



ÉVALUATION DES STOCKS DU COMPLEXE DES SÉBASTES À ŒIL ÉPINEUX ET À TACHES NOIRES (*SEBASTES ALEUTIANUS/MELANOSTICTUS*) DE LA COLOMBIE- BRITANNIQUE EN 2020



Sébaste à œil épineux (*Sebastes aleutianus*)
Photo : [RecFIN](#), É.-U.



Sébaste à taches noires (*Sebastes melanostictus*)
Photo : [RecFIN](#), É.-U.

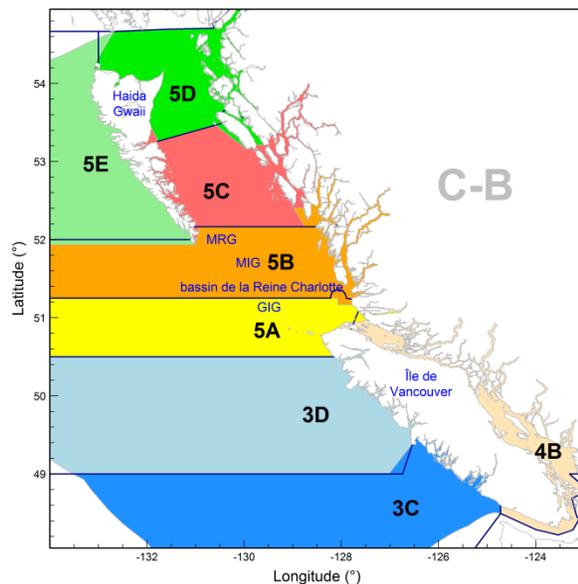


Figure 1. Zones d'évaluation des sébastes à œil épineux et à taches noires et zones de gestion principales de la Commission des pêches maritimes du Pacifique (CPMP), délimitées par des lignes pleines et utilisées dans la présente évaluation. Les zones de gestion du poisson de fond, fondées sur les [secteurs d'exploitation des pêcheries du Pacifique](#), sont représentées par des polygones colorés superposés aux fins de comparaison. La présente évaluation porte sur les zones 5DE et 3CD5AB de la CPMP (les zones 5C et 4B sont exclues).

Contexte

Il s'agit de la première évaluation officielle du complexe des sébastes à œil épineux et à taches noires (*Sebastes aleutianus/melanostictus*). Ce complexe a toujours été évalué, pêché (au chalut, à la palangre, au casier) et géré comme une seule espèce : le sébaste à œil épineux. En 2009, l'existence de deux espèces distinctes dans le complexe a été confirmée par l'identification du sébaste à taches noires (anciennement le sébaste à œil épineux de type I) et du sébaste à œil épineux (anciennement le sébaste à œil épineux de type II). Le sébaste à œil épineux tire son nom de la dizaine d'épines qui se trouvent sur le bord inférieur de l'orbite de sa cavité oculaire. Le sébaste à taches noires tire quant à lui son nom des taches noires sur son corps. Bien que les deux espèces soient présentes dans tout le nord du Pacifique (du nord du Japon au sud de la Californie), aux fins de la présente évaluation, les

données sur le complexe ont été divisées entre le stock du nord (complexe du nord) et le stock du sud (complexe du sud). Le stock du nord, dans les zones 5D et 5E (5DE) de la CPMP (Figure 1), est principalement composé de sébaste à taches noires, tandis que le stock du sud, dans les zones 3C, 3D, 5A et 5B (3CD5AB) de la CPMP, est principalement composé de sébaste à œil épineux. Les deux espèces du complexe peuvent vivre très longtemps; en effet, en Colombie-Britannique, l'âge maximal observé est de 147 pour le stock du nord, et de 125 pour le stock du sud.

La Gestion des pêches de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé aux Sciences d'évaluer les deux stocks en fonction des points de référence conformes au [Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution](#) (MPO 2009) et de présenter un avis sur les conséquences de diverses stratégies de récolte sur l'état prévu des stocks. La présente évaluation quantitative des stocks structurée selon l'âge constitue un avis sur les récoltes pour les deux stocks au cours des dix prochaines années.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs des 26 et 27 mai 2020 sur l'Évaluation des stocks du complexe des sébastes à taches noires et à œil épineux (types I et II) de la Colombie-Britannique en 2020. 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

- On a identifié les deux stocks du complexe des sébastes à taches noires et à œil épineux (ci-après appelé « le complexe ») présents le long de la côte de la Colombie-Britannique largement en fonction de la répartition spatiale de spécimens génétiquement confirmés à partir de relevés. Le stock du nord ou complexe du nord, dans les zones 5DE, est principalement composé de sébaste à taches noires (précédemment le sébaste à œil épineux de type I). Le stock du sud ou complexe du sud, dans les zones 3CD5AB, est quant à lui en grande partie composé de sébaste à œil épineux de type II.
- On a évalué les stocks du complexe à l'aide d'un modèle annuel des prises selon l'âge à deux sexes et à deux pêches dans un cadre bayésien pour quantifier les incertitudes entourant les quantités estimées. Pour chaque stock, on a utilisé un scénario de référence composite qui regroupait neuf cycles pour le complexe du nord et six cycles pour le complexe du sud, avec trois valeurs fixes pour la mortalité naturelle (M) afin d'intégrer l'incertitude associée à ce paramètre et trois valeurs d'erreur de processus des captures par unité d'effort (CPUE) afin d'évaluer l'état du stock.
- Pour le complexe du nord, la biomasse reproductrice femelle médiane (avec les 5^e et 95^e centiles) au début de 2021 (B_{2021}) est estimée à 0,595 (0,405, 0,840) de la biomasse reproductrice femelle non exploitée (B_0). En outre, la valeur B_{2021} est estimée à 2,21 (1,50, 3,15) fois la biomasse reproductrice à l'équilibre en condition de rendement maximal durable, B_{RMD} .
- Pour le complexe du sud, la biomasse reproductrice femelle médiane (avec les 5^e et 95^e centiles) au début de 2021 (B_{2021}) est estimée à 0,286 (0,155, 0,680) de la biomasse reproductrice femelle non exploitée (B_0). En outre, la valeur B_{2021} est estimée à 1,07 (0,582, 2,61) fois la biomasse reproductrice à l'équilibre en condition de rendement maximal durable, B_{RMS} .
- Pour le complexe du nord, il y a une probabilité estimée de 1 que $B_{2021} > 0,4B_{RMD}$ et une probabilité de 1 que $B_{2021} > 0,8B_{RMD}$ (c.-à-d. que le stock se trouve dans la zone saine). La probabilité que le taux d'exploitation en 2020 soit inférieur à celui associé au rendement maximal durable (RMD) est de 1 pour la pêche au chalut du poisson de fond et les pêches commerciales autres qu'au chalut.

- Pour le complexe du sud, il y a une probabilité estimée de $>0,99$ que $B_{2021} > 0,4B_{RMD}$ et une probabilité de 0,74 que $B_{2021} > 0,8B_{RMD}$ (c.-à-d. que le stock se trouve dans la zone saine). La probabilité que le taux d'exploitation en 2020 soit inférieur à celui associé au RMD est de 0,42 pour la pêche au chalut du poisson de fond et de 0,64 pour les pêches commerciales combinées autres qu'au chalut.
- L'avis à l'intention des gestionnaires est présenté sous la forme de tableaux de décision qui reposent sur les points de référence provisoires établis selon le [Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution](#) (MPO 2009). Ces tableaux de décision présentent des projections sur dix ans pour une gamme de prises constantes allant jusqu'à 1 200 tonnes par année pour le complexe du nord et jusqu'à 600 tonnes par année pour le complexe du sud.
- On prévoit que le stock du nord demeurera au-dessus du PRL ($0,4B_{RMS}$) et du PRS ($0,8B_{RMS}$) avec une probabilité de $\geq 0,99$ au cours des dix prochaines années aux niveaux de prises actuels (600 tonnes par année). Pour le complexe du sud, on prévoit que le stock demeurera au-dessus du PRL avec une probabilité de 0,85 et au-dessus du PRS avec une probabilité de 0,53 au cours des dix prochaines années aux niveaux de prises actuels (300 tonnes par année). Pour le stock du sud, cette stratégie de récolte n'est pas durable à long terme (1,5 génération ou 75 ans).
- Il n'est pas certain que les points de référence fondés sur le RMD soient pertinents pour les espèces à grande longévité et à faible productivité. Un avis à l'intention des gestionnaires fondé sur les points de référence de $0,2$ et $0,4B_0$ est donc présenté comme solution de rechange dans le document de recherche.
- Il est recommandé de procéder à une réévaluation complète des stocks d'ici dix ans, sous réserve de la disponibilité de nouveaux renseignements. Entre-temps, on pourra utiliser des relevés qui échantillonnent ces espèces ainsi que les CPUE de la pêche commerciale pour faire le suivi des tendances de l'abondance.

