



ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DE 11 UNITÉS DÉSIGNABLES DE SAUMON CHINOOK (*ONCORHYNCHUS TSHAWYTSCHA*) DU FLEUVE FRASER, PARTIE 2 : ÉLÉMENTS 12 À 22



Phase de fraie du saumon chinook adulte.
Source : Pêches et Océans Canada

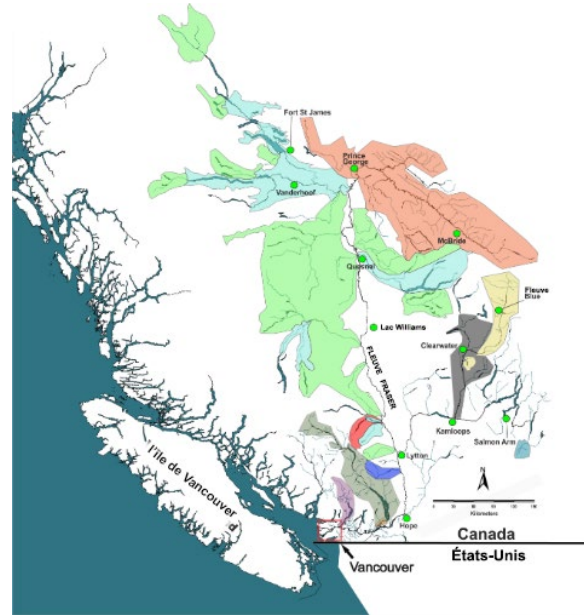


Figure 1. Carte du bassin versant du fleuve Fraser montrant les régions natales des 11 unités désignables.

Contexte :

En novembre 2018, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné onze unités désignables de saumon chinook (aussi appelé « saumon quinnat ») du sud de la Colombie-Britannique qui frayent dans le bassin hydrographique du fleuve Fraser comme menacées ou en voie de disparition. La Direction des sciences de Pêches et Océans Canada a été chargée d'effectuer une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) en vue d'étayer l'ajout possible de ces populations du Fraser à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP). L'avis formulé dans l'EPR servira à éclairer les aspects scientifiques et socioéconomiques du processus d'inscription, à éclairer la préparation d'un programme de rétablissement et d'un plan d'action, à soutenir le processus décisionnel concernant la délivrance de permis ou la conclusion d'ententes, et à orienter la formulation des exemptions et des conditions connexes en cas d'inscription à la liste de la LEP. Les avis obtenus dans le cadre de ce processus permettront de mettre à jour ou de regrouper tout avis existant concernant ces populations de saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 7 au 9 juillet 2020, du 1^{er} octobre 2020 et du 11 au 12 mars 2021 sur l'Évaluation du potentiel de rétablissement : saumon quinnat (*Oncorhynchus tshawytscha*) du fleuve Fraser - Onze unités désignables (Éléments 12-22). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- Il s'agit de la seconde des deux parties d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) pour 11 unités désignables (UD) de saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique qui frayent dans le bassin hydrographique du Fraser. L'objectif principal de cette partie de l'EPR est de proposer des objectifs de rétablissement, de prédire les tendances de la population à court terme, d'évaluer les options d'atténuation et d'élaborer une évaluation des dommages admissibles.
- Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué les UD en novembre 2018 (COSEPAC 2019), et en a désigné quatre comme étant *menacées* et sept comme étant en *voie de disparition*. Les tendances à la baisse de l'abondance se sont poursuivies pour ces UD depuis l'évaluation du COSEPAC. Les UD évaluées sont les suivantes :
 - Bas Fraser, type océanique, automne – Harrison (UD 2)
 - Bas Fraser, type fluvial, été – haute Pitt (UD 4)
 - Bas Fraser, type fluvial, été (UD 5)
 - Moyen Fraser, type fluvial, printemps – Nahatlatch (UD 7)
 - Moyen Fraser, type fluvial, automne – Portage (UD 8)
 - Moyen Fraser, type fluvial, printemps (UD 9)
 - Moyen Fraser, type fluvial, été (UD 10)
 - Haut Fraser, type fluvial, printemps (UD 11)
 - Thompson Sud, type fluvial, été – Bessette (UD 14)
 - Thompson Nord, type fluvial, printemps (UD 16)
 - Thompson Nord, type fluvial, été (UD 17)
- Pour chaque UD, deux objectifs de rétablissement ont été proposés :
 - Un objectif de **survie** qui se rapproche des conditions telles qu'une UD ne serait pas caractérisée comme *en voie de disparition* ou *menacée* par le COSEPAC.
 - Un objectif de **rétablissement** où la persistance à long terme de l'UD est assurée.Chaque objectif était composé de deux points de référence : l'abondance moyenne des géniteurs par génération et la tendance de l'abondance des géniteurs sur trois générations.
- Pour l'UD 2, une série de données sur les géniteurs et le recrutement sur 30 ans (années d'éclosion 1984-2013) a été utilisée dans un modèle de population pour estimer les paramètres récents de la population. Cette analyse suggère que la productivité de la population a été variable, mais qu'elle a diminué au fil du temps.
- Pour l'UD 2, les points de référence d'abondance étaient basés sur la productivité moyenne de la population à long terme. Cependant, d'autres approches pour estimer les points de référence lorsque la productivité est variable ont été discutées. Pour les autres UD, une méthode basée sur l'habitat reposant sur une méta-analyse des données d'autres populations a été utilisée pour estimer les points de référence d'abondance; ces points de référence sont plus incertains que ceux estimés pour l'UD 2.
- Un modèle de projection a été utilisé pour simuler l'abondance de l'UD 2 au cours des trois prochaines générations (2020-2031) en partant de l'hypothèse de base selon laquelle la productivité estimée pour les quatre années les plus récentes pour lesquelles des données complètes étaient disponibles (années d'éclosion 2010-2013) et les taux d'exploitation

récents des pêcheries de saumon américaines et canadiennes (années de capture 2009-2015) resteront inchangés à l'avenir. Dans les conditions du scénario de base, il était « à peu près aussi probable qu'improbable » (33 % à 66 %) que la population modélisée atteigne l'objectif de survie et peu probable (10 % à 33 %) qu'elle atteigne l'objectif de rétablissement.

- Aux taux de récolte du scénario de base, le modèle de projection prévoit qu'une augmentation de la productivité sur 12 ans d'au moins 40 % est nécessaire pour qu'il soit probable (> 66 %) que la population modèle (UD 2) atteigne l'objectif de survie; une augmentation de la productivité d'au moins 140 % est nécessaire pour qu'il soit probable que l'objectif de rétablissement soit atteint. Inversement, avec une productivité de base, le modèle de projection prévoit qu'avec des taux de récolte américains constants, une diminution des taux de récolte du saumon canadien d'au moins 90 % est nécessaire pour qu'il soit probable (> 66 %) que la population modèle atteigne l'objectif de survie. Dans le cas de la productivité de base, sans pêche de saumon canadien, la probabilité d'atteindre l'objectif de rétablissement était de 41 %.
- Il n'y avait pas suffisamment de données pour les dix autres UD pour effectuer une analyse similaire à celle utilisée pour l'UD 2. Cependant, le taux de déclin de l'abondance observé dans la plupart de ces UD et les menaces déterminées dans la partie 1 de l'EPR laissent croire que des déclins à long terme de la productivité se produisent, et il a été jugé que ces UD n'atteindront probablement pas les objectifs de survie ou de rétablissement en trois générations si les conditions actuelles se poursuivent. Pour les UD 9, 10 et 11, la migration vers les zones de fraie est actuellement entravée par le glissement de terrain de Big Bar dans le fleuve Fraser, et ces UD sont susceptibles de subir des déclins plus importants à court terme que les autres UD. Des mesures d'atténuation sont en cours pour diminuer le glissement, mais leur efficacité à long terme est inconnue.
- Une liste préliminaire de mesures d'atténuation a été élaborée et pourrait répondre aux menaces déterminées dans la partie 1 de l'EPR. Ces mesures peuvent augmenter la survie ou la productivité, mais on ne disposait pas d'informations permettant d'évaluer leur efficacité, ni leur capacité à accroître la probabilité d'atteindre les objectifs de rétablissement.
- Pour l'UD 2, dans le cadre des valeurs de référence pour la récolte et la productivité, la mortalité d'origine humaine et les autres sources de dommages cernées dans l'évaluation des menaces devraient être considérablement réduites par rapport à la mortalité de référence afin de ne pas compromettre le rétablissement.
- De nombreuses UD de type fluvial ont connu des déclins d'abondance plus graves que l'UD 2 et certaines ont de petites populations (< 1000 géniteurs). Pour les UD 7, 8 et 14, la zone d'habitat de fraie est limitée et les populations actuelles sont très petites. Comme indiqué ci-dessus, pour les UD 9, 10 et 11, les préoccupations supplémentaires dues au glissement de terrain de Big Bar subsisteront jusqu'à ce que les effets du glissement soient atténués. Les dommages sont susceptibles de continuer à compromettre le rétablissement. Par conséquent, pour favoriser la survie et le rétablissement dans ces UD, il est conseillé d'empêcher tout dommage futur et continu causé par l'homme.
- Prédire les changements futurs dans la productivité et l'abondance du saumon est un défi à l'ère actuelle où les conditions changent rapidement, car il y a une incertitude significative à la fois dans l'état futur des environnements naturels et dans la capacité d'atténuer les effets anthropogéniques. L'abondance et la productivité des géniteurs doivent être surveillées de près pour déterminer si des changements se produisent, et les hypothèses du modèle, les projections de population et les avis scientifiques doivent être réexaminés si nécessaire.

- Des données permettant de surveiller de manière fiable les changements dans l'état de la population existent pour l'UD 2, mais pour la plupart des autres UD, les estimations de l'abondance sont moins fiables, des estimations cohérentes des taux d'exploitation ne sont pas disponibles, et les attributs biologiques de base des populations reproductrices ne sont pas bien connus. Une meilleure connaissance de ces populations est nécessaire pour la planification du rétablissement.

