l'emplacement de leurs frayères (UD2 Bowron-DE, UD10 Harrison (amont)-T, UD17 Seton-T, UD22 Taseko-DE, UD24 Widgeon-type fluvial), alors que les activités d'exploitation forestière dans les bassins hydrographiques occupés par l'UD14 North Barriere-DE), l'UD16 Quesnel-E, l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart et l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E devraient représenter une menace de faible niveau pour une partie de la population. Cette menace ne comprend pas les impacts des modifications des surfaces de captage découlant des activités d'exploitation forestière ou de la pollution associée à la foresterie (voir les sections 4.1.7.3 et 4.1.9.3).

4.1.5.2. Pêche et récolte de ressources aquatiques

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

Au Canada, le saumon rouge est visé par différentes pêches : 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. Aux États-Unis, c'est principalement le secteur commercial qui pêche le saumon rouge du fleuve Fraser, avec des pêches plus petites dans le secteur récréatif et à des fins rituelles et de subsistance. Il y a actuellement 24 UD de saumon rouge dans le bassin du fleuve Fraser, mais sur le plan de l'abondance, quelques stocks importants et productifs dominant (Chilko, Shuswap, Quesnel). L'une des principales préoccupations de ces pêches de stocks mélangés est que les stocks plus abondants sont récoltés conjointement avec des stocks plus faibles ou plus petits qui ont des périodes de migration semblables, ce qui pourrait avoir des répercussions importantes sur les stocks déjà déprimés. Il existe des exemples d'effets de régimes de gestion antérieurs sur les pêches de stocks mélangés, qui ont mené à l'élimination complète de certaines populations de saumon du Pacifique, comme le saumon coho sauvage dans le bas Columbia (Policansky et Magnuson 1998), diverses populations de saumon kéta en Colombie-Britannique (Beacham *et al.* 1987) et aux déclinés de nombreuses autres populations de salmonidés, y compris le saumon rouge du fleuve Fraser (Collie *et al.* 1990).

Au Canada, les principales pêches dirigées du saumon rouge du fleuve Fraser ont lieu dans le détroit de Johnstone, le détroit de Juan de Fuca et le Fraser, en plus des pêches plus petites le long de la côte ouest de l'île de Vancouver. Les pêches américaines dirigées du saumon rouge du fleuve Fraser sont pratiquées dans le détroit de Juan de Fuca, autour des îles San Juan et vers le nord jusqu'à la frontière canado-américaine (zones réglementaires américaines 4B, 5, 6C, 6, 7, 7A). La part américaine du total autorisé des captures (TAC) de saumon rouge du fleuve Fraser pour le partage international est de 16,5 %. Aucune pêche ne cible le saumon rouge du fleuve Fraser dans le nord de la Colombie-Britannique ou en Alaska, bien qu'il y ait des prises accessoires dans les pêches ciblant d'autres stocks et espèces. Ces impacts sont très incertains au niveau de l'UD ou même de l'unité de gestion, car les prises accessoires peuvent ne pas être déclarées et les prises accessoires enregistrées ne sont pas identifiées au niveau du stock. Les pêches à des fins ASR des Premières Nations sont la priorité de pêche la plus élevée du saumon rouge du fleuve Fraser au Canada après les besoins de conservation, suivies des pêches commerciales et des pêches récréatives. Les pêches ASR des Premières Nations peuvent avoir lieu tout le long de la voie migratoire du saumon rouge du fleuve Fraser dans le sud de la Colombie-Britannique, y compris dans les zones marines à l'intérieur et à l'extérieur de l'île de Vancouver, et dans tout le fleuve Fraser et ses affluents (MPO 1999). Les types d'engins pour ces pêches varient grandement selon l'emplacement de la pêche, et comprennent l'utilisation de sennes, de filets maillants et de traînes, ainsi que de lignes et hameçons dans la pêche récréative. Dans la rivière, on peut utiliser des filets maillants et des engins de pêche à la ligne, ainsi que des engins comme des sennes peu profondes, des sennes de plage, des tourniquets et des épuisettes.

Les pêches commerciales autorisées par secteur et par engin pour le saumon rouge du fleuve Fraser en Colombie-Britannique sont les flottilles de pêche à la senne de la zone B, au filet maillant des zones D et E et à la traîne des zones G et H (voir les [cartes des zones de permis de pêche commerciale du saumon](#)). La faible abondance récente du saumon rouge du Fraser a limité les possibilités de pêche commerciale du saumon rouge à l'année de montaison tardive dominante, qui se produit à la lignée du cycle de 2018. La dernière pêche commerciale canadienne dirigée du saumon rouge du Fraser une année non dominante était une petite pêche de la zone B en 2013. Cependant, des pêches commerciales non ciblées interceptent régulièrement les saumons rouges du fleuve Fraser, comme la pêche du saumon rose, les années impaires. La pêche à la senne dans la zone B et à la traîne dans la zone H est passée d'une pêche de type tournoi à une approche de quotas transférables du fait des possibilités limitées, ainsi que pour faciliter la gestion des pêches et l'amélioration de la valeur. Il y a également des pêches économiques en rivière des Premières Nations. Le MPO a acquis un certain nombre de permis de pêche commerciale réguliers dans le cadre de programmes de

rachat pour transférer l'allocation associée à ces permis aux pêches en rivière des Premières Nations. De façon générale, cela a pour effet de remplacer une partie de l'effort de pêche de stocks mélangés dans l'océan par des pêches commerciales en rivière dans certaines zones d'estuaire ou semi-estuariennes. Ces pêches utilisent des engins sélectifs, des emplacements et des périodes précis afin de minimiser les impacts sur les UD en péril.

La pêche récréative est généralement autorisée si l'abondance est jugée suffisante. Des mesures de gestion précises dans le temps et la zone peuvent être mises en œuvre pour protéger les UD en péril. Comme pour les pêches commerciales, la pêche récréative dirigée du saumon rouge du fleuve Fraser est maintenant principalement limitée à la lignée du cycle de 2018. Toutefois, les activités de pêche non ciblées dans les zones d'estuaire ou à proximité de celles-ci peuvent avoir des répercussions, y compris la mortalité, sur le saumon rouge du fleuve Fraser en raison de la capture accidentelle ou de la perturbation des poissons en transit. Une pêche récréative importante est pratiquée près des zones d'estuaire des UD10 (rivière Harrison), UD14 (rivière Barrière) et UD16 (rivière Horsefly), mais on ignore les impacts de ces activités et ils ne sont pas inclus dans l'évaluation des menaces.

Contrairement à de nombreuses autres pêches du saumon en Colombie-Britannique, la gestion en cours de saison des pêches commerciales dirigées du saumon rouge du fleuve Fraser dans les eaux de la province et de l'État de Washington se fait dans le cadre d'un processus du Conseil du fleuve Fraser (un comité bilatéral Canada–États-Unis), qui se réunit plusieurs fois par semaine pendant la montaison du saumon rouge du fleuve Fraser en juillet et en août (à l'occasion en septembre). Une règle de contrôle des prises fondée sur l'abondance est déterminée avant la saison pour chaque unité de gestion. Le TAC défini par la règle de contrôle des prises tient compte de la mortalité prévue dans la rivière associée aux conditions de migration défavorables pour les unités de gestion à montaison hâtive de la rivière Stuart, du début de l'été et de l'été, ainsi que celle associée à la montaison hâtive pour l'unité de gestion à montaison tardive. Les décisions en cours de saison prises par le Conseil du fleuve Fraser sont étayées par la pêche expérimentale, les estimations du passage dans les rivières, l'identification des stocks à partir de l'ADN et les estimations de la taille de la montaison, du moment de la montaison, du taux de déviation et de la mortalité dans les rivières. Les décisions relatives aux pêches sont habituellement prises à l'échelle des unités de gestion, avec des objectifs d'échappée, des taux d'exploitation (TE) admissibles et des TAC calculés pour chacune des quatre unités de gestion de saumon rouge du fleuve Fraser.

On utilise la justification suivante pour la notation des menaces liées à la pêche; cette justification est fondée sur les données fournies par la Commission du saumon du Pacifique et l'évaluation des stocks du MPO (voir le calculateur des menaces à l'annexe B). En raison de la présence de stocks cycliques dans chaque unité de gestion, les taux d'exploitation ont tendance à suivre un cycle de quatre ans. Il y a des sources d'incertitude qui biaiseraient les estimations des taux d'exploitation à la baisse : l'estimation des prises dans les activités de pêche illicites, et le fait que seule une partie de la mortalité accidentelle liée à la pêche, dans les pêches dirigées du saumon ou d'autres espèces (à tous les stades du cycle biologique), est estimée. Nous soulignons que les prises dans les activités de pêche illicites pourraient avoir une incidence beaucoup plus importante sur les UD peu abondantes, mais il existe actuellement peu d'information pour quantifier ces effets. De plus, plusieurs facteurs accroissent l'incertitude des estimations des taux d'exploitation en général, notamment les incertitudes entourant l'estimation des prises, la taille des remontes et les mortalités en route, les incertitudes concernant les taux de mortalité au moment du rejet utilisés pour calculer les chiffres de la mortalité au moment du rejet, étant donné que les estimations actuelles sont fondées sur des études historiques; et les difficultés pour attribuer la proportion des prises et des remontes à des stocks peu abondants en raison de la taille de l'échantillon. Ce dernier facteur est particulièrement pertinent pour les

UD en voie de disparition ou menacées couvertes par l'évaluation du potentiel de rétablissement, car elles représentent souvent une faible proportion des stocks qui migrent à un moment et à un endroit donnés.

Unité de gestion à montaison hâtive dans la Stuart

L'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart est protégée par une fermeture temporelle et les objectifs de récolte visent un taux d'exploitation inférieur à 10 %; cependant, on craint que les taux de mortalité réels puissent être plus élevés que prévu en raison de l'incertitude de la gestion, des activités de pêche illicites ou non comptabilisées et de la mortalité des prises accessoires. Il y a une pêche en estuaire des Premières Nations, mais les Premières Nations ont volontairement cessé la récolte après le glissement de terrain de Big Bar.

En raison du désaccord au sujet de l'exploitation inférieure à 10 %, on a choisi une fourchette d'incertitude de 1 à 30 pour la gravité, sachant qu'il est peu probable qu'elle se situe au bas de l'échelle (1 %), mais qu'elle n'atteindra probablement pas 30 %. Avec le récent glissement de terrain de Big Bar et la faible abondance observée récemment (voir la section 2.2.2), si la productivité est inférieure au taux de remplacement sur plusieurs générations, les prélèvements pourraient entraîner des diminutions plus graves.

Unité de gestion à montaison au début de l'été

Les impacts de la récolte sur cette unité de gestion sont principalement attribuables aux stocks cycliques à montaison hâtive dans la Thompson qui remontent plus tard (désignés comme non en péril par le COSEPAC) à l'intérieur de l'unité de gestion, et par les taux d'exploitation admissibles de l'unité de gestion à montaison estivale à l'extérieur.

UD2 Bowron-DE : Ces poissons sont parmi les premiers à remonter dans la rivière, et bien qu'il y ait des mesures de protection en place pour la montaison hâtive dans la Stuart qui s'étendent dans la période de migration de la rivière Bowron, on estime que le taux d'exploitation moyen dans cette UD était de 26 % entre 2009 et 2016. Cette UD migre en même temps que le saumon rouge à montaison hâtive dans la Shuswap (UD19) qui, les années dominantes, subit des pressions considérables de la part des pêches canadiennes et américaines. Une grande incertitude est associée aux estimations des taux d'exploitation en raison de la faible abondance de cette UD. Néanmoins, le groupe était d'avis qu'une fourchette de 11 % à 30 % convenait pour le niveau d'impact, tout en reconnaissant qu'il se situe probablement à l'extrémité supérieure de cette fourchette (30 %).

UD22 Taseko-DE : Il s'agit d'un petit stock qui semble migrer plus tard que les autres UD qui remontent au début de l'été et qui, par conséquent, ne bénéficie pas de la même protection conférée par les premières fermetures. Ces poissons sont interceptés dans les pêches ciblant d'autres stocks de saumon rouge plus abondants qui remontent au début de l'été et pendant l'été, en particulier dans les rivières Chilko (UD3 et 4) et Shuswap (UD19), et les taux d'exploitation des années dominantes sont probablement supérieurs à 30 %. Le groupe était d'avis que la pêche représentait un niveau de menace moyen à élevé (11 à 70 %) pour le lac Taseko, en reconnaissant que les impacts ne sont probablement pas à l'extrémité supérieure de cette fourchette.

UD14 North Barriere-DE : Cette UD est l'une des composantes de la montaison au début de l'été les plus tardives, et sa migration coïncide avec les stocks de saumon rouge du fleuve Fraser à montaison estivale. La pêche dans la rivière Chilko est un facteur clé de la pression de la récolte, mais les années où les pêches ciblent les poissons à montaison tardive dans la Shuswap pourraient avoir des impacts supplémentaires. La gravité est très incertaine et, bien

que le groupe soit d'accord pour dire qu'elle pourrait être supérieure à 30 %, il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %).

Unité de gestion à montaison estivale

Les impacts de la récolte sur cette unité de gestion sont principalement dictés dans l'unité de gestion par la pêche dans la rivière Chilko et, tous les quatre ans, à l'extérieur de l'unité de gestion par les taux d'exploitation autorisés dans l'unité de gestion à montaison tardive. Les composantes de l'unité de gestion dont la montaison est la plus tardive peuvent être touchées par la pêche du saumon rose au cours des années impaires.

UD16 Quesnel-E : Les taux d'exploitation varient considérablement d'une année à l'autre pour cette UD, mais entre 2009 et 2016, le taux d'exploitation moyen était de 38 %. Cette UD est composée de deux groupes principaux, des réseaux hydrographiques de la rivière Horsefly et de la rivière Mitchell, et les impacts de la pêche dépendent du groupe qui domine la montaison. La composante de la rivière Mitchell remonte plus tard que le saumon rouge de la rivière Horsefly, et ces poissons peuvent courir un plus grand risque d'être interceptés dans les pêches ciblant le saumon rouge à montaison tardive (p. ex. Shuswap). La rivière Chilko (UD4 Chilko-E) est un facteur clé de la récolte et pourrait entraîner des impacts plus importants de la pêche les années où la remonte dans la rivière Chilko est abondante. La gravité est très incertaine et, bien que le groupe soit d'accord pour dire qu'elle pourrait être supérieure à 30 %, il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %).

UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E : Les taux d'exploitation en 2018 et 2019 étaient estimés à moins de 10 % mais, les années précédentes, ce pourcentage se situait entre 7 et 55 %. Les taux d'exploitation de cette UD seront généralement touchés par les pêches dirigées des saumons rouges à montaison estivale (généralement l'abondance de l'UD4 Chilko-E), à montaison tardive (généralement l'UD18 complexe de la Shuswap-T) et du saumon rose du Fraser. Le groupe a convenu qu'une fourchette de 11 à 70 % était appropriée pour la gravité (fourchette d'incertitude élevée) et a reconnu que les futurs régimes de gestion seront probablement plus prudents et ne se situeront probablement pas au sommet de la fourchette.

UD24 Widgeon-type fluvial : Il s'agit du seul stock océanique considéré ici, mais en raison de sa faible abondance et de son cycle biologique unique, nous disposons de renseignements extrêmement limités sur l'abondance et la période de migration. La migration de cette UD semble se produire en même temps que celle de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E, et le groupe est d'avis qu'elle devrait subir des impacts de la pêche semblables (11 à 70 %).

Unité de gestion à montaison tardive

Les impacts des prises sur cette unité de gestion sont principalement influencés dans l'unité de gestion par la montaison cyclique tardive dans la Shuswap et à l'extérieur de l'unité de gestion par les taux d'exploitation autorisés pour l'unité de gestion à montaison estivale les années non dominantes et le saumon rose du Fraser les années impaires.

UD10 Harrison (amont)-T : Les taux d'exploitation estimés pour l'UD10 sont très variables et influencés par les pêches de stocks (p. ex. la montaison tardive dans la Shuswap) et d'espèces (p. ex. le saumon rose du Fraser) plus abondants qui migrent en même temps. Les taux d'exploitation estimés pour l'UD10 se situent entre 3 et 71 % sur les trois dernières générations (M. Hague, CSP, comm. pers. 2021). Les estimations des taux d'exploitation sont considérées comme particulièrement incertaines les années où l'UD10 représente une faible proportion de l'abondance totale du saumon rouge du fleuve Fraser. Les autres sources d'incertitude sont les activités de pêche illicite non prises en compte et l'incertitude liée à la gestion. Par conséquent, le groupe était d'avis qu'il était approprié d'attribuer une cote Moyen-Élevé (11 à 70 %) en reconnaissant qu'il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de cette fourchette.

UD17 Seton-T : Le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD17 subira des impacts de la pêche semblables à ceux rencontrés par les autres UD à montaison tardive. Par conséquent, le groupe était d'avis qu'il était approprié d'attribuer une cote Moyen-Élevé (11 à 70 %) en reconnaissant qu'il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de cette fourchette.

Tableau 16. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Exploitation forestière et récolte du bois pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Exploitation forestière et récolte du bois

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD14 North Barriere-DE	Connue	Inconnu	Moyenne	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Moyenne	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Moyenne	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Moyenne	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite

Tableau 17. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Pêche et récolte de ressources aquatiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Pêche et récolte de ressources aquatiques

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Élevée	Faible-Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.6. Intrusions et perturbations anthropiques

La catégorie de menaces 6.2 Guerre, troubles civils et exercices militaires du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation n'a pas été incluse dans cette section, car ces activités ne devraient pas avoir d'impact sur le saumon rouge du fleuve Fraser.

4.1.6.1. Activités récréatives

Cette catégorie de menaces comprend les activités humaines qui altèrent, détruisent et perturbent l'habitat et les espèces associées à des utilisations de ressources biologiques à des fins autres que la consommation (catégorie de menaces 6.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Les activités récréatives qui peuvent avoir une incidence sur le saumon rouge du fleuve Fraser sont l'activité des bateaux à propulsion hydraulique à l'intérieur ou à proximité de l'habitat de fraie ou de croissance, et des VTT/VUTT, des motos hors route ou d'autres moyens de transport (p. ex. les chevaux) qui écrasent les nids de fraie ou dégradent l'habitat. Le saumon rouge du fleuve Fraser se reproduit et croît principalement dans des zones inaccessibles par les modes de transport terrestres (UD2 Bowron-DE, UD10 Harrison-T, UD14 North Barriere-DE, UD17 Seton-T, UD24 Widgeon-type fluvial), mais il y a des zones dans certaines UD où des activités (p. ex. chasse, pêche, navigation de plaisance) peuvent menacer une partie de la population. C'est particulièrement vrai pour l'UD16 Quesnel-E, car bon nombre des cours d'eau du réseau hydrographique de la rivière Horsefly et des zones du ruisseau McKinley sont accessibles par la route, et la navigation en canot-jet est courante dans des endroits comme la rivière Mitchell. Une proportion relativement importante de l'UD16 devrait être exposée à des activités récréatives, mais les impacts sont probablement faibles. Ces activités peuvent également avoir lieu dans les bassins versants de la rivière Stuart (UD20, UD21) et du lac Taseko (UD22), quoique dans une moindre mesure, et avoir une incidence sur une proportion beaucoup plus faible de l'UD globale.

L'utilisation de bateaux à propulsion hydraulique a été reconnue comme une menace pour le saumon chinook du Fraser qui se reproduit dans les tronçons supérieurs de la haute Pitt (MPO 2020c), et bien que le marécage Widgeon se trouve dans la partie inférieure du bassin versant de la rivière Pitt, il s'agit d'une zone à forte circulation et il y a un risque d'impact sur l'UD24 Widgeon-type fluvial si les bateaux pénètrent dans l'habitat de fraie. Les impacts actuels sur cette UD sont inconnus, mais comme l'a indiqué le MPO (2020c), les bateaux à propulsion hydraulique peuvent aspirer les poissons ou les œufs, ce qui entraîne une mortalité directe si les bateaux passent dans des lits de gravier ou un habitat côtier pendant les périodes critiques. De plus, les sillages des bateaux peuvent faire échouer les juvéniles le long des rives ou dans des habitats peu profonds. Les fluctuations de la pression créées sous un canot-jet dans des eaux peu profondes peuvent également tuer les œufs de saumon pendant l'incubation dans le lit du cours d'eau, avec des taux de mortalité allant jusqu'à 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 du fond, ce qui peut provoquer de l'érosion, une charge interne en éléments nutritifs 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 de plaisance populaire de la rivière Kenai, en Alaska, était 75 % plus importante que dans les régions où des restrictions de la navigation de plaisance sont en place. La perte de limpidité de l'eau peut également nuire à l'utilisation de l'habitat en eaux peu profondes par les poissons, en plus de l'habitat faunique le long de l'eau (Laderoute et Bauer 2013). Ces dernières années, des résidents de la région ainsi que les Premières Nations ont réclamé

l'interdiction des bateaux à propulsion hydraulique sur la rivière Pitt^{8,9,10}, qui demeurent une menace potentielle pour les saumons qui frayent dans ce réseau hydrographique.

4.1.6.2. Travaux et autres activités

Cette catégorie comprend les menaces posées par les personnes qui passent du temps dans des environnements naturels ou qui y voyagent 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), notamment la recherche scientifique et les activités liées à la mise en application, aux trafiquants de drogue et à l'immigration illégale.

Cette menace concerne principalement le stress lié à la capture et à la manipulation pendant les recherches scientifiques. Diverses activités scientifiques réalisées dans les cours d'eau occupés par le saumon rouge du fleuve Fraser mènent à des interactions directes avec les humains. Les programmes sur le terrain sont généralement conçus de manière à atténuer les effets négatifs du stress et les activités sont effectuées dans le meilleur intérêt des poissons, mais la capture et la manipulation des poissons leur causent souvent du stress et de la mortalité. Cela est particulièrement vrai pour le transport par camion, par hélicoptère ou par d'autres moyens de transport artificiels (réseau hydrographique de la rivière Whoosh). Le stress ou les blessures liés à la capture et à la manipulation peuvent provoquer une infection ou une réaction immunitaire, en plus de causer des perturbations physiologiques, comme un déséquilibre osmorégulateur, qui peuvent nuire à la santé et à la résilience globales de l'hôte (Eliason *et al.* 2011; Cook *et al.* 2013; Robinson *et al.* 2013).

Des travaux considérables ont été effectués dans le cours principal du Fraser à la suite du glissement de terrain de Big Bar, et toutes les UD qui frayent en amont du glissement de terrain rencontreront des travaux ou des activités de recherche sur le site du glissement. Pour l'UD2 Bowron-DE, l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart et l'UD22 Taseko-DE, il y aura probablement des activités dirigées associées à Big Bar à l'avenir (p. ex. capture, marquage, piégeage et transport, collecte de géniteurs dans leur cours d'eau natal) et, en raison de la petite taille des populations, il est probable que ces activités intercepteront une grande proportion de la population. Il y a des programmes dirigés d'évaluation des stocks pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E, et un événement de marquage-recapture tous les quatre ans dans la rivière Tachie. Il est probable qu'une grande partie de ces poissons sont exposés à de faibles impacts (1 à 10 %). L'UD16 Quesnel-E est le stock le plus abondant examiné dans cette évaluation du potentiel de rétablissement, et bien qu'il existe des programmes dirigés d'évaluation des stocks pour cette UD, il est probable qu'une petite partie (11 à 30 %) de la population est exposée à ces activités avec de faibles impacts. Une grande partie (de 31 à 70 %) des saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD10 Harrison (amont)-T devrait être interceptée pendant le programme de marquage-recapture dans la rivière Harrison, mais certains poissons échapperont probablement à ces activités en raison d'un léger décalage entre celles-ci et leur passage dans la rivière. Il faut aussi noter que les programmes de marquage-recapture pour d'autres espèces (p. ex. saumon chinook, saumon kéta) peuvent également intercepter le saumon rouge de l'UD10, et entraîner de la mortalité, mais les répercussions ne devraient pas être importantes si une planification et des mesures d'atténuation adéquates sont en place.

⁸ Luymes 2017. Article pour le *Vancouver Sun* : « [Joy-riding jet boaters destroying Pitt River salmon: fisherman](#) ».

⁹ Johnston 2020. Reportage pour CBC News : « [First Nations, fishing guide push for jet-boat ban on Pitt River to protect salmon](#) ».

¹⁰ Strandberg 2020. Article pour le *Tricity News* : « [Joy riders 'threaten' salmon, call goes out to ban jet boats on upper Pitt River](#) ».

Des relevés sont effectués à pied dans l'UD14 North Barriere-DE et l'UD24 Widgeon-type fluvial, et en raison de la petite taille de la population, une grande partie de la population y est probablement exposée. Cependant, ces activités devraient avoir des effets négligeables au niveau de l'UD. Les activités dans le réseau hydrographique de la rivière Seton exposent également une grande partie de l'UD17 à des activités de recherche qui peuvent causer de la mortalité (voir la section 4.1.7.2) et qui ont probablement un faible niveau d'impact au niveau de l'UD.

Tableau 18. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Activités récréatives pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Activités récréatives

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD22 Taseko-DE	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 19. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Travaux et autres activités pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Travaux et autres activités

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD14 North Barriere-DE	Connue	Négligeable	Moyenne	Négligeable (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Négligeable	Moyenne	Négligeable (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

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 à l'extérieur 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 et intenses en raison des changements climatiques, des pratiques forestières historiques, des infestations de ravageurs, des agents pathogènes et de l'incidence des incendies d'origine humaine (Mote *et al.* 2003; Wang *et al.* 2015). La prévalence accrue des incendies entraînera à son tour une augmentation de la superficie brûlée, souvent plus gravement, ce qui aura d'autres répercussions sur les fonctions des écosystèmes (Schoennagel *et al.* 2017). Il convient de noter que les modifications des écosystèmes liées aux incendies ne sont pas prises en compte dans cette catégorie et sont abordées plus en détail dans la section Autres modifications de l'écosystème. La chaleur immédiate et directe créée par les flammes et l'effet durable (élimination du couvert des berges des cours d'eau) d'un feu de forêt provoque une augmentation de la température du cours d'eau qui peut avoir des répercussions sur le comportement et la physiologie du saumon juvénile (Beakes *et al.* 2014). De plus, l'équipement qui effectue ces travaux peut par inadvertance détruire l'habitat ou libérer des sédiments en suspension dans la colonne d'eau, ce qui a des effets indirects sur les poissons en aval.

Les incendies de forêt ne devraient pas se produire chaque année, mais il est probable que de nombreuses UD seront touchées par des incendies au cours des trois prochaines générations ou de la période de 10 ans dans le cas de l'UD24 Widgeon-type fluvial. Les saumons rouges du fleuve Fraser frayent en grande partie dans des zones relativement protégées des effets de la chaleur directe, de sorte que les impacts directs devraient être faibles. Il est peu probable que l'arrosage hélicopté ait une incidence sur le saumon rouge du fleuve Fraser, à l'exception de cas extrêmement rares. Le brûlage intensif de la zone riveraine dans certaines UD pourrait avoir des répercussions locales directes, particulièrement dans les réseaux peu profonds, mais la proportion globale de l'UD serait probablement limitée.

4.1.7.2. Barrages et gestion/utilisation de l'eau

Cette menace est définie comme étant constituée par les barrages et les activités de gestion et d'utilisation de l'eau qui modifient la circulation de l'eau par rapport aux variations naturelles, soit délibérément, soit en raison d'autres activités (catégorie de menaces 7.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation). Il s'agit notamment des changements dans les régimes et les volumes d'écoulement de l'eau (hydrologie), du transport des sédiments et de l'empreinte des structures dans la rivière.

Il n'y a pas de grands aménagements hydroélectriques sur le cours principal du Fraser qui ont une incidence sur le saumon rouge du fleuve Fraser, et la *Fish Protection Act* (loi sur la protection du saumon) interdit la construction de nouveaux barrages de rive à rive sur le Fraser (COSEPAC 2017a). Il existe toutefois d'importantes installations sur les rivières Seton et Nechako, et elles ont des effets sur le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD17 Seton-T et de l'UD20/21 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart/E, respectivement.

Tous les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD17 (Seton-T) sont exposés à l'aménagement hydroélectrique dans les rivières Bridge et Seton (le « complexe hydroélectrique Bridge-Seton »). Tous les poissons qui reviennent frayer dans le bassin hydrographique de la rivière Seton doivent emprunter le canal de fuite du barrage Seton, et trouver et franchir une passe à poissons percée de fentes verticales (32 fosses, deux bassins d'évitage, d'une longueur de 107 m et d'une pente de 6 à 9 %, débit de 1,0 à 1,3 m³s⁻¹; Burnett *et al.* 2014) pour atteindre les

frayères du ruisseau Portage. Même le franchissement réussi d'une passe à poissons peut avoir des effets nocifs sur les poissons, nuire à leur valeur adaptative ou retarder la mortalité (Roscoe *et al.* 2010), et il existe des preuves considérables que le passage du barrage Seton a des impacts négatifs sur le saumon rouge du fleuve Fraser dans le réseau de la rivière Seton. Dans des travaux antérieurs, Pon et ses collaborateurs (2006) et Roscoe et ses collaborateurs (2010) ont indiqué une efficacité d'environ 80 % pour le passage du saumon rouge du fleuve Fraser, mais précisé que ce chiffre pourrait être plus bas en raison de la difficulté à trouver la passe à poissons et des effets cumulatifs des agents de stress pendant la migration (voir plus loin dans la prochaine section). Burnett et ses collaborateurs (2014) ont mentionné que le saumon rouge semblait avoir moins de difficulté à franchir la passe à poissons qu'à la repérer et à y pénétrer, et que ces difficultés étaient associées au déversement d'un excès d'eau par la vanne à segment du barrage (Bett *et al.* 2020). Les vitesses de l'eau sont plus élevées près de l'entrée de la passe à poissons du barrage Seton, et on a constaté qu'il entraîne une augmentation du recrutement anaérobie, qui semble avoir de plus grands impacts sur les femelles que sur les mâles, avec pour conséquence une réussite moindre au passage (Burnett *et al.* 2014). Le saumon rouge est également touché par les arrêts de la centrale, qui entraînent une hausse de la température de l'eau derrière le barrage Seton, exposant les poissons à des températures supraoptimales qui influent sur leur capacité à repérer la passe à poissons, à y pénétrer et à la franchir. En plus des répercussions sur la montaison des adultes, des données probantes révèlent des effets négatifs sur la dévalaison des juvéniles lorsqu'ils traversent le barrage de Seton pour entrer dans le Fraser. La mortalité peut être causée par l'entraînement des saumoneaux dans le canal d'énergie et leur passage subséquent dans la turbine de la centrale de Seton, en plus de celle qui se produit lors du franchissement de l'échelle à poissons du barrage, de la vanne d'évacuation de l'eau ou des siphons (Faulkner *et al.* 2019). Pour estimer la mortalité par entraînement des saumoneaux rouges pendant la dévalaison, un programme de surveillance annuel estime le moment de la migration des saumoneaux et la proportion de saumoneaux entraînés dans le canal d'énergie de Seton (Faulkner *et al.* 2019). Entre 2008 et 2018, les estimations de la mortalité des saumoneaux variaient entre 0 et 14 %. Toutefois, en 2014 et en 2017, la centrale de Seton a été fermée pendant la migration, de sorte que la mortalité était de 0 %, et aucune estimation n'a été effectuée en 2016 en raison des débits élevés (Faulkner *et al.* 2019). Il est à noter qu'une grande partie de la recherche présentée dans cette section a été menée sur le saumon rouge du ruisseau Gates (UD1 Anderson-Seton-DE), qui migre plus tôt et qui, par conséquent, est exposé à des températures et à des débits différents par rapport aux poissons de l'UD17. Les saumons rouges de l'UD17 devraient néanmoins subir des effets semblables lorsqu'ils traversent la passe à poissons du barrage Seton, et le franchissement pose sans doute un niveau de menace semblable.

Les saumons rouges du fleuve Fraser qui remontent dans la rivière Seton sont confrontés à des indications directionnelles déroutantes pour retourner vers leurs frayères (Bett *et al.* 2020). Les saumons du Pacifique sont guidés vers les frayères principalement par l'odeur de leurs ruisseaux et lacs d'origine (Hasler et Scholz 1983; Bett et Hinch 2016), et ces odeurs attrayantes sont présentes dans l'eau rejetée par la centrale électrique dans le cours principal du Fraser, à environ 1 km en aval de son confluent avec la rivière Seton (Bett *et al.* 2020). L'eau de la centrale est infranchissable pour les poissons et attire les saumons rouges du fleuve Fraser migrateurs, car les concentrations de l'eau de leur cours natal sont plus élevées qu'à l'embouchure de la rivière Seton en raison de la dilution par les eaux du ruisseau Cayoosh (Bett *et al.* 2020). Andrew et Green (1958) ont les premiers déterminé cette menace et, après d'autres recherches menées par Fretwell (1989) qui ont démontré que des saumons retournaient dans le canal de fuite de la centrale après avoir migré en amont jusqu'au confluent Seton-Fraser, des structures de déviation ont été construites sur le ruisseau Cayoosh (l'installation actuelle est appelée Walden North) afin de minimiser la dilution des eaux des

cours d'eau de naissance dans la rivière Seton (dilution fixée à 20 %; Bett *et al.* 2020). BC Hydro exploite actuellement le réseau avec des mesures en place pour maintenir ces cibles de dilution de l'eau des cours d'eau natals, bien qu'il y ait encore d'importantes fluctuations (Middleton *et al.* 2018).

Des études récentes ont démontré des effets notables sur le saumon rouge du fleuve Fraser lorsqu'il rencontre de l'eau de son cours d'eau natal à la centrale et en réaction à la modification des débits du ruisseau Cayoosh, qui provoque des niveaux différents de rejet d'eau des cours d'eau de naissance à l'embouchure de la rivière Seton. Le saumon rouge du fleuve Fraser du ruisseau Gates (UD1 Anderson-Seton-DE, non couverte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement) affichait une préférence pour l'eau de son cours d'eau natal non diluée comparativement à l'eau diluée à 30 % ou plus (Bett *et al.* 2018), et ces niveaux étaient associés à une réduction de 80 % de la probabilité que les saumons entrent dans la rivière Seton (Drenner *et al.* 2018). De plus, les durées de migration en rivière des saumons qui y sont entrés étaient plus longues, en particulier pour les femelles (Bett *et al.* 2020). Ces résultats concordent avec les recherches antérieures de Burnett et ses collaborateurs (2014), qui ont démontré un succès de passage plus faible, une efficacité d'attraction plus faible et une durée de migration plus longue pour les saumons rouges du fleuve Fraser exposés à des niveaux de dilution plus élevés au barrage Seton, avec un succès nettement moindre pour les femelles que pour les mâles. Middleton et ses collaborateurs (2018) ont signalé un ralentissement de la migration du saumon rouge à la sortie de la centrale électrique où des eaux natales non diluées pénètrent dans le Fraser et qu'une partie des poissons (17 %) font des allers-retours entre les récepteurs situés à la centrale et l'embouchure de la rivière Seton, ce qui suggère un certain niveau de confusion lorsqu'ils rencontrent des indications directionnelles aux deux emplacements. La surveillance environnementale jumelée à ces études a confirmé que ces comportements ne dépendent pas de la température et qu'ils sont probablement attribuables aux propriétés olfactives différentielles de la rivière Seton et du ruisseau Cayoosh (Bett *et al.* 2020).

Outre les répercussions directes des difficultés de localisation et de franchissement de la passe à poissons du barrage Seton, des études récentes ont démontré que le saumon rouge du fleuve Fraser ressent des séquelles des agents de stress qu'il a rencontrés pendant la montaison et le passage du barrage. Le saumon rouge du fleuve Fraser dépend uniquement des réserves énergétiques endogènes pendant la migration vers les frayères; par conséquent, les dépenses d'énergie et l'accumulation de stress pendant la montaison (températures sous-optimales, débits élevés, blessures physiques, évitement des prédateurs, etc.) peuvent être importantes pour le succès de la migration (Bett *et al.* 2020). Par exemple, les saumons rouges revenant dans le ruisseau Gates et présentant des blessures infligées par un filet maillant (de 21 à 29 % des femelles et de 13 à 22 % des mâles entre 2014 et 2016) avaient une probabilité inférieure de 16 % de survivre jusqu'aux frayères, et les femelles blessées par un filet maillant avaient une probabilité inférieure de 18 % de pondre leurs œufs (Bass *et al.* 2018; Bett *et al.* 2020). Minke-Martin et ses collaborateurs (2018) ont indiqué que les poissons exposés à des débits élevés au barrage présentaient une longévité reproductive réduite et, pour les femelles, une probabilité plus faible de pondre leurs œufs dans les frayères.

L'aménagement hydroélectrique devrait avoir un impact moyen sur le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD17 (31 à 70 %). En plus des problèmes physiques pour repérer et franchir la passe à poissons au barrage Seton, des preuves montrent que les agents de stress négatifs subis pendant la migration sont amplifiés pendant le passage du barrage et peuvent entraîner une mortalité ou une réduction du succès de la reproduction.

Tous les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD20 (Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart) et de l'UD21 (Takla-Trembleur-E) doivent pénétrer dans les tronçons inférieurs

de la rivière Nechako pendant leur montaison vers le bassin versant de la rivière Stuart et sont donc exposés à des débits fortement modifiés par l'exploitation du barrage Kenney. Le saumon rouge de la rivière Stuart remonte pendant trois à quatre jours la basse Nechako avant d'entrer dans la rivière Stuart, où il rencontre les températures de l'eau les plus chaudes (pouvant dépasser 22 °C) de son cycle biologique normal de quatre ans (Macdonald *et al.* 2007, 2012). Des températures supérieures à 20 °C peuvent avoir divers effets négatifs chez le saumon, notamment des obstacles à la migration; une diminution de la performance natatoire résultant des ressources énergétiques épuisées; des effets d'immunosuppression, l'apparition de maladies et des infections parasitaires; et la mortalité directe (Macdonald *et al.* 2012; voir une analyse des effets de la température à la section 4.1.11.3). Pour atténuer ces effets de la température, le Programme de gestion de la température estivale a été lancé en 1981 dans la rivière Nechako afin de ramener les températures des cours d'eau en dessous de 20 °C du 20 juillet au 20 août, grâce à des rejets contrôlés du déversoir du lac Skins pour aider les saumons migrateurs (Islam *et al.* 2019a). Des examens indépendants ont montré que ce programme a permis de minimiser les occurrences de températures de l'eau supérieures à la cible de 20 °C la plupart des années, et que ce seuil n'a pas été dépassé souvent, ce qui permet de penser que le programme a été globalement efficace pour atténuer les effets de la température (Macdonald *et al.* 2012; Nechako Fisheries Conservation Program [NFCP] 2016; Islam *et al.* 2019a). On observe toutefois une tendance à la hausse des températures de l'air et de l'eau dans certaines parties des bassins hydrographiques de la rivière Nechako et du haut Fraser, et l'on en déduit que la mortalité du saumon rouge du fleuve Fraser liée à la température demeurera une préoccupation constante pour l'UD20 et l'UD21.

En raison des mesures d'atténuation en place au barrage Kenney, il est peu probable que l'exploitation du barrage ait plus qu'un impact de faible niveau (1 à 10 %) sur l'UD20 et l'UD21, à condition que les seuils de température (20 °C) ne soient pas dépassés pendant la migration du saumon rouge du fleuve Fraser. Si les rejets d'eau pour refroidir la température des cours d'eau dans la basse Nechako sont inadéquats, la mortalité résultant directement de l'exploitation du barrage pourrait être beaucoup plus élevée que 10 %. Il est à noter qu'en raison des tendances au réchauffement dans la région de la rivière Nechako, cette menace pourrait devenir un problème plus important à l'avenir.

L'extraction d'eau à des fins industrielles, commerciales, domestiques et agricoles peut réduire l'accès du saumon rouge à ses frayères, aires d'alevinage et couloirs de migration, et altérer la qualité des habitats (Marmorek *et al.* 2011). La majorité des UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par cette évaluation du potentiel de rétablissement migrent et frayent dans des zones à la profondeur et au débit suffisants pour que l'extraction d'eau ne constitue pas une menace majeure; cependant, les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD14 North Barriere-DE, et surtout ceux de l'UD16 Quesnel-E, traversent des zones où l'extraction d'eau est importante. En raison de l'effet tampon des lacs Barriere, il est peu probable que l'extraction d'eau représente une menace plus que négligeable pour le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD14. Le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD16 migre par une zone où l'utilisation de l'eau est fortement prescrite, en particulier pour la composante de la rivière Horsefly, qui peut représenter plus de 50 % de la remonte totale. On a observé une tendance à la baisse des rejets d'eau en été dans la rivière Horsefly entre 1964 et 2015, et les impacts des faibles débits pourraient devenir plus fréquents à l'avenir du fait des changements climatiques dans le bassin versant (Shrestha *et al.* 2012; Stiff *et al.* 2018; voir la section 4.1.11.1). Les saumons rouges du fleuve Fraser qui retournent dans la rivière Horsefly rencontrent de faibles débits et les températures les plus chaudes pendant leur migration dans les tronçons inférieurs du réseau hydrographique (plus de 22 °C), et ces conditions ont été associées à des infections bactériennes, à la mortalité avant la ponte et à la réduction du succès de la reproduction dans cette rivière (Macdonald *et al.* 2000; voir la section 4.1.11.3). En 1969, on a construit un barrage

à la sortie du lac McKinley pour tenter d'atténuer les effets de la température sur le saumon rouge de la rivière Horsefly, avec un système de siphon pour acheminer l'eau plus fraîche de l'hypolimnion du lac dans les frayères de la rivière Horsefly par le ruisseau McKinley, mais des études ont indiqué que la capacité de modération de la température du barrage est en grande partie limitée au ruisseau McKinley et indétectable dans la basse Horsefly (Macdonald *et al.* 2000; Grant *et al.* 2011; Stiff *et al.* 2018). La forte prévalence de l'extraction d'eau dans le bassin versant de la rivière Horsefly devrait contribuer à la fréquence et à l'intensité des épisodes de faible débit, et a probablement un faible niveau d'impact sur l'ensemble de l'UD16. Toutefois, le niveau d'impact pourrait augmenter à l'avenir.

La gestion de l'eau constitue une menace pour la montaison du saumon rouge du fleuve Fraser dans l'UD10 Harrison (amont)-T, car le ruisseau Weaver n'a pas un débit suffisant pour alimenter le chenal de pont et maintenir le débit en aval. Plusieurs sources d'eau alimentent le chenal de pont (Ackerman *et al.* 2007). Un petit barrage sur le ruisseau Sakwi est utilisé au besoin pour détourner l'eau vers la prise d'eau dans le ruisseau Weaver. Il y a aussi un siphon par gravité à la sortie du lac Weaver qui transporte l'eau à environ 200 m en aval de l'exutoire du lac. Lorsque les faibles niveaux d'eau dans le ruisseau Weaver n'alimentent pas suffisamment le chenal, on active la dérivation du ruisseau Sakwi et, si ces deux sources ne maintiennent pas un débit suffisant, le siphon du lac Weaver. On a observé divers impacts de la gestion de l'eau depuis la mise en place du chenal de pont en 1965, notamment des inondations, des problèmes de sédimentation, des blocages physiques (p. ex. grumes, débris ligneux), des proliférations d'algues, des maladies, la formation de frasil, une mauvaise qualité de l'eau (faible niveau d'oxygène dissous), l'entraînement d'air dans les conduites d'eau, les mauvaises conditions pour la migration, une charge en éléments nutritifs provenant de matières organiques, ainsi que les difficultés liées à l'entrée du saumon rouge dans le chenal (Rosberg *et al.* 1986). Les améliorations apportées aux infrastructures et à la gestion de l'eau ont permis de résoudre certains de ces problèmes, y compris un approvisionnement en eau de puits pour offrir une protection contre le gel pendant les épisodes de vent de terre en hiver et l'installation de plaques de réaération pour maintenir les niveaux appropriés d'oxygène dissous et la qualité de l'eau (d'autres mesures d'atténuation dans le chenal Weaver sont examinées dans la section 6.1.9). Nous ignorons actuellement les impacts de la gestion de l'eau au niveau de l'UD pour l'UD10 et ils n'ont pas été classés dans l'évaluation des menaces, mais nous remarquons que sans une gestion suffisante de l'eau, les répercussions pourraient être importantes.

L'habitat riverain historique dans le bas Fraser a été considérablement modifié ou supprimé en raison des digues et autres structures construites pour lutter contre les inondations (vannes d'inondation, clapets de marée, etc.). Il y a environ 600 km de digues, 400 vannes d'inondation et 100 stations de pompage dans le bassin du Fraser (Conseil du bassin du Fraser 2019¹¹). En raison de son cycle biologique (croissance dans des lacs, migration rapide vers l'océan), le saumon rouge du fleuve Fraser n'est pas aussi menacé que d'autres salmonidés qui dépendent d'un habitat inondé de manière saisonnière pour la croissance (saumon chinook, saumon coho, truite arc-en-ciel); toutefois, ces structures peuvent encore entraîner des modifications du comportement et perturber les voies de migration.

¹¹Conseil du bassin du Fraser. 2019. [Flood and the Fraser](#).

4.1.7.3. Autres modifications des écosystèmes

Cette menace inclut 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 comprend les projets de remise en état des terres, l'abandon de terres gérées, l'enrochement le long des rives, la tonte du gazon, l'éclaircissement des arbres dans les parcs, la construction de plages, l'enlèvement des chicots des cours d'eau, les effets de la foresterie 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).

Tous les saumons rouges du fleuve Fraser pris en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement sont touchés par la modification des écosystèmes, en particulier les UD qui frayent dans les tronçons supérieurs du bassin versant. Le développement historique, l'extraction des ressources, les feux de forêt et les infestations de ravageurs ont considérablement modifié le bassin versant du Fraser, avec de vastes modifications des surfaces de captage et des augmentations des surfaces imperméables qui ont altéré la dynamique du débit et les régimes de température. Une grande partie de l'information présentée dans cette section a été résumée dans les précédentes évaluations du potentiel de rétablissement pour le saumon (saumon coho du Fraser intérieur, saumon chinook du fleuve Fraser) et est très pertinente pour tous les saumons anadromes du Pacifique.

Exploitation forestière

L'exploitation et la gestion des forêts sur les terres de la Couronne, ainsi que sur les terres privées, constituent une activité industrielle majeure dans de nombreuses UD du saumon rouge du fleuve Fraser et peuvent avoir une incidence sur les régimes de débit et de température de diverses façons. Les activités forestières sont prédominantes dans les régions du centre de l'intérieur, de Cariboo-Chilcotin et d'Omineca, avec des impacts, dans une certaine mesure, sur toutes les UD traitées dans cette évaluation du potentiel de rétablissement. L'exploitation forestière intensive (p. ex. coupes à blanc) dans un bassin hydrographique peut entraîner une instabilité des chenaux, une dégradation de l'habitat riverain, une hausse des températures des cours d'eau en été et la modification des hydrogrammes saisonniers en altérant la dynamique des eaux de ruissellement (Meehan 1991). Par le passé, l'exploitation forestière était associée à l'enlèvement massif de végétation riveraine, et les effets négatifs de ces prélèvements sur la température et la morphologie des cours d'eau sont bien documentés (Beschta *et al.* 1987; Poole et Berman 2001; Richter et Kolmes 2005; Quigley et Hinch 2006; Tschaplinski et Pike 2017a). Les pratiques modernes de gestion forestière visent à réduire les répercussions de la récolte sur la température des cours d'eau en laissant intacts des bandes de végétation riveraine (zones tampons) [Beschta *et al.* 1987; Cole et Newton, 2013; Bladon *et al.* 2018]. Pourtant, des effets persistants des activités passées contribuent aux problèmes continus de débit et de température auxquels le saumon rouge du fleuve Fraser est confronté dans l'ensemble du bassin versant du Fraser. Comme il est mentionné à la section 4.1.5.1, il existe une exemption en vertu de l'alinéa 51(1)g) pour permettre l'abattage des arbres dans la zone riveraine s'ils ont été endommagés par un incendie, des insectes ou une maladie. Des infestations de dendroctone du pin ponderosa et des feux de forêt se sont produits récemment dans de grandes zones des bassins hydrographiques du moyen Fraser et du haut Fraser, et les coupes de récupération autorisées par la réglementation actuelle et selon les pratiques forestières courantes représentent une menace considérable pour l'habitat dans les cours d'eau dans les zones touchées. Les UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par l'évaluation du potentiel de rétablissement ne frayent pas dans les zones qui ont été touchées par des feux de forêt ou des maladies et ne seront probablement pas directement concernées par les coupes de récupération sur les trois prochaines générations (ou la période de 10 ans pour l'UD24

Widgeon-type fluvial). Cependant, à moins de changements dans la réglementation et les pratiques régissant les coupes de récupération, les futures opérations de récupération pourraient contribuer à aggraver les effets négatifs indirects sur les fonctions des écosystèmes en modifiant la fonction hydrologique. Les impacts de la sédimentation associés à la construction des chemins forestiers sont abordés dans la section 4.1.9.3.

Feux de forêt

Les incendies de forêt sont de plus en plus fréquents en raison des changements climatiques, des pratiques forestières historiques, des infestations de ravageurs et de l'incidence des incendies d'origine humaine (Mote *et al.* 2003; Wang *et al.* 2015). Les feux de forêt historiques de 2017 et de 2018 ont entraîné la perte de plus de 3 millions d'hectares de couvert forestier dans la province de la Colombie-Britannique, notamment dans les régions de Cariboo-Chilcotin et du centre de l'intérieur. Les effets des feux de forêt sont semblables à ceux de l'exploitation forestière dans la mesure où ils modifient les régimes de débit et de température, mais ils peuvent avoir aussi d'autres impacts. Les feux de forêt ne respectent 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 suppression des incendies, l'élimination de la forêt par le feu peut augmenter les niveaux de rayonnement du soleil qui font monter la température du cours d'eau jusqu'à ce que la végétation ait repoussé (Beakes *et al.* 2014). La perte de végétation entraîne également des changements dans le cycle hydrologique naturel en accroissant le taux de fonte des neiges, l'amplitude du débit minimal et maximal et en modifiant la dynamique de l'évapotranspiration (Springer *et al.* 2015). Par ailleurs, les incendies graves peuvent créer des sols hydrophobes en brûlant toute la matière organique (Letey 2001). Une plus grande prévalence des sols hydrophobes peut intensifier la fréquence et de l'ampleur de l'érosion des berges à la suite d'événements de grands volumes de ruissellement. Les taux de recolonisation par les plantes peuvent également être réduits par des brûlis graves, ce qui prolonge les impacts du bassin de captage modifié. Les incendies intenses et vastes de 2017 et de 2018 ont laissé de vastes zones de végétation dénudée et de sols hydrophobes sujets à une érosion importante. Cette situation continuera probablement de toucher de nombreux bassins des bassins versants du Fraser et de la Thompson dans les prochaines années.

Développement urbain et industriel

Le développement urbain et industriel accroît les surfaces imperméables, ce qui peut avoir un certain nombre de répercussions sur le saumon. Les surfaces imperméables ou semi-perméables comprennent (sans s'y limiter) les routes, les structures avec toiture, les systèmes de drainage et d'égout, ainsi que les terrains récréatifs de gazon et de gravier. Les surfaces imperméables modifient la dynamique des cours d'eau en augmentant l'ampleur des débits de pointe et faibles en réduisant la pénétration graduelle de l'eau dans le sol (Booth *et al.* 2002), ce qui peut entraîner des mouvements de la charge de fond qui détruisent les nids de salmonidés, provoquent l'échouement des poissons et modifient les comportements comme la migration et la quête de nourriture. Les routes, en particulier les autoroutes et les chemins forestiers en gravier, peuvent également intercepter les voies d'écoulement des eaux souterraines peu profondes et amplifier les effets du ruissellement aux franchissements des cours d'eau (Trombulak et Frissell 2000). Ces effets sont particulièrement évidents dans les plus petits cours d'eau aux traversées des chemins forestiers. De nombreux organismes gouvernementaux participent à la planification du développement urbain et industriel, mais ce type d'activité ne relève pas directement d'un seul organisme gouvernemental. Un manque de planification intégrée des développements urbains, ruraux et industriels peut entraîner des modifications cumulatives de l'hydrologie des cours d'eau avec une augmentation des débits de pointe ou une diminution des faibles débits, ainsi qu'une dégradation de la qualité de l'eau résultant du ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain. L'augmentation des surfaces

imperméables peut également influencer la quantité de pollution qui pénètre dans les cours d'eau (voir la section 4.1.9.1).

Classement

Les modifications des écosystèmes constituent une menace importante pour le saumon rouge du fleuve Fraser et ont une incidence sur tous les poissons de toutes les UD. Les vastes modifications des surfaces de captage par l'enlèvement du couvert forestier (récolte forestière, incendies, infestations de ravageurs, etc.), la canalisation des cours d'eau (en particulier le bas Fraser), l'aménagement adjacent (de tous les secteurs) et de nombreuses autres activités ont eu des effets cumulatifs sur la fonction hydrologique et la température dans le bassin du Fraser, qui sont encore exacerbés par les changements climatiques (voir la section 4.1.11.1). Les UD à montaison la plus hâtive (UD2 Bowron-DE, UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD22 Taseko-DE) devraient être les plus touchées par les modifications des écosystèmes, en raison de leur plus grande dépendance et de leur sensibilité à la température et aux niveaux de débit pendant la crue printanière. L'UD20 est probablement la plus sensible au régime hydrologique du Fraser; même avant le glissement de terrain de Big Bar, on avait observé des niveaux élevés de mortalité chez les adultes en amont du glissement de terrain, résultant des températures élevées ou des forts débits. En raison de l'incertitude considérable des estimations de la mortalité directe et des conditions hydrologiques variables d'une année à l'autre, un niveau d'impact moyen à élevé (11 à 70 %) a été attribué pour cette UD, en reconnaissant qu'il est peu probable qu'il se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %) chaque année (les conditions seront meilleures certaines années). Les autres UD à montaison hâtive, l'UD2 Bowron-DE et l'UD22 Taseko-DE, peuvent également subir pendant la montaison les effets des températures et des débits élevés dans le cours principal du Fraser, ainsi que dans les rivières Bowron et Chilcotin (débits élevés seulement), respectivement. Ces deux UD devraient aussi subir un niveau d'impact moyen à élevé (11 à 70 %) des modifications des écosystèmes, mais, comme dans le cas de l'UD20, il est à noter que les conditions seront plus favorables certaines années et que la mortalité sera probablement inférieure à 30 %.

Les saumons rouges du fleuve Fraser à montaison estivale ou tardive, en particulier ceux qui frayent au-dessus de Big Bar (c.-à-d. l'UD16 Quesnel-E, l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E), sont toujours soumis à des impacts du débit et de la température dans le cours principal du Fraser qui provoquent des mortalités, bien que dans une moindre mesure que dans les UD à montaison plus hâtive. On a estimé que ces UD n'étaient pas exposées aux niveaux potentiellement élevés d'impact subis par celles qui ont une montaison plus précoce (plus de 30 %); toutefois, on a remarqué que ces populations étaient plus susceptibles de subir des effets potentiels de la température dans leurs affluents de fraie natals, résultant des modifications des écosystèmes. Cela est particulièrement vrai pour la partie de l'UD16 qui fraye dans la rivière Horsefly, qui se trouve dans un paysage modifié pour les activités agricoles et forestières. Les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E migrent également dans des zones modifiées pour l'agriculture et sont exposés à de faibles débits et à des conditions d'eaux chaudes dans la basse Nechako pendant leur migration en amont vers le bassin versant de la rivière Stuart. Des mesures d'atténuation sont en place au barrage pour réduire la température de l'eau en été; cependant, les seuils sont parfois dépassés, et compte tenu du réchauffement général des conditions dans le bassin du Fraser résultant des changements climatiques, cela deviendra probablement une plus grande menace à l'avenir. Les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD17 Seton-T frayent dans un écosystème très modifié à Seton Portage (impacts du barrage Seton examinés à la section 4.1.7.2) et subissent également les effets du débit dans le cours principal du Fraser, qui peuvent entraîner des mortalités. L'UD14 North Barriere-DE est la seule UD couverte dans l'évaluation du potentiel de rétablissement qui fraye dans le bassin versant de la rivière Thompson Nord, où la déforestation

est importante en raison de la récolte, des incendies et des infestations de ravageurs. La zone de fraie dans cette UD est relativement intacte à l'heure actuelle, mais on s'attend à ce que les répercussions du débit et de la température le long de la voie de migration dans le Fraser et dans la basse Thompson soient importantes. Dans ces UD (UD14, UD16, UD17, UD21), les impacts des effets cumulatifs découlant des modifications des écosystèmes devraient être modérés (de 11 à 30 %).

Le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD10 Harrison (amont)-T fraie dans un habitat modifié du ruisseau Weaver constitué d'un chenal de pont artificiel; toutefois, le chenal a été créé pour profiter à l'UD en améliorant la quantité et la qualité de l'habitat de fraie et en offrant une protection contre les inondations. L'UD24 Widgeon-type fluvial devrait être la moins menacée par les modifications des écosystèmes, car ces saumons rouges ont la distance de migration la plus courte à franchir et subissent la plus forte influence des marées en raison de la proximité de l'estuaire. Cependant, ces poissons migrent et frayent dans un environnement modifié et les problèmes hydrologiques dans le bassin versant de la haute Pitt pourraient avoir des répercussions négatives. En tant que saumons rouges de type océanique, les saumoneaux de l'UD Widgeon-type fluvial restent également plus longtemps dans le bas Fraser avant de migrer vers l'océan, et le développement historique a probablement bloqué l'accès à des portions importantes de l'habitat de croissance auparavant utilisé par cette UD. Pour ces deux UD du bas Fraser, on estime que des impacts de plus de 10 % au niveau de l'UD, découlant des modifications collectives apportées à l'écosystème du bas Fraser, sont possibles, mais il est peu probable que ces effets se situent près de l'extrémité supérieure de cette fourchette chaque année.

Tableau 20. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Incendies et 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Incendies et lutte contre les incendies

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Limitée

Tableau 21. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Barrages et gestion/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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Barrages et gestion/utilisation de l'eau

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Inconnu	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Négligeable	Moyenne	Négligeable (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Moyen	Moyen	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible	Moyenne	Faible (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Négligeable	Moyenne	Inconnu (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 22. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Autres modifications des écosystèmes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Autres modifications des écosystèmes

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Moyen-Élevé	Moyenne	Moyen-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Moyen-Élevé	Moyenne	Moyen-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Moyen	Moyenne	Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Moyen-Élevé	Moyenne	Moyen-Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.8. Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques

4.1.8.1. Espèces exotiques/non indigènes envahissantes

Cette menace est définie comme les 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).

Treize espèces de poissons d'eau douce non indigènes ont établi des populations dans le bassin du Fraser, mais la majorité semblent présenter peu ou pas de risque pour les salmonidés migrateurs (Brown *et al.* 2019). Toutefois, plusieurs espèces dignes de mention présentent un faible niveau de menace pour certaines populations et pourraient devenir de plus en plus problématiques à l'avenir.

L'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*) est un piscivore vorace qui peut consommer des salmonidés juvéniles (Brown *et al.* 2009b), et bien qu'il ne soit pas établi dans le bassin du Fraser intérieur, il occupe actuellement l'embouchure des affluents, les bras d'eau et les marécages dans tout le bas Fraser. En 2009 et 2010, un tourniquet exploité dans le cours principal du Fraser, en amont de Mission, a capturé 32 achigans à grande bouche (Brown *et al.* 2019). On ne connaît pas le nombre d'achigans qui vivent dans le bas Fraser, mais l'espèce semble bien établie et florissante. L'achigan à petite bouche (*Micropterus Dolomieu*) est un autre piscivore envahissant présent dans le bassin du Fraser, mais il n'est actuellement pas réparti dans les zones où il pourrait avoir des impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser. En 2006, on a trouvé des achigans à petite bouche dans le ruisseau Beaver, un affluent de la rivière Quesnel, ce qui a mené 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 les efforts d'atténuation, il est probable que l'achigan à petite bouche finira par se déplacer en aval vers la rivière Quesnel, et pourrait alors avoir des impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD16 (Quesnel-S) et d'autres UD en aval (Tovey *et al.* 2009; MPO 2011).

La perchaude (*Perca flavescens*) est une espèce digne de mention qui pourrait avoir des répercussions importantes sur le saumon rouge du fleuve Fraser à l'avenir. Il s'agit d'une espèce très adaptable qui utilise un large éventail d'habitats (Brown *et al.* 2009a) et devient une menace de plus en plus fréquente dans certaines zones du bassin du Fraser. Les juvéniles de la perchaude ont tendance à se nourrir au fond, et les plus gros consomment des œufs de poisson et des poissons (Brown *et al.* 2009a). Lorsqu'elle est introduite dans de petits lacs, la perchaude peut avoir de graves effets sur les espèces de poissons indigènes, en grande partie en raison de la concurrence pour la nourriture (Bradford *et al.* 2008; Brown *et al.* 2009a). Neuf petits lacs intérieurs ont été traités à la roténone entre 2008 et 2010 afin d'éradiquer les populations de perchaude (L.M. Herborg, province de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.), comm. pers. 2019). Ces dernières années, l'abondance de la perchaude dans le lac Nicola a augmenté considérablement et des efforts sont en cours pour en réduire le nombre. En 2020, la bande indienne d'Upper Nicola a signalé que les récents efforts de suppression ont mené à des prises atteignant 400 perchaudes par jour (Chuck Parken, MPO, comm. pers. 2020), indiquant que la population actuelle est importante et pourrait s'accroître.

Comme nous l'avons vu à la section 3.1.3, les saumons rouges du fleuve Fraser migrent rapidement des eaux pélagiques de leurs lacs de croissance vers l'estuaire du Fraser, et sont donc vulnérables à la prédation dans le bas Fraser pendant une période limitée. Il est possible que des prédateurs envahissants du bas Fraser rencontrent des juvéniles pendant leur dévalaison vers l'océan, mais ils ne devraient pas représenter une menace notable pour la

majorité des UD du saumon rouge du fleuve Fraser. Les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD10 Harrison (amont)-T sont uniques en ce sens qu'après leur émergence, ils descendent en aval des frayères du ruisseau Weaver et migrent en amont vers le lac Harrison où ils passent l'hiver, avant de se diriger vers la mer l'année suivante. Cette période de migration (en amont et en aval) expose potentiellement les poissons à la prédation dans les zones d'eau limpide et d'étale de courant entre le ruisseau Weaver et le lac Harrison et devrait avoir un faible niveau d'impact sur l'UD (baisse de 1 à 10 %). De plus, on pense que le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD24 Widgeon-type fluvial, la seule variante de type océanique prise en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement, est celui qui séjourne le plus longtemps dans le bas Fraser avant de migrer dans l'océan (voir la section 3.1.2). Au cours de cette période du début de la croissance, ils sont probablement exposés à des prédateurs envahissants dans les bras d'eau et les marécages du bas Fraser, et l'on prévoit un faible niveau d'impact (baisse de 1 à 10 %).