INTRODUCTION

En avril 2007, le complexe des sébastes à œil épineux et à taches noires (*Sebastes aleutianus/melanostictus*), ci-après appelé « le complexe », qui est composé d'une paire d'espèces sympatriques, a été évalué comme étant « préoccupant » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Au moment de l'évaluation du COSEPAC, la taxonomie était émergente et ces espèces étaient appelées sébastes à œil épineux de type I et de type II; le type I correspondait au sébaste à taches noires (*Sebastes melanostictus*) et le type II, au sébaste à œil épineux (*Sebastes aleutianus*). Bien que la taxonomie séparant les deux espèces soit maintenant plus claire grâce à des analyses génétiques et à divers biomarqueurs, des méthodes de répartition des espèces selon les données historiques n'ont pas encore été élaborées. En 2009, les sébastes de type I et de type II ont été ajoutés à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada comme espèces préoccupantes. Depuis, aucun changement n'a été apporté à leur situation, et un [plan de gestion](#) a été élaboré en 2012.

Les sébastes à œil épineux et à taches noires sont omniprésents le long de la côte de la Colombie-Britannique et la plupart des prises sont effectuées près du fond, à des profondeurs de 200 à plus de 800 m le long de la rupture de pente continentale. Ils sont présents du nord du Japon jusqu'au sud de la Californie. Les pêches au chalut rencontrent les plus fortes densités au nord-ouest de l'archipel Haida Gwaii, à l'embouchure des fossés Moresby et Mitchell et au

large de la côte nord-ouest de l'île de Vancouver. Les pêches à la ligne capturent des individus du complexe le long de l'isobathe de 500 m, les densités les plus élevées étant observées au nord-ouest de Haida Gwaii. Les sébastes à œil épineux et à taches noires se trouvent principalement sur des substrats meubles dans des zones en pente ponctuées de rochers.

Les sébastes à œil épineux et à taches noires figurent parmi les espèces du genre *Sebastes* ayant la plus grande longévité, avec des âges maximums recensés de 147 ans (sébaste à taches noires, *Sebastes melanostictus*) et de 125 ans (sébaste à œil épineux, *Sebastes aleutianus*) dans les eaux de la Colombie-Britannique, et de 205 ans au sud-est de l'Alaska (Munk 2001; fort probablement un spécimen de *Sebastes melanostictus*). En Colombie-Britannique, l'information sur l'abondance du complexe est tirée de relevés synoptiques et de données sur les pêches commerciales. Les deux espèces sont capturées au moyen de chaluts et de lignes et durant la pêche au casier de la morue charbonnière, et sont des espèces clés capturées dans la pêche intégrée multispécifique du poisson de fond en Colombie-Britannique.

Dans la présente évaluation, les deux stocks du complexe ont été définis largement en fonction de la répartition spatiale de spécimens génétiquement confirmés à partir de relevés (Creamer 2016). Si l'on se fie aux limites des zones de la Commission des pêches maritimes du Pacifique, le stock du nord (complexe du nord), dans les zones 5DE, est principalement composé de sébaste à taches noires, et le stock du sud (complexe du sud), dans les zones 3CD5AB, est principalement composé de sébaste à œil épineux. On a considéré que la zone 5C était une zone d'hybridation; on a donc omis de l'évaluation les données sur le complexe associées à cette zone, sauf pour répartir proportionnellement par année les prises dans la zone 5C entre les deux espèces (environ 65 à 70 % en faveur du sébaste à taches noires). Il est reconnu que cette définition spatiale n'est qu'une approximation de la répartition réelle des espèces, mais on l'a adoptée en l'absence d'une méthodologie plus fiable.

ÉVALUATION

Cette évaluation porte sur deux stocks qui sont présents le long de la côte de la Colombie-Britannique : le complexe du nord (5DE) et le complexe du sud (3CD5AB), qui sont exploités dans le cadre de plusieurs pêches. L'évaluation repose sur un modèle annuel des prises selon l'âge qui est ajusté à une série de relevés au chalut indépendants de la pêche pour le complexe du nord et à trois relevés pour le complexe du sud, à une série d'indices de CPUE pour la pêche commerciale au chalut de fond pour les deux, à des estimations annuelles des prises commerciales depuis 1935 et à des données sur la composition selon l'âge tirées d'une série de relevés (1997–2016) et des pêches commerciales (1978–2018). Deux pêches sont modélisées : une pêche combinée au « chalut » de fond et pélagique et une pêche « autre », qui combine les pêches commerciales à la ligne et au casier. La deuxième pêche est un compromis qui tient compte d'autres méthodes de capture des espèces tout en réduisant au minimum la complexité, étant donné le manque de renseignements fiables provenant de ces pêches supplémentaires.

Le modèle part d'un état d'équilibre présumé en 1935. On a réalisé les neuf cycles qui composent le scénario de référence en utilisant un modèle à deux sexes dans un cadre bayésien pour des scénarios qui fixaient la mortalité naturelle (M) à trois niveaux (0,035, 0,045, 0,055) et qui établissaient l'âge maximal cumulatif (A) à 80 ans et en ajoutant trois ensembles d'erreurs de processus (c_p) à l'indice des CPUE (0,1, 0,28, 0,4 pour le complexe du nord et 0,1, 0,25, 0,4 pour le complexe du sud). On a fixé la pente (h) de la fonction stock-recrutement à 0,7, et on a estimé la capturabilité (q) pour les relevés et les CPUE, ainsi que la sélectivité (μ) pour trois des quatre relevés et la flottille des chalutiers commerciaux. Pour le complexe du nord, les neuf cycles composants ont été regroupés pour former un scénario de référence

composite. Pour le complexe du sud, seulement six des neuf cycles composants ont été utilisés, car trois présentaient de piètres caractéristiques de convergence. Ces cycles composants ont exploré les deux principaux axes d'incertitude dans cette évaluation des stocks, à savoir le paramètre M et l'erreur de processus des CPUE. Des analyses de sensibilité ont été effectuées pour vérifier l'effet d'autres hypothèses de modélisation.

Tous les calculs ont été effectués selon la procédure bayésienne de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCCM), qui permet de quantifier l'incertitude des paramètres. Pour chacun des cycles composant le scénario de référence, six millions de simulations ont été échantillonnées au rythme d'une toutes les 5 000 afin de produire 1 200 échantillons MCCM (réduits à 1 000 après avoir omis les 200 premiers échantillons à titre de « rodage ») à partir des distributions a posteriori pour les paramètres estimés. Les estimations des différentes quantités ont été calculées à partir des cycles regroupés (9 000 échantillons MCCM pour le complexe du nord, 6 000 pour le complexe du sud) et sont présentées en tant que médianes (avec les 5^e et 95^e centiles pour spécifier l'incertitude). Les probabilités calculées sont également basées sur les distributions a posteriori de la simulation MCCM regroupées.

On a additionné les distributions des paramètres a posteriori pour chaque cycle composant le scénario de référence composite pour créer une distribution a posteriori composite des paramètres estimés. On a ensuite utilisé cette distribution a posteriori composite pour calculer une distribution du rendement maximal durable (RMD) et les points de référence connexes qui reflétaient la fourchette présumée de l'incertitude associée à M et la pondération relative accordée aux CPUE commerciales. On a effectué des projections sur dix ans et une génération et demie pour une gamme de prises constantes et de taux de récolte afin d'estimer les probabilités de dépassement des points de référence. L'avis à l'intention des gestionnaires est présenté sous forme d'ensembles de tableaux de décision qui indiquent les probabilités de dépasser les points de référence (conformément à l'approche de précaution de 2009 du MPO : $0,4B_{RMS}$; $0,8B_{RMS}$) et de rester en deçà du taux de récolte au RMD (u_{RMD}) de 2021 à 2031 pour une gamme de prises constantes et de taux de récolte.

La Figure 2 illustre, pour le scénario de référence composite, la biomasse reproductrice annuelle estimée (femelles matures seulement) pour les stocks à l'échelle de la côte du complexe du nord et du complexe du sud. Les deux stocks ont connu un déclin presque continu depuis le début de la reconstitution de la population en 1935, interrompu uniquement par des activités de recrutement occasionnelles (Figure 3). Les projections sur 1,5 génération (75 ans) pour des prises proches des taux de récolte actuels (600 t/a pour le sébaste à taches noires, 300 t/a pour le sébaste à œil épineux) montrent que le complexe du nord demeurera relativement stable, avec des niveaux médians du stock bien supérieurs à $0,8B_{RMD}$, tandis que le complexe du sud finira par s'effondrer en l'absence d'événements de fort recrutement.

