



ÉVALUATION DES STRATÉGIES DE RÉTABLISSEMENT POSSIBLES POUR LE SÉBASTE AUX YEUX JAUNES DES EAUX EXTÉRIEURES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE



Sébaste aux yeux jaunes (*Sebastes ruberrimus*)
[équipe responsable des véhicules sous-marins
téléguidés du MPO, 2011]

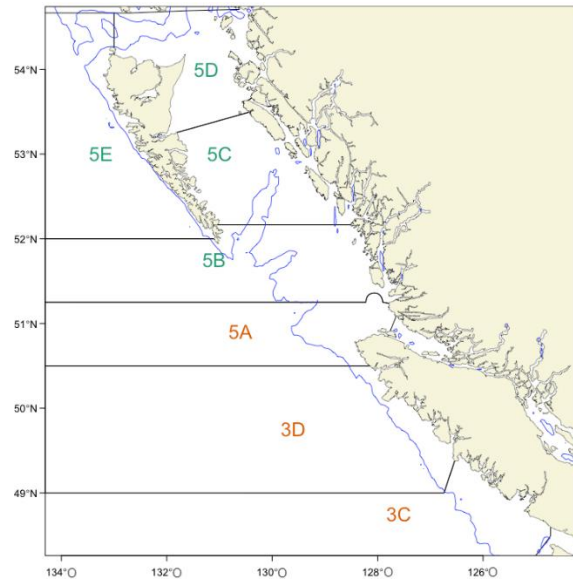


Figure 1. Carte des principales zones de gestion des poissons de fond de la Colombie-Britannique, qui sont utilisées pour délimiter la portion septentrionale (zones 5BCDE, en vert) et la portion méridionale (zones 3CD et 5A, en orange) de l'aire de répartition du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures.

Contexte

Pêches et Océans Canada (MPO) a établi un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution (MPO, 2009) ainsi que des directives d'élaboration de plans de rétablissement conformes à ce cadre (MPO, 2013). Ces documents décrivent la politique et les directives ministérielles relatives à l'application de l'approche de précaution (AP) dans le cadre des activités de pêche canadiennes. Une disposition clé de la politique cadre de l'AP indique que si la biomasse d'un stock a atteint le point de référence limite (PRL) ou se situe en deçà de ce dernier, un plan de rétablissement doit être mis en place. L'objectif de ce plan est de faire en sorte qu'il y ait une probabilité élevée que la biomasse du stock dépasse le PRL dans un délai raisonnable. La dernière évaluation du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures réalisée par le MPO remonte à 2015; dans le cadre de celle-ci, on a établi des points de référence (Yamanaka et al., 2018). Étant donné qu'on a estimé que la biomasse du stock était inférieure au PRL, on a déterminé qu'il fallait élaborer un plan de rétablissement. Au sein du MPO, la Gestion des pêches a demandé aux Sciences de formuler un avis scientifique visant à éclairer l'élaboration d'un plan de rétablissement conforme au document sur les directives connexes (MPO, 2013). Cet avis comprend l'examen et la mise à jour des objectifs de rétablissement pour le stock et des objectifs concernant les pêches connexes, ainsi que l'élaboration

d'un cadre analytique visant à évaluer les procédures de gestion proposées par rapport aux objectifs de rétablissement.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 29 au 30 octobre 2019 sur l'évaluation des procédures de gestion du plan de rétablissement de la population extérieures de sébaste aux yeux jaunes. 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

- La présente évaluation fournit un avis scientifique sur le rétablissement du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures (figure 1). Dans le cadre de celle-ci, on a modélisé des simulations en boucle fermée en vue de tester le rendement d'un ensemble de procédures de gestion (PG) proposées par rapport à des objectifs quantitatifs précis.
- Étant donné qu'il existe certaines différences entre les taux d'exploitation historiques et les effectifs observés dans la zone septentrionale et la zone méridionale, on a séparé le stock selon ces deux zones (Figure 1) dans le cadre des analyses effectuées.
- Voici les principales composantes de l'évaluation fondée sur des simulations en boucle fermée.
 1. L'élaboration d'un modèle d'exploitation hiérarchique structuré selon l'âge des individus qui représente une variété d'hypothèses relatives à la mortalité naturelle et aux taux d'exploitation historiques pour le stock de chaque zone au moyen de différents scénarios de données.
 2. La mise à l'essai de PG qui comprennent les données de suivi, les évaluations et les règles de contrôle des prises utilisées pour appliquer les politiques de rétablissement établies.
 3. L'évaluation des mesures de rendement qui sont utilisées pour déterminer l'efficacité prévue des PG de rechange par rapport aux objectifs de rétablissement établis.
- Voici les objectifs de rétablissement qui guident l'évaluation.
 1. Faire croître la biomasse du stock reproducteur (BSR) pour que le stock ne se trouve plus dans la zone critique (c.-à-d. que la biomasse dépasse le PRL de $0,4B_{RMD}$, où B_{RMD} est la biomasse du modèle d'exploitation au rendement maximal durable [RMD]) et que la probabilité que la biomasse baisse davantage au cours d'une période correspondant à 1,5 génération (57 ans) soit très faible (5 %).
 2. Lorsque la BSR se situe entre $0,4B_{RMD}$ et $0,8B_{RMD}$, veiller à ce que la probabilité que les effectifs diminuent au cours des dix prochaines années soit entre 5 % (très faible) si la biomasse se situe au niveau du PRL et 50 % (modérée) si la biomasse se situe au niveau de B_{RMD} . Lorsque l'état du stock se situe entre les deux niveaux, définir le seuil de déclin tolérable à l'aide d'une interpolation linéaire entre ces deux probabilités.
- Dans la présente évaluation, on a considéré que la durée d'une génération était de 38 ans, ce qui correspond à l'âge moyen des individus du stock de géniteurs à un taux d'exploitation nul.
- Selon le modèle, les estimations du déclin de la biomasse féconde par rapport à la biomasse à un taux d'exploitation nul (estimée pour 1918) vont de 29 à 51 % pour la zone septentrionale, de 21 à 43 % pour la zone méridionale et de 27 à 48 % pour la zone à l'échelle de la côte.

- Les scénarios de rechange ont généré une grande variété d'estimations pour l'état du stock et les paramètres biologiques et de gestion étudiés. On a choisi quatre scénarios représentatifs du modèle opérationnel pour tester les PG proposées au moyen de simulations.
- Parmi les procédures de gestion évaluées, on comptait trois méthodes d'évaluation différentes, soit :
 1. un modèle des prises selon l'âge;
 2. un modèle d'évaluation de production excédentaire;
 3. un estimateur empirique fondé sur les tendances des indices de relevé.
- On a combiné ces trois méthodes d'évaluation à différentes règles de contrôle des prises ou à différents scénarios représentant les erreurs de mise en œuvre afin de créer un ensemble de PG proposées qui ont été testées au moyen de simulations pour chacun des quatre scénarios et chacune des deux zones, de façon indépendante.
- Selon les simulations, les PG servant à établir les futurs totaux autorisés des captures (TAC) pour le stock ont montré un rendement satisfaisant par rapport aux objectifs susmentionnés, et ce, pour tous les scénarios.
- Pour tous les scénarios, on a considéré que la biomasse de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures était actuellement supérieure au PRL ($0,4B_{RMD}$) à l'échelle de la côte, même si elle a baissé rapidement de 49 à 71 % dans la zone septentrionale et de 57 à 79 % dans la zone méridionale au cours des deux dernières générations.
- On a cerné plusieurs procédures de gestion possibles qui permettraient d'augmenter ou de stabiliser la biomasse dans les zones septentrionale et méridionale. Toutefois, à l'heure actuelle, il n'est pas possible de recommander une PG précise pour chaque zone parce que les gestionnaires du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, les représentants des Premières Nations et les intervenants du secteur des pêches n'ont pas encore fourni de directives supplémentaires concernant les objectifs de pêche et les délais connexes.

INTRODUCTION

Le sébaste aux yeux jaunes (*Sebastes ruberrimus*) est une espèce longévive (en Colombie-Britannique, sa longévité peut atteindre 121 ans) à croissance lente qui présente une maturité sexuelle tardive (Love *et al.*, 2002). Les adultes sont des spécialistes de l'habitat qui préfèrent les milieux rocheux benthiques. Leur aire de répartition, qui s'étend le long de la côte de la C.-B., est discontinue et morcelée. Des analyses génétiques ont montré qu'il existe deux populations distinctes en Colombie-Britannique, soit une population présente le long de la côte extérieure (eaux extérieures) et une population présente dans les eaux situées entre l'île de Vancouver et le continent (eaux intérieures) (Andrews *et al.*, 2018; COSEPAC, 2008; Siegle *et al.*, 2013). Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) considère que ces deux populations sont des unités désignables distinctes. En 2008, les deux populations ont été désignées préoccupantes par le COSEPAC (COSEPAC, 2008) et ont été inscrites à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en 2011. Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur le sébaste aux yeux jaunes, veuillez consulter le document sur l'examen préalable à l'évaluation du COSEPAC (Keppel et Olson, 2019).

