



MISE À JOUR SUR L'ÉTAT DES STOCKS DE MORUES DU PACIFIQUE (*GADUS MACROCEPHALUS*) AU LARGE DE LA CÔTE OUEST DE L'ÎLE DE VANCOUVER (ZONE 3CD) AINSI QUE DANS LE DÉTROIT D'HÉCATE ET LE BASSIN DE LA REINE-CHARLOTTE (ZONE 5ABCD) EN 2020

Contexte

La dernière évaluation sur la morue du Pacifique (*Gadus macrocephalus*) en Colombie-Britannique remonte à 2018 (MPO 2019a; Forrest et al. 2020). Dans le cadre de celle-ci, on a évalué de façon séparée le stock de la zone 3CD (côte ouest de l'île de Vancouver) et celui de la zone 5ABCD (bassin de la Reine-Charlotte et détroit d'Hécate) (figure 1). Selon l'évaluation, les stocks des zones 3CD et 5ABCD se trouvaient dans la zone de prudence (MPO. 2009).

Des relevés synoptiques au chalut de fond indépendants de la pêche sont menés tous les deux ans en Colombie-Britannique. Habituellement, les relevés menés au large de la côte ouest de l'île de Vancouver ont lieu lors des années paires et ceux menés dans le bassin de la Reine-Charlotte et le détroit d'Hécate, lors des années impaires. Toutefois, en raison de la pandémie de COVID-19, le relevé qui devait être mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver en 2020 n'a pas eu lieu. L'indice de ce relevé pour 2018 était très faible, correspondant à environ 26–27 % de l'ampleur des observations de 2014 et de 2016 (figure 2). L'indice des captures par unité d'effort (CPUE) issues de la pêche commerciale a aussi diminué depuis 2016 (figure 2). Les prises effectuées en 2018 et en 2019 dans la zone 3CD étaient aussi beaucoup plus faibles que lors des dernières années (tableau 1 et figure 3).

L'avis scientifique précédent (MPO 2019a) recommandait qu'une mise à jour des évaluations menées dans les zones 3CD et 5ABCD soit réalisée lors des années suivant immédiatement les activités du relevé synoptique au chalut de fond ciblant le poisson de fond mené tous les deux ans (c.-à-d., lorsque l'indice de relevé le plus récent est disponible). Toutefois, en raison du faible indice d'abondance de 2018 dans la zone 3CD et du manque de données de relevé à jour pour 2020, au sein de la région du Pacifique de Pêches et Océans Canada (MPO), la Direction de la gestion des pêches a demandé à la Direction des sciences d'évaluer l'état des deux stocks de morues du Pacifique en 2020 et de formuler un avis sur les prises pour 2021 afin d'orienter l'élaboration du Plan de gestion intégrée des pêches de 2020-2021.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences d'octobre 2020 sur la Mise à jour de l'évaluation des stocks de morue du Pacifique de la Colombie-Britannique dans les zones 3CD et 5ABCD en 2020.

Renseignements de base

La morue du Pacifique (ou morue grise) est une espèce à croissance rapide de la famille des gadidés qui a une durée de vie relativement courte (~10–13 a). Elle est présente dans l'ensemble de l'océan Pacifique Nord et des eaux de la Colombie-Britannique, généralement à des pro-

fondeurs allant jusqu'à 200 m. On a défini quatre stocks de morues du Pacifique aux fins de gestion dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique. Il s'agit des stocks du détroit de Georgia (4B), de la côte ouest de l'île de Vancouver (3CD), du bassin de la Reine-Charlotte (5AB) et du détroit d'Hécate (5CD).

La présente évaluation fournit un avis scientifique pour les stocks du bassin de la Reine-Charlotte et du détroit d'Hécate combinés (5ABCD), et pour le stock de la côte ouest de l'île de Vancouver (3CD) (figure 1). La décision de combiner les zones 5AB et 5CD a été prise dans le cadre de l'évaluation de 2018 (MPO 2019a), surtout en raison des mauvais diagnostics du modèle utilisé et du manque d'indices d'abondance issus de relevés historiques indépendants de la pêche pour le modèle de la zone 5AB dans l'évaluation de 2013 (Forrest et al. 2015). En outre, il n'y a aucun signe indiquant une différence génétique entre les stocks de ces deux zones (Forrest et al. 2015).

Description de la pêche

Les prises de morues du Pacifique proviennent presque exclusivement de la pêche du poisson de fond au chalut de fond, qui fait partie de la pêche intégrée du poisson de fond de la Colombie-Britannique (MPO. 2017). Une faible quantité de prises proviennent de la pêche du poisson de fond à la palangre (environ 0,5 % du total des prises annuelles, en moyenne), qui fait aussi partie de cette pêche intégrée. Les prises issues de la zone 5ABCD sont effectuées à des profondeurs comprises dans la plage 60–200 m; les données indiquent que les prises sont effectuées dans des eaux de plus en plus profondes depuis 1996 (Forrest et al. 2020). À l'heure actuelle, la majorité des prises de morues du Pacifique en Colombie-Britannique sont effectuées dans la zone 5CD. Des prises commerciales proviennent aussi des zones 5AB et 3CD. Un nombre de prises négligeable provient des eaux au large de la côte ouest de Haida Gwaii, soit la zone 5E (< 0,5 % du total des prises annuelles depuis 1985). Toutes les activités relatives à la pêche intégrée de la Colombie-Britannique font l'objet d'une surveillance en mer et de vérifications à quai. Depuis 1996, tous les navires de pêche au chalut de fond ont accueilli des observateurs, qui ont consigné les prises de chaque espèce et estimé les quantités de poissons remis à l'eau (rejets).

Analyse et réponse

Données

Les données ont été extraites de bases de données du MPO au moyen des méthodes décrites dans le document de Forrest et al. (2020). Les données biologiques provenant des relevés indépendants de la pêche et des activités de pêche commerciale étaient disponibles jusqu'en 2019. Les données sur les prises ont été mises à jour pour l'année 2020 au moyen de données extrapolées pour la période du 1^{er} octobre 2020 jusqu'à la fin de l'année de pêche (voir ci-dessous). Pour chaque zone, les modèles choisis ont été ajustés aux données suivantes: prises commerciales, indices d'abondance provenant de relevés indépendants de la pêche, CPUE commerciales et poids moyen annuel des prises commerciales.

Prises commerciales

Les données sur les prises commerciales (tableaux 1 et 2, figures 3 et 4) ont été extraites de trois bases de données différentes tenues par le MPO : *GFCatch* (débarquements canadiens issus de la pêche au chalut, 1954–1995); *PacHarvTrawl* (débarquements canadiens issus de la pêche au chalut, 1996 au 31 mars 2007); *GFFOS* (débarquements canadiens issus de la pêche au chalut, du 1^{er} avril 2007 à 2020). Les données sur les prises antérieures à 1981

comprennent les prises effectuées par des navires américains (Forrest et al. 2015, 2020). Les années de pêche commencent le 1^{er} avril de chaque année et sont désignées par l'année de début; par exemple, l'année de pêche 1957 commence le 1^{er} avril 1957 et se termine le 31 mars 1958 (voir Forrest et al. 2020).

Avant la présence d'observateurs en mer, qui a commencé en 1996, les estimations des rejets pour la période 1956–1995 provenaient de journaux de bord de pêcheurs. Par conséquent, les rejets antérieurs à 1996 représentent une source d'incertitude importante dans la présente évaluation. On considère que les estimations pour années suivant 1996, soit l'introduction d'un niveau de présence à 100 % des observateurs en mer, sont exactes. En Colombie-Britannique, il est légal pour les chalutiers de rejeter des morues du Pacifique. Cependant, les observateurs à bord des navires estiment d'abord la quantité de prises rejetées, qui est comptabilisée comme faisant partie du quota. Par conséquent, depuis 1996, la déclaration des rejets est plus exacte et les incitatifs visant à diminuer le rejet de prises sont meilleurs.