Bien qu'il ne soit pas pris en compte dans le classement des menaces, l'établissement de moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) et quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) constitue une menace grave pour les écosystèmes aquatiques et certaines infrastructures de la province. Les moules dreissénidées sont connues comme des « ingénieurs écologiques » et des coupleurs d'habitats benthiques et pélagiques (Crooks 2002; Karatayev *et al.* 2002), et peuvent restructurer les flux d'énergie et d'éléments nutritifs dans l'ensemble des écosystèmes, entraînant des changements fondamentaux dans la structure du réseau trophique (Higgins et Vander Zanden 2010). Les moules dreissénidées ont un temps de maturation court (1 à 2 ans) et une fécondité élevée (>1 million d'œufs par femelle à chaque fraie), avec d'énormes capacités de dispersion à tous les stades biologiques (Ludyanskiy *et al.* 1993), aggravant la menace qui pèse sur le bassin du Fraser et potentiellement sur toute la province de la Colombie-Britannique. La menace représentée par les moules dreissénidées n'a pas été notée pour cette catégorie, mais elle représente une menace future potentielle en raison de la gravité du risque que ces moules peuvent poser si elles s'établissent. Le grand brochet (*Esox Lucius*; « brochet » dans le reste du document) pourrait également poser d'importantes menaces à l'avenir s'il poursuit son expansion en Colombie-Britannique. Les brochets sont des prédateurs opportunistes voraces et les populations envahissantes peuvent exercer une pression descendante importante sur la structure des communautés de poissons indigènes en raison de la prédation et de la concurrence pour les ressources. Il a été démontré que le brochet se nourrit de préférence des salmonidés juvéniles (Rutz 1999), et on a établi un lien entre les populations envahissantes du centre-sud de l'Alaska et les déclinés marqués des populations de saumons autrefois abondantes (Haught et von Hippel 2011). Le brochet a récemment colonisé le fleuve Columbia et est actuellement réparti entre le barrage Hugh L. Keenleyside, près de Castlegar, en Colombie-Britannique, et le barrage de Grand Coulee, dans la partie inférieure du lac Roosevelt, dans l'État de Washington (Doutaz 2019). Si le brochet franchit le barrage de Grand Coulee, il pourrait se propager dans des réseaux hydrographiques comme la rivière Okanagan et plus loin en Colombie-Britannique.

Le crabe vert (*Carcinus maenas*) a été introduit dans des écosystèmes côtiers du monde entier, y compris sur la côte du Pacifique en Amérique du Nord, où on sait qu'il a des impacts négatifs sur les habitats de zostère (Howard 2019). Les herbiers de zostère constituent un habitat d'une importance cruciale pour les saumons juvéniles qui remontent dans l'estuaire (qui comprend l'UD24 Widgeon-type fluvial), avec des caractéristiques de l'habitat qui offrent à la fois des possibilités de couvert et d'alimentation dans l'environnement littoral (Kennedy *et al.* 2018). Les crabes verts peuvent à la fois déchirer les lames des plantes et déloger des plantes entières par bioturbation lorsqu'ils cherchent des proies, ce qui se traduit par une dégradation rapide des herbiers de zostère où les crabes sont présents en forte densité (Howard 2019). Il y a eu d'importantes pertes d'herbiers de zostère sur la côte atlantique en raison de l'abondance du

crabe vert. Une étude menée dans les baies Placentia et de Bonavista, à Terre-Neuve, a fait état de réductions de 50 % de la couverture de zostère entre 1998 et 2012, et jusqu'à 100 % dans les zones où les populations de crabe vert sont plus établies et 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 2019¹²). Une étude contrôlée en parcs menée dans la baie Barkley a démontré une réduction de 73 à 81 % plus rapide du couvert de zostère en présence de fortes densités de crabes verts comparativement aux traitements à faible densité ou 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 Salt Spring (deux emplacements) et la baie Boundary (P. Menning, MPO, comm. pers. 2019). L'analyse de l'ADN est en cours pour déterminer la population source de ces premiers envahisseurs, et les résultats pourraient aider à déterminer à quoi pourraient ressembler les futures expansions de la répartition du crabe vert en Colombie-Britannique.

4.1.8.2. Espèces indigènes problématiques

Cette catégorie de menaces inclut les végétaux, animaux ou agents pathogènes et autres microbes nuisibles que l'on trouve habituellement dans l'écosystème concerné, mais qui ont atteint un « point de rupture de l'équilibre » ou qui se sont « propagés » directement ou indirectement en conséquence des activités humaines (catégorie de menaces 8.2 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Le saumon rouge du fleuve Fraser a de nombreux prédateurs et agents pathogènes, mais la majorité de ces interactions sont considérées comme des facteurs limitatifs naturels plutôt que des menaces (voir la section 4.3). Les espèces dont il est question dans cette catégorie sont considérées comme en déséquilibre du fait d'activités anthropiques. Dans le passé, les mammifères marins (en particulier les pinnipèdes comme les otaries de Steller et les phoques communs) étaient abattus pour réduire la concurrence avec les pêches, mais dans les années 1970, des programmes de protection des mammifères marins ont été adoptés et les abondances ont augmenté de façon importante depuis (Peterman *et al.* 2010). La présente section traite également de l'aquaculture en parcs en filet, car ces exploitations créent des environnements non naturels avec des densités élevées de poissons qui favorisent les infections et augmentent la prévalence des agents pathogènes (Bakke et Harris 1998; Bass *et al.* 2017).

L'abondance des otaries de Steller en Colombie-Britannique a plus que quadruplé depuis 1970, et on compte environ 60 000 animaux actuellement en Colombie-Britannique (selon la production de petits) et dans les eaux adjacentes du sud-est de l'Alaska (Olesiuk 2018; Brown *et al.* 2019). On estime que 35 600 otaries (fourchette de 33 800 à 36 700) occupent actuellement les eaux côtières de la Colombie-Britannique pendant la saison de reproduction estivale, et les auteurs indiquent également que l'abondance pourrait être plus élevée, en d'autres termes, que la période de l'année où le dénombrement a été effectué pourrait avoir influencé les estimations (Olesiuk 2018). 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 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

¹² MPO. 2019. [Crabe vert](#).

céphalopodes, et que les saumons représentent une partie importante de leur alimentation. Les otaries de Steller, en Colombie-Britannique, jouent peut-être un rôle plus important que l'on croyait dans le déclin du saumon rouge du fleuve Fraser, la population actuelle pouvant consommer plus de 300 000 tonnes de poisson par année (Walters *et al.* 2020). À l'aide de données tirées de recherches antérieures sur le régime alimentaire des otaries de Steller (Winship et Trites 2003; MPO 2012), la taille du saumon rouge (Jeffrey *et al.* 2016) et l'abondance des otaries de Steller (Olesiuk 2018), Walters et ses collaborateurs (2020) ont estimé qu'en 28 jours, en 2013 (pendant la période de pointe de la migration), les otaries de Steller pourraient avoir consommé 1,4 million de saumons rouges adultes. Ils comparent cette estimation aux valeurs précédemment déclarées de la proportion de saumon rouge dans les échantillons d'excréments des otaries de Steller (environ 9 %; Tollit *et al.* 2009) et suggèrent que si c'était effectivement le pourcentage moyen de saumon rouge dans le régime alimentaire de juillet à août de la population estimée d'otaries de Steller (33 600 animaux en moyenne pour l'ensemble des roqueries de la Colombie-Britannique en 2013), cela signifierait qu'environ 1,3 million de saumons rouges ont été consommés chaque année. Les auteurs reconnaissent qu'il s'agit de valeurs théoriques fondées sur des données tirées d'études antérieures, mais ils soulignent le potentiel d'effets dépensateurs importants de la prédation et la nécessité de mener des recherches sur les interactions des otaries de Steller avec le saumon rouge du fleuve Fraser (voir l'annexe C).

L'abondance des phoques communs sur la côte du Pacifique a considérablement augmenté depuis que les activités de chasse ont cessé à la fin des années 1960 (Brown *et al.* 2013¹³). Après le milieu des années 1970, l'abondance des phoques communs dans le détroit de Georgie a augmenté à un taux d'environ 11,5 % par année avant de se stabiliser au milieu des années 1990 à 40 000 animaux approximativement (Brown *et al.* 2019). Cette tendance reflète la tendance générale de la côte britanno-colombienne, où l'abondance est estimée à 105 000 individus (Olesiuk 2010). Il y a lieu de croire que, bien que les phoques communs consomment principalement des saumons adultes d'espèces moins préoccupantes sur le plan de la conservation à l'automne (c.-à-d. le saumon kéta et le saumon rose), ils peuvent contribuer de façon importante à la mortalité du saumon rouge du fleuve Fraser, en particulier des grands juvéniles qui dévalent à des âges supérieurs à 1 (p. ex. tous les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre qui grandissent en eau douce pendant un an). Les échantillons d'excréments de phoques communs ont révélé des pourcentages beaucoup plus élevés de saumons rouges, de saumons chinooks et de saumons cohos juvéniles dans le détroit de Georgie que de saumons kétas et de saumons roses, malgré une abondance plus élevée et une disponibilité accrue de saumons kétas et de saumons roses juvéniles, ce qui permet de penser que les phoques pourraient choisir des saumoneaux plus âgés et plus gros qui sont plus rentables à chasser (Beamish *et al.* 2012; Thomas *et al.* 2017). Prenant l'exemple du saumon coho, Thomas et ses collaborateurs (2017) mettent en évidence les effets potentiels sur l'abondance des juvéniles si les phoques communs ciblent activement les saumoneaux pendant leur dévalaison, suggérant que les quelque 40 000 phoques communs du détroit de Georgie consommant en moyenne 2 kg par jour pourraient se nourrir de 5,7 millions de saumoneaux en un mois (IC à 95 % = 1,4 à 11,1 millions), en supposant que les saumoneaux d'écloserie pèsent en moyenne 20 g et que le régime alimentaire des phoques est composé d'environ 5 % de saumoneaux cohos. Les auteurs reconnaissent également que beaucoup plus de saumoneaux pourraient être consommés s'ils sont plus petits (p. ex. saumoneaux cohos sauvages). Bien qu'il s'agisse d'estimations théoriques, l'analyse du régime alimentaire des phoques communs a

¹³ Brown, G., S.J. Baillie, M.E. Thiess, J.R. Candy, C.K. Parken, G. Pestal, Willis, D.M. 2013. Pre-COSEWIC review of southern British Columbia Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) conservation units, Part II: Data, analysis and synthesis. Document de travail 2012/13 P23 du Centre des avis scientifiques du Pacifique. Inédit.

montré des taux de prédation semblables pour les saumons rouges juvéniles (2,5 % du régime alimentaire) par rapport aux saumons cohos juvéniles (2,9 % du régime alimentaire), et que la prédation pourrait ainsi avoir des répercussions importantes (Thomas *et al.* 2017). Les phoques communs pourraient aussi consommer un plus grand nombre de saumoneaux physiquement compromis par des agents pathogènes (entre autres facteurs), ce qui signifierait que les phoques ne sont que la cause immédiate de la mortalité (voir la section suivante; Godwin *et al.* 2015; Thomas *et al.* 2017). En plus des impacts sur les juvéniles, la prédation du saumon rouge adulte par le phoque commun peut également être importante. Thomas et ses collaborateurs (2017) indiquent que les adultes constituaient jusqu'à 25 % et 24 % du régime alimentaire des phoques communs en juillet et en août 2012, respectivement. Les impacts au niveau de l'UD ou même de l'unité de gestion sont actuellement inconnus pour le saumon rouge du fleuve Fraser, mais nous soulignons que pour bon nombre des UD en voie de disparition (c.-à-d. toutes les UD prises en compte dans l'évaluation du potentiel de rétablissement), en particulier celles dont l'abondance est faible, les répercussions de la prédation peuvent être importantes compte tenu du niveau de prédation observé dans l'exemple ci-dessus.

Les salmonidés sont les hôtes de nombreux agents infectieux, notamment de virus, de bactéries, de champignons, de protozoaires, d'helminthes et d'arthropodes (Kent 2011), mais il est difficile d'étudier la prévalence et l'impact des agents pathogènes sur les populations de saumons sauvages dans des milieux géographiquement vastes et les mortalités passent souvent inaperçues en raison de la prédation et de la disparition (Bakke et Harris 1998). Les agents pathogènes et les maladies peuvent être associés à des infections chroniques qui peuvent influencer le comportement, l'état et la performance, et rendre ainsi les poissons moins capables de poursuivre leur migration ou plus vulnérables à la prédation ou à la famine (Miller *et al.* 2014). Bon nombre de ces parasites sont opportunistes et n'ont pas d'incidence sur la survie, à moins que les poissons ne soient également stressés par d'autres facteurs qui ont des effets sur le système immunitaire, comme la mauvaise qualité de l'eau ou les toxines (Barton *et al.* 1985; Miller *et al.* 2014). Les saumons du Pacifique sont sémelpares, et parviennent à maturité, vieillissent et jeûnent pendant leur montaison vers l'eau douce, ce qui réduit leur état et leur capacité à combattre l'infection et les rend particulièrement vulnérables à d'autres agents de stress environnementaux et maladies (Miller *et al.* 2014). L'immunosuppression induite par les hormones de maturation (Pickering et Christie 1980) peut également contribuer à accroître la susceptibilité à des parasites, même opportunistes ou qui étaient auparavant à l'état de porteur (Miller *et al.* 2014). Comme pour les interactions prédatrices dont il a été question dans la section précédente, la maladie est un processus naturel qui est généralement considéré comme un facteur limitatif naturel (voir la section 4.3). Cependant, les vastes exploitations aquacoles en parcs en filet le long de la côte de la Colombie-Britannique, en particulier dans la région des îles Discovery, ont été reconnues comme une source non naturelle de maladie qui peut contribuer au déclin du saumon rouge du fleuve Fraser. Dans le milieu marin de la Colombie-Britannique, on compte 109 fermes salmonicoles autorisées, dont 60 à 70 sont exploitées activement à un moment donné (Gross *et al.* 2019). Bon nombre de ces exploitations sont installées dans un couloir migratoire important pour le saumon rouge du fleuve Fraser, et les conditions de vie non naturelles dans les parcs en filet, jumelées à une forte densité de poissons à proximité, présentent un risque potentiel de transmission de maladies entre les poissons d'élevage et les poissons sauvages.

Les répercussions des opérations des parcs en filet font l'objet de débats depuis de nombreuses années. En 2012, la Commission Cohen (Cohen 2012c) a recommandé que ces exploitations salmonicoles cessent d'être exploitées au plus tard en septembre 2020, à moins qu'il n'y ait suffisamment de preuves pour montrer qu'elles ne posent qu'un risque minimal pour le saumon rouge du Fraser. À la suite du rapport de la Commission Cohen, neuf évaluations

des risques évaluées par des pairs ont été effectuées ces dernières années pour enquêter sur une variété d'agents pathogènes identifiés comme étant une menace potentielle pour le saumon rouge du fleuve Fraser; toutes ces évaluations ont indiqué que la transmission de maladies pose un risque minimal pour le saumon rouge du fleuve Fraser¹⁴. Ces agents pathogènes sont le virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse (VNHI); *Aeromonas salmonicida* et la furunculose; *Piscirickettsia salmonis* et la septicémie rickettsienne des salmonidés; *Salmoninarum renibacterium* et la maladie bactérienne du rein; *Yersinia ruckeri* et la maladie bactérienne de la bouche rouge; l'orthoréovirus pisciaire (ORP); *Moritella viscosa*; *Tenacibaculum maritimum*; et le virus de la septicémie hémorragique virale (VSHV). Nous remarquons que plus de 40 agents infectieux sont soupçonnés de causer des maladies chez le saumon dans le monde (Kent *et al.* 2014), et que les effets cumulatifs de ces nombreux agents pathogènes, y compris ceux énumérés ci-dessus, peuvent être supérieurs à ceux qui sont indiqués dans ces évaluations des risques.

Le pou du poisson, un parasite omniprésent du saumon qui s'est révélé ces dernières années un facteur potentiellement important du déclin du saumon du Pacifique, a fait exception aux récentes évaluations des risques. L'aquaculture en parcs en filet fournit des populations hôtes hivernantes anormales de parasites comme le pou du poisson (Morton et Routledge 2016), réduisant ainsi les barrières allopatriques qui servaient à protéger les poissons sauvages contre l'infection au début de la phase marine (Connors *et al.* 2010). La recherche a montré que les juvéniles qui migrent dans le corridor des îles Discovery transportent jusqu'à un ordre de grandeur de plus de poux du poisson que les saumons rouges qui passent par une région sans exploitation aquacole (Price *et al.* 2010, 2011). Deux principales variétés de poux du poisson infectent le saumon rouge du fleuve Fraser : *Lepeophtheirus salmonis*, qui cible spécifiquement les salmonidés, et *Caligus* spp., un parasite plus généraliste qui cible plusieurs espèces de poissons (Godwin *et al.* 2015). Compte tenu de la nature généraliste de *Caligus* spp., on pense qu'il contribue à des niveaux plus élevés d'infection chez les juvéniles du saumon rouge du fleuve Fraser et à des niveaux élevés d'infection chez d'autres espèces de poissons, comme le saumon d'élevage ou le hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*), et peut exacerber les impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser en servant de réservoirs secondaires pour l'infection (Morton *et al.* 2008; Beamish *et al.* 2009; Godwin *et al.* 2015). La mortalité directe des saumons rouges du fleuve Fraser causée par l'infection par le pou du poisson ne devrait pas être élevée, mais des données probantes indiquent que les infections peuvent entraîner des réductions indirectes de la valeur adaptative qui peuvent influencer sur la survie (Godwin *et al.* 2015). Plusieurs mécanismes potentiels par lesquels le pou du poisson pourrait réduire la valeur adaptative des saumons rouges juvéniles (p. ex. réduction de la compétitivité, évitement des prédateurs) ont été envisagés, y compris une déficience visuelle/natatoire, une endurance réduite et un comportement antagoniste de poissons plus gros ou plus dominants (Godwin *et al.* 2015). On sait également que les saumons juvéniles infectés occupent des positions périphériques dans les bancs de poissons, ce qui peut entraîner des niveaux de risque de prédation plus élevés (Krkošek *et al.* 2011). Le niveau de prédation du saumon rouge par les pinnipèdes peut être exacerbé par des niveaux élevés d'infection par le pou du poisson, en particulier pour les juvéniles en dévalaison qui semblent être ciblés par les phoques communs (voir la section précédente). Les répercussions du pou du poisson sur le saumon rouge du fleuve Fraser sont très incertaines, et l'absence d'une évaluation des risques par les pairs est une recherche nécessaire soulignée (annexe C).

On s'inquiète également des déchets générés par l'aquaculture en parcs en filet, qui sont généralement classés comme matières organiques et inorganiques (Ayouqi *et al.* 2021). Les déchets organiques provenant des déjections du saumon et de la nourriture non consommée

¹⁴Pêches et Océans Canada. 2020. [Sommaires des évaluations des risques pour la région des îles Discovery](#).

produisent des concentrations élevées de carbone organique particulaire, d'azote et de phosphore (Wang *et al.* 2012), tandis que les matières inorganiques telles que l'ammonium et le phosphate provenant des processus métaboliques et respiratoires se présentent sous la forme d'azote inorganique dissous et de phosphore, respectivement (Reid *et al.* 2013; Ayouqi *et al.* 2021). L'enrichissement organique augmente la consommation d'oxygène dans les sédiments et la colonne d'eau, et la diminution de la concentration d'oxygène qui en résulte, conjuguée à l'étouffement physique des organismes, peut modifier les voies des bactéries et des invertébrés benthiques locaux et dégrader l'écosystème local (Backman *et al.* 2009; Wang *et al.* 2012; Ayouqi *et al.* 2021). De plus, l'appauvrissement en oxygène facilite la libération du sulfure d'hydrogène des sédiments, qui est toxique pour tous les poissons (Hargrave 2010).

Malgré la grande incertitude qui entoure les effets susmentionnés de la prédation par les pinnipèdes et des maladies associées à l'aquaculture en parcs en filet, on s'attend à ce que toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser soient touchées. On estime que, bien que la prédation et la maladie puissent avoir un faible niveau d'impact (c.-à-d. un déclin de moins de 10 % de la population), il est possible que des effets cumulatifs (p. ex. des infections réduisant la capacité d'évitement des prédateurs et la compétitivité) aient des impacts plus grands, mais plus incertains (baisse de 1 à 30 % de la population). Comme nous l'avons vu à la section 3.1.4, la majorité des saumons rouges du fleuve Fraser (surtout les variantes de type lacustre) migrent rapidement vers le nord à partir du détroit de Georgie et longent la côte est de l'île de Vancouver ou la côte de la Colombie-Britannique. À l'inverse, les variantes de type océanique ont un temps de résidence plus long dans le détroit de Georgie et on pense qu'elles empruntent surtout le sud du détroit de Juan de Fuca pour parvenir dans l'océan. Ces deux voies migratoires différentes entraînent une exposition différente de ces poissons aux activités d'aquaculture, et on a émis l'hypothèse que le saumon rouge de type océanique ne décline pas au même degré que le saumon rouge du fleuve Fraser de type lacustre, car il est moins exposé à l'aquaculture (Morton et Routledge 2016). Il est également possible que le temps de séjour prolongé dans le détroit de Georgie augmente le risque de prédation par les pinnipèdes du saumon rouge de type océanique par rapport au saumon rouge de type lacustre qui traverse rapidement la région. Malgré les différences dans le cycle biologique et l'exposition, le même niveau d'impact (de 1 à 30 %) a été choisi en raison de la petite taille de la population, car même des pertes d'un petit nombre de poissons peuvent représenter un déclin global important.

4.1.8.3. Introduction de matériel génétique

La menace posée par l'introduction de matériel génétique comprend les organismes ou les gènes modifiés ou transportés par les humains, notamment les effets génétiques des salmonidés d'écloserie (catégorie de menaces 8.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

La menace posée par l'introduction de matériel génétique concerne principalement les activités d'écloserie ou de mise en valeur en cas d'interactions entre les poissons d'écloserie et les poissons sauvages. La mise en valeur dans les écloseries est devenue un outil important pour accroître les prises d'espèces de poissons exploitées et augmenter ou rétablir les populations sauvages déprimées (Ford *et al.* 2002). Cependant, même si la mise en valeur du saumon est efficace pour produire des poissons destinés à la récolte, on n'a pas encore déterminé clairement si ces programmes sont un avantage ou un obstacle au rétablissement des populations sauvages en péril (Chilcote *et al.* 2011; Price 2012). Les programmes de mise en valeur et d'écloserie peuvent réduire la diversité génétique des poissons d'écloserie en produisant des cohortes à partir de plus petits groupes génétiques et en les exposant à différentes pressions sélectives et artificielles présentes dans les écloseries (Gardner *et al.* 2004; Grant 2012). Les poissons d'écloserie peuvent ensuite se croiser avec les individus sauvages, ce qui entraîne une diminution de la valeur adaptative et limite l'adaptabilité des

populations dans les générations futures en raison de la réduction de la diversité génétique (Waples 1991; Gardner *et al.* 2004).

La mise en valeur dans les écloseries a été effectuée par le passé pour plusieurs UD du saumon rouge du fleuve Fraser (p. ex. lacs Chilko (UD3, UD4) et Adams (UD18)) et deux programmes d'écloserie sont toujours actifs pour le lac Cultus (UD6 Cultus-TL) et la haute Pitt (UD15 Pitt-DE; Cohen 2012b; COSEPAC 2017a). Pourtant, la grande majorité des activités actuelles de mise en valeur comportent l'utilisation de chenaux de ponte pour accroître la survie du stade de l'œuf à celui d'alevin (Stephen *et al.* 2011; Cohen 2012a; COSEPAC 2017a). Cependant, à la suite du glissement de terrain de Big Bar dans le cours principal du Fraser (2018), des travaux de mise en valeur dans des écloseries ont été entrepris pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser les plus à risque, l'UD2 Bowron-DE et l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart. En 2019, 177 saumons rouges adultes à montaison hâtive dans la Stuart ont été prélevés dans le Fraser, en aval du glissement de terrain, et transportés dans la vallée du Fraser, où ils ont été gardés jusqu'à ce qu'ils atteignent la maturité et que l'on puisse collecter les œufs et la laitance¹⁵. Ces œufs ont été incubés et élevés à l'écloserie du ruisseau Inch jusqu'en octobre 2020, puis les poissons ont été relâchés dans des zones du bassin versant de la rivière Stuart. En 2020, on a capturé des saumons rouges adultes à montaison hâtive dans la Stuart (n=360) et de la rivière Bowron (n=44) en aval de Big Bar et on les a transportés au laboratoire de recherche de Cultus Lake. Les alevins ainsi obtenus seront relâchés dans des frayères historiques au début et à la fin de l'été 2021. On a également tenté sans succès de collecter des stocks de géniteurs dans l'UD22 Taseko-DE, et il y aura probablement d'autres tentatives dans les années à venir étant donné sa faible abondance. Ces activités de mise en valeur en écloserie visent en grande partie à empêcher la disparition de ces UD, mais on s'inquiète aussi beaucoup des effets de la production des écloseries sur la diversité génétique et la valeur adaptative (Murphy *et al.* 2020). Les répercussions de ces activités au niveau de l'UD sont actuellement inconnues et ne sont pas prises en compte dans le classement des menaces, mais nous soulignons qu'il s'agit d'une source d'incertitude qui nécessite des recherches futures.

Contrairement aux écloseries qui incubent des œufs de poissons et élèvent des juvéniles dans des conditions artificielles, les chenaux de ponte permettent la sélection sexuelle en fonction des différences phénotypiques pendant la fraie, ce qui réduit considérablement le risque d'effets génétiques négatifs sur les populations sauvages adjacentes (Kynard *et al.* 2011; Price 2012). Cependant, dans certains cas, des événements imprévus ou des mesures concernant le fonctionnement des chenaux de ponte peuvent entraîner des pressions sélectives sur la reproduction qui pourraient avoir des effets génétiques. Par exemple, les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD16 Quesnel-E sont retardés par la barrière de déviation dans le chenal de ponte de la rivière Horsefly, ce qui les a forcés à frayer en aval de leur habitat natal dans les tronçons supérieurs du réseau hydrographique. L'UD10 Harrison (amont)-T est un stock qui a été rétabli avec un chenal de ponte après avoir frôlé l'extinction au milieu du XX^e siècle, et presque tous les saumons rouges de cette UD frayent maintenant dans le chenal plutôt que dans leur habitat natal dans le bassin versant du ruisseau Weaver. À l'heure actuelle, aucune information n'indique que ces populations subissent des effets génétiques négatifs au niveau de l'UD, et ils ne sont pas considérés comme une menace dans l'évaluation du potentiel de rétablissement; pourtant, nous soulignons le potentiel de pressions sélectives contre nature dans tout scénario où la fraie ou la croissance est influencée par des facteurs anthropiques.

¹⁵ [Mise à jour concernant l'éboulement à Big Bar](#), 16 octobre 2020.

Tableau 23. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Espèces non indigènes/exotiques envahissantes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Espèces exotiques/non indigènes envahissantes

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 24. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Espèces indigènes problématiques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Espèces indigènes problématiques

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 25. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Introduction de matériel génétique pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Introduction de matériel génétique

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable

4.1.9. Pollution et contaminants

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

Une grande partie de l'information contenue dans les sections suivantes sur la pollution a été résumée dans les récentes évaluations du potentiel de rétablissement pour le saumon coho du Fraser intérieur et le saumon chinook du Fraser. L'information fournie dans ces rapports est très pertinente pour le saumon rouge du fleuve Fraser en raison du chevauchement de leur habitat dans le bassin versant du Fraser.

Les menaces découlant de la pollution comprennent l'introduction de matières exotiques ou excédentaires ou d'énergie provenant de sources ponctuelles et diffuses, y compris des éléments nutritifs, des produits chimiques toxiques et des sédiments. De nombreuses sources existent pour le bassin versant du Fraser; la pollution est donc divisée en plusieurs catégories : Eaux usées domestiques et urbaines; Effluents industriels et militaires; Effluents agricoles et forestiers; Détritus et déchets solides; et Polluants atmosphériques. Les contaminants visés par ces catégories comprennent les solides en suspension, les sels de voirie et le sable, l'ammoniac et d'autres produits chimiques à base d'azote, les produits chimiques à base de phosphore, les métaux lourds (cuivre, zinc, arsenic, etc.), les phénols, les hydrocarbures polyaromatiques (HPA) et autres hydrocarbures, les perturbateurs du système endocrinien (p. ex. hormones comme l'œstrogène, 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). Bon nombre de ces contaminants proviennent de sources multiples et s'accumulent en se mélangeant dans l'environnement, de sorte que les effets de chacun sont extrêmement difficiles à différencier les uns des autres. Dans cette section, nous abordons d'abord les effets potentiels de l'exposition aux contaminants sur le saumon rouge du fleuve Fraser, puis les sources connues de pollution provenant des différentes catégories et la menace correspondante prévue pour le saumon rouge du fleuve Fraser.

De nombreux contaminants persistent dans l'environnement, peuvent parcourir de longues distances et ont tendance à s'accumuler dans les sédiments et les réseaux trophiques. Par exemple, des polluants organiques persistants (POP) comme les biphényles polychlorés (BPC), les hydrocarbures polyaromatiques (HPA) et d'autres composés organiques halogénés (p. ex. le dichlorodiphényltrichloroéthane [DDT] et les dioxines) 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 observés chez des lottes (*Lota lota*) dans les 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 d'autres polluants organiques persistants (p. ex. dieldrine, hexachlorocyclohexanes, chlordanes, endosulfanes et toxaphène) utilisés autrefois dans le bassin ont été observés dans les tissus musculaires des poissons (Raymond et Shaw 1997). Les concentrations de BPC peuvent être les plus élevées dans les estuaires en raison des dépôts de sédiments par les cours d'eau, mais ces produits ont également été décelés dans les eaux d'amont du Fraser (Gray et Tuominen 1999). La source probable de ces POP à des altitudes plus élevées est le transport et les dépôts atmosphériques à grande distance combinés au rejet de dépôts historiques de contaminants provenant de la fonte des glaciers et des névés. Ces contaminants ne proviennent pas uniquement de sources locales; on estime que le temps de transport des contaminants atmosphériques de l'Asie vers l'Amérique du Nord est de 5 à 10 jours seulement (Ross *et al.* 2013). Dans un contexte de réchauffement climatique

planétaire, le rejet de contaminants provenant des dépôts glaciaires dans les eaux d'amont pourrait augmenter et exposer les stades plus jeunes et plus vulnérables du saumon rouge du fleuve Fraser aux POP. De plus, les BPC et d'autres POP sont toujours présents dans les produits de consommation, et même s'ils sont produits à des taux beaucoup plus faibles, leur nature persistante leur permet de s'accumuler dans les environnements.

Pour toutes les catégories de pollution, à l'exception des débris et déchets solides (4.1.9.4), la même justification du classement de la menace et de la certitude causale est invoquée dans les précédentes évaluations du potentiel de rétablissement sur les saumons du Pacifique remontant dans le Fraser (saumon chinook du Fraser, saumon coho du Fraser intérieur). Bien que des données probantes établissent un lien entre divers polluants et un déclin au niveau de la population pour le saumon rouge du fleuve Fraser et le saumon du Pacifique remontant dans le bassin versant du Fraser (niveau moyen de certitude causale), peu de données *in situ* sur l'UD ou même des impacts au niveau de l'unité de gestion mèneraient à des niveaux élevés d'incertitude dans le classement des menaces. En ce qui concerne les débris et déchets solides, des données probantes théoriques semblent indiquer des déclins au niveau de la population pour le saumon rouge du fleuve Fraser (faible niveau de certitude causale), mais il n'existe pas de données quantifiables à l'appui. Le classement des menaces et les incertitudes connexes sont décrits plus en détail dans chaque section.

4.1.9.1. Eaux usées domestiques et urbaines

Cette section comprend les menaces découlant des eaux usées, des eaux de ruissellement de sources diffuses provenant des habitations et des zones urbaines et qui contiennent des éléments nutritifs, des produits chimiques toxiques ou 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 région entourant le bas Fraser, qui génère de ce fait beaucoup d'eaux usées 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 de 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 2018¹⁶; Li et Cruikshank 2018¹⁷). Les métaux lourds, comme le cuivre provenant des véhicules, peuvent s'accumuler sur les routes et pénétrer dans les émissaires d'évacuation d'égouts combinés. La poussière provenant des routes et des zones où la circulation est intense peut également agir comme vecteur de sédiments fins et de contaminants (p. ex. les HPA et les métaux lourds) vers les réseaux aquatiques (Gjessing *et al.* 1984). Comme il a été mentionné, c'est dans la région métropolitaine de Vancouver que la population et la quantité d'effluents sont les plus importantes, mais les contaminants peuvent parcourir de grandes distances et s'accumuler à partir de diverses sources. Les menaces que représentent les

¹⁶ Cruikshank. 2018. Article pour le *Star Vancouver* : « [Untreated sewage pollutes water across the country](#) ».

¹⁷ Li et Cruikshank. 2018. Article pour *StarMetro* : « [Sewage problems must be fixed if Vancouver wants to be a global role model, say advocates](#) ».

contaminants urbains dépendent 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 pas encore d'une station d'épuration pleinement opérationnelle. Une évaluation plus approfondie de cette menace exigera une collaboration avec les municipalités et Environnement et Changement climatique Canada.

La pollution urbaine constitue une menace importante pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser, car tous les saumons rouges doivent migrer deux fois par le bas Fraser et parfois y grandir en tant que juvéniles pendant de longues périodes (les UD de type océanique). Les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD24 (Widgeon-type fluvial) sont probablement les plus exposés à la pollution urbaine en raison de leur séjour prolongé dans le bas Fraser avant la migration dans l'océan. Ceux qui migrent à travers des zones peuplées plus en amont (p. ex. UD16 Quesnel-E, UD20/UD21 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart/Été) peuvent également rencontrer des sources de pollution urbaine provoquant des impacts supplémentaires. Des données probantes indiquent que l'exposition à des contaminants domestiques et urbains (produits pharmaceutiques, produits de soins à domicile et de soins personnels, etc.) a des effets indésirables, directs et indirects, mais il est difficile de séparer ces effets des facteurs concomitants. Une incertitude considérable entoure donc le niveau d'impact agrégé, et une fourchette d'incertitude de faible à moyenne a été choisie pour représenter ce niveau (baisse de 1 à 30 %). Le groupe a estimé que des pertes supérieures à 10 % étaient plausibles en cas d'incident de pollution grave, en particulier pour les UD dont l'abondance est extrêmement faible (c.-à-d. UD24 Widgeon-type fluvial).

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 nombreuses installations de traitement ont été mises à niveau entre 1980 et 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 ces usines disposent souvent d'installations de traitement sur place. Les lois fédérales et provinciales adoptées à la fin des années 1980 et dans les années 1990 ont accru les programmes obligatoires de surveillance des effluents et le traitement des rejets afin de réduire les niveaux de dioxines, de furanes et du total des matières solides en suspension, diminuant ainsi parfois les contaminants de 99 %. Les installations de préservation du bois représentaient une grande proportion des rejets industriels autres que ceux des usines de pâtes et papiers, en utilisant des fongicides antitache colorée de l'aubier comme le chlorure de didécylidiméthylammonium (qui est également utilisé comme pesticide en Colombie-Britannique). Là encore, la législation et les changements opérationnels ont permis de réduire la quantité d'antitache 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 de services publics contiennent des produits chimiques comme 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 historique de créosote

dans le sol lors d'opérations anciennes a créé d'importants réservoirs souterrains de contaminants qui s'infiltrèrent lentement dans les systèmes 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. Il y a sept mines de métaux dans le bassin versant du fleuve 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, la 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, 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 ou abandonnées dans le bassin versant du Fraser. Les déversements accidentels de résidus miniers et découlant du transport des ressources peuvent avoir des répercussions sur le saumon rouge du Fraser dans le fleuve. La récente rupture de la digue de la mine du Mount Polley pourrait avoir plusieurs impacts négatifs sur les saumons rouges du Fraser de l'UD16 (Quesnel-E) qui utiliseront le lac Quesnel et ses affluents, ou qui traverseront le lac durant leur migration, pendant des années à venir. Cette rupture a entraîné le rejet d'environ 25 millions de mètres cubes d'effluents de résidus miniers de cuivre et d'or dans le lac Polley, le ruisseau Hazeltine et le lac Quesnel (Klemish *et al.* 2019). Entre l'occurrence de la catastrophe et septembre 2018, on estime que 10,8 millions de mètres cubes supplémentaires d'effluents ont été rejetés dans le bras ouest du lac (MPMC 2018), et continuent d'avoir des répercussions sur l'écosystème du lac Quesnel (examen détaillé à la section 4.1.3.1). Les changements aigus de turbidité et d'autres polluants en suspension peuvent causer des traumatismes physiologiques (comme l'abrasion des branchies), une incidence accrue des maladies et des changements de comportement (Bisson et Bilby 1982; Nikl *et al.* 2016). Si les sédiments de cuivre demeurent en suspension ou deviennent en suspension, ils peuvent aussi avoir des impacts sur les systèmes chimiosensoriels des salmonidés juvéniles, avec des effets comportementaux durables et néfastes (Sandahl *et al.* 2007). Les concentrations de métaux dans l'eau, les sédiments et les tissus des poissons concordent avec celles relevées dans d'autres études qui ont révélé une toxicité des métaux, dont les effets comprennent la mortalité, une croissance réduite et la dégradation chimiosensorielle du biote aquatique (Klemish *et al.* 2019). On a découvert dans le saumon rouge du fleuve Fraser et la truite arc-en-ciel dans le bras ouest du lac Quesnel des métaux accumulés à des concentrations qui sont toxiques pour d'autres espèces de poissons, et la diversité des communautés d'invertébrés benthiques semble avoir diminué après la brèche (les effets sur le plancton et d'autres espèces aquatiques sont actuellement inconnus; Klemish *et al.* 2019). Un « verdissement » récurrent et visible est également devenu apparent dans le lac depuis l'automne 2014, et est clairement visible sur les images par satellite (Hamilton *et al.* 2020). Les effets à court terme ont probablement été limités au saumon rouge de l'UD16, mais il pourrait y avoir des effets en aval dans l'avenir. On ignore pour l'instant les répercussions à long terme sur l'écosystème du lac Quesnel, mais elles pourraient être importantes et néfastes.

La poussière de charbon provenant de la production et du transport contient d'abondantes matières particulaires, des métaux lourds et des polluants organiques tels que les HPA (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 ou le transport (piles de stockage, courroies de convoyeur, wagons) et des déraillements de trains. L'exposition aux extraits de poussière de charbon peut déclencher un déséquilibre oxydatif dans les systèmes biologiques, entraînant des dommages cellulaires et l'apparition 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)¹⁸. 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; Johnson et Bustin 2006), ce qui indique un important transfert atmosphérique dans le milieu environnant. Les saumons rouges du fleuve Fraser sont probablement exposés à la pollution associée à la poussière de charbon pendant une période limitée dans l'estuaire du Fraser et dans les segments inférieurs du fleuve où la production et le transport de charbon sont les plus importants. On ignore actuellement les répercussions de la pollution par le charbon sur le saumon rouge du fleuve Fraser au niveau de l'UD, mais les effets devraient être négatifs.

Le transport de bitume dilué (dilbit) dans les pipelines et les zones côtières peut avoir des impacts négatifs en cas de fuite ou de déversement. Les produits du dilbit varient de par les proportions et les types de HPA, de composés aromatiques polycycliques (CAP) et de par leur poids moléculaire, provoquant des embryotoxicités variables (Alsaadi *et al.* 2018). Cette variabilité accroît donc l'incertitude des répercussions d'un déversement de bitume dilué. Deux études de la toxicité du dilbit sur le saumon ont été réalisées sur les tacons de saumon rouge (Alderman *et al.* 2017a, 2017b). Les auteurs ont constaté que les tacons souffraient d'une réduction de la performance nataoire et d'une augmentation des taux de lésions cellulaires, qui entraîneraient vraisemblablement une mortalité accrue aux stades ultérieurs. Une étude sur des œufs de saumon rose exposés à des concentrations sublétales de HPA (pas sous la forme de dilbit) a révélé 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 de plus de 50 % (Heintz *et al.* 2000). Le pipeline TransMountain longe la partie supérieure du haut Fraser, toute la Thompson Nord, une partie de la basse Thompson (la rivière Coldwater) et le bas Fraser. Les déversements sur le sol peuvent aussi représenter une menace inconnue si le dilbit ou ses composantes s'infiltrent dans les eaux souterraines et sont transportés dans les cours d'eau et le milieu hyporhéique d'incubation en faibles concentrations, mais sur une longue période. Le bitume dilué est aussi transporté par rail, et les déraillements de trains constituent un risque le long de plusieurs voies ferrées 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 des substances caustiques qui peuvent tuer des centaines de milliers de poissons (Ross *et al.* 2013). On peut en prendre comme exemple le déraillement de train survenu le long de la rivière Cheakamus en 2005, lors duquel 41 000 litres d'hydroxyde de sodium ont été déversés dans la rivière, tuant presque tous les poissons en aval du déversement (Melville et McCubbing 2007). Une voie ferrée est exploitée près de la rive à l'intérieur de l'UD17 Seton-T, et le long de segments de la rivière Thompson et du Fraser; des déversements directs dans les cours d'eau auraient probablement des répercussions graves, catastrophiques à l'emplacement de l'accident, mais aussi chroniques et de longue durée si les contaminants pénètrent dans les eaux souterraines ou s'accumulent dans les sédiments.

¹⁸ Terminaux de Westshore. 2019. [Premier Mover of Coal](#).

Il existe une multitude de sources industrielles de pollution qui ont probablement des impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser, mais ces répercussions sont difficiles à quantifier avec certitude. De plus en plus de données probantes permettent de penser que l'exposition à une variété de contaminants d'origine industrielle (BPC, HPA, etc.) peut entraîner des mortalités directes et indirectes, et influencer sur la survie. Tous les saumons rouges du fleuve Fraser transitent deux fois par le bas Fraser et l'estuaire, et sont donc exposés à toute la pollution présente dans ces régions. D'autres sources de pollution provenant de la mise en valeur, de l'extraction des ressources et du transport en amont du bas Fraser pourraient avoir des répercussions supplémentaires, mais il n'y a actuellement pas suffisamment de données probantes pour estimer les déclinés au niveau de l'UD. La rupture d'un bassin de résidus au Mount Polley pourrait avoir des effets importants à long terme sur le saumon rouge du fleuve Fraser dans le bassin versant de la rivière Quesnel et pourrait représenter une menace importante en aval à l'avenir. Compte tenu des nombreuses sources de pollution industrielle et de l'incertitude entourant les impacts, une fourchette d'incertitude faible-moyenne (1 à 30 %) a été choisie, car même si le groupe pensait qu'il était plausible que les impacts soient inférieurs à 10 %, ils peuvent être plus élevés sur toutes les UD (11 à 30 %) en cas de déversement majeur, en particulier pour les UD dont l'abondance est faible et qui ne comptent qu'une seule frayère (l'UD10 Harrison (amont)-T, l'UD17 Seton-T et l'UD24 Widgeon-type fluvial). Comme dans le cas de la pollution urbaine, l'UD24 est probablement la plus menacée par la contamination industrielle en raison du temps de résidence prolongé dans le bas Fraser avant la migration dans l'océan.

4.1.9.3. Effluents agricoles et forestiers

Cette menace comprend les polluants aquatiques provenant des systèmes agricoles, sylvicoles et aquatiques, notamment les éléments nutritifs, les produits chimiques toxiques et les sédiments, y compris les effets de ces polluants sur le site où ils sont appliqués (catégorie de menaces 9.3 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

La contamination par l'agriculture et la foresterie comprend les sédiments, les nutriments et une variété de produits chimiques toxiques comme les pesticides et les herbicides. Cette catégorie englobe également les incendies de forêt, qui peuvent exacerber les effets des effluents des secteurs agricole et forestier et introduire des produits chimiques toxiques dans les écosystèmes aquatiques du fait de la gestion des feux de forêt (c.-à-d. les produits ignifuges déversés par voie aérienne).

La fréquence et l'ampleur de la sédimentation pouvant découler de l'élimination de la végétation résultant de l'exploitation forestière sont fondées sur 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 pratiques d'exploitation forestière peuvent déstabiliser les sédiments et accroître la sédimentation dans l'habitat du poisson adjacent et en aval, avec le risque accru de glissements de terrain pouvant se répercuter sur la connectivité (Wise *et al.* 2004). En outre, les forêts et les sols touchés par le feu peuvent aussi subir une augmentation des taux de sédimentation et des effets exacerbés de l'exploitation forestière. Le pâturage par les bovins est une autre source importante d'apport de sédiments dans les cours d'eau en raison de la déstabilisation des berges et de l'érosion accrue de la surface (Rhodes *et al.* 1994). Les sédiments et leurs effets peuvent être généralement séparés en sédiments fins et grossiers. Les sédiments fins ont des impacts plus directs que les sédiments grossiers, principalement en raison de leur intrusion et parce qu'ils réduisent la survie des œufs en limitant la circulation de l'oxygène et empêchent les alevins de sortir des nids de salmonidés (Chapman 1988; Meehan 1991). Ils ont aussi d'autres effets, comme des changements de la productivité primaire et secondaire, de l'échange hyporhéique et des taux de floculation, qui ont tous des

interactions complexes et dont les répercussions varient souvent d'un système à l'autre (Meehan 1991; Moore et Wondzell 2005).

La charge d'éléments nutritifs provenant de la fertilisation des terres agricoles et de la replantation des arbres, ou les excréments du bétail qui enrichissent les effluents, peuvent également avoir des répercussions sur les saumons juvéniles et leur habitat. L'augmentation des nutriments ou de la charge organique d'un écosystème aquatique peut entraîner une augmentation de la productivité biologique, la sédimentation des matières organiques non utilisées et des changements dans la composition de la communauté (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, pouvant empêcher les saumons juvéniles d'utiliser ces habitats (Gordon *et al.* 2015). Il y a peu de preuves que cela se produit dans le Fraser intérieur (bien qu'Environnement et Changement climatique Canada dispose de données pour cette analyse); cependant, on sait que les affluents du bas Fraser s'eutrophisent (Gordon *et al.* 2015). Par exemple, la demande biologique en oxygène (DBO) provenant des déchets fécaux agricoles a suffisamment fait diminuer les niveaux d'oxygène pour tuer des saumons kétas adultes plusieurs fois dans le ruisseau Chilqua (C. Parken comm. pers. 2019). Les éléments nutritifs peuvent aussi avoir un effet bénéfique sur la productivité primaire et secondaire. On a déjà eu recours à des ajouts d'éléments nutritifs pour mettre en valeur des stocks dans des lacs et des cours d'eau, mais ils ont parfois des conséquences imprévues en augmentant les taux de prédation, qui masquent leurs avantages (Hyatt *et al.* 2004a, Collins *et al.* 2016). Il n'y a actuellement aucune mise en valeur par les éléments nutritifs 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, et peuvent avoir différents effets négatifs lorsqu'ils sont introduits dans les milieux aquatiques. Ces produits chimiques entrent principalement dans les catégories générales des organochlorés (p. ex. DDT, endosulfane, cyclodiènes), des organophosphates (p. ex. glyphosate ou Roundup), des chlorophénoxy (p. ex. 2, 4-D) et les triazènes (p. ex. atrazine). Comme il est indiqué dans la section sur les effluents industriels, les composés organochlorés se biodégradent lentement et persistent dans l'environnement. Les pesticides organochlorés utilisés avant les années 1980 (c.-à-d. le DDT) sont toujours présents dans les sédiments du Fraser (les concentrations les plus élevées se rencontrant dans le bas Fraser) et ont également été observés chez des lottes (*L. lota*) dans les lacs Chilko, Nicola et Kamloops (Garette 1980; Gray et Tuominen 1999). D'autres composés organochlorés (c.-à-d. autres que le DDT) ont également été trouvés dans les eaux de fossés agricoles reliés aux affluents du bas Fraser que le saumon utilise (Wan *et al.* 2005). Le glyphosate est utilisé en agriculture et en foresterie. Il existe des lois qui interdisent son utilisation près 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 aussi 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 toujours des concentrations létales pour le saumon juvénile (Mitchell *et al.* 1987). Les herbicides de type chlorophénoxy et les triazènes sont aussi transportés dans les cours d'eau par l'eau de pluie, mais peuvent persister plus longtemps que les organophosphates et s'accumuler dans les sédiments (Hill *et al.* 1990; Solomon *et al.* 2008). Les contaminants susmentionnés (et d'autres) ont été observés dans les bassins hydrographiques du Fraser intérieur et du bas Fraser (Gray et Tuominen 1999), mais des études plus régulières et plus intensives sont nécessaires pour comprendre leurs impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser.

On s'attend à ce que les feux de forêt soient de plus en plus fréquents en raison des changements climatiques, ce qui entraînera une augmentation correspondante 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 ruissellement de surface, une mauvaise application depuis l'aéronef ou pendant les exceptions aux restrictions d'application pendant les incendies extrêmes (Buhl et Hamilton 1998). Les produits ignifuges contiennent des sels inorganiques comme le phosphate de diammonium et le polyphosphate d'ammonium, et sont les principales substances toxiques qui entraînent la formation d'ammoniac non ionisé dans la colonne d'eau (Buhl et Hamilton 1998; Dietrich *et al.* 2014). L'ammoniac existe sous forme ionisée (NH_4^+) et non ionisée (NH_3^0) lorsqu'il est dissous dans les eaux de surface; la première de ces formes ne traverse pas facilement les branchies des poissons et est moins biodisponible que la forme ionisée (Francis-Floyd *et al.* 2009). L'ammoniac peut être extrêmement toxique pour les poissons, principalement en raison de son effet sur le système nerveux central, aussi appelé « intoxication aiguë à l'ammoniac », qui peut entraîner une perte d'équilibre, une hyperexcitabilité, une augmentation de la respiration, du débit cardiaque et de l'absorption d'oxygène et, dans des cas extrêmes, des convulsions, le coma et la mort (United States Environmental Protection Agency [USEPA] 1989; Randall et Tsui 2002). Des concentrations plus faibles d'ammoniac peuvent provoquer une réduction du taux d'éclosion, du taux de croissance et du développement morphologique, en plus de causer des changements pathologiques dans les tissus des branchies, des foies 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 indique que le niveau de risque est accru dans les petits cours d'eau dans les régions où les températures sont élevées. Les effets néfastes cumulatifs des produits ignifuges comprennent non seulement la mortalité aiguë immédiatement après une mauvaise application, mais aussi la mortalité différée lorsque le saumon exposé entre dans l'eau de mer (Dietrich *et al.* 2013).

Comme pour les catégories de pollution précédentes, de nombreuses sources de contamination agricole devraient avoir des effets cumulatifs négatifs sur le saumon rouge du fleuve Fraser, finissant par réduire sa survie. Ce devrait être le cas pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser, mais en raison du manque de recherche et de l'incertitude entourant les répercussions, la pollution liée à la foresterie et à l'agriculture aura probablement des impacts allant de faibles à moyens au niveau de l'UD (1 à 30 %). Il est peu probable que les diminutions au niveau de l'UD se situent près de la limite supérieure de la fourchette (30 %); toutefois, en cas de déversement ou de rejet d'effluents majeur, ce pourcentage pourrait être supérieur à 10 %. Cela est particulièrement vrai pour les UD où l'abondance est faible et qui n'ont qu'une seule ou quelques frayères.

4.1.9.4. Détritus et déchets solides

Cette catégorie de menaces comprend les détritiques et les autres matières solides, y compris ceux dans lesquels la faune peut s'empêtrer, notamment les déchets municipaux, les déchets des voitures, les débris ou objets jetés à la mer provenant des embarcations de plaisance, les déchets dans lesquels la faune peut s'empêtrer, les débris de construction, les engins de pêche abandonnés, 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 ils deviennent un important contaminant préoccupant en raison de leur abondance dans le monde entier et de leur répartition généralisée (Desforges *et al.* 2015). L'ingestion de microplastiques est considérée comme une menace physique, car l'accumulation de plastique peut bloquer le tractus intestinal et entraîner la mortalité. Les microplastiques représentent également une menace pour les espèces proie planctoniques du saumon, car les particules peuvent s'empêtrer dans les appendices d'alimentation ou bloquer

ou abraser les organes internes, ce qui entraîne une réduction de l'alimentation, un mauvais état, des blessures et la mortalité (Cole et Newton 2013). Les espèces qui mangent à l'aveugle dans la colonne d'eau peuvent être particulièrement à risque parce qu'elles risquent de confondre les microplastiques avec des aliments naturels de la même taille (Desforges *et al.* 2015). Il a été suggéré que le zooplancton qui s'alimente par suspension et par filtration est le plus exposé aux microplastiques, car ces modes d'alimentation sont utilisés pour concentrer les aliments à partir de grandes quantités 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 pour la transmission des microplastiques aux niveaux trophiques supérieurs, comme le saumon du Pacifique. Cette étude a démontré que deux types de zooplancton d'une importance critique pour le saumon, les copépodes et les euphausiacés, ingèrent des microplastiques en haute mer, et que ces contaminants s'accumulent par la suite chez les poissons qui ont consommé ces organismes. L'exposition aux microplastiques peut être considérable pour les espèces de saumon du Pacifique; on estime que les juvéniles consomment de 2 à 7 particules de microplastique par jour, et que les saumons adultes qui reviennent en absorbent 91 par jour. Bien que les auteurs concluent que cette étude est spéculative, ils donnent une idée de l'échelle possible de l'exposition aux microplastiques et soulèvent des questions au sujet des risques pour les populations d'espèces importantes sur les plans écologique et économique (Desforges *et al.* 2015). Des recherches plus récentes sur l'écologie de la quête d'alimentation chez les saumons rouges juvéniles ont révélé la présence de microplastiques (morceaux de plastique de 5 mm ou moins) dans 3,1 % de tous les échantillons d'estomac (James 2019), ce qui indique des répercussions potentielles, mais inconnues, sur la survie du saumon rouge du fleuve Fraser. D'autres recherches sont nécessaires pour quantifier les effets des microplastiques sur le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres saumons du Pacifique, mais les effets devraient être négatifs.

Des filets de pêche, des cordages et des pièges sont souvent perdus lors de tempêtes ou d'accrochages, ou lorsqu'ils sont endommagés, et peuvent blesser les poissons et d'autres animaux. Les engins de pêche perdus peuvent continuer à capturer des poissons dans la colonne d'eau, ce qui peut à son tour attirer des prédateurs qui risquent également de s'empêtrer. On estime que 800 000 tonnes d'engins de pêche 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)¹⁹.

D'autres recherches sur les effets des détritiques et des déchets solides (microplastiques et engins de pêche abandonnés) sont nécessaires pour estimer le niveau des impacts; par conséquent, un niveau inconnu a été appliqué à cette menace. Cependant, on prévoit que les répercussions globales seront négatives pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser et qu'elles augmenteront probablement à l'avenir.

4.1.9.5. Polluants atmosphériques

Cette catégorie de menaces comprend les polluants atmosphériques de sources ponctuelles et diffuses, notamment les pluies acides, le brouillard provoqué par les 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 produits chimiques en suspension dans l'air qui peuvent être photodégradés par les rayons du soleil, déposés secs ou humides sur le sol ou absorbés dans les gaz (Blais 2005). Certains contaminants comme les BPC, les dioxines, les

¹⁹ Emerald Sea Protection Society 2019. [Lost Fishing Gear - A Global Challenge](#).

furanes, le DDT, la dieldrine, les chlordanes et l'hexachlorobenzène ont une capacité extraordinaire de transport sur de longues distances, comme le démontre la présence de ces contaminants dans les réseaux trophiques des régions éloignées du Nord du Canada où ils ne sont pas produits (Dewailly *et al.* 1989; Gilman *et al.* 1997; Blais 2005). D'autres contaminants atmosphériques, comme la poussière de charbon provenant des wagons chargés, des convoyeurs à courroie et des trains revenant à vide pendant les processus de chargement, peuvent être introduits dans l'environnement voisin (Johnson et Bustin 2006). L'accumulation de neige est également une importante source de contaminants dans les lacs de montagne (Blais *et al.* 2001), la charge maximale de contaminants se produisant habituellement pendant la période de fonte des neiges (Blais 2005). Les flocons de neige sont des récupérateurs très efficaces de 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 de nouveau dans l'air à mesure que le manteau neigeux évolue, tandis que les composés plus solubles dans l'eau (comme les hexachlorocyclohexanes) ont tendance à se dissoudre dans l'eau de fonte et à revenir dans le sol à mesure que la neige fond (Wania 1997; Blais 2005). Les taux rapides de fonte des neiges entraînent généralement un pic de contaminants dans les cours d'eau et les lacs de surface (Blais *et al.* 2001). Les contaminants atmosphériques constituent une menace importante pour le saumon rouge du fleuve Fraser (Blais 2005). Bien qu'il existe de plus en plus de preuves indiquant que la pollution atmosphérique peut contribuer au déclin des conditions environnementales, le niveau d'impact de cette menace est très incertain. Comme pour les catégories de pollution précédentes, il s'agit d'un impact de niveau faible à moyen (1 à 30 %). Le groupe reconnaît qu'il est peu probable d'atteindre l'extrémité supérieure de cette fourchette (30 %), mais que le niveau pourrait être supérieur à 10 % en raison de l'étendue de la propagation des contaminants atmosphériques et de leur contribution potentielle au déclin des conditions environnementales.

Tableau 26. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Eaux usées domestiques et urbaines

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 27. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Effluents industriels et militaires

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 28. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie 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. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Effluents agricoles et forestiers

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Moyenne	Faible-Moyen (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 29. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Détritus et déchets solides pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Détritus et déchets solides

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Inconnu	Faible	Inconnu (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

Tableau 30. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Polluants atmosphériques pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Polluants atmosphériques

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.10. Phénomènes géologiques

Les catégories de menaces 10.1 *Volcans* et 10.2 *Séismes et tsunamis* du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation n'ont pas été incluses dans cette section, car ces activités ne devraient pas avoir d'impact sur le saumon rouge du fleuve Fraser.

4.1.10.1. 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, puisque les activités anthropiques ont entraîné une diminution importante de l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser, augmentant leur vulnérabilité aux impacts des glissements de terrain.

Les glissements de terrain peuvent bloquer la migration des adultes et des 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 à la suite d'effets cumulatifs causés par l'être humain, et on s'attend à ce que la fréquence des avalanches et des glissements de terrain augmente en Amérique du Nord en raison des changements climatiques (Gariano et Guzzetti 2016). Une récente modélisation hydrologique a projeté 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 dominé principalement par la pluie dans les années 2080 (Islam *et al.* 2019b). La même étude prévoyait une crue printanière avancée de près de 25 jours dans les années 2050 et de 40 jours dans les années 2080 par rapport aux années 1990. Cette période prolongée de gel-dégel, jumelée 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 considérés comme la cause de glissements de terrain dans certains réseaux hydrographiques (Trombulak et Frissell 2000), et des années et des décennies se sont écoulées avant que les effets cumulatifs sur la stabilité des pentes ne se concrétisent. Si les débris créés par les glissements de terrain ne sont pas atténués, les glissements de terrain risquent de décimer des dèmes entiers en coupant le passage ou en enterrant le gravier des frayères. Les glissements, historique à Hells Gate (1914) et récent à Big Bar (2018), illustrent le pire scénario d'un glissement de terrain.

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 (Colombie-Britannique), bloquant le passage de tous les saumons en montaison qui frayent en amont. Environ 80 % de tous les stocks de saumon rouge du fleuve Fraser ont été touchés par le glissement de terrain de Big Bar (100 % de l'unité de gestion à montaison hâtive dans la Stuart, 60 % de l'unité de gestion à montaison au début de l'été, 90 % de l'unité de gestion à montaison estivale, et 0 % de l'unité de gestion à montaison tardive; Murphy *et al.* 2020). Les UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par cette évaluation du potentiel de rétablissement qui frayent en amont du glissement de terrain sont l'UD2 (Bowron-DE), l'UD16 (Quesnel-E), l'UD20 (Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart), l'UD21 (Takla-Trembleur-E) et l'UD22 (Taseko-DE). Le glissement de terrain de Big Bar constitue un facteur supplémentaire qui exacerbe les conditions migratoires stressantes déjà rencontrées par le saumon rouge du fleuve Fraser en raison des modifications des écosystèmes et des changements climatiques, et qui crée des niveaux élevés de mortalité avant la fraie.

Comme nous l'avons vu à la section 4.1.7.3, les modifications des écosystèmes dans le bassin du Fraser ont entraîné des changements importants de la température et de la dynamique du

débit qui menacent la migration du saumon rouge du fleuve Fraser, en particulier pour les UD qui migrent plus tôt et qui frayent dans les tronçons moyen et supérieur du bassin versant. Les données sur la survie en rivière pour 2019 ont montré un taux de survie de moins de 1 % pour les stocks les plus précoces, l'UD20 (Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart) et l'UD22 (Taseko-DE); pour les migrants plus tardifs, y compris l'UD16 (Quesnel-E) et l'UD21 (Takla-Trembleur-E), un taux de survie beaucoup plus élevé a été observé (80 %; Murphy *et al.* 2020). Des travaux considérables ont été effectués depuis le glissement pour remédier aux conditions de passage des saumons qui remontent, y compris l'installation d'une échelle à poisson; toutefois, ces activités ne devraient pas rétablir le passage aux niveaux d'avant 2018 (Macdonald *et al.* 2020). Les niveaux élevés continus de mortalité pendant la migration pourraient mener à la disparition potentielle de l'UD20 dans un proche avenir, qui se trouve confrontée à des impacts extrêmes (baisse de 71 à 100 %). Les UD à montaison au début de l'été (UD2 Bowron-DE, UD22 Taseko-DE) courent également un risque continu de glissement de terrain, mais ces poissons ne devraient pas subir le même niveau d'impact que les saumons rouges à montaison hâtive dans la Stuart. Avec les mesures d'atténuation mises en place au site du glissement, il est possible que les impacts soient considérablement réduits dans l'avenir, mais en cas de débits ou de températures élevés pendant la migration, une tentative de franchissement du glissement pourrait se traduire par une mortalité importante. Un niveau élevé d'incertitude entoure les répercussions futures du glissement de terrain sur ces UD et on estime que le niveau d'impact pourrait être supérieur à 30 %. Un niveau d'impact moyen à élevé (baisse de 11 à 70 %) a été choisi pour représenter cette incertitude, sachant qu'il est peu probable qu'il se situe au sommet de la fourchette la plupart des années. Il convient de noter que l'UD22 est en outre menacée par l'activité des glissements de terrain dans la basse Chilcotin, un bassin versant relativement instable à la suite d'incendies importants dans la région. Les précipitations peuvent interagir avec la géomorphologie instable du canyon inférieur, et l'événement survenu dans le canyon Farwell en 2004 est un exemple notable d'un important glissement de terrain qui a bloqué la rivière Chilcotin, en plus d'ajouter des charges massives de sédiments dans la rivière. Les stocks à montaison tardive (UD16 Quesnel-E et UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E) ne sont pas aussi menacés par les glissements de terrain car les débits et les températures sont plus stables pendant le pic de leur migration, mais on s'attend tout de même à ce qu'il y ait des répercussions de niveau moyen (baisse de 11 à 30 %) compte tenu des estimations récentes de la mortalité. À court terme, on ne connaîtra pas les effets à plus long terme du blocage sur la valeur adaptative individuelle du saumon rouge, la structure des populations de l'espèce et le taux de mortalité futur des adultes et des juvéniles pour toutes les UD qui frayent en amont du glissement.

Bien qu'elle se trouve en aval du glissement de terrain de Big Bar, l'UD17 (Seton-T) devrait être touchée par les glissements de terrain en raison des problèmes de sédiments qui persistent dans le ruisseau Portage à la suite du glissement de terrain survenu en novembre 2016 dans le ruisseau Whitecap (empreinte dans l'habitat de fraie), et du fait qu'il n'y a pas d'autre frayère. Le bassin versant de la rivière Seton est sujet à des glissements de terrain épisodiques qui peuvent avoir des effets négatifs importants sur le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD17 (Seton-T), et la région devrait connaître une augmentation importante de la fréquence des épisodes de précipitations extrêmes et une augmentation modérée de leur intensité en raison des changements climatiques (BGC 2018). Les événements les plus récents et les plus importants se sont produits dans le ruisseau Whitecap, un affluent du ruisseau Portage qui se trouve à 670 m en aval du lac Anderson, où les problèmes de sédimentation continus découlant des glissements de terrain menacent le saumon rouge de cette UD. En septembre 2015, une inondation de débris et une avulsion du chenal se sont produites dans le ruisseau Whitecap, et ont entraîné le dépôt de grandes quantités de sédiments dans le ruisseau Portage, ce qui a entraîné un blocage complet sur environ 170 m, bloqué le débit sortant du lac Anderson et

causé des inondations autour du lac (BGC 2018). L'année suivante, en novembre 2016, une autre avulsion du chenal s'est produite dans le ruisseau Whitecap, provoquant un blocage d'environ 75 % du ruisseau Portage (BGC 2018). Ces événements ont eu lieu dans un habitat de fraie de grande qualité et il n'y a pas d'autre frayère dans l'UD. Les répercussions de ce glissement de terrain sur la survie du stade de l'œuf à celui de l'alevin sont actuellement inconnues (Macdonald *et al.* 2020), mais elles devraient être négatives.