INTRODUCTION

Justification de l'évaluation du potentiel de rétablissement

En tant que ministère compétent pour les espèces aquatiques en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), Pêches et Océans Canada (MPO) est tenu de prendre plusieurs mesures en application de la *Loi* lorsque le COSEPAC désigne une espèce aquatique comme étant *menacée*, *en voie de disparition* ou *disparue*. Bon nombre de ces mesures nécessitent la collecte d'information scientifique sur la situation actuelle de l'espèce, sur les menaces qui pèsent sur sa survie et son rétablissement, et sur le potentiel de rétablissement de l'espèce. En pareil cas, l'avis scientifique est habituellement formulé dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) effectuée après l'évaluation du COSEPAC, ce qui permet d'intégrer les analyses scientifiques ayant fait l'objet d'un examen par les pairs aux processus prévus par la LEP, y compris les décisions concernant l'inscription à l'annexe 1 et la planification du rétablissement si l'espèce y est inscrite.

En novembre 2018, le COSEPAC (2019) a évalué le statut de 16 des 28 UD de saumon chinook du sud de la Colombie-Britannique considérées comme n'ayant pas ou ayant peu bénéficié d'un renforcement artificiel au cours des trois dernières générations, ou sur lesquelles le MPO considérait qu'on ne disposait pas de données suffisantes pour les évaluer. La présente évaluation a conduit à l'attribution du statut d'espèce « *en voie de disparition* » à huit UD, « *menacée* » à quatre, « *préoccupante* » à une et de *non en péril** à une. Les données étaient insuffisantes pour permettre d'évaluer deux UD. Cette EPR couvre 11 des UD évaluées par le COSEPAC qui frayent dans le bassin hydrographique du Fraser, qui ont toutes été désignées comme étant soit *menacées*, soit *en voie de disparition* (tableau 1). Chaque UD visée par cette EPR correspond à une seule unité de conservation (UC) de la Politique concernant le saumon sauvage (PSS). Les UD sont largement réparties dans le bas Fraser (UD 2, 4, 5), le moyen Fraser (UD 7, 8, 9 et 10) et le haut Fraser (UD 11), ainsi que dans la rivière Thompson Nord (UD 16 et 17) et la rivière Thompson Sud (UD 14). Trois d'entre elles (UD 2, 7 et 8) ont une seule frayère, tandis que les autres ont des sites de fraie dans de multiples réseaux hydrographiques.

Tableau 1. Unités désignables du saumon chinook du Fraser couvertes dans la présente EPR, et leur relation avec les unités de conservation de la Politique concernant le saumon sauvage et les zones de gestion des pêches (ZG). La notation numérique « ZG » fait référence au type de cycle de vie dominant pour chaque UD : 4₂ et 5₂ sont des saumons chinooks de type fluvial où les juvéniles migrent vers la mer en tant que poissons d'un an et reviennent à un âge total (eau douce + mer) de 4 ou 5 ans; 4₁ est un cycle de vie de type océanique où les juvéniles migrent vers la mer en tant que poissons d'un an et reviennent principalement à un âge total de 4 ans.

ZG	UC	UD	Nom de l'UD	Statut selon le COSEPAC
Printemps 5 ₂	CK-08	UD 7	Population du moyen Fraser, type fluvial, printemps (MFR – Nahatlatch)	En voie de disparition
	CK-10	UD 9	Moyen Fraser, type fluvial, printemps (MFR – printemps)	Menacée
	CK-12	UD 11	Haut Fraser, type fluvial, printemps (HFR – printemps)	En voie de disparition
	CK-18	UD 16	Thompson Nord, type fluvial, printemps (ThN – printemps)	En voie de disparition
Été 5 ₂	CK-05	UD 4	Bas Fraser, type fluvial, été (BFR – haute Pitt)	En voie de disparition
	CK-06	UD 5	Bas Fraser, type fluvial, été (BFR – été)	Menacée
	CK-09	UD 8	Moyen Fraser, type fluvial, automne (MFR – Portage)	En voie de disparition
	CK-11	UD 10	Moyen Fraser, type fluvial, été (MFR – été)	Menacée
	CK-19	UD 17	Thompson Nord, type fluvial, été (ThN – été)	En voie de disparition
Printemps 4 ₂	CK-16	UD 14	Thompson Sud, type fluvial, été (ThS – Bessette)	En voie de disparition
Automne 4 ₁	CK-03	UD 2	Bas Fraser, type océanique, automne (BFR – Harrison)	Menacée

La présente EPR est la seconde de deux parties pour les 11 UD du saumon chinook du fleuve Fraser visées par l'évaluation du COSEPAC (2019). Cette partie de l'EPR couvrira les éléments 12 à 22 des lignes directrices de l'EPR du MPO, comme décrit dans le [cadre de référence](#). Pour des raisons de lisibilité, les 11 éléments seront regroupés en quatre sections : objectifs de rétablissement, projections prospectives, évaluation des options d'atténuation potentielles et évaluation des dommages admissibles. En raison des différences de type de cycle biologique et de disponibilité des données, une grande partie des conseils a été élaborée séparément pour l'UD 2 de type océanique et les dix UD de type fluvial.

ÉVALUATION

Objectifs de rétablissement

Deux objectifs de rétablissement ont été développés pour chaque UD (tableau 2). Le premier objectif pourrait faire en sorte que les UD atteignent le statut d'*espèce préoccupante*, selon les lignes directrices quantitatives du COSEPAC, et a été appelé « objectif de **survie** », car il vise à réduire le risque imminent d'extinction. Le second, appelé « objectif de **rétablissement** », comprenait des critères de référence tels que celui selon lequel l'UD devait répondre aux critères d'un statut *non en péril* ou *rétablie*. Cette approche est conforme aux conseils du MPO sur l'établissement des objectifs de rétablissement de la LEP (MPO 2011). La réalisation de ces objectifs ne signifie pas que le statut correspondant sera nécessairement attribué lors d'une révision du COSEPAC, car d'autres aspects (tels que l'atténuation des menaces en cours) sont également susceptibles d'être pris en compte.

Chaque objectif consistait en un point de référence d'abondance et un point de référence de tendance. Une UD est considérée comme ayant atteint l'objectif si les critères associés aux deux points de référence sont remplis. Les points de référence d'abondance des géniteurs étaient fondés sur les procédures élaborées dans le cadre de la Politique concernant le saumon sauvage (PSS) du MPO pour l'évaluation des unités de conservation du saumon sauvage. Le point de référence d'abondance utilisé pour l'objectif de **survie** était la valeur G_{GEN} , soit l'abondance de géniteurs qui entraînerait le rétablissement à un point de référence supérieur en une génération en l'absence de mortalité par pêche. Le point de référence utilisé pour l'objectif de **rétablissement** était 85 % de la valeur G_{RMD} , soit l'abondance des géniteurs qui est prévue pour aboutir au rendement maximal durable à long terme. Dans les cas où les points de référence calculés étaient < 1 000 géniteurs, le point de référence d'abondance a été fixé à 1 000 géniteurs, conformément au critère D du COSEPAC pour les petites populations.

Le calcul des points de référence d'abondance de la PSS est normalement basé sur une analyse des données relatives aux stocks reproducteurs. Pour les UD évaluées ici, de telles données n'existent que pour l'UD 2. Pour les UD de type fluvial, un modèle prédictif basé sur la superficie du bassin versant a été utilisé pour calculer les paramètres clés du recrutement des stocks nécessaires à l'élaboration des points de référence de la PSS. Ces estimations sont plus incertaines en raison de l'erreur de prédiction associée au modèle basé sur l'habitat.

Les valeurs du point de référence de tendance étaient tirées des lignes directrices quantitatives du COSEPAC et le taux de changement déterminé dépendait de la taille de la population telle que définie par les points de référence d'abondance générationnels.

Les estimations de G_{GEN} et G_{RMD} dépendent en partie de la productivité de l'UD. Habituellement, les points de référence d'abondance sont calculés en utilisant toutes les données disponibles, et sont basés sur la productivité moyenne pendant la période de disponibilité des données. Si les points de référence sont calculés à partir de données provenant d'une période de faible productivité, la valeur G_{RMD} est réduite et la valeur G_{GEN} augmente généralement, par rapport aux valeurs dérivées d'une période où la productivité est plus élevée. La pratique actuelle du MPO, dans le cadre de l'évaluation des stocks de saumon, est de ne pas recalculer les points de référence lors de changements transitoires dans la productivité des populations. Un nouveau calcul des points de référence peut être justifié si un nouveau régime de productivité est quantifié, documenté et susceptible d'être persistant.

La productivité de l'UD 2 a été très variable, et les points de référence d'abondance pour cette UD ont été basés sur l'analyse de la série chronologique complète de données d'abondance (années d'éclosion 1984-2013) qui comprend des périodes de forte et de faible productivité. L'estimation de G_{RMD} qui sous-tend les points de référence pour l'UD 2 était le point de

Région du Pacifique EPR du saumon chinook du fleuve Fraser : éléments 12 à 22

référence de la PSS, qui a fait l'objet d'un engagement dans le Traité sur le saumon du Pacifique (TSP) convenu bilatéralement comme objectif d'échappée pour la durée du traité actuel.

Pour les UD de type fluvial, les points de référence d'abondance ont été dérivés d'une méta-analyse des paramètres de stocks reproducteurs à partir de données historiques provenant d'une variété de populations de saumon chinook nord-américaines et sont donc basés sur la productivité à long terme de toutes les populations incluses dans la méta-analyse initiale.

Tableau 2. Objectifs de survie et de rétablissement pour chaque UD. L'objectif de survie est d'atteindre le statut d'espèce préoccupante du COSEPAC. L'objectif de rétablissement consiste à atteindre le statut d'espèce rétablie ou d'espèce non en péril. Pour atteindre l'objectif, chaque population doit répondre à la fois aux critères d'abondance et de tendance. L'abondance est basée sur la valeur G_{GEN} ou 85 % de G_{RMD} pour les objectifs de survie ou de rétablissement, respectivement, sauf indication contraire.