Au moment de l'évaluation, l'année de pêche 2020 n'était pas terminée. Afin de fournir des projections pour la saison de pêche 2021, on a extrapolé les prises de 2020 (débarquements et rejets) dans chaque zone au moyen de la proportion moyenne sur trois ans des prises effectuées le 30 septembre (représentant la fin du deuxième trimestre de l'année de pêche 2020). On a utilisé cette proportion afin d'extrapoler les prises totales estimées pour l'année de pêche 2020 à partir des prises du 30 septembre 2020 (tableaux 1 et 2). Dans la zone 3CD, la proportion moyenne était de 67,4 % (moyenne de 85,6 %, de 46,2 % et de 70,5 % pour les années de pêche 2017, 2018 et 2019, respectivement). Dans la zone 5ABCD, la proportion moyenne était de 87,8 % (moyenne de 88,6 %, de 82,7 % et de 92,1 % pour les années de pêche 2017, 2018 et 2019, respectivement). Dans la zone 3CD, la proportion moyenne des prises effectuées le 30 septembre a été incertaine au cours des dernières années. Par conséquent, l'extrapolation de 2020 devrait être considérée comme étant incertaine. Toutefois, l'ampleur des prises effectuées au cours des trois dernières années a été faible, et on prévoit que les prises de 2020 auront une faible incidence sur l'avis sur les prises pour 2021. En outre, les tendances relatives aux prises pour 2020 dans les deux zones pourraient être atypiques en raison de la pandémie de COVID-19.

Relevés canadiens au chalut de fond

On a calculé les indices de relevé (tableau 3 et figure 5) au moyen d'une analyse de la superficie balayée, présentée dans l'annexe A du document de Forrest et al. (2020). L'abondance dans la zone 3CD (figure 1) est répertoriée dans le cadre du relevé synoptique mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. Ce relevé a été mené pour la première fois en 2004 et a lieu lors des années paires. En raison de la pandémie de COVID-19, aucune activité de relevé n'a été menée en 2020. L'abondance dans la zone 5AB (figure 1) est répertoriée dans le cadre du relevé synoptique mené dans le bassin de la Reine-Charlotte. Ce relevé a été mené pour la première fois en 2003 et 2004, et a lieu lors des années impaires depuis 2005. L'abondance dans la zone 5CD (figure 1) a été répertoriée dans le cadre du relevé d'assemblage de plusieurs espèces mené dans le détroit d'Hécate en 1984, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002 et 2003. Depuis 2005, cette abondance est aussi répertoriée lors des années impaires dans le cadre du relevé synoptique mené dans le détroit d'Hécate. Des renseignements détaillés sur la superficie et les strates de profondeur couvertes par tous les relevés sont fournis dans l'annexe A du document de Forrest et al. (2020).

Relevé triennal du NMFS (en eaux canadiennes)

Un autre indice de l'abondance relative pour la zone 3CD a été calculé au moyen des données provenant du relevé triennal du National Marine Fisheries Service (NMFS), qui a été mené au large de la moitié inférieure de la côte ouest de l'île de Vancouver entre 1980 et 2001 (figure 6). Voir l'annexe A du document de Forrest et al. (2020) pour obtenir de plus amples renseignements à ce sujet.

CPUE commerciales

On a calculé les indices des CPUE commerciales normalisées pour les périodes historique (1956–1995) et moderne (1996–2019) (figures 7 et 8). Pour y arriver, on a utilisé un modèle linéaire généralisé à effets mixtes de Tweedie, qui est décrit de façon détaillée dans l'annexe B du document de Forrest et al. (2020). Les modèles linéaires généralisés à effets mixtes utilisés pour la période historique comprenaient des prédicteurs relatifs à la profondeur, au lieu, au mois et à l'interaction lieu-année (figure 7). Les modèles utilisés pour la période moderne comprenaient des prédicteurs relatifs à la profondeur, à la latitude, au lieu, au mois, au navire et à l'interaction lieu-année (figure 8).

Poids moyen annuel des prises commerciales

On a calculé le poids moyen annuel des prises commerciales grâce à la méthodologie décrite dans l'annexe C du document de Forrest et al. (2020). Pour calculer le poids moyen, on disposait d'échantillons biologiques issus de la pêche commerciale datant de 1956 à 2019. En l'absence d'échantillon biologique provenant de la pêche commerciale pour 2020, on a présumé que le poids moyen annuel pour 2020 était le même que celui pour 2019.

Modèle d'évaluation des stocks

Le modèle d'évaluation des stocks actuel est un modèle bayésien de type différence-délai (Deriso 1980), ajusté aux indices de relevé, aux CPUE commerciales, aux données sur les prises commerciales et aux poids moyens annuels des prises commerciales (Forrest et al. 2015, 2020). Un historique complet de l'évaluation des stocks est présenté dans le document de Forrest et al. (2020). Le modèle actuel est décrit de façon exhaustive dans l'annexe D du document de Forrest et al. (2020). Tous les paramètres fixes et les distributions de probabilité a priori pour les paramètres des modèles utilisés dans la présente évaluation étaient les mêmes que ceux figurant dans le document de Forrest et al. (2020) (voir aussi les tableaux 4 et 5 du présent document).

Dans les documents de Forrest et al. (2015) et de Forrest et al. (2020), on a utilisé l'approche représentant la moyenne des modèles afin de créer des tableaux de décision fondés sur des échantillons a posteriori combinés provenant de plusieurs analyses de sensibilité. On a utilisé cette méthode pour donner suite à certaines incertitudes clés impossibles à régler concernant l'évaluation des stocks. Les principaux axes d'incertitude étaient la capturabilité (q) associée aux indices d'abondance, l'ampleur de la mortalité naturelle (M), l'âge du recrutement à la pêche et l'ampleur des erreurs d'observation associées aux relevés et aux poids moyens (Forrest et al. 2020). De plus amples renseignements sont fournis dans la section sur les scénarios de modèles. On a utilisé une approche représentant la moyenne des modèles dans les évaluations des stocks de merlus du Pacifique (Stewart et al. 2011), de flétans du Pacifique (Stewart and Hicks 2016), de sébastolobes à courtes épines en Colombie-Britannique (Starr and Haigh 2017) et de goberges de l'Alaska dans les eaux britanno-colombiennes (Starr and Haigh 2021), ainsi que dans trois évaluations des stocks d'espèces du genre *Sebastes* en Colombie-Britannique (MPO 2019b, 2020a, 2020b).

Points de référence

Selon la politique du cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution du MPO (MPO. 2009), l'état d'un stock est caractérisé au moyen de trois points de référence :

1. point de référence supérieur du stock (RSS);
2. point de référence limite (PRL);
3. taux d'exploitation limite (TEL).

Le RSS et le PRL représentent les seuils des trois zones décrivant l'état des stocks d'après leur biomasse, qui sont définies par la politique sur l'approche de précaution (MPO. 2009). Ces trois zones sont les suivantes : zone critique (biomasse inférieure au PRL); zone de prudence (biomasse supérieure au PRL, mais inférieure au RSS); zone saine (biomasse supérieure au RSS).

Comme dans le cas de l'évaluation de 2018 (MPO 2019a), on a utilisé des points de référence historiques pour évaluer l'état des stocks.

1. Le RSS correspond à la moyenne historique des estimations de la biomasse pour la période 1956–2004.
2. Le PRL représente la biomasse estimée la plus faible reconnue comme étant un état indésirable à éviter. Pour la zone 5ABCD, il s'agit de la biomasse estimée en 2000. Pour la zone 3CD, il s'agit de la biomasse estimée en 1986.
3. Le PRL correspond au taux de mortalité par pêche moyen pour la période 1956–2004.

Voir le document de Forrest et al. (2020) pour de plus amples renseignements sur l'historique concernant la décision d'utiliser des points de référence historiques pour la morue du Pacifique. Voir aussi le document de Forrest et al. (2018) pour plus de renseignements sur les essais de simulation des points de référence historiques pour le stock de morues du Pacifique de la zone 5CD.

Scénarios de modèles

On a conçu des modèles référence pour les zones 3CD et 5ABCD afin de représenter ce qu'on considèrerait comme étant les choix les plus plausibles parmi diverses hypothèses concernant chaque stock. Les modèles de référence pour les zones 3CD et 5ABCD présentent certaines caractéristiques semblables en termes de choix de données, de distributions de probabilité a priori et de paramètres fixes. Les principales caractéristiques des modèles sont fournies dans les tableaux 4 et 5. Pour de plus amples renseignements, voir le document de Forrest et al. (2020). Ces modèles représentent le fondement à partir duquel on a conçu les scénarios de sensibilité, en modifiant une hypothèse de rechange des modèles à la fois.

On a convenu d'un ensemble de scénarios de modèles pour chaque stock lors de la réunion régionale d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) sur la moyenne des modèles pour l'évaluation de 2018 (MPO 2019a). Dans le cadre de la présente évaluation, on a utilisé les mêmes ensembles (mis à jour avec les données sur les prises jusqu'à 2020 et les indices de relevé jusqu'à 2019, le cas échéant). Des renseignements détaillés sur les configurations et les hypothèses des modèles pour chaque scénario sont présentés dans le document de Forrest et al. (2020).