On pense que le niveau de risque découlant du glissement de terrain dans le ruisseau Meager,, qui s'est produit en 2010 et a libéré environ $48,5 \times 10^6$ m³ de matériau dans un écoulement de débris qui a temporairement endigué le ruisseau Meager et la rivière Lillooet, est faible pour l'UD10 (Harrison [amont]-T) (Guthrie *et al.* 2012). Le glissement de terrain a créé un grand panache de sédiments à l'extrémité nord du lac Lillooet, et ce panache s'est déplacé vers le sud dans le lac Harrison l'année suivante, où s'effectue la croissance des juvéniles de cette UD. Bien que de tels événements soient rares, un autre glissement de terrain majeur dans ce réseau hydrographique aurait des impacts directs importants. Dans l'ensemble, cela constitue probablement une menace de faible niveau pour l'UD.

Tableau 31. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Avalanches et glissements de terrain pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Avalanches et glissements de terrain

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Improbable	Élevé	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Élevé	Moyenne	Élevé (3)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Extrême	Élevée	Extrême (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.11. Changements climatiques

Une grande partie de l'information présentée sur le saumon rouge du fleuve Fraser dans cette section est résumée en détail dans le rapport de Grant *et al.* (2019), *Rapport sur l'état du saumon du Pacifique au Canada : Réponses aux changements climatiques et aux perturbations de l'habitat*, qui traite des répercussions des changements climatiques pour toutes les espèces en péril de saumon du Pacifique.

4.1.11.1. Déplacement et altération de l'habitat

Cette menace implique des changements majeurs dans la composition et l'emplacement de l'habitat, y compris l'élévation du niveau de la mer, la désertification, le dégel de la toundra, le blanchiment des coraux et les changements dans le régime hydrologique en raison des changements climatiques (catégorie de menaces 11.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Le déplacement et l'altération de l'habitat englobent une vaste série d'enjeux complexes et interreliés qui menacent toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser visées par la présente évaluation du potentiel de rétablissement. Ces changements se produisent à la fois dans le milieu marin et en eau douce, menaçant le saumon rouge du fleuve Fraser à tous les stades de son cycle biologique et dans tous les habitats. Cette catégorie est divisée en deux parties et traite des tendances actuelles dans les milieux d'eau douce et marins. Il est à noter que les changements climatiques dans le milieu marin sont abordés dans l'ensemble dans cette section, et comprennent les températures extrêmes (c.-à-d. les vagues de chaleur marines comme le « Blob »), tandis que les températures extrêmes en eau douce sont notées dans la section 4.1.11.3.

Les températures de l'air en Colombie-Britannique ont atteint des sommets records ces dernières années, et les régimes de précipitations sont de plus en plus variables au fil du temps (augmentation de la fréquence et de l'ampleur des tempêtes et des précipitations; Pike *et al.* 2010a; Bush et Lemmen 2019; Grant *et al.* 2019). Des périodes plus fréquentes de précipitations prolongées et de températures chaudes accroissent la vulnérabilité des coteaux aux glissements de terrain, et augmentent également la fréquence des éléments déclencheurs des glissements à la suite de pluies plus intenses, de changements dans le cycle de gel et de dégel et de changements importants des conditions sèches aux conditions humides (Pike *et al.* 2010b; Cloutier *et al.* 2016; Grant *et al.* 2019). Des études récentes ont signalé des changements dans la période et l'ampleur du ruissellement dans le bassin du Fraser en raison des changements climatiques, et ont signalé une crue printanière plus précoce et une réduction du débit de pointe en été 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 révélé une diminution de 19 % de la contribution de la neige au ruissellement pour le cours principal du Fraser à Hope, en raison d'une hausse globale de 1,48 °C des températures annuelles moyennes de l'air au cours de la période à l'étude (Kang *et al.* 2014). Une modélisation hydrologique plus récente a projeté 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 dominé principalement par la pluie dans les années 2080 (Islam *et al.* 2019b). La même étude prévoyait une crue printanière avancée de près de 25 jours dans les années 2050 et de 40 jours dans les années 2080 par rapport aux années 1990. À l'échelle régionale, les projections jusqu'en 2070 montrent que le réchauffement prévu sera plus important dans les parties intérieures du sud de la Colombie-Britannique que dans les régions côtières (Pike *et al.* 2010, COSEPAC 2017b).

Les températures de l'air plus chaudes, les manteaux neigeux printaniers moins épais et le recul des glaciers font augmenter les températures des rivières bien au-dessus des moyennes saisonnières, et des températures de 18 °C à 20 °C en été sont de plus en plus fréquentes dans le sud de la Colombie-Britannique, y compris dans le bas Fraser (les effets de la température sont notés dans la section 4.1.11.3; Eliason *et al.* 2011; Martins *et al.* 2011; Grant *et al.* 2019). Dans les systèmes hydrologiques dominés par la neige sous les latitudes de la Colombie-Britannique intérieure ou septentrionale, le ratio neige/pluie diminue dans l'ensemble, le recul des glaciers s'accélère et la glace de lac fond plus tôt au printemps, ce qui se traduit par des débits fluviaux de pointe plus précoces que la moyenne au printemps (Grant *et al.* 2019). Les systèmes dominés par la pluie sur la côte de la Colombie-Britannique connaissent également des conditions plus extrêmes, la fréquence accrue des inondations entraînant probablement une augmentation des pertes d'œufs par affouillement (les effets des inondations sont notés dans la section 4.1.11.4; Holtby et Healey 1986; Lisle 1989; Lapointe *et al.* 2000).

Les conditions environnementales dans les lacs changent également, ce qui est particulièrement important pour le stade de la croissance des juvéniles (Grant *et al.* 2019). La stratification thermique et la productivité primaire dans les lacs ont varié de façon constante dans les évaluations récentes par rapport aux données historiques, et ont eu des effets variables, à la fois positifs (Chandler *et al.* 2018; Macdonald *et al.* 2018) et négatifs (Bradford *et al.* 2011; MPO, 2018b) pour les deux populations pour lesquelles ces données sont disponibles (rivière Chilko (UD3/4) et lac Cultus (UD6), non considérées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement; Grant *et al.* 2019). Bien qu'il existe actuellement peu d'information pour les autres UD du saumon rouge du fleuve Fraser, il est probable que d'autres lacs de croissance du bassin versant du Fraser connaissent des changements semblables des régimes thermiques et de productivité.

Le réchauffement des températures moyennes des océans, la réduction de l'étendue de la glace de mer et l'augmentation de l'acidification des océans contribuent tous à modifier l'habitat marin et la répartition des espèces dans l'océan Pacifique Nord (GIEC 2019). Les températures de l'océan Pacifique Nord ont constamment augmenté de 1950 à 2009 (Poloczanska *et al.* 2013; Holsman *et al.* 2018) et les températures devraient augmenter de 1,0 à 1,5 °C d'ici 2050 par rapport à 2000 (Overland et Wang 2007). Les vagues de chaleur marines dans le nord-est de l'océan Pacifique, qui sont devenues une menace pour le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres espèces de saumon du Pacifique ces dernières années, constituent une préoccupation plus imminente. Entre 2013 et 2017, une anomalie d'eaux chaudes communément appelée le « Blob » a provoqué des changements non observés dans les écosystèmes marins sur la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord, modifiant la répartition des animaux marins avec des répercussions sur la prédation et la concurrence, a créé des régions à faible productivité et à faible teneur en éléments nutritifs, et a eu des impacts sur plusieurs pêches, y compris celle du saumon (Cavole *et al.* 2016). Parallèlement à cette anomalie, un fort épisode El Niño a relevé les températures entre la fin de 2015 et le début de 2016, jusqu'à la température la plus élevée observée au cours des 137 années de surveillance de la température des océans (Grant *et al.* 2019). Durant cet événement, les températures à la surface de l'océan étaient de 3 à 5 °C au-dessus des moyennes saisonnières, descendant jusqu'à des profondeurs de 100 m (Bond *et al.* 2015; Ross et Robert 2018; Smale *et al.* 2019). La modélisation climatique a montré que la vague de chaleur marine du « Blob » ne peut s'expliquer sans des contributions anthropiques, et des anomalies extrêmes comme celle-ci se produiront de plus en plus dans les prochaines décennies dans un contexte de réchauffement des conditions climatiques (Walsh *et al.* 2018); les données plus récentes continuent d'appuyer ces prévisions. En 2019, une autre étendue anormale d'eaux chaudes s'est développée le long de la côte du Pacifique (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] Fisheries

2019²⁰) et en 2020, une vague de chaleur marine d'à peu près la même étendue horizontale que le « Blob » de 2014 englobait une grande partie du sud de la Californie, le golfe de la Californie du Sud et les eaux mexicaines au large de la Basse-Californie (NOAA Fisheries 2020²¹). La vague de chaleur de 2020 s'est également poursuivie près d'un mois après le début de l'automne et est demeurée très forte dans la région extracôtière; toutefois, ni la vague de chaleur de 2019, ni celle de 2020 n'a atteint des profondeurs semblables à celles du « Blob », qui a réchauffé l'eau à au moins 100 mètres de profondeur à certains endroits (2019 et 2020, environ 40 à 50 m).

Ces températures chaudes ont entraîné des changements dans la répartition des communautés de zooplancton, entraînant des espèces de copépodes du sud pauvres en lipides vers le nord tout en réduisant le nombre de copépodes subarctiques et boréaux riches en lipides (Young et Galbraith 2018; Galbraith et Young 2019). La hausse de la température accroît également les besoins métaboliques du saumon qui doit ainsi augmenter sa consommation alimentaire 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 des saumons diminueront dans des conditions de réchauffement (Holsman *et al.* 2018). Des données probantes montrent une diminution de la taille et de l'âge chez le saumon rouge et d'autres espèces de saumon du Pacifique dans les dernières décennies, qui pourrait être en partie attribuable à l'augmentation des exigences métaboliques et de développement en raison du réchauffement des températures (Gardner *et al.* 2011; Oke *et al.* 2020). La prédation peut également s'intensifier dans des conditions océaniques plus chaudes, ce qui accroît la mortalité des saumons pendant ces périodes (Holsman *et al.* 2012), risquant d'exacerber les effets de la prédation dont il est question à la section 4.1.8.2. Les températures régionales plus chaudes influent sur les interactions entre les écosystèmes dulcicoles et marins (Grant *et al.* 2019). En général, on prévoit un réchauffement et un adoucissement de la haute mer au cours de ce siècle, ce qui continuera de réduire la glace de mer et d'accroître la stratification des océans (Bush et Lemmen 2019). La fonte hâtive des neiges, l'augmentation des précipitations et la fonte de la glace sur terre sont quelques-uns des facteurs qui contribuent à l'adoucissement des eaux de surface côtières du nord-est du Pacifique (Bonsal *et al.* 2019; Greenan *et al.* 2019). Les eaux de surface plus douces et plus chaudes augmentent la stratification des océans, ce qui limite l'apport des eaux océaniques profondes riches en nutriments aux eaux de surface ensoleillées pendant la saison de croissance du printemps à l'automne (Grant *et al.* 2019). Cela restreint les nutriments disponibles pour soutenir la croissance des algues à la base du réseau trophique du saumon (Bush et Lemmen 2019).

L'augmentation rapide du dioxyde de carbone d'origine anthropique au cours des deux derniers siècles a provoqué une diminution du pH à la surface des océans de 0,1 unité du fait de l'échange gazeux air-mer, et une augmentation d'environ 30 % de la concentration d'ions hydrogène. On prévoit que le pH de l'océan diminuera de 0,3 à 0,4 unité de plus 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). Selon Caldeira et Wickett (2003), l'absorption par les océans du dioxyde de carbone dérivé des combustibles fossiles pourrait entraîner, dans les prochains siècles, des changements de pH plus importants que tous ceux qu'on a pu déduire des données géologiques des 300 millions d'années passées, à l'exception peut-être de ceux qui résultent d'événements extrêmes et rares. Le taux et le degré d'acidification des océans pourraient dépasser la capacité d'adaptation de nombreux organismes marins aux conditions environnementales changeantes (Hoegh-Guldberg et Bruno

²⁰ NOAA Fisheries. 2019. [New Marine Heatwave Emerges off West Coast, Resembles “the Blob.”](#)

²¹ NOAA Fisheries. 2020. [String of Marine Heatwaves Continues to Dominate Northeast Pacific.](#)

2010). Pourtant, peu de recherches ont été menées à ce jour sur les effets des concentrations élevées de dioxyde de carbone sur le saumon dans le milieu marin (Williams *et al.* 2019). Ou et ses collaborateurs (2015) ont signalé une variété d'effets négatifs (réduction de la croissance, conversion du vitellus en tissu, capacité maximale d'absorption d'oxygène, réactions olfactives, comportement antiprédateur et anxiété) chez le saumon rose, lorsque les poissons ont été exposés à des concentrations différentes de dioxyde de carbone dans l'eau douce et dans le milieu marin de la phase précoce, et Williams et ses collaborateurs (2019) ont indiqué que les saumons cohos juvéniles en phase océanique sont sensibles aux perturbations neurocomportementales provoquées par des concentrations élevées de dioxyde de carbone dans la région de la baie Puget. On peut en déduire que le saumon rouge du fleuve Fraser et d'autres salmonidés pourraient eux aussi être sensibles à la hausse des niveaux de dioxyde de carbone, mais il n'y a actuellement pas suffisamment de données probantes pour quantifier les impacts à l'échelle de l'UD.

Les répercussions du déplacement des habitats sont extrêmement incertaines pour tous les saumons rouges du fleuve Fraser, en particulier au niveau de l'UD. Les saumons rouges du fleuve Fraser qui remontent vers leurs frayères pendant les mois d'été subissent plus de stress et leurs réserves d'énergie sont davantage épuisées, ce qui a une incidence négative sur leur performance natatoire et leur survie, et le début plus précoce de la crue printanière et la poursuite des tendances au réchauffement poseront probablement des problèmes plus graves pour la migration des saumons rouges du fleuve Fraser à montaison plus hâtive à l'avenir (Tierney *et al.* 2009; Burt *et al.* 2011; Eliason *et al.* 2011; Sopinka *et al.* 2016, Grant *et al.* 2019). Les conditions hydrologiques instables dans les systèmes dominés par la neige pourraient aussi inhiber les conditions nécessaires au succès de la reproduction dans certaines UD du bassin du Fraser intérieur et avoir des effets importants sur les stades biologiques de l'œuf au saumoneau. En plus des effets qu'il subit dans l'eau douce, le saumon rouge du fleuve Fraser passe en général environ trois ans dans l'océan pour parvenir à la maturité, et il est alors exposé à de nombreuses menaces liées aux conditions marines changeantes. Notre connaissance limitée des déplacements et du comportement en haute mer, ainsi que notre incapacité à surveiller les poissons dans de grandes régions géographiques, nuisent grandement à notre capacité d'estimer les répercussions sur le saumon rouge du fleuve Fraser, particulièrement au niveau de l'UD. Il est à noter que plusieurs années de montaisons supérieures aux attentes ont été enregistrées pour plusieurs stocks dans différents réseaux hydrographiques de la côte la même année où nous avons constaté une diminution des montaisons du saumon rouge du fleuve Fraser; par conséquent, il est peu probable que les baisses de productivité soient entièrement attribuables aux changements des conditions marines.

Le groupe a convenu que la diminution au niveau de la population attribuable aux effets cumulatifs (en milieu marin et en eau douce) était de plus de 10 %, et probablement de plus de 30 % dans quelques UD, certaines années. Il est peu probable que les pertes se situent près de la limite supérieure de la fourchette (70 %) chaque année en raison du seul déplacement des habitats (c.-à-d. les modifications des écosystèmes notées à la section 4.1.7.3, les effets de la température de l'eau douce notés à la section 4.1.11.3). Toutefois, le déplacement des habitats est un facteur aggravant qui exacerbe bon nombre des menaces mentionnées dans le présent document et qui ne devrait pas diminuer dans un proche avenir. En raison de la grande incertitude entourant la quantification de ces effets, une fourchette d'incertitude de moyenne à élevée (11 à 70 %) a été utilisée pour le niveau d'impact, et tous les saumons rouges du fleuve Fraser devraient être touchés de la même façon.

4.1.11.2. Sécheresses

Cette catégorie de menaces comprend les périodes de précipitations inférieures à la fourchette normale de variation et de pertes de ressources en eaux de surface (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, créant des obstacles à la migration du saumon (faibles débits, températures élevées) et causant des pertes d'œufs pendant l'incubation et de juvéniles (Grant *et al.* 2019); toutefois, la majorité des UD du saumon rouge du fleuve Fraser ne devraient pas être touchées, car elles migrent et frayent dans des zones où la profondeur de l'eau est suffisante pour atténuer les répercussions de la perte de ressources en eaux de surface (les impacts liés aux débits et aux températures sont notés dans les sections 4.1.7.3 et 4.1.11.3, respectivement). De plus, les juvéniles passent dans de grands lacs peu après leur émergence, où ils demeurent pendant une période prolongée, ce qui atténue les répercussions potentielles de la sécheresse. Les saumons rouges du fleuve Fraser qui devraient être touchés par la sécheresse sont l'UD10 Harrison (amont)-T, l'UD16 Quesnel-E, l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart et l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E.

On ne prévoit pas des sécheresses chaque année, mais elles devraient se produire au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032); la sécheresse est donc une menace récurrente. De plus, la sécheresse ne devrait pas avoir d'impact sur tous les saumons rouges du fleuve Fraser d'une UD donnée; le groupe convient que seule une partie d'entre eux sera touchée, car différentes cohortes existent simultanément en eau douce et dans l'océan. La sécheresse peut causer des problèmes pour accéder à l'UD10; l'eau est stockée en amont du chenal de pont, ce qui limite les débits en aval, mais seule la première partie de la montaison est généralement touchée et ainsi, un impact de faible niveau ne touche probablement qu'une petite partie (11 à 30 %) du stock (baisse de 1 à 10 %). L'UD16 Quesnel-E se trouve dans une zone où l'utilisation de l'eau à des fins agricoles est fortement prescrite, et on sait que l'UD connaît des débits faibles et des températures élevées en été, particulièrement dans la région de Horsefly. Pendant une année dominante, une grande partie (31 à 70 %) de l'UD16 pourrait être exposée, et le groupe a convenu que ces impacts sont probablement faibles (1 à 10 %) en raison des conditions de sécheresse. Pour l'UD20 et l'UD21 (Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart/Takla-Trembleur-Stuart-E), le saumon rouge du fleuve Fraser doit migrer par la basse Nechako pour atteindre le confluent de la rivière Stuart et est donc exposé aux faibles débits résultant des activités du barrage Kenney, qui peuvent être exacerbés par la sécheresse. Des mesures d'atténuation sont en place pour maintenir des conditions stables dans les tronçons inférieurs de la Nechako (voir la section 4.1.7.2) et, si les protocoles appropriés sont suivis, les répercussions seront probablement négligeables. Comme pour l'UD16, une année dominante, une grande partie (31 à 70 %) de la population de l'UD20 et de l'UD21 pourrait être exposée à la sécheresse.

4.1.11.3. Températures extrêmes

Cette catégorie de menaces comprend les périodes pendant lesquelles les températures dépassent la fourchette de variation naturelle ou tombent en dessous, notamment les événements comme 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 de la température de l'eau douce seront pris en compte ici, mais ceux de la température marine le seront à la section 4.1.11.1 (catégorie de menaces 11.1 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Les températures extrêmes constituent une menace pour toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser couvertes dans cette évaluation du potentiel de rétablissement, et on s'attend à ce que ces extrêmes augmentent en fréquence dans les prochaines années (Bush et Lemmen 2019). Les migrations de fraie du saumon sont exigeantes sur le plan énergétique, même dans des conditions optimales, et ces exigences sont exacerbées lorsque les températures se situent en dehors de la fourchette optimale (Grant *et al.* 2019). Les températures élevées de l'eau augmentent la consommation d'énergie du saumon rouge et la migration peut échouer si les réserves d'énergie tombent sous un seuil critique (Rand et Hinch 1998; Rand *et al.* 2006), en plus d'augmenter le taux de développement d'agents pathogènes causant un stress physiologique et des maladies (Gilhousen 1990; Fagerlund *et al.* 1995; Wagner *et al.* 2005; Martins *et al.* 2011). Les saumons rouges femelles semblent également plus vulnérables aux effets des températures élevées, avec des impacts plus importants observés par rapport aux mâles (Jeffries *et al.* 2012; Martins *et al.* 2012). L'augmentation des températures de l'air, la réduction des manteaux neigeux et le recul des glaciers entraînent des températures fluviales bien au-dessus des moyennes saisonnières, et les observations au-delà de 18 °C à 20 °C en été sont de plus en plus fréquentes en aval, jusque dans le bas Fraser (Eliason *et al.* 2011; Martins *et al.* 2011; Macdonald *et al.* 2018; Grant *et al.* 2019). Des températures supérieures à 18 °C peuvent restreindre la performance natatoire des adultes et des températures de plus de 20 °C peuvent accroître la mortalité et la maladie chez les adultes avant la fraie, réduire la viabilité des œufs et causer des effets à long terme qui ont des effets négatifs sur l'état des juvéniles (Tierney *et al.* 2009; Burt *et al.* 2011; Eliason *et al.* 2011; Sopinka *et al.* 2016). Ainsi, tous les saumons rouges du fleuve Fraser sont soumis à des températures de l'eau potentiellement stressantes au début de leur migration en eau douce, et de nombreuses UD qui frayent dans le haut Fraser rencontreront également d'autres températures élevées dans leur réseau hydrographique natal. Nous remarquons que l'exposition à des augmentations modérées de la température par rapport aux températures historiques, sur une période prolongée, peut être tout aussi nocive que des températures plus élevées sur une courte période. Cela n'a pas servi de justification pour le classement des menaces présenté ici, mais de futures recherches sont nécessaires pour étudier les effets cumulatifs de l'exposition à la température et l'impact que ces effets peuvent avoir sur les différentes UD.

Seule une partie de chaque UD du saumon rouge du fleuve Fraser sera exposée à des températures extrêmes en eau douce une année donnée, puisque plusieurs cohortes de poissons se trouvent simultanément dans les milieux d'eau douce et marins. Au cours d'une année dominante, une grande partie (31 à 70 %) de la plupart des UD serait exposée à des températures extrêmes, à l'exception des UD qui n'ont pas de ligne de cyclée dominante (l'UD10 Harrison (amont)-T, l'UD17 Seton-T), dont une petite partie (11 à 30 %) serait probablement exposée. L'UD20 (Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart) est la plus menacée par les températures élevées, car les poissons de cette UD sont ceux qui migrent le plus tôt, qui dépendent le plus de la crue printanière, qui ont le taux de migration le plus rapide, qui franchissent la distance de migration la plus longue et qui ne restent pas dans des refuges d'eaux froides pendant la migration. Bien que ces poissons connaissent souvent des températures sous-optimales dans les tronçons inférieurs du Fraser, le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD20 rencontre les températures de l'eau les plus élevées une fois qu'il entre dans le réseau hydrographique de la rivière Nechako. Des mesures d'atténuation sont en place au barrage de Cheslatta afin de maintenir la température de l'eau sous un seuil de 20 °C; cependant, ces poissons n'ont pas évolué pour composer avec les débits et la température fortement modifiés auxquels ils sont actuellement exposés aux dernières étapes de leur migration. Le groupe a convenu que les déclin potentiels au niveau de la population résultant des températures extrêmes pourraient dépasser 30 %, mais il est à noter que les impacts sont à la fois incertains et peu susceptibles d'atteindre l'extrémité supérieure de cette fourchette

(70 %). L'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E doit également migrer par la basse Nechako pour atteindre le bassin versant de la rivière Stuart, mais le saumon rouge du fleuve Fraser de cette UD devrait être moins touché que l'UD20 en raison de sa migration tardive et des effets tampons des plus grands cours d'eau de fraie et des réseaux hydrographiques qui prennent leur source dans des lacs.

On pense que toutes les autres UD du saumon rouge du fleuve Fraser subiront les mêmes effets des températures extrêmes, avec des impacts de niveau moyen (de 11 à 30 %). Comme il a été mentionné précédemment, une plus petite proportion des saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD10 et de l'UD17 (11 à 30 %) devrait être touchée en raison de l'absence d'une lignée de cycle dominante. Les UD à montaison tardive sont moins exposées aux températures élevées du fait de cette période tardive, mais une partie des premiers migrants sont probablement touchés par les températures estivales élevées en août. Il pourrait également y avoir des impacts légèrement plus élevés à l'intérieur de l'UD16 Quesnel-E comparativement à ces autres UD, en particulier dans la région de Horsefly, où on sait que la température de l'eau dépasse 22 °C (Macdonald *et al.* 2000). Cependant, les impacts des seules températures extrêmes à l'échelle de l'UD devraient se situer dans la fourchette de 11 à 30 %.

4.1.11.4. Tempêtes et inondations

Cette menace comprend les précipitations extrêmes et les épisodes de vent, notamment 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 modifications dans les régimes d'inondation en raison des changements climatiques (catégorie de menaces 11.4 du Partenariat de l'UICN pour les mesures de conservation).

Les réseaux hydrographiques dominés par la pluie sur la côte de la Colombie-Britannique connaissent des conditions plus extrêmes, reflétant la plus grande variabilité des conditions climatiques (Grant *et al.* 2019). Ces conditions comprennent une plus grande variation entre les conditions humides et sèches en été, ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des tempêtes et des précipitations (Pike *et al.* 2010). Les températures moyennes annuelles de l'air se sont réchauffées de 1,4 °C entre 1949 et 2006 dans l'ensemble du bassin du Fraser, tandis que les précipitations annuelles totales sont demeurées stables, malgré un changement important dans le type de précipitations, passant de la neige à la pluie (Kang *et al.* 2016). Les effets sur l'accumulation et la durée du manteau neigeux saisonnier se traduisent par 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), avec une crue nivale printanière du Fraser avancée de 10 jours (entre 1949 et 2006) et les réductions correspondantes des débits estivaux (Kang *et al.* 2016). Malgré la diminution du manteau neigeux à des élévations plus basses, les combinaisons de taux de fonte plus forts et de précipitations plus abondantes pendant la période de crue fournissent des mécanismes possibles pour des débits de crue plus élevés (Shrestha *et al.* 2015). Les crues nivales sont influencées par l'accumulation hivernale annuelle du manteau neigeux, jumelée au ruissellement de la fonte des neiges et aux conditions particulières de température et de pluie au printemps (ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique 1999). Dans certaines rivières de la Colombie-Britannique, les inondations éclair sont plus nombreuses, ce qui pourrait entraîner une augmentation des pertes d'œufs dues à l'affouillement (Holtby et Healey 1986; Lisle 1989; Lapointe *et al.* 2000). Des crues soudaines peuvent survenir à la suite de tempêtes de pluie intenses, particulièrement dans les cours d'eau petits à moyens de 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'épinette) sont une autre manifestation des changements climatiques qui, on l'a vu, augmentent la fréquence et l'intensité

des inondations en réduisant l'interception, en accroissant le manteau neigeux, en réduisant les temps de concentration et en modifiant le moment du ruissellement de la fonte des neiges (Winkler *et al.* 2008; EDI 2008; The Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia [APEGBC] 2016).

Les tempêtes et les inondations dans le bassin du Fraser auront sans doute des impacts sur la plupart des UD du saumon rouge du fleuve Fraser dont il est question dans cette évaluation du potentiel de rétablissement. Les inondations ne devraient pas être continues; il est plutôt possible qu'une inondation importante se produise dans les UD touchées au cours des trois prochaines générations (période modérée). Les inondations n'auront pas non plus d'impact sur tous les saumons rouges du fleuve Fraser d'une UD touchée, car plusieurs cohortes existent simultanément dans les milieux dulcicoles et marins. De plus, les inondations se produisent souvent dans des zones localisées qui peuvent n'avoir des effets que sur une faible proportion d'une UD donnée.

L'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart devrait être l'une des UD les plus menacées par les inondations, car ces poissons frayent dans des réseaux hydrographiques relativement peu profonds et instables comparativement à d'autres UD. Par exemple, en 2020, les niveaux de débit d'une inondation à l'intérieur de l'UD20 étaient suffisants pour mobiliser les substrats de fraie et enterrer les nids de salmonidés, ce qui a eu des répercussions sur l'habitat de fraie. Les précipitations extrêmes peuvent également entraîner des débits en aval dans le cours principal du Fraser que le saumon rouge ne peut pas franchir (plus de 8 000 m³s⁻¹), provoquant des niveaux élevés de mortalité pendant la montaison (Macdonald *et al.* 2000, 2010). Ce phénomène a également été observé en 2020, où des précipitations extrêmes ont interrompu la migration jusqu'à ce que la pluie diminue. Une grande incertitude entoure la proportion de la population qui sera exposée; par conséquent, une fourchette d'incertitude de 1 à 30 % a été choisie pour l'ampleur. Le groupe est d'avis que les inondations pourraient entraîner des diminutions de la population supérieures à 10 %; une fourchette d'incertitude de 1 à 30 % a donc été choisie pour les impacts de la menace. Les impacts devraient être moins graves pour le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E que pour l'UD20 en raison des effets tampons des plus grands cours d'eau de fraie et des réseaux hydrographiques qui prennent leur source dans des lacs (1 à 10 %).

L'UD10 Harrison (amont)-T possède un chenal de ponton qui vise à fournir un habitat de fraie supplémentaire et une protection contre les inondations, et seuls les saumons rouges du fleuve Fraser frayant dans le ruisseau Weaver seraient touchés en cas d'inondation majeure. Le groupe a convenu que seule une partie restreinte de la population serait exposée (de 1 à 10 %), avec de faibles répercussions (baisse de 1 à 10 % au niveau de la population).

L'UD14 North Barriere-DE est une petite UD qui se reproduit dans une zone qui a subi des impacts importants des incendies et de la foresterie, et une inondation majeure pourrait avoir des répercussions plus importantes que dans de nombreuses autres UD. Comme dans le cas de l'UD20, le groupe estime qu'il pourrait y avoir des déclin de plus de 10 % au niveau de la population en cas d'inondation majeure; par conséquent, une fourchette d'incertitude de 1 à 30 % a été choisie.

Les inondations devraient toucher de la même manière sur les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD2 Bowron-DE, de l'UD16 Quesnel-E et de l'UD22 Taseko-DE. On sait que certains réseaux hydrographiques de ces UD sont inondés, mais il est peu probable que les impacts au niveau de l'UD soient plus que faibles (1 à 10 %). Les pluies abondantes peuvent contribuer aux obstacles à la migration dans le cours principal du Fraser en raison des débits élevés, dont il est question à la section 4.1.7.3.

L'UD17 Seton-T ne sera probablement pas touchée par les inondations; cependant, comme il est indiqué à la section 4.1.10.1, les poissons de cette UD subissent les effets des glissements de terrain et des problèmes de sédimentation continus. On prévoit que la région entourant l'UD connaîtra une augmentation importante de la fréquence et de l'intensité des épisodes de précipitations extrêmes avec les changements climatiques (BGC 2018), et ces épisodes de précipitations contribueront probablement à la poursuite de la déstabilisation des pentes et des apports de sédiments.

L'UD24 Widgeon-type fluvial ne devrait pas être touchée par des tempêtes ou des inondations, car ces poissons frayent dans la basse Pitt, dans un habitat soumis à l'influence des marées.

Tableau 32. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Déplacement et altération de l'habitat pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Déplacement et altération de l'habitat

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD17 Seton-T	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Moyen-Élevé	Élevée	Moyen-Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

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

Sécheresses

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Étroite
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible	Faible	Faible (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Négligeable	Faible	Négligeable (4)	Historique, actuelle et anticipée	Récurrente	Vaste

Tableau 34. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Températures extrêmes pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Températures extrêmes

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD14 North Barriere-DE	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD16 Quesnel-E	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD17 Seton-T	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Élevé	Élevée	Élevé (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD22 Taseko-DE	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Vaste
UD24 Widgeon-type fluvial	Connue	Moyen	Élevée	Moyen (2)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Étroite/Vaste

Tableau 35. Résultats du calculateur d'évaluation des menaces du MPO pour les impacts de la catégorie Tempêtes et inondations pour toutes les UD. Il convient de noter que les catégories ont été légèrement modifiées par rapport aux catégories du COSEPAC. Consulter le texte pour obtenir des commentaires détaillés sur chaque menace et voir dans MPO (2014b) une description détaillée de chaque niveau de facteur dans le tableau.

Tempêtes et inondations

Unité désignable (UD)	Probabilité de réalisation	Niveau d'impact	Certitude causale	Risque de la menace	Réalisation de la menace	Fréquence de la menace	Ampleur de la menace
UD2 Bowron-DE	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD10 Harrison (amont)-T	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD14 North Barriere-DE	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD16 Quesnel-E	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable
UD22 Taseko-DE	Connue	Faible-Moyen	Faible	Faible-Moyen (4)	Historique, actuelle et anticipée	Continue	Considérable

4.1.12. Sommaire

Cette section a mis en évidence une multitude de menaces anthropiques qui peuvent entraîner des déclin direct et indirect du saumon rouge du fleuve Fraser. D'après les résultats de l'évaluation des menaces, le niveau de risque devrait être au moins élevé pour toutes les UD prises en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement au cours des trois prochaines générations (trois générations c'est 10 ans pour l'UD24 Widgeon-type fluvial, comparativement à 12 ans pour toutes les UD type lacustre; le risque élevé équivaut à un déclin de 31 à 70 % au niveau de la population) et, dans certains cas, ce risque pourrait être extrême (baisse de 91 à 100 % au niveau de la population). Cela est particulièrement vrai pour les UD qui frayent le plus tôt en amont du glissement de terrain de Big Bar (l'UD2 Bowron-DE; l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart; l'UD22 Taseko-DE) et pour les UD qui frayent dans des écosystèmes très modifiés comme le bassin versant de la rivière Seton (l'UD17 Seton-T). L'abondance et la productivité de ces UD sont actuellement très faibles, et si bon nombre des menaces mises en évidence dans cette section ne sont pas réduites, ces UD risquent de disparaître au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032). Les stocks plus abondants à montaison estivale et tardive, comme l'UD10 Harrison (amont)-T, l'UD16 Quesnel-E et l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E ne devraient pas être menacés de disparition dans un proche avenir (les trois prochaines générations). Pourtant, la tendance à la baisse de l'abondance observée au cours des dernières décennies donne à penser que ces populations sont en grave danger et elles ne se rétablissent pas malgré les tentatives déployées ces dernières années pour réduire les niveaux de mortalité. Le tableau 36 récapitule les menaces pour chaque UD et le classement global des menaces déterminé lors de l'atelier d'évaluation des menaces. Les tableaux des menaces pour chaque UD sont fournis à l'annexe B.

Tableau 36. Classement général des menaces pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser évaluées. Ce tableau présente le classement des menaces combinées des différentes catégories de menaces contenues dans chacune des principales catégories de menaces présentées dans le tableau.

Catégorie de menaces du COSEPAC	UD2 Bowron-DE	UD10 Harrison (amont)-T	UD14 North Barriere-DE	UD16 Quesnel-E	UD17 Seton-T	UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	UD22 Taseko-DE	UD24 Widgeon-type fluvial
Développement résidentiel et commercial	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Agriculture et aquaculture (concurrence des poissons d'écloserie)	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne
Production d'énergie et exploitation minière	S.O.	S.O.	S.O.	Inconnue	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Corridors de transport et de service	Négligeable	Inconnue	Négligeable	Inconnue	Inconnue	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Inconnue
Utilisation des ressources biologiques (pêche)	Moyenne	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée	Faible-Moyenne	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée
Intrusions et perturbations anthropiques	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Inconnue
Modifications des systèmes naturels (gestion de l'eau, modifications des écosystèmes)	Moyenne-Élevée	Faible-Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne-Élevée	Moyenne	Moyenne-Élevée	Faible-Moyenne
Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne
Pollution (toutes sources et menaces confondues)	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne	Faible-Moyenne
Phénomènes géologiques (glissements de terrain)	Moyenne-Élevée	Négligeable	S.O.	Moyenne	Élevée	Extrême	Moyenne	Moyenne-Élevée	S.O.
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents (changement d'habitats)	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée	Élevée	Moyenne-Élevée	Élevée	Élevée	Moyenne-Élevée	Moyenne-Élevée
CLASSEMENT GLOBAL DES MENACES	Élevée-Extrême	Élevée	Élevée-Extrême	Élevée	Élevée-Extrême	Extrême	Élevée	Élevée-Extrême	Élevée

4.2. ÉLÉMENT 9 : ACTIVITÉS LES PLUS SUSCEPTIBLES DE MENACER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT INDIQUÉES DANS LES ÉLÉMENTS 4 ET 5

La majorité des menaces décrites dans l'élément 8 peuvent avoir une incidence sur les propriétés de l'habitat présentées dans 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 à la section 4.1.12.

4.3. ÉLÉMENT 10 : FACTEURS NATURELS QUI LIMITERONT LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT

4.3.1. Facteurs physiologiques et comportementaux

La température est l'une des influences environnementales les plus importantes sur la biologie des salmonidés (Carter 2005) et elle est étroitement liée à l'histoire évolutive des salmonidés dans le nord-est du Pacifique et à leurs aires de répartition historiques (Brannon *et al.* 2004). La température de l'eau peut avoir un effet sur les salmonidés à tous les stades de leur cycle biologique, ainsi que des effets directs et indirects sur la santé des poissons par divers mécanismes (Dunham *et al.* 2001; Richter et Kolmes 2005), y compris les taux de croissance et d'alimentation, le métabolisme, le développement des embryons et des alevins vésiculés, la période des événements du cycle biologique, comme la montaison, la reproduction, la croissance en eau douce et la dévalaison dans la mer, et la disponibilité de la nourriture (Carter 2005). Les effets de la température sur le saumon rouge adulte migrateur ont été bien documentés dans le bassin versant du Fraser (Rand *et al.* 2006; Crossin *et al.* 2008; Martins *et al.* 2011; Middleton *et al.* 2018) et on a signalé des différences de tolérance thermique entre les populations (Eliason *et al.* 2011). En général, les poissons dont l'environnement migratoire est plus difficile ont un plus grand score aérobie, des cœurs plus grands et une meilleure capacité d'apport des artères coronaires, et les optima thermiques pour les scores aérobies, cardiaques et du rythme cardiaque correspondent également à la plage des températures historiques des rivières pour chaque population. Parmi les populations échantillonnées, c'est le saumon rouge de la rivière Chilko (UD3/4 Chilko DE/E; non couvert par l'évaluation du potentiel de rétablissement) qui a la plus grande capacité à maintenir sa performance cardiorespiratoire à des températures plus élevées, suivi du saumon rouge du ruisseau Gates (UD1 Anderson-Seton-DE; non couvert par l'évaluation du potentiel de rétablissement), du saumon rouge à montaison hâtive dans la Stuart (UD20), du saumon rouge de la rivière Quesnel (UD16), du saumon rouge de la rivière Nechako (UD7/8; non couvert par l'évaluation du potentiel de rétablissement) et du saumon rouge du ruisseau Weaver (UD10). La plus grande capacité cardiorespiratoire chez le saumon rouge du ruisseau Gates et de la rivière Chilko (tous deux considérés comme non en péril par le COSEPAC) peut contribuer aux montaisons relativement stables comparativement aux UD prises en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement. Il a été démontré que le saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD10 a la capacité cardiorespiratoire la plus faible à des températures élevées, ce qui est particulièrement problématique en raison des températures élevées observées dans le bas Fraser certaines années (voir la section 4.1.11.3), jumelées à la date plus précoce de la migration constatée chez les saumons rouges du fleuve Fraser à montaison tardive, qui a accru leur exposition à des conditions potentiellement mortelles (Hague *et al.* 2011).

Des changements du comportement migratoire sont observés depuis le milieu des années 1990 pour diverses populations de saumon rouge du fleuve Fraser à montaison tardive. En 1995, une proportion d'individus de populations à montaison tardive (p. ex. UD6 Cultus-T, UD9 Harrison [amont]-T, Harrison [amont]-T, UD17 Seton-T, UD18 complexe de la Shuswap-T) est arrivée au large des côtes près de l'embouchure du Fraser à la période normale, mais est entrée dans le

fleuve trois semaines plus tôt que prévu (Hinch *et al.* 2012). Depuis ce changement observé du moment de la migration, une proportion des saumons rouges du fleuve Fraser est systématiquement entrée dans le fleuve plus tôt que d'habitude, ce qui a entraîné dans certains cas une mortalité extrêmement élevée avant la fraie. La mortalité totale en eau douce (à l'exclusion de la récolte) variait de 40 % à 95 % pour la plupart des UD à montaison tardive depuis que la migration a commencé à avancer, comparativement aux estimations de moins de 20 % avant ce phénomène (Hinch *et al.* 2012). L'UD10 Harrison (amont)-T et l'UD17 Seton-T sont les deux seules UD à montaison tardive prises en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement, et le changement de la période de migration a été particulièrement problématique pour l'UD10. Entre 1995 et 2010, l'UD10 a connu un taux de mortalité supérieur à 50 % et à 80 % plusieurs années; dans l'UD17 (et d'autres UD à montaison tardive), le taux de mortalité en route était supérieur à 50 % dans plus de la moitié de ces années d'éclosion (Hinch *et al.* 2012). On observe encore cette migration plus précoce et on en ignore les raisons (MPO 2020b).

L'errance est un caractère naturel du cycle biologique du saumon du Pacifique et un trait évolutif essentiel de la biologie des salmonidés qui les protège contre les variations spatiales et temporelles de la qualité de l'habitat et leur permet de coloniser de nouveaux habitats (Keefer et Caudill 2014). Cependant, les effets démographiques et écologiques des poissons errants sur les petites populations ne sont pas toujours positifs. Par exemple, les poissons errants peuvent faire concurrence aux poissons locaux pour les sites des nids et les partenaires, mais ne réussissent pas toujours à se reproduire, ce qui abaisse la productivité globale, et ceux qui se reproduisent avec succès avec la population réceptrice peuvent diluer des caractères d'adaptation locale par l'introgression (Keefer et Caudill 2014). Même des taux faibles (~1 %) d'errance de grandes populations de donneurs peuvent inonder numériquement de petites populations de receveurs (Keefer et Caudill 2014). À la suite du glissement de terrain de Big Bar, on craint qu'il y ait des effets potentiels d'errance pour le saumon rouge du fleuve Fraser qui ne peut pas franchir le site du glissement. Les poissons incapables de migrer en amont du glissement peuvent se disperser en aval dans d'autres réseaux hydrographiques, comme les rivières Bridhet, Nahatlatch et Stein, où on a observé des poissons adultes en mauvaise santé (C. Parken 2019, comm. pers.). Si le glissement de terrain de Big Bar pose des défis migratoires dans les années à venir, l'errance des poissons des UD situées en amont de Big Bar vers d'autres réseaux hydrographiques pourrait être une source future d'introgression génétique susceptible d'entraîner une diminution de la valeur adaptative ou de la survie.

4.3.2. Prédation

Les saumons rouges du fleuve Fraser sont confrontés à des interactions avec des prédateurs à tous les stades de leur cycle biologique et dans tous les habitats. La menace de la prédation commence au stade de l'œuf et se poursuit tout au long du cycle biologique des juvéniles en eau douce, avec des sources comprenant une variété d'espèces opportunistes de poissons, de mammifères, d'oiseaux et d'invertébrés (Christensen et Trites 2011). La prédation est un facteur limitatif naturel pour le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres poissons. Le saumon du Pacifique, comme les autres poissons, a évolué de manière à composer avec la prédation grâce à son cycle biologique complexe qui comporte des déplacements entre divers habitats présentant des risques différents (Christensen et Trites 2011). Le saumon rouge a toujours pris le dessus sur ses prédateurs grâce à ses vastes remontes synchrones dans des frayères localisées, avec de grands pics d'œufs, d'alevins vésiculés, d'alevins, de saumoneaux, de sous-adultes et d'adultes se déplaçant de concert dans une série d'écosystèmes et saturant les prédateurs. Cela entraîne une diminution des taux de mortalité par prédation à mesure que l'abondance du saumon rouge augmente (Christensen et Trites 2011). Cependant, à de faibles abondances comme celles observées ces dernières années pour bon nombre des UD du

saumon rouge du fleuve Fraser menacées ou en voie de disparition, les répercussions de la prédation peuvent être dépensatoires et importantes (à de faibles densités, les effets de la prédation sont plus importants). Pour le stade biologique du saumoneau en particulier, la prédation peut être élevée, car les prédateurs se regroupent pour exploiter les saumoneaux dans les rivières et les estuaires (Zimmerman et Ward 1999; Petersen, 2001; Furey *et al.* 2016; Furey et Hinch 2017), influençant la mortalité par emplacement (Schreck *et al.* 2006, Evans *et al.* 2012; Osterback *et al.* 2013; dans Furey *et al.* 2021). Certaines interactions prédatrices (p. ex. la prédation par les pinnipèdes) sont influencées ou exacerbées par les activités anthropiques, et ont été abordées dans l'évaluation des menaces (voir la section 4.1.8.2).

Dans le cadre de la Commission d'enquête Cohen sur le déclin des populations de saumon rouge du fleuve Fraser, Christensen et Trites (2011) ont étudié les interactions avec de nombreux prédateurs potentiels du saumon rouge du fleuve Fraser, mais ont conclu que, même si de nombreux prédateurs ont probablement des impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser, il n'y a pas de preuve irréfutable que la prédation a causé des déclin. De nombreux facteurs peuvent fausser l'incidence des prédateurs. Certains changements importants intervenus dans le milieu marin ont modifié la structure et la répartition de la communauté d'invertébrés et de poissons, ce qui pourrait se répercuter sur le saumon rouge du fleuve Fraser à plusieurs niveaux trophiques, y compris une augmentation de la prédation et de la concurrence pour les ressources (voir la section 4.1.11.1). Il y a également les effets cumulatifs des menaces déterminées dans l'élément 8, qui peuvent entraîner une augmentation des taux de prédation. Par exemple, les températures chaudes de l'eau peuvent provoquer une prévalence plus élevée des maladies, ce qui peut modifier le comportement des saumons et les rendre plus vulnérables à la prédation. Une grande incertitude entoure ces dynamiques, en plus de l'information à l'échelle de l'écosystème au sujet des prédateurs du saumon rouge du fleuve Fraser (p. ex. abondance, régime alimentaire, tendances, aires de répartition), et elle constitue une lacune reconnue dans les connaissances (annexe C). Le tableau 37 présente une liste de prédateurs potentiels du saumon rouge du fleuve Fraser; cette liste ne doit cependant pas être considérée comme exhaustive. Voir un sommaire détaillé de ces prédateurs et de leurs interactions potentielles avec le saumon rouge du fleuve Fraser dans Christensen et Trites (2011).

Tableau 37. Prédateurs que le saumon rouge du fleuve Fraser peut rencontrer. Modifié de Christensen et Trites (2011).

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 chinook	<i>Oncorhynchus tshawytscha</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	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	Lamproie fluviatile	<i>Lampetra ayresi</i>
	Espèces de chabots	<i>Cottus spp.</i>
	Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>
	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>

Groupe de prédateurs	Nom commun	Nom scientifique
Poissons marins	Lamproie arctique	<i>Lampetra camtschatica</i>
	Requin bleu	<i>Prionace glauca</i>
	Cavalo féroce	<i>Alepisaurus ferox</i>
	Pharaon du Pacifique Nord	<i>Anotopterus nikparini</i>
	Merlu du Pacifique	<i>Merluccius productus</i>
	Hareng du Pacifique	<i>Clupea harengus pallasii</i>
	Lamproie du Pacifique	<i>Lampetra tridentata</i>
	Maquereau blanc	<i>Scomber japonicus</i>
	Laimargue du Pacifique	<i>Somniosus pacificus</i>
	Morue charbonnière	<i>Anoplopoma fimbria</i>
	Taupe du Pacifique	<i>Lamna diprotis</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	Ours brun	<i>Ursus arctos</i>
	Ours noir	<i>Ursus americanus</i>
	Otarie de Californie	<i>Zalophus californianus</i>
	Coyote	<i>Canis latrans</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>
	Vison	<i>Mustela vison</i>
	Otarie à fourrure	<i>Callorhinus ursinus</i>
	Dauphin à flancs blancs du Pacifique	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>
	Otarie de Steller	<i>Eumetopias jubatus</i>
	Loutre de rivière	<i>Lontra canadensis</i>
Loup	<i>Canis lupus</i>	
Invertébrés	Calmar de Humboldt	<i>Dosidicus gigas</i>

4.3.3. Concurrence

Le saumon rouge du fleuve Fraser fait concurrence à une multitude d'espèces co-occurentes dans les milieux d'eau douce et marins. En raison de leur cycle biologique et de leur comportement relativement uniques par rapport aux autres saumons du Pacifique, les saumons rouges du fleuve Fraser en eau douce ne sont pas confrontés à des niveaux élevés de concurrence interspécifique avec d'autres espèces de saumons. Le kokani, la forme non anadrome du saumon rouge, est probablement le principal concurrent en eau douce du saumon rouge du fleuve Fraser. Au stade juvénile, le saumon rouge est similaire sur le plan écologique au saumon kokani, avec un degré élevé de chevauchement de l'habitat et de comportement alimentaire qui indique la possibilité d'une concurrence pour la nourriture (Wood *et al* 1999). Le kokani est très abondant dans les réseaux hydrographiques Stuart-Takla (UD20 Takla-

Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart et UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E) et Quesnel (UD16 Quesnel-E), avec des cohortes de plusieurs âges qui pourraient représenter une source importante de concurrence pour la croissance des juvéniles. Dans des réseaux hydrographiques comme ceux-ci, nous remarquons que la fertilisation des lacs, un outil de mise en valeur utilisé pour le saumon rouge du fleuve Fraser (dont il est question à la section 6.1.9), peut profiter aux populations de kokani au point de créer des interactions concurrentielles accrues et négatives avec le saumon rouge du fleuve Fraser. À l'heure actuelle, il n'y a pas suffisamment de données probantes pour quantifier le niveau de concurrence entre le saumon rouge et le saumon kokani au niveau de l'UD pour le saumon rouge du fleuve Fraser et cette source d'incertitude nécessite des recherches futures (annexe C). Il y a une variété d'autres espèces d'eau douce co-occurrentes qui font concurrence au saumon rouge du fleuve Fraser, y compris de nombreux prédateurs mentionnés dans la section ci-dessus, mais il n'y a actuellement aucune preuve que ces interactions concurrentielles limitent le rétablissement. En eau douce, le saumon rouge du fleuve Fraser fait face à une concurrence intraspécifique pour l'habitat de fraie et de croissance, mais compte tenu des abondances actuelles, elle n'est pas considérée comme un facteur limitatif pour les UD examinées ici.

La structure des communautés des invertébrés marins et des poissons a considérablement changé en raison du réchauffement des températures océaniques et des vagues de chaleur marines (voir la section 4.1.11.1), ce qui a entraîné des changements dans le régime alimentaire du saumon rouge et probablement dans la dynamique concurrentielle. Par exemple, on a observé que des espèces de copépodes du sud, pauvres en lipides, arrivaient dans des régions plus au nord, tandis que l'abondance des copépodes subarctiques et boréaux, riches en lipides, diminuait (Young et Galbraith 2018; Galbraith et Young 2019); des espèces de plancton supérieures sur le plan énergétique, comme les hypéridés et les euphausiacés apparaissent en quantités limitées dans les régimes alimentaires du saumon rouge et les calmars juvéniles, les poissons fourrages et d'autres proies moins riches en énergie sont consommés plus fréquemment (Karpenko *et al.* 2007). Il existe également des preuves que les populations de méduses dans les écosystèmes côtiers pourraient être en hausse (Brotz *et al.* 2012; Purcell 2012), et pourraient constituer une forme de concurrence indirecte par exploitation pour le saumon du Pacifique. Les méduses possèdent également plusieurs caractéristiques qui les placent dans une position d'influence pour restructurer le flux d'énergie dans les réseaux trophiques pélagiques : des taux élevés de croissance et de reproduction, des régimes alimentaires planctonophages généraux et apparemment peu de prédateurs à l'âge adulte (Condon *et al.* 2012; Robinson *et al.* 2014). La hausse de la température accroît également les besoins métaboliques du saumon, qui doit ainsi augmenter sa consommation alimentaire en conséquence (Grant *et al.* 2019). Sans une augmentation simultanée de la qualité ou de la quantité des proies, la croissance et la survie des saumons diminueront dans des conditions de réchauffement (Holsman *et al.* 2018). Des données probantes montrent une diminution de la taille et de l'âge chez le saumon rouge et d'autres espèces de saumon du Pacifique dans les dernières décennies, qui pourrait être en partie attribuable à l'augmentation des exigences métaboliques et de développement en raison du réchauffement des températures (Gardner *et al.* 2011; Oke *et al.* 2020). Certains pensent aussi que la diminution de la taille et de l'âge est influencée par les interactions concurrentielles entre le saumon rouge et les abondances élevées de poissons d'écloserie, en particulier le saumon rose (voir la section 4.1.2.3; Ruggione et Connors 2015; Ruggione et Irvine 2018; Connors *et al.* 2020).

4.4. ÉLÉMENT 11 : DISCUSSION DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES MENACES DÉCRITES À L'ÉLÉMENT 8 SUR LES ESPÈCES CIBLES ET LES ESPÈCES CO-OCCURRENTES, DES EFFORTS DE SURVEILLANCE ACTUELS ET DES LACUNES DANS LES CONNAISSANCES

Bon nombre des menaces déterminées dans l'élément 8 ont probablement également un impact négatif sur les prédateurs co-occurents, les concurrents et les proies du saumon rouge du fleuve Fraser. Les prédateurs du saumon rouge du fleuve Fraser ont sans doute subi les effets négatifs des réductions continues de l'abondance du saumon rouge au cours des dernières décennies, mais il y a des cas où les menaces pourraient en fait améliorer le succès d'un prédateur ciblant le saumon rouge du fleuve Fraser. Par exemple, le saumon rouge du fleuve Fraser infecté par le pou du poisson ou d'autres agents pathogènes ou exposé à divers polluants environnementaux peut avoir une déficience visuelle ou natatoire, une endurance réduite et occuper des positions périphériques dans les bancs de poissons qui peuvent entraîner des niveaux de prédation plus élevés. Les espèces non indigènes introduites, comme les poissons à raies épineuses dans le bas Fraser, peuvent également bénéficier des hausses des régimes de température en eau douce, car elles ont des tolérances physiologiques aux températures élevées et peuvent supplanter les espèces indigènes. Les concurrents profiteront généralement d'une faible abondance du saumon rouge du fleuve Fraser, mais s'ils partagent des besoins semblables en matière d'habitat ou de proies, ils subiront probablement aussi les effets négatifs des menaces indiquées à l'élément 8. Dans certains cas, les concurrents pourraient être plus en mesure de s'adapter à ces menaces, et bénéficier ainsi d'un avantage concurrentiel par rapport au saumon rouge du fleuve Fraser. Les proies du saumon rouge du fleuve Fraser profiteraient aussi généralement de la réduction de l'abondance du saumon rouge, mais de nombreuses espèces proie préférées du saumon rouge ont été observées en nombre réduit, particulièrement dans le milieu marin, par rapport aux années précédentes, ce qui donne à penser qu'elles sont également touchées négativement.

La plupart des menaces qui pourraient avoir une incidence sur les caractéristiques de l'habitat pèseraient également sur de nombreuses espèces co-occurents. Par exemple, tous les prédateurs terrestres seraient concernés par des changements dans le bassin versant, comme une diminution des forêts ou une urbanisation accrue. Les arbres et la végétation riveraine sont aussi directement touchés, car ce sont les caractéristiques de l'habitat qui sont souvent détruites. Les changements du débit d'eau douce résultant des opérations des barrages et de l'irrigation auront une incidence, le plus souvent négative, sur toutes les espèces aquatiques. En plus de la destruction de l'habitat, le déclin des populations de saumon peut avoir des effets sur la végétation riveraine en réduisant les apports d'éléments nutritifs provenant des carcasses (Hocking et Reynolds 2011). Le saumon apporte un flux annuel d'éléments nutritifs du milieu marin dans le milieu terrestre, qui peut avoir des répercussions écologiques fortes et imprévues (Wagner et Reynolds 2019). Les carcasses de saumon sont transférées dans les habitats terrestres adjacents par des prédateurs (p. ex. ours, loups), les inondations et le débit hyporhéique (Hilderbrand *et al.* 1999; Gende *et al.* 2002; Buxton *et al.* 2015a), améliorant la production primaire, favorisant la croissance des plantes et la complexité structurale (Helfield et Naiman 2001; Mathewson *et al.* 2003; Reimchen et Fox 2013) et influençant la diversité de la végétation de sous-bois (Hocking et Reynolds 2011; Hurteau *et al.* 2016; Wagner et Reynolds 2019). L'impact de la réduction des éléments nutritifs variera d'un bassin versant à l'autre, mais il est probable qu'il sera plus important dans les bassins plus petits et plus pauvres en éléments nutritifs (Hocking et Reynolds 2011).

Il existe de nombreuses lacunes dans les connaissances concernant les menaces déterminées dans l'élément 8 et leurs impacts écologiques. L'annexe C énumère les lacunes dans les

connaissances et les sources d'incertitude cernées tout au long de ce processus d'évaluation du potentiel de rétablissement, mais cette liste n'est pas exhaustive.

5. ÉLÉMENT 14 : PRÉSENTER UN AVIS SUR LA MESURE DANS LAQUELLE L'HABITAT APPROPRIÉ DISPONIBLE RÉPOND AUX BESOINS DE L'ESPÈCE, MAINTENANT ET LORSQUE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSMENT DE L'ESPÈCE PROPOSÉS DANS L'ÉLÉMENT 12 SONT ATTEINTS

Les évaluations du potentiel de rétablissement visent à fournir des avis sur la situation de l'*approvisionnement* et de la *demande* d'habitats et à guider la discussion pour déterminer si la disponibilité de l'habitat limite actuellement la croissance de la population, à la fois à l'heure actuelle et lorsque l'espèce atteindra ses cibles de rétablissement (MPO 2014c). Dans ce contexte, l'*approvisionnement* fait référence à la quantité de différents types d'habitats connus, et à la quantité que chaque type d'habitat devrait soutenir, si la population de l'espèce sature l'habitat. La *demande* fait référence à l'utilisation de l'habitat par l'espèce et est estimée à partir de la taille de la population et des densités qui peuvent être atteintes dans différents types d'habitat.

Des travaux antérieurs ont décrit les habitats de migration, de croissance et de fraie en eau douce pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Cette information n'est essentiellement pas disponible pour le milieu marin en raison des défis liés à la surveillance de vastes régions géographiques non délimitées. Nous remarquons qu'en raison de l'abondance élevée de saumons d'écloserie dans l'océan Pacifique (particulièrement des saumons roses, voir la section 4.1.2.3), l'approvisionnement en habitat convenable dans le milieu marin peut avoir été réduit au fil du temps du fait de la concurrence accrue pour les ressources, mais peu de données probantes sont disponibles à l'heure actuelle pour le quantifier. Les estimations de l'habitat migratoire pour le saumon rouge du fleuve Fraser sont fondées sur la distance parcourue dans le cours d'eau pendant la montaison, et sont représentées par des kilomètres linéaires. L'habitat de fraie est estimé pour chaque UD à l'aide d'une combinaison de données provenant du Fisheries Information Summary System (FISS) géré par le gouvernement et des connaissances spécialisées/locales (Nelitz *et al.* 2011; COSEPAC 2017a), et est présenté comme un indice de la zone d'occupation (IZO; voir la section 2.2.1). La majorité des UD considérées dans cette évaluation du potentiel de rétablissement grandissent dans un grand lac de croissance pendant environ un an, et la majeure partie de ce temps est consacrée à la recherche de nourriture dans la zone pélagique du lac. Par conséquent, l'habitat de croissance de ces UD comprend la zone géographique totale de leur lac de croissance respectif. L'exception est l'UD24 Widgeon-type fluvial, la seule variante de type océanique prise en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement, qui grandit dans le bas Fraser avant de migrer dans le détroit de Georgie (voir une analyse du cycle biologique du saumon rouge du fleuve Fraser dans la section 2.1). Une grande partie de l'information disponible sur l'utilisation de l'habitat pour les saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique provient du saumon rouge de type océanique de la rivière Harrison (UD23 Harrison-type fluvial), qui est beaucoup plus abondant. Notre connaissance de l'utilisation de l'habitat et de l'approvisionnement en habitat est donc extrêmement limitée pour l'UD24, et constitue une lacune notable dans les connaissances (annexe C).

Il est à noter que l'estimation fiable de l'approvisionnement et de la qualité de ces habitats pose des défis inhérents. Par exemple, il peut être possible de définir l'étendue des tronçons de fraie potentiels, mais il est plus difficile de définir la qualité réelle des substrats de fraie (Dan Selbie, MPO, comm. pers.; Nelitz *et al.* 2011). Les fluctuations saisonnières des conditions environnementales et hydrologiques peuvent également modifier la disponibilité, la quantité et la qualité de tous les types d'habitats. Par exemple, l'accès à l'habitat ou la disponibilité de

celui-ci peuvent être influencés par des débits faibles ou élevés, les températures de l'eau, des glissements de terrain, la sédimentation, la formation de glace de fond ou de frasil, ainsi que par une variété d'autres menaces physiques, chimiques, biologiques ou liées au climat et de facteurs limitatifs déterminés dans les éléments 8 et 10. Nous soulignons qu'il s'agit d'une source d'incertitude, mais il faudrait déployer des efforts énormes et investir des fonds considérables pour étudier, surveiller et quantifier les paramètres de l'habitat susmentionnés dans de vastes zones géographiques du bassin versant du Fraser. Le tableau 38 présente les paramètres de l'habitat disponibles pour chaque UD, lorsqu'ils sont disponibles.

Dans toutes les UD examinées dans l'évaluation du potentiel de rétablissement, les déclin ont dépassé 30 % (menacée; UD10 Harrison (amont)-T, UD14 North Barriere-DE, UD16 Quesnel-E) ou 50 % (en voie de disparition; UD2 Bowron-DE, UD17 Seton-T, UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E, UD22 Taseko-DE) au cours des trois dernières générations (2009 à 2020), la population compte moins de 1 000 individus (UD17, UD22, UD24 Widgeon-type fluvial) ou on observe une combinaison de ces facteurs (COSEPAC 2017a; MPO 2020a). Dans la plupart des cas, les déclin sur les trois dernières générations ne sont pas attribuables à des niveaux où la saturation de l'habitat était une préoccupation. Ricker (1987) a indiqué il y a près de quatre décennies que, mis à part les plus grands stocks producteurs comme ceux des lacs Chilko (UD3/4), Quesnel (UD16) et Shuswap (UD18/19), la plupart des UD du saumon rouge du fleuve Fraser de l'intérieur de la Colombie-Britannique avaient sous-utilisé une capacité d'habitat de croissance toutes les années de cycle observées, avec des échappées nettement inférieures à celles d'avant le XX^e siècle. Shortreed et ses collaborateurs (2001) indiquent que la capacité de croissance peut avoir été atteinte ou dépassée dans seulement deux lacs de croissance utilisés par le saumon rouge du fleuve Fraser pris en considération ici, l'UD14 North Barriere-DE et l'UD16 Quesnel-E. Cependant, les données sur les échappées utilisées dans cette étude ont été recueillies entre 1977 et 2000, période au cours de laquelle les montaisons étaient beaucoup plus importantes que les niveaux actuels (voir les graphiques sur l'abondance dans la section 2.2.2).