UD	Nom abrégé de l'UD	Objectif de survie		Objectif de rétablissement	
		Abondance	Tendance	Abondance	Tendance
UD 2	BFR-Harrison	15 318	< 30 % de baisse	63 808	< 30 % de baisse
UD 4	BFR-Haute Pitt	1 000 ²	Croissance positive de la population	1 000 ²	Croissance positive de la population
UD 5 ¹	BFR-Été	1 000 ²	Croissance positive de la population	1 285	Croissance positive de la population
UD 7	MFR-Nahatlach	1 000 ²	Croissance positive de la population	1 000 ²	Croissance positive de la population
UD 8	MFR-Portage	1 000 ²	Croissance positive de la population	1 358	Croissance positive de la population
UD 9	MFR-Printemps	5 331	Croissance positive de la population	22 216	< 30 % de baisse
UD 10	MFR-Été	5 878	Croissance positive de la population	25 260	< 30 % de baisse
UD 11	HFR-Printemps	5 273	Croissance positive de la population	24 883	< 30 % de baisse
UD 14	THS-Bessette	1 000 ²	Croissance positive de la population	1 000 ²	Croissance positive de la population
UD 16	THN-Printemps	1 000 ²	Croissance positive de la population	3 865	Croissance positive de la population
UD 17	THN-Été	1 824	Croissance positive de la population	7 773	Croissance positive de la population

¹ Pour l'UD 5, l'objectif de rétablissement ne représente qu'un objectif pour les systèmes échantillonnés, et non pour l'UD dans son ensemble, car le système de la rivière Lillooet n'est pas inclus dans cette estimation.

² Pour les UD dont l'objectif d'abondance G_{GEN} ou G_{RMD} est < 1 000, l'objectif d'abondance a été fixé à un minimum de 1 000 pour garantir le dépassement du critère D du COSEPAC.

La nature des données sur les géniteurs disponibles pour évaluer chaque UD par rapport aux points de référence varie. Pour l'UD 2, des efforts considérables sont réalisés pour estimer l'abondance des géniteurs, et ces valeurs sont considérées comme non biaisées et relativement précises. Pour les autres UD, les données sur les géniteurs varient en termes de biais et de précision. Pour les UD 4, 5, 7, 14 et 16, seules certaines des zones de fraie connues sont étudiées. Les estimations qui en découlent sont probablement biaisées vers le bas et ce biais doit être pris en compte lors de l'évaluation de l'UD par rapport aux points de référence d'abondance. Les données peuvent être plus appropriées pour l'indicateur de tendance en supposant que toutes les zones de fraie dans l'UD ont des tendances similaires et que la méthode d'évaluation a été stable pour la fenêtre temporelle de trois générations utilisée pour le calcul de la tendance. Pour les UD 9, 10, 11 et 17, la plupart des principales zones de fraie sont

évaluées à l'aide de survols en hélicoptère effectués au pic de la fraie; pour la DU 8, un comptage sur flotteurs est effectué. Pour convertir les estimations visuelles en abondances réelles, des facteurs d'étalonnage constants sont utilisés, ce qui introduit potentiellement des erreurs, car la relation réelle entre l'abondance observée et l'abondance réelle varie probablement selon le site et l'année. Il existe un risque de biais supplémentaire si les relevés n'ont pas accès à toutes les zones de fraie. Dans ces cas, les indicateurs de tendance et d'abondance peuvent être appliqués, mais les résultats doivent être considérés dans le contexte de l'incertitude des données.

Projections de population à court terme

L'objectif des éléments 13 et 15 de l'EPR est de projeter les trajectoires de la population à court terme (trois générations dans ce cas) en utilisant les paramètres actuels (ou les plus récents disponibles) de la dynamique de la population, et de prendre en compte les effets de la modification des paramètres clés sur les trajectoires de la population.

UD 2

Pour l'UD 2, une série chronologique de 30 ans de données démographiques a été utilisée pour estimer les paramètres de population actuels nécessaires aux simulations prospectives. Trois modèles candidats de population de saumon ont été pris en compte pour l'estimation des paramètres requis. Ces modèles prédisent la relation entre le nombre de géniteurs d'une année et le nombre moyen de recrues qu'ils sont censés produire. Cependant, pour une année donnée, le nombre observé de recrues sera la somme du nombre prédit par le modèle pour l'abondance des géniteurs de cette année-là, et d'une composante aléatoire supplémentaire sans rapport avec l'abondance des géniteurs qui découle d'événements environnementaux imprévisibles et d'erreurs de mesure.

Les modèles sont les suivants :

1 : *Modèle standard de stock-recrutement de Ricker*

Ce modèle estime la relation entre le recrutement et l'abondance des géniteurs en utilisant deux paramètres (α et β). Alpha (α) est une mesure de la productivité d'une population de petite taille, et β détermine la force des processus dépendant de la densité qui font que la productivité diminue avec l'augmentation de l'abondance. La productivité de la population est définie comme le rapport entre le nombre de recrues (R) et le nombre de géniteurs (G). On suppose que les paramètres restent constants dans le temps. On suppose que la variation annuelle du recrutement autour de la moyenne prédite par le modèle est un processus aléatoire.

2 : *Modèle de Ricker avec variation environnementale autocorrélée*

Comme dans le modèle 1, ce modèle suppose des paramètres constants pour le modèle de Ricker, mais la variation du recrutement d'une année sur l'autre peut être autocorrélée (c'est-à-dire que l'année en cours peut être similaire à l'année précédente). Cette approche permet à la population de connaître des « séries » de bonne ou de mauvaise productivité, qui peuvent imiter des modèles à plus long terme de variation environnementale.

3 : *Modèle de Ricker avec alpha variable dans le temps*

Dans ce cas, le paramètre de productivité de la population, α , peut varier dans le temps selon un modèle aplani, suivant les tendances de la productivité dans les données, bien qu'il existe une composante de variation non décrite par le modèle en raison des processus aléatoires et des erreurs de mesure. Le modèle donne une estimation de α pour chaque année des données relatives aux stocks reproducteurs.

Le choix du modèle dont il faut tirer les paramètres pour les projections prospectives était largement basé sur le rendement de chaque modèle à décrire la productivité récente, puisque les projections doivent être basées sur les paramètres actuels de la dynamique de la population. Un diagnostic primaire consiste à examiner les tendances des résidus du modèle (la différence entre la prédiction du modèle et la valeur observée). Les modèles 1 et 2 n'ont pas pu suivre le déclin de la productivité qui s'est produit et les résidus de productivité ont montré une tendance à passer de valeurs plus positives dans les données plus anciennes à des valeurs plus négatives dans les années les plus récentes, ce qui signifie que l'utilisation des paramètres de ces modèles aura tendance à surestimer la productivité récente par rapport à ce qui a été observé. Le modèle 3 permet de suivre l'évolution de la productivité, et les résidus ne présentent pas de tendance temporelle (figure 2). De plus, les résidus du modèle 3 ont des propriétés plus souhaitables, car les écarts sont plus petits et semblent varier de façon aléatoire dans le temps, sans modèle discernable.

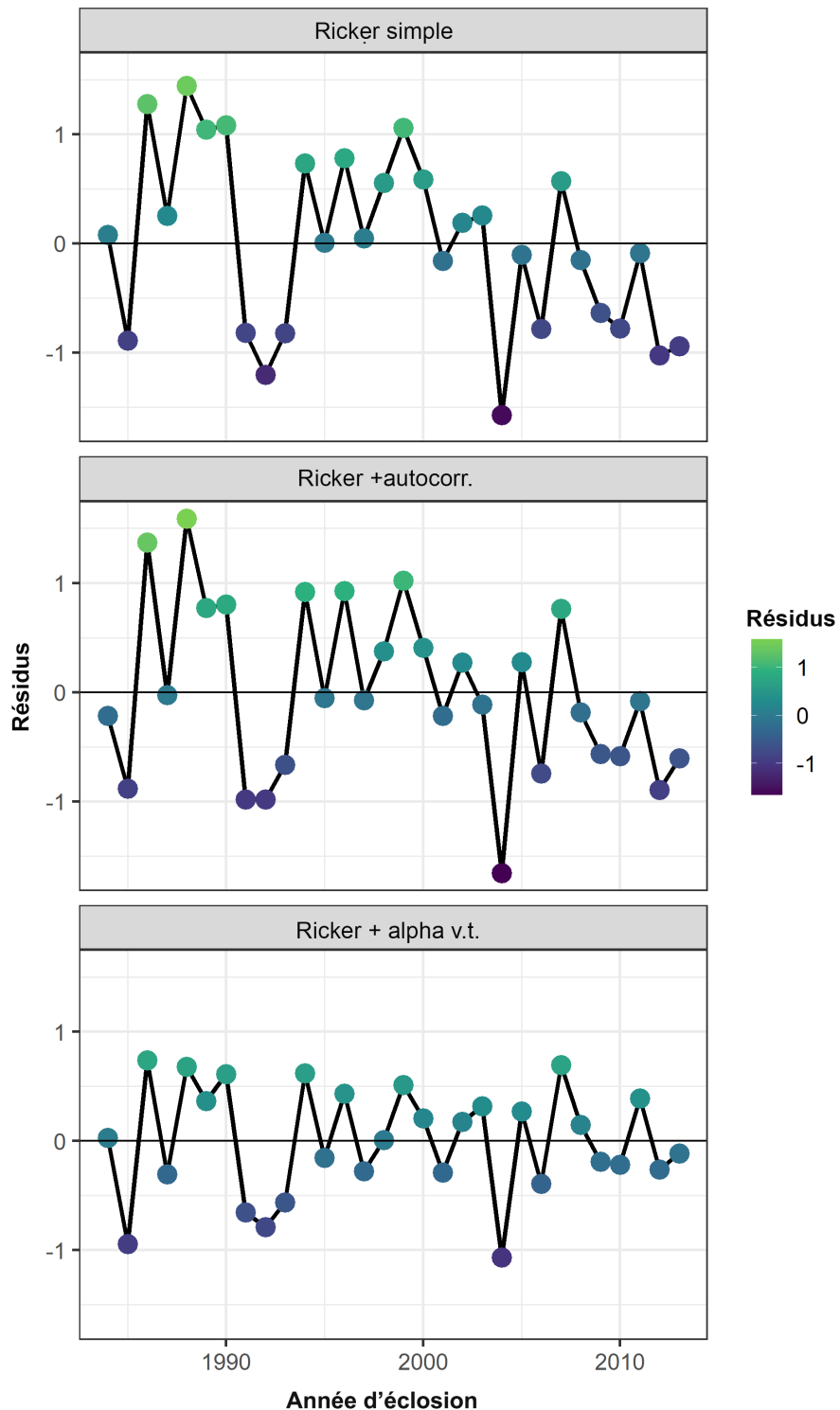


Figure 2. Résidus ($\log(\text{recrues}/\text{géniteur})$ observé - $\log(\text{recrues}/\text{géniteur})$ prédit) résultant de l'ajustement de trois modèles différents aux données sur le stock et le recrutement de l'UD 2 pour les années d'éclosion 1984 à 2013.