Pour le complexe du nord, la valeur médiane estimée du RMD est de 636 tonnes (474, 1 115) (Tableau 1), comparativement aux prises moyennes de 548 tonnes au cours des cinq dernières années (2015-2019). La biomasse reproductrice estimée de l'année en cours (B_{2021}) par rapport à la biomasse non exploitée à l'équilibre, B_{2021}/B_0 est de 0,60 (0,41, 0,84) et la biomasse reproductrice à l'équilibre qui soutiendrait le RMD, B_{2021}/B_{RMD} , est de 2,21 (1,50, 3,15). Les taux d'exploitation médians en 2020 pour les deux pêches sont faibles (chalut : 0,016/a, autre : 0,023/a, Tableau 1, Figure 4). Le taux d'exploitation estimé de l'année en cours par rapport au taux d'exploitation au RMD, u_{2020}/u_{RMD} , est de 0,06 (0,02, 0,14) pour la pêche au chalut et de 0,11 (0,03, 0,32) pour les autres pêches (Tableau 1, Figure 5).

Pour le complexe du sud, la valeur médiane estimée du RMD est de 193 tonnes (152, 495) (Tableau 1), comparativement aux prises moyennes de 291 tonnes au cours des cinq dernières

années (2015–2019). La biomasse reproductrice estimée de l'année en cours (B_{2021}) par rapport à la biomasse non exploitée à l'équilibre, B_{2021}/B_0 , est de 0,29 (0,16, 0,68) et la biomasse reproductrice à l'équilibre qui soutiendrait le RMD, B_{2021}/B_{RMD} , est de 1,07 (0,58, 2,61). Les taux d'exploitation médians en 2020 pour les deux pêches sont modérés (au chalut : 0,072/a, autre : 0,044/a, Tableau 1, Figure 4). Le taux d'exploitation estimé de l'année en cours par rapport au taux d'exploitation au RMD, u_{2020}/u_{RMD} , est de 1,17 (0,19, 2,59) pour la pêche au chalut et de 0,72 (0,13, 1,77) pour les autres pêches (Tableau 1, Figure 5).

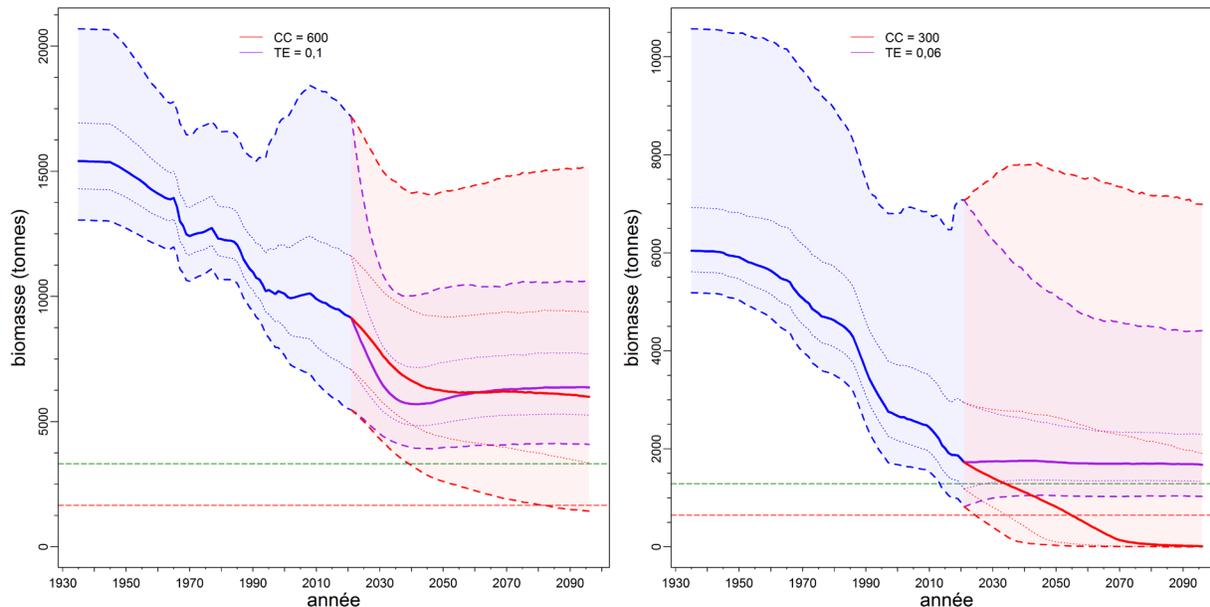


Figure 2. Estimations de la biomasse reproductrice B_t (en tonnes) à partir des modèles a posteriori des scénarios de référence composites du complexe du nord (à gauche, 9 000 échantillons) et du complexe du sud (à droite, 6 000 échantillons). La trajectoire médiane de la biomasse est présentée sous la forme d'une ligne pleine entourée d'une enveloppe de crédibilité de 90 % (centiles : 0,05, 0,95) en bleu et délimitée par des lignes tiretées pour les années 1935 à 2021; la biomasse projetée est présentée en rouge clair (prises constantes) et en violet (taux de récolte) pour les années 2022 à 2096 (1,5 génération). L'intervalle de crédibilité de 50 % (centiles : 0,25, 0,75) est également délimité par des lignes tiretées. Les lignes horizontales tiretées représentent le PRL médian (rouge : $0,4B_{RMD}$) et le PRS médian (vert : $0,8B_{RMD}$).

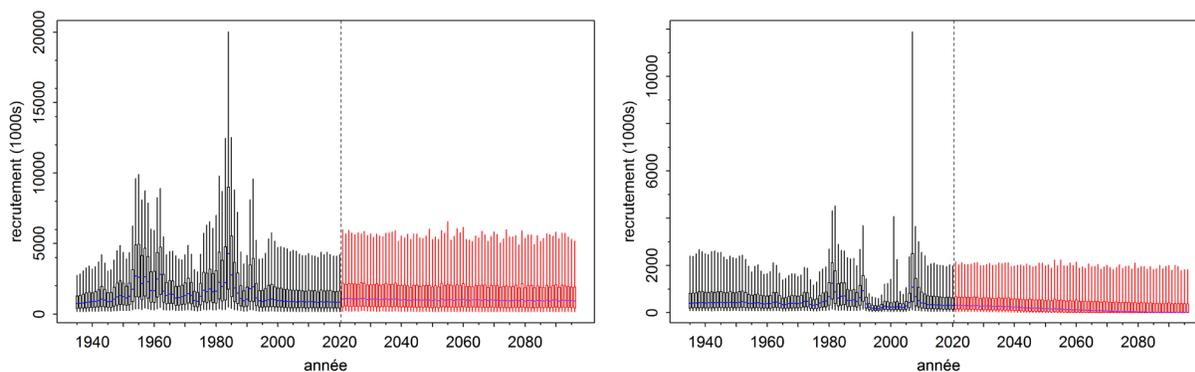


Figure 3. Scénarios de référence composites (complexe du nord à gauche, complexe du sud à droite) : distribution a posteriori marginale du recrutement (en milliers de poissons d'âge 1) pour les années reconstituées (1935–2021, en gris) et projetées (2022–2096, en rouge). Les diagrammes de quartile montrent les centiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95 des résultats de la simulation MCCM regroupés.

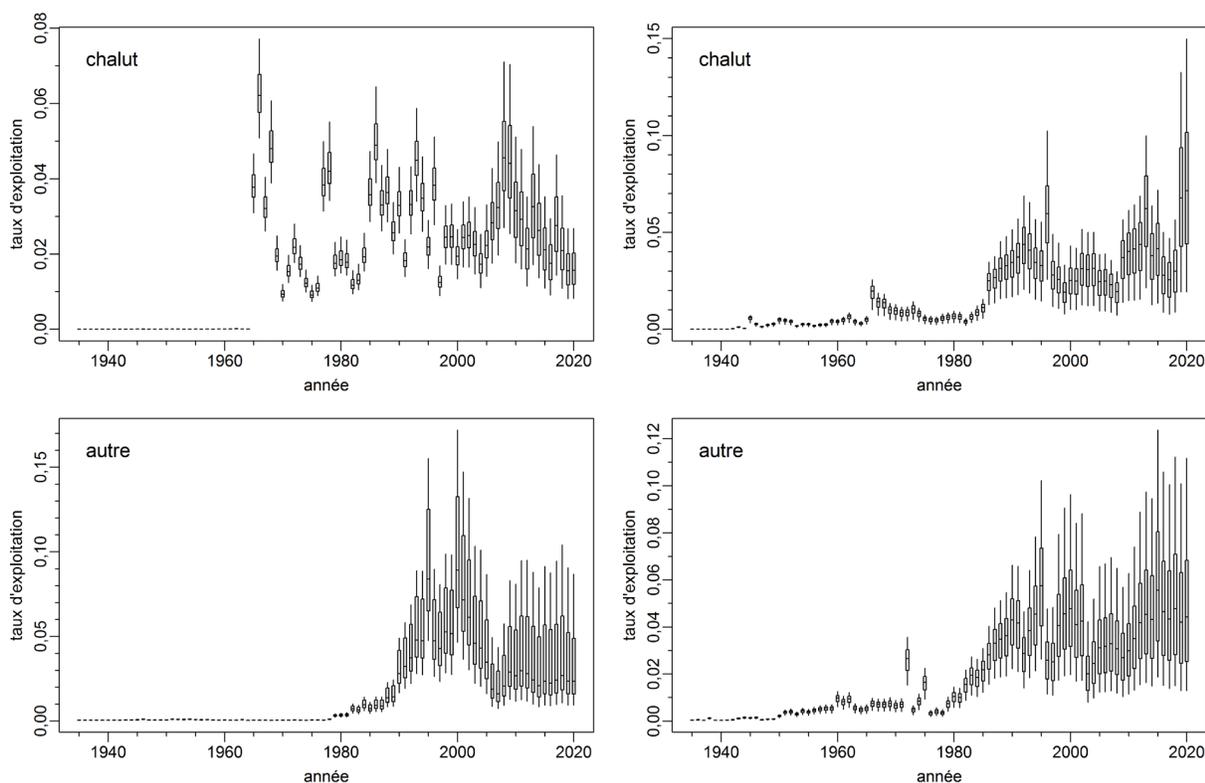


Figure 4. Scénarios de référence composites (complexe du nord à gauche, complexe du sud à droite) : distribution a posteriori marginale du taux d'exploitation annuel selon l'année et la pêche. Les diagrammes de quartile montrent les centiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95 des résultats de simulation MCCM regroupés.