On considère encore, généralement, que l'habitat actuel disponible peut soutenir et a soutenu une abondance beaucoup plus élevée de saumon rouge pour les UD considérées dans cette évaluation du potentiel de rétablissement. Par conséquent, **l'approvisionnement en habitat n'est pas considéré comme un facteur qui empêche ces UD d'atteindre les cibles de rétablissement qui leur ont été attribuées.** Nous remarquons une exception à cet énoncé, pour l'UD24 Widgeon-type fluvial; il s'agit d'une petite population (moins de 1 000 individus), unique, de type océanique, que le COSEPAC a évaluée comme menacée en raison de sa faible abondance et de sa vulnérabilité aux menaces anthropique, plutôt que d'un déclin de l'abondance, comme c'est le cas pour de nombreuses autres UD. L'approvisionnement en habitat dans l'UD24 est limité en ce sens qu'il ne supportera pas les nombres plus élevés de poissons observés tout au long de la série chronologique enregistrée, mais il n'est pas considéré comme un facteur limitatif pour cette UD.

La section 6.1.9 propose un examen plus poussé de l'habitat de fraie et de croissance par UD, ainsi que des activités de restauration et de mise en valeur possibles.

Tableau 38. Caractéristiques de l'habitat dans les UD du saumon rouge du fleuve Fraser examinées dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement. Les paramètres de l'habitat des lacs de croissance sont présentés dans Shortreed et al. (2001).

Unité désignable (UD)	Distance de migration	Indice de la zone d'occupation	Lac de croissance	Superficie de la zone	Profondeur moyenne
UD2 Bowron-DE	870 km	16 km ²	Lac Bowron	10 km ²	16 m
UD10 Harrison (amont)-T	100 km	4 km ²	Lac Harrison	220 km ²	151 m
UD14 North Barriere-DE	450 km	20 km ²	Lac North Barriere	5,2 km ²	35 m
UD16 Quesnel-E	640 km	352 km ²	Lac Quesnel	270 km ²	158 m
UD17 Seton-T	320 km	20 km ²	Lac Seton	24 km ²	85 m
UD21 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart	1 000 km	428 km ²	Lac Takla Lac Trembleur	246 km ² 116 km ²	107 m 40 m
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E	870 km	164 km ²	Lac Stuart	359 km ²	20 m
UD22 Taseko-DE	500 km	24 km ²	Lac Taseko	31 km ²	43 m
UD24 Widgeon-type fluvial	25 km	4 km ²	S.O.	S.O.	S.O.

* Les saumons rouges du fleuve Fraser de l'UD20 et de l'UD21 utilisent l'habitat des lacs Takla et Trembleur, tandis que ceux de l'UD21 utilisent également le lac Stuart.

6. SCÉNARIOS D'ATTÉNUATION DES MENACES ET ACTIVITÉS DE RECHANGE

6.1. ÉLÉMENT 16 : LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATION RÉALISABLES ET DES ACTIVITÉS DE RECHANGE RAISONNABLES AUX ACTIVITÉS QUI POSENT DES MENACES POUR L'ESPÈCE ET SON HABITAT

L'élément 8 a permis de cerner une multitude de menaces qui ont une incidence négative sur le saumon rouge du fleuve Fraser à tous les stades biologiques, mais bon nombre de ces menaces sont complexes et interreliées par divers processus physiques, biologiques et chimiques qui se produisent dans de vastes régions géographiques. Des lacunes considérables dans les connaissances et des sources d'incertitude sont associées à beaucoup de ces menaces (annexe C), ce qui rend extrêmement difficile de relier et de quantifier les changements de l'abondance à des activités d'atténuation précises, particulièrement au niveau de l'UD. Cette section fournit une description générale des activités et des techniques qui pourraient généralement être utilisées pour atténuer les menaces relevées à l'élément 8, mais nous ne tentons pas de prioriser des activités d'atténuation particulières en raison du niveau élevé d'incertitude associé à bon nombre de ces menaces. Une grande partie de l'information présentée dans cette section est présentée dans d'autres récentes évaluations du potentiel de rétablissement sur le saumon du Pacifique (saumon coho du Fraser intérieur, saumon chinook du Fraser) et est très pertinente pour toutes les espèces de saumons du Pacifique en péril.

6.1.1. Développement

Le bas Fraser est la région la plus densément peuplée de la Colombie-Britannique et abrite la plus forte concentration de logements et de zones urbaines, de développements commerciaux et industriels, ainsi que d'activités touristiques et récréatives. Il y a peu d'habitat disponible pour d'autres aménagements de ces types à proximité du bas Fraser, de ses affluents et de son estuaire, mais compte tenu de la croissance démographique en hausse dans la région du Grand Vancouver, il est probable que la demande d'expansion augmentera à l'avenir. Il sera important de déterminer les zones critiques pour le saumon rouge du fleuve Fraser dans le bas Fraser afin d'atténuer la dégradation supplémentaire de l'habitat disponible limité, ce qui profitera non seulement au saumon rouge du fleuve Fraser, mais aussi aux autres salmonidés qui grandissent dans le bas Fraser. Il est précisé dans la section 3.1 que les saumons rouges du fleuve Fraser de type lacustre (toutes les UD à l'exception de l'UD24 Widgeon-type fluvial) migrent rapidement dans cette zone et ne seraient probablement pas fortement touchés, mais on pense que les saumons rouges du fleuve Fraser de type océanique (UD23 Harrison-type fluvial, UD24) passent une période prolongée de leur croissance dans le bas Fraser avant de passer dans le détroit de Georgie et, par conséquent, seraient ceux qui profiteraient le plus de la préservation de l'habitat dans ces régions. Des préoccupations ont été soulevées au sujet de l'efficacité des cadres actuels de désignation de l'habitat essentiel. Sharp et ses collaborateurs (2019) indiquent que les caractéristiques de l'habitat utilisées dans les évaluations provinciales et fédérales des risques environnementaux au Canada pour déterminer l'habitat important du saumon sont souvent des sursimplifications de mosaïques d'habitats dynamiques et que des études de terrain plus intensives sont nécessaires pour repérer les régions où les développements peuvent poser des risques particulièrement élevés. Les auteurs insistent toutefois sur le fait que, même avec des recherches approfondies, il existe encore un grand degré d'incertitude associé à la prévision de l'abondance du saumon dans l'espace et le temps.

Coker et ses collaborateurs (Coker *et al.* 2010) ont rédigé un document d'orientation général pour accompagner les évaluations du potentiel de rétablissement de la région du Centre et de l'Arctique, mais ces recommandations sont pertinentes pour tous les réseaux hydrographiques où vivent des poissons. Dans ce document, ils ont décrit de manière détaillée les liens entre des ouvrages et activités et leurs « séquences des effets », ainsi que des stratégies d'atténuation pour briser ces séquences. Ce sont des mesures d'atténuation précises que peuvent prendre ceux qui travaillent dans l'eau et à proximité. Lorsque les activités de développement ne se produisent pas directement dans l'habitat du poisson, les répercussions potentielles à plus grande échelle sur la productivité du poisson ne sont souvent pas prises en compte. La planification du développement dans tous les secteurs doit tenir compte des effets hydrologiques cumulatifs dans les bassins versants et de l'état actuel de la santé hydrologique d'un bassin versant, qui est inextricablement liée à la survie et à la productivité du saumon (Hartman et Brown 1988; Tschaplinski et Pike 2017b). Plusieurs lois et leurs politiques et documents d'orientation décrivent en détail les règlements et les pratiques exemplaires pour les ouvrages ou les activités qui ont une incidence sur les poissons. Ces cadres comprennent, entre autres, le *Provincial Riparian Area Regulations* pris en vertu de la *Riparian Areas Protection Act* et de la *Forest and Range Practices Act*, la *Mines Act*, la *Water Sustainability Act*, la *Loi sur les pêches* et l'*Énoncé de politique sur la protection des pêches*. Il y a aussi la *Environmental Assessment Act*²², qui fournit un cadre pour l'examen des grands projets afin d'en évaluer les répercussions potentielles et de s'assurer que les projets répondent aux objectifs de durabilité environnementale, économique et sociale.

²² [Environmental Assessment Act](#).

Les lois, politiques et documents d'orientation susmentionnés reconnaissent le lien entre les activités et les menaces pour l'habitat et fournissent le cadre réglementaire pour réduire ces menaces; cependant, la coopération entre les cadres de réglementation intergouvernementaux, l'interprétation des politiques, la planification, la surveillance et la mise en application sont autant de domaines qui ont besoin de soutien et de financement. De plus, ils ne sont utiles que dans la mesure où ils sont applicables. Dans bien des cas, l'atténuation est associée à des coûts supplémentaires. Des lacunes importantes ont été relevées dans les modèles qui utilisent des professionnels ou des plans de développement autodéclarés ayant des répercussions sur l'habitat pour assurer la conformité aux règlements (Bureau de l'Ombudsman 2014, Haddock 2018). Ces méthodes de planification et de surveillance créent un conflit d'intérêts entre le profit et la protection du poisson, ce qui nuit à l'application des mesures d'atténuation (Haddock 2018). Il faut des ressources suffisantes pour faciliter la planification, la surveillance et l'application des règlements par des tiers. En plus de la mise en application et de la planification par des tiers, des filets de sécurité financière obligatoires pour les problèmes imprévus (p. ex. déversements ou brèches) seraient utiles. Un cadre juridique et stratégique, appliqué uniformément aux niveaux de la municipalité, du district régional, de la province, du fédéral et des Premières Nations, contribuerait à protéger le saumon.

6.1.2. Agriculture et aquaculture

Plusieurs menaces associées à l'agriculture ont été relevées dans l'élément 8, notamment la perte et la dégradation de l'habitat riverain, le bétail entrant dans les cours d'eau, l'extraction d'eau et la pollution (l'atténuation de l'extraction d'eau et de la pollution est discutée dans les sections 4.1.7.2 et 4.1.9, respectivement). Tous les saumons rouges du fleuve Fraser transitent par le bas Fraser deux fois au cours de leur vie et sont exposés à de fortes concentrations de développements agricoles dans le district régional de la vallée du Fraser (Abbotsford, Chilliwack, Hope, Kent, Mission, Harrison Hot Springs). Environ 67 % des terres de ces régions sont exploitées activement ou soutiennent l'agriculture, mais les terres restantes (18 %) dans ces régions sont composées de parcelles relativement petites qui offrent des possibilités limitées de développement agricole supplémentaire (ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique 2016). L'intensification ou la conversion des terres existantes est donc la menace la plus probable pour le saumon rouge du fleuve Fraser à l'avenir.

L'atténuation des répercussions des nouveaux développements agricoles et de la conversion des terres doit tenir compte à la fois des impacts physiques directs de ces activités, comme la perte ou la dégradation de l'habitat, et des effets à plus grande échelle, par exemple sur la fonction hydrologique des cours d'eau, la dynamique du ruissellement et la pollution. En plus des lois énumérées ci-dessus à la section 6.1.1, d'autres visent à réduire les répercussions de l'agriculture, notamment la *Environmental Management Act*, la *Public Health Act* et la *Integrated Pest Management Act*. La province fournit également un certain nombre de ressources aux intervenants, comme le *Riparian Areas Protection Regulation*²³ (RAPR), promulgué en vertu de la *Riparian Areas Protection Act*, et le *Farmland-Riparian Interface Stewardship program*²⁴ (FRISP). Le *Riparian Areas Regulation* (règlement sur les zones riveraines), exige des administrations locales de la province qu'elles assurent la protection des zones riveraines durant les projets d'aménagement résidentiel, commercial et industriel en veillant à ce qu'un professionnel qualifié de l'environnement procède à une évaluation scientifique des activités proposées. Le *Farmland-Riparian Interface Stewardship program* (programme d'intendance de l'interface entre les terres agricoles et les zones riveraines), mis en œuvre par la BC

²³ [Riparian Areas Protection Regulation \(RAPR\)- Riparian Areas Protection Act.](#)

²⁴ [Farmland-Riparian Interface Stewardship program \(FRISP\)- BC Cattleman's Association.](#)

Cattleman's Association (BCCA), vise à aider les producteurs agricoles provinciaux à protéger et à améliorer la qualité de l'eau, à protéger et à améliorer la végétation riveraine et à prévenir et atténuer les répercussions agricoles sur les cours d'eau et les lacs²⁵. Le programme offre une vaste gamme de services pour les habitats riverains et les habitats du poisson, la gestion des déchets et les projets de restauration sous forme d'information technique, de formation, de conseils, de prescriptions de projets, d'estimations de coûts et de services de soutien de projet et de médiation pour les intervenants engagés. Le *Environmental Farm Plan*²⁶ cherche également à aider les exploitations agricoles à minimiser les risques environnementaux et fournit des évaluations sur place et des orientations pour des facteurs comme l'intégrité des zones riveraines, l'irrigation et le drainage, la qualité de l'eau, le contrôle de la qualité de l'air et des émissions, de même que pour l'entreposage des matériaux à la ferme. Ces programmes devraient être utilisés dans la mesure du possible pour assurer la protection de l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser.

L'UD16 Quesnel-E est la seule UD qui devrait être touchée par l'élevage de bovins, car elle se trouve dans une zone fortement prescrite pour la production de bovins de boucherie, particulièrement dans la région entourant la rivière Horsefly (peut être supérieur à 50 % du rendement du UD16), et les faibles niveaux d'eau permettent au bétail d'entrer dans les cours d'eau et de piétiner potentiellement les nids de salmonidés ou l'habitat essentiel. En général, on peut installer des clôtures pour empêcher l'accès aux cours d'eau, mais le bétail se trouve souvent dans de vastes zones géographiques où la surveillance et la mise en application font défaut. Charnley et ses collaborateurs (2018) récapitulent les stratégies employées pour limiter les impacts du broutage, comme l'installation de clôtures permanentes autour des couloirs aquatiques contenant un habitat essentiel du poisson, accroître les contrôles des périodes et de l'utilisation des pâturages dans les zones riveraines pendant la saison, mettre en place d'autres sources d'eau dans les hautes terres pour maintenir le bétail éloigné des zones riveraines, raccourcir la saison d'utilisation sur les parcelles, fournir des suppléments nutritionnels dans les hautes terres (comme du sel, des minéraux et des blocs de minéraux afin d'éloigner le bétail des cours d'eau) et clôturer temporairement les nids de salmonidés pendant la saison de la fraie. Ces approches sont généralement propres à un site ou à une région et dépendent de la coopération avec les propriétaires fonciers. Il sera donc important d'établir un lien de confiance entre les éleveurs, les gestionnaires des ressources et les organismes de réglementation.

L'empreinte de l'aquaculture en parcs en filet devait avoir des répercussions négligeables sur le saumon rouge du fleuve Fraser, mais les maladies et la pollution qui lui sont associées sont devenues un sujet de débat important ces dernières années (l'atténuation de ces impacts est abordée dans les sections 4.1.2.3 et 4.1.9.3, respectivement). L'annonce récente par la ministre des Pêches et des Océans, Bernadette Jordan, de l'élimination progressive de l'aquaculture en parcs en filet dans les îles Discovery, un important couloir migratoire du saumon rouge du fleuve Fraser, atténuera probablement certaines de ces préoccupations au cours des prochaines années. Cette annonce précise qu'aucun nouveau poisson, de quelque taille que ce soit, ne peut être introduit dans les exploitations aquacoles des îles Discovery, et que toutes ces exploitations seront exemptes de poissons d'ici le 30 juin 2022, mais que les poissons déjà présents aux sites peuvent terminer leur cycle de croissance et être récoltés²⁷. De plus, le gouvernement fédéral s'est engagé à faire la transition vers l'aquaculture en parcs clos d'ici 2025, ce qui réduira davantage l'empreinte de l'aquaculture dans d'autres régions côtières de la Colombie-Britannique.

²⁵ [Riparian Area Resources](#).

²⁶ [Environmental Farm Plan](#).

²⁷ [Communiqué de presse du gouvernement du Canada](#).

La principale menace pour le saumon rouge du fleuve Fraser découlant de l'aquaculture est la concurrence avec les poissons d'écloserie, en particulier le saumon rose et le saumon kéta, qui sont produits en grande quantité dans des régions éloignées (p. ex. Russie, Japon, Alaska). Les travaux considérables réalisés donnent à penser que les niveaux élevés de production des écloseries ont des conséquences négatives (voir la section 4.1.2.3), mais la production des écloseries continue d'augmenter dans certaines régions. Connors et ses collaborateurs (2020) soulignent l'importance de la coopération internationale pour prendre en considération et éventuellement limiter le nombre de saumons d'écloserie relâchés dans l'océan dans un avenir de plus en plus incertain. Bien que nous n'ayons pas de contrôle sur la production des écloseries dans d'autres régions, nous pouvons continuer d'appuyer la compréhension de ces interactions concurrentielles par la poursuite de la recherche.

6.1.3. Impacts de la pêche

Les tendances à la baisse de l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser depuis les années 1980 ont entraîné des changements importants dans les pêches ciblées, et les taux d'exploitation ont été considérablement réduits pour toutes les UD. Les pêches du saumon rouge du fleuve Fraser sont actuellement gérées à l'aide de l'information en cours de saison, et peuvent ainsi être réduites ou interrompues s'il semble que les objectifs d'échappée ne seront pas atteints. Les ouvertures de la pêche du saumon rouge du fleuve Fraser sont assujetties à des réductions en cours de saison en cas de mauvaises conditions de migration dans les rivières, comme les températures élevées de l'eau ou les niveaux de débit pour les unités de gestion à montaison hâtive dans la Stuart, à montaison au début de l'été et à montaison estivale (Macdonald *et al.* 2010; MPO 2017). Les ajustements en cas de faible réussite prévue de la migration en amont pour l'unité de gestion à montaison tardive sont liés à des dates d'entrée en rivière plus précoces. Les stocks qui remontent plus tôt bénéficient d'une certaine protection contre la pêche la plupart des années, en particulier l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, dans laquelle la pêche est fermée trois à quatre semaines pendant la migration. Les années où cette fermeture est prolongée à quatre semaines offrent une certaine protection aux UD à montaison au début de l'été (l'UD2 Bowron-DE, l'UD22 Taseko-DE), mais cela ne se produit pas chaque année. Les années dominantes pour certaines des UD les plus productives et les plus abondantes (UD3 Chilko-DE, UDU19 Shuswap-DE; non couverte par l'évaluation du potentiel de rétablissement), il y a une pression considérable pour la récolte et les UD plus faibles qui migrent en même temps peuvent être capturées dans les pêches. C'est également vrai pour les autres UD à montaison estivale et tardive visées par cette évaluation du potentiel de rétablissement (p. ex. l'UD17 Seton-T, l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E), qui risquent d'être pêchées en même temps que des populations plus nombreuses (p. ex. UD4 Chilko-E, UD18 complexe de la Shuswap-T; non couverte par l'évaluation du potentiel de rétablissement).

Les répercussions des pêches peuvent se produire dans les pêches dirigées et non dirigées. En plus des mortalités associées à la rétention des poissons capturés, il y a aussi des mortalités associées aux poissons qui sont relâchés après la capture et aux poissons qui sont pris dans les engins de pêche, mais qui s'en échappent. Les impacts de la mortalité accidentelle liée à la pêche sont bien documentés (Patterson *et al.* 2017a), mais les estimations de la mortalité ne sont pas bien quantifiées. Un processus de quantification de la mortalité accidentelle liée à la pêche a été proposé et recommandé (MPO 2016; Patterson *et al.* 2017b), mais il n'a pas encore été mis en œuvre dans la modélisation de l'évaluation des stocks de saumon rouge du fleuve Fraser. Il est possible de réduire les impacts des pêches en appliquant différentes mesures relatives à l'engin, à la période et à l'emplacement. Par exemple, on peut imposer des durées d'ouverture plus courtes pendant la migration du saumon rouge du fleuve Fraser, des durées plus courtes d'immersion des filets, des filets plus courts, un maillage plus grand,

l'utilisation de filets-gueules enchevêtrants, et la pêche active aux filets fixes par opposition aux méthodes de pêche passive. L'utilisation de filets maillants a été reconnue comme une source importante de stress et de blessures pour les poissons qui s'y empêtrent et s'en échappent (voir la section 4.1.5.2), causant des niveaux plus élevés de mortalité du saumon rouge du fleuve Fraser avant la fraie. La transition de l'utilisation des filets maillants à d'autres engins de pêche est une option possible pour réduire la mortalité accidentelle liée à la pêche. L'utilisation de méthodes de salabarde sur les senneurs facilite la récupération des poissons relâchés, tout comme les bassins de récupération lorsqu'ils sont utilisés correctement (Cook *et al.* 2020). Les mesures d'atténuation dans la pêche récréative peuvent comprendre, sans s'y limiter, l'utilisation d'engins qui réduisent les impacts sur les poissons relâchés, comme les hameçons sans ardillon, les cours ou examens obligatoires sur l'identification et la manipulation des poissons (semblables au programme de formation en matière de conservation et de loisirs en plein air pour la chasse). L'intégration de seuils de température propres aux engins de pêche lors de l'ouverture des pêches exigeant la remise à l'eau des saumons rouges dans le cours principal du Fraser pourrait aider à réduire la mortalité associée à la remise à l'eau. Il est à noter que même si bon nombre de ces protocoles sont déjà en place pour atténuer les impacts de la pêche, leur non-respect peut avoir des effets inconnus, mais potentiellement importants. Il faut accroître la surveillance et la mise en application pour mieux comprendre et réduire les répercussions des activités de pêche illicites, tant dans les milieux marins qu'en eau douce.

Il faut harmoniser les activités de récolte et les objectifs de rétablissement de ces stocks en péril afin qu'ils puissent se rétablir et, compte tenu des faibles niveaux actuels d'échappée et de productivité de certaines des UD visées par cette évaluation du potentiel de rétablissement, toute récolte pourrait avoir des effets négatifs importants. De plus, la réduction des prises représente l'une des rares mesures d'atténuation immédiates que nous pouvons contrôler. Le MPO s'efforce d'appliquer un cadre de précaution pour gérer les pêches, qui consiste à faire preuve de prudence en cas d'incertitude dans les connaissances scientifiques et à ne pas utiliser l'absence de renseignements scientifiques adéquats comme motif pour reporter ou ne pas prendre des mesures pour éviter de graves dommages aux stocks de poissons ou à leurs écosystèmes²⁸. Compte tenu du manque d'information et de l'incertitude entourant les répercussions de la pêche des stocks mélangés sur les UD fortement déprimées du saumon rouge du fleuve Fraser, en particulier pour les UD qui doivent franchir le récent glissement de terrain de Big Bar dans le cours principal du Fraser, il convient de minimiser toute la pression de la pêche le plus possible afin d'éviter des impacts irréversibles. Il est toutefois à noter que même en l'absence de pêche, on ne prévoit pas un rétablissement de ces UD à court terme.

6.1.4. Foresterie et gestion de la faune

Les coupes à blanc historiques et l'enlèvement de la végétation riveraine ont eu des répercussions négatives importantes sur la stabilité des chenaux des cours d'eau, la température des cours d'eau, la dynamique du ruissellement, les hydrogrammes saisonniers et la santé globale des forêts dans les régions du bassin du Fraser. Les pratiques forestières actuelles visent à réduire ces impacts en appliquant des taux de coupe plus durables et sélectifs, en exigeant des zones tampons dans l'habitat riverain et en tenant compte de renseignements comme la santé et la diversité des forêts, la gestion des feux de forêt et des combustibles, la situation des poissons et de la faune, les changements climatiques et les effets cumulatifs sur les objectifs de gestion du bois d'œuvre (ministère des Forêts, des Terres, de l'Exploitation des ressources naturelles et du Développement rural de la Colombie-Britannique 2017). Cependant, comme nous l'avons vu dans la section 4.1.7, la fréquence croissante des feux de forêt, des infestations et des maladies intensifie la menace des coupes de récupération

²⁸ MPO. 2009. [Un Cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.](#)

agressives, comme après l'éclosion du dendroctone du pin ponderosa dans la province. Ces opérations de récupération couvrent généralement des zones plus vastes que les zones de coupe classiques et peuvent se produire dans l'habitat riverain en raison des exemptions accordées pour la récupération du bois endommagé par le feu, les insectes ou la maladie, et à moins que la réglementation et les pratiques forestières ne changent, des impacts des futures coupes de récupération sont probables. Les objectifs futurs de récolte de bois et de coupes de récupération doivent donc s'harmoniser avec les objectifs de rétablissement du saumon rouge du fleuve Fraser, y compris les répercussions physiques de ces activités et, surtout, les effets plus importants sur la fonction hydrologique résultant de la modification des surfaces de captage. Plusieurs lois provinciales sont en place pour guider les pratiques forestières durables sur les terres publiques et privées, y compris la *Forest Act*, la *Forest and Range Practices Act* et la *Private Managed Forest Land Act*, mais comme dans d'autres secteurs, ces lois doivent être mises à jour régulièrement et ont besoin de soutien pour la surveillance et la mise en application. Il est également essentiel, pour permettre le rétablissement à long terme du saumon rouge du fleuve Fraser, de modifier la législation afin d'éliminer ou de réduire les coupes de récupération forestière agressives à la suite de perturbations forestières.

Le bas Fraser et son estuaire constituent une zone très active pour le transport des billes de bois et contiennent une forte concentration d'allingues et de barges, ce qui peut causer divers effets environnementaux négatifs supplémentaires sur le saumon et ses prédateurs (voir les sections 4.1.4.3 et 4.1.8.2). On sait que cette zone soutient des millions de saumons en dévalaison qui occupent les zones de l'estran marin après la smoltification et avant la migration dans l'océan (Nelitz *et al.* 2012). Le retrait ou les réductions des aires actuelles de stockage des billes dans le bas Fraser et l'estuaire amélioreront probablement la quantité et la disponibilité de l'habitat littoral pour le saumon rouge du fleuve Fraser (et d'autres espèces de saumons du Pacifique) pendant leur croissance ou leur traversée du bas Fraser et devraient être considérés comme une activité d'atténuation visant à améliorer l'habitat.

6.1.5. Espèces envahissantes et problématiques

De nombreuses espèces envahissantes sont présentes dans le bassin du Fraser, mais la majorité d'entre elles ne devraient pas représenter une menace importante pour le saumon rouge du fleuve Fraser dans un proche avenir (voir la section Invasive Non-Native/Alien Species). Toutefois, certaines pourraient devenir une menace plus importante à l'avenir si leur aire de répartition s'agrandit, surtout avec la hausse des températures moyennes dans le sud de la Colombie-Britannique (voir la section 4.1.11.1), qui profite à des espèces plus généralistes comme les poissons à raies épineuses (p. ex. l'achigan et la perchaude). Il y a une longue histoire d'échecs dans la gestion des espèces aquatiques envahissantes avant que des dommages irréversibles ne soient causés aux écosystèmes, tant au niveau fédéral que provincial/étatique, dans le nord-ouest du Pacifique (c.-à-d. dans le fleuve Columbia et ses affluents). Par conséquent, il est primordial d'agir rapidement pour gérer les espèces aquatiques envahissantes (EAE). Une fois les espèces aquatiques envahissantes établies, il peut être extrêmement difficile de les gérer au moyen de techniques de suppression conventionnelles comme l'élimination physique (filets, pêche à l'électricité) et l'intervention chimique (roténone) sans avoir d'impact sur les communautés biologiques indigènes. Lorsque des espèces aquatiques envahissantes sont détectées, il faut entreprendre au plus tôt tous les efforts visant à les éradiquer, mettre en œuvre des programmes de surveillance et les maintenir jusqu'à ce que l'éradication soit complète. Il est toutefois difficile de détecter les premiers stades des invasions biologiques lorsque les densités de population sont à un minimum, et les techniques de relevé conventionnelles exigent des ressources considérables et peuvent avoir un impact négatif sur les espèces non ciblées, en plus d'une efficacité douteuse lorsque l'abondance de l'espèce ciblée est faible (Olsen *et al.* 2015). L'utilisation d'échantillons d'ADN

environnemental (ADNe) a suscité beaucoup d'intérêt depuis ses débuts (Ficetola *et al.* 2008) comme technique non invasive pour détecter et surveiller les espèces d'eau douce envahissantes ou rares, car elle nécessite un effort minimal sur le terrain et élimine les effets négatifs potentiels sur les espèces non ciblées. La mise en œuvre de programmes de surveillance de routine de l'ADNe dans les zones probables d'introduction peut être une option pour suivre la colonisation ou la propagation des espèces aquatiques envahissantes.

La prédation par les pinnipèdes, en particulier par les phoques communs, les otaries de Steller et les otaries de Californie, a été reconnue comme une source potentiellement importante de mortalité du saumon rouge du fleuve Fraser, en particulier pour les UD à faible abondance (voir la section 4.1.8.2). Malgré les nombreux travaux consacrés aux effets des interactions prédatrices entre le saumon rouge du fleuve Fraser et les pinnipèdes, il y a un grand nombre de processus écologiques concurrents qui nous empêchent de bien comprendre ces interactions et leurs répercussions. Il existe peu de stratégies d'atténuation directes pour réduire les impacts de la prédation, à l'exception de l'élimination létale (abattage), de l'élimination non létale comme la capture et la relocalisation, ou de la stérilisation. L'Institut pour les océans et la pêche (Université de la Colombie-Britannique) a récemment organisé un atelier technique, qui a réuni un vaste groupe de scientifiques et de gestion du Canada et des États-Unis spécialistes des pinnipèdes et des salmonidés, en vue d'évaluer l'état actuel des connaissances et les incertitudes entourant les régimes alimentaires et la dynamique des populations de pinnipèdes, ainsi que les impacts que les pinnipèdes peuvent avoir sur le saumon du Pacifique dans la mer des Salish (Trites et Rosen 2019). Le compte rendu de cet atelier décrira de manière particulièrement détaillée les pinnipèdes et leurs interactions avec le saumon du Pacifique (voir Trites et Rosen 2019); cependant, le consensus général à l'issue de l'atelier était que les données actuelles sont insuffisantes pour justifier des mesures d'atténuation comme l'abattage de pinnipèdes dans la mer des Salish en raison des niveaux élevés d'incertitude en ce qui concerne tant notre état d'information actuel que les effets indirects d'un abattage. Des solutions de rechange non létales, comme la capture ou le harcèlement de pinnipèdes pendant les périodes critiques, ont également été discutées, mais il faudrait réfléchir sérieusement à la mise en œuvre de telles mesures pour éviter l'accoutumance au fil du temps. Comme il est mentionné à la section 4.1.5.1, les allingues attirent les saumons en quête d'un refuge, mais aussi d'autres prédateurs, et servent de sites d'échouerie pour les phoques communs. L'enlèvement des allingues dans des zones clés, en particulier dans les estuaires, peut être bénéfique pour réduire le nombre de pinnipèdes qui se nourrissent des saumons cherchant refuge. L'utilisation de contraceptifs pourrait également constituer un autre moyen non légal de réduire l'abondance des pinnipèdes, mais il existe actuellement peu d'information autre que des études de modélisation estimant l'efficacité potentielle de la stérilisation selon des scénarios théoriques (Nelson 2020). Une variété de préoccupations et de questions d'ordre éthique entourent les effets biologiques involontaires possibles, et des recherches considérables sont requises pour déterminer si une intervention par stérilisation est justifiée.

D'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre les effets indirects de l'abattage sélectif des prédateurs et d'autres facteurs qui influent sur les fonctions des écosystèmes, comme les relations dans le réseau trophique, la répartition changeante des proies et des prédateurs et les pratiques des écloses. De plus, compte tenu de notre compréhension limitée de la dynamique des populations de saumons du Pacifique et de pinnipèdes, nous avons peu de moyens de déterminer si les prélèvements produisent l'effet escompté. Une étude plus poussée de la prédation par les pinnipèdes a été reconnue comme un besoin de recherche futur pour planifier les mesures d'atténuation pour le saumon rouge du fleuve Fraser, et elle est mentionnée à l'annexe C.

6.1.6. Barrages et gestion de l'eau

Les menaces cernées dans l'élément 8 comprennent l'extraction d'eau, l'aménagement hydroélectrique et les structures de lutte contre les inondations (digues, vannes d'inondation, clapets à marée). De manière générale, le réseau actuel d'extraction d'eau dans le bassin du Fraser est difficile à régir, la surveillance de l'extraction des eaux de surface est inadéquate et celle des eaux souterraines est presque inexistante. Bien que les permis modernes d'utilisation des eaux délivrés soient accordés avec des exigences de comptage et dans les limites des allocations connexes, de nombreux permis d'utilisation des eaux ne font pas l'objet de comptage. L'extraction d'eau dans certains réseaux hydrographiques est maintenant reconnue comme étant surattribuée, mais il existe peu d'options pour retirer des permis (Brown *et al.* 2019). Les sécheresses sont également de plus en plus fréquentes dans le bassin du Fraser (voir la section 4.1.11.2), et la mise en application en période de sécheresse est souvent lente et à moins que les conditions soient extrêmes. La réévaluation des niveaux d'extraction d'eau et de délivrance des permis sera un élément essentiel pour maintenir des conditions hydrologiques appropriées pour le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres salmonidés, en particulier dans les zones fortement prescrites pour l'agriculture, comme l'UD16 (Quesnel-E). Le cadre réglementaire de la Colombie-Britannique reconnaît de plus en plus l'importance des sources aquifères pour les besoins environnementaux. Le paragraphe 55(4) de la *Water Sustainability Act* précise désormais que le gouvernement a le pouvoir discrétionnaire de tenir compte des besoins en débits environnementaux lorsqu'il prend des décisions concernant les utilisations des eaux souterraines nouvelles ou préexistantes. Bien que la modification de la *Water Sustainability Act* introduisant la délivrance de permis d'utilisation des eaux souterraines constitue un pas en avant, il reste encore du travail à faire pour intégrer les puits d'eau souterraine actuels dans le cadre réglementaire, mesurer toutes les activités d'extraction et créer des régimes de répartition de l'eau qui comprennent la planification des besoins en habitat du poisson afin de soutenir les habitats des saumons.

Le barrage Seton est la seule installation dotée d'une passe à poissons et tous les saumons rouges de l'UD17 Seton-T doivent la franchir pour atteindre les frayères du ruisseau Portage. Il existe des preuves que la passe à poissons du barrage Seton a des effets négatifs sur la migration du saumon rouge du fleuve Fraser de l'UD17 et qu'elle offre des indications directionnelles déroutantes en raison de la présence d'eau du cours d'eau natal dans le débit sortant de la centrale dans le cours principal du Fraser en aval du confluent avec la rivière Seton (voir la section 4.1.7.2). En plus de maintenir et de surveiller le succès du passage du saumon rouge du fleuve Fraser dans la passe à poissons du barrage Seton, il faudra aussi surveiller en permanence les mesures d'atténuation mises en place pour contrôler la dilution de l'eau du cours d'eau natal à l'installation de Walden North afin de s'assurer que des indications directionnelles appropriées sont présentes pour guider le saumon rouge du fleuve Fraser dans le réseau hydrographique de la rivière Seton. On a également relevé des impacts liés à la température dans la basse Nechako à partir du barrage Kenney qui menacent le saumon rouge du fleuve Fraser remontant dans le bassin versant de la rivière Stuart (UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E). Les mesures d'atténuation actuelles en place (c.-à-d. le Programme de gestion de la température estivale) empêchent généralement les températures de l'eau de dépasser le seuil de 20 °C; pourtant, avec la hausse des températures moyennes de l'air dans le bassin du Fraser, il sera important de surveiller activement les conditions et de modifier les protocoles de façon appropriée. En général, les stratégies de rejet d'eau à toutes les structures de retenue doivent respecter les exigences de débit écologique propres au réseau, qui peuvent être importantes pour les adultes et les juvéniles. Les exigences en matière de débit écologique doivent comprendre les crues printanières pour incorporer des matériaux allochtones, des sédiments clairs provenant du gravier de fraie, introduire des débris ligneux et inonder les habitats hors chenal (Biggs *et al.*

2005). Les rejets d'eau doivent également tenir compte des exigences relatives à la gestion de la température et du débit en été pour le saumon rouge du fleuve Fraser.

6.1.7. Pollution

Une multitude de contaminants environnementaux et de sources de pollution dans le bassin du Fraser ont été cernés à la section 4.1.9. Nombre d'entre eux persistent 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. De plus, les contaminants générés par plusieurs sources s'accumulent sous forme de mélanges dans l'environnement, de sorte que les effets de chaque polluant sont extrêmement difficiles à discerner; c'est pourquoi il faut prioriser les activités d'atténuation pour réduire les dommages qu'ils causent.

Les principales lois en vigueur en Colombie-Britannique en matière de pollution environnementale sont la *Environmental Management Act* et le *Waste Discharge Regulation*, qui viennent s'ajouter à des instruments fédéraux, la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, la *Loi sur les pêches* et la *Loi sur les ressources en eau du Canada*. Les modifications législatives et opérationnelles apportées au cours des dernières décennies ont permis de réduire efficacement la pollution provenant de divers secteurs, et bien que les lois et les règlements actuels visent à réduire la contamination de l'environnement, les effets des activités passées constituent toujours une menace notable pour tous les stades biologiques du saumon rouge du fleuve Fraser. Cela est particulièrement vrai dans le bas Fraser et l'estuaire, qui a toujours été l'épicentre des activités anthropiques dans la province qui génèrent de la pollution, en plus d'agir comme goulot d'étranglement pour les polluants accumulés dans tout le bassin du fleuve. Tous les saumons rouges du fleuve Fraser doivent traverser le bas Fraser et l'estuaire pendant leur dévalaison vers l'océan et leur montaison, et sont donc exposés deux fois aux polluants environnementaux dans ces zones.

L'une des rares options dont nous disposons actuellement pour atténuer la pollution future est l'adoption et l'application de règlements plus stricts sur les activités qui génèrent et rejettent des contaminants dans l'environnement. Cependant, la surveillance des rejets de pollution pose des défis inhérents en raison du grand nombre de sources dans le bassin du Fraser et les zones côtières environnantes. C'est particulièrement vrai lorsque l'on parle d'autodéclaration et de perte éventuelle de revenus. Des programmes de surveillance comme PollutionTracker²⁹ travaillent actuellement à documenter les niveaux et les tendances de divers contaminants dans la zone côtière de la Colombie-Britannique. L'accès public à la qualité de l'air sur des sites Web comme Purple Air³⁰ crée de la transparence et encourage le partage de données, et amène ainsi les individus à agir pour améliorer la qualité de l'air. Il serait bon d'étendre des programmes de surveillance comme celui-ci pour déterminer et réduire les rejets de pollution qui peuvent avoir une incidence sur le saumon rouge du fleuve Fraser.

L'assainissement des sites pollués qui se trouvent dans l'habitat du saumon ou qui ont une influence sur celui-ci du fait du rejet de contaminants (effluents, ruissellement, apports d'eau souterraine, etc.) est une autre composante importante de la planification de l'atténuation. L'assainissement des sédiments contaminés fait généralement appel à des activités telles que le dragage (enlèvement mécanique ou hydraulique des sédiments contaminés), l'excavation à sec (assèchement et enlèvement physique des sédiments contaminés), le recouvrement (couverture des sédiments contaminés avec des matériaux propres ou des géotextiles), l'utilisation d'agents sorbants (mélange de sédiments avec des sorbants réactifs pour isoler les contaminants) et les amendements in situ (ajout de produits chimiques/composés pour favoriser

²⁹ [Pollution Tracker 2021](#).

³⁰ [Purple Air 2021](#).

la destruction ou l'immobilisation des contaminants) (Perelo 2010; Bullard *et al.* 2015). Le suivi du rétablissement naturel (SRN), qui repose sur le potentiel métabolique des micro-organismes, associé à des processus physiques et chimiques naturels pour dégrader les contaminants au fil du temps, est une autre stratégie d'atténuation non invasive des sédiments contaminés (Perelo 2010; Bullard *et al.* 2015). Chacune de ces stratégies d'atténuation s'assortit d'un certain nombre de considérations sur les plans de l'utilité, de la faisabilité et de la durabilité, et doit faire l'objet d'une étude approfondie pour chaque projet.

Un travail considérable est nécessaire afin de dresser une liste de mesures d'atténuation de la pollution dans le bassin du Fraser et d'en établir l'ordre de priorité, ce qui constitue une lacune majeure dans les connaissances qu'il faut combler pour la future planification du rétablissement (annexe C).

6.1.8. Changements climatiques

Les menaces liées aux changements climatiques englobent une vaste série de processus complexes et interreliés qui ont une incidence directe sur le saumon rouge du fleuve Fraser en modifiant les conditions environnementales au-delà des seuils biologiques, en plus d'exacerber bon nombre des menaces dont il est question à la section 4.1. Ces effets cumulatifs peuvent entraver le progrès de nombreuses mesures d'atténuation recommandées précédemment. Par exemple, le plus grand nombre d'épisodes de précipitations extrêmes causés par les changements climatiques s'ajoutera à l'augmentation des taux de ruissellement résultant de l'exploitation forestière et des feux de forêt. La création de nouvelles structures de retenue, l'augmentation du nombre de défaillances de bassins de résidus et d'installations de traitement de l'eau qui introduisent des effluents, ainsi que des taux plus élevés d'affouillement et l'accroissement de la probabilité de défaillance des berges et d'événements d'avulsion seront autant d'obstacles aux activités d'atténuation de ces menaces. De plus, les défaillances des infrastructures dues à des phénomènes extrêmes peuvent entraîner un plus grand nombre de travaux dans les cours d'eau qui peuvent à leur tour contribuer aux menaces, comme il est indiqué dans la section sur les menaces posées par le développement (4.1.1).

Il faudra peut-être revoir le cadre réglementaire actuel et les pratiques exemplaires en ce qui concerne les travaux d'urgence, la planification et la gestion des barrages d'eau et de résidus miniers, les taux de coupe forestière et la planification des blocs, l'ingénierie des ponts, la gestion des eaux pluviales et l'occupation des plaines inondables en raison de l'empiètement urbain afin d'atténuer la survenue plus régulière de débits de crue plus élevés et les régimes modifiés de fonte des neiges. Il faudra améliorer les pratiques actuelles d'extraction non réglementée des eaux souterraines, d'extraction non surveillée des eaux de surface et remédier à la lenteur des réactions aux conditions de sécheresse et à l'absence de planification autour des fonctions hydrologiques au niveau du bassin versant, afin de mieux lutter contre les changements climatiques.

La lutte contre les effets des changements climatiques est un enjeu mondial, et il n'existe pas de mesures simples pour atténuer ces effets à court terme. Les changements des conditions environnementales observés aujourd'hui ont progressivement évolué au fil des décennies, et ne devraient pas diminuer ou s'inverser dans un avenir prévisible. Une préparation et une planification considérables sont nécessaires pour restaurer et conserver le reste de l'habitat disponible pour le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres salmonidés en péril. Le récent Accord de Paris³¹ et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat des Nations Unies³² fournissent des lignes directrices pour contribuer à l'effort mondial de lutte

³¹ [Accord de Paris.](#)

³² [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.](#)

contre les changements climatiques et d'adaptation à ceux-ci. Il faut gérer les populations de saumon rouge du fleuve Fraser et leurs habitats conformément à ces lignes directrices afin de les rendre résilients et de leur permettre s'adapter aux changements environnementaux futurs.

6.1.9. Mise en valeur et restauration de l'habitat

L'habitat dans le bas Fraser et l'estuaire a été considérablement dégradé et fragmenté depuis l'établissement humain. Bien que les saumons rouges du fleuve Fraser dépendent moins de l'habitat de croissance dans le bas Fraser et l'estuaire que les autres saumons du Pacifique (p. ex. saumon chinook, saumon rose, saumon kéta), ils migrent dans cette région deux fois au cours de leur cycle biologique et sont menacés par une variété de conditions non naturelles découlant de l'activité anthropique et de la lutte contre les inondations. La restauration de l'habitat dans le bas Fraser et l'estuaire peut accroître les précieuses ressources en proies pour les saumons juvéniles et d'autres poissons, en plus de restaurer des couloirs migratoires plus naturels. Toutefois, une modification ou une suppression importante du développement existant est nécessaire, ce qui pourrait avoir une incidence sur les établissements humains.

L'élimination des barrières artificielles à l'échange des marées (c.-à-d. les vannes d'inondation, les zones inondables), l'encouragement de la formation de réseaux de chenaux de marée et l'augmentation de la végétation riveraine dans les habitats dégradés peuvent améliorer la productivité des invertébrés et la complexité de l'habitat (Davis *et al.* 2019). Le développement de réseaux complexes de chenaux de marée avec une végétation en surplomb peut créer des cours d'eau ombragés dont les températures de l'eau seront plus stables (Beck *et al.* 2001; Bertness et Ewanchuk 2002; Whitcraft et Levin 2007), tout en augmentant l'évitement des prédateurs et la structure de l'habitat pour les proies terrestres (Kneib 1984; Allan *et al.* 2003; Woo *et al.* 2018). Les récents efforts de restauration de l'habitat dans le delta du fleuve Nisqually, dans l'État de Washington, prouvent que le rétablissement des influences des marées dans un écosystème estuarien fortement modifié peut accroître les ressources en proies et les possibilités de quête de nourriture pour les saumons juvéniles. Les données de surveillance postérieures à la restauration indiquent une augmentation importante de la biomasse d'invertébrés après le rétablissement de l'inondation par les marées, ce qui améliore considérablement la capacité d'alimentation du saumon (Woo *et al.* 2018). C'est probablement l'UD24 (Widgeon-type fluvial) qui bénéficierait le plus de la restauration de l'habitat dans le bas Fraser en raison de son temps de résidence prolongé dans cette région avant la dévalaison vers le détroit de Georgie, mais toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser profiteraient probablement de ces efforts. Divers organismes déploient actuellement des efforts pour restaurer l'habitat des marais et des chenaux de marée dans le bas Fraser et pour améliorer la connectivité dans le delta du fleuve, comme le projet de connectivité de l'estuaire du Fraser (Raincoast Conservation Foundation), le projet Connected Waters (Watershed Watch Salmon Society) et le projet Resilient Waters (MakeWay Foundation). Des efforts continus comme ceux-ci, en plus d'efforts mieux coordonnés pour entreprendre une restauration significative, sont nécessaires.

Il y a eu une dégradation supplémentaire et, dans certains cas, importante de l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser dans le bassin du Fraser intérieur résultant des activités historiques d'extraction des ressources et de développement. Il est difficile de recourir à des activités de restauration de l'habitat dans la région du Fraser intérieur qui auront des effets significatifs à l'échelle de l'UD en raison de la vaste répartition géographique du saumon rouge du fleuve Fraser et, dans de nombreux cas, la restauration nécessiterait de rétablir des surfaces de captage naturelles et des régimes d'écoulement, ce qui n'est pas possible à court terme. L'amélioration de certaines de ces UD peut être une option viable pour améliorer les conditions de reproduction et de croissance pour le saumon rouge du fleuve Fraser et, en fin de compte,

sa survie. Les possibilités d'amélioration pour le saumon rouge du fleuve Fraser comprennent la fertilisation des lacs, les chenaux de ponte et les écloséries.

La majorité des lacs de croissance du saumon rouge du fleuve Fraser dans le bassin du Fraser sont considérés comme oligotrophes et fortement déficients en éléments nutritifs (Shortreed *et al.* 2001). La décomposition des carcasses de saumon est reconnue depuis longtemps comme une source d'éléments nutritifs d'origine marine qui jouent un rôle important dans la productivité des écosystèmes terrestres (Stockner et Macisaac 1996; Gresh *et al.* 2000; Ebel *et al.* 2014). L'apport annuel d'éléments nutritifs par les saumons en montaison a été lié à l'augmentation de la biomasse des invertébrés, de la production de poissons juvéniles et de la capacité de charge de l'écosystème (Cederholm *et al.* 1999; Naiman *et al.* 2002; Schindler *et al.* 2003; Kohler *et al.* 2013; Collins *et al.* 2016; Evans *et al.* 2019) et à une abondance historique, les apports d'éléments nutritifs dépasseraient généralement les coûts en éléments nutritifs pour la croissance des générations suivantes de saumons juvéniles (Moore et Schindler 2004). Dans certains écosystèmes, cependant, la réduction de l'abondance des saumons a entraîné un changement majeur de leurs rôles, et ils sont passés de sources nettes d'éléments nutritifs à des puits d'éléments nutritifs (Gende *et al.* 2002; Doughty *et al.* 2016; Evans *et al.* 2019); ce changement pourrait avoir contribué au déclin de l'abondance et de la diversité des salmonidés en général (Gresh *et al.* 2000). La fertilisation des lacs est une stratégie d'atténuation potentielle pour compenser les remontes limitées de saumons adultes dans les écosystèmes nats et pour améliorer la capacité de production de certains réseaux hydrographiques occupés par le saumon rouge. La théorie de la fertilisation des lacs repose sur l'hypothèse selon laquelle les avantages en taille obtenus par les saumons rouges qui effectuent leur croissance dans les lacs fertilisés augmenteront la survie marine et les remontes chez les adultes et que la biomasse des juvéniles dans les zones pélagiques des lacs est principalement régulée par la disponibilité des nutriments, de sorte que des apports d'éléments nutritifs profiteront aux poissons en augmentant la productivité à plusieurs niveaux trophiques (Hyatt *et al.* 2004b; Collins *et al.* 2016). L'efficacité des programmes d'apports d'éléments nutritifs dépend d'un certain nombre de facteurs physiques et biologiques, comme les processus du réseau trophique, la structure des communautés de poissons et du plancton, les facteurs environnementaux et la morphométrie des lacs; les lacs de croissance, en général, réagiront différemment aux manipulations de la disponibilité des nutriments (Stockner 1987; Kyle 1994). Il y a un certain débat sur l'efficacité de la fertilisation dans la plupart des réseaux hydrographiques, et de nombreux facteurs environnementaux complexes et interreliés faussent les effets réels de l'ajout d'éléments nutritifs dans les écosystèmes aquatiques. De plus, des préoccupations ont été soulevées quant au fait que la fertilisation des lacs de croissance est interventionniste et non naturelle, mais certains soutiennent que la plupart des UD du saumon rouge du fleuve Fraser se trouvent dans un habitat non naturel en raison de l'activité humaine (Hyatt *et al.* 2004b). Néanmoins, la fertilisation des lacs est un outil de gestion largement utilisé en Colombie-Britannique et aux États-Unis depuis de nombreuses décennies, y compris dans des zones du bassin du Fraser.

La survie du saumon rouge du Pacifique de la rivière Chilko (UD3/4 Chilko-DE/E; non couverte par l'évaluation du potentiel de rétablissement) est celle qui est le plus régulièrement mesurée et pour laquelle on dispose de la plus longue série de données au Canada, et a fourni une occasion unique d'étudier les effets de la fertilisation des lacs sur le saumon rouge du fleuve Fraser (Akenhead *et al.* 2016). Le lac Chilko a été fertilisé en 1988 et de nouveau entre 1990 et 1993 à la suite des recommandations formulées dans Shortreed et Stockner (1983); des engrais inorganiques ont été épandus tout au long du printemps et de l'été sur le tiers central du lac (Bradford *et al.* 2000). La production primaire et secondaire dans le lac a nettement augmenté chaque année où des engrais ont été appliqués et Bradford et ses collaborateurs (2000) ont signalé une augmentation de la taille moyenne des saumoneaux d'âge 1 (34 %) ou 2

(58 %). Le nombre moyen de recrues par géniteur était de 73 % plus élevé pendant les années avec application d'engrais que pendant les autres, mais il y avait beaucoup d'incertitude dans ces estimations (intervalle de confiance de -2 % à 174 %; Hyatt *et al.* 2004). Bradford et ses collaborateurs (2000) ont rapporté une faible relation positive entre la taille des saumoneaux d'âge 1 quittant le lac Chilko et leur survie subséquente et ont conclu que la fertilisation pouvait avoir augmenté la production des adultes en améliorant la survie des saumoneaux dans l'océan. Des travaux plus récents ont indiqué que d'autres facteurs peuvent avoir faussé ces résultats, comme l'exploitation d'un chenal de ponton qui a simultanément réduit la survie du stade de l'œuf à celui de saumoneau pour les années d'éclosion 1988 à 2003, l'échappée et la survie variables, ainsi que l'effet de l'abondance des saumoneaux sur leur taille (croissance dépendante de la densité; Akenhead *et al.* 2016). Il est possible que la fertilisation du lac Chilko ait eu un effet négligeable sur la productivité si l'on tient compte de ces autres facteurs, tout en reconnaissant qu'un examen plus approfondi de la taille, de l'état, de la densité des tacons et des saumoneaux, de la taille et de l'abondance des saumoneaux, de même que de la montaison à divers âges, est nécessaire pour clarifier ces effets (Akenhead *et al.* 2016). Les résultats de ce programme de fertilisation ont fait l'objet d'une étude approfondie depuis sa réalisation il y a environ 30 ans, et ont mis en évidence les difficultés et l'incertitude liées à l'évaluation des effets à long terme de tels programmes.

Les apports d'éléments nutritifs dans le réservoir Alouette ont commencé en 1999 pour améliorer la pêche récréative (programme de restauration des éléments nutritifs dans le réservoir Alouette) et des engrais inorganiques de qualité agricole ont été épandus chaque semaine entre mai et septembre chaque année et surveillés attentivement pour accroître la production de plancton et de « nerkids » (saumons rouges anadromes et kokanis) (van Poorten *et al.* 2018). Les saumons rouges du fleuve Fraser de cette UD (UD26 Alouette-DE) est disparue après la construction du barrage Alouette en 1928, mais les kokanis ont persisté dans le lac et ont conservé la capacité de devenir anadromes si les saumoneaux peuvent quitter le réservoir Alouette (van Poorten *et al.* 2018). La structure de la communauté planctonique et les niveaux d'éléments nutritifs ont été surveillés continuellement dans le but de maximiser le phytoplancton comestible tout en minimisant le risque de prolifération du plancton. L'augmentation de la charge en éléments nutritifs dans le réservoir a entraîné une augmentation marquée des densités annuelles moyennes de zooplancton, et la croissance et la taille selon l'âge des « nerkids » ont immédiatement augmenté du fait de la hausse des densités de zooplancton. L'augmentation de la taille s'est traduite par une plus grande fécondité chez les femelles et on a observé une augmentation de l'abondance et de la survie des « nerkids » d'âge 0 et des classes d'âge plus âgées. À mesure que l'abondance du zooplancton et des « nerkids » s'est stabilisée, leur taille s'est également stabilisée et la taille selon l'âge est légèrement plus grande qu'avant les ajouts de nutriments. Bien que les avantages sur la productivité pour les kokanis résidents du lac Alouette aient été évidents à court terme, il s'agit d'un réseau hydrographique relativement fermé et unique en raison de la présence du barrage. Les auteurs soulignent qu'il faudrait d'importantes remontes de saumons rouges anadromes pour rétablir les apports en éléments nutritifs d'avant la construction du barrage dans le réseau hydrographique (Scott *et al.* 2017), et qu'il faudrait réduire les apports d'éléments nutritifs à mesure que l'abondance du saumon augmente, ce qui entraînerait une augmentation globale du nombre de concurrents dans le réseau, sans améliorer les conditions de croissance (Hebert *et al.* 2015; Van Waerebeek *et al.* 2018). À ce titre, ils recommandent de faire preuve de prudence lorsque l'on considère le réseau hydrographique du lac Alouette comme une étude de cas pour la fertilisation des lacs, et soulignent que les études futures doivent tenir compte des interactions trophiques dans les objectifs de rétablissement à long terme.

Le lac Adams est un lac fortement oligotrophe qui a reçu des apports d'éléments nutritifs par le passé (1997; Hume *et al.* 2003); la reprise de la fertilisation du lac est prévue au

printemps 2021³³. Après la première fertilisation (Hume *et al.* 2003), on a observé une augmentation de toutes les principales espèces résidentes de zooplancton (*Daphnia thorata*, *Eubosmina longispina*, *Diacyclops bicuspidatus thomasi* et *Leptodiptomus ashlandi*) et les daphnies, en particulier, représentaient plus de 80 % de l'alimentation du saumon rouge pendant l'année de fertilisation (Hyatt *et al.* 2004b). Les comparaisons du poids des saumoneaux d'âge 1 d'une année d'éclosion sans fertilisation (1992) avec celui des saumoneaux d'âge 1 de l'année avec fertilisation ont révélé que le poids moyen est passé de 2,64 à 3,58 g (Hyatt *et al.* 2004b). Cette augmentation de la taille des saumoneaux améliorerait vraisemblablement la survie en mer, et Hume et ses collaborateurs (2003) indiquent que leurs efforts de restauration semblent avoir produit des augmentations spectaculaires des remontes par rapport aux stocks non mis en valeur. Cependant, les auteurs soulignent qu'un plus grand nombre d'années de données sur la restauration est nécessaire pour déterminer si les effets sont statistiquement significatifs. L'annonce récente d'ajouts d'éléments nutritifs dans le lac Adams précise que la fertilisation commencera en avril 2021 et que des engrais liquides seront versés dans le lac par bateau chaque semaine jusqu'à la fin du mois d'août. Ces travaux se poursuivront jusqu'en 2024 et pourraient fournir des renseignements supplémentaires sur les effets de la fertilisation dans les lacs oligotrophes du bassin du Fraser.

Hyatt et ses collaborateurs (2004) ont examiné en détail d'autres exemples de programmes de fertilisation des lacs en Colombie-Britannique, en Alaska et dans certaines régions du nord-ouest du Pacifique depuis les années 1960. Les auteurs de cet examen, et en général les auteurs des études susmentionnées, concluent que, bien que presque tous les cas de fertilisation des lacs produisent probablement des gains positifs dans la biomasse des saumoneaux et puissent même contribuer à accroître la survie marine, le potentiel de problèmes est important, comme les coûts élevés, la prolifération des algues et la production accrue d'espèces concurrentes (p. ex. épinoche, mysididés). Un autre facteur à prendre en considération pour les ajouts d'éléments nutritifs dans les lacs de croissance est la disponibilité de la lumière. La productivité des réseaux hydrographiques à turbidité d'origine glaciaire comme le lac Taseko (UD22) est fortement limitée par la lumière, de sorte que la probabilité d'accroître la productivité des lacs grâce à des apports d'éléments nutritifs est faible (Shortreed *et al.* 2001). Dans des conditions appropriées, la fertilisation des lacs de croissance peut contribuer de façon importante au rétablissement de ces populations et d'autres populations déprimées ou menacées de saumon rouge (Hyatt *et al.* 2004); cependant, il faut faire preuve d'une grande prudence pour éviter les conséquences écologiques imprévues.

Dans le cas des réseaux hydrographiques dont l'habitat de fraie est limité et l'habitat du lac de croissance est sous-utilisé, la création de chenaux de pontage peut être bénéfique pour le rétablissement. Des chenaux de pontage pour le saumon rouge ont été aménagés dans les années 1960 afin d'accroître la production d'alevins dans les lacs de croissance (Hilborn 1992). Un chenal de pontage est un cours d'eau artificiel dans lequel le débit et la taille du gravier sont contrôlés, conçu pour compenser la dégradation de l'habitat, offrir une protection contre les inondations et le gel et, dans bien des cas, utiliser la capacité de croissance sous-utilisée de certains lacs (Hilborn 1992; Shortreed *et al.* 2001). L'hypothèse de base sous-jacente à un chenal de pontage est que la production d'un plus grand nombre d'alevins entraînera le retour d'un plus grand nombre de poissons adultes (Hilborn 1992), et repose sur plusieurs hypothèses : 1) les chenaux artificiels peuvent produire des alevins supplémentaires; 2) la viabilité des alevins produits dans le chenal de pontage sera comparable à celle des alevins produits naturellement; 3) le lac de croissance attendant a la capacité de soutenir une abondance plus élevée d'alevins; et 4) l'augmentation de la production de juvéniles dans le lac de croissance entraînera une augmentation correspondante du nombre d'adultes dans la

³³ [Adams Lake Indian Ban Press Release.](#)

remonte (McDonald et Hume 1984). Il faut également tenir compte de facteurs comme le nombre de poissons qu'un chenal donné peut soutenir et la façon de nettoyer les substrats de fraie pour éviter l'accumulation de limon, de débris et les éclosions de maladies à mesure que les chenaux vieillissent.

Plusieurs chenaux de ponte du saumon rouge ont été construits dans le réseau hydrographique du Fraser, et servent à trois fins principales : 1) atténuer les pertes d'habitat découlant directement du développement (p. ex. le réseau hydrographique de la rivière Seton); 2) compenser les pertes attribuables à la détérioration ou à l'instabilité des frayères naturelles résultant du développement du bassin hydrographique et de l'utilisation des terres adjacentes (p. ex. ruisseaux Weaver, Gates); et 3) améliorer la production naturelle d'alevins dans des milieux de ponte restreints adjacents à un habitat de croissance ayant un grand potentiel de croissance sous-utilisé (p. ex. lac Nadina; Rosberg *et al.* 1986). Il existe plusieurs chenaux de ponte opérationnels pour le saumon rouge du fleuve Fraser, p. ex. dans l'UD1 Anderson-Seton-DE (Gates), l'UD8 Nadina-François-DE (Nadina), l'UD10 Harrison (amont)-T (Weaver), l'UD16 Quesnel-E (Horsefly).

Les deux chenaux de ponte des UD examinées dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement, dans le ruisseau Weaver (UD10) et la rivière Horsefly (UD16), sont en exploitation depuis 1965 et 1989, respectivement (Hilborn 1992), et la majorité (67 %) des saumons rouges du fleuve Fraser du ruisseau Weaver sont issus de la mise en valeur (Stephen *et al.* 2011). Le chenal de ponte du ruisseau Weaver soutient environ 45 000 adultes³⁴ et a été le premier du genre pour le saumon rouge du fleuve Fraser sous l'égide de la Commission internationale des pêcheries de saumon du Pacifique. Il a été spécialement construit pour compléter la production naturelle en baisse du fait de la nature instable du bassin versant en raison des pratiques forestières (Rosberg *et al.* 1986). Cette instabilité était particulièrement évidente en 1952, lorsque l'assèchement a provoqué la mort de 15 000 adultes (environ 30 % du nombre total de géniteurs) (Rosberg *et al.* 1986). Les débits du ruisseau Weaver étaient insuffisants pour alimenter le chenal de ponte et maintenir simultanément les débits en aval; deux sources d'eau de rechange sont utilisées dans le ruisseau. Un petit barrage sur le ruisseau Sakwi est utilisé au besoin pour détourner l'eau vers la prise d'eau dans le ruisseau Weaver (Rosberg *et al.* 1986). Il y a aussi un siphon par gravité à la sortie du lac Weaver qui transporte l'eau à environ 200 m en aval de l'exutoire du lac. Lorsque les faibles niveaux d'eau dans le ruisseau Weaver n'alimentent pas suffisamment le chenal, on active la dérivation du ruisseau Sakwi et, si ces deux sources ne maintiennent pas un débit suffisant, le siphon du lac Weaver. De nombreux problèmes ont été relevés depuis que le chenal Weaver est devenu opérationnel en 1965. Rosberg et ses collaborateurs (1986) les examinent en détail, mais en résumé, il s'agit d'inondations, de problèmes de sédimentation, de blocages physiques (p. ex. grumes, débris ligneux), de prolifération d'algues, de maladies, de la formation de frasil, de la mauvaise qualité de l'eau (oxygène dissous), de l'entraînement de l'air dans les conduites d'eau, de mauvaises conditions pour la migration, de la charge en éléments nutritifs provenant de matières organiques et de difficultés liées à l'entrée du saumon rouge dans le chenal. Cette série d'événements nous a toutefois permis d'approfondir nos connaissances sur l'ingénierie et l'exploitation des chenaux de ponte et continue de fournir une mine de connaissances pour la construction de futurs projets de chenaux de ponte.