Les modèles ont également été comparés à l'aide du critère d'information d'Akaike (AIC), une statistique permettant d'évaluer la pertinence relative de différents modèles. Lors de la

comparaison de modèles de qualité similaire, le critère AIC déterminera le modèle qui explique le mieux les données en utilisant le moins de paramètres possible. Les valeurs AIC des modèles 1 et 2 étaient très similaires, mais la valeur du modèle 3 était légèrement supérieure, ce qui indique que ce modèle pourrait être une option moins privilégiée. Cependant, dans des études de simulation sous divers modèles de baisse de productivité, Holt et Michielsens (2020) ont constaté que les modèles à variation temporelle fournissaient des estimations de paramètres moins biaisées que les modèles de Ricker standard, malgré des critères de sélection de modèles AIC qui favorisaient le modèle de Ricker standard. Ils ont suggéré que le critère AIC peut ne pas être approprié pour choisir entre les modèles de Ricker standard et ceux qui varient dans le temps.

Sur la base de l'évaluation des résidus, les paramètres du modèle 3 ont été choisis pour la simulation prospective. Plus précisément, la moyenne du paramètre de productivité (α) des quatre cohortes complètes les plus récentes (fraie de 2010 à 2013) a été utilisée dans les projections, représentant une productivité actuelle inférieure à la moyenne à long terme (figure 3).

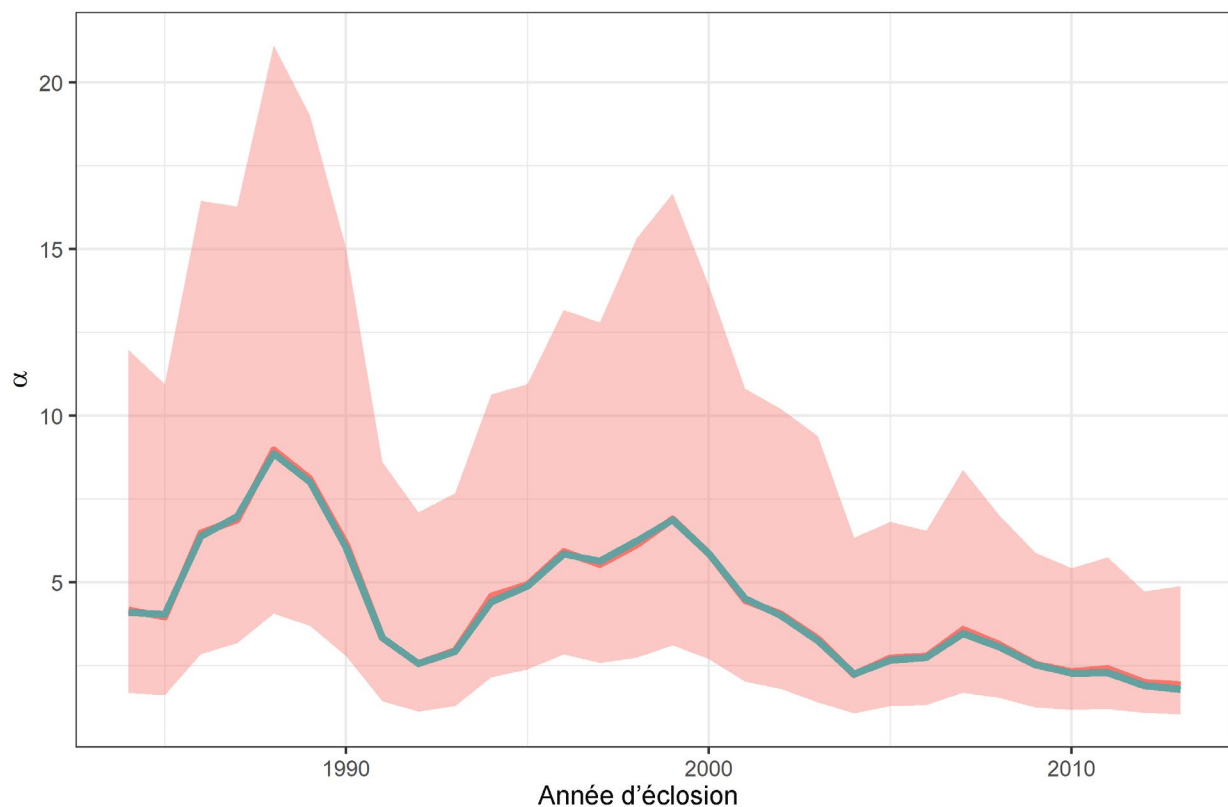
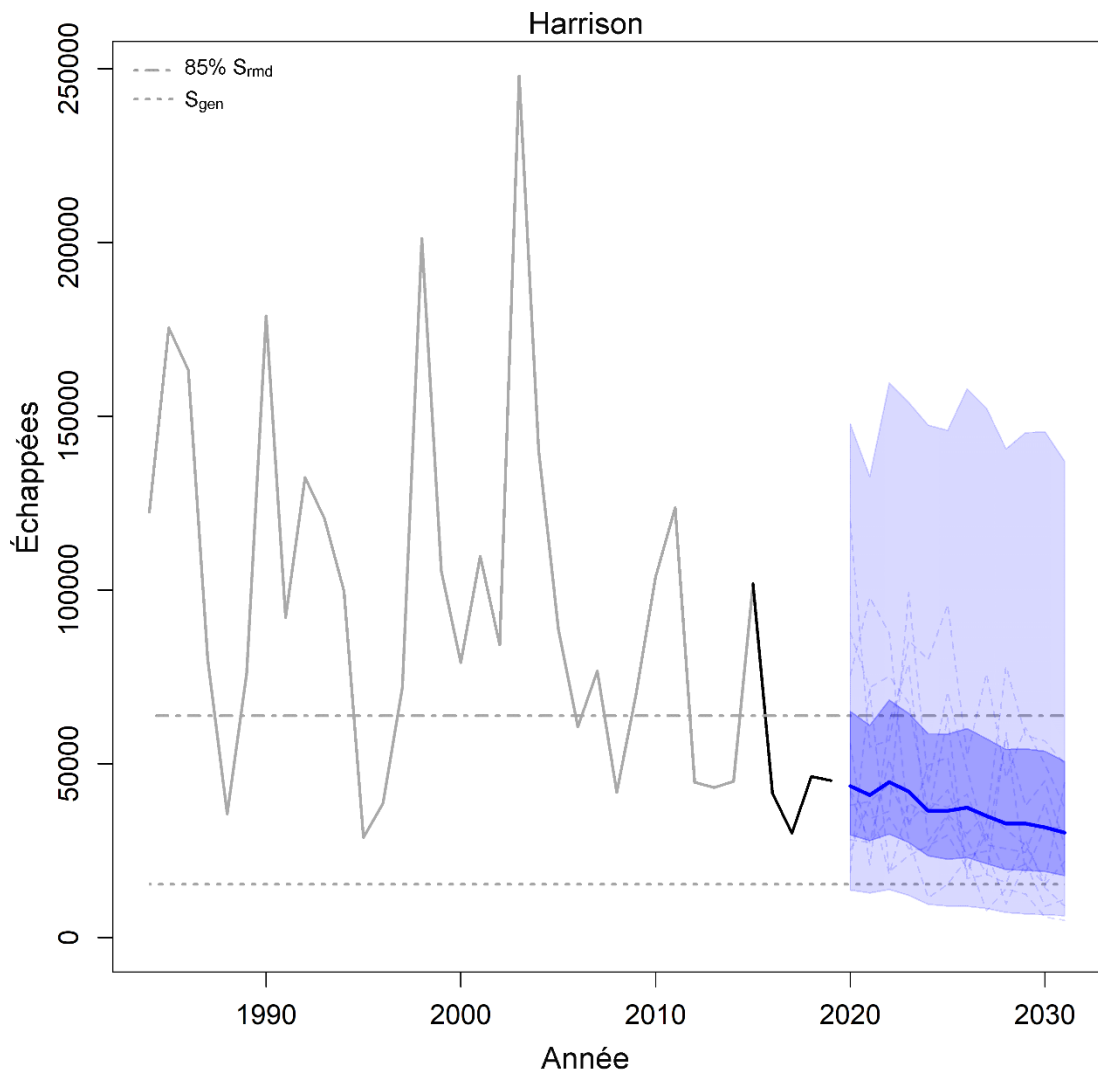


Figure 3. Série temporelle de α estimée par le modèle de Ricker variable dans le temps, avec l'intervalle de crédibilité à 95 % correspondant. Les lignes épaisses montrent les résultats de deux méthodes d'estimation différentes (rouge : bayésienne, bleue : maximum de vraisemblance).