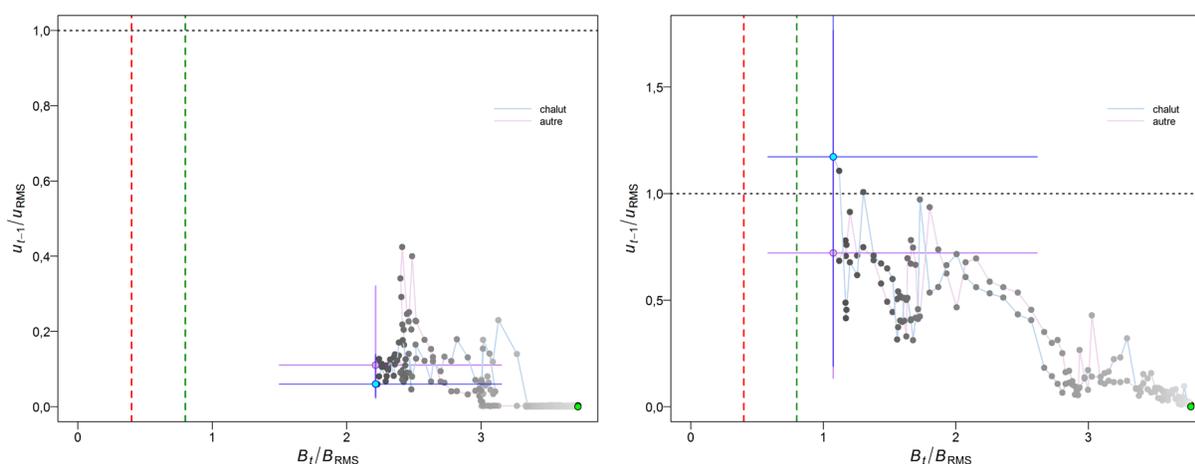


Figure 5. Diagramme de phase dans le temps (complexe du nord à gauche, complexe du sud à droite) des médianes des rapports B_t/B_{RMD} (la biomasse reproductrice au début de l'année t par rapport à B_{RMD}) et deux mesures de la pression de pêche : chalut ($u_{t-1}(\text{chalut})/u_{RMD}$: point cyan) et autre ($u_{t-1}(\text{autre})/u_{RMD}$: point violet) (les deux représentent le taux d'exploitation au milieu de l'année $t-1$ par rapport à u_{RMD} pour chaque pêche) pour les scénarios de référence composites. Le point vert est l'année de début (1935). Les années passent ensuite du gris pâle au gris foncé et la dernière année ($t = 2021$) est représentée par un point cyan ou violet; les lignes bleues/violettes transversales représentent les centiles 0,05 et 0,95 des distributions a posteriori pour la dernière année. Les lignes tiretées verticales rouges et vertes indiquent les points de référence provisoires selon l'approche de précaution ($PRL = 0,4B_{RMD}$; $PRS = 0,8B_{RMD}$) et la ligne pointillée horizontale grise représente u_{RMD} .

Tableau 1. Centiles des quantités dérivées des simulations MCCM à partir des échantillons regroupés (9 000 pour le complexe du nord et 6 000 pour le complexe du sud) de la valeur MCCM a posteriori du scénario de référence composite de chaque stock. Il convient de noter que toutes les définitions de la biomasse vulnérable sont fournies à l'aide de la sélectivité des pêches respectives. Définitions : B_0 – biomasse reproductrice à l'équilibre non exploitée (femelles matures), V_0 – biomasse vulnérable à l'équilibre non exploitée (mâles et femelles), B_{2021} – biomasse reproductrice au début de 2021, V_{2021} – biomasse vulnérable au milieu de 2020, u_{2020} – taux d'exploitation (rapport entre les prises totales et la biomasse vulnérable) au milieu de 2020, u_{max} – taux d'exploitation maximal (calculé pour chaque échantillon comme le taux d'exploitation maximum entre 1935 et 2020, B_{RMD} – biomasse reproductrice à l'équilibre au rendement maximal durable (RMD), u_{RMD} – taux d'exploitation à l'équilibre au RMD, V_{RMD} – biomasse vulnérable à l'équilibre au RMD. Les valeurs de la biomasse (et du rendement maximal durable) sont exprimées en tonnes. Les prises annuelles moyennes au cours des cinq dernières années (2015–2019) étaient de 548 tonnes pour le complexe du nord et de 291 tonnes pour le complexe du sud.

Valeur	Résultats du modèle du complexe du nord			Résultats du modèle du complexe du sud		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
B_0	13 058	15 413	20 693	5 187	6 045	10 574
V_0 (chalut)	22 056	27 588	34 360	10 927	13 136	23 704
V_0 (autre)	15 965	19 483	27 661	6 813	8 643	13 292
B_{2021}	5 475	9 153	17 176	818	1 725	7 078
V_{2021} (chalut)	9 242	15 963	30 283	1 772	3 964	15 566
V_{2021} (autre)	2 493	8 970	22 357	752	2 037	7 289
B_{2021} / B_0	0,405	0,595	0,840	0,155	0,286	0,680
V_{2021} / V_0 (chalut)	0,387	0,59	0,903	0,159	0,304	0,666
V_{2021} / V_0 (autre)	0,153	0,455	0,833	0,104	0,239	0,572
u_{2020} (chalut)	0,00823	0,0157	0,0269	0,0193	0,0716	0,150

**Évaluation des stocks de sébaste à œil
épineux et à taches noires de 2020**

Région du Pacifique

Valeur	Résultats du modèle du complexe du nord			Résultats du modèle du complexe du sud		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
u_{2020} (autre)	0,00939	0,0234	0,087	0,0130	0,0442	0,112
u_{\max} (chalut)	0,0508	0,0622	0,078	0,0259	0,0717	0,150
u_{\max} (autre)	0,0479	0,0894	0,173	0,0264	0,0592	0,125

Valeur	Valeurs du RMD du complexe du nord			Valeurs du RMD du complexe du sud		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
RMD	474	636	1 115	152	193	495
B_{RMD}	3 519	4 140	5 519	1 380	1 611	2 739
0,4 B_{RMD}	1 408	1 656	2 208	552	644	1 095
0,8 B_{RMD}	2 815	3 312	4 415	1 104	1 289	2 191
$B_{2021} / B_{\text{RMD}}$	1,5	2,21	3,15	0,582	1,07	2,61
B_{RMD} / B_0	0,26	0,269	0,276	0,258	0,265	0,272
V_{RMD}	1 577	2 675	4 150	2 418	3 213	5 130
V_{RMD} / V_0 (chalut)	0,0558	0,101	0,153	0,184	0,239	0,289
V_{RMD} / V_0 (autre)	0,0926	0,130	0,178	0,326	0,369	0,426
u_{RMD}	0,164	0,268	0,400	0,050	0,062	0,106
$u_{2020} / u_{\text{RMD}}$ (chalut)	0,0234	0,0602	0,138	0,191	1,17	2,59
$u_{2020} / u_{\text{RMD}}$ (autre)	0,0281	0,110	0,321	0,134	0,721	1,77

Points de référence

La Figure 6 illustre l'état des stocks selon les scénarios de référence composites du complexe du nord et du complexe du sud, ainsi que chaque cycle qui les compose, par rapport aux points de référence limite et supérieur du stock provisoires du MPO (2009), $0,4B_{\text{RMD}}$ et $0,8B_{\text{RMD}}$, respectivement (voir les points de référence B_{RMD} dans le Tableau 1). Ces points de référence déterminent la zone critique, la zone de prudence et la zone saine. On estime que la biomasse reproductrice du scénario de référence composite du complexe du nord au début de 2021 est supérieure au point de référence limite (PRL) avec une probabilité $P(B_{2021} > 0,4B_{\text{RMD}}) = 1$, et supérieure au point de référence supérieur du stock (PRS) avec une probabilité $P(B_{2021} > 0,8B_{\text{RMD}}) = 1$ (c.-à-d. aucune probabilité de se trouver dans la zone de prudence ou la zone critique selon l'ensemble d'échantillons MCCM a posteriori). On estime que la biomasse reproductrice du scénario de référence composite du complexe du sud au début de 2021 est supérieure au PRL avec une probabilité $P(B_{2021} > 0,4B_{\text{RMD}}) > 0,99$, et supérieure au PRS avec une probabilité $P(B_{2021} > 0,8B_{\text{RMD}}) = 0,74$ (c.-à-d. une probabilité de 0,26 de se trouver dans la zone de prudence selon l'ensemble d'échantillons MCCM a posteriori).