Zone 3CD

Voici les scénarios (Sc) compris dans l'ensemble représentant la moyenne des modèles pour la zone 3CD.

1. Sc 1a : Modèle de référence
2. Sc 2d : Établissement de la moyenne de la distribution de probabilité a priori pour le relevé synoptique $\ln(q) = \ln(1.0)$
3. Sc 2e : Augmentation de l'écart-type (ET) pour le relevé synoptique $\ln(q)$ à 0,6
4. Sc 3a : Établissement des paramètres de la distribution de probabilité a priori pour $\ln(M) \sim \mathcal{N}(\ln(0.4), 0.1)$
5. Sc 5a : Établissement de l'âge du recrutement à la pêche associé à une sélectivité en lame de couteau à trois ans
6. Sc 6b : Réduction du paramètre de l'erreur d'observation globale $\sigma_O = 0.15$
7. Sc 7b : Réduction de l'écart-type associé à la probabilité pour l'ajustement à la valeur moyenne du poids moyen annuel $\sigma_W = 0.15$

Zone 5ABCD

Voici les scénarios compris dans l'ensemble représentant la moyenne des modèles pour la zone 5ABCD.

1. Sc 1a : Modèle de référence
2. Sc 2d : Établissement de la moyenne de la distribution de probabilité a priori pour les relevés synoptiques $\ln(q) = \ln(1.0)$ (calcul au prorata selon les strates de profondeur des zones 5AB et 5CD)
3. Sc 2e : Augmentation de l'écart-type (ET) pour le relevé synoptique $\ln(q)$ à 0,6
4. Sc 3a : Établissement des paramètres de la distribution de probabilité a priori pour $\ln(M) \sim \mathcal{N}(\ln(0.4), 0.1)$
5. Sc 5a : Établissement de l'âge du recrutement à la pêche associé à une sélectivité en lame de couteau à trois ans
6. Sc 6b : Réduction du paramètre de l'erreur d'observation globale $\sigma_O = 0.15$
7. Sc 7b : Réduction de l'écart-type associé à la probabilité pour l'ajustement à la valeur moyenne du poids moyen annuel $\sigma_W = 0.15$

Résultats des modèles de référence

On présente les résultats des deux modèles de référence afin de démontrer le rendement des modèles et de permettre une comparaison avec l'évaluation des stocks de 2018. L'avis présenté dans la section suivante est fondé sur une combinaison des résultats des modèles pour chaque zone.

Pour les deux zones, on a estimé la distribution a posteriori conjointe de chaque modèle de façon numérique, au moyen de routines de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC) intégrées au logiciel AD Model Builder (algorithme de Metropolis-Hastings) (Fournier et al. 2012).

Des échantillons a posteriori ont été tirés à chaque 5 000^e itération à partir d'une chaîne d'une longueur de 10 millions d'échantillons, ce qui a produit 2 000 échantillons a posteriori (les 1 000 premiers échantillons ont été éliminés pour permettre un rodage suffisant).

On a évalué la convergence des modèles en inspectant visuellement les graphiques des traces et les graphiques d'autocorrélation (non présentés), et en calculant la statistique de réduction d'échelle potentielle \hat{R} , qui devrait s'approcher de 1,0 à mesure que les chaînes deviennent convergentes, ainsi que n_{eff} , qui mesure le nombre réel d'échantillons indépendants de la méthode MCMC après avoir tenu compte de l'autocorrélation (Gelman and Rubin 1992; Gelman et al. 2014; voir les descriptions présentées dans le document de Forrest et al. 2020).

Zone 3CD

Les modèles de référence ajustés aux données étaient généralement typiques de toutes les analyses de sensibilité. Les diagnostics de modèles étaient conformes à la convergence, et l'autocorrélation associée aux échantillons a posteriori était relativement faible pour la plupart des paramètres (tableau 6). Les ajustements des modèles aux prises étaient presque parfaits en termes de conception (l'écart-type du logarithme du rapport de vraisemblance était fixé à 0,05) et ne sont pas présentés. Les ajustements des modèles aux quatre indices d'abondance sont présentés à la figure 9. Le modèle de référence suivait les tendances des deux indices de relevés indépendants de la pêche (figure 9a et d), mais n'était pas bien ajusté aux points de données correspondants aux années 2012, 2014 et 2016 du relevé synoptique mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (figure 9a). Ceci s'explique probablement par les grandes différences entre les points les plus faibles (2012 et 2018) et les points les plus élevés (2014 et 2016) concernant les observations liées au relevé. De même, le modèle a suivi étroitement les tendances principales des indices de CPUE historiques (figure 9b), mais il n'a pas reflété tous les pics de la série moderne (figure 9c). Un tel ajustement a tendance à se produire lorsqu'aucun autre renseignement (comme des données sur la composition selon l'âge ou des données contrastantes sur le poids moyen) ne permet de traiter les importantes fluctuations associées aux indices observés.

Dans leurs évaluations, Forrest et al. (2015) et Forrest et al. (2020) ont considéré que l'exactitude de l'ajustement aux indices d'abondance était l'un des principaux facteurs déterminant l'incertitude des évaluations étant donné que les estimations des paramètres de productivité étaient sensibles à l'exactitude de l'ajustement d'un modèle aux pics observés concernant les indices. Ils ont présenté un certain nombre d'analyses de sensibilité concernant le traitement du paramètre de l'erreur d'observation σ_O ; l'une de ces analyses est incluse dans l'ensemble représentant la moyenne des modèles de chaque zone (Sc 6b).

Comme dans l'évaluation de 2018 (Forrest et al. 2020), le modèle avait tendance à sous-estimer le poids moyen annuel, surtout dans la première partie de la série chronologique (figure 10). Cette tendance s'explique probablement parce que la plupart des longueurs dans cette partie de la série chronologique proviennent de poissons catégorisés comme étant des prises conservées, c'est-à-dire non remises à l'eau (voir le document de Forrest et al. (2015) qui présente une discussion à ce sujet pour les stocks des zones 5AB et 5CD). Les petites prises remises à l'eau ont donc été sous-représentées dans les données du poids moyen annuel antérieures à 1996, soit le début de la présence d'observateurs en mer. Un scénario présentant une valeur plus faible de σ_W , qui contrôle l'ajustement au poids moyen dans la fonction de vraisemblance, est inclus dans l'ensemble représentant la moyenne des modèles de chaque zone (Sc 7b).

Les estimations des paramètres associés au modèle de référence sont présentées dans le tableau 6. Plus particulièrement, l'estimation de la médiane de la mortalité naturelle, M , était

de $0,45 a^{-1}$ ($0,41-0,49 a^{-1}$) dans la présente évaluation (tableau 6), et de $0,42 a^{-1}$ ($0,39-0,46 a^{-1}$) en 2018 (Forrest et al. 2020). Les valeurs entre parenthèses ci-dessus et dans le reste du document représentent les limites inférieure et supérieure de l'intervalle de crédibilité à 95 %. L'estimation de M plus élevée pour 2020 indique que le modèle explique partiellement la diminution de la biomasse par une mortalité naturelle plus élevée, même s'il y avait un chevauchement considérable entre les intervalles de crédibilité de 2020 et de 2018.

Zone 5ABCD

Comme pour la zone 3CD, les modèles de référence ajustés aux données étaient généralement typiques de toutes les analyses de sensibilité. Les diagnostics de modèles étaient conformes à la convergence, et l'autocorrélation associée aux échantillons a posteriori était relativement faible pour la plupart des paramètres (tableau 7).

Les ajustements du modèle du mode de distribution a posteriori aux cinq indices d'abondance sont présentés à la figure 11. Ce modèle suivait les tendances générales des indices des trois relevés indépendants des pêches, mais ne pouvait être ajusté à certains des pics les plus importants (p. ex., les pics de 2004 et de 2005 du relevé synoptique mené dans le bassin de la Reine-Charlotte et les pics de 2009 et de 2013 du relevé synoptique mené dans le détroit d'Hécate, figure 11b et c). De même, le modèle suivait les principales tendances liées aux deux indices des CPUE, mais ne représentait pas tous les pics (figure 11d et e). Comme dans les évaluations précédentes, le modèle avait tendance à sous-estimer le poids moyen annuel, surtout entre 1970 et 2000 (figure 12), probablement pour des raisons semblables à celles décrites pour la zone 3CD.