Un modèle de projection prospective basé sur un modèle simple de Ricker a été utilisé pour estimer les tendances de la population de géniteurs pour l'UD 2 pendant 12 ans (2020-2031). Le modèle supposait que la productivité moyenne récente pour les années d'éclosion 2010 à 2013, telle qu'estimée par le modèle de productivité variable dans le temps, resterait inchangée. Le modèle contenait des taux de récolte selon l'âge basés sur l'hypothèse que les niveaux et les profils récents (2009-2015) des prélèvements par pêche canadiens et américains resteraient inchangés. Les taux de récolte ne peuvent pas être facilement convertis en un taux d'exploitation annuel unique, car les poissons immatures et matures sont capturés dans les pêches, mais ils peuvent être approximativement calculés comme suit : $\text{captures}/(\text{captures} + \text{échappées})$ par année. Ce calcul donne un taux d'exploitation total moyen d'environ 30 %, avec un taux d'exploitation total canadien de 18 %.

Une variation aléatoire du recrutement, de l'âge à la maturité et de la mortalité par pêche a été incluse dans le modèle pour simuler certains des facteurs qui entraînent une variation du nombre de géniteurs chaque année. L'incertitude des paramètres démographiques estimés a également été intégrée dans les projections.

Le modèle a prédit que si les conditions récentes persistent, il est très probable que la population (UD 2) continue à décliner lentement (figure 4), et il est aussi probable qu'improbable (33 à 66 %) qu'elle n'atteigne pas l'objectif de survie (tableau 3). Cela découle du fait que 49 % des simulations ont un taux de déclin inférieur au point de référence de 30 % de déclin, bien que 90 % des simulations aient atteint le point de référence d'abondance cible de survie. On a prédit qu'il était peu probable (10-33 %) que la population modèle atteigne l'objectif de rétablissement, car elle a rarement dépassé le point de référence d'abondance de 63 808 géniteurs après 12 ans.



f

Figure 4. Projection prospective simulée de l'abondance des géniteurs pour l'UD 2 de 2020 à 2031 en utilisant la productivité moyenne des années d'éclosion 2010-2013 telle qu'estimée par un modèle de productivité variant dans le temps. La médiane des abondances simulées pour chaque année projetée est représentée par la ligne bleu foncé. La zone ombrée en bleu clair englobe 95 % des abondances simulées (quantiles de 0,025 et 0,975), tandis que le polygone bleu foncé englobe 50 % des abondances simulées (quantiles de 0,25 et 0,75). La série chronologique des échappées de 1984 à 2019 est représentée en gris clair, et la superposition noire met en évidence les années utilisées pour initialiser le modèle de projection. Les lignes pointillées montrent les résultats de dix simulations individuelles choisies au hasard. Les lignes horizontales indiquent les points de référence d'abondance pour la survie (G_{GEN}) et les objectifs de rétablissement (85 % de G_{RMD}).

Tableau 3. Pourcentage de simulations qui atteignent les objectifs de survie et de rétablissement pour l'UD 2, y compris les résultats pour les points de référence d'abondance moyenne générationnelle et de tendance, et la catégorie de risque associée basée sur les catégories de risque et d'incertitude du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Notez que les objectifs de survie ou de rétablissement ne sont considérés comme atteints pour un essai de simulation donné que si les points de référence d'abondance et de tendance sont **tous deux** atteints dans cet essai.

	Simulations atteignant l'objectif	Catégorie de risque du GIEC
Tendance de référence (< baisse de 30 %)	49 %	Aussi probable qu'improbable (33 % à 66 %)
Point de référence d'abondance cible de survie ($\geq 15\ 313$)	90 %	Très probable (90 % à 99 %)
Point de référence d'abondance cible de rétablissement ($\geq 63\ 808$)	17 %	Peu probable (10 % à 33 %)
Objectif de survie (points de référence de tendance et d'abondance)	48 %	Aussi probable qu'improbable (33 % à 66 %)
Objectif de rétablissement (points de référence de tendance et d'abondance)	16 %	Peu probable (10 % à 33 %)

Des analyses de sensibilité ont été utilisées pour évaluer l'effet d'autres scénarios de productivité et de mortalité d'origine humaine sur la probabilité d'atteindre les objectifs de rétablissement proposés. Dans ces simulations, il a été supposé que la productivité (α) évoluerait par incréments linéaires, de la valeur de base (2010-2013) à une augmentation ou une diminution prescrite sur les 12 années de simulation. La fourchette de productivité utilisée dans les analyses de sensibilité était basée sur les changements estimés dans α à partir du modèle à variation temporelle où des déclin de $> 50\ %$ et des augmentations de $> 150\ %$ se sont produits (figure 3). La mortalité par pêche du saumon chinook canadien a été modifiée par rapport à la valeur de base (de 2009 à 2015) pour la première année de la simulation et elle est restée constante par la suite. L'exploitation américaine a été supposée constante à l'échelle de 2009 à 2015. D'autres sources de mortalité d'origine humaine n'ont pas été quantifiées ou prises en compte; il s'agit notamment de la mortalité accidentelle dans les pêches autres que celles de saumon et, éventuellement, de certains effets des activités industrielles dans le bas Fraser et son estuaire.

Les résultats du modèle indiquent que si la productivité reste à la valeur du scénario de base et si les taux de récolte canadiens diminuent de $80\ %$ par rapport aux valeurs du scénario de base, il est probable ($66\ %$ à $90\ %$) que l'UD 2 pourra atteindre l'objectif de survie au cours des trois prochaines générations (figure 5). Il convient de noter que les mesures récentes (2019 et ultérieurement) visant à réduire la récolte du saumon chinook peuvent avoir diminué les taux de récolte actuels en deçà du cas de base; toutefois, les estimations des effets de ces mesures sur les taux de récolte ne sont pas encore disponibles. Si la productivité augmente, la probabilité d'atteindre l'objectif de survie augmentera.

L'UD 2 ne devrait pas être en mesure d'atteindre l'objectif de rétablissement dans aucun des scénarios de taux de récolte à l'échelle de productivité du scénario de base (figure 6). Selon les niveaux de récolte, une augmentation de la productivité de $50\ %$ à $100\ %$ est nécessaire pour que l'UD 2 soit susceptible d'atteindre l'objectif de rétablissement.

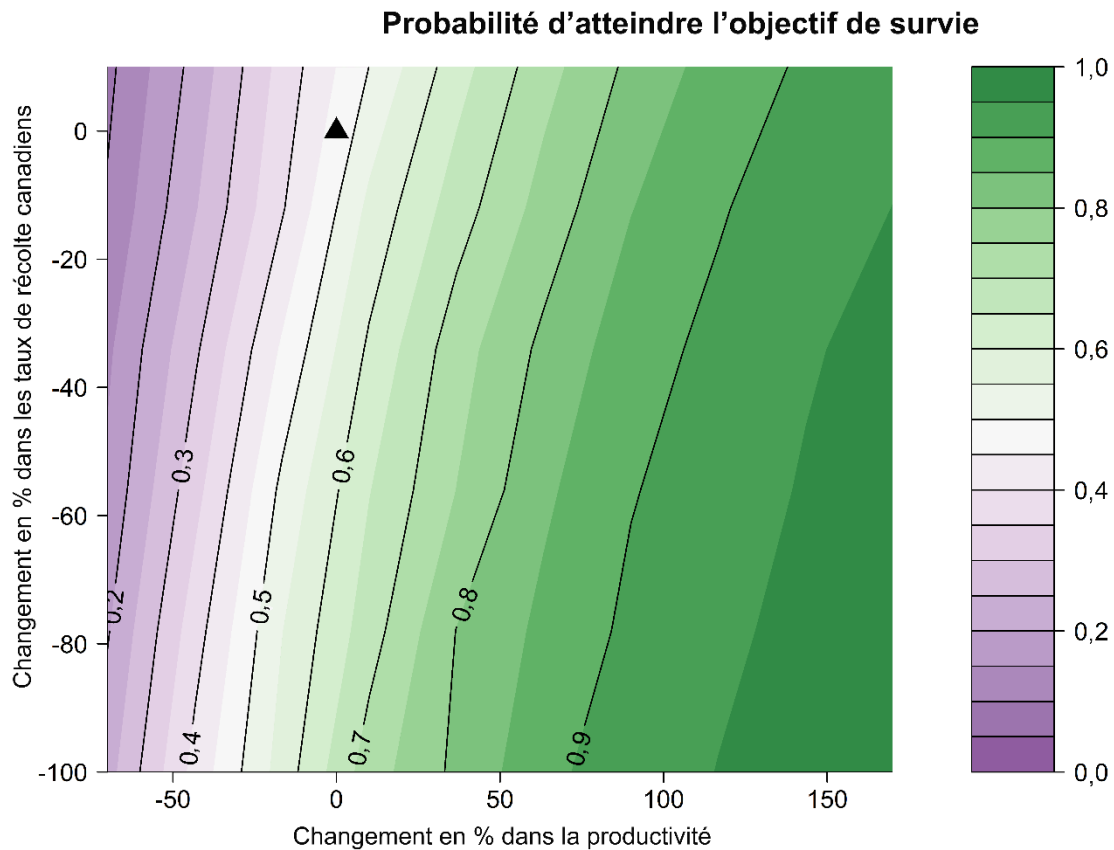


Figure 5. Carte thermique montrant les résultats du modèle pour la probabilité d'atteindre l'objectif de **survie** en fonction des changements de productivité et des changements en pourcentage des taux de récolte canadiens pour l'UD 2. Pour atteindre l'objectif de survie, il faut que l'abondance moyenne des géniteurs de la dernière génération soit supérieure à 15 313 et que le déclin de l'abondance des géniteurs sur trois générations soit inférieur à 30 %. Le triangle indique les conditions de base. On suppose que la productivité évolue de façon linéaire au cours de la simulation de 12 ans, de la valeur du cas de base au pourcentage de changement indiqué par rapport à la valeur du cas de base. Les réductions en pourcentage des taux de récolte canadiens sont basées sur le taux de récolte du cas de base (2009 à 2015) et sont censées se produire instantanément la première année et rester constantes par la suite.