Les points de référence fondés sur le RMD estimés dans un modèle d'évaluation du stock peuvent être très sensibles aux hypothèses de modélisation concernant la mortalité naturelle et la dynamique stock-recrutement (Forrest *et al.* 2018). Ainsi, d'autres pays utilisent des points de référence qui sont exprimés sous la forme de B_0 plutôt que de B_{RMD} (p. ex. ministère des Pêches de la Nouvelle-Zélande 2011). Par conséquent, les points de référence de 0,2 et $0,4B_0$ sont également présentés à l'annexe F du document de recherche. Ces points de référence sont les valeurs par défaut utilisées en Nouvelle-Zélande respectivement comme « limite non critique » en dessous de laquelle il faut prendre des mesures de gestion et comme biomasse « cible » pour les stocks à productivité faible, c'est-à-dire une moyenne autour de laquelle on s'attend à voir varier la biomasse. La « limite non critique » est équivalente au PRS de $0,8B_{\text{RMD}}$

établi dans le Cadre pour la pêche durable provisoire du MPO (aucune biomasse « cible » n'y est cependant établie).

Une seconde composante de la règle de contrôle des prises provisoire établie par le MPO (2009) concerne la relation entre le taux d'exploitation et le taux qui est associé au RMD dans des conditions d'équilibre (u_{RMD}). La règle précise que le taux d'exploitation ne doit pas dépasser u_{RMD} lorsqu'un stock se trouve dans la zone saine. Il faut réduire les prises lorsqu'un stock se trouve dans la zone de prudence et maintenir les prises au plus faible niveau possible lorsqu'un stock se trouve dans la zone critique. Les diagrammes de phase de l'évolution temporelle de la biomasse reproductrice et du taux d'exploitation pour les deux pêches modélisées dans l'espace RMD (Figure 5) montrent que les deux stocks sont dans la zone saine depuis 1935. Seul le stock du sud affiche un taux d'exploitation médian de la pêche au chalut supérieur à u_{RMD} pour l'année en cours.

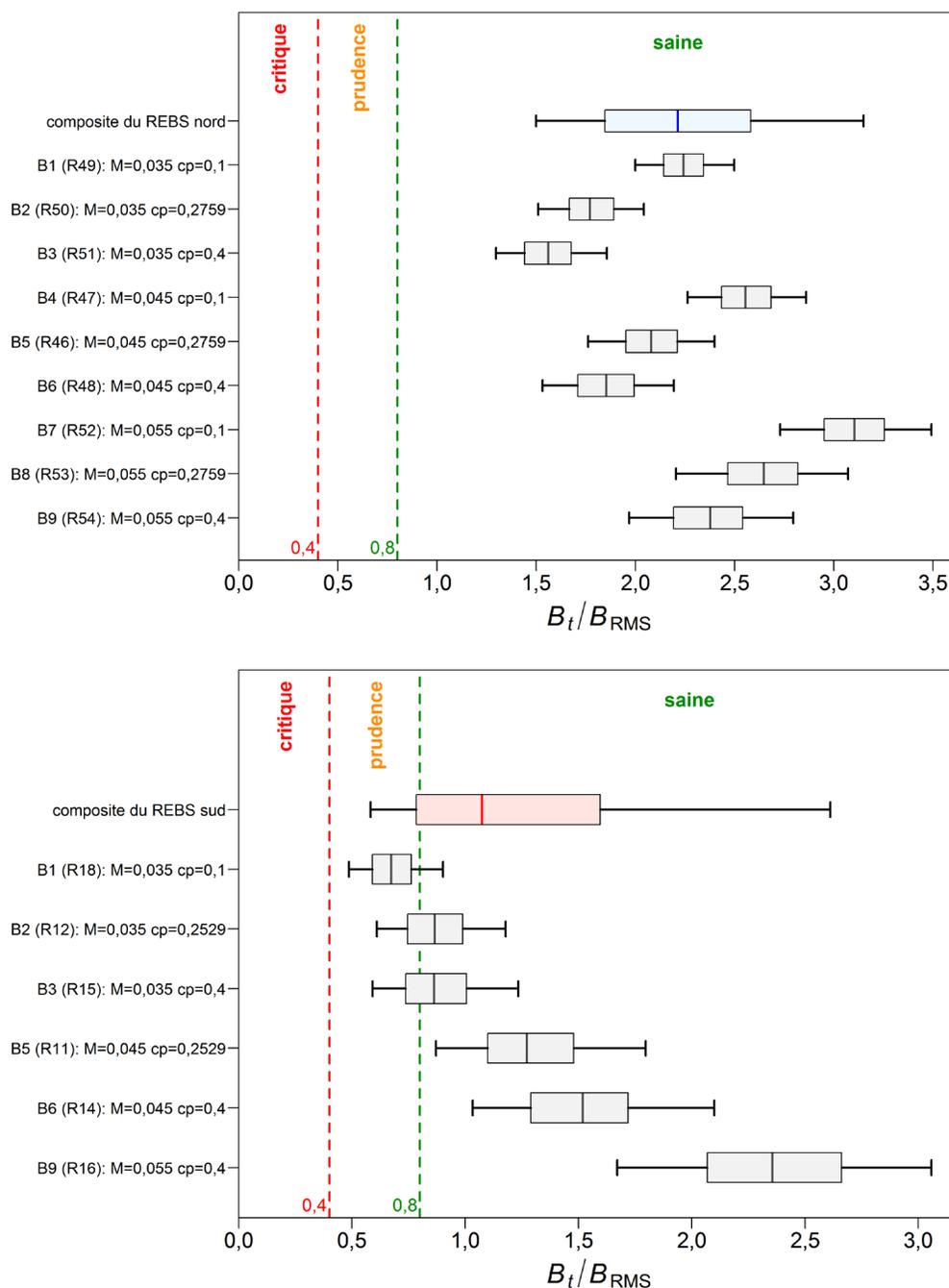


Figure 6. État des stocks du complexe du nord (5DE; en haut) et du complexe du sud (3CD5AB; en bas) par rapport aux points de référence provisoires selon l'approche de précaution (AP) du MPO de $0,4B_{RMD}$ et $0,8B_{RMD}$ pour les scénarios de référence composites de $t = 2021$ et les cycles regroupés qui les composent. Les diagrammes de quartile montrent les centiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95 des valeurs a posteriori de la méthode MCCM.

Résultats des projections et tableaux de décision

Des projections sur dix ans, à partir de la biomasse au début de 2021, ont été établies pour une plage de niveaux de prises constantes (de 0 à 1 200 tonnes par tranche de 100 tonnes pour le

complexe du nord, de 0 à 6 000 tonnes par tranche de 50 tonnes pour le complexe du sud) et de taux de récolte (de 0 à 0,12/année par tranche de 0,01/année, voir la description dans le document de recherche). Cette période a été jugée adéquate pour fournir un avis à l'intention des gestionnaires avant la prochaine évaluation des stocks de ces espèces. Il est à noter que l'incertitude entourant le rétablissement augmente avec la durée de la projection. Toutes les projections doivent être abordées avec prudence, mais les projections au-delà de dix ans doivent être traitées avec encore plus de circonspection. Les tableaux de décision (Tableau 2, Tableau 3) présentent les probabilités que la biomasse reproductrice dépasse les points de référence de la biomasse et qu'elle soit inférieure à u_{RMD} chaque année projetée pour chaque niveau de prises. Il convient de noter que ces tableaux supposent que les prises demeurent constantes, de sorte qu'il n'y a pas de réduction conséquente du taux d'exploitation dans les projections si le stock atteint la zone de prudence ou critique.

À tous les niveaux de prises évalués pour le complexe du nord, le Tableau 2 montre qu'un gestionnaire serait certain à au moins 99 % que B_{2026} et B_{2031} soient supérieures au PRL de $0,4B_{RMD}$, à au moins 99 % et 82 % que B_{2026} et B_{2031} soient respectivement supérieures au PRS de $0,8B_{RMD}$, et à au moins 74 % et 54 % que u_{2026} et u_{2031} soient respectivement inférieurs à u_{RMD} pour le scénario de référence composite. Les niveaux de prises et de risque de prédilection utilisés pour gérer le stock du nord sont des choix de gestion. Par exemple, il peut être souhaitable d'être certain à 95 % que B_{2026} sera supérieure au PRL, alors qu'il faudrait seulement une probabilité de 50 % de dépassement du PRS. Si l'on suppose ce profil de risque, toutes les politiques sur les prises du Tableau 2 répondraient aux contraintes spécifiées concernant le PRL et le PRS. Et si l'on suppose que u_{RMD} est un taux d'exploitation cible, toutes les politiques sur les prises du Tableau 2 à compter de 2021 définissent des taux de récolte qui seraient inférieurs à u_{RMD} avec une probabilité d'au moins 50 %.