Les estimations des paramètres associés au modèle de référence sont présentées dans le tableau 7. La plage de l'estimation a posteriori de M était presque identique pour la présente évaluation, soit $0,31 a^{-1}$ ($0,28-0,34 a^{-1}$), et l'évaluation de 2018 (Forrest et al. 2020), soit $0,31 a^{-1}$ ($0,28-0,35 a^{-1}$).

Indicateurs de l'état actuel des stocks

L'avis de gestion pour les deux stocks est fondé sur les résultats des modèles combinés décrits ci-dessus, dans la section sur les scénarios de modèles. Dans le cadre de la réunion régionale d'examen par les pairs tenue en octobre 2018, on a examiné les modèles de référence et la série d'analyses de sensibilité décrite ci-dessus, et on a conclu qu'aucun modèle ne représentait adéquatement l'incertitude associée aux évaluations des stocks en question. Par conséquent, les participants ont convenu d'adopter une approche combinant les exécutions des modèles afin d'inclure une plus grande plage d'incertitudes plausibles associées à ces stocks.

Zone 3CD

Les estimations a posteriori associées aux points de référence et à l'état du stock découlant de l'ensemble représentant la moyenne des modèles sont présentées dans le tableau 8. Au début de l'année de pêche 2021, selon le niveau de prises présumé pour 2020, les projections indiquent que la biomasse médiane sera de 14 099 t ($6\ 008-47\ 920$ t). La mortalité par pêche médiane projetée pour l'année de pêche 2020 est de $0,006 a^{-1}$ ($0,002-0,015 a^{-1}$). Les estimations du PRL et du RSS médians sont de 8 603 t ($3\ 134-28\ 435$ t) et 28 436 t ($12\ 254-84\ 756$ t), respectivement. Le TEL médian est estimé à $0,065 a^{-1}$ ($0,021-0,187 a^{-1}$). La biomasse médiane pour 2021, par rapport au PRL et au RSS, est estimée à 1,64 ($1,01-3,59$) et à 0,507 ($0,313-0,962$), respectivement. La mortalité par pêche médiane par rapport au TEL est estimée à 0,083 ($0,038-0,137$) (Table 8).

Les moyennes a posteriori de la biomasse et de la mortalité par pêche provenant de l'ensemble représentant la moyenne des modèles combinés sont présentées aux figures 13 et 14. La plage des estimations de la biomasse était très vaste. Les résultats a posteriori moyens provenant de tous les modèles combinés indiquent que la biomasse du stock pour 2020 était légèrement supérieure au PRL (figure 13). Il s'agit d'une diminution notable de l'état du stock estimé (médiane de $B_{2021}/LRP = 1,64$) par rapport à l'évaluation de 2018, pour laquelle la médiane de B_{2019}/LRP était de 2,07 (2,48–2,16) (MPO 2019a). La plage des estimations de la mortalité par pêche était aussi vaste (figure 14), reflétant la plage des estimations de la biomasse. Toutefois, les estimations récentes de la mortalité par pêche étaient bien en deçà du TEL médian (figure 14).

Zone 5ABCD

Les estimations a posteriori associées aux points de référence et à l'état du stock découlant de l'ensemble représentant la moyenne des modèles sont présentées dans le tableau 9. Au début de l'année de pêche 2021, selon le niveau de prises présumé pour 2020, les projections indiquent que la biomasse médiane sera de 19 634 t (11 318–40 603 t). La mortalité par pêche médiane projetée pour l'année de pêche 2020 est de $0,027 a^{-1}$ (0,013–0,049 a^{-1}). Les estimations du PRL et du RSS médians sont de 9 814 t (5 662–20 881 t) et 33 409 t (21 630–59 004 t), respectivement. Le TEL médian est estimé à $0,15 a^{-1}$ (0,09–0,28 a^{-1}). La biomasse médiane pour 2021, par rapport au PRL et au RSS, est estimée à 1,96 (1,40–3,11) et à 0,59 (0,39–0,89), respectivement. La mortalité par pêche médiane par rapport au TEL est estimée à 0,17 (0,11–0,27) (tableau 9).

Les moyennes a posteriori de la biomasse et de la mortalité par pêche provenant de l'ensemble représentant la moyenne des modèles sont présentées aux figures 15 et 16. Comme pour la zone 3CD, la plage des estimations de la biomasse était très vaste. Les résultats a posteriori moyens provenant de tous les modèles combinés indiquent que la biomasse du stock pour 2020 était supérieure au PRL et se trouvait dans la zone de prudence. La plage des estimations de la mortalité par pêche était aussi vaste (figure 16), reflétant la plage des estimations de la biomasse. Les estimations récentes de la mortalité par pêche étaient bien en deçà du TEL médian.

Avis sur les prises pour 2021

On a calculé les mesures de rendement pour une séquence de niveaux de prises projetés de rechange pour 2021, d'après les échantillons a posteriori pour une projection d'un an jusqu'au début de 2022. L'incertitude est ajoutée aux projections par l'entremise d'un paramètre d'incertitude propagé à la série chronologique modélisée et aux anomalies en matière de recrutement pour l'année projetée. On a évalué les mesures de rendement suivantes :

1. $P(B_{2022} < B_{2021})$
2. $P(F_{2021} > F_{2020})$
3. $P(B_{2022} < PRL)$
4. $P(B_{2022} < RSS)$
5. $P(F_{2021} > TEL)$

On a créé des tableaux de décision pour chaque zone au moyen des échantillons a posteriori combinés qui ont été pondérés de façon égale (voir Forrest et al. 2020).

Zone 3CD

À titre d'illustration, les récentes valeurs combinées de la biomasse a posteriori moyenne associées à une projection d'un an, selon les quatre niveaux de prises de rechange, ont été représentées à la figure 17.

Les probabilités relatives aux tableaux de décision pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles figurent dans le tableau 10. En résumé :

- $P(B_{2022} < B_{2021})$ variait de 55 % à 83 % pour la plage des niveaux de prises de 2021.
- $P(F_{2021} > F_{2020})$ variait de < 1 % à > 99 %. L'extrapolation des prises de 2020 était d'environ 59 t; la probabilité a donc augmenté entre 50 t et 60 t.
- $P(B_{2022} < PRL)$ variait de < 2 % à 10 %.
- $P(B_{2022} < RSS)$ variait de 97 % à 98 %.
- $P(F_{2021} > TEL)$ variait de < 1 % à 98 %.

Si les prises de 2021 étaient de 500 t (TAC de 2019-2020), la probabilité que la biomasse de 2021 soit inférieure au PRL serait de 4 % (tableau 10). Toutefois, si l'on présume que les prises de 2021 étaient de la même ampleur que celles de 2020 (environ 59 t), la probabilité que la biomasse de 2021 soit inférieure au PRL serait de 2 % (tableau 10). Selon les projections, la biomasse de 2022 serait située dans la zone de prudence (inférieure au RSS); la probabilité connexe serait de 97–98 % selon tous les scénarios testés pour les prises de 2021, y compris le scénario où il n'y aurait aucune prise.

La probabilité que la mortalité par pêche dépasse le TEL est de moins de 1 % pour tous les niveaux de prises allant jusqu'à 400 t. Cette probabilité est fondée sur le TEL maximal (c.-à-d., l'estimation du taux de mortalité par pêche moyen pour la période de 1956–2004). L'approche de précaution du MPO (MPO. 2009) décrit le point de référence en matière d'exploitation (c.-à-d., le TEL) comme étant le taux d'exploitation acceptable pour le stock. La politique illustre une règle de contrôle des prises associée à une diminution linéaire du TEL pour les stocks de la zone de prudence. On n'a pas officiellement convenu d'une telle règle de contrôle des prises pour la morue du Pacifique. Par conséquent, les probabilités présentées dans le tableau 10 et dans les avis précédents concernant l'espèce (MPO. 2015; MPO 2019a) ne reflètent pas les ajustements apportés au TEL lorsque le stock se situe dans la zone de prudence. Si une telle règle de contrôle des prises était appliquée, comme l'illustre le document du MPO. (2009), les probabilités associées au dépassement du TEL seraient plus élevées. On recommande de convenir d'une règle de contrôle des prises, qui décrit tout ajustement apporté au TEL lorsque la biomasse des stocks est inférieure au RSS, avant la prochaine mise à jour de l'évaluation des stocks.