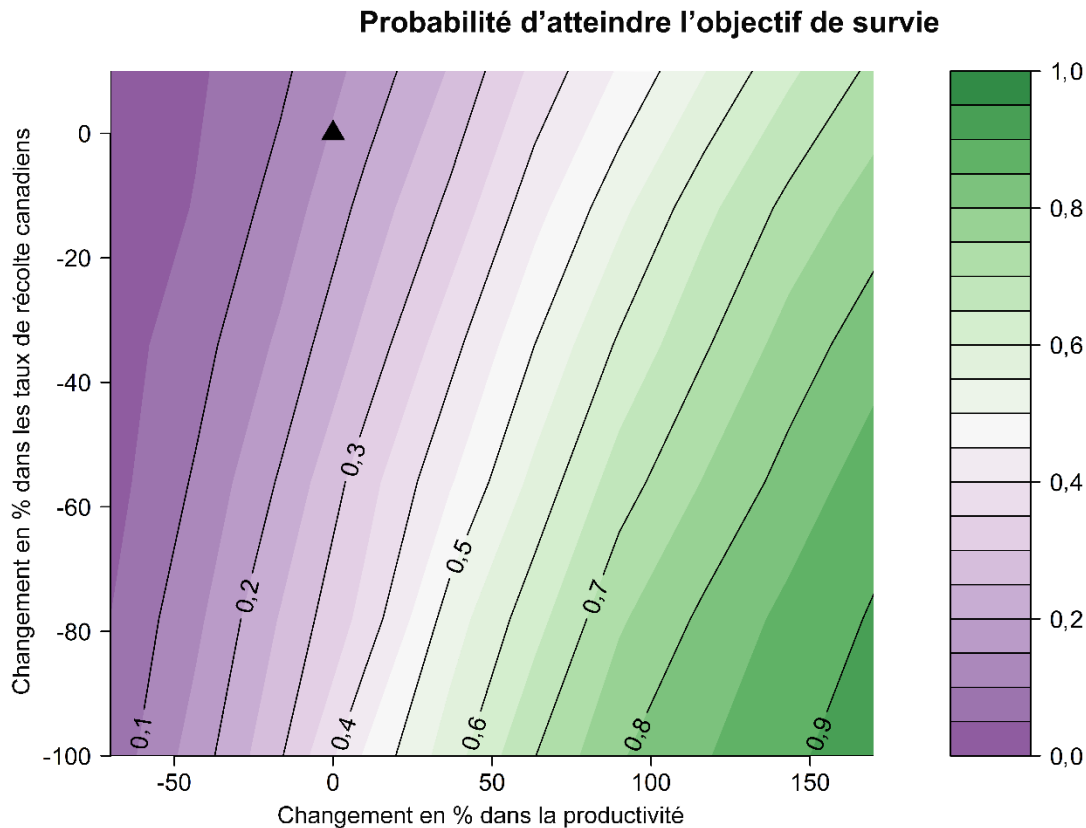


Figure 6. Comme dans la figure 5, sauf qu'elle montre la probabilité d'atteindre l'objectif de **rétablissement** pour l'UD 2. Le triangle indique les conditions de base. Pour atteindre l'objectif de survie, il faut que l'abondance moyenne des géniteurs de la dernière génération soit supérieure à 63 808 et que le déclin sur trois générations soit inférieur à 30 %.

Prédire les changements futurs dans la productivité et l'abondance du saumon est un défi dans une période où les conditions changent rapidement dans les environnements d'eau douce et marins. De nombreuses populations de saumon chinook, mais pas toutes, ont vu leur abondance diminuer à la suite de changements dans la productivité, et des changements à long terme dans la taille, l'âge à la maturité et la fécondité ont été observés. Pour l'UD 2, la productivité a généralement diminué au cours de la période de relevés, mais elle a également alterné entre des périodes de productivité plus élevée et plus faible. On ignore quelle sera la tendance de la productivité à l'avenir. Les scénarios d'augmentation de la productivité peuvent être considérés comme des cas où la productivité augmente naturellement, ou est augmentée par des mesures d'atténuation efficaces. À l'inverse, si les menaces ne faiblissent pas ou si les mesures d'atténuation prennent de nombreuses années avant d'être efficaces, la productivité pourrait rester inférieure à la moyenne ou diminuer davantage à l'avenir. L'effet de ces scénarios sur la probabilité d'atteindre les objectifs de survie ou de rétablissement peut être exploré à l'aide des cartes thermiques.

UD de type fluvial

Une modélisation quantitative a été tentée, mais elle a été considérée comme peu fiable pour les dix autres UD, car les données sur les stocks reproducteurs et le taux d'exploitation étaient insuffisantes. Il a été noté que la plupart des UD avaient connu des déclin importants de l'abondance des géniteurs au cours des trois dernières générations, malgré les efforts déployés

pour réduire la récolte. Bien que l'efficacité des récentes restrictions du taux de récolte soit difficile à quantifier, les tendances des populations du fleuve Fraser et des autres populations de saumon chinook des cours d'eau indiquent qu'un déclin de la productivité est le principal facteur de la réduction de l'abondance des géniteurs. Compte tenu des déclinés continus de l'abondance, il a été jugé peu probable que ces populations atteignent l'objectif de survie au cours des trois prochaines générations si les conditions actuelles persistent.

Les géniteurs adultes des UD 9, 10 et 11 doivent également migrer en amont au-delà du glissement de terrain qui s'est produit en 2019 dans le fleuve Fraser à Big Bar afin d'atteindre leurs frayères. Bien que certains poissons aient été observés en train de passer le glissement, il est probable que le fait que d'autres n'atteignent pas les zones de fraie contribuera au déclin de l'abondance de ces UD jusqu'à ce que les effets du glissement soient atténués et qu'au moins une génération complète de saumons chinook puisse atteindre ses zones de fraie sans entrave.

Mesures d'atténuation des menaces et solutions de rechange

Les 11 UD de saumon chinook visées par cette EPR utilisent un vaste éventail d'habitats, y compris une grande partie du bassin versant du fleuve Fraser, l'estuaire du fleuve Fraser, et les habitats marins proches du rivage et au large. En eau douce, il existe une diversité dans les bassins versants qu'ils utilisent, tant sur le plan écologique qu'en raison de la nature et de la gravité des menaces anthropiques et naturelles qui pèsent sur la persistance de l'UD. Par conséquent, un grand nombre de menaces potentielles ont été cernées dans la partie 1 de l'EPR, et des classements relatifs des menaces pour chaque UD ont été élaborés, principalement sur la base de jugements de l'effet de la menace sur les populations exposées.

Les éléments 16 à 21 des lignes directrices de l'EPR exigent un inventaire des mesures d'atténuation réalisables et des solutions de rechange pour les activités déterminées comme des menaces dans la partie 1, et si possible, une évaluation des effets potentiels que ces mesures d'atténuation peuvent avoir sur la réalisation des objectifs de rétablissement.

Dans cette EPR, la définition initiale des mesures d'atténuation des menaces et des solutions de rechange aux activités a été effectuée et un inventaire de haut niveau des activités qui pourraient potentiellement répondre aux menaces importantes a été élaboré. Il est reconnu que bon nombre des menaces cernées sont difficiles à atténuer parce qu'elles se produisent dans de vastes paysages, ont des effets cumulatifs et sont exacerbées par les changements climatiques. De nombreuses mesures d'atténuation peuvent avoir une portée locale et un effet limité. Nous évaluons chaque menace et chaque mesure d'atténuation connexe individuellement, mais toutes ont le potentiel d'interagir de manière cumulative. Ainsi, l'incidence des effets cumulatifs entre les menaces doit être prise en compte dans la prise de décision.

Une évaluation complète des options d'atténuation nécessitera une analyse propre à l'UD en raison de la diversité des écosystèmes, des antécédents et de l'éventail des menaces. Dans la plupart des cas, il ne sera pas possible d'évaluer quantitativement les avantages possibles des mesures d'atténuation sur la productivité ou la survie en raison du manque d'informations de base sur le cycle de vie et l'utilisation de l'habitat et de données sur la population.

La production en éclosérie peut être utilisée pour augmenter l'abondance des adultes et peut compenser les effets de nombreuses menaces, mais comme elle ne constitue pas une atténuation directe d'une menace déterminée, elle n'a pas été incluse dans le tableau. Les écloséries peuvent jouer un rôle important dans la préservation des populations en danger critique d'extinction en prévenant une extinction imminente, mais les poissons d'éclosérie frayant dans la nature ne sont pas inclus dans les évaluations de l'état selon la PSS ou du COSEPAC et peuvent donc jouer un rôle plus limité dans le rétablissement.

Le tableau 4 ci-dessous énonce une série de mesures d'atténuation et de solution de rechange aux mesures en relation avec les menaces déterminées dans la partie 1 de l'EPR. Les catégories de menaces sont fournies par le calculateur de menaces génériques du COSEPAC. Une brève description de chaque menace dans le contexte du saumon chinook est fournie ainsi que l'effet le plus probable sur l'état de l'UD. Le terme « habitat » désigne ici l'habitat du poisson tel que défini dans la *Loi sur les pêches*. Aucune tentative n'a été faite pour classer par ordre de priorité les solutions d'atténuation en fonction de l'UD; toutefois, les tableaux de menaces du MPO (2020) contiennent des cotes propres à l'UD pour chaque menace, ce qui peut fournir une certaine orientation. Les solutions d'atténuation varieront en fonction de leur potentiel à influencer sur le rétablissement, ainsi que de leur coût et de leur faisabilité; ces facteurs ne sont pas non plus pris en compte ici, et devront probablement faire partie d'une analyse spécifique à l'UD.

Tableau 4. Stratégies d'atténuation potentielles et solutions de rechange pour répondre aux menaces pesant sur les UD du saumon chinook qui ont été cernées dans la partie 1 de l'EPR.