Grâce à l'évaluation de la situation du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures de la Colombie-Britannique menée en 2014, on a pu conclure que le stock se trouvait dans la zone critique, donc que la biomasse de 2014 (B_{2014}) était inférieure au point de référence limite,

soit $0,4B_{RMD}$ (« RMD » correspond au rendement maximal durable). On a donc déterminé qu'il fallait élaborer un plan de rétablissement aux termes du Cadre pour la pêche durable (MPO, 2009 et 2013; Yamanaka *et al.*, 2018). Dans le document de Pêches et Océans Canada (MPO) sur les directives d'élaboration de plans de rétablissement (MPO, 2013), on ne précise pas quels éléments et objectifs doivent faire partie des plans de rétablissement, mais on indique que la probabilité que les procédures de gestion mises en place fassent en sorte que la biomasse du stock dépasse le PRL en 1,5 à 2 générations doit être élevée. Le MPO (2013) recommande aussi que les plans de rétablissement soient réévalués tous les trois ans. L'objectif du plan de rétablissement pour le sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures est que la probabilité que le stock se rétablisse dans l'ensemble de son aire de répartition et qu'il ne soit plus dans la zone critique en 15 ans soit supérieure ou égale à 57 % (MPO, 2016). On a aussi déterminé les jalons suivants : faire en sorte que la tendance liée à la trajectoire du stock des eaux extérieures soit positive à chaque intervalle de dix ans, de façon à ce que la biomasse à la fin de chaque intervalle soit supérieure à la biomasse au début de cet intervalle; atteindre les cibles liées à la diminution des prises en trois ans. Les prises de sébastes aux yeux jaunes des eaux extérieures ont graduellement diminué, passant de 287 tonnes en 2014 à 100 tonnes en 2018 et 2019.

Le plan de rétablissement actuel pour le stock ne respecte pas la politique relative au rétablissement du MPO pour deux raisons. D'abord, on a défini les objectifs de rétablissement selon une période de 15 ans, qui est beaucoup plus courte que la période de 1,5 à 2 générations pour le sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, soit environ 57 à 76 ans. Ensuite, on n'a pas testé le plan de rétablissement au moyen de simulations avant sa mise en œuvre (MPO, 2016). Par conséquent, il faut analyser les stratégies de rétablissement de façon plus exhaustive que prévu selon le cycle d'examen de trois ans décrit dans le document sur les directives d'élaboration de plans de rétablissement.

La présente évaluation vise à fournir un avis sur le rétablissement du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures. Dans le cadre de celle-ci, on a modélisé des simulations en boucle fermée en vue de tester le rendement d'un ensemble de procédures de gestion proposées par rapport à des objectifs quantitatifs précis. L'approche globale vise à exposer les conséquences écologiques et halieutiques découlant de choix précis en matière d'analyse (p. ex., cueillette de données et méthode d'évaluation) et de gestion (p. ex., règles de contrôle des prises et taux de mortalité par pêche cibles) (Smith, 1994; Smith *et al.*, 1999). Voici les principales composantes de l'évaluation :

- i) des scénarios de modèle d'exploitation pour le stock étudié, qui représentent diverses hypothèses concernant la mortalité naturelle et les taux d'exploitation historiques;
- ii) des procédures de gestion (PG) qui comprennent les données de suivi, les évaluations et les règles de contrôle des prises utilisées pour appliquer les politiques de rétablissement établies;
- iii) des mesures de rendement qui sont utilisées pour déterminer l'efficacité prévue des PG de rechange par rapport aux objectifs de rétablissement établis.

On a tenu compte des taux d'exploitation historiques au moyen de scénarios fondés sur les prises commerciales et récréatives. L'incidence de l'incertitude scientifique sur les procédures de gestion (ii) et les mesures de rendement (iii) dépend du PRL choisi pour déterminer qu'un stock doit être rétabli et des évaluations de l'état du stock selon ce PRL (Milazzo, 2012; NRC, 2013). On ne comprend pas totalement la dynamique entre le stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures et les pêches connexes, mais l'étude des scénarios de rechange et de leurs conséquences sur la planification du rétablissement pourrait fournir des

renseignements importants aux fins de la gestion de ce stock et d'autres stocks pour lesquels on considère que les effectifs sont faibles.

Les objectifs concernant le rétablissement du stock mettent l'accent sur la biomasse plutôt que sur d'autres aspects importants comme les prises et la répartition spatiale. Ces objectifs ont été éclairés par l'évaluation du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures réalisée en 2014; la Gestion des pêches du MPO les a révisés afin qu'ils respectent les directives d'élaboration de plans de rétablissement du MPO. Voici les nouveaux objectifs principaux qui guident l'évaluation des stratégies de rétablissement du stock.

1. Faire croître la biomasse du stock reproducteur (BSR) pour que le stock ne se trouve plus dans la zone critique (c.-à-d. que la biomasse dépasse le PRL de $0,4B_{RMD}$, où B_{RMD} est la biomasse du modèle d'exploitation au rendement maximal durable [RMD]) et que la probabilité que la biomasse baisse davantage au cours d'une période correspondant à 1,5 génération (57 ans) soit très faible (5 %).
2. Lorsque la BSR se situe entre $0,4B_{RMD}$ et $0,8B_{RMD}$, veiller à ce que la probabilité que les effectifs diminuent au cours des dix prochaines années soit entre 5 % (très faible) si la biomasse se situe au niveau du PRL et 50 % (modérée) si la biomasse se situe au niveau de B_{RMD} . Lorsque l'état du stock se situe entre les deux niveaux, définir le seuil de déclin tolérable à l'aide d'une interpolation linéaire entre ces deux probabilités.

Lorsque les objectifs susmentionnés auront été atteints, on cherchera à atteindre l'objectif préliminaire en matière de pêche, soit maximiser la probabilité que les niveaux de prises annuels demeurent supérieurs à 100 tonnes, soit le niveau minimal requis pour que les activités de pêche aux poissons de fond puissent être menées. On doit collaborer davantage avec des représentants des Premières Nations et des intervenants du secteur des pêches afin de préciser tous les aspects des objectifs de rétablissement et de pêche pour le stock.

ANALYSE

Simulations en boucle fermée

Les modèles sur les pêches jouent deux rôles importants en ce qui a trait à la conception et à l'utilisation de systèmes de rétroaction sur la gestion des pêches. D'abord, les modèles d'évaluation d'un stock selon les pêches sont ajustés à des données issues de relevés scientifiques afin de générer des estimations des données historiques sur la taille et la productivité du stock en question. Ensuite, les inférences issues du modèle d'évaluation utilisé font l'objet d'un processus décisionnel afin qu'on puisse déterminer quelles activités ayant des répercussions sur le stock (p. ex., pêches) seront autorisées. Ces répercussions, combinées à la variabilité de l'environnement et à la dynamique de la population en fonction de la densité, touchent les caractéristiques, la productivité et la taille du stock. Habituellement, les interactions entre l'environnement et le stock représentent l'aspect le plus incertain du système de gestion des pêches parce que leur dynamique n'est pas linéaire et n'est que partiellement observable. Par conséquent, il est possible qu'on connaisse l'importance des répercussions d'une activité sur le stock longtemps après qu'elles se soient produites. Pour accélérer l'acquisition de connaissances et éviter d'exposer le stock et les pêches évalués à des risques dans le cadre d'expériences réelles, on représente les hypothèses concernant les interactions entre l'environnement et le stock dans des modèles d'exploitation et on effectue des expériences virtuelles au moyen de systèmes de gestion des pêches simulés (figure 2). Grâce à ce type de simulation en boucle fermée, les auteurs ont évalué les procédures de gestion relatives au rétablissement du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, qui visent à atteindre les

objectifs préliminaires susmentionnés. Pour ce faire, ils ont suivi l'approche par étapes (Cox *et al.*, 2010), décrite ci-dessous.

1. Définir diverses procédures de gestion (PG) de recharge selon i) le type de **données** et leur précision; ii) les **méthodes d'évaluation** visant à déterminer l'état du stock étudié; iii) les **règles de contrôle des prises** utilisées pour établir les limites de prises de référence; iv) les **métarègles** servant à modifier ces limites de prises selon des contraintes et des conditions prédéfinies, le cas échéant. Ces métarègles pourraient comprendre des intervalles à respecter entre les évaluations des PG ou des règles connexes, ainsi que des protocoles en cas de circonstances exceptionnelles qui définissent les éléments déclencheurs indiquant que les PG ne sont plus fiables et les actions subséquentes à prendre dans cette situation.
2. Choisir un modèle d'exploitation au moyen duquel on pourra simuler des scénarios de recharge plausibles concernant la réaction du stock étudié aux activités de pêche et aux méthodes de collecte de données. Pour suivre la présente étape, on doit d'abord ajuster le modèle d'exploitation choisi aux données accessibles afin d'estimer les paramètres du modèle correspondant aux données historiques du stock et aux hypothèses concernant sa structure utilisées dans les scénarios.
3. Faire des projections de la dynamique du stock et des prises connexes à partir de l'état actuel de celui-ci, et ce, pour toutes les procédures de gestion associées à chaque scénario de recharge du modèle choisi. Pour faire chaque reproduction de la projection pour une année ou une simulation précise, suivre les étapes ci-dessous.
 - a. Réaliser une simulation au moyen des **données** utilisées pour l'évaluation du stock et ajouter les résultats aux séries de données existantes.
 - b. Appliquer la **méthode d'évaluation** en question aux données afin d'estimer les valeurs relatives à la **règle de contrôle des prises** connexe.
 - c. Appliquer cette **règle de contrôle des prises** afin de générer une limite de prises.
 - d. Appliquer les **métarègles** établies, comme des contraintes ou une moyenne des limites de prises au fil des années.
 - e. Soustraire la limite de prises finale de la biomasse du stock simulée, qui est représentée par le modèle d'exploitation.
 - f. Répéter les étapes 3a à 3e jusqu'à ce que la projection de l'année finale ait été effectuée.
 - g. Répéter les étapes 3a à 3f pour chacune des 100 reproductions des simulations.
4. Calculer une série de mesures de rendement quantitatives d'après les 100 reproductions des simulations effectuées, qui pourra être utilisée pour comparer le rendement des PG par rapport aux objectifs de rétablissement et de pêche fixés, et pour classer ces procédures.