À tous les niveaux de prises évalués pour le complexe du sud, le Tableau 3 montre qu'un gestionnaire serait certain à au moins 66 % et 44 % que B_{2026} et B_{2031} soient supérieures au PRL de $0,4B_{RMD}$, à au moins 41 % et 30 % que B_{2026} et B_{2031} soient respectivement supérieures au PRS de $0,8B_{RMD}$, et à au moins 14 % que u_{2026} et u_{2031} soient respectivement inférieurs à u_{RMD} pour le scénario de référence composite. Les niveaux des prises et de risque de prédilection utilisés pour gérer le stock du sud sont des choix de gestion. Par exemple, il peut être souhaitable d'être certain à 95 % que B_{2026} sera supérieure au PRL, alors qu'il faudrait seulement une probabilité de 50 % de dépassement du PRS. Si l'on suppose ce profil de risque, la politique sur les prises de 300 t/a du Tableau 3 répondrait aux contraintes spécifiées concernant le PRL et le PRS. Et si l'on suppose que u_{RMD} est un taux d'exploitation cible, seule la politique sur les prises de 200 t/a du Tableau 3 permettrait d'obtenir en 2026 un taux de récolte inférieur à u_{RMD} avec une probabilité d'au moins 50 %.

Dans le document de recherche connexe, on estime également que l'état des stocks sur une génération et demie est conforme à la politique du MPO (MPO 2009). Aux niveaux de prises actuels, la biomasse reproductrice médiane du complexe du nord devrait demeurer dans la zone saine pendant les 75 prochaines années. En revanche, la biomasse reproductrice médiane du complexe du sud devrait diminuer de façon constante jusqu'à atteindre la zone critique un peu après 2050 si les niveaux de prises actuels sont maintenus. Ces projections sont fondées sur un recrutement moyen des stocks dans les 75 prochaines années; toutefois, si des événements de fort recrutement épisodique se produisent, il se pourrait que la biomasse reproductrice ne tombe pas dans la zone de prudence ou critique.

**Évaluation des stocks de sébaste à œil
épineux et à taches noires de 2020**

Région du Pacifique

Tableau 2. Tableaux de décision associés au complexe du nord pour les points de référence $0,4B_{RMD}$, $0,8B_{RMD}$ et u_{RMD} pour les projections jusqu'en 2031, selon diverses politiques sur les prises constantes (en tonnes/année) d'après le scénario de référence composite. Les valeurs sont la probabilité (proportion de 9 000 échantillons MCCM) que la biomasse reproductrice femelle au début de l'année t soit supérieure aux points de référence B_{RMD} ou que le taux d'exploitation de la biomasse vulnérable au milieu de l'année t soit inférieur au point de référence u_{RMD} . À titre de référence, les prises annuelles moyennes associées au complexe du nord pour les cinq dernières années (de 2015 à 2019) étaient de 548 tonnes.

$P(B_t > 0,4B_{RMD})$

Politique sur les prises	Année de projection										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
400	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
600	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
700	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
800	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
900	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99
1 100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99
1 200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99

$P(B_t > 0,8B_{RMD})$

Politique sur les prises	Année de projection										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
400	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99
500	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
600	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
700	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99
800	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,98
900	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,97	0,96
1 000	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93
1 100	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,97	0,95	0,92	0,88
1 200	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,98	0,95	0,92	0,88	0,82

$P(u_t > u_{RMD})$

Politique sur les prises	Année de projection										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
400	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	>0,99	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
600	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99
700	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
800	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,91	0,89	0,87
900	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,9	0,87	0,84	0,81	0,78
1 000	0,97	0,96	0,95	0,93	0,9	0,87	0,83	0,79	0,75	0,72	0,69
1 100	0,95	0,93	0,91	0,88	0,85	0,8	0,76	0,72	0,68	0,65	0,62
1 200	0,93	0,89	0,86	0,82	0,78	0,74	0,69	0,65	0,62	0,58	0,54

Tableau 3. Tableaux de décision associés au complexe du sud pour les points de référence $0,4B_{RMD}$, $0,8B_{RMD}$ et u_{RMD} pour les projections jusqu'en 2031, selon diverses politiques sur les prises constantes (en tonnes/année) d'après le scénario de référence composite. Les valeurs sont la probabilité (proportion de 6 000 échantillons MCCM) que la biomasse reproductrice femelle au début de l'année t soit supérieure aux points de référence B_{RMD} ou que le taux d'exploitation de la biomasse vulnérable au milieu de l'année t soit inférieur au point de référence u_{RMD} . À titre de référence, les prises annuelles moyennes associées au complexe du sud pour les cinq dernières années (de 2015 à 2019) étaient de 291 tonnes.

P($B_t > 0,4B_{RMD}$)											
Politique sur les prises	Année de projection										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	1	1	1	1	1	1	1
50	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
100	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
150	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
200	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
250	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,96	0,95	0,94	0,93
300	>0,99	>0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,91	0,89	0,88	0,85
350	>0,99	>0,99	0,99	0,97	0,94	0,91	0,89	0,85	0,82	0,79	0,76
400	>0,99	>0,99	0,98	0,95	0,91	0,87	0,82	0,78	0,74	0,70	0,66
450	>0,99	0,99	0,97	0,93	0,87	0,82	0,76	0,71	0,66	0,62	0,58
500	>0,99	0,99	0,96	0,90	0,83	0,76	0,70	0,64	0,59	0,56	0,52
550	>0,99	0,99	0,94	0,86	0,79	0,70	0,64	0,58	0,54	0,51	0,48
600	>0,99	0,98	0,92	0,83	0,74	0,66	0,59	0,54	0,50	0,47	0,44

P($B_t > 0,8B_{RMD}$)											
Politique sur les prises	Année de projection										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0	0,74	0,78	0,83	0,87	0,91	0,94	0,96	0,98	0,99	>0,99	>0,99
50	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,91	0,94	0,95	0,97	0,98
100	0,74	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,91
150	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81
200	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,69
250	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60
300	0,74	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53
350	0,74	0,69	0,65	0,62	0,59	0,56	0,54	0,52	0,50	0,49	0,48
400	0,74	0,68	0,63	0,59	0,55	0,53	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44
450	0,74	0,67	0,61	0,56	0,53	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40
500	0,74	0,65	0,59	0,54	0,50	0,47	0,44	0,41	0,40	0,38	0,36
550	0,74	0,64	0,57	0,52	0,47	0,44	0,41	0,39	0,36	0,35	0,33
600	0,74	0,63	0,55	0,50	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30

P($u_t > u_{RMD}$)											
Politique sur les prises	Année de projection										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	1	1	1	1	1	1	1
100	0,87	0,88	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98
150	0,63	0,63	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74
200	0,49	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52
250	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43
300	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
350	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,27
400	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22
450	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19
500	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
550	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
600	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Sources d'incertitude

On a identifié deux stocks du complexe des sébastes à taches noires et à œil épineux le long de la côte de la Colombie-Britannique, largement en fonction de la répartition spatiale de spécimens génétiquement confirmés à partir de relevés : le stock du nord, dans les zones 5DE, qui est principalement composé de sébaste à taches noires, et le stock du sud, dans les zones 3CD5AB, qui est en grande partie composé de sébaste à œil épineux. Bien que les populations de sébaste à taches noires et de sébaste à œil épineux présentent une certaine séparation régionale à grande échelle, des analyses génétiques montrent que les deux espèces cohabitent le long de la côte de la Colombie-Britannique (Creamer 2016). Les données accessibles au moment de l'évaluation des stocks n'ont pas permis de les distinguer sur le plan génétique. Il est nécessaire d'élaborer des méthodes d'allocation des prises pour identifier les prises comme étant des sébastes à taches noires ou des sébastes à œil épineux avant de pouvoir remplacer le complexe des sébastes à taches noires et à œil épineux par des stocks génétiquement distincts dans le cadre des évaluations et des mesures de gestion futures.

L'incertitude associée aux paramètres estimés est expressément traitée au moyen d'une approche bayésienne; des intervalles de crédibilité et des probabilités sont fournis pour toutes les quantités d'intérêt. Ces intervalles et probabilités ne sont valides que pour ce modèle particulier en utilisant les pondérations associées aux différentes composantes de données pour les cycles regroupés qui composent le scénario de référence composite. L'approche bayésienne s'appuie également sur la certitude antérieure entourant chacun des paramètres d'entrée. En particulier, les auteurs ont noté que la mortalité naturelle (M) était une incertitude clé pour les espèces en question, d'autant plus que son estimation donnait des valeurs non crédibles fondées sur la longévité de ces espèces sympatriques. L'utilisation d'une plage plausible de valeurs de M a aidé à exprimer cette incertitude associée aux résultats du modèle.