Catégorie de menace principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menace	Voie(s) probable(s)	Options d'atténuation	Remarques
<i>Développement résidentiel et commercial</i>	<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 actuel et futur pour réduire au minimum les effets et assurer la réussite de la compensation pour prévenir la perte d'habitat. 	-
<i>Agriculture et aquaculture</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes de l'agriculture, de l'horticulture et de l'aquaculture 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Interactions concurrentielles entre les poissons relâchés dans les écloseries et les poissons sauvages 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer le développement actuel et futur pour réduire au minimum les effets sur l'habitat. • Passage à l'aquaculture en milieu fermé • Modifier les stratégies des écloseries pour réduire au minimum les interactions négatives avec les populations sauvages. 	Cela comprendrait la production en écloserie à l'intérieur et à l'extérieur du bassin versant du fleuve Fraser, car des interactions sont possibles dans l'environnement marin. Les écloseries de conservation peuvent jouer un rôle dans l'augmentation de l'abondance des populations diminuées.
<i>Production d'énergie et exploitation minière</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes et activités d'extraction minière (par exemple, extraction de gravier, exploitation de placers, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer le développement actuel et futur afin de réduire au minimum les effets sur l'habitat et assurer le succès de la compensation pour prévenir la perte d'habitat. 	-
<i>Corridors de transport et de service</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Empreintes des routes, des chemins de fer, des lignes de services publics et des voies de navigation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Réduction de la connectivité 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer le développement actuel et futur afin de réduire au minimum les effets sur l'habitat et assurer le succès de la compensation pour prévenir la perte et la connectivité des habitats. • Maintenir et améliorer la connectivité en entretenant les structures existantes et en remplaçant celles qui ne fonctionnent pas. 	-
<i>Utilisation des ressources biologiques</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation forestière et récolte de bois dans les zones riveraines, transport de billes par les rivières • Pêche 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte • Récolte, et autres mortalités causées par les activités de récolte 	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que la récolte forestière est conçue pour réduire au minimum les effets sur l'habitat riverain. • Restaurer les habitats riverains pour accélérer les processus naturels. • Gérer l'utilisation du transport de billes pour réduire au minimum les effets sur la qualité de l'eau et l'habitat. 	<p>Cette catégorie concerne l'utilisation du biote dans les habitats riverains et aquatiques.</p> <p>Les effets de la pêche sont transfrontaliers et sont associés à des stocks mixtes et à des espèces mixtes.</p>

Catégorie de menace principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menace	Voie(s) probable(s)	Options d'atténuation	Remarques
			<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les taux de mortalité par pêche • Modifier les pratiques de pêche pour réduire la mortalité des espèces non ciblées • Améliorer l'éducation pour accroître la conformité aux mesures de conservation 	
<i>Intrusions et perturbations humaines</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Activités récréatives (par exemple, VTT dans les 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 à l'eau et les activités autorisées afin de réduire au minimum les effets. • Une formation accrue sur les meilleures pratiques 	-
<i>Modifications des systèmes naturels</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Incendies et suppression des incendies • Barrages et gestion de l'eau • Modifications des surfaces de captage, de la sylviculture et du développement linéaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte • Altération du comportement ou du rendement 	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que les activités forestières et autres dans les bassins versants réduisent au minimum les effets sur les habitats aquatiques et que les activités de reboisement, de remise en état et de restauration sont efficaces. • Utiliser des mesures stratégiques pour réduire l'incidence des grands incendies de forêt • Gérer le développement actuel et futur des ressources en eaux de surface et souterraines, y compris la mise en œuvre des débits environnementaux. • Mettre hors service ou supprimer les barrages ou autres obstacles, et maintenir l'infrastructure de passage des poissons adultes et juvéniles (passes à poissons, échelles à poissons, etc.). • Gérer l'eau de manière adaptative face au changement climatique et à une variabilité accrue • Gérer les développements linéaires actuels et futurs en imitant des voies d'eau navigables plus naturelles, en reconnectant les habitats hors canal, en supprimant ou en restaurant les anciens 	-

Catégorie de menace principale du COSEPAC	Description de la catégorie de menace	Voie(s) probable(s)	Options d'atténuation	Remarques
<i>Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces aquatiques envahissantes (EAE), pathogènes et virus introduits, espèces indigènes problématiques (par exemple, pinnipèdes, parasites et maladies), croisement avec des poissons provenant d'écloseries. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou dégradation de l'habitat • Modification du comportement • Prédation et compétition • Augmentation de la prévalence de maladies • Réduction de la diversité génétique et inadaptation 	<p>développements, et en fixant et en surveillant les objectifs en matière de qualité de l'eau et de sédiments.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prévention de l'introduction d'EAE et de leur propagation par la gestion, la surveillance et l'éducation. Suppression ou élimination des EAE. • Surveillance et traitement des agents pathogènes en aquaculture, transition vers l'aquaculture terrestre; traitement des effluents d'aquaculture. Gérer les populations de prédateurs ou les caractéristiques de l'habitat dont ils dépendent. • Gérer la production et les pratiques des écloseries afin de réduire au minimum les effets sur la population de reproduction naturelle des conséquences négatives sur la condition physique. 	<p>Les taux de prédation sur les différents stades de vie sont mal connus et les changements temporels n'ont pas été quantifiés. Des recherches supplémentaires sont nécessaires sur l'efficacité des approches de gestion des écosystèmes, y compris l'applicabilité directe de la réduction des populations de prédateurs, en tant que mesure d'atténuation.</p>
<i>Pollution</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction de matériaux exotiques et/ou excédentaires ou d'énergie à partir de sources ponctuelles et non ponctuelles, y compris les nutriments, les produits chimiques toxiques et/ou les sédiments provenant d'activités urbaines, commerciales, agricoles et forestières. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du rendement, stress, mortalité 	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer les activités/développements actuels et futurs qui contribuent à la pollution, améliorer la gestion et la surveillance des eaux usées, renforcer l'application des meilleures pratiques en matière de qualité de l'eau. • Assainissement des anciens sites contaminés 	-
<i>Phénomènes géologiques</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Avalanches et glissements de terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Réductions de passage • Mortalité accrue • Altérations de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter l'infrastructure de passage des poissons pour les adultes et les juvéniles là où c'est nécessaire. • Améliorer l'infrastructure actuelle • Déterminer de manière proactive les zones à risque de glissement de terrain et mettre en place une surveillance. 	-

<i>Catégorie de menace principale du COSEPAC</i>	<i>Description de la catégorie de menace</i>	<i>Voie(s) probable(s)</i>	<i>Options d'atténuation</i>	<i>Remarques</i>
<i>Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modification des milieux d'eau douce et marins, et augmentation de la fréquence des événements climatiques graves 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de l'adéquation de l'habitat • Mortalité directe et indirecte • Peut exacerber les effets d'autres menaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivre les lignes directrices du récent Accord de Paris et des rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat • Gérer de manière proactive les habitats et les populations afin qu'ils soient résilients et puissent s'adapter aux changements futurs, notamment en maintenant la biodiversité des populations. 	Une gestion adaptative est nécessaire pour toutes les activités d'atténuation dans le contexte du changement climatique et de la fréquence accrue des phénomènes météorologiques violents.

Évaluation des dommages admissibles

UD 2

La partie 1 de l'EPR a cerné de nombreuses menaces pesant sur l'UD 2, et a indiqué une tendance continue à la baisse des abondances observées. Les résultats de la modélisation indiquent qu'à l'échelle de taux de récolte canadiens moyens de 2009-2015 années de capture, l'UD 2 continuera probablement à diminuer en abondance et n'atteindra probablement pas l'objectif de rétablissement en trois générations si la productivité persiste à l'échelle du scénario de base, même si la récolte canadienne est considérablement réduite. La probabilité d'atteindre l'objectif de survie inférieur est plus élevée, en particulier lorsque la récolte est réduite. La probabilité d'atteindre l'un ou l'autre objectif augmente si la productivité de la population augmente par rapport au scénario de base à des taux similaires à ceux observés par le passé.

Il est essentiel de prendre en compte l'effet de toutes les activités dans l'évaluation des dommages admissibles, car tout effet supplémentaire des diverses menaces non modélisées directement entravera davantage le rétablissement. **Les résultats de la modélisation et de l'évaluation des menaces semblent indiquer que, dans le cadre de la productivité du scénario de base du modèle, la mortalité d'origine humaine et les autres sources de préjudice déterminées dans l'évaluation des menaces devraient être considérablement réduites par rapport à l'échelle du scénario de base afin de ne pas compromettre le rétablissement.** Il y a une plus grande incertitude dans notre compréhension des dommages admissibles sur l'habitat, et les effets des dommages à l'habitat sur les résultats du rétablissement n'ont pas pu être quantifiés. L'effet de toute activité sur les résultats en matière de survie et de rétablissement doit être évalué au cas par cas, en tenant compte du contexte plus large des effets cumulatifs sur le rétablissement. Les activités en faveur de la survie ou du rétablissement de l'espèce qui peuvent entraîner des mortalités, mais qui auront un effet positif net sur la population, doivent être autorisées. Comme la productivité de cette population a connu de grandes fluctuations dans un passé récent, les abondances et la productivité doivent être surveillées en permanence pour déterminer si les progrès vers le rétablissement sont suffisants pour justifier une réévaluation des dommages admissibles.

UD de type fluvial

Les projections quantitatives prospectives n'ont pas été envisagées pour les dix autres UD en raison de l'incertitude résultant de la qualité des données sur les échappées relatives et du manque d'estimations fiables des taux d'exploitation. Par conséquent, l'évaluation des dommages admissibles est basée sur l'évaluation des menaces de la partie 1, les tendances récentes de l'abondance relative et la trajectoire future possible de ces populations sur la base d'évaluations qualitatives. Les résultats de l'atelier sur les menaces de la partie 1 ont révélé que toutes les UD ont été considérées comme étant à risque élevé ou extrême, en raison de la gravité et du nombre de menaces auxquelles chacune d'elles est confrontée. Il sera difficile d'atténuer bon nombre de ces menaces étant donné leur caractère généralisé, d'autant plus que beaucoup d'entre elles sont exacerbées par le changement climatique, ce qui pose un risque d'extinction pour ces UD au cours des trois prochaines générations.