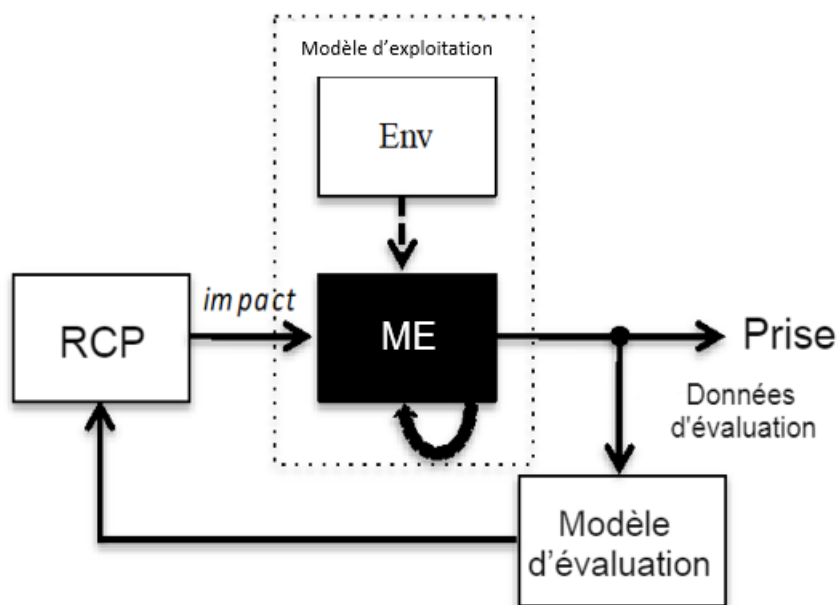


Figure 2. Schéma de l'approche de simulation en boucle fermée adoptée. Il comprend les scénarios de modèle d'exploitation (ME) représentant les hypothèses de recharge concernant la biologie, l'écologie, les taux d'exploitation historiques et les conditions environnementales (Env.) du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, qui ont été ajustées aux données historiques (rectangle tracé en pointillé). Ces scénarios sont utilisés pour simuler les futures estimations des données qui sont ajustées après l'application d'une règle de contrôle des prises (RCP), afin qu'on puisse fixer les limites de prises relatives à chaque procédure de gestion, et ce, pour chaque année projetée. La simulation est répétée jusqu'à la dernière année de la période projetée. On exécute ce modèle d'évaluation pour chaque année projetée afin de pouvoir évaluer le rendement des procédures de gestion par rapport aux objectifs fixés (adaptation de Cox et al., 2010).

Modèle d'exploitation

Dans l'évaluation précédente, on a présumé qu'il n'y avait qu'un seul stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures (Yamanaka *et al.*, 2018). En raison de cette conjecture, certains intervenants ont soulevé des inquiétudes concernant la distribution des futures prises entre les zones de gestion des pêches commerciales de poissons de fond. Plus particulièrement, les intervenants se sont dit préoccupés par les éléments suivants : i) trop peu de prises seront autorisées dans la zone septentrionale, où relativement beaucoup d'individus semblent être présents; ii) trop de prises seront autorisées dans la zone méridionale, où l'effectif du stock semble plus faible et diminue possiblement. La première préoccupation signifie que l'établissement de faibles totaux autorisés des captures (TAC) dans la zone septentrionale perturberait d'autres pêches dirigées (p. ex., flétan du Pacifique). La deuxième préoccupation signifie que l'établissement de TAC trop élevés dans la zone méridionale pourrait aggraver la diminution du nombre de sébastes aux yeux jaunes des eaux extérieures, ce qui entraînerait des TAC encore plus limités à l'échelle de la côte. Si de telles préoccupations s'avéraient fondées, il pourrait y avoir des problèmes futurs concernant les pêches du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures et des poissons de fond en général.

Pour donner suite à ces préoccupations en matière de gestion, les auteurs ont élaboré un modèle d'exploitation structuré selon l'âge des individus et ajusté aux données relatives à deux zones. Dans celui-ci, on a considéré que les individus de la zone septentrionale (zones de gestion des poissons de fond 5B, 5C, 5D et 5E) et les individus de la zone méridionale (zones de gestion des poissons de fond 3C, 3D et 5A) (Figure 1) faisaient partie de stocks fermés

distincts ayant les mêmes paramètres relatifs à la dynamique de la population. En séparant le stock selon ces deux zones, les auteurs ont pu représenter les enjeux clés sur le plan spatial à propos de la taille des stocks, et les tendances du stock sans devoir modéliser les échanges biologiques entre les individus des deux zones (c.-à-d. qu'il n'y a pas lieu d'évaluer les mouvements d'individus en raison du manque d'activités de marquage). En exécutant les modèles des deux zones de façon simultanée, on a pu faire en sorte que les renseignements relatifs à certains paramètres incertains (c.-à-d. mortalité naturelle, sélectivité et productivité) soient mis en commun. Selon la compréhension actuelle du cycle vital de l'espèce, lorsqu'un poisson s'établit dans un milieu rocheux benthique, son taux de déplacement est très faible. Par conséquent, l'hypothèse indiquant que les deux stocks sont indépendants est plausible, du moins à l'échelle nord-sud approximative.

Lors des réunions préliminaires du comité technique sur le sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, on a déterminé que la date initiale du modèle (1918 ou 1960), les séries de données de rechange sur les prises historiques et les hypothèses préalables sur la mortalité naturelle étaient les principales sources d'incertitude qui devraient être reflétées dans les scénarios de modèle d'exploitation. Par conséquent, les auteurs ont dérivé 24 scénarios à partir des données combinées relatives aux deux dates initiales, aux deux séries de données sur les prises commerciales, aux deux séries de données sur les prises récréatives et de cinq moyennes *a priori* de la mortalité naturelle à l'échelle du stock. Chaque scénario a été ajusté aux mêmes séries de données concernant la composition du stock selon l'âge des individus et issues de relevés. Les scénarios ont ensuite été classés dans quatre groupes représentatifs, selon les ajustements et les propriétés biologiques. On a choisi une série définitive de quatre scénarios pour chacune des deux zones afin de représenter la grande variété de caractéristiques observées dans les 24 scénarios. Parmi ces quatre scénarios, on a défini un scénario de référence, qui est le plus plausible (voir ci-dessous), et trois scénarios de rechange.

Pour les scénarios du groupe 1 (c.-à-d. le scénario de référence de la zone septentrionale et celui de la zone méridionale), on a utilisé les ajustements suivants : 1918 comme année initiale; la limite supérieure (reconstituée) des données sur les prises issues des pêches commerciales et récréatives; la moyenne *a priori* de référence pour la mortalité naturelle à l'échelle du stock, soit 0,0345 par année. Cette configuration de modèle reflète les ajustements des scénarios du groupe 1, qui étaient, de façon générale, statistiquement supérieurs aux autres scénarios. De plus, la recommandation connexe d'un RMD inférieur à 500 tonnes à l'échelle de la côte était plausible sur le plan biologique (Tableau 1).

On a choisi trois scénarios de rechange pour chaque zone afin de tenter de représenter les divers scénarios plausibles selon les données d'entrée et les hypothèses concernant la mortalité naturelle.

1. Pour les scénarios du groupe 2, on a utilisé les ajustements suivants : i) 1960 comme année initiale; ii) la limite inférieure des prises issues des pêches commerciales et récréatives; iii) la moyenne *a priori* de référence pour la mortalité naturelle à l'échelle du stock, soit 0,0345 par année.
2. Pour les scénarios du groupe 3, on a utilisé les ajustements suivants : i) 1960 comme année initiale; ii) une série de données sur les prises reconstituées; iii) la moyenne *a priori* pour la mortalité naturelle à l'échelle du stock, soit 0,03 par année.
3. Pour les scénarios du groupe 4, on a utilisé les ajustements suivants : i) 1918 comme année initiale; ii) la limite inférieure des prises issues des pêches commerciales et récréatives; iii) la moyenne *a priori* de référence pour la mortalité naturelle à l'échelle du stock, soit 0,0345 par année.

Comme indiqué précédemment, ces quatre groupes sont généralement représentatifs de la grande variété de caractéristiques observées dans les 13 scénarios pour lesquels le RMD à l'échelle de la côte est inférieur à 500 tonnes, y compris ceux pour lesquels l'estimation de la mortalité naturelle, \bar{M} , s'étend de 0,031 à 0,044 par année. Par contre, ces groupes ne sont pas représentatifs des scénarios pour lesquels \bar{M} est supérieure à 0,05 par année.

Les auteurs ont ensuite pondéré le scénario de référence à 50 % et les scénarios de recharge à 16,67 % en vue d'évaluer les stratégies de rétablissement et de fournir un seul résumé concis du rendement des PG (à la demande de la Gestion des pêches du MPO).

Procédures de gestion

Les composantes d'évaluation des PG proposées sont fondées sur les données historiques de la période précédant la détermination de ces procédures (de 1918 à 2018) et les données de simulation pour la période de projection (de 2019 à 2076). Pour la période de projection, on a présumé que dans le cadre des évaluations effectuées, les données sur les prises étaient exactes, peu importe la méthode utilisée (c.-à-d. que les données sur les prises correspondaient aux TAC, que les données incertaines [pêches récréatives et à des fins alimentaires, sociales et rituelles] ont été doublées et qu'il n'y a pas eu de prise ou de rejet en mer non déclaré).

Les auteurs ont proposé trois méthodes précises à titre de composantes d'évaluation des procédures de gestion relatives au sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures.