Le chenal de ponte de la rivière Horsefly est en service depuis 1989 et a été construit à l'origine pour rétablir l'abondance pendant les années sous-dominantes et hors cycle pour la composante Horsefly de l'UD16. Le chenal n'est pas exploité chaque année; on considère généralement qu'il y a suffisamment d'habitats de fraie naturels pour produire une abondance

³⁴ [Frayère artificielle du ruisseau Weaver.](#)

d'alevins qui atteint ou dépasse la capacité de croissance du lac Quesnel et, dans la plupart des cas, il n'est pas exploité pendant les années d'abondance élevée (Holmes 2009). Les années où le chenal est en service, il accueille environ 23 000 individus (12 500 femelles) qui peuvent y entrer et frayer³⁵. Des problèmes d'exploitation du chenal se sont posés et Hilborn (1992) a critiqué la façon dont il a été conçu (de même que la conception du chenal de ponton du lac Chilko). Le chenal de ponton de la rivière Horsefly a été construit en aval du confluent avec le ruisseau Moffat, qui déverse pendant la crue des niveaux élevés de sédiments qui s'accumulent dans les graviers de fraie (Holmes 2009). Le chenal a également été construit en faible pente, ce qui contribue à l'accumulation de limon. Par conséquent, il faut nettoyer le gravier tous les ans, c'est-à-dire retirer mécaniquement et hydrauliquement le limon accumulé (Holmes 2009). Malgré ces problèmes, le chenal de la rivière Horsefly offre un habitat de fraie qui accroît la survie de l'œuf à l'alevin pour le saumon rouge du fleuve Fraser et peut bénéficier à l'UD16.

En résumé, les chenaux de ponton sont un outil utile pour la mise en valeur du saumon rouge, mais les exemples ci-dessus soulignent la nécessité d'une préparation, d'une planification et d'une surveillance minutieuses lors de leur mise en œuvre et de leur gestion afin d'éviter une variété d'effets négatifs potentiels.

À la suite du glissement de terrain de Big Bar, des efforts considérables ont été déployés pour entreprendre une mise en valeur d'urgence en vue de la conservation des UD les plus en péril (l'UD2 Bowron-DE, l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, l'UD22 Taseko-DE); il a ainsi fallu collecter des géniteurs à un tourniquet en aval du glissement de terrain et élever artificiellement des œufs et des alevins pour les relâcher dans les affluents natals des UD (voir un sommaire des travaux de mise en valeur à ce jour à la section 6.1.9). Les menaces que peut poser la mise en valeur en écloserie ont été cernées à l'élément 8 (sections 4.1.2.3 et 4.1.8.3) et sont principalement associées à la concurrence et à la perte de diversité génétique et de valeur adaptative résultant de pressions de sélection non naturelles. La collecte de géniteurs dans des zones non natales peut créer une incertitude pour identifier les stocks au niveau de l'UD et du dème, et bien que ces efforts visent principalement à empêcher la disparition de ces UD, ils peuvent avoir des répercussions génétiques. Un plan global de mise en valeur en vue de la conservation est nécessaire pour évaluer tous les risques et avantages associés à des activités précises étant donné qu'il n'existe actuellement aucun document scientifique pour aider à planifier la mise en valeur en vue de la conservation à la suite d'événements comme le glissement de terrain de Big Bar ou les inscriptions d'urgence pour le saumon.

6.1.10. Conclusions

L'un des principaux points à retenir de cette discussion, c'est qu'un changement rapide des pratiques humaines est nécessaire pour réduire davantage les répercussions potentiellement irréversibles sur le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres espèces de saumons du Pacifique en péril dans le Fraser (saumon coho du Fraser intérieur, truite arc-en-ciel du Fraser intérieur, saumon chinook du fleuve Fraser). La gestion de tous les secteurs doit reconnaître les effets cumulatifs des nombreuses activités humaines et mettre davantage l'accent sur ceux-ci. En plus d'atténuer les menaces futures, il faut aussi réparer les dommages historiques causés par les activités d'exploitation et d'extraction des ressources qui continuent d'avoir des impacts sur la fonction hydrologique dans le bassin du Fraser. La stabilisation de régimes hydrologiques plus naturels et la restauration d'habitats très dégradés faciliteraient les travaux visant à régler bon nombre des problèmes susmentionnés qui ont une incidence négative sur la productivité des eaux douces et des estuaires. Il s'agit toutefois d'efforts multigénérationnels, et des

³⁵ [Frayère artificielle de la rivière Horsefly.](#)

mesures d'atténuation efficaces ne sont possibles que si la gestion et la planification futures de tous les secteurs s'harmonisent avec les objectifs de rétablissement du saumon rouge du fleuve Fraser. Il convient également de noter qu'il existe des défis inhérents à l'atténuation de bon nombre des menaces cernées dans la section 4.1, car beaucoup d'entre elles sont exacerbées par les changements climatiques.

Un thème commun dans les catégories d'atténuation susmentionnées est qu'une approche mieux coordonnée et éclairée de la gestion des activités anthropiques est nécessaire. L'adoption d'une approche mieux coordonnée favoriserait une utilisation plus efficace des ressources humaines limitées et faciliterait l'accès au vaste éventail de spécialistes requis pour élaborer une telle stratégie et gérer sa mise en œuvre au fil du temps. Il est également nécessaire d'intégrer des stratégies de gestion adaptative lors de la planification des activités d'atténuation, y compris les recherches actuelles sur les changements dans l'utilisation des terres, la concurrence intraspécifique et interspécifique, l'évolution des conditions des habitats océaniques et estuariens et les changements climatiques. Il convient aussi de les mettre à jour régulièrement en fonction des nouvelles informations (Maas-Hebner *et al.* 2016).

Shortreed et ses collaborateurs (2001) ont effectué un examen approfondi des facteurs limitatifs et du potentiel de mise en valeur d'un certain nombre de lacs de croissance du saumon rouge en Colombie-Britannique et ont formulé des recommandations pour accroître la production et la capacité de charge de ces réseaux hydrographiques. Ils mettent également en évidence les renseignements nécessaires pour déterminer la faisabilité et la réussite des projets de restauration ou de mise en valeur de ces réseaux, mais les données présentées dans leur étude sont désuètes et ne reflètent probablement pas les conditions actuelles. Malgré tout, les types d'activités de restauration et de mise en valeur présentés dans Shortreed *et al.* (2001), et leur justification, sont généralement toujours pertinents pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser prises en compte dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement. Une exception notable est l'UD16 (Quesnel-E), dont l'abondance a considérablement diminué depuis la publication de Shortreed *et al.* (2001), en plus de la rupture du bassin de résidus de Mount Polley (dont il est question à la section 4.1.3.1), dont les effets sont inconnus, mais sans aucun doute négatifs sur l'écosystème du lac Quesnel. Beaucoup de travail a été effectué depuis l'événement pour surveiller les changements dans l'écosystème, et d'autres ajouts d'éléments nutritifs inorganiques dans le lac par la fertilisation compliqueront probablement ces efforts de surveillance.

Le tableau 39 fournit une liste des activités d'atténuation générales qui répondent aux menaces déterminées à l'élément 8 (section 4.1). Le tableau 40 récapitule, par UD, les menaces anthropiques, les facteurs limitatifs de l'habitat pour la productivité, et les activités d'atténuation qui pourraient présenter des avantages positifs pour le saumon rouge du fleuve Fraser.

Tableau 39. Stratégies d'atténuation possibles pour contrer les menaces pour le saumon rouge du fleuve Fraser cernées à l'élément 8 (section 4.1).

Catégorie de menaces principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menaces	Voies de passage possibles	Options d'atténuation possibles	Remarques
Développement résidentiel et commercial	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes du développement résidentiel, commercial et récréatif 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer le développement continu et futur dans le contexte des besoins en matière d'habitat du saumon, exiger et surveiller les travaux compensatoires pour la perte d'habitat. 	-
Agriculture et aquaculture	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes de l'agriculture, de l'horticulture et de l'aquaculture • Interactions concurrentielles avec les poissons d'écloserie 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Concurrence 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer les activités/le développement en cours et futurs dans le contexte des besoins en matière d'habitat du saumon, exiger et surveiller les travaux compensatoires pour la perte d'habitat. • Transition vers l'aquaculture en parcs clos. 	<ul style="list-style-type: none"> • À noter qu'il y a une importante production excédentaire de poissons d'écloserie à l'extérieur du Fraser.
Production d'énergie et exploitation minière	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes et activités d'extraction minière (p. ex. extraction de gravier, extraction de placers, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer les activités/le développement en cours et futurs dans le contexte des besoins en matière d'habitat du saumon, exiger et surveiller les travaux compensatoires pour la perte d'habitat. 	<ul style="list-style-type: none"> • La rupture du bassin de résidus de Mount Polley est un exemple notable; ampleur actuellement inconnue de la dégradation de l'habitat.
Corridors de transport et de service	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes des routes, des voies ferrées, des lignes de services publics et des voies de navigation 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer les activités/le développement en cours et futurs dans le contexte des besoins en matière d'habitat du saumon, exiger et surveiller les travaux compensatoires pour la perte d'habitat. • Utiliser des franchissements de cours d'eau sans danger pour le saumon (ponts à travée libre, déflecteurs, etc.), améliorer les anciens passages (p. ex. ponceaux suspendus). 	-
Utilisation des ressources biologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation forestière et récolte de bois dans les zones riveraines, transport de grumes par les rivières • Pêche 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte 	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre à jour/améliorer la politique forestière dans le contexte de la protection et de la restauration de l'habitat du saumon et des zones riveraines, de la gestion de la période de présence et de l'abondance des allingues dans les rivières, surveiller et faire appliquer les exigences de qualité de l'eau pour la santé du saumon. • Gérer la période de présence et l'abondance des allingues dans les rivières, surveiller et faire respecter les cibles de qualité de l'eau et d'effluents autour des allingues • Gestion adaptative des pêches, surveillance et mise en application accrues, réduction au minimum de la mortalité liée aux pêches (directe et accessoire), éducation sur l'identification des salmonidés et les préoccupations en matière de conservation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les effets de la pêche sont transfrontaliers et sont associés à des stocks mélangés et à des espèces mixtes.

Catégorie de menaces principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menaces	Voies de passage possibles	Options d'atténuation possibles	Remarques
Intrusions et perturbations anthropiques	<ul style="list-style-type: none"> • Activités récréatives (VTT dans des cours d'eau, bateaux à propulsion hydraulique, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte • Modification du comportement 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer l'accès (p. ex. infrastructures) à l'eau et les activités permises (p. ex. règlements) dans le temps et l'espace, accroître la surveillance et la mise en application • Sensibilisation accrue aux interactions avec les cours d'eau et le saumon 	-
Modifications des systèmes naturels	<ul style="list-style-type: none"> • Incendies et lutte contre les incendies • Barrages et gestion de l'eau • Modifications des surfaces de captage, foresterie 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte • Modification du comportement 	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre à jour/améliorer la politique forestière dans le contexte de la conservation des fonctions du bassin versant qui soutiennent le saumon; exiger, surveiller et gérer les activités de reboisement et de restauration (y compris la gestion des caractéristiques des forêts matures) • Recourir au brûlage stratégique pour prévenir les grands incendies • Gérer la mise en valeur continue et future des ressources en eau, accroître la surveillance et la mise en application en ce qui concerne les eaux de surface et souterraines, particulièrement pour les besoins biologiques du saumon • Mettre hors service ou retirer les barrages, augmenter, surveiller et entretenir les infrastructures de passage du poisson pour les adultes et les juvéniles (passes à poissons, échelles à poissons, etc.) • Gérer l'eau de façon adaptative face aux changements climatiques et à la variabilité accrue • Gérer les développements linéaires en cours et à venir en imitant des cours d'eau plus naturels, en reconnectant les habitats hors chenal, en supprimant ou en restaurant les vieux aménagements, et établir et surveiller des cibles de qualité de l'eau et de sédiments • Tenir compte des effets cumulatifs dans le processus décisionnel 	-

Catégorie de menaces principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menaces	Voies de passage possibles	Options d'atténuation possibles	Remarques
Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces aquatiques envahissantes (EAE), introduction d'agents pathogènes et de virus, espèces indigènes problématiques (p. ex. pinnipèdes, parasites et maladies), croisement avec des poissons d'écloserie 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Modification du comportement • Prédation et compétition • Prévalence accrue des infections • Réduction de la diversité génétique et des forces de sélection naturelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Élimination des espèces aquatiques envahissantes, surveillance accrue pour prévenir l'introduction des populations d'espèces aquatiques envahissantes nouvelles et existantes, mise en application et éducation accrues sur l'introduction des espèces aquatiques envahissantes • Surveillance et traitement des agents pathogènes dans l'aquaculture, transition vers l'aquaculture terrestre et traitement accru des effluents de l'aquaculture, mise en œuvre et surveillance de mesures de lutte contre les prédateurs • Réduction des allingues dans le bas Fraser et l'estuaire qui servent de sites d'échouerie pour les pinnipèdes • Surveiller la génétique des poissons d'écloserie et sauvages et mettre en œuvre une planification adaptative de la production, marquer en masse les poissons d'écloserie pour les identifier et les retirer de la population reproductrice naturelle, minimiser la production des écloseries 	<ul style="list-style-type: none"> • Les populations de pinnipèdes ont augmenté en raison de la protection des mammifères marins; des recherches sont nécessaires sur l'efficacité et l'applicabilité directe des mesures de lutte contre les prédateurs.
Pollution	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction de matières exotiques ou excédentaires ou d'énergie provenant de sources ponctuelles et diffuses, y compris des éléments nutritifs, des produits chimiques toxiques et des sédiments provenant d'activités urbaines, commerciales, agricoles et forestières 	<ul style="list-style-type: none"> • Modification du comportement et de l'état physique en raison de l'utilisation de modulateurs endocriniens et développementaux, de la régulation génique et d'autres toxicités, pouvant réduire la survie et la résilience 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer les activités/développements en cours et futurs qui contribuent à la pollution, améliorer la gestion et la surveillance des eaux usées, accroître la mise en application des pratiques exemplaires pour la qualité de l'eau • Enlèvement ou assainissement des sédiments contaminés 	<ul style="list-style-type: none"> • Effets continus de la rupture du bassin de résidus de Mount Polley; surveillance continue; recherche nécessaire pour déterminer l'ampleur des impacts.
Phénomènes géologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Avalanches et glissements de terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêter ou réduire le passage • Mortalité accrue associée au passage 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter, surveiller et entretenir les infrastructures de passage du poisson pour les adultes et les juvéniles (passes à poissons, échelles à poissons, etc.) • Repérer de façon proactive les zones à risque de glissements de terrain qui pourraient créer des obstacles au passage, et mettre en œuvre une surveillance régulière pour réduire les délais d'intervention d'atténuation 	<ul style="list-style-type: none"> • Effets continus du glissement de terrain de Big Bar.

Catégorie de menaces principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menaces	Voies de passage possibles	Options d'atténuation possibles	Remarques
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement des habitats d'eau douce et marins et augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques violents (sécheresses, inondations, températures extrêmes, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte • Exacerbent les impacts d'autres menaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivre les lignes directrices des récents rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat et de l'Accord de Paris • Gérer de façon proactive les habitats et les populations afin de les rendre résilients et de leur permettre de s'adapter aux changements futurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Une gestion adaptative est requise pour toutes les activités d'atténuation dans le contexte des changements climatiques et de la fréquence accrue des phénomènes météorologiques violents.

Tableau 40. Tableau sommaire des menaces et des facteurs limitatifs pour les UD du saumon rouge du fleuve Fraser, ainsi que des activités potentielles d'atténuation ou de mise en valeur qui sont réalisables en trois générations (2021 à 2032; période d'évaluation des menaces). Les activités d'atténuation et de mise en valeur énumérées dans la colonne « Activités de gestion » ne sont pas nécessairement des activités recommandées, mais plutôt des activités qui présentent le potentiel d'améliorer la survie ou la production au cours de la période d'évaluation.

UD	Menaces et facteurs limitatifs	Activités de gestion (moins de 3 générations)	Commentaires
UD2 Bowron-DE Élevé-Extrême	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes géologiques (M-É) • Changements climatiques (M-É) • Modifications des écosystèmes (M-É) • Pêche (M) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins 	<p>Atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assurer le passage dans les passes à poissons (Big Bar, Hells Gate) • Mettre à jour et améliorer les pratiques forestières¹ <p>Mise en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en valeur en éclosion <ul style="list-style-type: none"> ○ Efforts en cours^{2, 3} 	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat de fraie limité dans le réseau hydrographique de la rivière Bowron, le lac Bowron pourrait soutenir une abondance plus élevée de saumons rouges du fleuve Fraser pendant la croissance • UD dans une région éloignée d'un parc provincial, construction de chenaux de pontes ou fertilisation du lac en conflit avec le maintien d'habitats vierges • ¹Planification appropriée pour les futures coupes de récupération nécessaires (bois endommagé par des maladies ou le feu) • ²Une collecte de géniteurs dans la rivière Brown a été réalisée en 2020 à la suite du glissement de terrain de Big Bar, des alevins ont été élevés artificiellement et seront relâchés dans le réseau hydrographique de la rivière Bowron en 2021 • ³Potentiel d'améliorer les efforts de mise en valeur par la collecte et l'implantation d'œufs dans un habitat naturel
UD10 Harrison (amont)-T Élevé	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques (M-É) • Pêche (M-É), • Modifications des écosystèmes (F-M) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins • Période de migration plus précoce 	<p>Atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assurer des conditions d'habitat appropriées entre la rivière Harrison et le chenal Weaver (débit, température, niveaux d'oxygène)¹ <p>Mise en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chenal de pontes <ul style="list-style-type: none"> ○ Chenal de pontes Weaver en service ○ Assurer l'entretien (débits, nettoyage du gravier, enlèvement des sédiments fins) • Mise en valeur en éclosion <ul style="list-style-type: none"> ○ Efforts en cours² • Fertilisation du lac 	<ul style="list-style-type: none"> • Le lac Harrison pourrait soutenir un plus grand nombre de saumons rouges du fleuve Fraser • ¹ Taux élevés de mortalité avant la fraie chez les poissons exposés à des températures élevées, à de faibles débits à un approvisionnement en eau insuffisant compte tenu de la migration plus précoce, faible teneur en oxygène dissous dans le lac Morris • Si les alevins sont plus abondants, la fertilisation du lac Harrison pourrait être un avantage et profiter à de nombreuses espèces qui utilisent l'habitat dans le lac Harrison (p. ex. le saumon chinook) • ²Le programme d'éclosion jumelé à un chenal de pontes peut accroître considérablement la production

UD	Menaces et facteurs limitatifs	Activités de gestion (moins de 3 générations)	Commentaires
<p>UD14 North Barriere-DE</p> <p>Élevé</p>	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques (M-É) • Modifications des écosystèmes (M) • Pêche (M) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible croissance ou survie dans le lac • Limitation des éléments nutritifs • Capacité d'élevage atteinte ou dépassée certaines années 	<p>Atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Mettre à jour et améliorer les pratiques forestières¹ <p>Mise en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fertilisation du lac² 	<ul style="list-style-type: none"> • ¹Planification appropriée pour les futures coupes de récupération nécessaires (bois endommagé par des maladies ou le feu) • ²Les années où l'échappée est élevée, le recrutement d'alevins dépasse probablement la capacité de production du lac de croissance, la fertilisation du lac North Barriere pourrait être avantageuse
<p>UD16 Quesnel-E</p> <p>Élevé</p>	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques (M-É) • Pêche (M-É) • Phénomènes géologiques (glissements de terrain) (M) • Modifications des écosystèmes (M) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins • Faible croissance ou survie dans le lac • Limitation des éléments nutritifs • Capacité d'élevage atteinte ou dépassée certaines années 	<p>Atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assurer le passage à Big Bar et aux autres passes à poissons (p. ex. Hells Gate) • S'assurer que les bovins n'ont pas accès à l'habitat essentiel du saumon rouge • Poursuite de la surveillance et de l'assainissement à la suite de l'accident de Mount Polly¹ <p>Mise en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chenal de ponte <ul style="list-style-type: none"> ○ Chenal de la rivière Horsefly en service² 	<ul style="list-style-type: none"> • ¹La rupture du bassin de résidus de Mount Polley a touché l'écosystème du lac Quesnel, et les impacts sont actuellement inconnus • ²Problèmes liés à la conception et à l'emplacement du chenal de ponte, zone à faible pente, accumulation des sédiments du ruisseau Moffat; entretien et gestion adéquats requis

UD	Menaces et facteurs limitatifs	Activités de gestion (moins de 3 générations)	Commentaires
UD17 Seton-T Élevé-Extrême	Menaces : <ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes géologiques (É) • Changements climatiques (M-É) • Pêche (M-É) • Modifications des écosystèmes (M) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) Facteurs limitatifs : <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins • Faible capacité des frayères • Faible croissance ou survie dans le lac • Limitation des éléments nutritifs 	Atténuation : <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assurer le passage à la passe à poissons du barrage Seton (surveillance et gestion opérationnelle adéquates, entretien) • Maintenir des niveaux appropriés de débit des eaux natales de la rivière Seton afin de minimiser les indications directionnelles confuses • Travaux d'assainissement de l'habitat dans les zones touchées par le glissement de terrain du ruisseau Whitecap¹ Mise en valeur : <ul style="list-style-type: none"> • Chenal de pont² • Mise en valeur en éclosier³ 	<ul style="list-style-type: none"> • ¹Problèmes continus liés au glissement de terrain du ruisseau Whitecap; la restauration de l'habitat pourrait comprendre la stabilisation de la zone du glissement, réduire la probabilité de futurs glissements de terrain • ²Habitat de fraie disponible limité pour cette UD par rapport au grand lac de croissance, un chenal de pont dans la zone de Portage pourrait être bénéfique • ³Avantage potentiel découlant de l'élevage artificiel d'alevins et de leur lâcher dans le lac
UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart Extrême	Menaces : <ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes géologiques (glissements de terrain) (E) • Changements climatiques (É) • Pêche (F-M) • Modifications des écosystèmes (M-É) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) Facteurs limitatifs : <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins • Limitation des éléments nutritifs dans les lacs de croissance 	Atténuation : <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite¹ • Assurer le passage à Big Bar et aux autres passes à poissons (p. ex. Hells Gate) • Maintenir des niveaux appropriés de débit d'eau au barrage Kenney pour atténuer les températures élevées de l'eau dans la basse Nechako Mise en valeur : <ul style="list-style-type: none"> • Mise en valeur en éclosier <ul style="list-style-type: none"> ○ Efforts en cours² • Fertilisation des lacs 	<ul style="list-style-type: none"> • ¹Aucune pêche dirigée du saumon rouge à montaison hâtive dans la Stuart, mais il y a encore des prises • ²Collecte de géniteurs pour la mise en valeur en éclosier menée en 2019 et 2020 à la suite du glissement de terrain de Big Bar, alevins élevés artificiellement, relâchés dans les réseaux hydrographiques des rivières Takla/Trembleur en 2020-2021 • ³Lorsque les alevins sont plus abondants, la fertilisation des lacs Takla et Trembleur pourrait être avantageuse; cependant, compte tenu des abondances actuelles, les effets seraient probablement négligeables
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E Élevé	Menaces : <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques (É) • Pêche (M-É) • Phénomènes géologiques (M) • Modifications des écosystèmes (M) • Aquaculture (F-M) 	Atténuation : <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assurer le passage à Big Bar et aux autres passes à poissons (p. ex. Hells Gate) • Maintenir des niveaux appropriés de débit d'eau au barrage Kenney pour atténuer 	<ul style="list-style-type: none"> • ¹Lorsque les alevins sont plus abondants, la fertilisation des lacs pourrait être avantageuse (lacs Takla et Trembleur seulement; le lac Stuart est plus productif que la plupart des lacs de croissance du saumon rouge en Colombie-Britannique, la fertilisation n'est pas recommandée)

UD	Menaces et facteurs limitatifs	Activités de gestion (moins de 3 générations)	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins • Limitation des éléments nutritifs dans les lacs de croissance 	<p>les températures élevées de l'eau dans la basse Nechako</p> <p>Mise en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fertilisation des lacs¹ 	
UD22 Taseko-DE Élevé-Extrême	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques (M-É) • Phénomènes géologiques (M-É) • Modifications des écosystèmes (M-É) • Pêche (M-É) • Aquaculture (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faibles échappées et recrutement des alevins • Limitation des éléments nutritifs dans les lacs de croissance 	<p>Atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assurer le passage à Big Bar et aux autres passes à poissons (p. ex. Hells Gate) <p>Mise en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en valeur en écloserie <ul style="list-style-type: none"> ○ Efforts en cours¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Lumière limitée dans les lacs de croissance en raison des apports de sédiments glaciaires; la fertilisation des lacs ne sera probablement pas efficace pour accroître la productivité des lacs de croissance • ¹Les tentatives de collecte de stocks de géniteurs à la suite du glissement de terrain de Big Bar ont échoué; d'autres sont probables à l'avenir • Aucune série chronologique sur le stock-recrutement pour cette UD
UD24 Widgeon-type fluvial Élevé	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques (M-É) • Pêche (M-É) • Aquaculture (F-M) • Modifications des écosystèmes (F-M) • Espèces indigènes problématiques (F-M) • Pollution (F-M) <p>Facteurs limitatifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible capacité des frayères • Habitat de croissance dans le bas Fraser très dégradé 	<p>Atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Récolte réduite • Assainissement de l'habitat dans le bas Fraser¹ • Protection et surveillance de l'habitat pour la zone entourant l'UD^{2,3} 	<ul style="list-style-type: none"> • ¹Qualité limitée de l'habitat de croissance dans le bas Fraser; habitat actuel très dégradé par rapport à l'état passé • ²Aménagement récréatif (aire de fréquentation diurne) prévu dans la zone entourant cette UD; des mesures de protection et de surveillance appropriées doivent être en place • ³UD peu abondante dont l'habitat de fraie est naturellement limité, et les mesures d'atténuation ne devraient pas accroître l'approvisionnement en habitat convenable et donc l'abondance. La protection de l'habitat est essentielle pour que cette UD persiste à une faible abondance. • Aucune série chronologique sur le stock-recrutement pour cette UD.

6.2. ÉLÉMENT 17 : LISTE DES ACTIVITÉS SUSCEPTIBLES D'ACCROÎTRE LA PRODUCTIVITÉ OU LES PARAMÈTRES DE SURVIE

La majorité des activités abordées à l'élément 16 seraient avantageuses pour la productivité ou les paramètres de survie des UD du saumon rouge du fleuve Fraser prises en compte dans la présente évaluation du potentiel de rétablissement. Le tableau 39 présente un sommaire des activités générales qui traitent certaines des menaces cernées à l'élément 8 et le tableau 40 propose des activités propres à chaque UD.

Comme il est indiqué dans les sections précédentes, l'UD24 Widgeon-type fluvial est une population peu abondante (moins de 1 000 individus) dont l'habitat de fraie est naturellement limité, et il est peu probable que des activités ou des mesures d'atténuation en augmenteront la productivité ou les paramètres de survie. Cependant, il est et sera crucial de protéger l'habitat à l'intérieur de l'UD24 pour lui permettre de persister à cette faible abondance, qui la rend particulièrement vulnérable aux menaces.

6.3. ÉLÉMENT 18 : SI LA DISPONIBILITÉ ACTUELLE DE L'HABITAT EST INSUFFISANTE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSMENT (VOIR L'ÉLÉMENT 14), PRÉSENTER UN AVIS SUR LA FAISABILITÉ DE RESTAURER L'HABITAT SELON DES VALEURS PLUS ÉLEVÉES

On n'a pas jugé que l'approvisionnement actuel en habitat (dont il est question à la section 5) limitait l'atteinte des objectifs de rétablissement de ces UD (section 7). Voir la liste des activités qui peuvent restaurer ou mettre en valeur l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser à des valeurs plus élevées dans la section 6.1.

7. ÉLÉMENT 22 : ÉVALUATION DES DOMMAGES ADMISSIBLES

La première partie de l'évaluation du potentiel de rétablissement portait sur les éléments 12, 13, 15 et 19 à 21 du mandat (c.-à-d. l'analyse quantitative des cibles de rétablissement, la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement) et résume la façon dont ces éléments contribueraient aux dommages admissibles (MPO 2020). À ce moment-là, aucun énoncé définitif sur les dommages admissibles ne pouvait être formulé avant la fin de l'évaluation de l'habitat et des menaces présentée ici. La présente section résume les conclusions tirées des deux documents de l'évaluation du potentiel de rétablissement pour chaque UD du saumon rouge du fleuve Fraser et fournit un énoncé final sur les dommages admissibles fondé sur les résultats collectifs.

Les dommages admissibles sont généralement définis comme suit : « dommages à l'espèce sauvage qui ne menaceront pas son rétablissement ou sa survie » (MPO 2014c). Il est important de noter que la **survie** représente un état stable ou croissant où une espèce n'est pas menacée de disparition imminente, et le **rétablissement** est un retour à un état dans lequel la population et la répartition se situent dans la plage normale de variabilité (MPO 2014c). Deux cibles de rétablissement ont été présentées pour le saumon rouge du fleuve Fraser dans le document MPO (2020) :

1. **Cible de rétablissement n° 1** : L'UD n'est plus désignée comme en voie de disparition ou menacée par le COSEPAC ou ne se trouve plus dans la zone d'état biologique rouge décrite dans la Politique concernant le saumon sauvage (PSS);
2. **Cible de rétablissement n° 2** : L'UD est désignée comme non en péril par le COSEPAC ou se trouve dans la zone d'état biologique vert dans la Politique concernant le saumon sauvage.

La cible de rétablissement n° 1 est plus indicatrice de la survie (l'UD n'est plus en danger de décliner davantage ou de disparaître de façon imminente), tandis que la cible de rétablissement n° 2 est plus indicatrice du rétablissement (abondance accrue et répartition dans la plage normale de variabilité); toutefois, selon les résultats présentés dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement, il est très peu probable que les UD du saumon rouge du fleuve Fraser désignées comme menacées ou en voie de disparition (toutes les UD couvertes dans l'évaluation du potentiel de rétablissement) atteignent la cible de rétablissement n° 2 dans les trois prochaines générations (ou dans 10 ans pour l'UD Widgeon-type fluvial) et, dans certains cas, l'atteinte de la cible de rétablissement n° 1 est improbable dans les conditions actuelles. Les résultats préliminaires des données sur la remonte des géniteurs de 2020 continuent d'appuyer ces conclusions (Ann-Marie Huang, MPO, comm. pers. 2021).

Les tableaux de risques générés dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement sont fournis dans cette section et illustrent la probabilité que chaque UD atteigne les cibles de rétablissement n° 1 et 2 compte tenu des productivités et taux d'exploitation actuels, ainsi que de divers taux d'exploitation et productivités futurs potentiels. Comme il est indiqué dans MPO (2020) : 1) on a modélisé le taux d'exploitation parce qu'il s'agit de la mesure de gestion la plus facile à changer rapidement; 2) **les taux d'exploitation modélisés ne devraient pas expressément être interprétés comme les taux d'exploitation autorisés dans le cadre de la pêche de saumons adultes.** Le taux d'exploitation présenté dans les graphiques de rétablissement ci-après devrait être interprété comme une combinaison de la mortalité directe découlant de sources anthropiques (p. ex. pêche), de l'augmentation de la mortalité indirecte découlant de sources anthropiques (p. ex. mortalité en cours de montaison exacerbée par les changements climatiques) et de l'augmentation de la mortalité par rapport aux niveaux historiques de mortalité naturelle (p. ex. prédation). Les graphiques présentés dans cette section ont été produits à l'aide des méthodes décrites dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2020a), mais ils ont été mis à jour pour inclure les données des années d'éclosion 2014 à 2016. Toute la plage inférieure des niveaux de productivité futurs (c.-à-d. de 10 à 50 % en deçà du niveau de productivité actuel) est plausible en raison des taux de diminution observés pendant la période de l'évaluation. La plage supérieure des niveaux de productivité (c.-à-d. de 10 à 30 % au-delà du niveau de productivité actuel) est présentée davantage comme un moyen d'évaluer les effets possibles de mesures d'atténuation; elle ne sert pas à représenter les tendances en matière de productivité prévues à court terme.

Chaque UD du saumon rouge du fleuve Fraser est soumise à une combinaison unique de menaces selon la période de sa migration, l'emplacement de son habitat de fraie et son cycle biologique, et certaines UD sont considérées comme présentant un niveau de risque beaucoup plus élevé. L'énoncé sur les dommages admissibles présenté pour chaque UD reflète le risque de menace déterminé à l'élément 8 et la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement définies dans la partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement. La justification suivante a été utilisée pour appliquer l'un des trois énoncés sur les dommages admissibles à chaque UD :

1. Si on a estimé que la probabilité qu'une UD atteigne la cible de rétablissement n° 1 à un taux d'exploitation de 10 % ou plus était « très improbable » (de 0 à 10 %), et que le niveau de risque de menace était Élevé-Extrême (déclin de 31 à 100 %) ou Extrême (déclin de 71 à 100 %), la recommandation est la suivante :

nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent une mortalité soient celles qui favorisent la **survie** de l'UD et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.

-
2. Si on a estimé que la probabilité qu'une UD atteigne la cible de rétablissement n° 1 à un taux d'exploitation de 10 % ou plus était « improbable » (de 0 à 33 %) ou « aussi probable qu'improbable » (de 33 à 66 %), et que le niveau de risque de menace était Élevé (déclin de 31 à 70 %) ou Élevé-Extrême (déclin de 31 à 100 %), la recommandation est la suivante :

nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent la **survie ou le rétablissement** de l'UD et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.

3. Si une UD est naturellement à de faibles niveaux d'abondance et est limitée par la capacité de l'habitat (UD24 Widgeon-type fluvial), elle est sensible aux dommages même si des mesures sont prises pour minimiser la mortalité. Par conséquent :

nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent une mortalité soient celles qui favorisent la **persistance** de l'UD et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.

Les sections suivantes résument les résultats des deux parties de ce processus d'évaluation du potentiel de rétablissement avec nos recommandations finales concernant les dommages admissibles.

7.1. UD2 BOWRON-DE

L'évaluation des menaces a mis en évidence de nombreuses menaces importantes pour cette UD, qui sont peu susceptibles de diminuer dans un proche avenir et continueront probablement de contribuer à des niveaux élevés de mortalité (classement « Extrême-Élevé »; tableau 36). L'information présentée dans le document MPO (2020) et les travaux de modélisation subséquents réalisés à l'aide des données sur la remonte de 2020 ont montré qu'il est peu probable que cette UD atteigne la cible de rétablissement n° 1 au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032), même dans le scénario le plus optimiste d'une augmentation de 30 % de la productivité, d'un taux d'exploitation nul et de la cessation des impacts à Big Bar pour les prochaines années de montaison (Figure 29). Étant donné que ces scénarios sont très improbables dans un proche avenir, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent la survie de l'UD et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

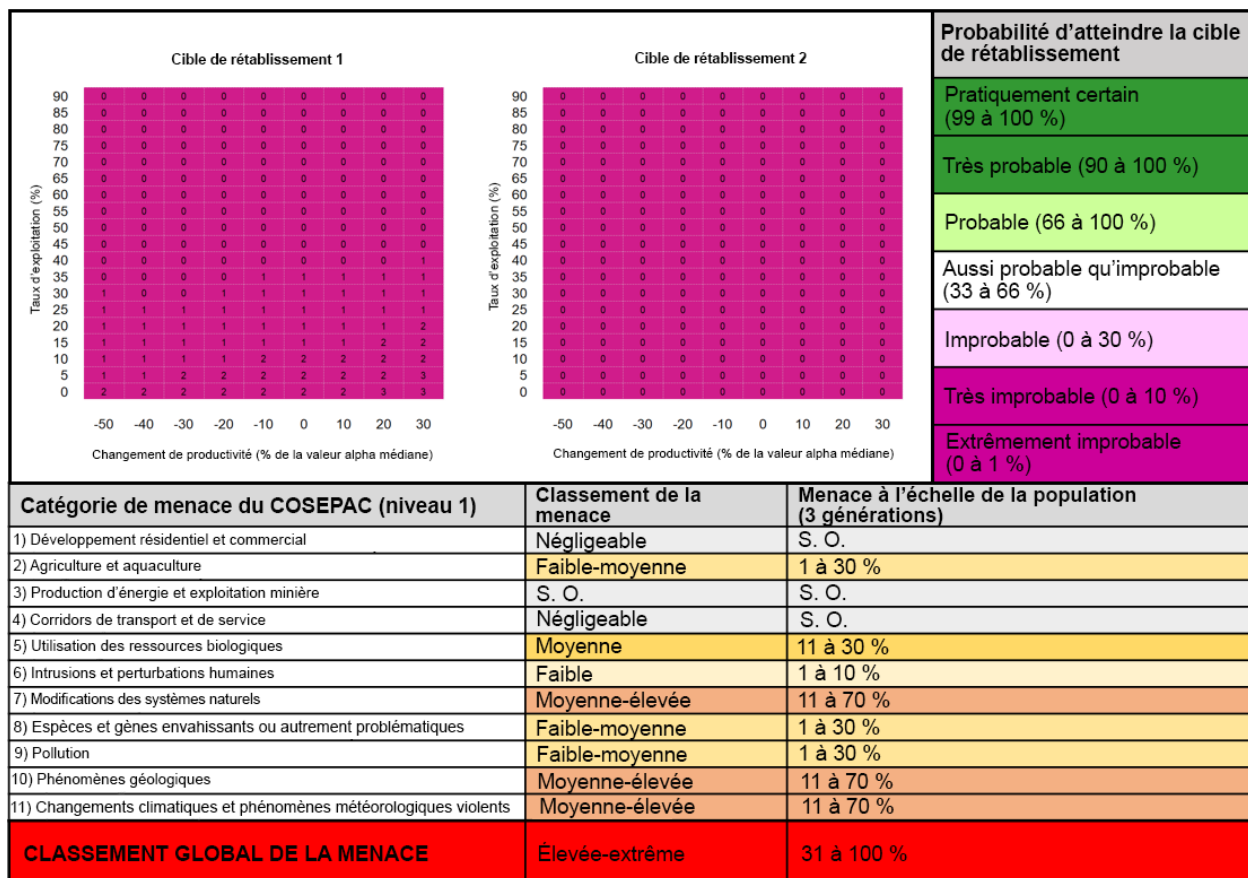


Figure 29. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD2 Bowron-DE.

7.2. UD10 HARRISON (AMONT)-T

L'évaluation des menaces a mis en évidence de nombreuses menaces importantes pour cette UD, qui sont peu susceptibles de diminuer dans un proche avenir (classement « Élevé »; Table 36). Le classement de la menace est passé de « Élevé-Extrême » à « Élevé » car bien que des menaces importantes pèsent sur cette UD, les tendances observées dans l'abondance ne donnent pas à penser que cette UD est menacée de disparition imminente. D'après la modélisation présentée dans le document MPO (2020), à des taux d'exploitation de 10 % ou moins, la probabilité que cette UD atteigne la cible de rétablissement n° 1 dans la plupart des fourchettes de productivités modélisées est « aussi probable qu'improbable ». Il est improbable ou très improbable que cette UD atteigne la cible de rétablissement n° 2 d'ici trois générations (2021 à 2032) dans tous les scénarios modélisés. Afin de donner à l'UD10 la meilleure occasion d'atteindre la cible de rétablissement n° 1, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent le rétablissement de l'espèce et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

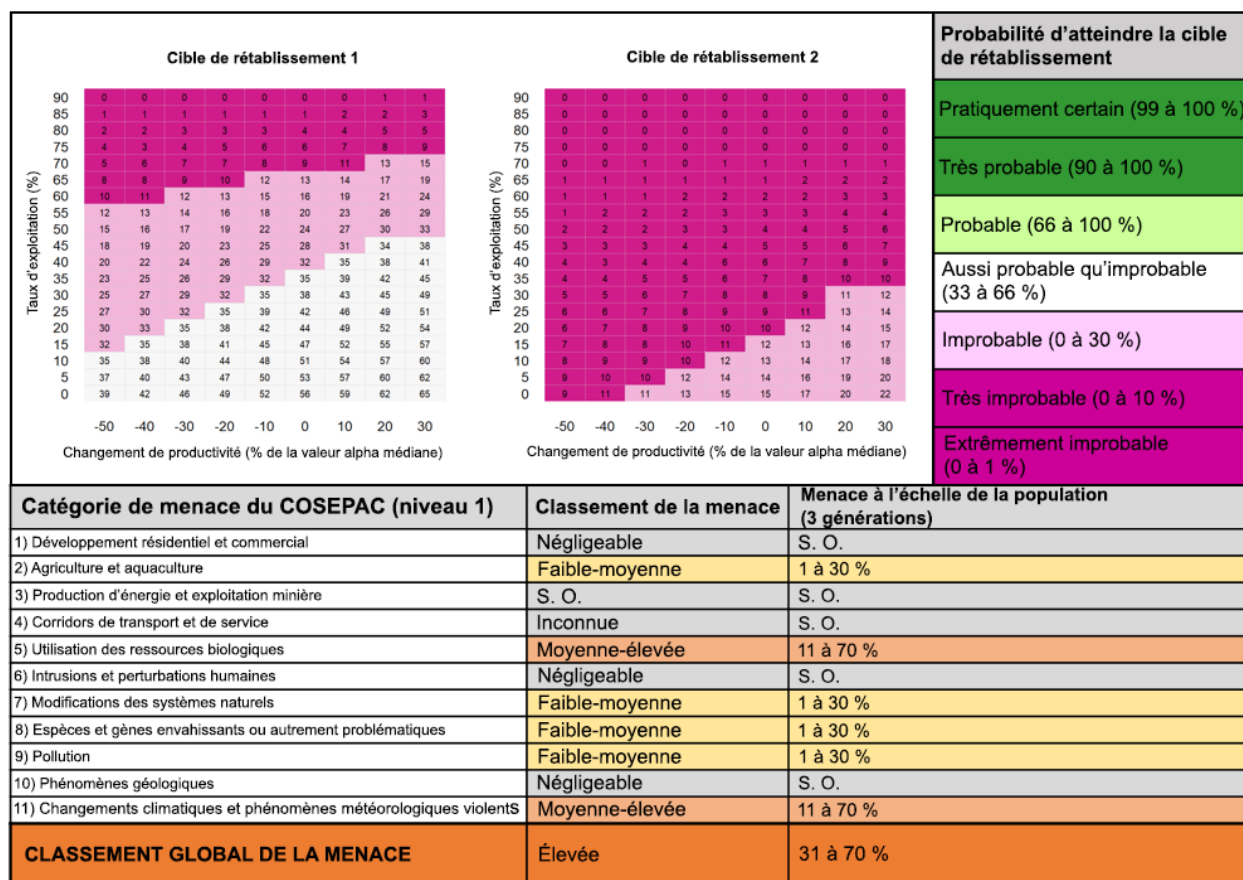


Figure 30. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD10 Harrison (amont)-T.

7.3. UD14 NORTH BARRIERE-DE

L'évaluation des menaces a indiqué que cette population présente un niveau de risque Élevé-Extrême, et en raison de la petite taille de la population, il est possible que cette population disparaisse au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032). Il s'agit d'une population *de novo*, qui était d'abord disparue avant d'être reconstituée à partir de stocks d'éclosion, et dont l'abondance est actuellement très faible. La modélisation présentée dans le document MPO (2020) montre que pour l'UD14, l'atteinte de la cible de rétablissement n° 1 est « aussi probable qu'improbable » à des taux d'exploitation nuls pour beaucoup de niveaux de productivité futurs modélisés. Par conséquent, afin de donner à l'UD14 la meilleure occasion d'atteindre la cible de rétablissement n° 1, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent la survie et le rétablissement de l'espèce et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

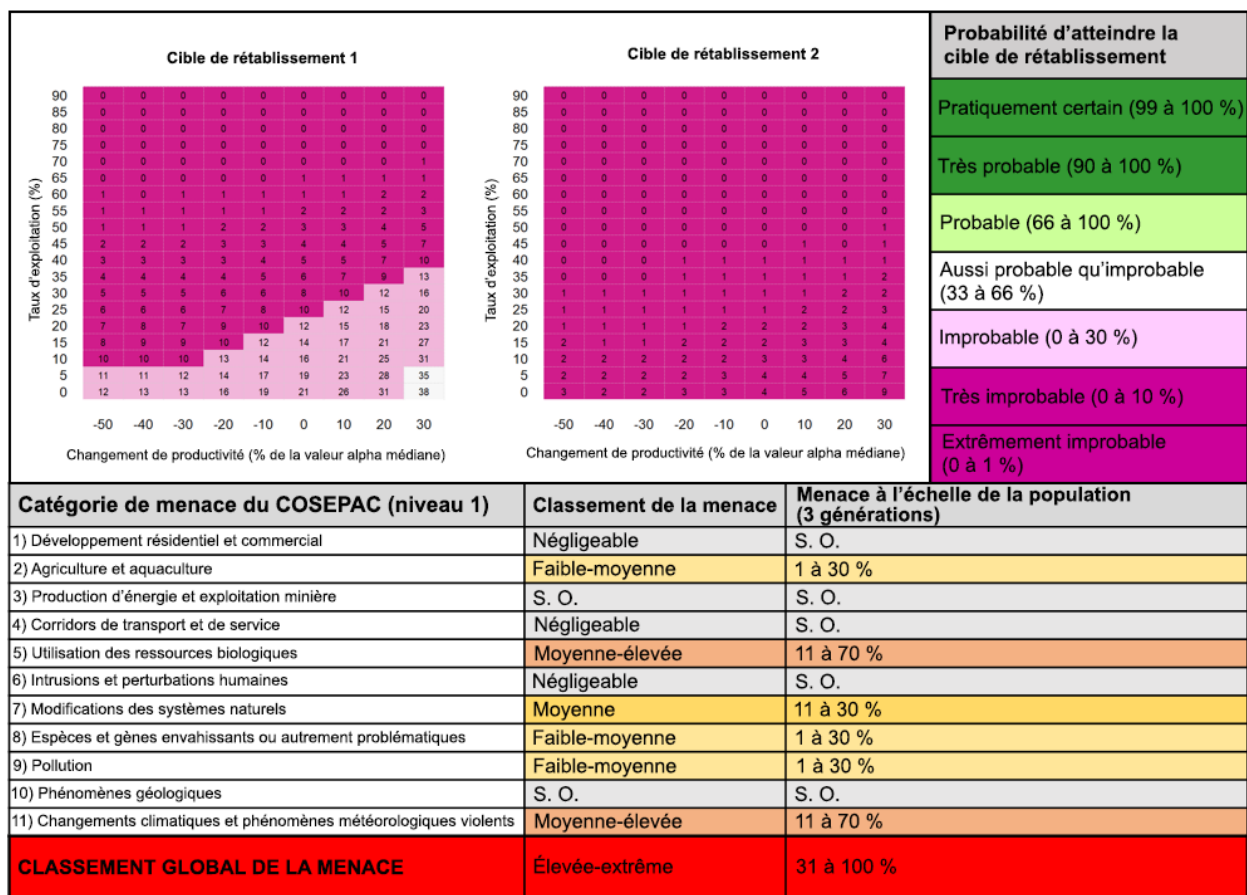


Figure 31. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD14 North Barriere-DE.

7.4. UD16 QUESNEL-E

L'évaluation des menaces a mis en évidence de nombreuses menaces importantes pour cette UD, qui sont peu susceptibles de diminuer dans un proche avenir et continueront probablement de contribuer à des niveaux élevés de mortalité (classement « Élevé »; tableau 36). Il est à noter que le classement global déterminé dans l'évaluation des menaces a été ramené de « Élevé-Extrême » à « Élevé », car il est peu probable que ce stock disparaisse au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032) en raison de son abondance élevée par rapport aux autres populations prises en compte dans l'évaluation du potentiel de rétablissement. Toutefois, il y a probablement d'autres impacts qui, bien qu'ils soient actuellement inconnus, à la suite de la catastrophe de Mount Polley en 2014, pourraient entraîner des déclin plus élevés que prévu. L'information présentée dans le document MPO (2020) indiquait qu'il est probable que l'UD16 atteigne la cible de rétablissement n° 1 pour la plupart des productivité modélisées à des taux d'exploitation modestes; il est cependant très peu probable qu'elle atteigne la cible de rétablissement n° 2 au cours des trois prochaines générations, compte tenu de la productivité estimée actuelle et de l'exploitation du saumon rouge du fleuve Fraser à montaison estivale.

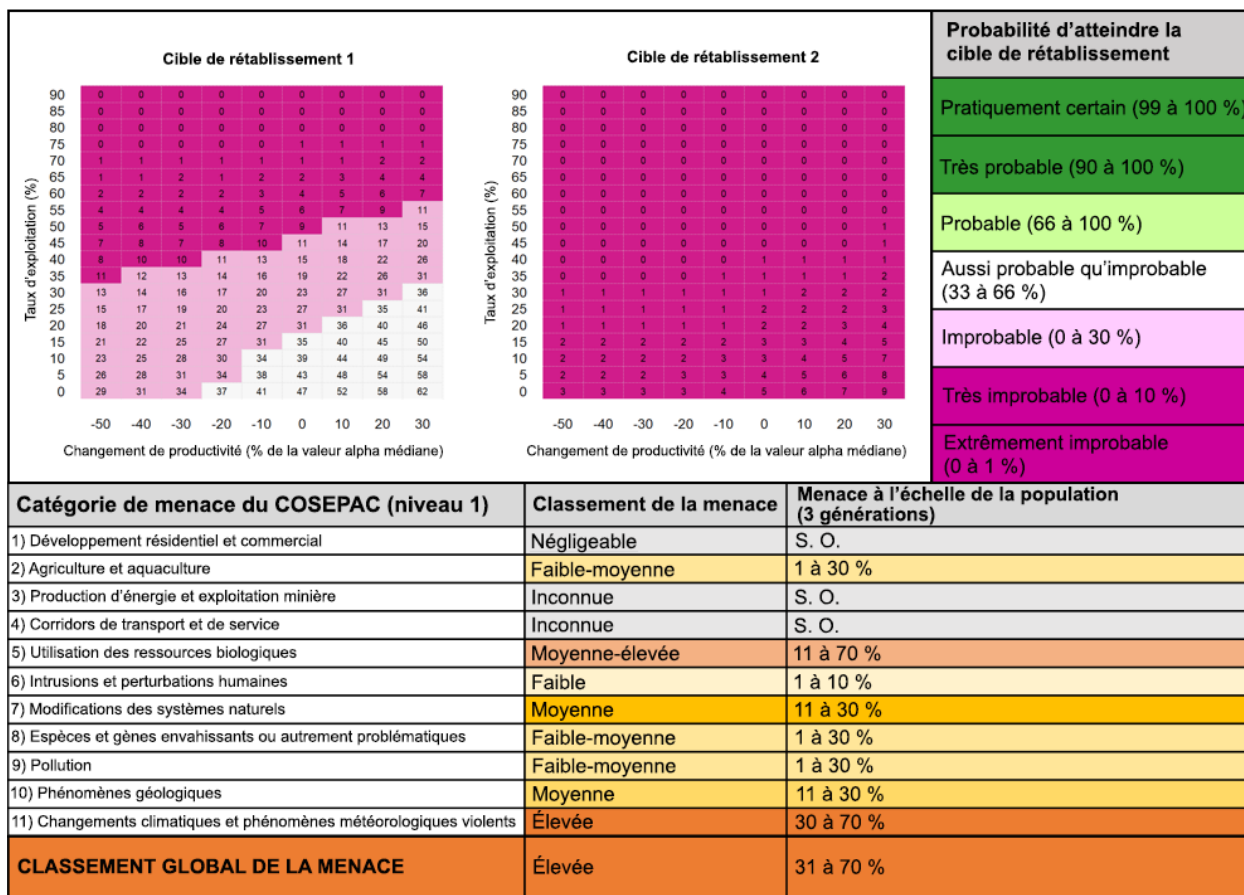


Figure 32. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD16 Quesnel-E.

7.5. UD17 SETON-T

L'évaluation des menaces a indiqué un risque Élevé-Extrême pour cette population, et que ces menaces ne devraient pas diminuer dans un proche avenir. Il s'agit d'une UD à une seule frayère dans un écosystème fortement modifié, et en raison de la petite taille de la population, il est possible que cette population disparaisse au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032). La modélisation présentée dans le document MPO (2020) montre que pour l'UD17, l'atteinte de la cible de rétablissement n° 1 est « aussi probable qu'improbable » à des taux d'exploitation nuls pour beaucoup de niveaux de productivité futurs modélisés. Par conséquent, afin de donner à l'UD17 la meilleure occasion d'atteindre la cible de rétablissement n° 1, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent la survie et le rétablissement de l'espèce et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

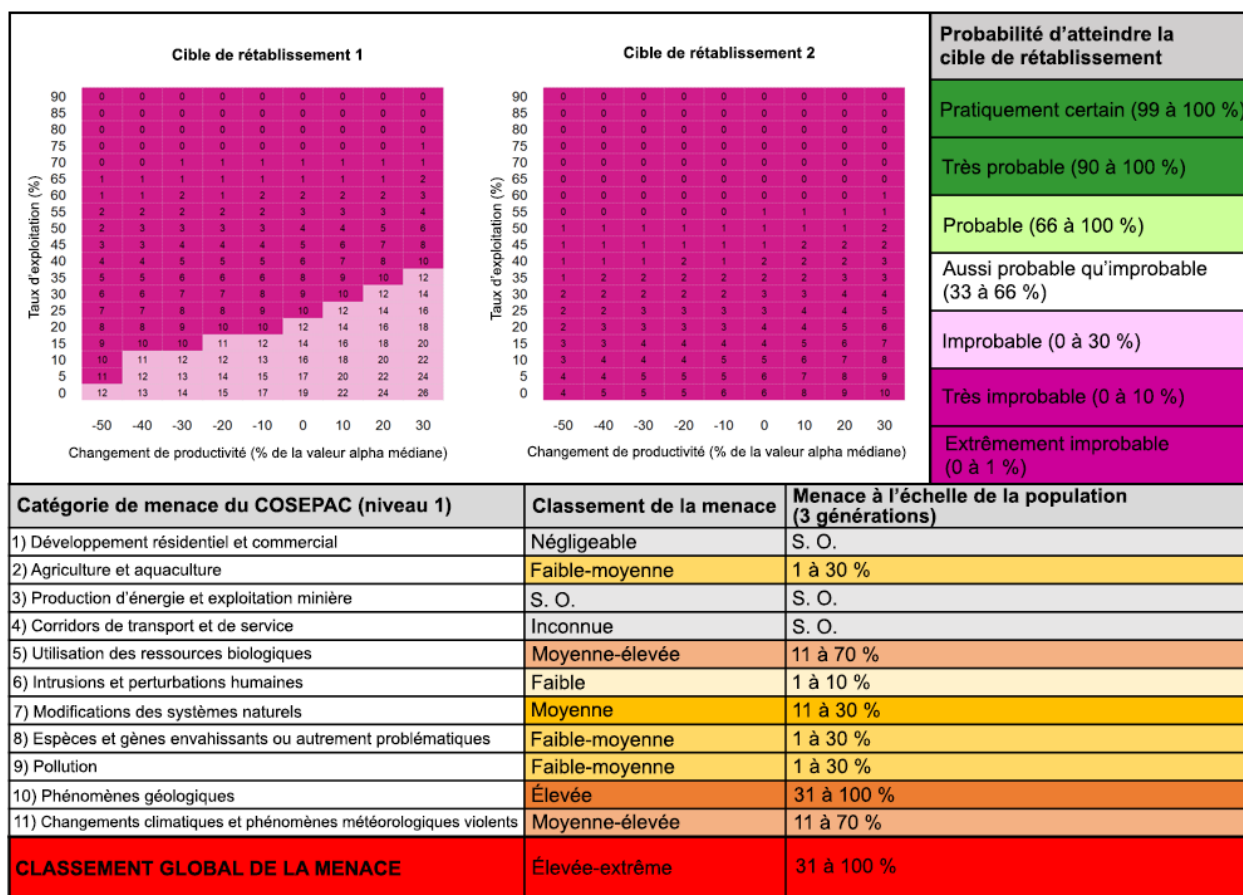


Figure 33. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD17 Seton-T.

7.6. UD20 TAKLA-TREMBLEUR-À MONTAISON HÂTIVE DANS LA STUART

L'UD à montaison hâtive dans la Stuart est la plus menacée de toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser; c'est elle qui parcourt la distance de migration la plus longue (plus de 1 000 km); elle a la période de migration la plus hâtive de tous les saumons rouges du fleuve Fraser et dépend fortement des conditions hydrologiques pendant la migration; l'habitat de fraie est plus instable et plus sensible aux effets de la température et du débit que dans d'autres UD. Selon l'évaluation des menaces, cette population est à un niveau de risque Extrême, et il y a une réelle possibilité que l'UD disparaisse au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032). Les travaux de modélisation présentés dans le document MPO (2020) ont indiqué qu'il est très improbable que cette UD atteigne la cible de rétablissement n°1 inférieure, pour toutes les combinaisons de taux d'exploitation et de productivité. Par conséquent, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent une mortalité soient celles qui favorisent la survie de l'UD et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

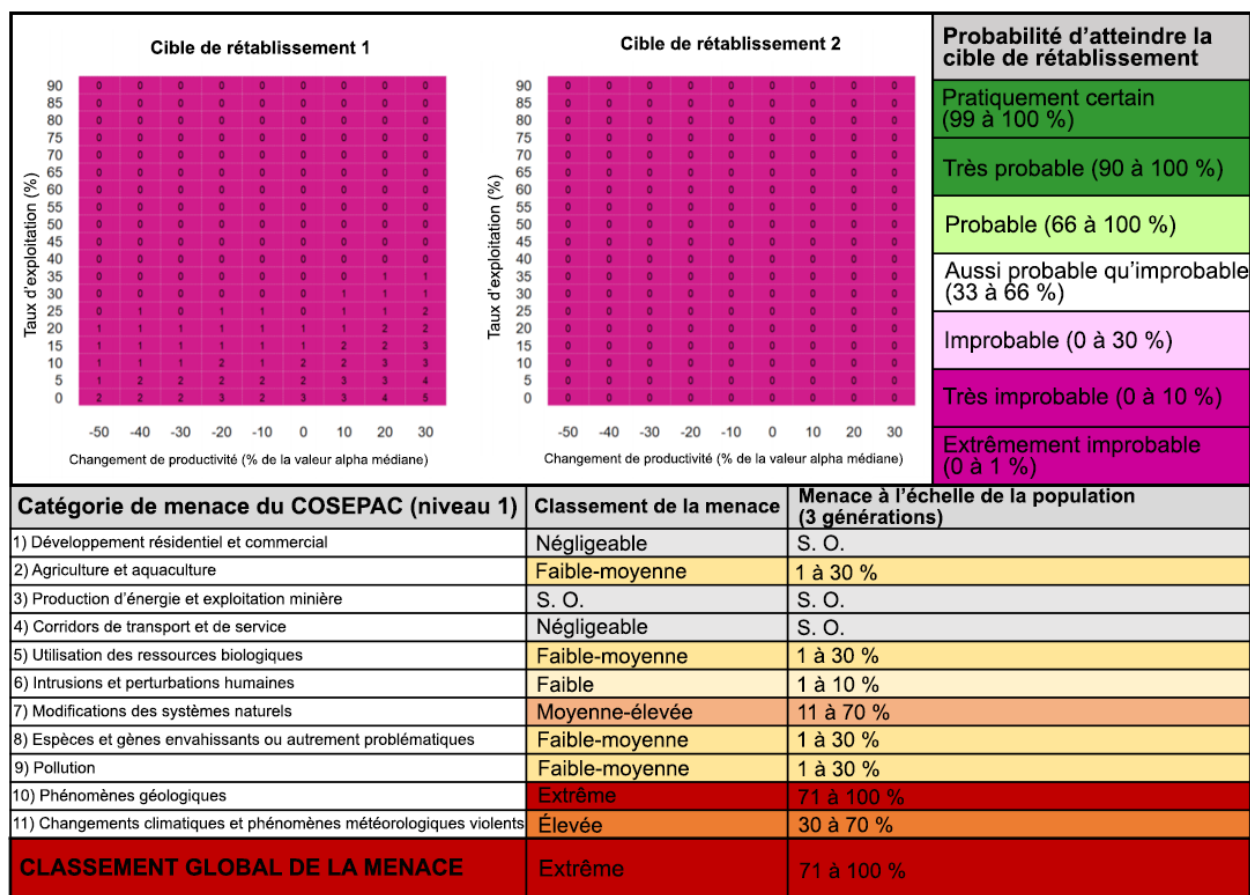


Figure 34. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart.

7.7. UD21 TAKLA-TREMBLEUR-STUART-E

Le saumon rouge à montaison estivale dans la Stuart est moins menacé que ceux qui remontent plus tôt (UD20) du fait de sa montaison plus tardive, mais cette UD demeure gravement menacée. L'évaluation des menaces a permis de déterminer que cette population présente un niveau de risque « Élevé », alors qu'il était auparavant jugé « Élevé-Extrême », car il est peu probable que ce stock disparaisse au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032), compte tenu des abondances actuelles. À des taux d'exploitation de 5 % ou moins et avec des productivités croissantes, il est probable que l'UD21 atteigne la cible de rétablissement n° 1; cependant, à mesure que la productivité passe sous les niveaux actuels et à des taux d'exploitation de 10 % ou moins, il est tout aussi probable qu'improbable que l'UD atteigne la cible de rétablissement n° 1. Il est improbable – très improbable que cette UD atteigne la cible de rétablissement n° 2 au cours des trois prochaines générations, pour toutes les combinaisons de taux d'exploitation et de productivité modélisées. Compte tenu des résultats collectifs, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent une mortalité soient celles qui favorisent la survie de l'UD et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

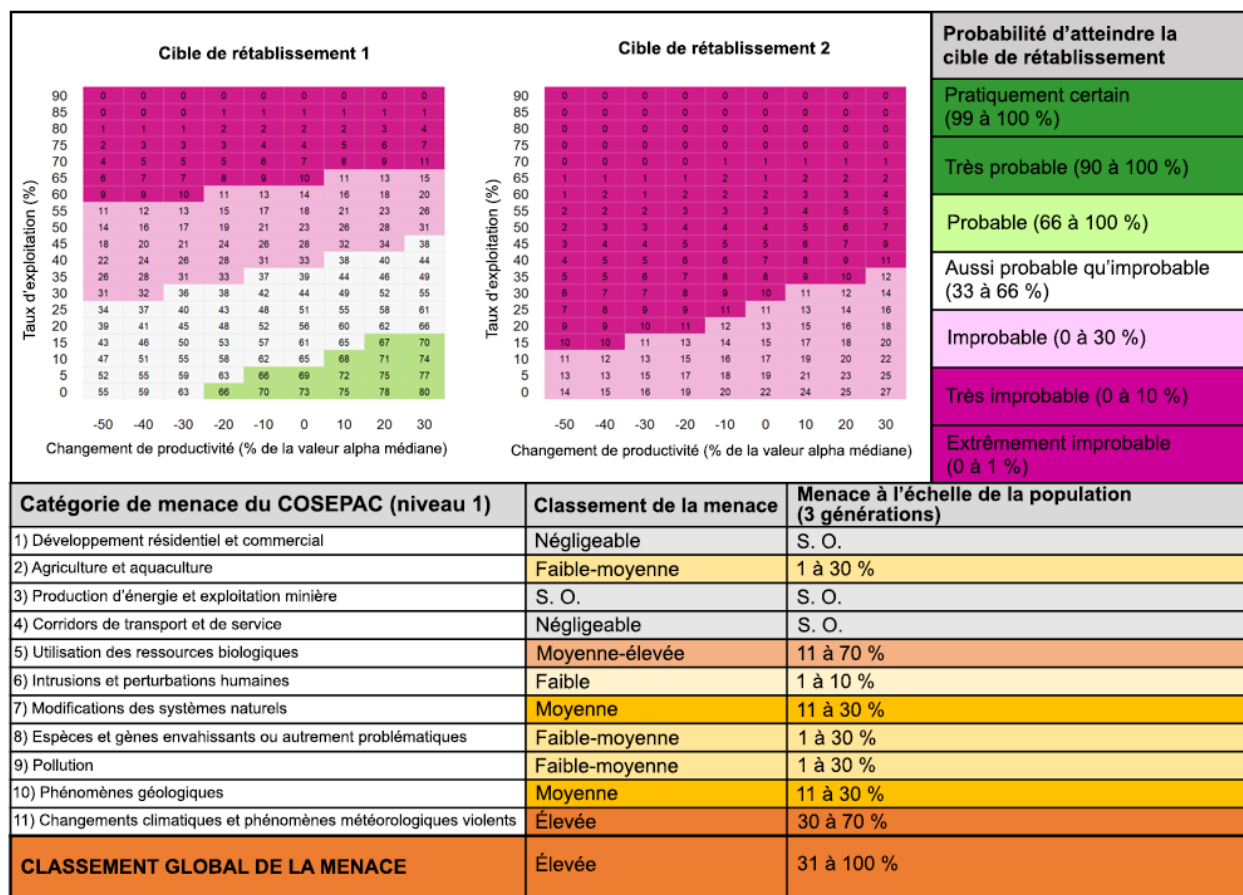


Figure 35. Sommaire de la probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement (partie 1 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) et évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E.