Zone 5ABCD

À titre d'illustration, les récentes valeurs combinées de la biomasse a posteriori moyenne associées à une projection d'un an, selon les quatre niveaux de prises de rechange, ont été représentées à la figure 18.

Les probabilités relatives aux tableaux de décision pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles figurent dans le tableau 11. En résumé :

- $P(B_{2022} < B_{2021})$ variait de 22 % à 91 % pour la plage des niveaux de prises de 2021.

Région du Pacifique

- $P(F_{2021} > F_{2020})$ variait de < 1 % à > 99 %. L'extrapolation des prises de 2020 était d'environ 425 t; la probabilité a donc augmenté entre 400 t et 500 t.
- $P(B_{2022} < PRL)$ variait de < 1 % à 1 %.
- $P(B_{2022} < RSS)$ variait de 98 % à 99 %.
- $P(F_{2020} > TEL)$ variant de < 1 % à 85 %.

Si les prises de 2021 étaient de 950 t (TAC de 2018-2019), la probabilité que la biomasse de 2021 soit inférieure au PRL serait de moins de 1 % (tableau 11). Si on présume que les prises de 2021 étaient de la même ampleur que celles de 2020 (environ 425 t), la probabilité que la biomasse de 2022 soit inférieure au PRL serait aussi inférieure à 1 % (tableau 10). Selon les projections, la biomasse de 2022 serait située dans la zone de prudence (inférieure au RSS); la probabilité connexe serait de 98–99 % selon tous les scénarios testés pour les prises de 2021, y compris le scénario où il n'y aurait aucune prise.

La probabilité que le stock dépasse le TEL est de moins de 1 % pour tous les niveaux de prises allant jusqu'à 1 400 t. Comme pour la zone 3CD, si les TEL étaient ajustés à la baisse parce que le stock était dans la zone de prudence (MPO, 2009), les probabilités associées au dépassement du TEL seraient plus élevées.

Sources d'incertitude

On a expressément traité l'incertitude découlant des paramètres estimés et des poids associés à diverses composantes de données au moyen d'une approche bayésienne. Pour la formulation de l'avis, on a combiné les résultats a posteriori découlant des sept configurations de modèles de rechange afin de produire les tableaux de décision. Toutefois, cette approche représente seulement l'incertitude associée à l'ensemble de configurations de modèles incluses dans la présente évaluation; elle pourrait sous-estimer certaines incertitudes plus vastes sur le plan structurel. Les incertitudes supplémentaires liées à la présente évaluation découlent des éléments ci-dessous.

1. Le manque de données fiables sur la composition selon l'âge pour l'espèce, qui fourniraient des renseignements supplémentaires sur l'ampleur du recrutement et la sélectivité des engins de pêche.
2. La série chronologique relativement courte associée aux indices d'abondance issus de relevés indépendants de la pêche qui n'affiche aucune tendance évidente.
3. L'incertitude associée à l'ampleur des rejets et des prises étrangères antérieures à 1996; la sous-estimation des rejets historiques, qui pourrait entraîner une sous-estimation de la productivité des stocks.
4. Les biais liés aux données sur la fréquence selon la longueur antérieures à 1996 qui découlent probablement de la sous-représentation des longueurs des poissons ayant été capturés, mais remis à l'eau.
5. Une mauvaise compréhension de la structure des stocks de morues du Pacifique dans les eaux du Pacifique. Par exemple, on ne comprend pas bien la connectivité entre les stocks de morues du Pacifique de la Colombie-Britannique et de l'Alaska. Les stocks de morues du Pacifique présents dans le golfe de l'Alaska sont en déclin depuis 2017, probablement en raison du réchauffement des eaux du Pacifique Nord (Barbeaux et al. 2020), et on ne sait pas

s'il existe une relation entre les facteurs déterminant l'abondance de ces stocks et des stocks de la Colombie-Britannique.

6. Une mauvaise compréhension de la relation entre les données des CPUE commerciales et l'abondance, et de la façon dont cette relation a été touchée par les changements en matière de gestion apportés à la pêche.

Conclusions

Le présent document met à jour l'état des stocks de morues du Pacifique des zones 3CD et 5ABCD à la fin de l'année de pêche 2020 et fournit un avis sur les prises pour l'année 2021, sous la forme de tableaux de décision. À l'heure actuelle, l'évaluation indique que les deux stocks se trouvent dans la zone de prudence, comme c'était le cas lors de l'évaluation de 2018 (MPO 2019a). Toutefois, on a estimé que l'abondance du stock de la zone 3CD a décliné et que la valeur de l'abondance s'est rapprochée du PRL par rapport à l'évaluation précédente.

Une préoccupation importante liée à la présente évaluation est l'absence d'une mise à jour des données du relevé synoptique mené sur la côte ouest de l'île de Vancouver pour 2020. On recommande qu'un relevé soit effectué dans cette zone dès que possible et que le présent avis soit mis à jour dès que des données seront disponibles. Une analyse plus approfondie des récentes données de relevés, y compris la répartition des stocks sur les plans de la profondeur et spatial, et une analyse des données biologiques, comme la condition des poissons au fil du temps (relation longueur-poids) et la distribution spatiale des données sur la longueur pourraient aussi fournir des renseignements sur les causes possibles du rapide déclin de l'abondance apparent. D'autres recommandations clés en matière de recherche, qui permettraient d'améliorer la compréhension de la dynamique du stock et des pêches pour les deux stocks, sont fournies dans le document de Forrest et al. (2020). On devrait convenir d'une règle de contrôle des prises décrite de façon détaillée avant la prochaine mise à jour de l'évaluation.

Tableaux

Tableau 1. Prises déclarées (tm) de morues du Pacifique dans la zone 3CD réalisées par le Canada et les États-Unis, 1956–2020. Les prises remises à l'eau (rejets) pour la période 1956–1995 ne sont probablement pas représentatives des rejets réels parce que les estimations proviennent de journaux de bord, étant donné l'absence d'observateurs. Les estimations des rejets depuis 1996 sont fondées sur les observations en mer et sont considérées comme étant plus représentatives des rejets réels. L'estimation des prises totales pour 2020 a été extrapolée à partir des rejets et des débarquements combinés datant du 30 septembre 2020 (voir le corps du texte). Par conséquent, les données nominales sur les débarquements et les rejets ne sont pas présentées de façon individuelle. Les valeurs ont été arrondies aux fins de présentation.

Année	Canada débarquements	Canada rejetés en mer	Canada totale	les États-Unis	Des prises totales
1956	715	0	715	770	1 485
1957	1 117	0	1 117	558	1 675
1958	526	0	526	271	797
1959	416	0	416	510	926
1960	240	0	240	376	616
1961	284	0	284	232	516
1962	428	6	434	402	836
1963	838	2	840	345	1 185
1964	1 107	8	1 115	907	2 022
1965	1 608	8	1 616	1 088	2 704
1966	2 095	143	2 238	1 145	3 383
1967	1 202	0	1 202	623	1 825
1968	726	4	730	351	1 081
1969	796	2	798	147	945
1970	1 150	32	1 182	454	1 636
1971	3 585	120	3 705	1 319	5 024
1972	4 447	2	4 449	1 271	5 720
1973	2 457	1	2 458	627	3 085
1974	2 913	7	2 920	1 013	3 933
1975	2 854	24	2 878	1 359	4 237
1976	2 187	2	2 189	1 679	3 868
1977	1 608	49	1 657	1 344	3 001
1978	1 168	18	1 186	1 086	2 272
1979	1 530	13	1 543	741	2 284
1980	1 117	10	1 127	287	1 414
1981	1 518	4	1 522	0	1 522
1982	608	2	610	0	610
1983	883	0	883	0	883
1984	506	2	508	0	508
1985	440	0	440	0	440
1986	441	0	441	0	441
1987	1 400	2	1 402	0	1 402
1988	3 153	3	3 156	0	3 156
1989	1 958	3	1 961	0	1 961
1990	2 076	4	2 080	0	2 080
1991	2 971	0	2 971	0	2 971