1. Un modèle statistique des prises selon l'âge (« CAA » dans les tableaux et les figures) qui est ajusté aux données accessibles les plus détaillées sur les prises, les relevés, la composition du stock étudié selon l'âge des individus et le cycle vital.
2. Un modèle de production excédentaire de Schaefer (« PE » dans les tableaux et les figures) qui fournit une approche partielle permettant d'évaluer le stock seulement en fonction des prises et des indices de relevé, ce qui est conforme aux évaluations antérieures du stock.
3. Un estimateur empirique des tendances des indices de relevé (« IDX » dans les tableaux et les figures) qui vise à suivre les changements proportionnels de la biomasse du stock au fil du temps.

Pour chaque composante d'évaluation des PG, la règle de contrôle des prises est différente. Pour les PG fondées sur les modèles (CAA et SP), on se sert d'estimations tirées du modèle d'évaluation utilisé concernant la situation du stock évalué (B_t/B_{RMD}) par rapport aux points de référence limite ou supérieur afin de déterminer la mortalité par pêche cible selon la règle de contrôle des prises habituelle de type « bâton de hockey » (figure 3). Lorsque les estimations de la biomasse du stock sont en deçà du PRL ($0,4B_{RMD}$), le taux d'exploitation cible est nul, et lorsque la biomasse est au-delà du point de référence supérieur ($0,8B_{RMD}$), le taux d'exploitation cible correspond à un taux de prises de référence (p. ex., mortalité par pêche maximale ou taux d'exploitation). Pour les PG fondées sur les indices de relevé (IDX), on établit les TAC en ajustant ceux de l'année précédente selon l'estimation du changement proportionnel de la biomasse du stock (figure 4).

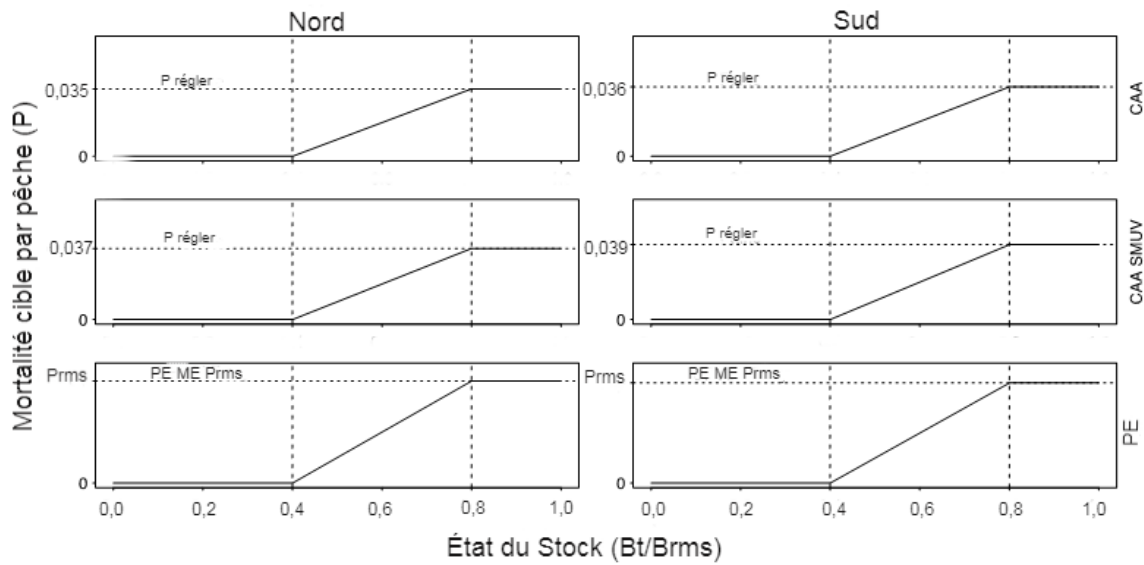


Figure 3. Règles de contrôle des prises liées aux PG CAA (graphiques du haut), CAA SMUV (graphiques du milieu) et PE (graphiques du bas) pour les zones septentrionale et méridionale. Pour les procédures de gestion fondées sur la composante CAA, on a utilisé une mortalité par pêche cible (P), qui a été ajustée afin de fournir des valeurs de biomasse relativement stables pour les stocks étudiés au cours de la période de projection (P régler). Pour les PG fondées sur la composante PE, on a utilisé l'estimation de F_{RMD} issue de l'évaluation (PE ME P_{RMD}) à titre de taux de prises maximal.

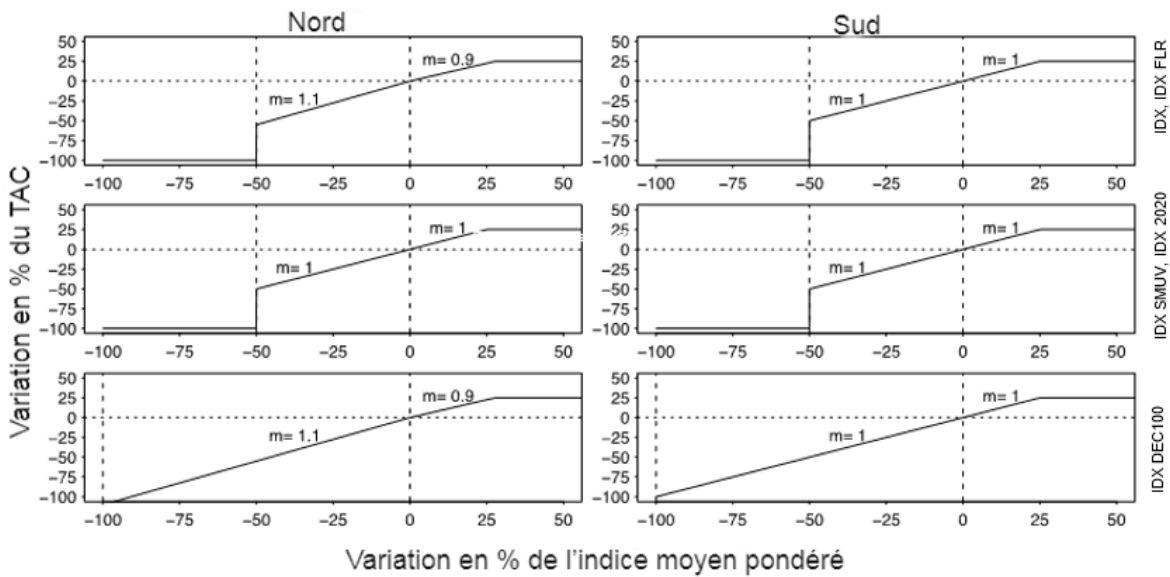


Figure 4. Règles de contrôle des prises liées aux procédures de gestion fondées sur les indices de relevé (IDX, IDX_FLR, IDX_SMUV, IDX_2020, IDX_DEC100) pour les zones septentrionale et méridionale, et courbes positives ou négatives (m) indiquant le changement du TAC proportionnellement au changement des indices de relevé.

Les auteurs ont effectué une étape supplémentaire de lissage afin de générer les TAC à partir des PG proposées au moyen du modèle statistique des prises selon l'âge et de l'estimateur empirique des tendances des indices de relevé. Cette étape visait à limiter la variation

interannuelle des TAC causée par la grande variabilité des indices de relevé et par une augmentation brusque à court terme entre les TAC existants pour le stock étudié et les TAC utilisés dans les PG fondées sur le modèle des prises selon l'âge (c.-à-d. le modèle qui vise à stabiliser la biomasse obtenue à un niveau semblable aux niveaux actuels). Les simulations préliminaires ont montré que les TAC générés à partir des PG fondées sur le modèle des prises selon l'âge présentent une grande augmentation brusque au cours de la première année projetée; ainsi, l'étape de lissage fournit une option pour que la transition vers ces TAC soit plus graduelle.

Les modèles des prises selon l'âge et de Schaefer produisent des estimations semblables pour le RMD et le paramètre B_{RMD} , mais des estimations très différentes pour la relation de B_{RMD} par rapport à B_0 et pour la taille actuelle du stock évalué par rapport à B_{RMD} (figure 5). Ces résultats s'expliquent principalement par les différences relatives à la façon dont le paramètre B_{RMD} est estimé. Pour le modèle de Schaefer, on fixe la valeur de B_{RMD} à $0,5B_0$ en raison du manque de données sur la productivité du stock, et pour le modèle des prises selon l'âge, la valeur de B_{RMD} , qui correspond à environ $0,27B_0$, est estimée à partir de la fonction de production du stock. Par conséquent, lorsque les estimations de l'état du stock à l'échelle de la côte se situent entre $0,27$ et $0,48B_0$, on perçoit l'état du stock de façon très différente en raison de l'écart entre les valeurs estimées de B_{RMD} .

Pour évaluer les PG au moyen de simulations, on doit utiliser des mesures de rendement quantitatives pour chaque objectif de pêche. Les indicateurs de l'état du stock sont tous mesurés au moyen de la biomasse féconde issue du modèle d'exploitation et, au besoin, de la période correspondant à 1,5 génération (57 ans) calculée au moyen des estimations de la mortalité naturelle issues du scénario de référence, soit de 0,038 à 0,039 par année. On a utilisé l'âge moyen des individus du stock de géniteurs à un taux d'exploitation nul pour calculer que la durée d'une génération (G) est de 38 ans pour le stock étudié (Cox *et al.*, 2011). L'objectif 1 peut être décrit de façon probabiliste comme $P(B_{2076} > PRL) \geq 0,95$. Les auteurs ont simplement comparé cette probabilité à la proportion des reproductions des simulations, sur les 100 reproductions effectuées, pour lesquelles la biomasse féconde issue du modèle d'exploitation pour 2076 est supérieure à $0,4B_{RMD}$.