7.8. UD22 TASEKO-DE

L'évaluation des menaces indique que l'UD présente un niveau de risque Élevé-Extrême, car il s'agit d'une petite UD très peu abondante, qui risque de disparaître au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032), particulièrement compte tenu du glissement de terrain de Big Bar. Aucune modélisation n'a été effectuée pour cette UD, car il n'existe pas de série chronologique sur le stock-recrutement; par conséquent, aucun tableau des risques n'est présenté ici. Cependant, en utilisant les autres petits stocks évalués comme valeurs de substitution et en tenant compte des impacts prévus de Big Bar, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent la survie et le rétablissement de l'espèce et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

Catégorie de menace du COSEPAC (niveau 1)	Classement de la menace	Menace à l'échelle de la population (3 générations)
1) Développement résidentiel et commercial	Négligeable	S. O.
2) Agriculture et aquaculture	Faible-moyenne	1 à 30 %
3) Production d'énergie et exploitation minière	S. O.	S. O.
4) Corridors de transport et de service	Négligeable	S. O.
5) Utilisation des ressources biologiques	Moyenne-élevée	11 à 70 %
6) Intrusions et perturbations humaines	Faible	1 à 10 %
7) Modifications des systèmes naturels	Moyenne-élevée	11 à 70 %
8) Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	Faible-moyenne	1 à 30 %
9) Pollution	Faible-moyenne	1 à 30 %
10) Phénomènes géologiques	Moyenne-élevée	11 à 70 %
11) Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	Moyenne-élevée	11 à 70 %
CLASSEMENT GLOBAL DE LA MENACE	Élevée-extrême	31 à 100 %

Figure 36. Sommaire de l'évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD22 Taseko-DE. Il n'existe pas de données sur le stock-recrutement pour l'UD22; par conséquent, aucune analyse quantitative n'a été effectuée pour déterminer la probabilité que cette UD atteigne ses cibles de rétablissement.

7.9. UD24 WIDGEON-TYPE FLUVIAL

L'UD24 est la seule UD de type océanique traitée dans cette évaluation du potentiel de rétablissement. Cette UD est restée à de faibles niveaux d'abondance (1 000 poissons ou moins) tout au long de la série chronologique, mais le nombre de poissons qui remontent a été considérablement inférieur à la moyenne historique la plupart des années depuis la fin des années 1980 (sauf de 2009 à 2013). Le saumon rouge de l'UD24 affiche un comportement et une utilisation de l'habitat uniques comparativement aux autres stocks qui grandissent dans des lacs pris en compte dans cette évaluation du potentiel de rétablissement; c'est celui qui a la distance de migration la plus courte à parcourir pour atteindre les frayères du marécage Widgeon, qui est sous l'influence des marées; ces poissons migrent dans le détroit de Georgie au cours de leur premier été en tant que saumoneaux plus petits et reviennent frayer principalement en tant que poissons de trois ans. Par conséquent, l'UD24 fait face à une série différente de menaces et de facteurs limitatifs que les autres UD dont il a été question précédemment.

L'évaluation des menaces indique que cette UD présente un niveau de risque Élevé, en particulier en raison de sa faible abondance et du fait qu'elle ne renferme qu'une seule frayère. Tout événement majeur qui a une incidence sur l'habitat de fraie peut donc avoir des effets sur l'UD. Du fait de l'absence de données de stock-recrutement pour l'UD24, aucun tableau des risques n'est présenté ici; cependant, comme indiqué dans le document MPO (2020a), en utilisant les autres petits stocks évalués comme valeurs de substitution et en tenant compte des impacts prévus de Big Bar, **nous recommandons que les seules activités autorisées qui causent la mortalité soient celles qui favorisent la survie et le rétablissement de l'espèce et que toutes les sources de dommages anthropiques soient réduites le plus possible.**

Catégorie de menace du COSEPAC (niveau 1)	Classement de la menace	Menace à l'échelle de la population (3 générations)
1) Développement résidentiel et commercial	Négligeable	S. O.
2) Agriculture et aquaculture	Faible-moyenne	1 à 30 %
3) Production d'énergie et exploitation minière	S. O.	S. O.
4) Corridors de transport et de service	Inconnue	S. O.
5) Utilisation des ressources biologiques	Moyenne-élevée	11 à 70 %
6) Intrusions et perturbations humaines	Inconnue	S. O.
7) Modifications des systèmes naturels	Moyenne-élevée	1 à 30 %
8) Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	Faible-moyenne	1 à 30 %
9) Pollution	Faible-moyenne	1 à 30 %
10) Phénomènes géologiques	S. O.	S. O.
11) Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	Moyenne-élevée	11 à 70 %
CLASSEMENT GLOBAL DE LA MENACE	Élevée	31 à 100 %

Figure 37. Sommaire de l'évaluation des menaces (partie 2 de l'évaluation du potentiel de rétablissement) pour l'UD24 Widgeon-type fluvial. Il n'existe pas de données sur le stock-recrutement pour l'UD24; par conséquent, aucune analyse quantitative n'a été effectuée pour déterminer la probabilité que cette UD atteigne ses cibles de rétablissement.

7.10. CONCLUSIONS

L'information présentée dans cette évaluation du potentiel de rétablissement (parties 1 et 2) indique que toutes les UD du saumon rouge du fleuve Fraser considérées sont en péril grave et que plusieurs stocks pourraient disparaître au cours des trois prochaines générations (2021 à 2032; ou dans les 10 prochaines années pour l'UD24 Widgeon-type fluvial) dans les conditions actuelles. Les évaluations du potentiel de rétablissement sont conçues pour fournir de l'information afin de déterminer si des dommages à l'espèce peuvent être permis en vertu de l'article 73 de la LEP, et compte tenu de l'information présentée ici, il est évident que toutes les sources de dommages anthropiques doivent être réduites au minimum pour donner à ces stocks une chance de se reconstituer. Cependant, comme il est indiqué dans le document MPO (2014c), il peut souvent y avoir des activités qui sont si limitées dans le temps ou dans l'espace, et qui pourraient toucher une si petite proportion de la population globale, qu'elles pourraient ne pas avoir d'effets importants au niveau de la population. Les évaluations du potentiel de rétablissement n'attribuent pas les dommages à des activités particulières, car il s'agit d'une décision de gestion qui ne relève pas du processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (MPO 2014c); toutefois, à l'aide des graphiques du rétablissement présentés dans cette section, il est possible d'inférer le risque potentiel d'une activité si les impacts sont quantifiables. Par exemple, si on a déterminé qu'une activité pourrait provoquer une mortalité supplémentaire de 5 % dans une UD, on pourrait ajouter cette valeur au taux d'exploitation actuel estimé pour cette UD à la productivité actuelle (0 %) pour voir l'évolution des probabilités prévues d'atteindre l'une des cibles de rétablissement, sans oublier que la cible de rétablissement n° 1 représente mieux la survie et la cible de rétablissement n° 2, le rétablissement réel. La Direction des sciences du MPO ne déterminera pas le niveau de risque acceptable d'une activité, mais il faut souligner que la modélisation présentée dans le document MPO (2020) indique qu'il est « aussi improbable que probable » que la majorité des UD atteignent la cible inférieure de rétablissement n° 1 (ne plus être désignée comme en voie de disparition ou menacée par le COSEPAC) au cours des trois prochaines générations, même dans les scénarios les plus optimistes. Cela donne à penser que toute activité qui contribue davantage au déclin d'une UD ou qui réduit la probabilité qu'elle parvienne à se rétablir n'est ni acceptable ni favorable au rétablissement du saumon rouge du fleuve Fraser.

8. RÉFÉRENCES CITÉES

- Ackerman, P., Stitt, R., Macwilliams, C., and Mackinlay, D. 2007. [Weaver Creek Spawning Channel](#). Fish Health Management Plan.
- Ministry of Agriculture, B.M. of. 2016. [Fraser Valley Regional District Agricultural Land Use Inventory Summer 2011-2013](#). (Reference No. 800.510-24.2013).
- Akenhead, S., Irvine, J., Hyatt, K., Johnson, S., Michielsens, C., and Grant, S. 2016. Habitat Manipulations Confound the Interpretation of Sockeye Salmon Recruitment Patterns at Chilko Lake, British Columbia. *North Pacific Anadromous Fish Comm. Bull.* 6(1): 391–414. doi:10.23849/npafcb6/391.414.
- 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.
- Allan, J.D., Wipfli, M.S., Caouette, J.P., Prussian, A., and Rodgers, J. 2003. Influence of streamside vegetation on inputs of terrestrial invertebrates to salmonid food webs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60(3): 309–320. doi:10.1139/f03-019.
- 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, E.D., King, J.R., and Zubkowski, T.B. 2021. Ecosystem-Based Juvenile Pacific Salmon (*Oncorhynchus* spp.) Survey on the North Coast of British Columbia, October 6-16, 2020. *Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1331: vi + 36.p.
- Andrew, F.J., and Geen, G.H. 1958. Sockeye and pink salmon investigations at the Seton Creek hydroelectric installation. *Int. Pacific Salmon Fish. Comm. Prog. Rep.*: 74 l.
- [APEGBC] Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia. 2016. *Flood Mapping in BC*. 54 p.
- Augerot, X., Fley, D.N., Steinback, C., Fuller, A., Fobesand, N., and Spencer, K. 2005. *Atlas of Pacific Salmon*. University of California Press, Los Angeles, California.
- Ayouqi, H., Knowler, D., Reid, G., and Cox, S. 2021. Marginal damage cost functions for particulate organic carbon loading from open-net pen salmon farms in British Columbia, Canada. *Ecol. Econ.* 179(September 2020): 106837. Elsevier. doi:10.1016/j.ecolecon.2020.106837.
- Azuma, T. 1995. Biological mechanisms enabling sympatry between salmonids with special reference to sockeye and chum salmon in oceanic waters. *Fish. Res.* 24(4): 291–300. doi:10.1016/0165-7836(95)00383-3.
- Backman, D.C., DeDominicis, S.L., and Johnstone, R. 2009. Operational decisions in response to a performance-based regulation to reduce organic waste impacts near Atlantic salmon farms in British Columbia, Canada. *J. Clean. Prod.* 17(3): 374–379.
- 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.
- 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., Hinch, S.G., Casselman, M.T., Bett, N.N., Burnett, N.J., Middleton, C.T., and Patterson, D.A. 2018. Visible Gill-Net Injuries Predict Migration and Spawning Failure in Adult Sockeye Salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 147(6): 1085–1099. doi:10.1002/tafs.10103.
- 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.
- Batten, S.D., Ruggerone, G.T., and Ortiz, I. 2018. Pink Salmon induce a trophic cascade in plankton populations in the southern Bering Sea and around the Aleutian Islands. *Fish. Oceanogr.* 27(6): 548–559. doi:10.1111/fog.12276.
- [BCFLNRO] BC Ministry of Forests, Lands & Natural Resources Operations. 2017. BC Provincial Timber Management Goals, Objectives & Targets Objectives & Targets. BC Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations. 18p.
- 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., Beamish, R.J., Candy, J.R., Wallace, C., Tucker, S., Moss, J.H., and Trudel, M. 2014a. Stock-Specific Migration Pathways of Juvenile Sockeye Salmon in British Columbia Waters and in the Gulf of Alaska. *Trans. Am. Fish. Soc.* 143(6): 1386–1403. doi:10.1080/00028487.2014.935476.
- Beacham, T.D., Beamish, R.J., Candy, J.R., Wallace, C., Tucker, S., Moss, J.H., and Trudel, M. 2014b. Stock-Specific Size of Juvenile Sockeye Salmon in British Columbia Waters and the Gulf of Alaska. *Trans. Am. Fish. Soc.* 143(4): 876–889. doi:10.1080/00028487.2014.889751.
- 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.
- 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.
- Beamish, R., Wade, J., Pennell, W., Gordon, E., Jones, S., Neville, C., Lange, K., and Sweeting, R. 2009. A large, natural infection of sea lice on juvenile Pacific salmon in the Gulf Islands area of British Columbia, Canada. *Aquaculture* 297(1–4): 31–37. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.09.001.
- Beamish, R.J., Lange, K.L., Neville, C.M., Sweeting, R.M., Beacham, T.D., and Preikshot, D. 2010. Late ocean entry of sea-type sockeye salmon from the Harrison River in the Fraser River drainage results in improved productivity. *North Pacific Anadromous Fish Comm. Doc.* 1283: 30. doi:10.13140/RG.2.2.15699.99369.

-
- Beamish, R.J., Neville, C., Sweeting, R., and Lange, K. 2012. The synchronous failure of juvenile pacific salmon and herring production in the strait of georgia in 2007 and the poor return of sockeye salmon to the Fraser river in 2009. *Mar. Coast. Fish.* 4(1): 403–414. doi:10.1080/19425120.2012.676607.
- Beamish, R.J., Neville, C.M., Sweeting, R.M., Beacham, T.D., Wade, J., and Li, L. 2016. Early Ocean Life History of Harrison River Sockeye Salmon and their Contribution to the Biodiversity of Sockeye Salmon in the Fraser River, British Columbia, Canada. *Trans. Am. Fish. Soc.* 145(2): 348–362. doi:10.1080/00028487.2015.1123182.
- Beauchamp, B., Benoît, H., et Duprey, N. 2019. [Examen des outils de surveillance des prises utilisés dans les pêches canadiennes](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/010. iv + 55 p
- Beauchamp, D.A., Sergeant, C.J., Mazur, M.M., Scheuerell, J.M., Schindler, D.E., Scheuerell, M.D., Fresh, K.L., Seiler, D.E., and Quinn, T.P. 2004. Spatial–Temporal Dynamics of Early Feeding Demand and Food Supply for Sockeye Salmon Fry in Lake Washington. *Trans. Am. Fish. Soc.* 133(4): 1014–1032. doi:10.1577/t03-093.1.
- Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J., Sheridan, P.F., and Weinstein, M.P. 2001. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. *Bioscience* 51(8): 633. doi:10.1641/0006-3568(2001)051[0633:ticamo]2.0.co;2.
- Belsky, A.J., Matzke, A., and Uselman, S. 1999. Survey of Livestock Influences on Stream and Riparian. *J. Soil Water Conserv.* 54: 419–431.
- Bertness, M.D., and Ewanchuk, P.J. 2002. Latitudinal and climate-driven variation in the strength and nature of biological interactions in New England salt marshes. *Oecologia* 132(3): 392–401. doi:10.1007/s00442-002-0972-y.
- 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.
- Bett, N.N., and Hinch, S.G. 2016. Olfactory navigation during spawning migrations: a review and introduction of the Hierarchical Navigation Hypothesis. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 91(3): 728–759. doi:10.1111/brv.12191.
- Bett, N.N., Hinch, S.G., Bass, A.L., Braun, D.C., Burnett, N.J., Casselman, M.T., Cooke, S.J., Drenner, S.M., Gelchu, A., Harrower, W.L., Ledoux, R., Lotto, A.G., Middleton, C.T., Minke-Martin, V., Patterson, D.A., Zhang, W., and Zhu, D.Z. 2020. Using an integrative research approach to improve fish migrations in regulated rivers: a case study on Pacific Salmon in the Seton River, Canada. *Hydrobiologia* 2. Springer International Publishing. doi:10.1007/s10750-020-04371-2.
- Bett, N.N., Hinch, S.G., and Casselman, M.T. 2018. Effects of natal water dilution on the migration of Pacific salmon in a regulated river. *River Res. Appl.* 34(9): 1151–1157. doi:10.1002/rra.3347.
- BGC. 2018. [Squamish-Lillooet Regional District Seton Portage Integrated Hydrogeomorphic Assessment](#). BCG Engineering Inc. Pemberton, BC. 355 p.
- Biggs, B.J.F., Nikora, V.I., and Snelder, T.H. 2005. Linking scales of flow variability to lotic ecosystem structure and function. *River Res. Appl.* 21: 283–298. doi:10.1002/rra.847.

-
- 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., and Beune, H. 1987. Underyearling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the estuary of the Fraser River. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 96: 25–35.
- 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.
- 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.
- 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.
- Bradford, M.J., Hume, J.M.B., Withler, R.E., Lofthouse, D., Barnetson, S., Grant, S.C.H., Folkes, M., Schubert, N.D., and Huang, A.-M. 2011. [Status of Cultus Lake sockeye salmon](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2010/123. vi + 44.
- Bradford, M.J., Pyper, B.J., and Shortreed, K.S. 2000. Biological Responses of Sockeye Salmon to the Fertilization of Chilko Lake, a Large Lake in the Interior of British Columbia. *North Am. J. Fish. Manag.* 20(3): 661–671. Wiley. doi:10.1577/1548-8675(2000)020<0661:brosst>2.3.co;2.
- Bradford, M.J., Tovey, C.P., and Herborg, L.M. 2008. [Biological Risk Assessment for Yellow Perch \(*Perch flavescens*\) in British Columbia](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc* 2008/073. vi + 27.
- 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.
- 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., Baillie, S.J., Thiess, M.E., Bailey, R.E., Candy, J.R., Parken, C.K., et Willis, D.M. 2019. [Examen préalable à l'évaluation du COSEPAC des unités de conservation du saumon quinnat \(*Oncorhynchus tshawytscha*\) du sud de la Colombie-Britannique - Partie I : Renseignements de base](#). Secr. can. de consult. scient. du MPO. Doc. de rech. 2019/011. viii + 79 p
- Brown, T., Runciman, B., Bradford, M., and Pollard, S. 2009a. Biological Synopsis of Yellow Perch in British Columbia. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2883: 36 p.
- Brown, T., Runciman, B., Pollard, S., and Grant, A. 2009b. Biological Synopsis of Largemouth Bass (*Micropterus*). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2884: V+27.
- 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.
- Bugaev, V.F., Welch, D.W., Selifonov, M.M., Grachev, L.E., and Eveson, J.P. 2001. Influence of the marine abundance of pink (*Oncorhynchus gorbuscha*) and sockeye salmon (*O. nerka*) on growth of Ozernaya River sockeye. *Fish. Oceanogr.* 10(1): 26–32. doi:10.1046/j.1365-2419.2001.00150.x.
- 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.
- Bullard, A., Wensink, R., and Moore, S. 2015. Sustainable Sediment Remediation. Naval Facilities Engineering Command Technical Report-NAVFAC EXWC-EV-1515. 43p + Appendix.
- 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.
- Burgner, R.L. 1991. Life history of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). In *Pacific Salmon Life Histories*. Edited by C. Groot and L. Margolis. University of British Columbia Press, Vancouver, British Columbia. pp. 3–117.
- Burner, C.J. 1951. Characteristics of spawning nests of Columbia River salmon. *Fish. Bull.* 61(52).
- Burnett, N.J., Hinch, S.G., Donaldson, M.R., Furey, N.B., Patterson, D.A., Roscoe, D.W., and Cooke, S.J. 2014. Alterations to dam-spill discharge influence sex-specific activity, behaviour and passage success of migrating adult sockeye salmon. *Ecohydrology* 7(4): 1094–1104. doi:10.1002/eco.1440.
- Burt, J.M., Hinch, S.G., and Patterson, D.A. 2011. The importance of parentage in assessing temperature effects on fish early life history: a review of the experimental literature. *Rev. Fish Biol. Fish.* 21: 377–406. doi:10.1007/s11160-010-9179-1.
- Bush, E., and Lemmen, D.S., editors. 2019. [Canada's Changing Climate Report](#). Government of Canada, Ottawa, ON. 444 p.
- Buxton, T.H., Buffington, J.M., Tonina, D., Fremier, A.K., and Yager, E.M. 2015a. Modeling the influence of salmon spawning on hyporheic exchange of marine-derived nutrients in gravel stream beds. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(8): 1146–1158. doi:10.1139/cjfas-2014-0413.

-
- Buxton, T.H., Buffington, J.M., Yager, E.M., Hassan, M.A., and Fremier, A.K. 2015b. The relative stability of salmon redds and unspawned streambeds. *Water Resour. Res.* 51: 6074–6092. doi:10.1111/j.1752-1688.1969.tb04897.x.
- 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 CO₂ and its effects on seawater acidity and salinity” by Hugo A. Loáiciga. *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.
- 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.](#) California Regional Water Quality Control Board. 26 pp.
- Office of the Ombudsperson. 2014. [Striking a Balance: the Challenges of Using a Professional Reliance Model in Environmental Protection-British Columbia’s Riparian Areas Regulation.](#) Public Report No. 50 to the Legislative Assembly of British Columbia, Victoria, BC.
- 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.
- Cederholm, C.J., Kunze, M.D., Murota, T., and Sibatani, A. 1999. Pacific Salmon Carcasses: Essential Contributions of Nutrients and Energy for Aquatic and Terrestrial Ecosystems. *Fisheries* 24(10): 6–15. doi:10.1577/1548-8446(1999)024<0006:psc>2.0.co;2.
- Chandler, P.C., King, S.A., and Boldt, J. 2018. State of the Physical , Biological and Selected Fishery Resources of Pacific Canadian Marine Ecosystems in 2017. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3266: 255.
- 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.
- Charnley, S., Gosnell, H., Wendel, K.L., Rowland, M.M., and Wisdom, M.J. 2018. Cattle grazing and fish recovery on US federal lands: can social–ecological systems science help? *Front. Ecol. Environ.* 16: S11–S22. doi:10.1002/fee.1751.
- Chilcote, M.W., Goodson, K.W., and Falcy, M.R. 2011. Reduced recruitment performance in natural populations of anadromous salmonids associated with hatchery-reared fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(3): 511–522. doi:10.1139/F10-168.
- 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 \(Cohen Commission Technical Report 8\).](#) (February): 129.
- Clark, T.D., Furey, N.B., Rechisky, E.L., Gale, M.K., Jeffries, K.M., Porter, A.D., Casselman, M.T., Lotto, A.G., Patterson, D.A., Cooke, S.J., Farrell, A.P., Welch, D.W., and Hinch, S.G. 2016. Tracking wild sockeye salmon smolts to the ocean reveals distinct regions of nocturnal movement and high mortality. *Ecol. Appl.* 26(4): 959–978. doi:10.1890/15-0632.
-

-
- Clarke, L.R., and Bennett, D.H. 2002. Newly Emerged Kokanee Growth and Survival in an Oligotrophic Lake with *Mysis relicta*. *Trans. Am. Fish. Soc.* 131(1): 176–185. doi:10.1577/1548-8659(2002)131<0176:nekgas>2.0.co;2.
- Cloutier, C., Locat, J., Geertsema, M., Jakob, M., and Schnorbus, M. 2016. Chapter 3. Potential impacts of climate change on landslides occurrence in Canada. Presented at Joint Technical Research Committee JTC-I, TR3 Forum: Slope Safety Preparedness for Effects of Climate Change, November 17-18, 2015, Naples, Italy. doi:10.1201/.
- Cohen, B.I. 2012a. The uncertain future of Fraser River sockeye. Volume 1. The sockeye fishery. Commission of Inquiry into the Decline of Sockeye Salmon in the Fraser River, Ottawa, ON. 459 pp.
- Cohen, B.I. 2012b. The uncertain future of Fraser River sockeye. Volume 2. Causes of the decline. Commission of Inquiry into the Decline of Sockeye Salmon in the Fraser River, Ottawa, ON.
- Cohen, B.I. 2012c. The uncertain future of Fraser River sockeye. Volume 3. Recommendations. Commission of Inquiry into the Decline of Sockeye Salmon in the Fraser River, Ottawa, ON.
- Coker, G.A., Ming, D.L., and Mandrak, N.E. 2010. Mitigation Guide for the Protection of Fishes and Fish Habitat to Accompany the Species at Risk Recovery Potential Assessments Conducted by Fisheries and Oceans Canada (DFO) in Central and Arctic Region. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* (2904): 48.
- 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.
- Connors, B., Malick, M.J., Ruggione, G.T., Rand, P., Adkison, M., Irvine, J.R., Campbell, R., and Gorman, K. 2020. Climate and competition influence sockeye salmon population dynamics across the Northeast Pacific Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 77(6): 943–949. doi:10.1139/cjfas-2019-0422.
- Connors, B.M., Braun, D.C., Peterman, R.M., Cooper, A.B., Reynolds, J.D., Dill, L.M., Ruggione, G.T., and Krkošek, M. 2012. Migration links ocean-scale competition and local ocean conditions with exposure to farmed salmon to shape wild salmon dynamics. *Conserv. Lett.* 5(4): 304–312. doi:10.1111/j.1755-263X.2012.00244.x.
- Connors, B.M., Krkošek, M., Ford, J., and Dill, L.M. 2010. Coho salmon productivity in relation to salmon lice from infected prey and salmon farms. *J. Appl. Ecol.* 47(6): 1372–1377. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01889.x.

-
- Cooke, S.J., Donaldson, M.R., O'connor, C.M., Raby, G.D., Arlinghaus, R., Danylchuk, A.J., Hanson, K.C., Hinch, S.G., Clark, T.D., Patterson, D.A., and Suski, C.D. 2013. The physiological consequences of catch-and-release angling: Perspectives on experimental design, interpretation, extrapolation and relevance to stakeholders. *Fish. Manag. Ecol.* 20(2–3): 268–287. doi:10.1111/j.1365-2400.2012.00867.x.
- COSEPAC. 2003a. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon sockeye \(saumon rouge\) *Oncorhynchus nerka* \(population Cultus\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. ix + 61 p.
- COSEPAC. 2003. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon sockeye \(saumon rouge\) \(*Oncorhynchus nerka*\) \(population Sakinaw\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 41 p.
- COSEPAC. 2012. COSEWIC Aboriginal Traditional Knowledge Assessment Report on Fraser River Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka* in Canada. Prepared for the Aboriginal Traditional Knowledge Subcommittee of the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada by Mayihkan Consulting Ltd., Falkland, British Columbia. 24 pp.
- COSEPAC. 2017a. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon rouge \(*Oncorhynchus nerka*\), 24 unités désignables dans le bassin versant du fleuve Fraser, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. li + 201 p.
- COSEPAC. 2017b. [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.
- 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.
- Crossin, G.T., Hinch, S.G., Cooke, S.J., Welch, D.W., Patterson, D.A., Jones, S.R.M., Lotto, A.G., Leggatt, R.A., Mathes, M.T., Shrimpton, J.M., Van Der Kraak, G., and Farrell, A.P. 2008. Exposure to high temperature influences the behaviour, physiology, and survival of sockeye salmon during spawning migration. *Can. J. Zool.* 86(2): 127–140. doi:10.1139/Z07-122.
- Davis, M.J., Woo, I., Ellings, C.S., Hodgson, S., Beauchamp, D.A., Nakai, G., and De La Cruz, S.E.W. 2019. Freshwater Tidal Forests and Estuarine Wetlands May Confer Early Life Growth Advantages for Delta-Reared Chinook Salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 148(2): 289–307. doi:10.1002/tafs.10134.
- Davis, N.D., Fukuwaka, M., Armstrong, J.L., and Myers, K.W. 2005. Salmon food habits studies in the Bering Sea, 1960 to present. *North Pacific Anadromous Fish. Com. Tech. Rep.* 6: 24–28.
- 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.
- Desforges, 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.
-

-
- 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.
- Dorava, J.M., and Moore, G.W. 1997. [Effects of boatwakes on streambank erosion Kenai River, Alaska](#). Report, US Geological Survey and Alaska Department of Fish and Game. Anchorage, AK..
- Doughty, C.E., Roman, J., Faurby, S., Wolf, A., Haque, A., Bakker, E.S., Malhi, Y., Dunning, J.B., and Svenning, J.C. 2016. Global nutrient transport in a world of giants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 113(4): 868–873. doi:10.1073/pnas.1502549112.
- Doutaz, D. 2019. Columbia river northern pike - investigating the ecology of British Columbia's new apex invasive freshwater predator. MSc Thesis. Thompson Rivers University.
- Drenner, S.M., Harrower, W.L., Casselman, M.T., Bett, N.N., Bass, A.L., Middleton, C.T., and Hinch, S.G. 2018. Whole-river manipulation of olfactory cues affects upstream migration of sockeye salmon. *Fish. Manag. Ecol.* 25(6): 488–500. doi:10.1111/fme.12324.
- 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.
- Ebel, J.D., Marcarelli, A.M., Kohler, A.E., and Ebel, J.D. 2014. Biofilm nutrient limitation, Metabolism, And standing crop responses to experimental application of salmon carcass analog in Idaho streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71(12): 1796–1804. doi:10.1139/cjfas-2014-0266.
- [EDI] Environmental Dynamics Inc. 2008. Mountain Pine Beetle Infestation: Hydrological Impacts. Report for The B.C. Ministry of Environment Mountain Pine Beetle Action Team.
- 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.* 332(6025): 109–112. doi:10.1126/science.1199158.
- Essington, T.E., Quinn, T.P., and Ewert, V.E. 2000. Intra- and inter-specific competition and the reproductive success of sympatric Pacific salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57(1): 205–213. doi:10.1139/f99-198.
- Evans, A.F., Hostetter, N.J., Roby, D.D., Collis, K., Lyons, D.E., Sandford, B.P., Ledgerwood, R.D., and Sebring, S. 2012. Systemwide evaluation of avian predation on juvenile salmonids from the Columbia river based on recoveries of passive integrated transponder tags. *Trans. Am. Fish. Soc.* 141(4): 975–989. doi:10.1080/00028487.2012.676809.
- Evans, M.L., Kohler, A.E., Griswold, R.G., Tardy, K.A., Eaton, K.R., and Ebel, J.D. 2019. Salmon-mediated nutrient flux in Snake River sockeye salmon nursery lakes: the influence of depressed population size and hatchery supplementation. *Lake Reserv. Manag.* 36(1): 75–86. Taylor & Francis. doi:10.1080/10402381.2019.1654571.
- Fagerlund, U.H.M., McBride, J.R., and Williams, I.V. 1995. Stress and tolerance. In *Physiological Ecology of Pacific Salmon* (eds Groot C, Margolis L, Clarke WC), pp. 459–504. University of British Columbia Press, Vancouver, BC.
-

-
- Faulkner, S., Sparling, M., Parsamanesh, A., and Lewis, A. 2019. BC Hydro Seton Generating Station. BRGMON-9 Addendum 1 – Lower Fraser River Fish Stranding Risk Assessment Year 8 (2019). Consultant’s draft report prepared for BC Hydro by Ecofish Research Ltd.
- Feely, R., Orr, J., Fabry, V.J., Kleypas, C.L., Sabin, C.L. 2009. Present and future changes in seawater chemistry due to ocean acidification. *Geophys. Monogr. Ser.* 183: 175–188.
- Ficetola, G.F., Miaud, C., Pompanon, F., and Taberlet, P. 2008. Species detection using environmental DNA from water samples. *Biol. Lett.* 4(4): 423–425. doi:10.1098/rsbl.2008.0118.
- Fleischner, T.L. 1994. Ecological Costs of Livestock Grazing in Western North America. *Conserv. Biol.* 8(3): 629–644. doi:10.1046/j.1523-1739.1994.08030629.x.
- Folkes, M.J.P., Thomson, R.E., and Hourston, R.A.S. 2018. [Evaluating Models to Forecast Return Timing and Diversion Rate of Fraser Sockeye Salmon](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/021. vi + 220 p
- Foot, 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.
- Francis-Floyd, R., Watson, C., Petty, D., and Pouder, D. 2009. [Ammonia in Aquatic Systems](#). In University of Florida, IFAS Extension.
- Fraser Valley Regional District. 2017. [Regional Snapshot Series: Agriculture Agricultural Economy in the Fraser Valley Regional District](#): 1–20.
- 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.
- Freshwater, C., Burke, B.J., Scheuerell, M.D., Grant, S.C.H., Trudel, M., and Juanes, F. 2018. Coherent population dynamics associated with sockeye salmon juvenile life history strategies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 75(8): 1346–1356. doi:10.1139/cjfas-2017-0251.
- Freshwater, C., Trudel, M., Beacham, T.D., Godbout, L., Neville, C.E.M., Tucker, S., and Juanes, F. 2016a. Divergent migratory behaviours associated with body size and ocean entry phenology in juvenile sockeye salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73(12): 1723–1732. doi:10.1139/cjfas-2015-0425.
- Freshwater, C., Trudel, M., Beacham, T.D., Godbout, L., Neville, C.M., Tucker, S., and Juanes, F. 2016b. Disentangling individual- and population-scale processes within a latitudinal size-gradient in Sockeye Salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73(8): 1190–1201.
- Fretwell, M.R. 1989. Homing Behavior of Adult Sockeye Salmon in Response to a Hydroelectric Diversion of At Seton Creek. *Int. Pacific Salmon Fish. Comm.*: 42.
- Furey, N.B., and Hinch, S.G. 2017. Bull trout movements match the life history of sockeye salmon: Consumers can exploit seasonally distinct resource pulses. *Trans. Am. Fish. Soc.* 146(3): 450–461. doi:10.1080/00028487.2017.1285353.
- Furey, N.B., Hinch, S.G., Mesa, M.G., and Beauchamp, D.A. 2016. Piscivorous fish exhibit temperature-influenced binge feeding during an annual prey pulse. *J. Anim. Ecol.* 85(5): 1307–1317. doi:10.1111/1365-2656.12565.
- Furey, N.B., Martins, E.G., and Hinch, S.G. 2021. Migratory salmon smolts exhibit consistent interannual compensatory predator swamping: Effects on telemetry-based survival estimates. *Ecol. Freshw. Fish* 30(1): 18–30. doi:10.1111/eff.12556.
-

-
- 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. 3314. p. 257.
- 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.
- Gardner, J.L., Peters, A., Kearney, M.R., Joseph, L., and Heinsohn, R. 2011. Declining body size: A third universal response to warming? *Trends Ecol. Evol.* 26(6): 285–291. doi:10.1016/j.tree.2011.03.005.
- Garette, C.L. 1980. Fraser River Estuary Study Water Quality: Toxic Organic Contaminants. Vancouver, BC.
- 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.
- Gende, S.M., Edwards, R.T., Willson, M.F., and Wipfli, M.S. 2002. Pacific salmon in aquatic and terrestrial ecosystems. *Bioscience* 52(10): 917–928. doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0917:PSIAAT]2.0.CO;2.
- Gilbert, C.H. 1913. Age at maturity of the Pacific coast salmon of the genus *Oncorhynchus*. Report of the British Columbia Commissioner of Fisheries. 1912: 57-70.
- Gilhousen, P. 1990. Prespawning mortalities of sockeye salmon in the Fraser River system and possible causal factors. *Int. Pacific Salmon Fish. Comm. Bull.* 26: 1–58.
- Gilhousen, P., and Williams, I.V. 1989. 1989 Fish predation on juvenile Adams River Sockeye in the Shuswap Lakes in 1975 and 1976 In Studies of the lacustrine biology of the Sockeye Salmon (*O. Nerka*) in the Shuswap System. *Int. Pac. Salmon Fish Comm. Bull. No. XXIV*: 82–100.
- 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.
- Gjessing, E., Lygren, E., Berglund, L., Gulbrandsen, T., and Skaane, R. 1984. Effect of highway runoff on lake water quality. *Sci. Total Environ.* 33: 245–257.
- Godwin, S.C., Dill, L.M., Reynolds, J.D., and Krkošek, M. 2015. Sea lice, sockeye salmon, and foraging competition: Lousy fish are lousy competitors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(7): 1113–1120. doi:10.1139/cjfas-2014-0284.
- Golder Associates. 2017. Mount Polley rehabilitation and remediation strategy: Ecological risk assessment, Vancouver, BC, Canada: Mount Polley Mining Corporation. Prepared for Mount Polley Mining Corporation, 15 December 2017.
- 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.
- 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, S.C.H., Holt, C., Wade, J., Mimeault, C., Burgetz, I.J., Johnson, S., and Trudel, M. 2018. [Summary of Fraser River Sockeye Salmon \(*Oncorhynchus nerka*\) ecology to inform pathogen transfer risk assessments in the Discovery Islands, BC](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/074. v + 30 p.
- Grant, S.C.H., Macdonald, B.L., Cone, T.E., Holt, C. a, Cass, A.J., Porszt, E.J., and Pon, L.B. 2011. [Evaluation of Uncertainty in Fraser Sockeye \(*Oncorhynchus nerka*\) Wild Salmon Policy Status using Abundance and Trends in Abundance Metrics](#). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 87. 191 p.
- Grant, S.C.H., Michielsens, C.G.J., Porszt, E.J., and Cass, A.J. 2010. [Pre-season run size forecasts for Fraser Sockeye \(*Oncorhynchus nerka*\) in 2010](#). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/042. vi +127 p.
- Grant, S.C.H., Nener, J., Macdonald, B.L., Boldt, J.L., King, J., Patterson, D.A., Robinson, K.A., and Wheeler, S. 2021. Canadian Fraser River sockeye salmon: A case study. In Adaptive management of fisheries in response to climate change. Edited by T. Bahri, M. Vasconcellos, D.W. Welch, J. Johnson, R.I. Perry, X. Ma, and R. Sharma. Rome. pp. 250–284.
- Grant, S.C.H., and Pestal, G. 2012. [Integrated Biological Status Assessments Under the Wild Salmon Policy Using Standardized Metrics and Expert Judgement: Fraser River Sockeye Salmon \(*Oncorhynchus nerka*\) Case Studies](#). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/106. 137 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.
- Gresh, T., Lichatowich, J., and Schoonmaker, P. 2000. An Estimation of Historic and Current Levels of Salmon Production in the Northeast Pacific Ecosystem: Evidence of a Nutrient Deficit in the Freshwater Systems of the Pacific Northwest. *Fisheries* 25(1): 15–21. doi:10.1577/1548-8446(2000)025<0015:aeohac>2.0.co;2.
- Groot, C., and Cooke, K. 1987. Are the migrations of juvenile and adult Fraser River Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in near-shore waters related? In Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. Edited by H.D. Smith, L. Margolis, and C.C. Wood. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 96. pp. 53–60.
- Gross, L., Richard, J., Hershberger, P., and Garver, K. 2019. Low susceptibility of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* to viral hemorrhagic septicemia virus genotype IVa. *Dis. Aquat. Organ.* 135(3): 201–209. doi:10.3354/dao03398.
- 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.

-
- Guthrie, R.H., Friele, P., Allstadt, K., Roberts, N., Evans, S.G., Delaney, K.B., Roche, D., Clague, J.J., and Jakob, M. 2012. The 6 August 2010 Mount Meager rock slide-debris flow, Coast Mountains, British Columbia: Characteristics, dynamics, and implications for hazard and risk assessment. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12(5): 1277–1294. doi:10.5194/nhess-12-1277-2012.
- Haddock, M. 2018. [Professional reliance review: The final report of the review of professional reliance in natural resource decision-making](#). Report prepared for the Minister of Environment and Climate Change Strategy, Victoria, BC.
- Ham, D. 2005. Morphodynamics and sediment transport in a wandering gravel-bed channel: Fraser River, British Columbia. University of British Columbia.
- Hamilton, A.K., Laval, B.E., Petticrew, E.L., Albers, S.J., French, T.D., Granger, B., Graves, K.E., and Owens, P.N. 2020. Seasonal Turbidity Linked to Physical Dynamics in a Deep Lake Following the Catastrophic 2014 Mount Polley Mine Tailings Spill. *Water Resour. Res.* 56. doi:10.1029/2019WR025790.
- Hargrave, B.T. 2010. Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. *Aquac. Environ. Interact.* 1(1): 33–46. doi:10.3354/aei00005.
- Hartman, G.F., and Brown, T.G. 1988. Forestry-Fisheries Planning Considerations on Coastal Floodplains. *For. Chron.* 64: 47–51. doi:10.5558/tfc64047-1.
- Hasler, A.D., and Scholz, A.T. 1983. Olfactory Imprinting and Homing in Salmon: Investigations Into the Mechanism of the Imprinting Process. Springer, New York.
- 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.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.
- Heifetz, J., Johnson, S.W., Koski, K. V., and Murphy, M.L. 1989. Migration timing, size, and salinity tolerance of sea-type sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in an Alaska estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46(4): 633–637. doi:10.1139/f89-080.
- 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.
- Helfield, J.M., and Naiman, R.J. 2001. Effects of salmon-derived nitrogen on riparian forest growth and implications for stream productivity. *Ecology* 82(9): 2403–2409. doi:10.1890/0012-9658(2001)082[2403:EOSDNO]2.0.CO;2.
- 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.
- 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.
-

-
- Hilborn, R. 1992. Institutional Learning and Spawning Channels for Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1126–1136.
- Hilderbrand, G. V., Hanley, T.A., Robbins, C.T., and Schwartz, C.C. 1999. 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.
- 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.
- Hinch, S.G., Cooke, S.J., Farrell, A.P., Miller, K.M., Lapointe, M., and Patterson, D.A. 2012. Dead fish swimming: A review of research on the early migration and high premature mortality in adult Fraser River sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *J. Fish Biol.* 81(2): 576–599. doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03360.x.
- 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.
- Holmes, R. 2009. The Horsefly River Watershed Code WSC 160-635400 Watershed-Based Fish Sustainability Plan Stage 2 - Watershed Profile. Likely, BC.
- 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.
- Holt, C.A., and Peterman, R.M. 2004. Long-term trends in age-specific recruitment of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in a changing environment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61(12): 2455–2470. doi:10.1139/f04-193.
- Holtby, L.B., and Healey, M.C. 1986a. Selection for adult size in female coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1946–1959.
- Holtby, L.B., and Healey, M.C. 1986b. 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, Vancouver, BC.
- Hume, J.M.B., Morton, K.F., Lofthouse, D., MacKinlay, D., Shortreed, K.S., Grout, J., and Volk, E. 2003. Evaluation of restoration efforts on the 1996 Upper Adams River sockeye salmon run. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* (2466): i–vi, 1–57.
- Hurteau, L.A., Mooers, A., Reynolds, J.D., and Hocking, M.D. 2016. Salmon nutrients are associated with the phylogenetic dispersion of riparian flowering-plant assemblages. *Ecology* 97(2): 450–460. doi:10.1890/15-0379.1.
- Hyatt, K.D., McQueen, D.J., Shortreed, K.S., and Rankin, D.P. 2004a. Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) nursery lake fertilization: Review and summary of results. *Environ. Rev.* 12(3): 133–162. doi:10.1139/a04-008.
-

-
- Hyatt, K.D., McQueen, D.J., Shortreed, K.S., and Rankin, D.P. 2004b. 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/jcbrn.14.
- 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. 2019a. Modelling the impacts of climate change on riverine thermal regimes in western Canada’s largest Pacific watershed. *Sci. Rep.* 9(1): 1–14. doi:10.1038/s41598-019-47804-2.
- Islam, S.U., Hay, R.W., Déry, S.J., and Booth, B.P. 2019b. Modelling the impacts of climate change on riverine thermal regimes in western Canada’s largest Pacific watershed. *Sci. Rep.* 9(1). Springer Science and Business Media LLC. doi:10.1038/s41598-019-47804-2.
- James, S.E. 2019. Foraging Ecology of Juvenile Fraser River Sockeye Salmon Across Mixed and Stratified Regions of the Early Marine Migration. University of British Columbia.
- Jeffrey, K.M., Cote, I.M., Irvine, J.R., and Reynolds, J.D. 2016. Changes in body size of Canadian Pacific salmon over six decades. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74: 191–201.
- Jeffries, K.M., Hinch, S.G., Martins, E.G., Clark, T.D., Lotto, A.G., Patterson, D.A., Cooke, S.J., Farrell, A.P., and Miller, K.M. 2012. Sex and proximity to reproductive maturity influence the survival, final maturation, and blood physiology of pacific salmon when exposed to high temperature during a simulated migration. *Physiol. Biochem. Zool.* 85(1): 62–73. doi:10.1086/663770.
- Johnson, B. 2016. Development and evaluation of a new method for assessing migration timing of juvenile Fraser River sockeye salmon in their early marine phase. Undergraduate Thesis. University of Northern British Columbia, Prince George, BC.
- Johnson, B., Gan, J., Godwin, S., Krkosek, M., and Hunt, B. 2019. Juvenile Salmon Migration Observations in the Discovery Islands and Johnstone Strait in 2018 Compared to 2015–2017. In North Pacific Anadromous Fish Commission Technical Report. doi:10.23849/npafctr15/31.39.
- 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.
- Johnson, S.P., and Schindler, D.E. 2009. Trophic ecology of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in the ocean: A synthesis of stable isotope research. *Ecol. Res.* 24(4): 855–863. doi:10.1007/s11284-008-0559-0.
- Kaeriyama, M., Nakamura, M., Yamagucho, M., Ueda, H., Anma, G., Takagi, S., Aydin, K.Y., Walker, R. V, and Myers, K.W. 2000. Feeding Ecology of Sockeye and Pink Salmon in the Gulf of Alaska. *North Pacific Anadromous Fish. Comm. Bull.* 2(2): 55–63.
- 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. Nature Publishing Group. 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. American Meteorological Society. doi:10.1175/jhm-d-13-0120.1.
- Kaposi, K.L., Mos, B., Kelaher, B.P., and Dworjanyn, 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.
- Karpenko, V.I., Piskunova, L.V., and Koval, M.V. 1998. Forage Base and Feeding of Pacific Salmon in the Sea. NPAFC Tech. Rep.: 36–38.
- Karpenko, V.I., Volkov, A.F., and Koval, M. V. 2007. [Diets of Pacific salmon in the Sea of Okhotsk, Bering Sea, and Northwest Pacific Ocean](#). *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull* 4(4): 105–116.
- Kauffman, J.B., and Krueger, W.C. 1984. Livestock Impacts on Riparian Ecosystems and Streamside Management Implications. A Review. *J. Range Manag.* 37(5): 430. doi:10.2307/3899631.
- Keefer, M.L., and Caudill, C.C. 2014. Homing and straying by anadromous salmonids: A review of mechanisms and rates. *Rev. Fish Biol. Fish.* 24(1): 333–368. doi:10.1007/s11160-013-9334-6.
- 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.
- Kent, M. 2011. Infectious Diseases and Potential Impacts on Survival of Fraser River Sockeye Salmon. *Cohen Comm. Tech. Rept.* 1(February): 1–58.
- Klemish, J.L., Bogart, S.J., Zink, L., and Pyle, G.G. 2019. Quesnel Lake Watershed Database Construction and Assessment. Environmental Quality Series, EQS2019-03. In Province of BC. Victoria, BC.
- Kneib, R. 1984. Patterns of Invertebrate Distribution and Abundance in the Intertidal Salt Marsh: Causes and Questions. *Estuaries* 7(4): 392–412.
- Kohler, A.E., Kusnierz, P.C., Copeland, T., Venditti, D.A., Denny, L., Gable, J., Lewis, B.A., Kinzer, R., Barnett, B., and Wipfli, M.S. 2013. Salmon-mediated nutrient flux in selected streams of the Columbia river basin, USA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70(3): 502–512. doi:10.1139/cjfas-2012-0347.
- Krkošek, M., Connors, B.M., Ford, H., Peacock, S., Mages, P., Ford, J.S., Alexandra, M., Volpe, J.P., Hilborn, R., Dill, L.M., and Lewis, M.A. 2011. Fish farms, parasites, and predators: Implications for salmon population dynamics. *Ecol. Appl.* 21(3): 897–914. doi:10.1890/09-1861.1.
- Kyle, G.B. 1994. Nutrient treatment of 3 coastal Alaskan lakes: trophic level responses and sockeye production trends. *Alaska Fish. Res. Bull.* 1(2): 153–167.
- Kynard, B., Pugh, D., Parker, T., and Kieffer, M. 2011. Using a semi-natural stream to produce young sturgeons for conservation stocking: Maintaining natural selection during spawning and rearing. *J. Appl. Ichthyol.* 27(2): 420–424. doi:10.1111/j.1439-0426.2010.01630.x.

-
- 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.
- Lapointe, M., Cooke, S.J., Hinch, S.G., Farrell, A.P., Jones, S., Macdonald, S., Patterson, D., and Healey, M.C. 2003. Late-run Sockeye Salmon in the Fraser River, British Columbia, are Experiencing Early Upstream Migration and Unusually High Rates of Mortality — What is Going On? Georg. Basin/Puget Sound Res. Conf. (September 2015): 14pp.
- Lapointe, M., Eaton, B., Driscoll, S., and Latulippe, C. 2000a. 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.
- Lapointe, M., Eaton, B., Driscoll, S., and Latulippe, C. 2000b. 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.
- Latham, S., Phung, A., Brkic, D., Ball, C., Sellars, J., Dailey, C., Taylor, E. Size and Age Trends of Mature Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) Through 2020. Pacific Salmon Commission, Vancouver, B.C. 13pp.
- Letey, J. 2001. Causes and consequences of fire-induced soil water repellency. *Hydrol. Process.* 15(15): 2867–2875. doi:10.1002/hyp.378.
- Levit, S.M. 2010. [A Literature Review of Effects of Cadmium on Fish](#). In *The Nature Conservancy*.
- Likens, G. 1972. Eutrophication and aquatic ecosystems. *Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp.* 1: 3–13.
- Linley, T.J. 1993. Patterns of life history variation among sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the Fraser River, British Columbia. Ph.D. diss., University of Washington, Seattle, WA.
- 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.
- 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.
- Lueker, T.J., Dickson, A.G., and Keeling, C.D. 2000. Ocean pCO₂ calculated from DIC, TA, and the Mehrbach equations for K₁ and K₂: Validation using laboratory measurements of CO₂ in gas and seawater at equilibrium. *Abstr. Pap. Am. Chem. Soc.* 217: U848–U848.
- Maas-Hebner, K.G., Schreck, C., Hughes, R.M., Yeakley, J.A., and Molina, N. 2016. Protection du poisson et plans de rétablissement scientifiquement défendables: Protection contre les menaces diffuses et développement rigoureux de plans de gestion adaptative. *Fisheries* 41(6): 276–285. doi:10.1080/03632415.2016.1175346.
- Macdonald, B.L., Grant, S.C.H., Patterson, D.A., Robinson, K.A., Boldt, J.L., Benner, K., Neville, C.M., Pon, L., Tadey, J.A., Selbie, D.T., and Winston, M.L. 2018. State of the Salmon: Informing the survival of Fraser Sockeye returning in 2018 through life cycle observations. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3271: 62.
-

-
- Macdonald, B.L., Grant, S.C.H., Patterson, D.A., Robinson, K.A., Boldt, J.L., Benner, K., Neville, C.M., Pon, L., Tadey, J.A., Selbie, D.T., and Winston, M.L. 2020. State of the Salmon: Informing the survival of Fraser Sockeye returning in 2018 through life cycle observations Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 3271. In Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.
- Macdonald, J.S., Foreman, M.G.G., Farrell, T., Williams, I.V., Grout, J., Cass, A., Woodley, J.C., Enzenhofer, H., Clarke, W.C., Houtman, R., Donaldson, E.M., and Barnes, D. 2000. The influence of extreme water temperatures on migrating Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) during the 1998 spawning season. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2326: xiv + 177 p.
- Macdonald, J.S., Morrison, J., and Patterson, D.A. 2012. The efficacy of reservoir flow regulation for cooling migration temperature for sockeye Salmon in the Nechako river watershed of British Columbia. North Am. J. Fish. Manag. 32(3): 415–427. doi:10.1080/02755947.2012.675946.
- Macdonald, J.S., Morrison, J., Patterson, D.A., Heinonen, J., and Foreman, M. 2007. Examination of factors influencing Nechako River discharge, temperature, and aquatic habitats. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2773: vii + 32.
- Macdonald, J.S., Patterson, D.A., Hague, M.J., and Guthrie, I.C. 2010. Modeling the Influence of Environmental Factors on Spawning Migration Mortality for Sockeye Salmon Fisheries Management in the Fraser River, British Columbia. Trans. Am. Fish. Soc. 139(3): 768–782. doi:10.1577/t08-223.1.
- Macdonald, J.S., Scrivener, J.C., and Patterson, D.A. 1998. Temperatures in aquatic habitats: the impacts of forest harvesting and the biological consequences to sockeye salmon incubation habitats in the interior of B.C. In Forest-fish conference: land management practices affecting aquatic ecosystems. Proc. Forest-Fish Conf., May 1-4, 1996, Calgary AB. Edited by M.K. Brewin and D.N.A. Monita. Natural Resources Canada, Edmonton AB. pp. 313–324.
- Malick, M.J., Cox, S.P., Mueter, F.J., Dorner, B., and Peterman, R.M. 2017. Effects of the North Pacific Current on the productivity of 163 Pacific salmon stocks. Fish. Oceanogr. 26(3): 268–281. doi:10.1111/fog.12190.
- Mamurekli, D. 2010. Environmental impacts of coal mining and coal utilization in the UK. Acta Montan. Slovaca 15(2): 134–144.
- Marmorek, D., Pickard, D., Hall, A., Bryan, K., Martell, L., Alexander, C., Wieckowski, K., Greig, L., and Schwarz, C. 2011. Fraser River sockeye salmon: data synthesis and cumulative impacts. The Cohen Commission of Inquiry into the Decline of Sockeye Salmon in the Fraser River. Technical Report 6.
- Martins, E.G., Hinch, S.G., Patterson, D.A., Hague, M.J., Cooke, S.J., Miller, K.M., Lapointe, M.F., English, K.K., and Farrell, A.P. 2011. Effects of river temperature and climate warming on stock-specific survival of adult migrating Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). Glob. Chang. Biol. 17(1): 99–114.
- Martins, E.G., Hinch, S.G., Patterson, D.A., Hague, M.J., Cooke, S.J., Miller, K.M., Robichaud, D., English, K.K., and Farrell, A.P. 2012. High river temperature reduces survival of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) approaching spawning grounds and exacerbates female mortality. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 69(2): 330–342. doi:10.1139/F2011-154.

-
- Mathewson, D.D., Hocking, M.D., and Reimchen, T.E. 2003. Nitrogen uptake in riparian plant communities across a sharp ecological boundary of salmon density. *BMC Ecol.* 3: 1–11. doi:10.1186/1472-6785-3-4.
- McDonald, J., and Hume, J.M. 1984. Babine Lake Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 70–92.
- 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/lm.1973.18.6.0897.
- Melville, C., and Mccubbing, D. 2007. Assessment of the 2000 Juvenile Salmon Migration from the Cheakamus River , using Rotary Traps. Prepared for BC Hydro By Instream Fisheries Consultants.
- 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.
- de Mestral Bezanson, L., Bradford, M.J., Casley, S., Benner, K., Pankratz, T., and Porter, M. 2012. [Evaluation of Fraser River Sockeye Salmon \(*Oncorhynchus nerka*\) spawning distribution following COSEWIC and IUCN Redlist guidelines](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 064. v + 103 p.
- Middleton, C.T., Hinch, S.G., Martins, E.G., Braun, D.C., Patterson, D.A., Burnett, N.J., Minke-Martin, V., and Casselman, M.T. 2018. Effects of natal water concentration and temperature on the behaviour of up-river migrating sockeye salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 75: 2375–2389.
- 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.
- Ministry of Environment Lands and Parks. 1999. Guidelines for Management of Flood Protection Works in British Columbia.
- Minke-Martin, V., Hinch, S.G., Braun, D.C., Burnett, N.J., Casselman, M.T., Eliason, E.J., and Middleton, C.T. 2018. Physiological condition and migratory experience affect fitness-related outcomes in adult female sockeye salmon. *Ecol. Freshw. Fish* 27(1): 296–309. doi:10.1111/eff.12347.
- 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, J.W., and Schindler, D.E. 2004. Nutrient export from freshwater ecosystems by anadromous sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61(9): 1582–1589. doi:10.1139/F04-103.