La pondération des indices de CPUE de la pêche commerciale constituait un autre axe d'incertitude explicitement intégré dans les scénarios de référence composites. Pour ce faire, trois valeurs d'erreur de processus ont été ajoutées aux valeurs du CV des CPUE pendant la procédure de repondération (Francis 2011). Une erreur de processus plus faible a permis au modèle de correspondre étroitement aux indices des CPUE, et une erreur de processus plus élevée d'assouplir cette contrainte au point où le signal des CPUE était en grande partie ignoré. L'élimination entière des CPUE du modèle a entraîné une instabilité dans l'ajustement des données et l'estimation des paramètres.

D'autres incertitudes ont été explorées au moyen d'analyses de sensibilité basées sur le cycle central, par exemple :

- les hypothèses de productivité – changement de la mortalité naturelle;
- l'abondance – diminution ou augmentation des prises historiques;
- la composition – erreur de détermination de l'âge croissante.

La plupart des analyses de sensibilité sont demeurées principalement dans la zone saine. Les explorations d'autres cycles du modèle réduisant ou augmentant les prises montrent des écarts par rapport aux cycles médians, mais aboutissent habituellement à un état d'épuisement similaire (B_{2021}/B_0). Cela a été noté dans les évaluations antérieures des stocks de sébaste hauturiers. Les explorations utilisant une matrice d'erreur de détermination de l'âge plus large ont révélé que ce troisième axe d'incertitude n'était pas aussi important que les deux adoptés dans l'évaluation (M et erreur de processus des CPUE).

Considérations liées à l'écosystème et changements climatiques

Les gestionnaires des pêches du poisson de fond du MPO ont travaillé en consultation avec des scientifiques, l'industrie et des organisations non gouvernementales pour mettre en œuvre des mesures dans la pêche commerciale au chalut afin de protéger les milieux benthiques, de favoriser la biodiversité et d'assurer la durabilité de cette pêche. Ces mesures, décrites ci-après, profiteront à toutes les espèces touchées par cette pêche.

En 2012, des mesures ont été prises pour réduire et gérer les prises accessoires de coraux et d'éponges dans les pêches au chalut de fond de la Colombie-Britannique. Elles ont été élaborées conjointement par l'industrie et des organisations non gouvernementales de l'environnement et portent notamment sur la limitation de l'empreinte des activités de chalutage de fond dans la pêche du poisson de fond afin d'en gérer les impacts sur des composantes importantes de l'écosystème telles que les coraux et les éponges; l'établissement d'une limite pour les prises accessoires combinées de coraux et d'éponges, à des fins de conservation; l'établissement d'un protocole en cas de rencontre de coraux et d'éponges. Ces mesures limitent également l'accès des chaluts de fond à moins de la moitié de l'habitat benthique disponible (stratifié par superficie et profondeur) sur la côte de la Colombie-Britannique. Ces mesures ont été incluses dans le [Plan de gestion intégrée des pêches](#) du poisson de fond de la région du Pacifique du MPO.

Afin d'atténuer davantage le risque pour l'écosystème, toutes les pêches commerciales du poisson de fond en Colombie-Britannique sont assujetties aux mesures de gestion suivantes : surveillance en mer à 100 %, vérification à quai à 100 %, responsabilisation des navires pour toutes les prises retenues et relâchées, quotas individuels transférables, et réallocation de ces quotas entre les navires et les pêches afin de couvrir les prises d'espèces non ciblées (voir le plan de gestion précédemment mentionné). Ces mesures garantissent une bonne surveillance des effets sur les espèces non ciblées, les espèces « en voie de disparition, menacées et protégées » et les composantes de l'habitat biogénique (coraux et éponges).

En plus de surveiller l'écosystème dépendant de la pêche et les pêches, le MPO, en collaboration avec des partenaires de l'industrie, effectue tous les deux ans une série de relevés à stratification aléatoire de profondeur indépendants de la pêche (à l'aide de chaluts de fond, de lignes démersales et de casiers), qui offrent une couverture exhaustive de la plupart des milieux benthiques hauturiers, entre 50 et 500 m de profondeur. Cette série de relevés fournit une importante couche d'information avec une très grande spécificité permettant de surveiller les composantes de l'écosystème qui sont vulnérables aux engins de pêche.

Bien que les évaluations et les options de récolte pour les espèces de poisson de fond dans la région du Pacifique soient surtout présentées par espèce, la pêche est gérée dans un contexte multispécifique où de nombreux quotas monospécifiques sont gérés simultanément. De plus, le gel de l'empreinte de la pêche au chalut réduit la probabilité que les impacts des activités de la flottille commerciale de chalutiers de fond s'étendent à de nouveaux milieux benthiques.

On ne connaît pas l'influence qu'auront les changements climatiques sur ces espèces et sur les conclusions de la présente évaluation. Même si l'on s'entend pour dire que les régimes de températures plus chaudes et les changements concernant d'autres variables environnementales, comme l'oxygène dissous, auront une incidence sur les espèces marines, la nature exacte de ces effets est mal comprise. Les tentatives précédentes d'intégration des variables climatiques dans les évaluations des stocks comme celle-ci ont échoué, en grande partie en raison du faible contraste dans les séries introduites, d'une série chronologique trop courte ou de modèles fonctionnels trop simplistes (ou pas réalistes). Des températures plus chaudes peuvent influencer sur les processus de recrutement, la mortalité naturelle et la

croissance, qui sont tous des facteurs pouvant se répercuter sur la résilience, la productivité et l'état d'un stock par rapport aux points de référence, ce qui peut ensuite modifier la perception des conséquences associées aux différents niveaux de récolte par rapport à l'état du stock. Aussi, les points de référence qui s'appuient sur des conditions d'équilibre changeront puisque l'évolution des régimes de températures se traduira par un changement de la productivité et, en conséquence, un niveau d'équilibre différent. Pour comprendre l'effet des changements climatiques dans un contexte marin, on devra réaliser des activités de surveillance supplémentaires et d'autres analyses.

CONCLUSIONS ET AVIS

Comme d'autres évaluations des stocks de sébaste de la Colombie-Britannique, la présente évaluation décrit deux stocks à faible productivité et à croissance lente. Cependant, il existe des preuves raisonnables d'une productivité suffisante pour maintenir une pêche forte (surtout ciblée) dans les zones 5DE et une pêche accessoire moindre dans les zones 3CD5AB. En raison d'un niveau élevé présumé d'hybridation dans la zone 5C, les prises dans cette zone ont été attribuées au complexe du nord et au complexe du sud en fonction des proportions des prises annuelles entre les zones 5DE et 3CD5AB. Par conséquent, les prises dans la zone 5C n'ont pas été explicitement incluses dans l'avis de récolte. Étant donné le faible niveau des prises dans cette zone, il a été convenu que son inclusion ou exclusion de l'une ou l'autre des analyses aurait peu de conséquences sur l'état des stocks du complexe. Trois séries de relevés indépendants de la pêche sont utilisées pour surveiller les deux stocks, et deux séries de CPUE élaborées semblent crédibles et ont facilité la modélisation. Il existe une quantité raisonnable de données sur l'âge provenant de la pêche commerciale dans les zones 5DE, mais beaucoup moins dans les zones 3CD5AB. Les trois principaux relevés synoptiques offrent une quantité remarquable de données sur l'âge pour la plupart des années. Deux problèmes principaux se posent à l'égard de la présente évaluation. Le premier est qu'il est difficile de déterminer l'âge des individus de ce complexe, apparemment plus que pour beaucoup d'autres espèces de sébastes de la Colombie-Britannique. Cette difficulté liée à la détermination de l'âge donne des âges variables difficiles à intégrer sans introduire une erreur importante à cet égard. Ce problème était moins important pour l'évaluation du complexe du nord parce qu'il y avait suffisamment de données sur l'âge, ce qui a produit des simulations MCCM stables. Toutefois, les cycles d'évaluation du complexe du sud étaient souvent instables, ce qui a nécessité de fixer les paramètres de sélectivité du relevé aux estimations du MDP et d'introduire des valeurs a priori fiables pour les sélectivités commerciales afin d'obtenir une convergence même modérée des simulations MCCM.

L'autre problème réside dans le complexe lui-même. L'évaluation a estimé approximativement la répartition des stocks en utilisant des définitions spatiales pour définir chaque espèce. Toutes les données relatives à la côte ouest de Haida Gwaii et à l'entrée Dixon ont été attribuées au complexe du nord. Le reste des données de la Colombie-Britannique, à l'exclusion des données biologiques relatives à la partie inférieure du détroit d'Hécate et à la partie supérieure du fossé Moresby (5C), a été attribué au complexe du sud. Les données sur la partie inférieure du détroit d'Hécate et la partie supérieure du fossé Moresby ont été rejetées, sauf pour diviser les prises proportionnellement entre les deux stocks. Cette approximation a raisonnablement bien fonctionné et a donné lieu à une évaluation crédible du stock du nord et à une évaluation moins fiable pour le stock du sud.