Pour chaque reproduction des simulations, on a calculé les statistiques de rendement liées à l'objectif de rétablissement 2, qui est fondé sur la biomasse. On a ensuite résumé le rendement prévu des procédures de gestion au moyen de la médiane des statistiques liées aux 100 reproductions. On a calculé les mesures de rendement séparément pour les quatre scénarios propres à chaque zone, puis on a pondéré ces mesures afin de créer un tableau du rendement pondéré pour la zone septentrionale (tableaux 2) et pour la zone méridionale (tableaux 3).

La biomasse actuelle issue des quatre scénarios varie d'environ 3 100 à 10 100 tonnes dans la zone septentrionale et d'environ 2 400 à 5 500 tonnes dans la zone méridionale (figure 6). Cette plage est beaucoup plus grande que l'incertitude statistique liée à un scénario précis. Aucun facteur unique ne permet d'expliquer clairement ces grandes plages de biomasse parce que la mortalité naturelle, les niveaux de prises absolus et les données historiques sur le recrutement ont tous une incidence sur les estimations liées à la biomasse et au recrutement, de façon directe ou indirecte. De façon générale, les scénarios dans lesquels 1960 est l'année initiale ont généré les valeurs les plus élevées pour la biomasse à un taux d'exploitation nul et la biomasse actuelle, et les scénarios pour lesquels on a utilisé la limite inférieure des prises issues des pêches commerciales ont généré les valeurs les plus faibles pour ces paramètres.

**Évaluation des stratégies de rétablissement possibles –
Sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures**

Région du Pacifique

Tableau 1. Estimations des paramètres biologiques et des points de référence en matière de gestion selon les scénarios de référence, de recharge (2, 3 et 4) et pondéré pour les stocks des zones septentrionale, méridionale et à l'échelle de la côte. Le point de référence limite (PRL) correspond à $0,4B_{RMD}$.

Zone septentrionale

Scénario	Biomasse à un taux d'exploitation nul (kt)		Mortalité naturelle		Points de référence				État actuel du stock			
	B_0	IC à 95 %	M	IC à 95 %	B_{RMD}	PRL	F_{RMD}	RMD	B_{2018}	B_{2018}/B_0	B_{2018}/B_{RMD}	P($B_{2018} > PRL$)
Référence	14,2	13,1 à 15,4	0,039	0,037 à 0,040	3,6	1,4	0,053	0,21	4,5	0,31	1,23	100,0 %
2	16,0	11,8 à 21,8	0,044	0,043 à 0,046	4,4	1,8	0,052	0,26	8,2	0,51	1,85	100,0 %
3	17,4	15,6 à 19,5	0,034	0,034 à 0,035	4,8	1,9	0,042	0,22	5,3	0,30	1,11	99,9 %
4	8,8	8 à 9,7	0,039	0,037 à 0,040	2,3	0,9	0,051	0,13	2,6	0,29	1,12	100,0 %
Pondéré	14,1	12,4 à 16,2	0,039	0,038 à 0,040	3,7	1,5	0,051	0,21	4,9	0,35	1,33	100,0 %

Zone méridionale

Scénario	Biomasse à un taux d'exploitation nul (kt)		Mortalité naturelle		Points de référence				État actuel du stock			
	B_0	IC à 95 %	M	IC à 95 %	B_{RMD}	PRL	F_{RDD}	RMD	B_{2018}	B_{2018}/B_0	B_{2018}/B_{RMD}	P($B_{2018} > PRL$)
Référence	10,8	10 à 11,7	0,038	0,036 à 0,039	2,8	1,1	0,052	0,16	3,3	0,30	1,18	100,0 %
2	10,3	8,7 à 12,2	0,041	0,040 à 0,043	2,9	1,2	0,048	0,15	4,4	0,43	1,54	100,0 %
3	11,6	10,8 à 12,5	0,031	0,031 à 0,032	3,2	1,3	0,038	0,13	2,4	0,21	0,75	91,8 %
4	7,5	6,7 à 8,5	0,038	0,036 à 0,039	2,0	0,8	0,050	0,11	1,9	0,26	0,98	94,6 %
Pondéré	10,3	9,4 à 11,4	0,037	0,036 à 0,038	2,8	1,1	0,049	0,14	3,1	0,30	1,13	98,0 %

Zone à l'échelle de la côte

Scénario	Biomasse à un taux d'exploitation nul (kt)		Mortalité naturelle		Points de référence				État actuel du stock			
	B_0	IC à 95 %	M	IC à 95 %	B_{RMD}	PRL	F_{RMD}	RMD	B_{2018}	B_{2018}/B_0	B_{2018}/B_{RMD}	$P(B_{2018} > PRL)$
Référence	25,0	23,1 à 27,1	0,039	0,037 à 0,040	6,4	2,6	0,053	0,37	7,8	0,31	1,22	100,0 %
2	26,3	20,5 à 34,0	0,043	0,042 à 0,045	7,3	2,9	0,050	0,41	12,6	0,48	1,73	100,0 %
3	29,0	26,4 à 32,0	0,033	0,033 à 0,034	8,0	3,2	0,040	0,35	7,7	0,27	0,96	99,8 %
4	16,3	14,7 à 18,2	0,039	0,037 à 0,040	4,3	1,7	0,051	0,24	4,5	0,28	1,05	99,7 %
Pondéré	24,4	21,8 à 27,6	0,039	0,037 à 0,039	6,5	2,6	0,050	0,35	8,0	0,33	1,24	100,0 %

Tableau 2. Moyenne pondérée du rendement des PG évaluées selon les quatre scénarios pour la zone septentrionale. Les TAC et les prises de 2020 sont les mêmes pour toutes les reproductions liées aux PG CAA et IDX. Pour les PG PE, on a présenté les valeurs médianes des paramètres. Dans le tableau, l'acronyme « VAM » correspond à la variation annuelle moyenne des prises.

Procédure de gestion	Objectif de rétablissement		Autres mesures de rendement									
	1	2	Déclin à long terme		Prises à court terme (5 ans)			Prises à moyen terme (10 ans)			Prises de 2020 (t)	
	P(B ₂₀₇₆ > PRL)	P(B ₂₀₂₉ < B ₂₀₂₀)	B ₂₀₇₆ /B ₀	B ₂₀₇₆ /B _{RMD}	P(C _t > 62t)	Médiane (t)	VAM	P(C _t > 64t)	Médiane (t)	VAM	TAC	Prises
Pe	1	0	0,55	1,89	0,20	43	45	0,34	54	39	38	38
pe_2xRec	1	0	0,52	1,79	0,25	46	48	0,38	60	42	38	41
Caa	1	0,48	0,36	1,25	1,00	190	13	1,00	193	7	166	166
caaSmuv	1	0,48	0,35	1,21	1,00	181	15	1,00	195	7	124	124
caa_2xFSC	1	0,57	0,35	1,21	1,00	199	13	1,00	201	7	166	175
caa_2xRec	1	0,72	0,33	1,14	1,00	216	14	1,00	218	8	166	190
Idx	1	0,43	0,43	1,48	1,00	185	22	0,99	184	19	166	166
idxSmuv	1	0,26	0,33	1,13	1,00	162	16	1,00	168	12	120	120
idx_2xFSC	1	0,65	0,40	1,38	1,00	210	21	1,00	207	19	166	175
idx_2xRec	1	0,88	0,36	1,24	1,00	256	24	1,00	250	21	166	190
idx_2020	1	0,00	0,46	1,59	0,94	96	14	0,94	105	15	85	85
idx_dec100	1	0,43	0,43	1,48	1,00	185	22	0,99	184	19	166	166
idxFlr	1	0,44	0,42	1,46	1,00	185	22	1,00	184	19	166	166

Tableau 3. Moyenne pondérée du rendement des PG évaluées selon les quatre scénarios pour la **zone méridionale**. Les TAC et les prises de 2020 sont les mêmes pour toutes les reproductions liées aux PG CAA et IDX. Pour les PG PE, on a présenté les valeurs médianes des paramètres. Dans le tableau, l'acronyme « VAM » correspond à la variation annuelle moyenne des prises.

Procédure de gestion	Objectifs de rétablissement		Autres mesures de rendement									
	1	2	Déclin à long terme		Prises à court terme (5 ans)			Prises à moyen terme (10 ans)			Prises en 2020 (t)	
	P(B ₂₀₇₆ > PRL)	P(B ₂₀₂₉ < B ₂₀₂₀)	B ₂₀₇₆ /B ₀	B ₂₀₇₆ /B _{RMD}	P(C _t > 62t)	Médiane (t)	VAM	P(C _t > 64t)	Médiane (t)	VAM	TAC	Prises
pe	1	0	0,42	1,45	0,44	38	33	0,65	56	30	32	32
pe_2xRec	1	0	0,36	1,21	0,50	44	43	0,70	68	37	32	34
caa	1	0,45	0,31	1,07	1,00	146	16	1,00	154	8	107	107
caaSmuv	1	0,47	0,29	1,01	1,00	138	19	1,00	156	9	79	79
caa_2xFSC	1	0,58	0,30	1,01	1,00	154	15	1,00	162	8	107	116
caa_2xRec	1	0,88	0,25	0,86	1,00	187	18	1,00	193	10	107	136
idx	1	0,05	0,56	1,9	1,00	103	27	0,98	104	23	107	107
idxSmuv	1	0,03	0,45	1,56	1,00	100	19	1,00	105	14	74	74
idx_2xFSC	1	0,19	0,50	1,73	1,00	125	23	0,99	126	21	107	116
idx_2xRec	1	0,81	0,42	1,45	1,00	191	25	0,98	193	24	107	136
idx_2020	1	0	0,63	2,15	0,88	51	18	0,87	53	18	52	52
idx_dec100	1	0,05	0,56	1,9	1,00	103	27	0,98	104	23	107	107
idxFlr	1	0,05	0,53	1,79	1,00	103	27	1,00	104	23	107	107