Année	Canada débarquements	Canada rejetés en mer	Canada totale	les États-Unis	Des prises totales
1992	2 229	1	2 230	0	2 230
1993	2 091	2	2 093	0	2 093
1994	816	1	817	0	817
1995	252	4	256	0	256
1996	146	9	155	0	155
1997	135	10	145	0	145
1998	56	5	61	0	61
1999	75	8	83	0	83
2000	129	13	142	0	142
2001	342	16	358	0	358
2002	177	26	204	0	204
2003	458	41	499	0	499
2004	418	27	444	0	444
2005	265	29	294	0	294
2006	143	10	153	0	153
2007	55	13	68	0	68
2008	105	7	111	0	111
2009	365	56	422	0	422
2010	577	25	602	0	602
2011	502	9	511	0	511
2012	399	19	418	0	418
2013	361	29	389	0	389
2014	442	12	454	0	454
2015	445	3	449	0	449
2016	323	2	325	0	325
2017	164	1	165	0	165
2018	23	0	23	0	23
2019	43	4	47	0	47
2020	-	-	59	0	59

**Réponse des sciences: Mise à jour sur l'état
des stocks de morues du Pacifique en 2020**

Région du Pacifique

Tableau 2. Prises déclarées (tm) de morues du Pacifique dans la zone 5ABCD réalisées par le Canada et les États-Unis, 1956–2020. Les prises remises à l'eau (rejets) pour la période 1956–1995 ne sont probablement pas représentatives des rejets réels parce que les estimations proviennent de journaux de bord, étant donné l'absence d'observateurs. Les estimations des rejets depuis 1996 sont fondées sur les observations en mer et sont considérées comme étant plus représentatives des rejets réels. L'estimation des prises totales pour 2020 a été extrapolée à partir des rejets et des débarquements combinés datant du 30 septembre 2020 (voir le corps du texte). Par conséquent, les données nominales sur les débarquements et les rejets ne sont pas présentées de façon individuelle. Les valeurs ont été arrondies aux fins de présentation.

Année	Canada débarquements	Canada rejetés en mer	Canada totale	les États-Unis	Des prises totales
1956	1 666	0	1 666	2 063	3 729
1957	3 199	7	3 206	2 677	5 883
1958	3 275	0	3 275	3 549	6 824
1959	2 478	0	2 478	1 974	4 452
1960	2 029	0	2 029	951	2 980
1961	1 529	7	1 536	251	1 787
1962	2 138	3	2 141	310	2 451
1963	2 478	99	2 577	883	3 460
1964	6 568	86	6 654	1 009	7 663
1965	9 291	0	9 291	1 562	10 853
1966	9 409	199	9 608	1 362	10 970
1967	6 034	344	6 378	1 025	7 403
1968	4 325	107	4 432	606	5 038
1969	2 817	8	2 825	405	3 230
1970	1 267	1	1 268	198	1 466
1971	1 542	24	1 566	698	2 264
1972	3 642	0	3 642	1 667	5 309
1973	4 258	13	4 271	1 426	5 697
1974	6 005	66	6 071	1 539	7 610
1975	6 739	100	6 839	1 139	7 978
1976	5 796	52	5 848	635	6 483
1977	4 369	179	4 548	408	4 956
1978	4 078	125	4 203	159	4 362
1979	7 462	282	7 744	62	7 806
1980	5 487	75	5 562	10	5 572
1981	3 462	35	3 497	0	3 497
1982	3 089	29	3 118	0	3 118
1983	2 478	68	2 546	0	2 546
1984	2 113	8	2 121	0	2 121
1985	1 338	6	1 344	0	1 344
1986	4 019	112	4 131	0	4 131
1987	12 711	41	12 752	0	12 752
1988	8 020	8	8 028	0	8 028
1989	4 214	42	4 256	0	4 256
1990	4 242	233	4 475	0	4 475
1991	9 892	66	9 958	0	9 958
1992	7 087	35	7 122	0	7 122

Année	Canada débarquements	Canada rejetés en mer	Canada totale	les États-Unis	Des prises totales
1993	4 869	7	4 876	0	4 876
1994	1 757	2	1 759	0	1 759
1995	1 293	3	1 296	0	1 296
1996	1 270	92	1 362	0	1 362
1997	1 261	105	1 366	0	1 366
1998	982	59	1 041	0	1 041
1999	692	53	746	0	746
2000	553	28	581	0	581
2001	296	38	334	0	334
2002	382	104	487	0	487
2003	660	147	807	0	807
2004	833	130	963	0	963
2005	1 004	83	1 087	0	1 087
2006	872	32	904	0	904
2007	370	15	384	0	384
2008	309	7	316	0	316
2009	668	40	708	0	708
2010	1 452	48	1 500	0	1 500
2011	1 233	7	1 240	0	1 240
2012	870	12	882	0	882
2013	829	22	851	0	851
2014	904	18	922	0	922
2015	924	18	942	0	942
2016	529	5	534	0	534
2017	346	4	350	0	350
2018	254	5	259	0	259
2019	450	4	454	0	454
2020	-	-	425	0	425

**Réponse des sciences: Mise à jour sur l'état
des stocks de morues du Pacifique en 2020**

Région du Pacifique

Tableau 3. Données sur la morue du Pacifique, en tonnes métriques, tirées des relevés au chalut canadiens (on ne tient pas compte de la capturabilité associée aux relevés). Les traits positifs représentent le nombre de traits de chalut dans lesquels des morues du Pacifique étaient présentes. Dans le tableau : OTHER HS MSA = relevé de l'assemblage de plusieurs espèces mené dans le détroit d'Hécate; SYN HS = relevé synoptique mené dans le détroit d'Hécate; SYN QCS = relevé synoptique mené dans le bassin de la Reine-Charlotte; SYN WCVI = relevé synoptique mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver.

Relevé	Anneé	Biomasse	CV	IC inf.	IC sup.	Traits	Traits positifs
OTHER HS MSA	1 984	1 142,4	0,30	606,6	1 929,9	146	88
OTHER HS MSA	1 987	3 875,7	0,35	1 501,2	6 778,9	85	43
OTHER HS MSA	1 989	4 102,8	0,43	1 318,5	7 976,0	90	48
OTHER HS MSA	1 991	1 031,8	0,30	506,1	1 679,0	97	59
OTHER HS MSA	1 993	1 255,6	0,24	719,9	1 862,4	94	40
OTHER HS MSA	1 995	1 419,8	0,46	528,7	2 880,5	101	52
OTHER HS MSA	1 996	1 418,5	0,26	793,2	2 208,0	158	83
OTHER HS MSA	1 998	4 253,0	0,51	1 223,7	9 186,9	86	52
OTHER HS MSA	2 000	436,1	0,20	283,7	622,8	105	54
OTHER HS MSA	2 002	2 025,9	0,27	1 137,3	3 203,6	91	66
OTHER HS MSA	2 003	1 288,7	0,21	808,3	1 871,8	95	77
SYN HS	2 005	1 946,4	0,24	1 192,6	2 992,5	198	161
SYN HS	2 007	586,6	0,22	359,5	856,2	132	72
SYN HS	2 009	2 460,8	0,45	744,7	4 918,3	155	102
SYN HS	2 011	1 860,7	0,26	1 083,4	2 978,7	184	124
SYN HS	2 013	2 326,5	0,24	1 443,3	3 512,3	175	132
SYN HS	2 015	956,6	0,21	598,9	1 394,0	148	107
SYN HS	2 017	1 554,4	0,34	754,4	2 792,0	138	107
SYN HS	2 019	1 752,1	0,37	832,3	3 204,5	136	102
SYN QCS	2 003	806,6	0,17	568,1	1 092,1	233	101
SYN QCS	2 004	1 624,4	0,26	901,8	2 550,5	230	118
SYN QCS	2 005	1 505,0	0,35	785,6	2 705,1	224	125
SYN QCS	2 007	434,5	0,25	245,5	665,9	255	105
SYN QCS	2 009	565,5	0,24	335,1	859,5	233	95
SYN QCS	2 011	1 018,4	0,21	644,6	1 473,9	251	98
SYN QCS	2 013	928,3	0,15	680,9	1 232,9	240	134
SYN QCS	2 015	1 122,3	0,29	644,0	1 852,9	238	124
SYN QCS	2 017	521,8	0,17	355,2	706,0	240	90
SYN QCS	2 019	1 004,0	0,13	782,6	1 283,6	242	113
SYN WCVI	2 004	1 133,1	0,22	696,4	1 652,4	89	54
SYN WCVI	2 006	1 156,0	0,22	689,1	1 693,5	164	88
SYN WCVI	2 008	512,6	0,40	233,1	986,2	159	65
SYN WCVI	2 010	1 577,4	0,17	1 087,3	2 128,2	136	100
SYN WCVI	2 012	921,3	0,18	626,2	1 279,6	151	94
SYN WCVI	2 014	2 149,4	0,20	1 342,7	3 076,3	146	110
SYN WCVI	2 016	2 026,8	0,19	1 325,7	2 877,8	140	99
SYN WCVI	2 018	552,9	0,21	362,3	805,9	190	91

Région du Pacifique

Tableau 4. Paramètres estimés et fixes, et distributions de probabilité a priori utilisés dans le scénario de référence, pour la zone 3CD. Le paramètre de capturabilité pour le relevé mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (q_1) a été estimé au moyen de la distribution de la probabilité a posteriori $Normal(\ln(0.228), 0.3)$. Les paramètres de capturabilité des autres relevés ont été estimés sans distribution a priori.