-
- 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.
- Morton, A., and Routledge, R. 2016. Risk and precaution: Salmon farming. *Mar. Policy* 74(July): 205–212. doi:10.1016/j.marpol.2016.09.022.
- Morton, A., Routledge, R., and Krkosek, M. 2008. Sea Louse Infestation in Wild Juvenile Salmon and Pacific Herring Associated with Fish Farms off the East-Central Coast of Vancouver Island, British Columbia. *North Am. J. Fish. Manag.* 28(2): 523–532. doi:10.1577/m07-042.1.
- Morton, K.F., and Williams, I.V. 1990. Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) utilization of Quesnel Lake, British Columbia. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1756: iv + 29.
- Mote, P.W., Parson, E.A., Hamlet, A.F., Keeton, W.S., Lettenmaier, D., Mantua, N., Miles, E.L., Peterson, D.W., Peterson, D.L., Slaughter, R., and Snover, A.K. 2003a. Preparing for Climatic Change: The Water, Salmon, and Forests of the Pacific Northwest. *Climatic Change*. 61: 45–88.
- 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. 2003b. 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.
- [MPMC] Mount Polley Mining Corporation. 2016. Mount Polley mine tailings storage facility, perimeter embankment breach update report: Post-event environmental impact assessment report. Prepared for British Columbia Ministry of Environment, Vancouver, BC.
- [MPMC] Mount Polley Mining Corporation. 2018. Third quarter 2018 report for permit 11678. Prepared for British Columbia Ministry of Environment and climate change strategy, 7 November 2018.
- MPO. 1978. [Roberts Bank Port Expansion: A Compendium of Written Submissions to the Environmental Assessment Panel](#).
- MPO. 2008. Commercial salmon landings in British Columbia 1951-1995.
- MPO. 2011. [Avis scientifique suivant une évaluation des risques posés par l'achigan à petite bouche \(*Micropterus dolomieu*\) en Colombie-Britannique](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep.* 2010/085.
- MPO. 2011. [Évaluation du stock de sébastes aux yeux jaunes \(*Sebastes reberimus*\) des eaux intérieures de la Colombie-Britannique, au Canada, 2010](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2011/084..
- MPO. 2014a. [Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des impacts écologiques pour les espèces en péril](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2014/013. (Erratum : juin 2016)
- MPO. 2014b. [Supplément aux prévisions d'avant-saison concernant les montaisons du saumonrouge du fleuve Fraser en 2014](#). *Secr. Can. de consult. Sci. du MPO, Rép. des Sci.* 2014/041
- MPO. 2014c. Guidance for the Completion of Recovery Potential Assessments (RPA) for Aquatic Species at Risk.
-

-
- MPO. 2015a. [Supplément aux prévisions d'avant-saison concernant les montaisons du saumon rouge du fleuve Fraser en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/028
- MPO. 2015b. Directive on the Application of Species at Risk Act Section 33 (Residence) to Aquatic Species at Risk.
- MPO. 2016. [Supplément aux prévisions d'avant-saison concernant le volume de la montaison du saumon rouge du fleuve Fraser \(*Oncorhynchus nerka*\) en 2016](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/047
- MPO. 2018a. [Nouvelle évaluation de 2017 de l'état biologique intégré du saumon rouge du fleuve Fraser \(*Oncorhynchus nerka*\) selon la Politique concernant le saumon sauvage](#). Secr. can. de consult. sci. Avis sci. 2018/017.
- MPO. 2018b. [Information scientifique à l'appui de la prise en compte des risques pesant sur le saumon rouge du lac Cultus en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/052.
- MPO. 2020a. [Évaluation du potentiel de rétablissement de neuf unités désignables du saumon rouge \(*Oncorhynchus nerka*\) du fleuve Fraser – Partie 1 : Probabilité d'atteindre les cibles de rétablissement fixées](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/012
- MPO. 2020b. [Évaluation du potentiel de rétablissement – saumon rouge \(*Oncorhynchus nerka*\) du lac Cultus \(2019\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/011.
- MPO. 2020c. [Évaluation du potentiel de rétablissement pour 11 unités désignables de saumon quinnat du fleuve Fraser, *Oncorhynchus tshawytscha*, partie 1 : Éléments 1 à 11](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/023
- Murphy, I., Johnson, S., and Hatfield, T. 2020. Big Bar Landslide: Southern Endowment Fund Science Workshop Summary. Consultant's report prepared for Pacific Salmon Commission and Fisheries and Oceans Canada by Ecofish Research Ltd, June 22, 2020.
- Myers, K.W., Aydin, K.Y., Walker, R. V., Fowler, S., and Dahlberg, M.L. 1996. Known ocean ranges of stocks of Pacific salmon and steelhead as shown by tagging experiments, 1956-1995. In North Pacific Anadromous Fish Commission Document. Fisheries Research Institute, University of Washington, Seattle.
- Myers, K.W., Klovach, N.V., Gritsenko, O.F., Urawa, S., and Royer, T.C. 2007. Stock-Specific Distributions of Asian and North American Salmon in the Open Ocean, Interannual Changes, and Oceanographic Conditions. North Pacific Anadromous Fish Comm. Bull. 4: 159–177.
- Naiman, R.J., Bilby, R.E., Schindler, D.E., and Helfield, J.M. 2002. Pacific salmon, nutrients, and the dynamics of freshwater and riparian ecosystems. *Ecosystems* 5(4): 399–417. doi:10.1007/s10021-001-0083-3.
- Nelitz, M., Porter, M., Parkinson, E., Wieckowski, K., Marmorek, D., Bryan, K., Hall, A., and Abraham, D. 2011. Evaluating the status of Fraser River Sockeye Salmon and role of freshwater ecology in their decline. ESSA Technologies Ltd. Cohen Commission Technical Report 3.
- 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., Klinghoffer, I., Gellis, M., and McLean, D. 2017. Effect of longterm navigation channel lowering on scour and degradation processes on Lower Fraser River. 23rd Can. Hydrotechnical Conf. Held as part Can. Soc. Civ. Eng. Annu. Conf. Gen. Meet. 2017 (February): 125–134.
- Nelson, B. 2020. Predator-prey interactions between harbour seals (*Phoca vitulina*) and Pacific Salmon (*Oncorhynchus* spp.) in the Salish Sea b. University of Washington.
- Nelson, J.S. 1968. Distribution and Nomenclature of North American Kokanee, *Oncorhynchus nerka*. J. Fish. Res. Bd. Canada 25(2): 409–414.
- Nelson, S. 2006. Fraser River Sockeye Salmon Benchmark Study: A Business Perspective on Fraser Sockeye. Prepared for AAFC CAFI Program, Seafood Value Chain Roundtable.
- Neville, C.M., Johnson, S.C., Beacham, T.D., Whitehouse, T.R., Tadey, J.A., and Trudel, M. 2016. Initial Estimates from an Integrated Study Examining the Residence Period and Migration Timing of Juvenile Sockeye Salmon from the Fraser River through Coastal Waters of British Columbia. N. Pac Anadr. Fish Comm. Bull. 6: 45–60.
- Neville, C.M., Trudel, M., Beamish, R.J., and Johnson, S.C. 2013. The early marine distribution of juvenile sockeye salmon produced from the extreme low return in 2009 and the extreme high return in 2010. North Pacific Anadromous Fish Comm. 9: 65–68.
- [NFCP] Nechako Fisheries Conservation Program. 2016. Historical Review of the Nechako Fisheries Conservation Program: 1987-2015. Nechako Fisheries Conservation Program Technical Committee.
- 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.G., and Larkin, P.A. 1989. The Fraser River: A major salmonine production system. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 172–204.
- Oke, K.B., Cunningham, C.J., Westley, P.A.H., Baskett, M.L., Carlson, S.M., Clark, J., Hendry, A.P., Karatayev, V.A., Kendall, N.W., Kibele, J., Kindsvater, H.K., Kobayashi, K.M., Lewis, B., Munch, S., Reynolds, J.D., Vick, G.K., and Palkovacs, E.P. 2020. Recent declines in salmon body size impact ecosystems and fisheries. Nat. Commun. 11(1): 1–13. Springer US. doi:10.1038/s41467-020-17726-z.
- 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.
- Olesiuk, P.F. 2018. [Recent trends in Abundance of Steller Sea Lions \(*Eumetopias jubatus*\) in British Columbia](#). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/006. v + 67 p.
- Olsen, J.B., Lewis, C.J., Massengill, R.L., Dunker, K.J., and Wenburg, J.K. 2015. An evaluation of target specificity and sensitivity of three qPCR assays for detecting environmental DNA from Northern Pike (*Esox lucius*). Conserv. Genet. Resour. 7: 615–617.
- Osterback, A.M.K., Frechette, D.M., Shelton, A.O., Hayes, S.A., Bond, M.H., Shaffer, S.A., and Moore, J.W. 2013. High predation on small populations: Avian predation on imperiled salmonids. Ecosphere 4(9): 1–21. doi:10.1890/ES13-00100.1.
- Ou, M., Hamilton, T.J., Eom, J., Lyall, E.M., Gallup, J., Jiang, A., Lee, J., Close, D.A., Yun, S.S., and Brauner, C.J. 2015. Responses of pink salmon to CO₂-induced aquatic acidification. Nat. Clim. Chang. 5(10): 950–957. doi:10.1038/nclimate2694.
-

-
- 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. Taylor & Francis. doi:10.1080/07011784.2018.1531063.
- Patterson, D., Macdonald, J., Skibo, K.M., Barnes, D.P., Guthrie, I., and Hills, J. 2007. Reconstructing the summer thermal history for the lower Fraser River, 1941 to 2006, and implications for adult sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) spawning migration. *Can Tech Rep Fish Aquat Sci* 2724: 1–43.
- Patterson, D.A., Robinson, K.A., Lennox, R.J., Nettles, T.L., Donaldson, L.A., Eliason, E.J., Raby, G.D., Chapman, J.M., Cook, K.V., Donaldson, M.R., Bass, A.L., Drenner, S.M., Reid, A.J., Cooke, S.J., and Hinch, S.G. 2017a. [Review and Evaluation of Fishing-Related Incidental Mortality for Pacific Salmon](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/010. ix + 155 p.
- Patterson, D.A., Robinson, K.A., Raby, G.D., Bass, A.L., Houtman, R., Hinch, S.G., and Cooke, S.J. 2017b. [Guidance to Derive and Update Fishing-Related Incidental Mortality Rates for Pacific Salmon](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/011. vii + 56 p.
- Pauley, G.B., Risher, R., and Thomas, G.L. 1989. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest) – Sockeye Salmon. U.S. Fish and Wildlife Service Biology Report 82 (11.116). U.S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4. 22 p.
- 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.
- Pearcy, W.G., Brodeur, R.D., Shenker, J., Smoker, W., and Endo, Y. 1988. Food habits of Pacific salmon and steelhead trout, midwater trawl catches, and oceanographic conditions in the Gulf of Alaska, 1980-1985. *Bull. Ocean. Res. Inst.* 26: 29–78.
- Perelo, L.W. 2010. Review: In situ and bioremediation of organic pollutants in aquatic sediments. *J. Hazard. Mater.* 177(1–3): 81–89. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.12.090.
- Pestal, G., Huang, A-M., Cass, A. and the FRSSI Working Group. 2012. [Updated Methods for Assessing Harvest Rules for Fraser River Sockeye Salmon \(*Oncorhynchus nerka*\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/133. viii + 175 p.
- Pestal, G., Huang, A.M., Staley, M., Fisher, A., Benner, K. In Press. Summary of Spawner, Run, and Recruitment Estimates for Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) for the 2020 Recovery Potential Assessment. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* viii + 133p.
- Peterman, R.M., and Dorner, B. 2012. A widespread decrease in productivity of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) populations in western North America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69(8): 1255–1260. doi:10.1139/F2012-063.
- Peterman, R.M., Marmorek, D., Beckman, B., Bradford, M., Mantua, N., Riddell, B.E., Schreuerell, M., Staley, M., Wieckowski, K., Winton, J.R., and Wood, C.C. 2010. Synthesis of evidence from a workshop on the decline of Fraser River sockeye. A Report to the Pacific Salmon Commission, Vancouver, B.C.
-

-
- Petersen, J.H. 2001. Density, aggregation, and body size of northern pikeminnow preying on juvenile salmonids in a large river. *J. Fish Biol.* 58(4): 1137–1148. doi:10.1006/jfbi.2000.1524.
- Petticrew, E.L., Albers, S.J., Baldwin, S.A., Carmack, E.C., Déry, S.J., Gantner, N., Graves, K.E., Laval, B., Morrison, J., Owens, P.N., Selbie, D.T., and Vagle, S. 2015. The impact of a catastrophic mine tailings impoundment spill into one of North America's largest fjord lakes: Quesnel Lake, British Columbia, Canada. *Geophys. Res. Lett.* 42(9): 3347–3355. doi:10.1002/2015GL063345.
- Phung, A., Michielsens, C., and Hague, M. 2020. Improving pre-season planning and in-season estimates of Fraser River sockeye stocks through stock- and cycle line-specific estimates. 2020 Annual Report to the Southern Fund Committee.
- 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. 2010a. Compendium of forest hydrology and geomorphology in British Columbia, Volume 2 of 2. B.C. Min. For. Range, For. Sci. Prog., Victoria, B.C. and FORREX Forum for Research and Extension in Natural Resources, Kamloops, B.C., Land Manag. Handb. 66.
- Pike, R.G., Redding, T.E., Moore, R.D., Winkler, R.D., and Bladon, K.D. 2010b. Compendium of forest hydrology and geomorphology in British Columbia, Volume 1 of 2. B.C. Min. For. Range, For. Sci. Prog., Victoria, B.C. and FORREX Forum for Research and Extension in Natural Resources, Kamloops, B.C., Land Manag. Handb. 66.
- 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.
- Platts, W.S. 1981. Influence of forest and rangeland management on anadromous fish habitat in western North America: effects of livestock grazing. General Technical Report PNW-124. US Department of Agriculture, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station.
- Policansky, D., and Magnuson, J.J. 1998. Genetics, metapopulations, and ecosystem management of fisheries. *Ecol. Appl.* 8: 119–123. doi:10.2307/2641369.
- 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 Final Report for the Bridge Coastal Restoration Program, Project 05.Se.01](#):105.
- 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.

-
- van Poorten, B.T., Harris, S., and Hebert, A. 2018. Evaluating benefits of stocking on sockeye recovery projections in a nutrient-enhanced mixed life history population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 75(12): 2280–2290. doi:10.1139/cjfas-2017-0438.
- 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.
- Preikshot, D., Beamish, R.J., Sweeting, R.M., Neville, C.M., and Beacham, T.D. 2012. The residence time of juvenile Fraser river sockeye salmon in the strait of Georgia. *Mar. Coast. Fish.* 4(1): 438–449. doi:10.1080/19425120.2012.683235.
- Preikshot, D.B., Beamish, R.J., and Sweeting, R.M. 2010. Changes in the Diet Composition of Juvenile Sockeye Salmon in the Strait of Georgia from the 1960s to the Present by Changes in the diet composition of juvenile sockeye salmon in the Strait of Georgia from the 1960s to the present. *North Pacific Anadromous Fish Comm.* 1285(October): 17p. doi:10.13140/RG.2.2.22410.88001.
- Price, M. 2012. Potential effects of Spawning Enhancement on Wild Babine Sockeye: a Review. Report prepared for SkeenaWild Conservation Trust.
- Price, M.H.H., Glickman, B.W., and Reynolds, J.D. 2013. Prey selectivity of fraser river sockeye salmon during early marine migration in British Columbia. *Trans. Am. Fish. Soc.* 142(4): 1126–1133. doi:10.1080/00028487.2013.799517.
- Price, M.H.H., Morton, A., and Reynolds, J.D. 2010. Evidence of farm-induced parasite infestations on wild juvenile salmon in multiple regions of coastal British Columbia, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 67(12): 1925–1932. doi:10.1139/F10-105.
- Price, M.H.H., Proboyszcz, S.L., Routledge, R.D., Gottesfeld, A.S., Orr, C., and Reynolds, J.D. 2011. Sea louse infection of juvenile sockeye salmon in relation to marine salmon farms on Canada's west coast. *PLoS One* 6(2). doi:10.1371/journal.pone.0016851.
- 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.P. 2005. *The Behavior and Ecology of Pacific Salmon and Trout*. American Fisheries Society, Bethesda, MD, and University of Washington Press, Seattle, WA.
- 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.
- Rand, P.S., and Hinch, S.G. 1998. Swim speeds and energy use of upriver-migrating sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): simulating metabolic power and assessing risk of energy depletion. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55(8): 1832–1841. doi:10.1139/cjfas-55-8-1832.
- Rand, P.S., Hinch, S.G., Morrison, J., Foreman, M.G.G., MacNutt, M.J., Macdonald, J.S., Healey, M.C., Farrell, A.P., and Higgs, D.A. 2006. Effects of River Discharge, Temperature, and Future Climates on Energetics and Mortality of Adult Migrating Fraser River Sockeye Salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 135(3): 655–667. doi:10.1577/t05-023.1.
- 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.
- Reid, G.K., Chopin, T., Robinson, S.M.C., Azevedo, P., Quinton, M., and Belyea, E. 2013. Weight ratios of the kelps, *Alaria esculenta* and *Saccharina latissima*, required to sequester dissolved inorganic nutrients and supply oxygen for Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Integrated Multi-Trophic Aquaculture systems. *Aquaculture* 408–409: 34–46. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.aquaculture.2013.05.004.
- Reimchen, T.E., and Fox, C.H. 2013. Fine-scale spatiotemporal influences of salmon on growth and nitrogen signatures of Sitka spruce tree rings. *BMC Ecol.* 13. doi:10.1186/1472-6785-13-38.
- 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.
- 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.
- Ricker, W.E. 1987. Effects of the fishery and of obstacles to migration on the abundance of Fraser River sockeye salmon. *Can Tech Rep Fish Aquat Sci* 1522.
- Robinson, K.A., Hinch, S.G., Gale, M.K., Clark, T.D., Wilson, S.M., Donaldson, M.R., Farrell, A.P., Cooke, S.J., and Patterson, D.A. 2013. Effects of post-capture ventilation assistance and elevated water temperature on sockeye salmon in a simulated capture-and-release experiment. *Conserv. Physiol.* 1(1): 1–10. doi:10.1093/conphys/cot015.
- 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.
- Rosberg, G.E., Scott, K.J., and Rithaler, R. 1986. Review of the International Pacific Salmon Fisheries Commission's Sockeye and Pink Salmon Enhancement Facilities on the Fraser River. Prepared for Bio Program Unit, Enhancement Operations Division, Salmonid Enhancement Program, Department of Fisheries and Oceans Canada.
- Roscoe, D.W., Hinch, S.G., Cooke, S.J., and Patterson, D.A. 2010. 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.
- Rosengard, S.Z., Freshwater, C., McKinnell, S., Xu, Y., and Tortell, P.D. 2021. Covariability of Fraser River sockeye salmon productivity and phytoplankton biomass in the Gulf of Alaska. *Fish. Oceanogr.* (April): 1–13. doi:10.1111/fog.12544.
- 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., and Connors, B.M. 2015. Productivity and life history of sockeye salmon in relation to competition with pink and sockeye salmon in the North Pacific Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(6): 818–833. doi:10.1139/cjfas-2014-0134.
- 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.
- 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.
- 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.
- Schindler, D.E., Scheuerell, M.D., Moore, J.W., Gende, S.M., Francis, T.B., and Palen, W.J. 2003. Pacific Salmon and the Ecology of Coastal Ecosystems. *Front. Ecol. Environ.* 1(1): 31. doi:10.2307/3867962.
- 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.
- Schoennagel, T., Balch, J.K., Brenkert-Smith, H., Dennison, P.E., Harvey, B.J., Krawchuk, M.A., Mietkiewicz, N., Morgan, P., Moritz, M.A., Rasker, R., Turner, M.G., and Whitlock, C. 2017. Adapt to more wildfire in western North American forests as climate changes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 114(18): 4582–4590. doi:10.1073/pnas.1617464114.
- Schreck, C.B., Stahl, T.P., Davis, L.E., Roby, D.D., and Clemens, B.J. 2006. Mortality Estimates of Juvenile Spring–Summer Chinook Salmon in the Lower Columbia River and Estuary, 1992–1998: Evidence for Delayed Mortality? *Trans. Am. Fish. Soc.* 135(2): 457–475. doi:10.1577/t05-184.1.
- Scott, D.C., Harris, S.L., Hebert, A.S., and van Poorten, B.T. 2017. Nutrient dynamics in a highly managed reservoir system: considering anadromous sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and nutrient restoration. *Lake Reserv. Manag.* 33(1): 14–22. Taylor & Francis. doi:10.1080/10402381.2016.1247391.
- Sedell, J., Leone, F., and Duval, W. 1991. Water transportation and storage of logs. In W.R. Meehan (ed). *Influence of Forest and Rangeland Management on Salmonid Fishes and Their Habitats*. Edited by W. Meehan. American Fisheries Society, Bethesda, Md. p. 751.
- 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.
- Sharpe, C., Carr-Harris, C., Arbeider, M., Wilson, S.M., and Moore, J.W. 2019. Estuary habitat associations for juvenile Pacific salmon and pelagic fish: Implications for coastal planning processes. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 29(10): 1636–1656. doi:10.1002/aqc.3142.
-

-
- Shortreed, K.S., Morton, K.F., Malange, K., and Hume, K.F. 2001. [Factors limiting juvenile sockeye production and enhancement potential for selected B.C. nursery lakes](#). Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2001/098. 69 p.
- Shortreed, K.S., and Stockner, J.G. 1983. A comparative limnological survey of 19 sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) nursery lakes in the Fraser River system, British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1190: 62.
- 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. 2309: 2300–2309. 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.
- Simmons, R.K., Quinn, T.P., Seeb, L.W., Schindler, D.E., and Hilborn, R. 2013. Role of estuarine rearing for sockeye salmon in Alaska (USA). Mar. Ecol. Prog. Ser. 481: 211–223. doi:10.3354/meps10190.
- 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.
- 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.
- Sopinka, N.M., Middleton, C.T., Patterson, D.A., and Hinch, S.G. 2016. Does maternal captivity of wild, migratory sockeye salmon influence offspring performance? Hydrobiologia 779(1): 1–10. Springer International Publishing. doi:10.1007/s10750-016-2763-1.
- Springer, A.M., and Van Vliet, G.B. 2014. Climate change, pink salmon, and the nexus between bottom-up and top-down forcing in the subarctic Pacific Ocean and Bering Sea. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 111(18). doi:10.1073/pnas.1319089111.
- 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.
- 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.
- Stephen, C., Stitt, T., Dawson-coates, J., and Mccarthy, A. 2011. Assessment of the potential effects of diseases present in salmonid enhancement facilities on Fraser River sockeye salmon. Cohen Comm. Tech. Rep. 1A(July): 182.
- Stiff, H.W., Hyatt, K.D., Cone, T.E., Patterson, D.A., and Benner, K. 2018. Water Temperature, River Discharge, and Adult Sockeye Salmon Migration Observations in the Quesnel/Horsefly Watershed. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3154: vi + 196 p.

-
- Stockner, J.G. 1987. Lake fertilization: the enrichment cycle and lake sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* production. In Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. Edited by H.D. Smith, L. Margolis, and C.C. Woods. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 96, Ottawa, ON. pp. 198–215.
- Stockner, J.G., and Macisaac, E.A. 1996. British Columbia lake enrichment programme: two decades of habitat enhancement for sockeye salmon. *Regulated Rivers: Research & Management*. 12(4-5): 547-561
- 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.
- 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.
- 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.
- Tollit, D.J., Schulze, A.D., Trites, A.W., Olesiuk, P.F., Crockford, S.J., Gelatt, T.S., Ream, R.R., and Miller, K.M. 2009. Development and application of DNA techniques for validating and improving pinniped diet estimates. *Ecol. Appl.* 19(4): 889–905. doi:10.1890/07-1701.1.
- 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](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2008/075. vii + 39 p.
- Trites, A.W., and Rosen, D.A.. 2019. Synthesis of Scientific Knowledge and Uncertainty about Population Dynamics and Diet Preferences of Harbour Seals, Steller Sea Lions and California SeaLions, and their Impacts on Salmon in the Salish Sea. Technical Workshop Proceedings. May 29-30, 2019. M.
- 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.
- Tschaplinski, P.J., and Pike, R.G. 2017a. Carnation Creek watershed experiment—long-term responses of coho salmon populations to historic forest practices. *Ecohydrology* 10(2). doi:10.1002/eco.1812.
- Tschaplinski, P.J., and Pike, R.G. 2017b. 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., Trudel, M., Welch, D.W., Candy, J.R., Morris, J.F.T., Thiess, M.E., Wallace, C., Teel, D.J., Crawford, W., Farley, E. V., and Beacham, T.D. 2009. Seasonal Stock-Specific Migrations of Juvenile Sockeye Salmon along the West Coast of North America: Implications for Growth. *Trans. Am. Fish. Soc.* 138(6): 1458–1480. doi:10.1577/t08-211.1.
- Tyler, A. 2001. Feeding Ecology of Maturing Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Nearshore Waters of the Kodiak Archipelago. OCS Study MMS 2001-059 Final Report. University of Alaska, Coastal Marine Institute, Fairbanks, Alaska.
- [USEPA] United States Environmental Protection Agency. 1989. Ambient water quality criteria for ammonia (saltwater). United States Environmental Protection Agency. National Technical Information Service. Springfield, VA.
-

-
- Wagner, G.N., Hinch, S.G., Kuchel, L.J., Lotto, A., Jones, S.R.M., Patterson, D.A., Macdonald, U.S., Van Der Kraak, G., Shrimpton, M., English, K.K., Larsson, S., Cooke, S.J., Healey, M.C., and Farrell, A.P. 2005. Metabolic rates and swimming performance of adult Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) after a controlled infection with *Parvicapsula minibicornis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62(9): 2124–2133. doi:10.1139/f05-126.
- Wagner, M.A., and Reynolds, J.D. 2019. Salmon increase forest bird abundance and diversity. *PLoS One* 14(2). doi:10.1371/journal.pone.0210031.
- Walter, E.E., Scandol, J.P., and Healey, M.C. 1997. A reappraisal of the ocean migration patterns of Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) by individual-based modelling. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54(4): 847–858. doi:10.1139/cjfas-54-4-847.
- Walters, C.J., McAllister, M.K., and Christensen, V. 2020. Has Steller Sea Lion Predation Impacted Survival of Fraser River Sockeye Salmon? *Fisheries*: 1–8. doi:10.1002/fsh.10488.
- 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., Olsen, L.M., Reitan, K.I., and Olsen, Y. 2012. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: Environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquac. Environ. Interact.* 2(3): 267–283. doi:10.3354/aei00044.
- 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.
- Welch, D.W., Melnychuk, M.C., Rechisky, E.R., Porter, A.D., Jacobs, M.C., Ladouceur, A., Scott McKinley, R., and Jackson, G.D. 2009. Freshwater and marine migration and survival of endangered Cultus Lake sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts using POST, a large-scale acoustic telemetry array. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 66(5): 736–750. doi:10.1139/F09-032.
- Whitcraft, C.R., and Levin, L.A. 2007. Regulation of benthic algal and animal communities by salt marsh plants: Impact of shading. *Ecology* 88(4): 904–917. doi:10.1890/05-2074.
- Whitney, C.K., Hinch, S.G., and Patterson, D.A. 2013. Provenance matters: Thermal reaction norms for embryo survival among sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* populations. *J. Fish Biol.* 82(4): 1159–1176. doi:10.1111/jfb.12055.
- 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 CO₂ 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.
- Winship, A.J., and Trites, A.W. 2003. Prey consumption of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) off Alaska: How much prey do they require? *Fish. Bull.* 101(1): 147–167.

-
- 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.
- Woo, I., Davis, M.J., Ellings, C.S., Nakai, G., Takekawa, J.Y., and De La Cruz, S. 2018. Enhanced invertebrate prey production following estuarine restoration supports foraging for multiple species of juvenile salmonids (*Oncorhynchus* spp.). *Restor. Ecol.* 26(5): 964–975. doi:10.1111/rec.12658.
- Wood, C.C. 1995. Life history variation and population structure in sockeye salmon: Evolution and the Aquatic Ecosystem: Defining Unique Units in Population Conservation. *Am. Fish. Soc. Symp.*: 195–216.
- Wood, C.C., Bickham, J.W., John Nelson, R., Foote, C.J., and Patton, J.C. 2008. Recurrent evolution of life history ecotypes in sockeye salmon: implications for conservation and future evolution. *Evol. Appl.* 1(2): 207–221. doi:10.1111/j.1752-4571.2008.00028.x.
- Wood, C.C., Riddell, B.E., and Rutherford, D.T. 1987. Alternative juvenile life histories of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and their contributions to production in the Stakine River, northern British Columbia. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 96: 12–24.
- 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.
- Zimmerman, M.P., and Ward, D.L. 1999. Index of Predation on Juvenile Salmonids by Northern Pikeminnow in the Lower Columbia River Basin, 1994–1996. *Trans. Am. Fish. Soc.* 128(6): 995–1007. doi:10.1577/1548-8659(1999)128<0995:iopoj>2.0.co;2.

**ANNEXE A. LISTE DES PLANS D'EAU DANS LES UD DE SAUMON ROUGE DU
FLEUVE FRASER (COSEPAC 2017)**

UD2 Bowron-DE
• Ruisseau Antler
• Rivière Bowron
• Ruisseau Pomeroy
• Ruisseau Huckey
• Ruisseau Sus
UD10 Harrison (amont)-T
• Ruisseau East
• Chenal Weaver
• Ruisseau Weaver
UD14 North Barriere-DE
• Ruisseau Fennell
• Ruisseau Harper
UD16 Quesnel-E
• Ruisseau Abbott
• Ruisseau Amos
• Ruisseau Archie
• Plage Baxter
• Plage Bear – rive
• Betty Frank – rive
• Big Slide – rive
• Big Slide – rive 1 km ouest
• Ruisseau Bill Miner
• Ruisseau Bill Miner – rive
• Ruisseau Bill Miner – rive 3 km ouest
• Ruisseau Blue Lead
• Ruisseau Blue Lead – rive
• Ruisseau Bouldery
• Ruisseau Bouldery – rive
• Ruisseau Bouldery – rive 2 km est
• Bowling Point
• Ruisseau Buckingham
• Ruisseau Cameron
• Ruisseau Clearbrook
• Deception Point
• Ruisseau Devoe
• Ruisseau Devoe – rive
• Double T – rive
• Bras Est – rive (glissement de roches – Peninsula Pt)
• Bras Est – ruisseau sans nom 1
• Bras Est – ruisseau sans nom 2 – rive

• Bras Est – point sans nom
• Elysia – rive
• Elysia – rive 1 km Ouest
• Ruisseau Franks
• Ruisseau Franks – rive
• Ruisseau Goose
• Goose Point – rive
• Goose Point – rive 8 km Sud
• Ruisseau Grain
• Ruisseau Grain – rive
• Ruisseau Hazeltine
• Chenal Horsefly
• Lac Horsefly
• Rivière Horsefly
• Rivière Horsefly – en amont des chutes
• Rivière Horsefly –basse
• Rivière Horsefly – haute
• Hurricane Point
• Ruisseau Isaiah
• Ruisseau Junction, ruisseau Junction – rive
• Ruisseau Killdog
• Ruisseau Killdog – rive
• Lester Shore
• Ruisseau Limestone
• Limestone Point – rive
• Limestone Point – rive 5 km Sud
• Rivière Little Horsefly
• Logger Landing
• Ruisseau Long
• Ruisseau Long – rive
• Ruisseau Lynx
• Ruisseau Lynx – rive
• Ruisseau Marten
• Ruisseau Marten – rive
• Ruisseau McKinley
• Ruisseau McKinley – bas
• Ruisseau McKinley – haut
• Rivière Mitchell
• Ruisseau Moffat
• Ruisseau Niagara
• Bras nord – rive (Bowling-Goose Pt.)
• Bras nord – rive (Roaring-Deception Pt.)
• Bras nord – anse sans nom

• Plage Opa
• Penfold Camp Shore
• Ruisseau Penfold
• Quartz Point
• Lac Quesnel
• Ruisseau Raft
• Roaring Point
• Rivière Roaring
• Rivière Roaring – rive
• Éboulement rocheux
• Ruisseau Service
• Baie Slate
• Baie Slate 1 km Est
• Ruisseau Spusks
• Ruisseau Sue
• Ruisseau Summit
• Ruisseau Taku
• Ruisseau Tasse
• Ruisseau Tasse – rive
• Ruisseau Tisdall
• Ruisseau Trickle
• Ruisseau Wasko
• Ruisseau Wasko – rive
• Ruisseau Watt
• Ruisseau Watt – rive
• Ruisseau Whiffle
• Ruisseau Winkley
UD17 Seton-T
• Ruisseau Portage
UD20 Takla-Trembleur-DE
• Ruisseau 5 Mile
• Ruisseau 10 Mile
• Ruisseau 15 Mile
• Ruisseau 25 Mile
• Ruisseau Ankwil
• Ruisseau Baptiste
• Ruisseau Bates
• Ruisseau Bivouac
• Ruisseau Blackwater
• Ruisseau Blanchette
• Ruisseau Casamir
• Ruisseau Consolidated
• Ruisseau Crow
• Rivière Driftwood

• Ruisseau Dust
• Ruisseau Felix
• Ruisseau Fleming
• Ruisseau Forfar
• Ruisseau Forsythe
• Ruisseau French
• Ruisseau Frypan
• Ruisseau Gluske
• Ruisseau Hooker
• Ruisseau Hudson Bay
• Ruisseau Kastberg
• Ruisseau Kazchek
• Ruisseau Kotesine
• Ruisseau Kynock
• Ruisseau Leo
• Ruisseau Lion
• Ruisseau McDougall
• Rivière Middle (Rosette)
• Ruisseau Nancut
• Ruisseau Narrows
• Ruisseau Paula
• Ruisseau Point
• Ruisseau Porter
• Ruisseau Rosette
• Rivière Sakeniche
• Ruisseau Sandpoint
• Ruisseau Shale
• Ruisseau Sinta
• Lac Takla
• Ruisseau Tanezell
• Ruisseau Tildesley
• Ruisseau Tliti
UD21 Takla-Trembleur-Stuart-E
• Ruisseau Kazchek
• Ruisseau Kuzkwa
• Rivière Middle
• Ruisseau Pinchi
• Rivière Sakeniche
• Ruisseau Sowchea
• Lac Stuart
• Rivière Stuart
• Rivière Tachie
UD22 Taseko-DE
• Lac Taseko

<ul style="list-style-type: none">• Rivière Taseko
UD24 Widgeon-type fluvial
<ul style="list-style-type: none">• Marécage Widgeon• Ruisseau Widgeon

ANNEXE B. TABLEAUX DES MENACES DU COSEPAC

B.1. ÉVALUATEURS DES TABLEAUX DES MENACES

Dan Doutaz, Scott Decker, Ann-Marie Huang, Paul Grant, Pasan Samarasin, Tanya Vivian, David Patterson, Keri Benner, Dan Selbie, Lucas Pon, Chrys Neville, Justin Barbati, Paul Welch, Brittany Jenewein, Catherine Michielsens, Jamie Scroggie, Merran Hague, Jason Hwang, Eric Hertz, Eileen Jones, Pete Nicklin, Shamus Curtis, Marc Labelle, Mark Potyrala, Mike Staley

B.2. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD2-BOWRON-DE

Tableau B.1. Impact global de la menace – UD2-Bowron-DE

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	3	0
C	Moyen	4	4
D	Faible	1	4
Impact global de la menace calculé :		Très élevé	Élevé

Impact global attribué : AB = Très élevé – Élevé

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

Impact global de la menace – commentaires : Nous avons attribué une cote d'impact global AB = Très élevé - Élevé. Cette UD est en péril grave, avec une abondance actuellement très faible, et il est possible que le stock disparaisse au cours des trois prochaines générations, en particulier après le glissement de terrain de Big Bar. Les principales menaces qui pèsent sur cette population sont les glissements de terrain, les changements climatiques, les modifications des écosystèmes et la pêche.

Tableau B.2. Tableau du calculateur de menaces – UD2–Bowron-DE

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – aucune empreinte des plantations pour la production de bois et de pâte dans l'habitat du saumon rouge.
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – la frayère se trouve dans un parc provincial, pas de pâturage des bestiaux dans cette région.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Exploitations aquacoles : L’empreinte physique des parcs en filet d’aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour cette UD. D’autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs. Concurrence des poissons d’écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d’autres saumons dans l’océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d’écloseries), y compris les poissons d’écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmonicoles installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l’abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l’âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons rouges et des saumons roses, et l’âge à la maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l’Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon keta le long de la côte de la Colombie-Britannique.
3	Production d’énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – dans le parc provincial.
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace dans le parc provincial. Le groupe a noté qu’il y a au moins trois tenures d’extraction de placers dans la zone, mais il n’est pas certain qu’elles sont actives, et il n’est pas certain de leurs effets (pollution et autres effets notés ailleurs).
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
4	Corridors de transport et de service	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Il n’y a pas de routes dans le bassin hydrographique supérieur où se trouve la frayère, un nombre négligeable de poissons peuvent être confrontés à un aménagement routier ou ferroviaire, mais les impacts sont inconnus.
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	Limité à l’expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser – ces poissons pourraient être exposés à ces activités dans un proche avenir (immédiateté modérée), mais le groupe était d’avis qu’une petite partie de la population serait probablement exposée. Avec des mesures d’atténuation appropriées, il s’agit probablement d’une menace négligeable.
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
5	Utilisation des ressources biologiques	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	Aucune coupe de bois à proximité des cours d'eau. Une grande partie de la haute Bowron se trouve dans le parc; il n'y a pas d'exploitation forestière près du lac ou de la rivière. En aval du lac Bowron, l'exploitation forestière est importante, mais il ne s'agit que d'un corridor de migration (autres effets des températures, etc., notés ailleurs).
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Ces dernières années, nous avons observé des montaisons inférieures au taux de remplacement; par conséquent, toute récolte peut avoir de graves impacts à long terme. Taux d'exploitation moyen de 26 % cité entre 2009 et 2016, bien que les estimations soient plus incertaines pour les petits stocks. Ces poissons sont parmi les premiers à migrer dans la rivière, alors nous ne nous attendons pas à des TE élevés, mais nous n'avons pas une protection aussi bonne pour les poissons de la rivière Bowron que pour ceux de la rivière Stuart à montaison hâtive. Les poissons de la rivière Bowron bénéficieront d'une certaine protection découlant de la période de fermeture visant l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive les années où elle sera prolongée à quatre semaines, mais ce n'est pas régulier. La faible abondance a une incidence sur la capacité d'estimer directement le TE pour la rivière Bowron – elle est incluse avec un sous-groupe à montaison au début de l'été pour l'évaluation, ce qui accroît l'incertitude entourant l'évaluation des prises et de la montaison en particulier. Le stock est géré de façon passive et l'information et l'évaluation seront assujetties à une plus grande incertitude, et les résultats réels concernant le TE seront plus variables que pour les stocks plus nombreux. Les années dominées par la rivière Shuswap à montaison hâtive, la pêche dirigée américaine tentera d'attraper les poissons de la rivière Shuswap à montaison hâtive, et les poissons de la rivière Bowron sont présents pendant la même période. Les PN affichent un intérêt important pour la pêche du saumon rouge en amont dans le Fraser, indépendamment des remontes. Les PN sont généralement d'accord pour ne pas récolter les poissons de la rivière Shuswap à montaison hâtive, mais il y a un débat chaque année sur la question de savoir s'il y aura ou non une protection supplémentaire des rivières Bowron, Nadina, etc. Cela pose un risque annuel important en raison de la faible abondance. Les années où l'eau est chaude, la gestion prévoit des ajustements qui jouent un rôle dans les dommages admissibles – les ajustements pour la pêche. Le groupe était d'avis qu'une fourchette de 11 à 30 % convenait pour la gravité, tout en reconnaissant que l'UD se situe probablement à l'extrémité supérieure de cette fourchette (30 %).
6	Intrusions et perturbations anthropiques	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
6.1	Activités récréatives	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – frayères dans le parc provincial, probablement aucun VTT ou VUTT dans le cours d'eau. Accès non motorisé et aucun accès à la frayère.
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Gestion du stress à l'emplacement du glissement de terrain de Big Bar et système Whoosh pendant la migration en amont, bien que le système Whoosh ait été mis hors service. La plupart des activités sont bénéfiques aux poissons, mais il y a encore du stress lié au marquage lorsque nous marquons les poissons pour étudier le passage. Si les poissons sont transportés par camion, il y aura une certaine mortalité. Tester les impacts de la pêche lors de la remise à l'eau des poissons – toujours dans une fourchette de 1 à 10 %.
7	Modifications des systèmes naturels	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Aucun incendie récent digne de mention, conserver les notes de l'UD21.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
7.3	Autres modifications des écosystèmes	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Justification semblable à celle donnée pour l'UD20 (Stuart à montaison hâtive) – le cours principal du Fraser est probablement le plus gros problème, mais l'activité forestière a été importante dans la basse Bowron par le passé et il peut y avoir d'autres impacts hydrologiques. Cette UD parcourt une longue migration à haute altitude, et le groupe a estimé qu'une gravité d'élevée à modérée (11 à 70 %) était appropriée.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	La prédation – prédation par les pinnipèdes – peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état. Le groupe est d'avis qu'en raison de sa faible abondance, cette UD pourrait subir un impact plus que léger, mais que compte tenu de l'incertitude liée à la dynamique saumon/prédateur, il pourrait y avoir des impacts plus grands. Le groupe reconnaît qu'il ne se situe probablement pas à l'extrémité supérieure de la fourchette (30 %), mais qu'il pourrait être supérieur à 10 %.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée (continue)	On a utilisé des poissons de la rivière Bowron pour le stock de géniteurs d'écloserie (première année 2020), et on ignore les effets génétiques. Même justification que pour la rivière Stuart à montaison hâtive.
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés;

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9,6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace.
10.3	Avalanches/glissements de terrain	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	2019 a été plus extrême que 2020. L'échappée de l'année d'éclosion 2020 était faible, et le nombre de poissons qui sont revenus était supérieur à celui que nous avons observé pour l'échappée de l'année d'éclosion 2016 (c.-à-d. montaison de 2012; cela pourrait être dû à des différences dans les interceptions par les pêches). On s'attendait à avoir tellement peu de poissons de la rivière Bowron dans les échantillons en aval qu'il serait difficile d'arriver à un chiffre crédible. Problème avec la taille des échantillons dans le bas Fraser. Il se peut que ces poissons aient bien réussi dans l'océan, aient un bon taux de remplacement, mais qu'ils aient été anéantis par Big Bar. À l'inverse, la survie en mer aurait pu être faible et le passage meilleur que prévu. Selon l'ampleur de la crue, la période est meilleure sur le plan du débit. Beaucoup d'incertitude, mais l'impact peut encore être très élevé, nous pourrions avoir une autre année où la plupart des poissons ne passeront pas. Étude de cas de 2019 – les poissons de la rivière Nadina ont très bien réussi à passer, mais pas ceux de la rivière Bowron. C'est le contraire de ce à quoi nous nous serions attendus. L'incertitude entourant l'immédiateté est déconcertante – un chiffre au-delà de 70 % à 100 % n'est pas réaliste. Il y aura de bonnes années, donc la fourchette 11-70 semble être la meilleure solution.
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Début précoce de la crue, débits élevés, effets de la température. Les épisodes de débits élevés sont plus fréquents, tout comme la hausse des moyennes de la température à long terme. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude grave à modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable
11.2	Sécheresses	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – le groupe reconnaît que la sécheresse peut être un facteur de confusion pour la migration, mais la rivière Bowron se trouve dans une zone humide et ne sera probablement pas touchée par la sécheresse au cours des trois prochaines générations.
11.3	Températures extrêmes	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Les températures extrêmes sont plus susceptibles d'être un problème dans le cours principal du Fraser et la basse Bowron que dans la frayère du bassin hydrographique supérieur. La migration peut être influencée par les températures élevées, et le groupe a estimé qu'il s'agissait d'une gravité modérée (11-30 %). Justification semblable pour une grande portée, sur une remonte dominante, l'impact pourrait toucher plus de 30 % de la remonte. Remarque : Les effets de la température marine ont été notés dans la section 11.1 Déplacement et altération de l'habitat.
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Restreinte – Petite (1-30 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Le groupe n'a pas souvenir d'inondation majeure; il est possible que certains cours d'eau débordent, mais le bassin versant est intact (dans le parc provincial) et nous n'observons donc généralement pas d'impulsions sédimentaires importantes, de déstabilisation des chenaux, de mouvement de la charge de fond, etc. Le groupe a estimé qu'une inondation majeure pourrait se produire dans les trois prochaines générations et aurait probablement une gravité légère (déclin de 1 à 10 %) sur une portion petite-restreinte de la population (probablement pas à l'extrémité supérieure de 30 %).

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.3. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD10–HARRISON (AMONT)-T

Tableau B.3. Effet global de la menace – UD10–Harrison (amont)-T

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	0
C	Moyen	4	2
D	Faible	0	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Effet global attribué : B = Élevé

Justification de l'ajustement de l'impact : -

Impact global de la menace – commentaires : Nous avons attribué une cote d'impact global B = Élevé. Cette valeur a été réduite par rapport à AB = Très élevé - Élevé, car le groupe était d'avis que, même si cette UD fait face à des menaces importantes, son abondance élevée ne permet pas de penser que cette population est en danger de disparaître au cours des trois prochaines générations. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les changements climatiques, la pollution et la pêche.

Tableau B.4. Tableau du calculateur de menaces – UD10–Harrison (amont)-T

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. Le bas Fraser est très développé et le reste de l'habitat est actuellement plus exposé à l'aménagement industriel que résidentiel. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	-	-	-	-	On ne s'attend pas à ce que ce soit une menace - pas de bovins dans la frayère ou le lac

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Exploitations aquacoles : L’empreinte physique des parcs en filet d’aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour le saumon rouge du Fraser. D’autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs. Concurrence des poissons d’écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d’autres saumons dans l’océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d’écloseries), y compris les poissons d’écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmiconoles installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l’abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l’âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons roses et des saumons roses, et l’âge à la maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l’Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon kéta le long de la côte de la Colombie-Britannique.
3	Production d’énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
4	Corridors de transport et de service	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Routes dans la région, mais nouveaux aménagements peu probables dans la région de l’UD. Il est probable qu’une petite partie de la population rencontre un aménagement routier, mais la gravité est inconnue (pourrait être bénéfique en raison de l’amélioration des ponts, etc.).
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (possiblement à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Limité à l’expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser – ces poissons pourraient être exposés à ces activités dans un proche avenir (immédiateté modérée), mais le groupe était d’avis qu’une petite partie de la population serait probablement exposée. Avec des mesures d’atténuation appropriées, il s’agit probablement d’une menace négligeable.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	Les mises à l'eau de billes de bois à l'extrémité nord, sans coupe de récupération, ne devraient pas avoir d'effet sur le saumon rouge.
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Le groupe convient que les répercussions sur la pêche sont semblables à celles de Portage - une menace de gravité modérée (11 à 30 %), mais la fourchette supérieure devrait être augmentée à 70 %, car les années dominantes pour le saumon rouge à montaison tardive sont interceptées en plus des années d'abondance élevée du saumon rose (prises comme prises accessoires), ce qui entraîne une exploitation de plus de 30 %. Il est peu probable que la gravité se situe près de la fourchette supérieure (70 %). Il ne devrait pas y avoir de récolte importante trois ans sur quatre.
6	Intrusions et perturbations anthropiques	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Chenal de ponté – interception potentielle pour le marquage avec le programme de marquage-recapture de la rivière Harrison. Une partie ne sera pas concernée par le programme de la rivière Harrison en raison des légères différences de calendrier. Pourrait toucher de 31 à 70 % des poissons. Les travaux sur le saumon kéta et le saumon chinook interceptent également les poissons.
7	Modifications des systèmes naturels	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	-	-	-	-	-	Le rivage du lac Weaver a été sujet aux incendies. Le lac Weaver peut être touché par des feux, mais les impacts ne devraient pas être importants, compte tenu de la grande taille du lac et de l'UD.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Les structures de lutte contre les inondations sur la rivière Weaver visent à assurer des niveaux d'eau adéquats pendant l'incubation des œufs, ce qui peut atténuer les crues soudaines (avantage positif). Empêche les poissons de se déplacer au-delà du chenal, mais s'il n'y en avait pas, il n'y aurait pas de fraie.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
7.3	Autres modifications des écosystèmes	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Cette UD est moins menacée que bon nombre des autres UD, car la frayère se trouve dans le bas Fraser; par conséquent, le groupe a convenu qu'une gravité modérée à légère était appropriée.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les saumons rouges juvéniles pourraient être exposés à la prédation par les poissons à raies épineuses (en particulier le bar). La migration vers l'amont de la rivière Weaver vers le lac Harrison peut exposer les juvéniles à la prédation (eau claire, eau stagnante).
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	La prédation – prédation par les pinnipèdes – peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état. Le groupe est d'avis qu'en raison de la faible abondance, cette UD pourrait subir un impact plus que léger, mais que compte tenu de l'incertitude liée à la dynamique saumon/prédateur, il pourrait y avoir des impacts plus grands. Une colonie de phoques est présente toute l'année sur la rivière Harrison; ils sont peut-être en déséquilibre en raison du tri des billes qui crée un habitat d'échouerie; il y a encore beaucoup d'incertitude. Le groupe reconnaît que l'impact ne se situe probablement pas à l'extrémité supérieure de la fourchette (30 %), mais qu'il pourrait être supérieur à 10 %.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	-	-	-	-	Lâcher de poissons d'écloserie en 2018, le groupe n'est pas certain des plans à l'avenir. Il est peu probable que cela se reproduise à l'avenir, aucune note.
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Grave (31-70 %)	Modérée (possiblement à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.3	Avalanches et glissements de terrain	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (possiblement à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Glissement de terrain dans le ruisseau Meagre – certaines indications que les impacts ont été importants dans ruisseau Meagre, mais ils sont actuellement inconnus. Le glissement de terrain a créé un grand panache de sédiments à l'extrémité nord du lac Lillooet, et ce panache s'est déplacé vers le sud dans le lac Harrison l'année suivante, où s'effectue la croissance des juvéniles de cette UD. La survie des UD de saumon rouge qui grandissent dans ces lacs a été faible les années qui ont suivi ce glissement de terrain.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Début précoce de la crue, débits élevés, effets de la température. Les épisodes de débits élevés sont plus fréquents, tout comme la hausse des moyennes de la température à long terme. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude grave à modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable.
11.2	Sécheresses	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	La sécheresse à la fin de l'été peut causer des problèmes d'accès pour cette UD, immédiateté que l'on soupçonne modérée. Stocker l'eau en amont du chenal de ponton, limiter les débits en aval. Impact négatif sur la première partie de la montaison, pas sur les populations entières. Léger impact soupçonné, portion restreinte exposée (11-30 %).
11.3	Températures extrêmes	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Le ruisseau Weaver et le lac Morris connaissent des températures élevées et des problèmes de faible teneur en oxygène dissous (anoxie). Le problème dans le lac Morris ne concerne que les années où l'abondance est élevée, et la période a des impacts différents. Les poissons qui remontent tôt sont les plus touchés, et la période a varié. Les années précédentes, des barrières ont été installées pour empêcher les poissons d'entrer. Le groupe estime que les impacts devraient être semblables à ceux de Portage.
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	La partie de la population qui fraie dans le ruisseau Weaver serait la plus touchée, probablement moins de 10 %.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.4. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD14–NORTH BARRIERE-DE

Tableau B.5. Impact global de la menace – UD14–North Barriere-DE

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	0
C	Moyen	4	3
D	Faible	0	3
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Effet global attribué : AB = Très élevé – Élevé

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

Impact global de la menace – commentaires : On a attribué à cette UD un impact de menace Très élevé à Élevé. Il s'agit d'une population de novo et l'abondance de l'UD est très variable dans le temps, mais les tendances récentes indiquent que cette UD est en péril. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les changements climatiques, la pollution, les modifications des écosystèmes et la pêche.

Tableau B.6. Tableau du calculateur de menaces – UD14–North Barriere-DE

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. Le bas Fraser est très développé et le reste de l'habitat est actuellement plus exposé à l'aménagement industriel que résidentiel. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Exploitations aquacoles : L'empreinte physique des parcs en filet d'aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour le saumon rouge du Fraser. D'autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs. Concurrence des poissons d'écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d'autres saumons dans l'océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d'écloseries), y compris les poissons d'écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmiconoles installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l'abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l'âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons rouges et des saumons roses, et l'âge à la maturité a augmenté avec la plus grande

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l'Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon keta le long de la côte de la Colombie-Britannique.
3	Production d'énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Mine Harper, plans d'exploration pour une grande mine dans le ruisseau Saskum (se jette dans la rivière Fennel). L'extraction de charbon augmentera à l'avenir dans la région de la North Thompson. Le groupe n'avait pas suffisamment d'information pour évaluer cette menace.
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
4	Corridors de transport et de service		Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (continue)	L'exploitation forestière a été intensive dans ce réseau hydrographique, de nombreuses routes dans la région. Importante augmentation du transport du charbon. Le groupe a estimé une grande portée, un impact inconnu.
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Expansion du pipeline le long de la North Thompson, sans traversée, mais le long du corridor migratoire. Impacts probablement négligeables
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Exploitation forestière intensive dans le bassin hydrographique de la rivière Barriere, exploitation forestière active. Le groupe est d'avis que des impacts sont possibles dans l'eau, probablement une menace de faible niveau pesant sur une partie restreinte de la population.
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée – Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Justification semblable à celle de Quesnel – Il pourrait y avoir des impacts supplémentaires les années pendant lesquelles les pêches ciblent les poissons de la rivière Shuswap à montaison tardive. Les poissons de la rivière Chilko sont un facteur clé de la récolte, et les impacts pourraient être plus élevés les années où la pression est forte. La gravité est très incertaine et, bien que le groupe soit d'accord pour dire qu'elle pourrait être supérieure

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							à 30 %, il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %).
6	Intrusions et perturbations anthropiques	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Certains bateaux à propulsion hydraulique sont utilisés dans la rivière North Thompson, la navigation de plaisance et des activités récréatives sont pratiquées dans le lac North Barriere, probablement pas de VTT et de VUTT dans les frayères, car l'UD est entourée d'une végétation épaisse. Menace probablement négligeable
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Relevés à pied seulement dans cette UD, probablement un impact négligeable – semblable à celle de la rivière Bowron ou de la rivière Stuart (montaison hâtive)
7	Modifications des systèmes naturels	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Massifs feux de forêt récemment dans cette région, mais il ne reste plus grand-chose à brûler. Pourrait se produire à l'avenir, une immédiateté modérée a été convenue. L'arrosage hélicopté à partir du lac se produit, mais ne devrait pas constituer une menace.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Une certaine extraction d'eau dans le réseau de la basse Barriere, mais il y a trois lacs qui atténuent les effets. Aucun barrage, seulement des structures de lutte contre les inondations. Pas un problème pour la frayère. Le groupe estime qu'il s'agit d'une gravité négligeable
7.3	Autres modifications des écosystèmes	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Le bassin hydrographique de la rivière Thompson a été considérablement modifié par la foresterie et les feux de forêt, et le groupe a convenu qu'une gravité modérée était appropriée.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	On prévoit que la menace pour le saumon rouge sera moins importante que pour le saumon chinook, en raison du temps de résidence limité dans le bas Fraser et le détroit de Georgie. La prédation peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état, mais le groupe n'est pas d'accord à ce sujet. Propre à cette UD : L'aire de répartition du saumon rose augmente, ce qui n'est probablement pas un problème actuel dans le bas du réseau fluvial, mais il y a un potentiel d'expansion. Le groupe ne pense pas que le saumon rose se déplacera dans la partie supérieure de la rivière dans les trois prochaines générations; la note n'a donc pas été modifiée.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	-	-	-	-	Le groupe n'a pas connaissance de plans futurs de mise en valeur – population de novo
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Risque accru potentiel de pollution par le transport du charbon et les pipelines de la rivière North Thompson, le groupe n'a pas jugé approprié de modifier la note – voir la section 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines.
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	-	-	-	-	-	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.3	Avalanches/glissemements de terrain	-	-	-	-	-	Le groupe n'a pas souvenir d'un glissement de terrain majeur récent, aucune preuve que cela se produira dans cette UD. Vallée plate entourant la frayère.
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Grave – Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Début précoce de la crue, débits élevés, effets de la température. Les épisodes de débits élevés sont plus fréquents, tout comme la hausse des moyennes de la température à long terme. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude élevée à modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable
11.2	Sécheresses	-	-	-	-	-	Relativement stable du point de vue de la sécheresse – région protégée par plusieurs lacs.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
11.3	Températures extrêmes	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Le groupe est d'avis que la note devrait être semblable à celle de Taseko – extrêmes de température atténués par les grands cours d'eau et les lacs, impacts seulement du cours principal du Fraser.
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Restreinte – Petite (1-30 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	En raison de l'activité des feux, il pourrait y avoir des inondations; le groupe n'a pas connaissance d'événements de tempête majeurs ayant eu lieu ces dernières années.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.5. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD16–QUESNEL-E

Tableau B.7. Impact global de la menace – UD16–Quesnel-E

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	1
C	Moyen	5	3
D	Faible	1	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Impact global attribué :

B = Élevé

Justification de l'ajustement de l'impact :

Ajustement à la baisse à Élevé en raison du grand nombre de poissons et des tendances récentes de la population; la gestion devrait s'ajuster en fonction de l'abondance.

Impact global de la menace – commentaires :

Cette UD a été classée B = Élevé. Le classement a été rajusté à la baisse à partir de A = Très élevé, car il s'agit de l'une des UD les plus abondantes et on ne prévoit pas qu'elle disparaîtra au cours des trois prochaines générations. Toutefois, de nombreuses menaces qui pèsent sur cette UD peuvent entraîner des déclin importants du niveau de la population, y compris les changements climatiques, les glissements de terrain (Big Bar), la pollution, la modification des écosystèmes et la pêche. On ne connaît pas non plus les impacts de la récente rupture du bassin de résidus de Mount Polley, mais ils seront probablement négatifs.

Tableau B.8. Tableau du calculateur de menaces – UD16–Quesnel-E

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Cette UD a la plus forte concentration d'activité agricole dans la région de Horsefly, et le groupe est d'avis que les impacts sont probablement plus importants que dans les autres UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – aucune nouvelle empreinte des plantations pour la production de bois et de pâte dans l'habitat du saumon rouge
2.3	Élevage de bovins et pacage	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Contrairement à la plupart des autres UD, l'élevage de bovins est important dans le réseau de la rivière Horsefly et le bétail sera probablement dans la rivière. Le groupe n'est pas certain de la mesure dans laquelle cet impact se produira, mais il sera plus élevé que dans les autres UD.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	<p>Exploitations aquacoles : L’empreinte physique des parcs en filet d’aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour cette UD. D’autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs.</p> <p>Concurrence des poissons d’écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d’autres saumons dans l’océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d’écloseries), y compris les poissons d’écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmiconiques installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l’abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l’âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons rouges et des saumons roses, et l’âge à la maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l’Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon kéta le long de la côte de la Colombie-Britannique.</p>
3	Production d’énergie et exploitation minière	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – aucun nouveau forage pétrolier/gazier ne devrait se produire directement dans l’habitat du saumon rouge.
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	L’une des plus grandes catastrophes minières au monde s’est produite dans cette UD : 25 millions de mètres cubes (ou plus) de résidus miniers ont été déversés dans le lac Quesnel, ce qui a entraîné d’importantes accumulations de résidus/matières (7 km ² au fond du lac). Les menaces qui en résultent comprennent les problèmes de transport des sédiments, les problèmes de qualité de l’eau, les effets d’étouffement, la pollution, les changements dans la dynamique du réseau trophique, les réponses biologiques, etc. Perte d’habitat dans le ruisseau Hazeltine – cet habitat est habituellement utilisé seulement pendant les années de montaison importante. La catastrophe aura probablement des effets persistants sur l’habitat, et sans dragage des déblais, il y aura des dommages permanents. Un article publié mentionne l’examen des effets de l’écologisation dans les années suivant l’événement. Tous les poissons passent par ce corridor du lac. Il existe de nombreuses preuves que la mine de Mount Polley a eu des effets négatifs, mais la gravité des effets est actuellement inconnue.
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – l’empreinte des activités éoliennes, marémotrices et solaires ne devrait pas se produire dans l’habitat du saumon rouge.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
4	Corridors de transport et de service	-	Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Les routes sont particulièrement abondantes dans la région de Horsefly, mais pas tellement dans la région de la rivière Mitchell. De nombreuses routes forestières. La proportion de saumon rouge est plus importante dans la rivière Horsefly que dans la rivière Mitchell, de sorte qu'une grande partie de la population rencontre probablement des aménagements routiers, mais la gravité est inconnue. Avec une planification et des mesures d'atténuation adéquates en place, les impacts de l'aménagement des routes sont probablement négligeables ou même potentiellement bénéfiques (amélioration des routes et des ponceaux).
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Limité à l'expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser – ces poissons pourraient être exposés à ces activités dans un proche avenir (immédiateté modérée), mais le groupe était d'avis qu'une petite partie de la population serait probablement exposée. Avec des mesures d'atténuation appropriées, il s'agit probablement d'une menace négligeable.
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il n'y a pas eu beaucoup d'incendies majeurs dans la région de Quesnel; la plupart ont eu lieu à l'ouest de l'UD. De plus, comme il n'y a pas beaucoup d'infestations de ravageurs à l'intérieur de l'UD, il est peu probable que les opérations de récupération forestière soient effectuées. Le groupe est d'avis qu'une partie restreinte de la population pourrait être exposée, mais que les impacts sont probablement de faible gravité.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains es années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	En raison du moment de la montaison de cette UD, le groupe estime que les impacts seraient semblables à ceux de la population de la rivière Stuart à migration tardive (UD21; seulement quelques jours de différence). Exploitation semblable à celle de la rivière Stuart à migration tardive (38 % Quesnel, 35 % Stuart à migration tardive /Stellako – moyennes de 2009 à 2016, mais grande variabilité d'une année à l'autre). Il pourrait y avoir des impacts supplémentaires les années pendant lesquelles les pêches ciblent les poissons de la rivière Shuswap à montaison tardive. Les composantes Horsefly et Mitchell de cette UD sont variables et le groupe qui domine la remonte influera sur les impacts. Montaison plus tardive dans la rivière Mitchell que dans la rivière Horsefly – La période dans la rivière Horsefly peut être semblable, mais généralement plus tardive que celle de la montaison tardive dans la rivière Stuart, taux d'exploitation probablement plus élevé en raison des pêches ciblant le saumon rouge à montaison tardive. Cette UD est moins exposée aux impacts de la pêche en rivière que les autres UD en amont. Les poissons de la rivière Chilko sont un facteur clé de la récolte, et les impacts pourraient être plus élevés les années où la pression est forte. La gravité est très incertaine et, bien que le groupe soit d'accord pour dire qu'elle pourrait être supérieure à 30 %, il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %).
6	Intrusions et perturbations anthropiques	D	Faible	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	D	Faible	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les VTT et les VUTT peuvent accéder à certains de ces réseaux hydrographiques et potentiellement avoir des impacts sur l'habitat (en particulier dans les régions de Horsefly et de McKinley). L'activité des bateaux à propulsion hydraulique dans la rivière Mitchell a également été cernée comme une menace. Une grande partie de la population pourrait être exposée aux impacts des activités récréatives, mais la gravité devrait être faible.
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Big Bar – le marquage devrait se poursuivre pendant plusieurs années. Pourrait également inclure les impacts sur les chenaux de pont. La portée devrait être plus basse que pour les autres. Durant les 12 prochaines années environ, il y aura probablement moins d'interactions avec les activités de recherche, et le groupe a jugé qu'une portée restreinte était plus appropriée. La gravité demeure de 1 à 10 %. On a déterminé qu'une barrière de dérivation retenait les poissons par le passé, mais des modifications récentes ont réduit ces impacts. L'exploitation du chenal de pont est une décision annuelle, et il y a des impacts lorsqu'elle a lieu. Le groupe convient qu'une fourchette de 11 % à 30 % est raisonnable
7	Modifications des systèmes naturels	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Il est possible qu'un incendie ait des impacts sur cette UD dans un proche avenir (immédiateté modérée), mais une petite partie de la population sera probablement exposée avec des impacts légers. Les réseaux de cours d'eau dans l'UD sont en général grands et relativement protégés contre les impacts directs des feux de forêt.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Le débit sur le lac McKinlie est régulé – il s'agit en fait d'un avantage potentiel s'il est géré correctement – l'intention était de réduire les températures de l'eau dans la rivière Horsefly pour minimiser les impacts sur les poissons. Extraction intensive de l'eau de la rivière Horsefly. Gravité légère convenue
7.3	Autres modifications des écosystèmes	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Note semblable à celle de nombreuses autres UD qui frayent dans le bassin hydrographique du mi-Fraser ou du haut Fraser.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Le réseau hydrographique de la rivière Quesnel contient plusieurs espèces envahissantes, comme le bar, la carpe et d'autres espèces potentielles en plus des espèces envahissantes du bas Fraser. Portée, gravité et immédiateté actuellement inconnues
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	On prévoit que la menace pour le saumon rouge sera moins importante que pour le saumon chinook, en raison du temps de résidence limité dans le bas Fraser et le détroit de Georgie. La prédation peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais il n'y a pas de déséquilibre causé par des activités humaines en comparaison aux pinnipèdes. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée - Modérée	L'exploitation du chenal de ponton – le fait de retenir les poissons et de les forcer à frayer peut avoir des effets génétiques. Par le passé, il y avait une barrière de dérivation. La composante à montaison plus hâtive était censée frayer plus tôt, mais elle était détournée dans le chenal. La barrière est maintenant une dérivation partielle, le chenal de ponton n'est pas exploité chaque année (pas les années de montaison importante).
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines Discussion de groupe sur la catastrophe de Mount Polley. Effets potentiels sur la croissance – les juvéniles dans le bras ouest sont devenus beaucoup plus gros que la normale, une densité élevée en réaction au déversement. On ne l'a pas observé depuis. Influence énorme des nutriments, potentiellement sur le réseau trophique du bras ouest. Aucune justification pour modifier les notes, mais la gravité pourrait être plus élevée.
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.3	Avalanches et glissements de terrain	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Des impacts semblables à ceux de la rivière Stuart (montaison tardive) (UD21), maintenir des impacts modérés lorsque ces poissons migrent en amont au-delà de Big Bar.
11	Changements climatiques et phénomènes	B	Élevé	Très grande (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
	météorologiques violents						
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Cette UD sera probablement moins touchée par le déplacement ou l'altération de l'habitat en eau douce par rapport à la rivière Stuart à montaison hâtive, mais le groupe a estimé que, compte tenu de l'incertitude dans le milieu marin et de la fréquence croissante des événements liés au débit ou à la température, une gravité grave à modérée (11 à 70 %) était appropriée, sachant qu'il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %).
11.2	Sécheresses	D	Faible	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Cette région est sujette à la sécheresse, à de bas niveaux d'eau et à des températures élevées de l'eau. Bas niveaux d'eau et températures élevées fréquents dans la rivière Horsefly pendant la fraie, réseau hydrographique sujet à un taux élevé de mortalité avant la fraie. L'immédiateté est passée à Élevée en raison de la fréquence. La proportion de poissons exposés se situe potentiellement près de la limite supérieure de cette plage (70 %).
11.3	Températures extrêmes	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Même justification que pour l'UD21 – impacts moins graves que pour la population de la rivière Stuart à montaison hâtive en raison de la migration tardive et des effets tampons des plus grands ruisseaux de fraie et des réseaux qui prennent leur source dans des lacs. Les températures extrêmes pourraient avoir des effets sur la même proportion de la population en cas de montaison d'une année dominante (portée de 31 à 70 %). Le groupe convient qu'une gravité de 11 à 30 % est appropriée.
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Restreinte – Petite (1-30 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 gén.)	Tempêtes et inondations, pluie sur neige, notes jugées appropriées.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.6. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD17–SETON-T

Tableau B.9. Impact global de la menace – UD17–Seton-T

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	3	1
C	Moyen	4	3
D	Faible	1	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Impact global attribué : A = Très élevé

Justification de l'ajustement de l'impact : Non ajusté

Impact global de la menace – commentaires : Nous avons attribué une note d'impact global A = Très élevé. Il s'agit d'une UD à une seule frayère, qui se reproduit au-dessus du barrage hydroélectrique de Seton, et un récent glissement de terrain a eu des impacts importants sur l'habitat. De plus, ces saumons rouges remontent tardivement et peuvent être interceptés pendant la pêche dans la mi-Shuswap. De plus, la période de la montaison de cette UD varie, ce qui pourrait l'exposer à des impacts supplémentaires. L'UD pourrait disparaître au cours des trois prochaines générations si les menaces auxquelles elle fait face ne sont pas réduites.