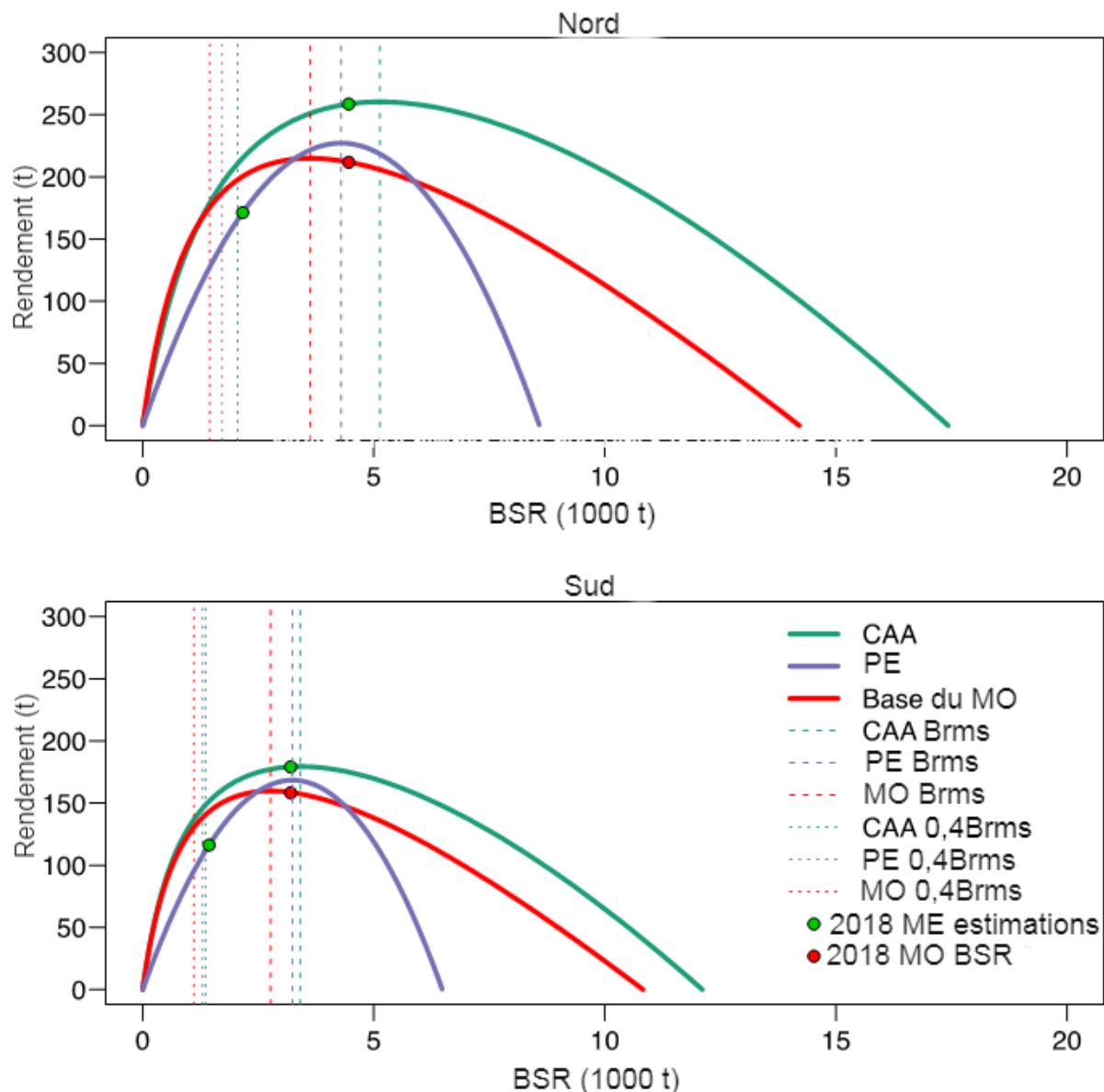


Figure 5. Courbes représentant le rendement en situation d'équilibre par rapport à la biomasse féconde pour le scénario de référence, et estimations issues des modèles des prises selon l'âge (CAA) et de production excédentaire (PE) utilisés dans le cadre de certaines PG, et ce, pour la première année simulée, soit 2018.

Évaluation des stratégies de rétablissement possibles – Sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures

Région du Pacifique

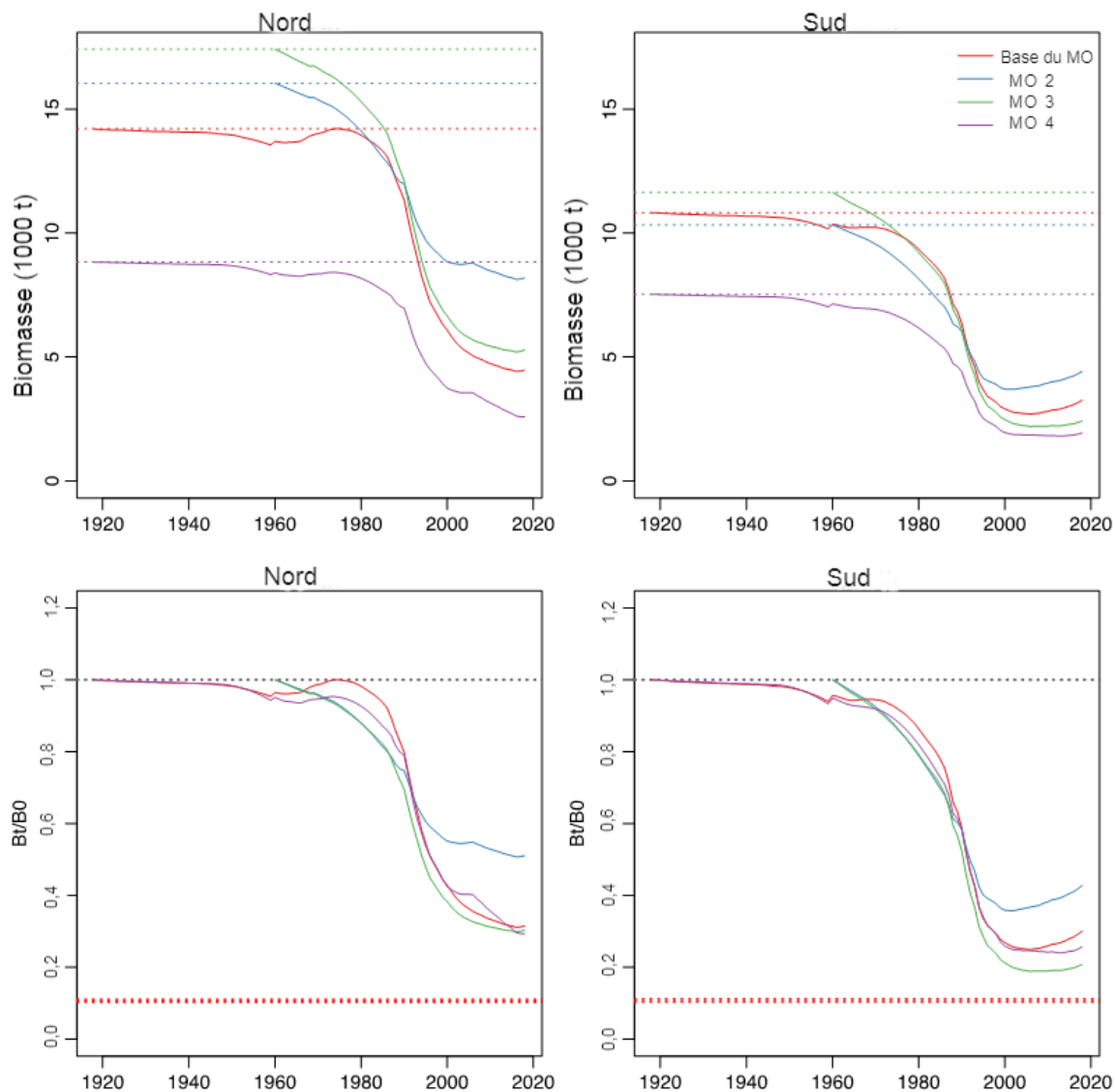


Figure 6. Déclin absolu (graphiques du haut) et déclin relatif (graphiques du bas) de la biomasse féconde selon les quatre scénarios de modèle d'exploitation : i) le scénario de référence (S de référence), pour lequel on a utilisé 1918 comme année initiale et une série de données sur les prises commerciales reconstituées; ii) le scénario 2 (S2) pour lequel on a utilisé 1960 comme année initiale et la limite inférieure des prises issues des pêches commerciales; iii) le scénario 3 (S3) pour lequel on a utilisé 1960 comme année initiale et une série de données sur les prises commerciales reconstituées; iv) le scénario 4 (S4) pour lequel on a utilisé 1918 comme année initiale et la limite inférieure des prises issues des pêches commerciales. Les lignes pointillées rouges dans les graphiques du bas représentent le PRL pour chaque scénario, qui va de $0,10B_0$ à $0,11B_0$.

Sources d'incertitude

Les divers scénarios étudiés ne représentent pas nécessairement toutes les sources d'incertitude possibles. On a utilisé des indices de relevé et des données sur la composition du stock évalué selon l'âge des individus, mais la quantité et la qualité des données utilisées demeurent limitées par rapport à la longévité du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures et à la période pendant laquelle on a mené des activités de pêche aux poissons de fond en Colombie-Britannique. Par conséquent, des hypothèses liées à certains paramètres, émises sous forme de distributions *a priori*, pourraient avoir une influence considérable sur les résultats obtenus. L'utilisation de distributions *a priori* informatives ou peu informatives pour des taux de mortalité naturelle élevés a généré des estimations de la mortalité naturelle élevées et des estimations de la biomasse élevées et irréalistes. Il n'existe pas beaucoup de données supplémentaires relatives à la composition du stock selon l'âge des individus à un taux d'exploitation nul ou de données de marquage permettant d'estimer la valeur de M pour le stock étudié, ce qui signifie qu'on devra continuer d'utiliser des scénarios relatifs à la mortalité naturelle pour évaluer le stock et les PG connexes.