Paramètre	Nombre estimé	Limites [inférieure, supérieure]	Priori (moyenne, ET) (une seule valeur = fixe)
Log recrutement ($\ln(R_0)$)	1	[1, 12]	Uniform
La pente (h)	1	[0,2, 1]	Beta($\alpha = 5, 83333, \beta = 2, 5$)
Log mortalité naturelle ($\ln(M)$)	1	[-2,302585, 0]	Normal($\ln(0, 5), 0, 1$)
Log recrutement moyen ($\ln(\bar{R})$)	0	Fixe	8, 900
Log recrutement initial ($\ln(\bar{R}_{init})$)	0	Fixe	9, 540
Rapport de variance (ρ)	0	Fixe	0, 059
Variance totale inverse (ϑ^2)	0	Fixe	1, 471
La capturabilité dans les relevés (q_k)	4	Aucun	voir la légende
Log mortalité par pêche ($\Gamma_{k,t}$)	65	[-30, 3]	[-30, 3]
Log des écarts du recrutement (ω_t)	65	Aucun	Normal(0, 2)
Log des écarts du recrutement initial ($\omega_{init,t}$)	8	Aucun	Normal(0, 2)

Tableau 5. Paramètres estimés et fixes, et distributions de probabilité a priori utilisées dans le scénario de référence, pour la zone 5ABCD. Les paramètres de capturabilité pour les relevés menés dans le bassin de la Reine-Charlotte et le détroit d'Hécate (q_2 et q_3) ont été estimés au moyen de la distribution de la probabilité a posteriori $Normal(\ln(0.408), 0.3)$ et $Normal(\ln(0.0654), 0.3)$, respectivement. Les paramètres de capturabilité des autres relevés ont été estimés sans distribution a priori.

Paramètre	Nombre estimé	Limites [inférieure, supérieure]	Priori (moyenne, ET) (une seule valeur = fixe)
Log recrutement ($\ln(R_0)$)	1	[1, 12]	Uniform
La pente (h)	1	[0,2, 1]	Beta($\alpha = 5, 83333, \beta = 2, 5$)
Log mortalité naturelle ($\ln(M)$)	1	[-2,302585, 0]	Normal($\ln(0, 5), 0, 1$)
Log recrutement moyen ($\ln(\bar{R})$)	0	Fixe	8, 900
Log recrutement initial ($\ln(\bar{R}_{init})$)	0	Fixe	9, 540
Rapport de variance (ρ)	0	Fixe	0, 059
Variance totale inverse (ϑ^2)	0	Fixe	1, 471
La capturabilité dans les relevés (q_k)	5	Aucun	voir la légende
Log mortalité par pêche ($\Gamma_{k,t}$)	65	[-30, 3]	[-30, 3]
Log des écarts du recrutement (ω_t)	65	Aucun	Normal(0, 2)
Log des écarts du recrutement initial ($\omega_{init,t}$)	8	Aucun	Normal(0, 2)

Tableau 6. Valeurs a posteriori (2,5^e centile, médiane et 97,5^e centile) et estimations du mode de distribution a posteriori pour les paramètres clés du scénario de référence de la zone 3CD. R_0 est en milliers de poissons. \hat{R} représente la statistique de réduction d'échelle potentielle et n_{eff} correspond au nombre réel de tirages effectués lors de la simulation (voir le corps du texte). q_1 = relevé synoptique mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver, q_2 = CPUE commerciales pour les périodes historique (1956–1995), q_3 = CPUE commerciales pour les périodes moderne (1996–2019), et q_4 = Relevé triennal du NMFS (en eaux canadiennes).

Paramètre	2,5 %	50 %	97,5 %	DPM	n_{eff}	\hat{R}
R_0	2 205	3 173	4 825	3 698	510	1,00
h	0,414	0,733	0,930	0,806	761	1,00
M	0,412	0,449	0,489	0,453	712	1,00
q_1	0,043	0,066	0,099	0,066	655	1,00
q_2	0,001	0,002	0,003	0,002	674	1,00
q_3	0,001	0,002	0,003	0,002	666	1,00
q_4	0,052	0,080	0,114	0,082	662	1,00

Tableau 7. Valeurs a posteriori (2,5^e centile, médiane et 97,5^e centile) et estimations du mode de distribution a posteriori pour les paramètres clés du scénario de référence de la zone 5ABCD. R_0 est en milliers de poissons. \hat{R} représente la statistique de réduction d'échelle potentielle et n_{eff} correspond au nombre réel de tirages effectués lors de la simulation (voir le corps du texte). q_1 = relevé de l'assemblage de plusieurs espèces mené dans le détroit d'Hécate, q_2 = relevé synoptique mené dans le bassin de la Reine-Charlotte, q_3 = relevé synoptique mené dans le détroit d'Hécate, q_4 = CPUE commerciales pour les périodes historique (1956–1995), et q_5 = CPUE commerciales pour les périodes moderne (1996–2019).

Paramètre	2,5 %	50 %	97,5 %	DPM	n_{eff}	\hat{R}
R_0	2 316	2 936	3 792	3 377	298	1,00
h	0,447	0,736	0,938	0,810	731	1,00
M	0,279	0,308	0,343	0,306	715	1,00
q_1	0,054	0,069	0,085	0,071	621	1,00
q_2	0,039	0,051	0,067	0,051	647	1,00
q_3	0,068	0,088	0,118	0,089	661	1,00
q_4	0,002	0,003	0,004	0,003	587	1,00
q_5	0,006	0,008	0,011	0,008	648	1,00

Tableau 8. Valeurs a posteriori (2,5^e centile, médiane et 97,5^e centile) des points de référence pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 3CD. La biomasse est en tonnes. Toutes les valeurs sont arrondies. Les rapports ont été calculés à l'aide de l'ensemble des distributions a posteriori et ne peuvent pas être calculés directement à partir du tableau.

Reference point	2,5 %	50 %	97,5 %
B_{2021}	6 008	14 099	47 920
F_{2020}	0,002	0,006	0,015
PRL (1986)	3 134	8 603	28 435
RSS (1956–2004)	12 254	28 436	84 756
TEL (1956–2004)	0,021	0,065	0,187
B_{2021}/PRL	1,005	1,640	3,590
B_{2021}/RSS	0,313	0,507	0,962
F_{2020}/TEL	0,038	0,083	0,137

Tableau 9. Valeurs a posteriori (2,5^e centile, médiane et 97,5^e centile) des points de référence pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 5ABCD. La biomasse est en tonnes. Toutes les valeurs ont été arrondies. Les rapports ont été calculés à l'aide de l'ensemble des distributions a posteriori et ne peuvent pas être calculés directement à partir du tableau.

Reference point	2,5 %	50 %	97,5 %
B_{2021}	11 318	19 634	40 603
F_{2020}	0,013	0,027	0,049
PRL (2000)	5 662	9 814	20 881
RSS (1956–2004)	21 630	33 409	59 004
TEL (1956–2004)	0,085	0,153	0,278
B_{2021}/PRL	1,395	1,960	3,110
B_{2021}/RSS	0,385	0,592	0,887
F_{2020}/TEL	0,108	0,174	0,270

Tableau 10. Tableau de décision réalisé avec la moyenne des modèles pour la zone 3CD.