Lorsque ce projet a été lancé en 2018, on pensait qu'il serait possible de construire des modèles pour prédire la répartition des espèces à partir des renseignements sur les prises. De tels modèles existent, mais ils nécessitent des données pertinentes de grande qualité qui ne

semblent pas disponibles pour le complexe. Creamer (2016) a élaboré un tel modèle qui a été utilisé pour prédire la répartition des espèces dans la pêche commerciale à partir de 1996. Ce modèle faisait appel à une série d'activités de relevé comme ensemble de données de formation, puis appliquait une forme du modèle prédictif ainsi obtenu à la pêche commerciale. Comme les données commerciales dont disposait Creamer ont été agrégées pour des raisons de confidentialité, la répartition finale des espèces était fondée sur des grilles de 0,5°, le seul paramètre disponible étant l'emplacement spatial de la grille. En fait, la répartition des espèces par Creamer était une version plus précise que celle utilisée dans la présente évaluation des stocks. Il serait préférable de tirer directement l'information sur les espèces de la pêche commerciale afin de mieux comprendre la répartition des espèces composant la pêche avant que les données du relevé puissent être utilisées pour diviser de façon fiable les données commerciales. Bien que l'utilisation des données de relevé pour élaborer une procédure permettant de prédire la spéciation dans les prises commerciales soit potentiellement une approche valide, ces prévisions devraient être validées à partir des données de la pêche ciblée. Par ailleurs, les données recueillies sur la pêche commerciale peuvent être utilisées dans le modèle prédictif. Dans les deux cas, de tels programmes d'échantillonnage devraient s'étendre sur plusieurs années afin que l'on puisse comprendre le niveau de variabilité interannuelle inhérente à ce complexe. Étant donné les incertitudes associées à la division du complexe en deux stocks identifiés selon leur répartition spatiale, il est essentiel d'examiner cette division avant ou pendant les évaluations futures des stocks.

L'évaluation du complexe du nord semble résister à un éventail d'hypothèses, y compris M , l'inclusion/exclusion des CPUE, l'historique des prises et le niveau d'incertitude de la matrice d'erreur de la détermination de l'âge. Le modèle crédible est ajusté aux données et le comportement de simulation bien convergent des simulations MCCM pour presque chaque cycle donne une grande crédibilité à cette évaluation. Ce stock semble se situer à des niveaux relativement élevés de biomasse relative malgré le long historique de pêche et les projections indiquent qu'il y a peu de préoccupations à court terme. En revanche, l'évaluation du complexe du sud est beaucoup moins définitive, les cycles utilisant $M = 0,035$ se rapprochant de la zone de prudence ou y entrant, et bon nombre des cycles, en particulier ceux utilisant $M = 0,055$, sont mal ajustés aux données avec des preuves de non-convergence dans les simulations MCCM. Il est crédible que ce stock se situe peut-être à de faibles niveaux, compte tenu de la longue période de déclin des observations de CPUE depuis 2010. Les relevés sont moins clairs, bien que l'indice du relevé sur la COIV de 2018 soit le plus faible de la série et que les indices du relevé BRC de 2017 et de 2019 soient également faibles. Ce stock est probablement à un niveau bas, mais on ne sait pas à quel point exactement.

L'avis à l'intention des gestionnaires concernant ces espèces est fourni sous forme de tableaux de décision. Ces tableaux supposent que les scénarios de référence composites sont valides et qu'il n'y aura pas d'intervention de gestion si l'état des stocks tombe en deçà des points de référence acceptés à un quelconque niveau de prises constantes.

Il est recommandé de procéder à une réévaluation complète d'ici dix ans, sous réserve de la disponibilité de nouveaux renseignements. Entre-temps, des relevés qui échantillonnent les espèces, ainsi que les CPUE de la pêche commerciale, permettront de faire le suivi des tendances de l'abondance.

Il est également recommandé d'explorer, dans les évaluations futures, des méthodes d'intégration d'autres relations taille-fécondité. Dans la présente évaluation des stocks du complexe, on suppose que la biomasse reproductrice est proportionnelle à la production d'œufs et que la fécondité est proportionnelle au poids corporel des femelles. Dans le cas des sébastes, cependant, il existe des preuves que les exposants de fécondité-longueur peuvent

être plus grands que les exposants cubiques (c.-à-d. plus grands que les exposants fécondité-poids) et que les femelles plus grandes contribuent donc de façon disproportionnée à la production d'œufs que les femelles plus petites (Dick *et al.* 2017). Cette différence pourrait donner lieu à des estimations biaisées de l'épuisement du stock si la relation taille-fécondité est forte, mais n'est pas intégrée dans les modèles d'évaluation (He *et al.* 2015). La fécondité dépendante de la longueur a été explicitement intégrée dans les évaluations du sébaste menées par les organismes américains (voir le tableau 1 de He *et al.* 2015), et les évaluations futures du complexe ou d'autres sébastes au Canada pourraient faire de même.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Organisme d'appartenance
Bresch	Midoli	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Christensen	Lisa	Sciences du MPO, Centre des avis scientifiques région du Pacifique
Grandin	Chris	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Haggarty	Dana	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Finn	Maureen	Gestion des ressources du MPO
Haigh	Rowan	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Keizer	Adam	Gestion des ressources du MPO, Poissons de fond
Keppel	Elise	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Magnan	Al	Sciences du MPO, Centre des avis scientifiques - région du Pacifique
Olsen	Norm	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Schut	Steve	Sciences du MPO, unité de données spatiales
Surry	Maria	Sciences du MPO, section des données sur les pêches et l'évaluation
Workman	Greg	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Wyeth	Malcolm	Sciences du MPO, section des poissons de fond
Zhang	Zane	Sciences du MPO, évaluation quantitative
Grant	Paul	Sciences du MPO, LEP
Chaves	Lais	Conseil de la Nation Haida
Frederickson	Nicole	Island Marine Aquatic Working Group (IMAWG)
Frid	Alejandro	Central Coast Indigenous Resource Alliance (CCIRA)
Leaman	Bruce	COSEWIC
Magera	Anna	LEP du MPO
Romanin	Kevin	Province de la Colombie-Britannique
Rusel	Christa	A'Telgay Fisheries Society
Spencer	Paul	National Oceanic and Atmospheric Administration
Sporer	Chris	Pacific Halibut Management Association (PHMA)
Starr	Paul	Canadian Groundfish and Research Conservation Society)
Turris	Bruce	Canadian Groundfish and Research Conservation Society
Wallace	Scott	Fondation David Suzuki
Gardner	Lindsay	Gestion des ressources du MPO

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs des 26 et 27 mai 2020 sur l'Évaluation des stocks du complexe des sébastes à taches noires et à œil épineux (types I et II) de la Colombie-Britannique en 2020. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Creamer, J.M. 2016. [Using genetic species identification and environmental data to distinguish historical catches of cryptic Blackspotted Rockfish \(*Sebastes melanostictus*\) and Rougheye Rockfish \(*Sebastes aleutianus*\)](#). Master's thesis, Simon Fraser University, Burnaby, BC, 40 p.

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

Forrest, R.E., Holt, K.R., Kronlund, A.R. 2018. [Performance of alternative harvest control rules for two Pacific groundfish stocks with uncertain natural mortality: Bias, robustness and trade-offs](#). *Fish. Res.* 206, 259 – 286.

Francis, R.I.C.C. 2011. [Data weighting in statistical fisheries stock assessment models](#). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(6): 1124–1138.

He, X., Field, J.C., Beyer, S.G. & Sogard, S.M. 2015. [Effects of size-dependent relative fecundity specifications in fishery stock assessments](#). *Fish. Res.*, 165, 54–62.

MPO. 2009. [Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution](#). (selon les renseignements disponibles, les dernières modifications ont été apportées le 23 mai 2009, mais certaines figures ont changé depuis). (Consulté le 18 juin 2018)

Munk, K.M. 2001. [Maximum ages of groundfishes in waters off Alaska and British Columbia and considerations of age determination](#). *Alaska Fish. Res. Bull.* 8: 12-21.

New Zealand Ministry of Fisheries. 2011. [Operational Guidelines for New Zealand's Harvest Strategy Standard](#). Ministry of Fisheries, New Zealand.

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 stocks du complexe des sébastes à œil épineux et à taches noires (*Sebastes aleutianus/melanostictus*) de la Colombie-Britannique en 2020. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/047.

Also available in English:

DFO. 2020. *Rougheye/Blackspotted Rockfish (Sebastes aleutianus/melanostictus) Stock Assessment for British Columbia in 2020. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2020/047.*