Les scénarios présentent des lacunes de correspondance, notamment une surestimation de la classe d'âge 65+ (figure 7) pour la composition du stock selon l'âge des individus et une sous-estimation de la tendance à la baisse pour les indices du relevé de la Commission internationale de flétan du Pacifique (CIFP) mené dans la zone méridionale. L'étude de la taille de la classe d'âge 65+ pourrait stabiliser le comportement du modèle; dans le cadre d'évaluations futures, on devrait donc étudier différents groupes d'individus âgés. On devrait aussi étudier la fiabilité des tendances du relevé de la CIFP parce que comme ce relevé a été conçu pour le flétan du Pacifique, il pourrait mener à des tendances qui ne reflètent pas exactement les changements relatifs à l'effectif du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures. En outre, on devrait étudier des méthodes de rechange, comme un modèle delta, qui permettraient d'analyser les données concernant la présence ou l'absence d'individus et l'effectif du stock afin de vérifier les tendances issues du relevé de la CIFP.

Dans le modèle d'exploitation, on utilise une valeur de fécondité qui est corrélée à l'âge des individus, mais cette relation devrait être étudiée davantage dans le cadre de travaux futurs étant donné que la relation entre la taille des individus et la fécondité est exponentielle chez les sébastes (Dick *et al.*, 2017).

Il semble y avoir un biais positif associé aux courbes de croissance estimées des juvéniles (âges 1 à 6), ce qui pourrait entraîner une surestimation de la biomasse exploitable et une sous-estimation de la mortalité par pêche. Ce biais pourrait être faible parce que ces individus ne feront pas partie de la biomasse exploitable ou de la biomasse féconde avant plusieurs années; lorsqu'ils s'ajouteront à ces biomasses, le modèle de croissance sera un peu plus exact.

Les données sur la composition du stock selon l'âge des individus qui sont issues d'activités de pêche commerciale sont limitées et possiblement biaisées. De plus, il n'y a pas de données issues des pêches récréatives et à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR). On devrait envisager l'élaboration d'une méthode permettant de recueillir des données sur la détermination de l'âge des prises issues des pêches commerciales. Dans le cadre des activités de pêche commerciale, récréative et ASR, la sélectivité est très incertaine; on devrait élaborer de nouvelles méthodes de collecte de données afin de les améliorer.

Lors des recherches futures, il serait important d'envisager de mener des essais plus détaillés sur les scénarios de modèle d'exploitation concernant le stock étudié; plus précisément, on devrait inclure des essais de simulation évaluant les biais et les propriétés liés à la précision.

Évaluation des stratégies de rétablissement possibles – Sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures

Région du Pacifique

Ces essais permettraient d'établir la fiabilité des conclusions tirées de l'évaluation du rendement des PG.

Entre autres sources d'incertitude qui n'ont pas pu être traitées de façon exhaustive, on compte l'incertitude élevée liée aux prises issues des pêches récréatives et ASR, y compris de possibles erreurs liées à l'identification de sébastes aux yeux jaunes lors de la collecte des données historiques et contemporaines.

L'incidence positive ou négative des zones de conservation des sébastes sur la croissance des stocks n'a pas pu être évaluée ou abordée dans le présent avis scientifique en raison du manque de surveillance au sein de ces zones.

On devrait évaluer bon nombre des sources d'incertitude susmentionnées dans le cadre de futures itérations du processus d'évaluation des stratégies de gestion. On devrait aussi déterminer des objectifs de recharge pour le sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, y compris des objectifs liés à la pêche et à la conservation des individus âgés et de grande taille en raison de l'importance des femelles fertiles qui sont âgées et de grande taille à l'échelle de la population (voir la section Autres considérations).

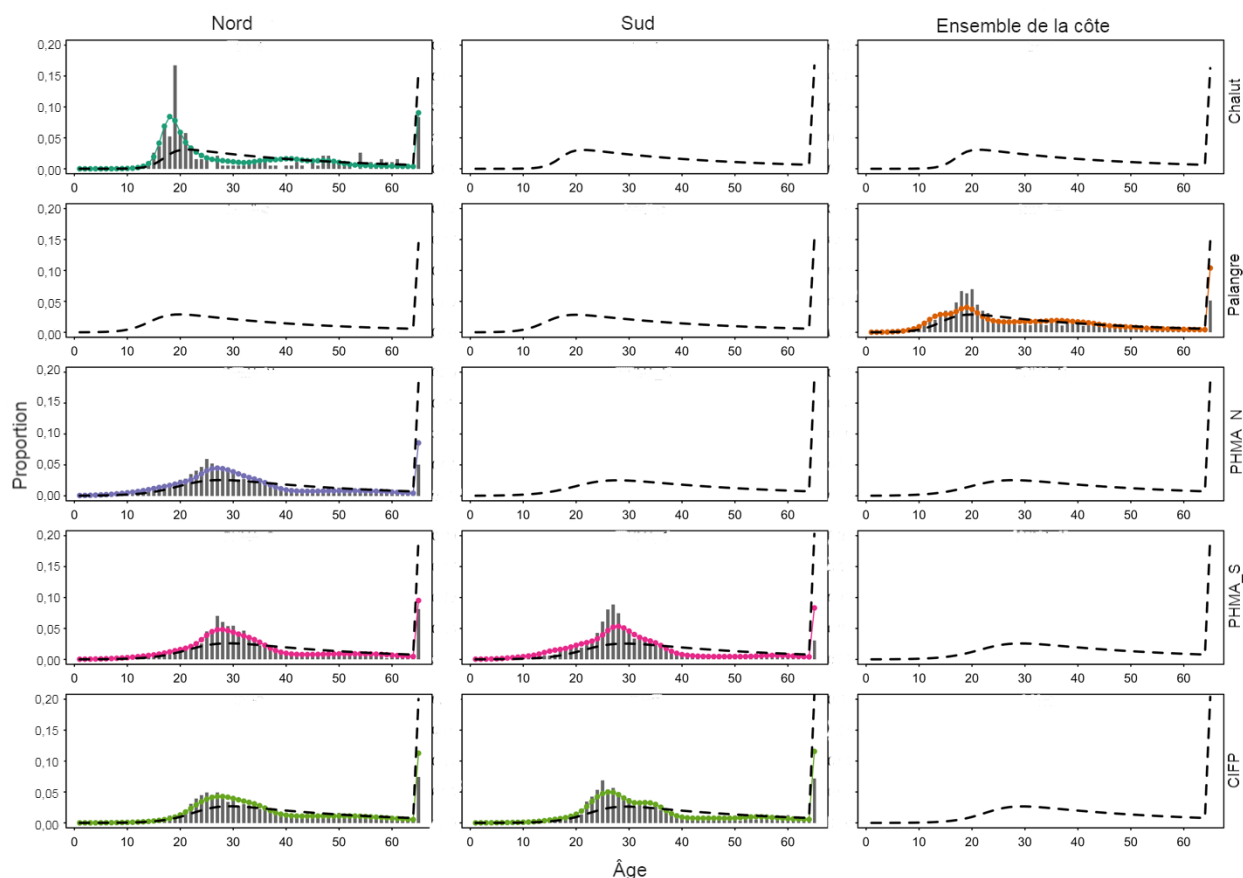


Figure 7. Composition moyenne du stock selon l'âge des individus, observée ou ajustée selon le scénario de référence pour chacune des flottilles ayant fourni des données à ce sujet. Les lignes tiretées noires indiquent la composition du stock selon l'âge des individus en situation d'équilibre à un taux d'exploitation nul, qui a été ajustée selon la sélectivité de chaque flottille.

CONCLUSIONS ET AVIS

- La présente évaluation fournit un avis scientifique sur le rétablissement du stock de sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures (figure 1). Dans le cadre de celle-ci, on a modélisé des simulations en boucle fermée en vue de tester le rendement d'un ensemble de PG proposées par rapport à des objectifs quantitatifs précis.
- Une approche axée sur la gestion devait initialement être utilisée pour élaborer des plans de rétablissement pour le sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures; toutefois, lors du choix et de l'ajustement des scénarios de modèle opérationnel, les auteurs ont conclu que le stock n'avait probablement pas besoin d'être rétabli au-delà du PRL.
- Pour tous les scénarios, on a considéré que la biomasse du stock était supérieure à $0,4B_{RMD}$ à l'échelle de la côte, même si la biomasse a baissé de 49 à 71 % dans la zone septentrionale, de 57 à 79 % dans la zone méridionale et de 52 à 73 % à l'échelle de la côte, et ce, au cours des deux dernières générations.
- Les objectifs de rétablissement actuels pour le stock mettent l'accent sur la biomasse plutôt que sur d'autres aspects importants comme les prises et la répartition spatiale. On a cerné plusieurs PG qui permettraient d'améliorer ou de stabiliser la biomasse dans les zones septentrionale et méridionale. Par exemple, les PG fondées sur le modèle des prises selon l'âge ont été ajustées pour qu'on puisse atteindre un taux de mortalité par pêche cible grâce auquel la biomasse deviendrait relativement stable à court terme.
- On devrait demander aux gestionnaires responsables du sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures, aux représentants des Premières Nations et aux intervenants du secteur des pêches de fournir des directives supplémentaires afin de préciser les objectifs de pêche, puis de déterminer les compromis entre les PG.
- Toute PG qui sera mise en œuvre en attendant que les objectifs en matière de pêche soient précisés devrait viser à augmenter ou à stabiliser la biomasse du stock. On pourrait choisir une PG provisoire parmi les procédures analysées dans le cadre de la présente évaluation et la mettre en œuvre afin de fournir un avis sur les pêches à court terme.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