Tableau B.10. Tableau du calculateur de menaces – UD17–Seton)-T

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. Le bas Fraser est très développé et le reste de l'habitat est actuellement plus exposé à l'aménagement industriel que résidentiel. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	-	-	-	-	Peut-être du bétail sur la route migratoire, mais pas dans la frayère. Le groupe convient qu'il ne s'agit pas d'une menace

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Exploitations aquacoles : L’empreinte physique des parcs en filet d’aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour le saumon rouge du Fraser. D’autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs. Concurrence des poissons d’écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d’autres saumons dans l’océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d’écloseries), y compris les poissons d’écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmiconiques installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l’abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l’âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons roses, et l’âge à la maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l’Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon kéta le long de la côte de la Colombie-Britannique.
3	Production d’énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
4	Corridors de transport et de service	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Certains aménagements routiers autour des rives du lac, impacts inconnus, mais qui ne devraient toucher qu’une petite partie (<10 %) de la population.
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 générations)	Limité à l’expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser – ces poissons pourraient être exposés à ces activités dans un proche avenir (immédiateté modérée), mais le groupe était d’avis qu’une petite partie de la population serait

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							probablement exposée. Avec des mesures d'atténuation appropriées, il s'agit probablement d'une menace négligeable.
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Le groupe convient qu'il s'agit d'une menace de gravité modérée (11 à 30 %), mais que la fourchette supérieure devrait être relevée à 70 %, car le saumon rouge à montaison tardive est intercepté les années dominantes en plus des années d'abondance élevée du saumon rose (prises comme prises accessoires), ce qui entraîne une exploitation de plus de 30 %. Il est peu probable que la gravité se situe près de la fourchette supérieure (70 %).
6	Intrusions et perturbations anthropiques	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	-	-	-	-	-	Descente en eau vive dans certaines zones, mais impacts limités, non noté
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Des travaux considérables sont effectués dans ce réseau hydrographique au barrage Seton. Manipulation et traitement des saumoneaux en aval, marquage des juvéniles actuellement effectué. Le marquage en aval de Big Bar a des effets sur le saumon rouge de la rivière Seton. Impacts possibles sur une composante juvénile supplémentaire.
7	Modifications des systèmes naturels	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	-	-	-	-	-	Aucun incendie récent dans la zone, l'habitat de fraie se trouve dans la zone rurale, par conséquent, les effets directs des incendies sont peu probables.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Barrage Seton. Le principal problème est que les poissons ne trouvent pas la passe migratoire, les études par radiomarquage ont montré qu'un certain nombre de poissons ne parviennent pas à localiser la passe migratoire (il faut aussi tenir compte des effets du marquage). L'étude sur Gates indique des impacts,

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							probablement moins élevés pour Portage. La période de montaison hâtive pourrait découler de changements dans l'abondance.
7.3	Autres modifications des écosystèmes	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Cette UD se reproduit dans un écosystème très modifié – aménagement hydroélectrique important. Il y a probablement des impacts importants sur cette UD, en plus des répercussions sur le cours principal du Fraser.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	On prévoit que la menace pour le saumon rouge sera moins importante que pour le saumon chinook, en raison du temps de résidence limité dans le bas Fraser et le détroit de Georgie. La prédation peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée (continue)	Dispersion des populations en amont de Big Bar vers le réseau de la rivière Seton. Des adultes confirmés sont entrés dans le réseau, on n'est pas certain qu'ils aient frayé. Effets génétiques potentiels de la dispersion d'autres stocks à montaison tardive, impacts inconnus.
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	B	Élevé	Très grande (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.3	Avalanches/glissements de terrain	B	Élevé	Très grande (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	En septembre 2015, une inondation de débris et une avulsion du chenal se sont produites dans le ruisseau Whitecap, et ont entraîné le dépôt de grandes quantités de sédiments dans la rivière Portage, causant un blocage complet sur environ 170 m, bloquant le débit sortant du lac Anderson et provoquant des inondations autour du lac (BGC 2018). L'année suivante, en novembre 2016, une autre avulsion du chenal s'est produite dans le ruisseau Whitecap, provoquant un blocage d'environ 75 % de la rivière Portage (BGC 2018). Ces événements ont eu lieu dans un habitat de fraie de grande qualité et il n'y a pas d'autre frayère dans l'UD.
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Début précoce de la crue, débits élevés, effets de la température. Les épisodes de débits élevés sont plus fréquents, tout comme la hausse des moyennes de la température à long terme. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude élevée-modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable
11.2	Sécheresses	-	-	-	-	-	Cette UD fraye dans un réseau protégé par de grands lacs contre les effets de la sécheresse.
11.3	Températures extrêmes	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	La période de montaison tardive de cette UD n'est pas exposée aux températures extrêmes (pour la plupart), les températures extrêmes pourraient avoir des impacts sur les premiers poissons qui remontent en août. Une période de migration plus précoce pourrait les exposer. Gravité modérée convenue.
11.4	Tempêtes et inondations	-	-	-	-	-	Immédiateté modérée, proportion faible-restreinte de la population exposée (de 1 à 30 %). 75 % de l'habitat de fraie en aval du ruisseau Whitecap (causé par des tempêtes), une plus grande partie de cette population sera exposée, car l'habitat est limité. L'inondation du ruisseau Whitecap est remontée jusque dans le lac Anderson, causant d'importants apports de sédiments. L'augmentation prévue des tempêtes et des inondations dans le bassin du Fraser peut entraîner une augmentation de la prévalence des glissements de terrain.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.7. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD20–TAKLA-TREMBLEUR-À MONTAISON HÂTIVE DANS LA STUART

Tableau B.11. Impact global de la menace – UD20–Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	1	1
B	Élevé	2	1
C	Moyen	4	1
D	Faible	1	5
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Impact global attribué :

A = Très élevé

Justification de l'ajustement de l'impact :

Aucun ajustement

Impact global de la menace – commentaires :

Cette UD a été classée A = Très élevé. Le groupe convient que l'UD pourrait disparaître au cours des trois prochaines générations. Il s'agit de l'UD du saumon rouge du Fraser la plus menacée; ces poissons ont la migration la plus longue à parcourir pour atteindre les frayères; ils ont la période de migration la plus hâtive et sont très sensibles aux conditions hydrologiques changeantes; le glissement de terrain de Big Bar a entraîné une importante mortalité avant la fraie et continue de poser des problèmes de passage. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les changements climatiques, les glissements de terrain (Big Bar), les modifications des écosystèmes, la pollution et la pêche.

Tableau B.12. Tableau du calculateur de menaces – UD20–Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser, mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements résidentiels. Il n'y a pas non plus de projets d'aménagement de ce type dans le cours principal du Fraser ou dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart qui devraient avoir des impacts sur cette UD.
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. Il n'y a pas non plus de projets d'aménagement de ce type dans le cours principal du Fraser ou dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart qui devraient avoir des impacts sur cette UD.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser, mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements touristiques ou récréatifs. Il n'y a pas non plus de projets d'aménagement de ce type dans le cours principal du Fraser ou dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart qui devraient avoir des impacts sur cette UD.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Inconnue	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – aucune empreinte des plantations pour la production de bois et de pâte dans l'habitat du saumon rouge.
2.3	Élevage de bovins et pacage		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il y a peu d'élevage de bovins dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart, et les cours d'eau sont généralement trop profonds pour que le bétail puisse les traverser. Il est donc peu probable que le piétinement des bovins ou la dégradation de l'habitat causée par les bovins aient des impacts dans la rivière.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Exploitations aquacoles : L’empreinte physique des parcs en filet d’aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour le saumon rouge du Fraser. D’autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs. Concurrence des poissons d’écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d’autres saumons dans l’océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d’écloseries), y compris les poissons d’écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Production élevée de saumon keta et de saumon rose au Japon et en Russie. Les grandes exploitations salmonicoles installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l’abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l’âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons rouges et des saumons roses, et l’âge à la maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l’Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon keta le long de la côte de la Colombie-Britannique.
3	Production d’énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – on ne prévoit pas d’impacts directs dans la rivière des forages pétroliers et gaziers, dans l’habitat du saumon rouge du Fraser (pollution et autres impacts connexes notés ailleurs).
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – l’extraction de gravier ne posera probablement pas de problème, car ces poissons transitent rapidement dans le bas Fraser et ne dépendent pas suffisamment de cet habitat pour être touchés. Personne n’avait connaissance d’une exploitation de placers dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart; les impacts directs de ces activités devraient donc être négligeables (pollution et autres impacts associés notés ailleurs). Mention de l’exploitation minière, du lessivage – il faut se pencher sur ceux-ci.
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – l’empreinte de l’énergie solaire, marémotrice et éolienne ne devrait pas empiéter sur l’habitat du saumon rouge du Fraser.
4	Corridors de transport et de service	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Peu de routes dans cette région, avec des mesures d'atténuation appropriées, les impacts seront probablement négligeables. Petite partie de la population soumise aux effets de l'aménagement routier, gravité inconnue. Problèmes de passage aux passages à niveau et aux franchissements.
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	L'expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser a été soulevée, le groupe est d'avis que même si une petite partie de la population était exposée à des activités d'expansion, les effets seraient probablement négligeables.
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Les activités de dragage et de stockage des billes dans le bas Fraser ne devraient pas avoir d'impact sur cette UD, car elle migre rapidement dans le secteur, la période des activités de dragage est mal alignée.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il y a de l'exploitation forestière dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart; il n'y a pas d'exploitation forestière de récupération dans cette zone du fait d'incendies ou d'infestations de ravageurs; il n'y a pas d'exploitation forestière dans la rivière qui pourrait avoir des impacts sur ces UD.
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	L'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive est protégée par une période de fermeture, qui est une mesure de gestion/protection plus stricte que pour les autres UD de saumon rouge. La période de fermeture est de 3 à 4 semaines et il n'y a pas de pêche autorisée pendant cette période. Nos objectifs de récolte sont inférieurs à 10 %, mais on craint que les taux de mortalité réels soient supérieurs aux estimations en raison de l'incertitude de la gestion, des activités de pêche illégales, de la mortalité accidentelle, etc. La collecte de poissons pour les activités de mise en valeur des écloseries a été cernée comme une source importante de prélèvements pour cette UD. Toutefois, l'impact réel sur les populations futures dépendra de l'emplacement de la collecte de géniteurs (p. ex. frayères par rapport à Big Bar) et des conditions pendant ces années en particulier. Par exemple, les poissons pêchés pour le stock de géniteurs en 2020 à Big Bar n'auraient probablement pas atteint les frayères pour contribuer aux générations futures. Toutefois, la collecte nécessaire de stocks de géniteurs variera d'une année à l'autre, et les impacts à long terme sont inconnus. En raison du désaccord au sujet de l'exploitation inférieure à 10 %, on a choisi une fourchette d'incertitude de 1 à 30 pour la gravité, sachant qu'il est peu probable qu'elle se situe au bas de l'échelle (1 %), mais qu'elle n'atteindra probablement pas 30 %. Avec le glissement de terrain de Big Bar, si la productivité est inférieure au taux de remplacement

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains es années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							sur plusieurs générations, les prélèvements pourraient entraîner des diminutions plus graves.
6	Intrusions et perturbations anthropiques	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il est impossible de conduire des VTT ou des VUTT dans la plupart de ces ruisseaux, mais c'est possible dans certains. Il est peu probable qu'on circule à pied dans les ruisseaux.
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires		-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Gestion du stress à l'emplacement du glissement de terrain de Big Bar et système Whoosh pendant la migration en amont, bien que le système Whoosh ait été mis hors service. La plupart des activités sont bénéfiques aux poissons, mais il y a encore du stress lié au marquage lorsque nous marquons les poissons pour étudier le passage. Si les poissons sont transportés par camion, il y aura une certaine mortalité. Impacts de la pêche d'essai lors de la remise à l'eau des poissons (certains ne sont pas d'accord, car il n'y a pas de pêche d'essai aussi tôt) – toujours dans une fourchette de 1 à 10 %.
7	Modifications des systèmes naturels	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Il y a eu plusieurs incendies majeurs dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart, mais la majorité du bassin n'a pas été touchée par les incendies. À l'heure actuelle, il n'y a pas d'incendie dans le bassin hydrographique, mais nous nous attendons à ce qu'une partie brûle dans les années à venir et au cours des trois prochaines générations (immédiateté modérée). Le côté est du bassin hydrographique est beaucoup plus sec et le rétablissement prendrait plus de temps dans cette région. En cas de grand incendie, il y aura un impact sur les régimes thermiques des cours d'eau dans cette UD, mais la rivière Stuart est un grand bassin hydrographique, et un incendie touchera probablement une petite partie de la zone globale de l'UD.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Aucun impact des ouvrages de lutte contre les inondations sur le bas Fraser. Les rejets d'eau du barrage Kemano peuvent avoir certains impacts sur les poissons de cette UD – exposition à des débits plus faibles et à des températures plus élevées. Avec des mesures d'atténuation appropriées en place, ces impacts sont probablement inférieurs à 10 %, mais le groupe a convenu qu'ils seraient supérieurs à 1 %.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
7.3	Autres modifications des écosystèmes	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	On sait que la foresterie, les feux de forêt, l'agriculture et le développement ont des impacts sur la température des cours d'eau et les régimes d'écoulement en raison de l'augmentation des surfaces imperméables. Le saumon rouge de l'UD20 dépend de la crue nivale printanière pour sa migration; les débits élevés peuvent entraîner une mortalité jusque dans le bas Fraser. Le saumon rouge est plus vulnérable aux débits et aux températures élevés que le saumon chinook; par conséquent, les notes précédentes pourraient être comparables. Le taux de mortalité en rivière était élevé avant Big Bar (60 % cités en atelier), et a atteint 90 % après le glissement de terrain. Le groupe est d'avis que tous les poissons de cette UD sont touchés, mais une grande incertitude entoure la gravité. Le groupe pense qu'une gravité modérée (11 à 30 %) était insuffisante, ce qui explique la fourchette d'incertitude entre une gravité modérée et élevée (11 à 70 %), tout en reconnaissant qu'il est peu probable qu'elle soit à l'extrémité supérieure (70 %).
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	On prévoit que la menace pour le saumon rouge sera moins importante que pour le saumon chinook, en raison du temps de résidence limité dans le bas Fraser et le détroit de Georgie. La prédation peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état, mais le groupe n'est pas d'accord à ce sujet. L'augmentation du nombre de kokanis dans le lac Takla pourrait être un problème. La faible abondance de cette UD, jumelée à une forte abondance de kokanis, peut être une force qui se répercute sur les poissons, malgré une faible certitude. Les ours sont une menace plus importante pour cette UD, car la majorité de ces saumons rouges frayent dans de très petits cours d'eau et les ours y ont facilement accès. Les équipes d'évaluation des stocks notent régulièrement les impacts élevés des prédateurs sur le petit nombre de saumons rouges qui parviennent aux frayères. Peut être plus qu'un facteur limitatif. La gravité pour cette UD pourrait se situer près de l'extrémité supérieure de la fourchette (30 %).
8.3	Introduction de matériel génétique	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée (continue)	Beaucoup de travail a été fait depuis le glissement de terrain de Big Bar. Une proportion accrue de la population sera probablement exposée à des effets génétiques dans les années à venir.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	A	Très élevé	Très grande (71-100 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochains es années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
10.3	Avalanches et glissements de terrain	A	Très élevé	Très grande (71-100 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge de cette UD fraye en amont de Big Bar et il y a eu des pertes importantes en conséquence; plusieurs générations seront confrontées au glissement de terrain. Cette UD a la période de migration la plus hâtive et est la plus touchée. Si le glissement de terrain n'est pas résolu à court terme, cette UD disparaîtra probablement. Il y a de nombreux autres endroits le long du cours principal du Fraser où un glissement de terrain majeur pourrait se produire (TROUVER DES RÉFÉRENCES), et cela pourrait aussi arriver de nouveau au cours des prochaines générations. Une grande incertitude entoure les impacts, mais le groupe a estimé qu'une gravité extrême était appropriée compte tenu de la mortalité migratoire récente (98-99 %), bien qu'elle ne soit probablement pas entièrement attribuable au glissement de terrain. Il s'agira d'un problème chronique sur le site pendant plusieurs années.
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	B	Élevé	Très grande (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	-
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées des 50 dernières années dans le golfe d'Alaska. Cela donne à penser que ces variations importantes de la température vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks dans différents réseaux hydrographiques de la côte la même année que celle où nous avons constaté une diminution des montaisons pour le saumon rouge du Fraser, de sorte que les baisses de productivité observées chez le saumon rouge du Fraser ne sont probablement pas entièrement attribuables aux changements des conditions marines (on mentionne aussi que les problèmes de survie en mer ont peut-être moins d'effet). On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Cette UD sera la plus touchée par les changements dans l'habitat d'eau douce (c.-à-d. début plus précoce de la crue, débits élevés). Les épisodes de débits élevés sont plus fréquents, tout comme la hausse des moyennes de la température à long terme. Les bonnes années, la mortalité liée à la migration n'est que de 40 %, mais elle augmente à 70 % les années où les températures sont élevées et jusqu'à 90 % ces dernières années, où les débits sont élevés. L'étude de la rivière Nechako a révélé des problèmes persistants et continus de température de l'eau, considérés comme un agent de stress négatif. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude élevée à

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable
11.2	Sécheresses	-	Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Il ne devrait pas y avoir une sécheresse chaque année, mais elles continueront de se produire et les données indiquent qu'elles seront de plus en plus fréquentes à l'avenir (immédiateté modérée). Si une sécheresse se produit une année dominante, une grande partie de la population peut être touchée, mais elle ne le sera pas à 100 % en raison des différentes cohortes qui existent simultanément en eau douce et dans l'océan (portée grande, de 31 à 70 %). Le groupe a jugé que la gravité était négligeable, car les juvéniles émergent du gravier et vont dans les lacs à un moment où des impacts sont probables. Même les années où les eaux sont basses, la plupart des poissons peuvent atteindre les frayères.
11.3	Températures extrêmes	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	Les températures extrêmes peuvent entraîner une mortalité importante pendant la migration, en particulier les années où les débits sont élevés. De tous les stocks de saumon rouge du Fraser, la population de la rivière Stuart à montaison hâtive a les UTC les plus élevées pendant la migration active – migration rapide, pas d'attente, distance la plus longue. Ces poissons rencontrent leurs températures les plus élevées lorsqu'ils entrent dans le réseau de la rivière Nechako, qui est touché par le barrage Kemano. La température du Fraser devrait augmenter au cours des prochaines années. Historiquement, ce n'était pas un problème important, mais elle est certainement en hausse. Ces poissons se sont adaptés à des températures particulières, mais la hausse des niveaux deviendra plus problématique. Des températures froides extrêmes ont également été observées à Takla avec la formation de glace de fond, qui peut avoir un impact sur la réussite de l'incubation. Le groupe est d'avis que la gravité pourrait être supérieure à 31 %, mais qu'il est peu probable qu'elle se situe dans la fourchette supérieure (70 %).
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Restreinte – Petite (1-30 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Inondations considérables – on a parlé d'une « inondation du siècle » en 1993. Les individus de cette population ne seront pas tous confrontés à cette menace en même temps. Il y a eu une inondation cette année (2020), un débit suffisamment élevé pour mobiliser le substrat de ponte, qui a probablement un impact sur la frayère. Des relevés visuels ont permis d'identifier des nids de fraie qui ont par la suite été enfouis. Cette année, un certain nombre d'épisodes de précipitations importantes ont empêché certains poissons de migrer au-delà de Big Bar. Lorsque la pluie a diminué, le passage a repris.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.8. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD21-TAKLA-TREMBLEUR-E

Tableau B.13. Impact global de la menace – UD21–Takla-Trembleur-E

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	1
C	Moyen	5	3
D	Faible	1	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Impact global attribué :

B = Élevé

Justification de l'ajustement de l'impact :

La forte abondance cette UD laisse croire que celle-ci ne devrait pas disparaître dans un futur proche (c.-à-d. trois générations).

Impact global de la menace – commentaires :

On a attribué à cette UD un classement de B = Élevé, qui a été ajusté à la baisse par rapport à A = Très élevé. De nombreuses menaces importantes pèsent sur l'UD, mais le groupe n'a pas estimé que ce stock risquait de disparaître au cours des trois prochaines générations. Cette UD est moins menacée par le glissement de terrain de Big Bar que l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive ou d'autres à montaison plus hâtive, mais le glissement de terrain de Big Bar représente toujours une menace importante. Les principales menaces qui pèsent sur cette UD sont les changements climatiques, les glissements de terrain (Big Bar), les modifications des écosystèmes et la pêche.

Tableau B.14. Tableau du calculateur de menaces – UD21–Takla-Trembleur-E

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. Le bas Fraser est très développé et le reste de l'habitat est actuellement plus exposé à l'aménagement industriel que résidentiel. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – aucune empreinte des plantations pour la production de bois et de pâte dans l'habitat du saumon rouge.
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il y a peu d'élevage de bovins dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart, et les cours d'eau sont généralement trop profonds pour que le bétail puisse les traverser. Il est donc peu probable que le piétinement des bovins ou la dégradation de l'habitat causée par les bovins aient des impacts dans la rivière. L'UD21 sera moins sensible aux impacts du bétail que l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive, car les grands cours d'eau qui prennent leur source dans des lacs et les zones des frayères des lacs sont trop profonds.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	<p>Exploitations aquacoles : L’empreinte physique des parcs en filet d’aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour cette UD. D’autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs.</p> <p>Concurrence des poissons d’écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d’autres saumons dans l’océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d’écloseries), y compris les poissons d’écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmiconiques installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l’abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l’âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons roses et des saumons roses, et l’âge à la maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l’Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon kéta le long de la côte de la Colombie-Britannique.</p>
3	Production d’énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – aucun forage pétrolier et gazier n’est prévu dans l’habitat du saumon rouge.
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – l’extraction de gravier ne posera probablement pas de problème, car ces poissons transitent rapidement dans le bas Fraser et ne dépendent pas suffisamment de cet habitat pour être touchés. Le groupe n’était pas certain de l’importance de l’exploitation des placers dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart, bien que la mine Pinchi ait été mentionnée comme source potentielle. Les impacts directs de ces activités sont probablement négligeables (pollution et autres impacts associés notés ailleurs).
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – l’empreinte de l’énergie solaire, marémotrice et éolienne ne devrait pas empiéter sur l’habitat du saumon rouge du Fraser.
4	Corridors de transport et de service	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Peu de routes dans cette région, avec des mesures d'atténuation appropriées, la construction de nouvelles routes aura probablement des impacts minimes. Dans l'ensemble, une petite partie de la population est soumise aux effets de l'aménagement routier, gravité inconnue. Il y a plus d'accès routier ici que dans l'UD20 et le Pacific Salmon Explorer révèle une différence marquée (davantage) dans l'aménagement routier par rapport à l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive. La fraie a lieu dans de grands cours d'eau ou des cours d'eau qui prennent leur source dans des lacs, et où les effets des routes et des voies ferrées sont probablement plus atténués que dans les cours d'eau de l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive. Impacts possibles des passages à niveau sur le passage du saumon rouge (ne comprend pas la pollution et les autres effets connexes).
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	L'expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser a été soulevée, le groupe est d'avis que même si une petite partie de la population était exposée à des activités d'expansion, les effets seraient probablement négligeables.
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Les activités de dragage et de stockage des billes dans le bas Fraser ne devraient pas avoir d'impact sur cette UD, car elle migre rapidement dans le secteur, la période des activités de dragage est mal alignée.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Le groupe n'a pas connaissance d'exploitation forestière de récupération dans cette région à la suite d'incendies ou d'infestations de ravageurs, pas d'exploitation forestière dans la rivière. La probabilité future d'incendie dans le bassin hydrographique est élevée, et il pourrait y avoir des impacts au cours des trois prochaines générations. La probabilité d'impact d'un incendie est moins grande pour l'UD21 que pour l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive, mais le groupe était d'avis que, compte tenu du risque d'incendie élevé, il pourrait y avoir de légers effets sur une proportion restreinte (11 à 30 %) de l'UD.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Le taux d'exploitation de cette UD est fortement touché par le TAC qui est établi au niveau de l'unité de gestion et de la pêche des stocks mélangés. Les taux d'exploitation de cette UD seront généralement touchés par les pêches dirigées des saumons rouges à montaison estivale (dépendant généralement de l'abondance dans la rivière Chilko), à montaison tardive (dépendant généralement de l'abondance dans la rivière Shuswap à montaison tardive) et du saumon rose du Fraser. Les TE estimatifs pour 2018 et 2019 sont inférieurs à 10 % (sous réserve de préoccupations semblables à celles mentionnées pour la rivière Stuart à montaison hâtive au sujet de l'erreur d'estimation), mais se situent dans la fourchette inférieure des TE ces dernières années (7 à 55 %). Si nous nous en tenons aux taux d'exploitation, les populations ne devraient pas diminuer. Les années d'abondance élevée, les populations peuvent probablement soutenir des taux d'exploitation plus élevés, mais nous devons reconnaître que nous dépassons probablement les cibles. Le groupe mentionne la mortalité accidentelle dans les pêches du saumon chinook. Effets de la pêche de stocks mélangés dans la gestion des unités de gestion (groupes de périodes de montaison) étant donné que les stocks plus faibles sont récoltés en même temps, et il s'agit d'un problème international. Le groupe a convenu qu'une gravité de 11 à 70 % était appropriée (fourchette d'incertitude élevée), tout en reconnaissant que cela relève de la gestion actuelle. Si les régimes de gestion sont plus prudents à l'avenir les années non dominantes, la gravité pourrait être à l'extrémité inférieure de l'incertitude. La pêche pourrait changer dans les 10 prochaines années en raison des faibles échappées répétées. Le régime de récolte pourrait changer au cours des prochaines années. Certains membres du groupe estiment que le fait de se baser sur la gravité des deux dernières années est problématique, bien que le long terme (sur les 20 dernières années) soit également problématique en raison de la grande variabilité de l'abondance et de la productivité.
6	Intrusions et perturbations anthropiques	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il y a plus d'accès aux zones de l'UD21 que dans l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive et une probabilité potentiellement plus élevée d'une intensification des activités récréatives; cependant, la plupart de ces cours d'eau sont plus grands et plus profonds que les cours d'eau de fraie de l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive, de sorte que le trafic des VTT/VUTT ou le pataugeage sont peu probables. Impacts possibles des bateaux à propulsion hydraulique.
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Gestion du stress à l'emplacement du glissement de terrain de Big Bar et système Whoosh pendant la migration en amont, bien que le système Whoosh ait été mis hors service. La passe migratoire à Big Bar pourrait continuer d'avoir des impacts, car le marquage et la collecte de stocks de géniteurs se poursuivront. La plupart des activités sont bénéfiques aux poissons, mais il y a encore du stress lié au marquage lorsque nous marquons les poissons pour étudier le passage. Si les poissons sont transportés par camion, il y aura une certaine mortalité. Tester les impacts de la pêche lors de la remise à l'eau des poissons (quelques désaccords) - toujours dans une fourchette de 1 à 10 %. Les activités à Big Bar auront probablement des impacts sur une faible proportion de ces poissons (c.-à-d. que si vous marquez plusieurs centaines de poissons à Big Bar, une très faible proportion d'entre eux seront des poissons de la rivière Stuart à montaison tardive), car ils ont une meilleure chance de passage naturel que ceux de la rivière Stuart à montaison hâtive. Une année sur quatre, il y aura un marquage-recapture dans la rivière Tachie, et donc un stress supplémentaire pendant ces activités. Les programmes de marquage-recapture ne devraient pas avoir d'impacts importants sur le saumon rouge, les poissons ont déjà atteint les frayères et n'ont plus beaucoup de chemin à parcourir. Les programmes de marquage du saumon kéta et du saumon chinook peuvent également intercepter le saumon rouge.
7	Modifications des systèmes naturels	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Il y a eu plusieurs incendies majeurs dans le bassin hydrographique de la rivière Stuart, mais la majorité du bassin n'a pas été touchée par les incendies. À l'heure actuelle, il n'y a pas d'incendie dans le bassin hydrographique, mais nous nous attendons à ce qu'une partie brûle dans les années à venir et au cours des trois prochaines générations (immédiateté modérée). En cas de grand incendie, il y aura un impact sur les régimes thermiques des cours d'eau dans cette UD, mais la rivière Stuart est un grand bassin hydrographique, et un incendie touchera probablement une petite partie de la zone globale de l'UD. L'UD21 sera probablement moins touchée par les effets directs des incendies que l'UD20, car elle fraye dans des cours d'eau plus stables, qui prennent leur source dans des lacs, et dans des eaux plus profondes qui les protègent des impacts thermiques en cas d'incendie (sédimentation/pollution/changements de la dynamique du ruissellement notés ailleurs).
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Le transfert important d'eau de la rivière Nechako par le barrage Kemano rejette 70 % moins d'eau dans le réseau hydrographique, lorsque la température de l'air est plus chaude, l'eau se réchauffe rapidement et contribue aux températures élevées. Réduction de la capacité de l'eau à absorber la chaleur sans que la température de l'eau augmente. Les UD de la rivière Stuart à montaison hâtive et à montaison tardive sont exposées différemment, ce qui pourrait poser un problème plus important plus tard dans l'été. L'UD20 à montaison hâtive l'évite parfois. Si le barrage Kemano n'était pas là, il y aurait beaucoup plus de rejets froids-chauds et moins de fluctuations. Les efforts d'atténuation visant à réduire les effets du barrage Kemano ont été remis en question, car la hausse des

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							températures de l'air réduit notre capacité d'atténuer les effets de la température. Les années où les limites biologiques sont testées pendant la migration, les UTC supplémentaires créées par les eaux plus chaudes rencontrées par les poissons peut contribuer considérablement à la mortalité avant la ponte et à d'autres effets de la migration.
7.3	Autres modifications des écosystèmes	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	On sait que la foresterie, les feux de forêt, l'agriculture et le développement ont des impacts sur la température des cours d'eau et les régimes d'écoulement en raison de l'augmentation des surfaces imperméables. Le saumon rouge de l'UD de la rivière Stuart à montaison tardive fraie dans de grands cours d'eau qui prennent leur source dans des lacs, qui sont plus protégés contre les effets thermiques et les niveaux de débit.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	On prévoit des impacts similaires à ceux indiqués pour l'UD20.
8.3	Introduction de matériel génétique		Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée-Faible	Impacts inconnus des efforts d'amélioration à Big Bar, activités qui pourraient se produire dans un proche avenir et à long terme.
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.3	Avalanches et glissements de terrain	C	Moyen	Très grande (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Le groupe est d'avis que les impacts de Big Bar sont considérablement inférieurs que pour l'UD de la rivière Stuart à montaison hâtive, mais qu'ils représentent tout de même une menace modérée (de 11 à 30 %).
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	B	Élevé	Très grande (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	-
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Cette UD sera probablement moins touchée par le déplacement ou l'altération de l'habitat en eau douce par rapport à la rivière Stuart à montaison hâtive, mais le groupe a estimé que, compte tenu de l'incertitude dans le milieu marin et de la fréquence croissante des événements liés au débit ou à la température, une gravité

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							grave à modérée (11 à 70 %) était appropriée, sachant qu'il est peu probable qu'elle se situe à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %).
11.2	Sécheresses	-	Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 générations)	Les poissons de cette UD frayent dans de grands cours d'eau qui sont protégés contre les effets de la sécheresse, et les effets de la sécheresse dans le cours principal du Fraser ne devraient pas constituer une menace. Si une sécheresse survient au cours d'une année de montaison importante, le groupe convient que la portée pourrait se situer entre 31 et 70 %, mais que la gravité serait négligeable pour ces poissons s'ils étaient exposés.
11.3	Températures extrêmes	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Impacts moins graves que pour la population de la rivière Stuart à montaison hâtive en raison de la migration tardive et des effets tampons des plus grands ruisseaux de fraie et des réseaux qui prennent leur source dans des lacs. Les températures extrêmes pourraient avoir des effets sur la même proportion de la population en cas de montaison d'une année dominante (portée de 31 à 70 %). Le groupe convient qu'une gravité de 11 à 30 % est appropriée.
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Restreinte – Petite (1-30 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Les inondations risquent moins d'avoir des impacts sur la population de la rivière Stuart à montaison tardive en raison des ruisseaux de fraie plus grands et de leurs effets tampons. Le groupe convient qu'une petite partie de la population pourrait tout de même être exposée aux effets des inondations (proportion faible-restreinte, fourchette de 1 à 30 % choisie en raison de l'incertitude concernant la proportion exposée). Les inondations importantes ne se produisent pas régulièrement, mais elles devraient avoir lieu au cours des trois prochaines générations.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.9. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD22-TASEKO-DE

Tableau B.15. Impact global de la menace – UD22–Taseko-DE

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	4	0
C	Moyen	3	4
D	Faible	1	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé

Impact global attribué : AB = Très élevé – Élevé

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

Impact global de la menace – commentaires : Cette UD a été classée AB = Très élevé à Élevé. Cette UD est petite et très peu abondante, et le groupe convient qu'elle pourrait disparaître au cours des trois prochaines générations, particulièrement à la lumière du glissement de terrain de Big Bar. Les menaces qui pèsent sur cette UD proviennent principalement des changements climatiques, des glissements de terrain (Big Bar), des modifications des écosystèmes et de la pêche.

Tableau B.16. Tableau du calculateur de menaces – UD22–Taseko-DE

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est peu probable qu'ils soient grandement touchés par l'empreinte des nouveaux aménagements résidentiels et urbains. L'empreinte de ces aménagements en amont du bas Fraser est probablement négligeable au niveau de l'UD. Le groupe est d'avis qu'il y a probablement des impacts, mais leur gravité est actuellement inconnue.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	-	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges provenant de cette UD traversent le bas Fraser (portée très grande), mais ils transitent rapidement par le secteur et il est donc peu probable qu'ils soient grandement touchés par les nouveaux aménagements industriels ou commerciaux. Le bas Fraser est très développé et le reste de l'habitat est actuellement plus exposé à l'aménagement industriel que résidentiel. On considère que l'empreinte de ces aménagements a un impact négligeable au niveau de la population.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Tous les saumons rouges de cette UD traversent le bas Fraser, où se trouve la plus forte concentration d'aménagements touristiques (rampes de mise à l'eau, marinas, etc.; portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Comme pour les autres catégories d'aménagement, ces poissons transitent rapidement par le bas Fraser et ne devraient pas être fortement touchés par l'empreinte de l'aménagement touristique.
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Les cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois ne devraient pas constituer une menace importante pour cette UD, car la plupart de ces activités se déroulent dans le bas Fraser, où les poissons migrent rapidement. Une portion restreinte de la population (de 11 à 30 %) devrait rencontrer ces aménagements pendant la dévalaison ou la montaison, mais l'impact est probablement léger au niveau de l'UD.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Il pourrait y avoir des impacts dans la voie migratoire de cette UD, mais le groupe est d'avis qu'ils seraient négligeables au niveau de l'UD.
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Exploitations aquacoles : L'empreinte physique des parcs en filet d'aquaculture ne devrait pas constituer une menace pour le saumon rouge du Fraser. D'autres effets, comme la transmission de maladies, sont notés ailleurs. Concurrence des poissons d'écloserie : Le saumon rouge de cette UD sera en concurrence avec d'autres saumons roses dans l'océan Pacifique (dont 40 % environ provenant d'écloseries), y compris les poissons d'écloseries de la Colombie-Britannique, des États-Unis, de la Russie et du Japon. Les grandes exploitations salmonicoles installées dans le Pacifique Nord ont probablement des impacts sur les poissons provenant de cette UD, mais les impacts ne sont pas bien compris. Le groupe a cité un article de Connors et une diminution de la productivité; voici un extrait de cet article : Selon les rapports de Connors <i>et al.</i> (2020) de 2005 à 2015, les quelque 82 millions de saumons roses adultes produits annuellement par les écloseries auraient réduit la productivité du saumon rouge du sud de 15 % en moyenne. De plus, Ruggerone et Connors (2015) signalent que l'abondance du saumon rose au cours de la deuxième année de vie du saumon rouge en mer est un facteur clé du déclin de la productivité du saumon rouge. Une augmentation de 200 à 400 millions de saumons roses dans le Pacifique Nord devrait réduire de 39 % le recrutement du saumon rouge du Fraser. La longueur selon l'âge du saumon rouge du Fraser a également diminué avec la plus grande abondance des saumons rouges et des saumons roses, et l'âge à la

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
							maturité a augmenté avec la plus grande abondance des saumons roses. Le groupe a également mentionné que le saumon rouge juvénile en route vers le sud de l'Alaska a un régime alimentaire et un habitat qui chevauchent ceux du saumon kéta le long de la côte de la Colombie-Britannique.
3	Production d'énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3,1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3,2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Il y a des activités minières dans la région de Taseko (trois concessions minières sur Salmon Explorer). Les mines de la région sont actuellement en mode gardien et l'exploitation pourrait démarrer à tout moment. Les Premières Nations se sont opposées au développement dans la région, et il est peu probable que le développement futur s'étende dans l'habitat. Exemple du lac Fish mentionné.
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
4	Corridors de transport et de service	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (continue)	La densité des routes est très faible dans cette UD; le groupe prévoit qu'une portion négligeable de l'UD sera confrontée à ces aménagements/activités, mais les impacts sont inconnus.
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Limité à l'expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser, tous les poissons doivent migrer au-delà, mais gravité inconnue.
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	Aucun incendie important et aucune infestation majeure de ravageurs ne se sont produits dans la zone de fraie de cette UD, et bien que des portions de la route de migration aient été touchées, les impacts dans l'eau des opérations de récupération forestière ne devraient pas constituer une menace.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Grave – Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Petit stock qui migre conjointement avec d'autres stocks à montaison au début de l'été et certains stocks à montaison estivale. La différence, c'est que nous avons moins d'information sur la période et qu'il est plus difficile d'essayer de prévoir des périodes dans le plan de pêche pour protéger ces poissons. Il y a des évaluations des frayères, mais aucune estimation défendable ou fiable, vu la petite taille des échantillons. Ce groupe serait regroupé avec d'autres. ID du stock – confusion entre les rivières Taseko et Chilko. La période semble un peu plus tardive que pour les autres UD à montaison au début de l'été. Ne bénéficie pas de la même protection de la pêche que la rivière Bowron – la prolongation de la période de fermeture ne protège pas bien en raison de la période tardive et fluctuante. De nombreuses années, nous ne cibons pas les montaison au début de l'été, une gravité modérée (11 à 70 %) a été jugée appropriée. L'impact de n'est probablement pas à l'extrémité supérieure de la fourchette (70 %), bien que des taux d'exploitation de 50 % aient été discutés. Les années où la montaison de la rivière Shuswap est dominante, le taux d'exploitation sera probablement élevé, mais les années non dominantes, il sera probablement inférieur à 30 %.
6	Intrusions et perturbations anthropiques	D	Faible	Restreinte (11-30%)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	La plupart de la fraie a lieu dans le lac, l'habitat limité du cours d'eau est très éloigné. Les activités de chasse dans la région pourraient avoir des impacts négligeables.
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Le groupe pense que la portion restreinte qui est exposée pourrait subir des impacts légers – Le marquage à Big Bar devrait se poursuivre pendant plusieurs années, mais les interactions avec les activités de recherche diminueront probablement dans le temps; le groupe a estimé qu'une portée restreinte était plus appropriée.
7	Modifications des systèmes naturels	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Il y a eu des incendies récents et graves dans la région. On en prévoit davantage au cours des trois prochaines générations, et cette région est plus exposée aux incendies que le réseau hydrographique des rivières Bowron/Quesnel/Stuart. Le groupe s'entend sur une immédiateté Élevée à Modérée. Peu probable dans les zones réelles où les poissons frayent, à la fois dans le cours d'eau (pas dans les zones végétalisées qui brûlent facilement) et dans le lac.
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	-	-	-	-	-	Probablement un bon parallèle avec la rivière Bowron – aucun barrage ayant une incidence sur cette UD, seulement l'exposition aux structures de lutte contre les inondations dans le bas Fraser. Extraction d'eau minimale, le cas échéant.
7.3	Autres modifications des écosystèmes	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Le bassin hydrographique de la rivière Taseko est relativement intact, les impacts sur la migration de la rivière Chilcotin et du cours principal du Fraser (même justification que pour les autres UD).

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	La prédation – prédation par les pinnipèdes – peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état. Le groupe est d'avis qu'en raison de sa faible abondance, cette UD pourrait subir un impact plus que léger, mais que compte tenu de l'incertitude liée à la dynamique saumon/prédateur, il pourrait y avoir des impacts plus grands. Le groupe reconnaît que l'impact ne se situe probablement pas à l'extrémité supérieure de la fourchette (30 %), mais qu'il pourrait être supérieur à 10 %.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/ 3 générations)	Cette année, on a tenté de collecter des stocks de géniteurs dans la rivière Taseko dans le cadre de la mise en valeur d'urgence en vue de la conservation. Cela n'a pas réussi. À l'avenir, cet effort se poursuivra, malgré les défis inhérents à la collecte de géniteurs dans ce réseau hydrographique. Une mise en valeur permettrait des introductions de matériel génétique; risque d'introduire involontairement des poissons de la rivière Chilko dans la rivière Taseko.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Mine de placers dans la zone, le groupe n'a pas jugé approprié de changer la note – voir la section 9.1 Eaux usées domestiques et déchets urbains.
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
10.3	Avalanches et glissements de terrain	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Effets semblables à ceux de Big Bar comparativement à la rivière Bowron – grande incertitude au sujet de l'immédiateté, pourrait différer de la rivière Bowron dans le groupe à montaison au début de l'été. En 2004, il y a eu un glissement dans la rivière Chilcotin, dans le canyon Farwell. Contrairement aux autres réseaux hydrographiques que nous avons évalués, il y a eu des glissements dans le bassin hydrographique de la rivière Chilcotin, en particulier dans la basse Chilcotin. L'instabilité du bassin hydrographique en raison des brûlages et des précipitations peuvent interagir avec la géomorphologie instable du canyon inférieur. Il y a des apports massifs de sédiments provenant de la pluie sur les terres brûlées.
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Début précoce de la crue, débits élevés, effets de la température. Les épisodes de débits élevés sont plus fréquents, tout comme la hausse des moyennes de la température à long terme. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude élevée à modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable
11.2	Sécheresses	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace – la rivière Taseko est un réseau glaciaire, les sécheresses sont très peu probables.
11.3	Températures extrêmes	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Les températures extrêmes sont compensées par les grands cours d'eau et les lacs, et les impacts proviennent uniquement du cours principal du Fraser. Impacts semblables à ceux sur la rivière Bowron : les poissons rencontreront des températures élevées pendant la migration en raison de la période.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
11.4	Tempêtes et inondations	D	Faible	Restreinte – Petite (1-30 %)	Légère (1-10 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Inondations importantes dans le ruisseau Big et la rivière Chilcotin, quelques signes d'obstacles à la migration à des débits très élevés. La fraie a principalement lieu dans les lacs, probablement peu d'impact. Par le passé, les affluents abritant des frayères étaient peu inondés. Impacts sur le cours principal du Fraser.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

B.10. RÉSULTATS DU CALCULATEUR DE MENACES POUR L'UD24 WIDGEON-TYPE FLUVIAL

Tableau B.17. Impact global de la menace – UD24–Widgeon-Type fluvial

Impact de la menace		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	0
C	Moyen	4	2
D	Faible	0	4
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Élevé

Impact global attribué : B = Élevé

Justification de l'ajustement de l'impact :

Ajusté à la baisse; la tendance récente de la population ne suggère pas qu'une réduction de 100 % est réaliste.

Impact global de la menace – commentaires :

Nous avons attribué une cote d'impact global B = Élevé. Cette note a été ajustée à la baisse par rapport à AB = Très élevé – Élevé, car les tendances récentes de la population ne permettent pas de penser qu'une réduction de 100 % au niveau de la population est réaliste pour les trois prochaines générations. La note de la menace était principalement fondée sur les changements climatiques, la pollution, la pêche, la concurrence des poissons d'écloserie et la prédation. Il convient de noter qu'il s'agit d'une UD à une seule frayère qui pourrait être considérablement touchée par un événement majeur.

Tableau B.18. Tableau du calculateur de menaces – UD24–Widgeon-type fluvial

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
1	Développement résidentiel et commercial	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	-
1.1	Habitations et zones urbaines	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Il pourrait y avoir plus d'impacts que dans d'autres UD de type lacustre – ces poissons résident dans le bas Fraser pendant plus longtemps, de sorte qu'il est plus probable qu'ils rencontrent de nouveaux aménagements et en subissent les impacts. Le groupe est d'avis que la gravité est encore inconnue.
1.2	Zones commerciales et industrielles	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Voir le commentaire ci-dessus (1.1 Habitations et zones urbaines), bien que le groupe estime toujours qu'il s'agit probablement d'un impact négligeable au niveau de l'UD.
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Plans d'aménagement touristique dans la région de l'UD, impacts possibles s'ils se concrétisent. Toujours inconnue
2	Agriculture et aquaculture	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Ces poissons frayent dans les tronçons inférieurs du Fraser et passent plus de temps que ceux d'autres UD dans le bas Fraser pendant leur dévalaison vers le détroit de Georgie. Ces poissons pourraient être confrontés au développement agricole, mais le groupe estime que ces impacts seraient légers (1 à 10 %).
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.3	Élevage de bovins et pacage	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
2.4	Aquaculture en milieu marin et en eau douce	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Pondération peut-être différente que pour d'autres UD, car une plus grande proportion de juvéniles migrent par le détroit de Juan de Fuca, même si le groupe était d'avis, compte tenu de l'incertitude, que la portée était toujours appropriée.
3	Production d'énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.2	Exploitation de mines et carrières	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
3.3	Énergie renouvelable	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
4	Corridors de transport et de service	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
4.1	Routes et voies ferrées	-	Inconnu	Restreinte (11-30 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Il y a des routes dans les environs.
4.2	Lignes de services publics	-	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 générations)	Limité à l'expansion du pipeline de Trans Mountain dans le bas Fraser – ces poissons pourraient être exposés à ces activités dans un proche avenir (immédiateté modérée), mais le groupe était d'avis qu'une petite partie de la population serait probablement exposée. Avec des mesures d'atténuation appropriées, il s'agit probablement d'une menace négligeable.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
4.3	Voies de transport par eau	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Le bas Fraser est une voie de navigation très active, et des activités de dragage sont menées dans cette région. Tous les poissons sont probablement exposés à ces activités (portée très grande), mais les impacts sont inconnus. Propre à cette UD : il y a également des estacades sur la rivière Pitt, la note n'a pas été modifiée, mais il pourrait y avoir des impacts supplémentaires.
4.4	Corridors aériens	-	-	-	-	-	S.o.
5	Utilisation des ressources biologiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.2	Cueillette de plantes terrestres	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Pas de TE, juste une valeur approximative. On a utilisé l'unité de gestion de l'UD à montaison estivale comme approximation. Les impacts de la pêche devraient être semblables à ceux sur l'UD de la rivière à montaison tardive en raison de la période.
6	Intrusions et perturbations anthropiques	-	Inconnu	Restreinte (11-30 %)	Inconnue	Élevée (continue)	-
6.1	Activités récréatives	-	Inconnu	Restreinte (11-30 %)	Inconnue	Élevée (continue)	La basse Pitt est une zone à forte circulation. Les poissons de la rivière Widgeon frayent à marée haute dans le marécage Widgeon. Rapports de bateaux à propulsion hydraulique entrant dans le marécage Widgeon. Échouement, aspiration de poissons dans les hélices, bien que les impacts soient inconnus – aucune preuve. La plupart des impacts viennent des bateaux en été. Beaucoup de bateaux à propulsion hydraulique ont des impacts dans la haute Pitt, mais il est probable que cela n'a pas touché les poissons de la rivière Widgeon. Les saumons rouges y frayent pendant une période où il y a moins d'activité, mais peu de connaissances à ce sujet. L'interdiction des bateaux à propulsion hydraulique est une décision de Transports Canada; la province devrait présenter une demande.
6.2	Guerres, troubles civils et exercices militaires	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
6.3	Travaux et autres activités	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Relevés à pied tout au long de la saison de fraie, effets négligeables.
7	Modifications des systèmes naturels	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Moderée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
7.1	Incendies et lutte contre les incendies	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
7.2	Barrages et gestion/utilisation de l'eau	-	Négligeable	Très grande (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Les structures de lutte contre les inondations ont des impacts sur la croissance des poissons de cette UD, impacts probablement négligeables.

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
7.3	Autres modifications des écosystèmes	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Les saumons rouges de cette UD ont la distance de migration en eau douce la plus courte et sont les moins susceptibles d'être touchés par les modifications des écosystèmes que connaissent les autres UD. Problèmes hydrologiques dans le cours principal découlant des modifications apportées dans la haute Pitt – la plupart des changements ont eu lieu. Compte tenu de l'incertitude, une gravité de 1 à 30 % a été jugée appropriée, mais elle ne se situait probablement pas dans la partie supérieure de la fourchette (30 %).
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	D	Faible	Très grande (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Il y a un certain nombre d'espèces envahissantes dans le bas Fraser, et les poissons de cette UD sont les plus susceptibles de les rencontrer en tant que type fluvial.
8.2	Espèces indigènes problématiques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	La prédation – prédation par les pinnipèdes – peut avoir des impacts importants sur les populations de saumon rouge lorsqu'elles sont peu abondantes (citation de Carl Walters). Si les populations de prédateurs augmentent, il y aura probablement une augmentation simultanée de la prédation, mais pour les pinnipèdes, les populations semblent stables. Le groupe se penche sur d'autres mammifères marins (dauphins à flancs blancs) et terrestres (ours), ainsi que des prédateurs aviaires (cormorans, harles, hérons, aigles), mais se demande si leur déséquilibre est causé par des activités humaines. Selon une étude citée, la prédation plus élevée sur les saumons rouges malades indique que les poissons qui deviennent des proies sont en mauvais état. Le groupe est d'avis qu'en raison de sa faible abondance, cette UD pourrait subir un impact plus que léger, mais que compte tenu de l'incertitude liée à la dynamique saumon/prédateur, il pourrait y avoir des impacts plus grands. Le groupe reconnaît que l'impact ne se situe probablement pas à l'extrémité supérieure de la fourchette (30 %), mais qu'il pourrait être supérieur à 10 %.
8.3	Introduction de matériel génétique	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
9	Pollution	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le saumon rouge du Fraser est exposé à des contaminants provenant de nombreuses sources en eau douce, dans l'estuaire du Fraser et dans le détroit de Georgie. Il s'agit notamment des BPC, des PCDE, des métaux, des produits pharmaceutiques ménagers, des produits de soins personnels, des pesticides, etc., particulièrement dans le bas Fraser et l'estuaire. En général, nous n'observons pas de mortalité directe, mais la pollution peut entraîner une diminution de la productivité et du nombre de descendants sous l'effet de divers mécanismes. Le groupe a repris les travaux antérieurs de l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon chinook du Fraser, qui indiquent que la menace est généralisée (71 à 100 % d'exposition) et qu'elle pourrait entraîner des baisses variant de 1 à 30 %. Le groupe convient que le saumon chinook est plus vulnérable aux effets de la pollution en raison de son cycle biologique et que les impacts sur le saumon rouge seraient probablement moindres. Une grande incertitude entoure la gravité et il y a moins de documentation que pour le saumon chinook; le groupe convient cependant que les répercussions pourraient être supérieures à 10 %, mais qu'il est peu probable qu'elles atteignent un déclin de 30 % de la population. Cette note a également été attribuée aux catégories suivantes, 9.2 Effluents industriels et militaires, 9.3 Effluents agricoles et forestiers et 9.5 Pollution atmosphérique.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.3	Effluents agricoles et forestiers	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.4	Détritus et déchets solides	-	Inconnu	Très grande (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Cela comprend les microplastiques et les engins de pêche abandonnés. Le groupe est d'avis que tous les saumons rouges sont exposés aux microplastiques et que certains peuvent rencontrer des filets abandonnés; cependant, il n'y a actuellement pas suffisamment d'information pour déterminer la gravité.
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen – Faible	Très grande (71-100 %)	Modérée – Légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Voir 9.1 Eaux usées domestiques et urbaines
9.6	Énergie excessive	-	Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Le bruit et la lumière excessive sont pris en compte ici, bien que la portée, la gravité et l'immédiateté soient inconnues.
10	Événements géologiques	-	-	-	-	-	-
10.1	Volcans	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
10.3	Avalanches/glissemements de terrain	-	-	-	-	-	Ne devrait pas constituer une menace
11	Changements climatiques et phénomènes	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	-

N°	Menace	Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
		Plage	Description				
	météorologiques violents						
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	BC	Élevé – Moyen	Très grande (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Habitat marin : Comprend l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans, les vagues de chaleur marine et les températures de la mer. Le travail dirigé par Jackie King est souligné. Il y a eu un autre « blob » (vague de chaleur marine), nous avons maintenant observé les températures de l'eau les plus élevées dans le golfe d'Alaska au cours des 50 dernières années. Cela donne à penser que ces changements importants vont se poursuivre, mais une grande incertitude entoure leurs impacts. Les effets sur la croissance au début de la période en mer ont une incidence sur la survie pendant le premier hiver. Les relevés dans le golfe d'Alaska étudient l'état des poissons après l'hiver en mer, mais il n'y a actuellement aucun résultat. Nous savons que les prises n'étaient pas celles auxquelles nous nous attendions pour les classes d'âge et nous avons constaté de mauvaises montaisons. Les montaisons ont été meilleures que prévu pour plusieurs stocks, et il est possible que les problèmes de survie en mer aient peut-être moins d'effet. On s'interroge sur la façon dont les différentes méthodes de dénombrement donneraient des résultats différents. Habitat en eau douce : Cette UD est probablement la moins menacée par les variations de l'habitat d'eau douce, car elle a la migration en amont la plus courte de toutes les UD. Cependant, ces poissons sont plus exposés aux variations de l'habitat dans le bas Fraser en raison de leur séjour prolongé par rapport aux saumons rouges de type lacustre. Note : Le groupe est d'avis que tous les poissons sont exposés (très grande portée, 71-100 %), mais juge qu'une plage d'incertitude élevée à modérée (11-70 %) est appropriée pour la gravité. Il discute du fait que certaines années seront pires que d'autres; il est possible que cette menace dépasse un déclin de 70 % de la population, mais cela est improbable. Il attribue la même note que pour le saumon rouge de type lacustre.
11.2	Sécheresses	-	-	-	-	-	La sécheresse ne devrait pas toucher l'UD de la rivière Widgeon.
11.3	Températures extrêmes	CD	Moyen – Faible	Grande – Restreinte (11-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Nous pensons que ces poissons arrivent dans le bas Fraser en août et pourraient connaître des températures élevées. Le faible nombre d'échantillons pour la rivière Widgeon est un facteur confusionnel pour la période de migration, mais le groupe est d'avis que cette UD connaîtra des températures extrêmes. Probablement les mêmes impacts que pour les UD de la rivière Taseko et de la rivière Stuart à montaison tardive. Le cours principal du Fraser devient chaud et peut avoir des impacts sur cette UD.
11.4	Tempêtes et inondations	-	-	-	-	-	Probablement pas un impact majeur pour l'UD de la rivière Widgeon, influence des marées.

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.* (2008)

ANNEXE C. SOURCES D'INCERTITUDE ET BESOINS EN MATIÈRE DE RECHERCHE

Les sections suivantes énumèrent les besoins en matière de recherche et les sources d'incertitude cernés dans l'ensemble de l'évaluation du potentiel de rétablissement. Cette liste ne doit pas être considérée comme exhaustive, et certains des points présentés sont actuellement à l'étude.

C.1. HABITAT D'EAU DOUCE

- Des recherches sont nécessaires pour mieux comprendre l'utilisation détaillée de l'habitat de fraie pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Des frayères ont été repérées dans l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser, mais peu d'informations sont disponibles actuellement sur des facteurs comme la qualité annuelle ou la quantité des substrats de fraie appropriés.
- L'information est limitée sur l'habitat d'alevinage dans les lacs de croissance du saumon rouge du fleuve Fraser, à l'exception d'estimations générales des zones pélagiques et d'un échantillonnage peu fréquent sur la qualité de l'eau et la densité/composition du plancton. Des recherches plus détaillées sur la productivité des lacs de croissance et les conditions environnementales sont nécessaires pour mieux comprendre et protéger l'habitat d'alevinage du saumon rouge du fleuve Fraser, ainsi que pour améliorer potentiellement l'état des saumoneaux (c.-à-d. que les saumoneaux plus gros ont une meilleure survie en mer au début de la période marine).
- Nous avons actuellement une compréhension limitée de l'utilisation de l'habitat et du comportement pour l'UD24 (Widgeon-type fluvial), et une grande partie de notre compréhension provient des observations de l'UD23 (Harrison-type fluvial), beaucoup plus abondante, qui n'est peut-être pas représentative de cette petite population unique.
- Les changements climatiques devraient entraîner une crue printanière beaucoup plus précoce, ce qui peut avoir des répercussions importantes sur les conditions de migration et les habitats de fraie. Des recherches considérables sont nécessaires pour comprendre les impacts des changements de la période et de la durée de la crue printanière, et l'influence des variations des débits et des températures sur les générations futures de saumon rouge du fleuve Fraser. L'exploitation forestière, les feux de forêt et les infestations de ravageurs ont provoqué des pertes immenses de couvert forestier dans le bassin hydrographique du fleuve Fraser, ce qui a entraîné d'importantes modifications des surfaces de captage. Il faut mener des recherches sur la réhabilitation et la restauration des bassins hydrographiques, tout en tenant compte des changements climatiques, de la résilience aux incendies et aux ravageurs et de l'approvisionnement futur en fibres.
- Des seuils de débit ont été proposés pour le saumon rouge du fleuve Fraser en fonction de l'emplacement des frayères (e.g. Macdonald *et al.* 2010), mais il existe peu d'études décrivant ces seuils pour le saumon rouge du fleuve Fraser au niveau de l'UD. De futures recherches sur les seuils de débit pourraient aider à déterminer les UD les plus à risque dont la migration est entravée par des débits élevés, et à orienter les efforts d'atténuation visant à améliorer ou à protéger l'habitat et les conditions environnementales.

C.2. HABITAT MARIN

Une incertitude considérable entoure l'utilisation de l'habitat du saumon rouge du fleuve Fraser une fois qu'il quitte l'eau douce et pénètre dans l'océan Pacifique. Notre connaissance limitée des déplacements et du comportement en haute mer, ainsi que notre incapacité à surveiller les poissons dans de grandes régions géographiques, nuisent grandement à notre capacité

d'estimer les répercussions sur le saumon rouge du fleuve Fraser, particulièrement au niveau de l'UD. Certaines données, bien qu'incohérentes, provenant de pêches éloignées, ont donné un aperçu de la répartition saisonnière dans l'océan, mais cette information est très incertaine. Des recherches sont nécessaires pour mieux connaître les déplacements du saumon rouge du fleuve Fraser dans le milieu marin afin de mieux gérer les activités de pêche et les aires marines protégées.

C.3. AQUACULTURE

On sait depuis longtemps que l'aquaculture en parcs en filet contribue au déclin du saumon rouge du fleuve Fraser (p. ex. pollution, transmission de maladies, déchets d'aliments, matières fécales et qualité de l'eau de la région environnante), et la décision récente d'éliminer progressivement ce type d'aquaculture dans les îles Discovery réduira probablement cette menace. Les impacts sur les écosystèmes locaux dureront probablement encore longtemps après la fermeture de ces installations, et il reste encore des parcs en filet dans d'autres régions côtières de la Colombie-Britannique. Des recherches futures sont nécessaires pour étudier les impacts environnementaux à long terme de l'aquaculture en parcs en filet, en plus des impacts potentiels des installations restantes.

C.4. EXPLOITATION MINIÈRE

La rupture du bassin de résidus du Mount Polley a eu des effets inconnus, mais sans aucun doute négatifs sur le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres espèces dans l'écosystème du lac Quesnel. Des recherches et une surveillance futures sont nécessaires pour déterminer les répercussions environnementales à l'intérieur et en aval du lac Quesnel, ainsi que les effets sur le saumon rouge du fleuve Fraser et les autres espèces aquatiques.

C.5. PÊCHE

De nombreuses sources d'incertitude ont été relevées concernant les impacts de la pêche sur le saumon rouge du fleuve Fraser. Le saumon rouge occupe de vastes zones géographiques, il fait l'objet de pêches transfrontalières, et la surveillance des prises n'est pas normalisée entre les régions et les pêches. Il faut effectuer des recherches pour :

- mieux concevoir et mettre en œuvre des programmes de surveillance des prises utilisant les mêmes normes pour toutes les pêches (voir Beauchamp *et al.* 2019);
- combler notre capacité limitée d'évaluer adéquatement les stocks de poissons moins abondants avec de petites tailles d'échantillon (identification des stocks, prises, abondance, etc.);
- évaluer les impacts des activités de pêche illégales en intensifiant la mise en application et la surveillance;
- mieux comprendre les impacts de la pêche sans conservation des prises, y compris en réalisant des études sur les taux de mortalité de la pêche dans les frayères (c.-à-d. plus de renseignements que les expériences antérieures de période de conservation de 24 heures à la suite de rencontres avec des pêches);
- étudier la relation entre la mortalité liée à la remise à l'eau avec certains engins pour les pêches en rivière et les températures en rivière, dans le but de mieux étayer les décisions de pêche en cours de saison;
- enquêter sur les impacts des activités de pêche illégales et non déclarées dans les milieux d'eau douce et marins.

C.6. DYNAMIQUE PRÉDATEUR-PROIE

- La composition des espèces de prédateurs et de proies continuera probablement de changer sous l'effet des changements climatiques. Il faut mieux caractériser ces changements et en comprendre les répercussions sur les futures populations de saumon rouge du fleuve Fraser. Par exemple, les changements dans la répartition du zooplancton résultant du réchauffement des températures océaniques et l'augmentation récente des populations de méduses côtières, qui pourraient tous deux modifier la disponibilité des proies.
- Des recherches sont nécessaires pour étudier les effets de la prédation par les pinnipèdes sur le saumon rouge du fleuve Fraser, en particulier pour les UD peu abondantes dans lesquelles les effets de la prédation pourraient être importants.

C.7. AMÉLIORATION

- Le glissement de terrain de Big Bar a entraîné des niveaux élevés de mortalité avant la fraie, en particulier pour les UD ayant les montaisons les plus précoces (UD20 Takla-Trembleur-à montaison hâtive dans la Stuart, UD2 Bowron-DE, UD22 Taseko-DE). Après deux années subséquentes où la montaison a chuté à des creux records, on a lancé des programmes de mise en valeur par des poissons d'écloserie pour tenter de prévenir l'extinction de ces populations. Des recherches seront nécessaires pour déterminer les effets génétiques futurs de ces activités.
- Notre compréhension actuelle de l'habitat des lacs de croissance du saumon rouge du fleuve Fraser a été cernée comme une source d'incertitude en raison des efforts de surveillance limités, et il est nécessaire de déterminer la pertinence et les répercussions potentielles des programmes de fertilisation des lacs. Des propositions récentes de programmes d'apports d'éléments nutritifs dans le bassin versant du fleuve Fraser ont été présentées (p. ex. Adams, Takla-Trembleur), mais la mise en œuvre de ces programmes, leur efficacité avec les abondances actuelles et leur durabilité ne sont pas bien définies, et ils pourraient avoir des conséquences écologiques imprévues. D'autres recherches sont nécessaires pour étudier la possibilité de programmes de fertilisation des lacs de croissance du saumon rouge du fleuve Fraser en fonction du réseau hydrographique.

C.8. POLLUTION

Les effets de la pollution à tous les stades biologiques sont une lacune importante dans les connaissances pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Il existe de nombreuses sources de pollution (actuelles et historiques) dans le bassin versant du fleuve Fraser et le long de la côte du Pacifique qui peuvent avoir des impacts sur le saumon rouge du fleuve Fraser, et on connaît les effets négatifs de bon nombre d'entre elles sur diverses populations de saumon du Pacifique, au Canada et aux États-Unis. Des recherches sont nécessaires pour approfondir nos connaissances sur les nombreuses sources et effets des contaminants sur le saumon rouge du fleuve Fraser en vue d'une planification future de l'atténuation et du rétablissement.

C.9. GLISSEMENT DE TERRAIN DE BIG BAR

Le glissement de terrain de Big Bar a eu des répercussions catastrophiques sur les montaisons de 2019 et de 2020 des saumons rouges du fleuve Fraser qui frayent en amont. Des efforts importants ont été déployés sur le site depuis le glissement de terrain, et une échelle à poissons est en cours de construction pour permettre le passage des générations futures. Des recherches seront nécessaires pour déterminer les impacts du glissement de terrain sur les cohortes qui l'ont rencontré et leur progéniture, ainsi que l'efficacité du passage par l'échelle à

poissons qui vient d'être construite. Cela sera probablement plus important dans les années à venir en raison de la variabilité croissante des régimes d'écoulement dans le cours principal du fleuve Fraser résultant des modifications apportées aux surfaces de captage et des changements climatiques.