Il existe une incertitude considérable quant à la trajectoire future de ces populations, mais sur la base de l'évaluation qualitative, ces populations ont été considérées comme étant plus menacées, et le potentiel de rétablissement est moins probable que pour l'UD 2. Il est probable que bon nombre des menaces évaluées posent un risque plus grave pour les UD de type fluvial que pour l'UD 2, car les populations de type fluvial dépendent de l'habitat d'eau douce pendant une plus grande partie de leur cycle de vie que les stocks de type océanique. La plupart des UD

de type fluvial ont connu des déclinés plus sévères en termes d'abondance relative par rapport à l'UD 2 et bon nombre sont actuellement extrêmement petits. Sur la base de ces informations et de l'évaluation des dommages admissibles pour l'UD 2, une approche de précaution est suggérée à moins que des augmentations suffisantes de l'abondance ne soient confirmées en raison de mesures d'atténuation ou de changements dans les conditions naturelles. **Les dommages sont susceptibles de continuer à compromettre le rétablissement. Par conséquent, pour favoriser la survie et le rétablissement dans ces UD, il est conseillé d'empêcher tout dommage futur et continu causé par l'homme.** Comme pour l'UD 2, il est important de noter que certaines activités en faveur de la survie ou du rétablissement peuvent entraîner des mortalités, mais doivent être autorisées si elles ont un effet positif sur la survie ou le rétablissement.

Pour les UD 7, 8 et 14, il y a une préoccupation supplémentaire en raison de la superficie limitée de l'habitat de fraie et des petites tailles de population.

Pour les UD 9, 10 et 11, une préoccupation supplémentaire due au risque accru de menace lié au glissement de terrain de Big Bar subsistera jusqu'à ce que les effets du glissement soient atténués.

Sources d'incertitude

- Les incertitudes concernant la biologie des espèces, l'habitat et l'importance des menaces relatives au déclin des populations sont définies dans la partie 1 (MPO 2020).
- L'incertitude concernant le nombre de géniteurs dans chaque UD (à la fois en termes de biais et de précision, et de changements dans le temps) doit être prise en compte lors de la comparaison des données d'abondance avec les points de référence quantitatifs, car les points de référence et les données peuvent ne pas être directement comparables.
- Les points de référence d'abondance pour les objectifs de rétablissement des UD de type fluvial sont fondés sur un modèle basé sur l'habitat et font l'objet d'une plus grande incertitude que ceux développés à partir de l'analyse stock-recrutement (UD 2).
- Il est difficile de prévoir les changements futurs dans la productivité des populations de saumon et toute modélisation peut sous-estimer l'éventail des résultats possibles en raison d'événements inattendus ou de changements imprévus dans les conditions environnementales.
- Il n'est pas clair quelles menaces sont les principaux moteurs de l'état actuel de la population. Une analyse supplémentaire propre à l'UD des facteurs qui ont conduit à l'état actuel de la population est nécessaire, car elle sera probablement utilisée pour hiérarchiser les mesures de rétablissement. Cela inclut l'estimation de la mortalité par pêche pour de nombreuses UD.
- Il existe une incertitude considérable quant à l'efficacité des mesures énumérées dans le tableau 4 pour promouvoir la survie et le rétablissement à l'échelle de l'UD.

RECOMMANDATIONS FUTURES

- La poursuite de l'élaboration des objectifs de survie et de rétablissement devrait tenir compte de la distribution spatiale des géniteurs dans certaines UD. Alors que l'utilisation de la modélisation stock-recrutement pour établir des points de référence est appropriée lorsque la plupart ou la totalité des géniteurs font partie d'une seule population reproductrice panmictique, certaines UD comprennent un certain nombre de systèmes fluviaux répartis sur une vaste zone, et il est peu probable qu'il y ait un échange significatif de géniteurs

entre les rivières pour avoir un effet sur les processus démographiques. Dans ces cas, il convient de prendre en compte les implications des objectifs d'abondance à l'échelle de l'UD sur la distribution et la diversité des populations au sein de l'UD.

- Les populations de saumon menacées et en voie de disparition présentent souvent des tendances à la baisse de la productivité. Des protocoles pour l'élaboration de points de référence de rétablissement et de projections prospectives devraient être élaborés afin d'orienter davantage la recherche scientifique pour l'analyse des populations où la productivité a diminué et où les tendances futures de la productivité sont inconnues.
- De meilleures données sont nécessaires pour évaluer l'état de conservation des UD de type fluvial. L'EPR a révélé que les données actuellement disponibles étaient inadéquates pour caractériser la productivité et le changement des attributs biologiques de ces UD.
- Des méthodes de recharge pour les projections de population doivent être développées pour les UD de saumon qui ne disposent pas de données sur les stocks et le recrutement.
- Les modèles de projection utilisés ici et tout modèle futur utilisé pour l'analyse de l'UD 2 et de toute dynamique de la population de saumon chinook doivent être vérifiés davantage par des tests de simulation et une analyse de sensibilité. Le code en libre accès qui sous-tend les modèles renforcera également leur capacité à être revus, mis en commun et développés pour des processus futurs.
- Des méthodes d'évaluation des mesures d'atténuation à l'échelle de l'UD sont nécessaires. Dans certains cas, la modélisation quantitative est possible, mais dans la plupart des situations, un mélange d'analyse quantitative et d'évaluation structurée par des experts peut être nécessaire.
- La mesure dans laquelle la quantité d'habitats appropriés répond aux besoins de chaque UD (élément 14) n'a pas été évaluée. Des travaux supplémentaires visant à évaluer la disponibilité d'habitats à l'échelle de l'UD permettraient d'éclairer la planification du rétablissement et l'établissement des priorités en ce qui concerne les activités d'atténuation des menaces.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Name	Prénom	Organisme d'appartenance
Arbeider	Michael	Évaluation des stocks, MPO
Barbati	Justin	Programme des espèces en péril, MPO
Benner	Keri	Programme de protection du poisson et de son habitat, MPO
Bonney	Giselle	Programme des espèces en péril, MPO
Bradford	Mike	Sciences, MPO
Campbell	Kelsey	A-Tlegay Fisheries
Caron	Chantelle	Programme des espèces en péril, MPO
Cox	Sean	Université Simon Fraser
Crowley	Sabrina	Conseil tribal Nuu-chah-nulth
Curtis	Shamus	Upper Fraser Fisheries Conservation Alliance
Davidson	Katie	Évaluation des stocks, MPO
Davis	Brooke	Évaluation des stocks, MPO
Dobson	Diana	Sciences, MPO
Doutaz	Dan	Évaluation des stocks, MPO

Name	Prénom	Organisme d'appartenance
Folkes	Michael	Sciences, MPO
Frederickson	Nicole	Island Marine Aquatic Working Group
Grant	Paul	Sciences, MPO
Grout	Jeff	Gestion des ressources, MPO
Hodgson	Emma	Sciences, MPO
Holt	Carrie	Sciences, MPO
Holt	Kendra	Sciences, MPO
Huang	Ann-Marie	Sciences, MPO
Hwang	Jason	Fondation du saumon du Pacifique
Irvine	Jim	Sciences, MPO
Jenewein	Brittany	Gestion des ressources, MPO
Labelle	Marc	Fraser Salmon Management Council
Lagasse	Cory	Programme des espèces en péril, MPO
McAllister	Murdoch	Université de la Colombie-Britannique
Magnan	Al	Sciences, Centre des avis scientifiques, Pacifique, MPO
Matthew	Pat	Secwepmec Fisheries Commission
McDuffee	Misty	Raincoast Conservation Foundation/Comité de la conservation de la ressource maritime
McGrath	Elinor	Okanagan Nation Alliance
Mozin	Paul	Conseil tribal Scw'exmx
Nicklin	Pete	Upper Fraser Fisheries Conservation Alliance
Paish	Martin	Conseil consultatif sur la pêche sportive
Parken	Chuck	Évaluation des stocks, MPO
Potyrala	Mark	Programme de protection du poisson et de son habitat, MPO
Rosenberger	Andy	Recherche côtière
Ryan	Teresa	Université de la Colombie-Britannique
Scroggie	Jamie	Gestion des ressources, MPO
Staley	Mike	Fraser Salmon Management Council
Thomson	Madeline	Gestion des ressources, MPO
Trouton	Nicole	Évaluation des stocks, MPO
Velez-Espino	Antonio	Sciences, MPO
Vivian	Tanya	Évaluation des stocks, MPO
Walsh	Michelle	Secwepmec Fisheries Commission
Fascine	Lauren	Évaluation des stocks, MPO
Welch	Paul	Programme de mise en valeur des salmonidés, MPO
Wor	Catarina	Sciences, MPO
Young	Grâce	Programme des espèces en péril, MPO
Young	Jeffery	Fondation David Suzuki/Comité de la conservation de la ressource maritime

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 7 au 9 juillet 2020, du 1^{er} octobre 2020 et du 11 au 12 mars 2021 sur l'Évaluation du potentiel de rétablissement : saumon quinnat (*Oncorhynchus tshawytscha*) du fleuve Fraser - Onze unités désignables (Éléments 12-22). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

COSEPAC. 2019. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon chinook \(*Oncorhynchus tshawytscha*\) unités désignables du sud de la Colombie-Britannique \(première partie - unités désignables ayant fait l'objet d'un nombre très faible ou nul de lâchers d'écloseries ces 12 dernières années\), au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xxxix + 302 p.

Holt, C.A., and Michielsens, C.G.J. 2020. Impact of time-varying productivity on estimated stock–recruitment parameters and biological reference points. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 77(5): 836–847. doi:10.1139/cjfas-2019-0104.

MPO. 2011. [Complément au cadre de 2005 pour l'élaboration d'avis scientifiques concernant les cibles de rétablissement dans le contexte de la Loi sur les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2010/061.

MPO. 2020. [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.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208

Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-39367-4 Cat No. Fs70-6/2021-030F-PDF

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Évaluation du potentiel de rétablissement de 11 unités désignables de saumon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) du fleuve Fraser, partie 2 : éléments 12 à 22. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/030.

Also available in English:

DFO. 2021. Recovery Potential Assessment for 11 Designatable Units of Fraser River Chinook Salmon, Oncorhynchus tshawytscha, Part 2: Elements 12 to 22. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/030.