On n'a pas expressément inclus de renseignements sur les considérations en matière d'écosystème et les changements climatiques dans la présente analyse. Cependant, les différences en matière de productivité dans les différentes zones pourraient découler d'effets écosystémiques ou environnementaux. Le sébaste aux yeux jaunes est visé lors d'activités de pêche multisécifiques; dans les simulations effectuées, on a donc utilisé en tant que limite inférieure des prises le niveau minimal de prises requis pour que les activités de pêche en question puissent avoir lieu. L'incidence positive ou négative des zones de conservation des sébastes sur la croissance du stock n'a pas pu être évaluée ou incluse dans le présent avis scientifique en raison du manque de surveillance au sein de ces zones. On prévoit un effet positif sur la biomasse du sébaste aux yeux jaunes avec le temps et à mesure que les structures relatives à la taille des individus selon l'âge se seront stabilisées au sein de celles-ci. L'évolution vers une évaluation de la stratégie de gestion offre un moyen d'envisager ou d'opérationnaliser une approche écosystémique de la gestion des pêches en incorporant des considérations écosystémiques, l'incertitude climatique et d'autres mesures de conservation dans la sélection des PG. Les stocks de poissons de fond qui sont pêchés jusqu'à des niveaux de biomasse apparemment durables peuvent avoir des structures de taille et d'âge tronquées

**Évaluation des stratégies de rétablissement possibles
– Sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures**

Région du Pacifique

(Hixon et al., 2014); on a récemment répertorié des diminutions de la taille et de l'âge des sébastes aux yeux jaunes des eaux extérieures le long de la côte centrale de la Colombie-Britannique (Eckert et al., 2017; McGreer et Frid, 2017). Même si l'objectif de l'évaluation effectuée était de déterminer s'il était possible d'atteindre les objectifs fondés sur la biomasse, des travaux futurs pourraient inclure des analyses de la répartition spatiale et structurée selon l'âge des individus, et d'autres aspects indiquant que le stock est rétabli et en santé. Les objectifs de gestion et de rétablissement seraient plus efficaces s'ils traitaient expressément du rétablissement des groupes d'individus âgés et de grande taille.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Affiliation
Acheson	Chris	Canadian Sablefish Association
Ahern	Pat	Conseil consultatif de la pêche sportive
Anderson	Sean	Sciences du MPO, poissons de fond
Archibald	Devan	Organisation Oceana
Banning	Jessica	Gestion des pêches du MPO, LEP
Benson	Ashleen	Landmark Fisheries Research
Bocking	Bob	Comité des pêches des Premières Nations Maa-nulth
Boyes	David	Regroupement commercial du secteur industriel – Flétan
Bresch	Midoli	Sciences du MPO, poissons de fond
Candy	John	Sciences du MPO, Centre des avis scientifiques de la région du Pacifique
Carruthers	Tom	Université de la Colombie-Britannique
Clarkson	Molly	Conseil de la Nation Haida
Connors	Brendan	Sciences du MPO, évaluation quantitative
Cox	Sean	Université Simon-Fraser
Doherty	Beau	Landmark Fisheries Research
Edwards	Andrew	Sciences du MPO, évaluation quantitative
English	Philina	Sciences du MPO, poissons de fond
Finn	Maureen	Gestion des poissons de fond du MPO
Forrest	Robyn	Sciences du MPO, évaluation quantitative
Gardner	Lindsay	Gestion des ressources du MPO
Grandin	Chris	Sciences du MPO, poissons de fond
Grant	Paul	Sciences du MPO, LEP
Haggarty	Dana	Sciences du MPO, poissons de fond
Haigh	Rowan	Sciences du MPO, poissons de fond
Holt	Kendra	Sciences du MPO, évaluation quantitative
Huynh	Quang	Université de la Colombie-Britannique
Kanno	Roger	Gestion des pêches du MPO
Keizer	Adam	Gestion des pêches du MPO, poissons de fond
Kelly	Mike	Conseil consultatif de la pêche sportive

**Évaluation des stratégies de rétablissement possibles
– Sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures**

Région du Pacifique

Nom	Prénom	Affiliation
Keppel	Elise	Sciences du MPO, poissons de fond
Kronlund	Rob	Sciences du MPO
Leaman	Bruce	COSEPAC
Olmstead	Melissa	Sciences du MPO
Romanin	Kevin	Province de la Colombie-Britannique
Rooper	Chris	Sciences du MPO, évaluation quantitative
Sporer	Chris	Pacific Halibut Management Association
Starr	Paul	Canadian Groundfish Conservation Society
Surry	Maria	Sciences du MPO, pêches et évaluation des données connexes
Tadey	Rob	Gestion des pêches du MPO, poissons de fond
Turris	Bruce	BC Groundfish Conservation Society
Wallace	Scott	Fondation David Suzuki
Williams	Ben	Ministère de la Pêche et de la Chasse de l'Alaska
Workman	Greg	Sciences du MPO, poissons de fond

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs du 29 au 30 octobre 2019 sur l'évaluation des procédures de gestion du plan de rétablissement de la population extérieures de sébaste aux yeux jaunes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Andrews, K.S., Nichols, K.M., Elz, A., Tolimieri, N., Harvey, C.J., Pacunski, R., Lowry, D., Yamanaka, K.L., and Tonnes, D.M. 2018. Cooperative research sheds light on population structure and listing status of threatened and endangered rockfish species. *Conservation Genetics* 19(4): 865-878.

COSEPAC. 2008. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le sébaste aux yeux jaunes \(*Sebastes ruberrimus*\), population des eaux intérieures de l'océan Pacifique et population des eaux extérieures de l'océan Pacifique, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 83 p

Cox, S.P., Kronlund, A.R., and Wyeth, M.R. 2010. Development of precautionary management strategies for the British Columbia sablefish (*Anoplopoma fimbria*) fishery. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/043. vi + 145 p.

Cox, S.P., Kronlund, A.R., and Lacko, L. 2011. Management procedures for the multi-fleet sablefish (*Anoplopoma fimbria*) fishery in British Columbia, Canada. Centre for Scientific Advice Working Paper P2010-05. 166 pp.

Dick, E.J., Beyer, S., Mangel, M. & Ralston, S. (2017). A meta-analysis of fecundity in rockfishes (genus *Sebastes*). *Fish. Res.*, 187, 73–85.

DFO. 2016. Pacific Region integrated fisheries management plan, groundfish, effective February 21, 2016. Dept. of Fisheries and Oceans. Pacific Region, Vancouver, B.C.

**Évaluation des stratégies de rétablissement possibles
– Sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures**

Région du Pacifique

- Eckert, L.E., Ban, N.C., Frid, A. & Mcgreer, M. (2017). Diving back in time: Extending historical baselines for yelloweye rockfish with Indigenous knowledge. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 28, 158–166.
- Hixon, M.A., Johnson, D.W. & Sogard, S.M. (2014). BOFFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations. *ICES J. Mar. Sci.*, 71, 2171–2185.
- Keppel, E.A. et Olsen, N. 2019. [Examen préalable à l'évaluation du COSEPAC du sébaste aux yeux jaunes \(*Sebastes ruberrimus*\) sur la côte canadienne du Pacifique : biologie, répartition et tendances relatives à l'abondance](#). Secr. can. de consult. . sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/014. ix + 119 p.
- Love, M., Yoklavich, M., and Thorsteinson, L. 2002. *The Rockfishes of the Northeast Pacific*. University of California Press, Los Angeles. pp. 404.
- McGreer, M. & Frid, A. (2017). Declining size and age of rockfishes (*Sebastes spp.*) inherent to Indigenous cultures of Pacific Canada. *Ocean Coast. Manag.*, 145, 14–20.
- Milazzo, M. J. 2012. Progress and problems in U.S. marine fisheries rebuilding plans. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22: 273 – 296.
- MPO. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#).
- MPO. 2013. [Guidance for the development of rebuilding plans under the precautionary approach framework : growing stocks out of the critical zone](#).
- NRC (National Research Council). 2013. [Evaluating the effectiveness of fish stock rebuilding plans in the United States](#). National Academies Press 155 p.
- Siegle, M.R., Taylor, E.B., Miller, K.M., Withler, R.E., and Yamanaka, K.L. 2013. Subtle Population Genetic Structure in Yelloweye Rockfish (*Sebastes ruberrimus*) Is Consistent with a Major Oceanographic Division in British Columbia, Canada. *PLoS ONE* 8(8): e71083. doi:10.1371/journal.pone.0071083.
- Smith, A.D.M. 1994. Management strategy evaluation – the light on the hill. p. 249–253. In: D.A. Hancock (ed.), *Population Dynamics for Fisheries Management*, Perth, Western Australia, Australian Society for Fish Biology.
- Smith, A.D.M., Sainsbury, K.J. and Stevens, R.A. 1999. Implementing effective fisheries management systems – management strategy evaluation and the Australian partnership approach. *ICES J. of Mar. Sci.* 56: 967-979.
- Yamanaka, K. L., M. K. McAllister, M.-P. Etienne, A. M. Edwards, and R. Haigh. 2018. [Assessment for the Outside Population of Yelloweye Rockfish \(*Sebastes ruberrimus*\) for British Columbia, Canada in 2014](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/001. ix + 150 p.

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

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2020. Évaluation des stratégies de rétablissement possibles pour le sébaste aux yeux jaunes des eaux extérieures de la Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/024.

Also available in English:

DFO. 2020. Evaluation of Potential Rebuilding Strategies for Outside Yelloweye Rockfish in British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/024.