2021 Prise(mt)	$P(B_{2022} < B_{2021})$	$P(F_{2021} > F_{2020})$	$P(B_{2022} < \text{PRL})$	$P(B_{2022} < \text{RSS})$	$P(F_{2021} > \text{TEL})$
0	0,55	<0,01	0,02	0,97	<0,01
10	0,56	<0,01	0,02	0,97	<0,01
20	0,56	<0,01	0,02	0,97	<0,01
30	0,56	<0,01	0,02	0,97	<0,01
40	0,57	<0,01	0,02	0,97	<0,01
50	0,57	<0,01	0,02	0,97	<0,01
60	0,57	0,26	0,02	0,97	<0,01
70	0,58	0,94	0,02	0,97	<0,01
80	0,58	>0,99	0,02	0,97	<0,01
90	0,58	>0,99	0,02	0,97	<0,01
100	0,59	>0,99	0,02	0,97	<0,01
150	0,60	>0,99	0,02	0,97	<0,01
200	0,62	>0,99	0,03	0,97	<0,01
300	0,64	>0,99	0,03	0,98	<0,01
400	0,67	>0,99	0,03	0,98	<0,01
500	0,69	>0,99	0,04	0,98	0,06
600	0,71	>0,99	0,04	0,98	0,22
700	0,73	>0,99	0,05	0,98	0,42
800	0,75	>0,99	0,05	0,98	0,62
900	0,76	>0,99	0,06	0,98	0,77
1 000	0,77	>0,99	0,06	0,98	0,86
1 100	0,79	>0,99	0,07	0,98	0,91
1 200	0,80	>0,99	0,08	0,98	0,94
1 300	0,81	>0,99	0,08	0,98	0,96
1 400	0,82	>0,99	0,09	0,98	0,97
1 500	0,83	>0,99	0,10	0,98	0,98

Tableau 11. Tableau de décision réalisé avec la moyenne des modèles pour la zone 5ABCD.

2021 Prise(mt)	$P(B_{2022} < B_{2021})$	$P(F_{2021} > F_{2020})$	$P(B_{2022} < \text{PRL})$	$P(B_{2022} < \text{RSS})$	$P(F_{2021} > \text{TEL})$
0	0,22	<0,01	<0,01	0,98	<0,01
100	0,25	<0,01	<0,01	0,98	<0,01
200	0,29	<0,01	<0,01	0,98	<0,01
300	0,33	<0,01	<0,01	0,98	<0,01
400	0,37	0,03	<0,01	0,98	<0,01
500	0,42	0,97	<0,01	0,98	<0,01
600	0,46	>0,99	<0,01	0,98	<0,01
700	0,50	>0,99	<0,01	0,98	<0,01
800	0,55	>0,99	<0,01	0,98	<0,01
900	0,59	>0,99	<0,01	0,98	<0,01
1 000	0,62	>0,99	<0,01	0,98	<0,01
1 100	0,66	>0,99	<0,01	0,98	<0,01
1 200	0,69	>0,99	<0,01	0,99	<0,01
1 300	0,71	>0,99	<0,01	0,99	<0,01
1 400	0,74	>0,99	<0,01	0,99	<0,01
1 500	0,75	>0,99	<0,01	0,99	0,01
1 600	0,78	>0,99	<0,01	0,99	0,03
1 700	0,79	>0,99	<0,01	0,99	0,05
1 800	0,81	>0,99	<0,01	0,99	0,08
1 900	0,82	>0,99	<0,01	0,99	0,12
2 000	0,83	>0,99	<0,01	0,99	0,17
2 100	0,84	>0,99	<0,01	0,99	0,23
2 200	0,85	>0,99	<0,01	0,99	0,31
2 300	0,86	>0,99	<0,01	0,99	0,39
2 400	0,87	>0,99	<0,01	0,99	0,48
2 500	0,88	>0,99	<0,01	0,99	0,56
2 600	0,88	>0,99	<0,01	0,99	0,64
2 700	0,89	>0,99	<0,01	0,99	0,70
2 800	0,89	>0,99	<0,01	0,99	0,76
2 900	0,90	>0,99	<0,01	0,99	0,81
3 000	0,91	>0,99	0,01	0,99	0,85

Figures

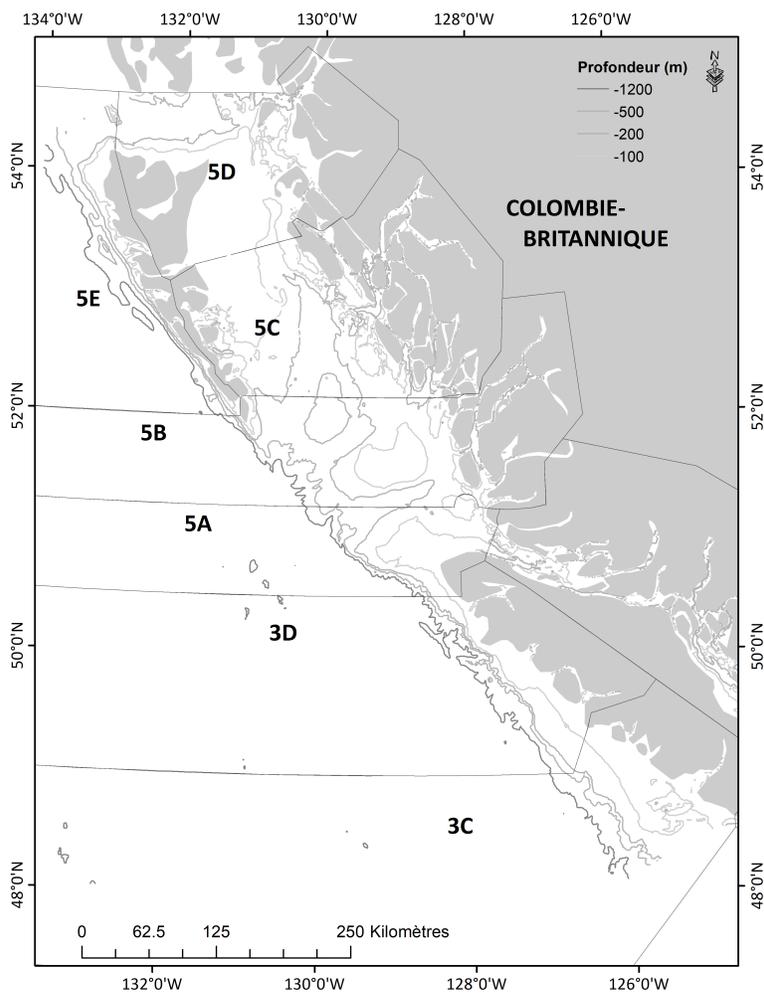


Figure 1. Carte des zones de gestion 5AB (bassin de la Reine-Charlotte), 5CD (déroit d'Hécate) et 3CD (côte ouest de l'île de Vancouver).

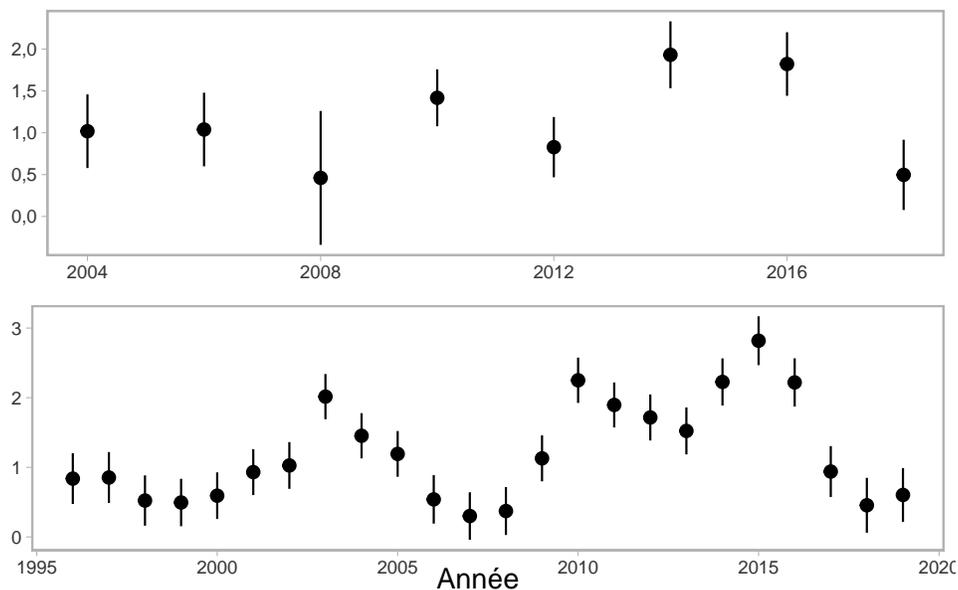


Figure 2. Graphique du haut : Indices de l'abondance relative issus du relevé synoptique mené sur la côte ouest de l'île de Vancouver, centrés selon la moyenne géométrique. Graphique du bas : CPUE commerciales, centrées selon la moyenne géométrique.

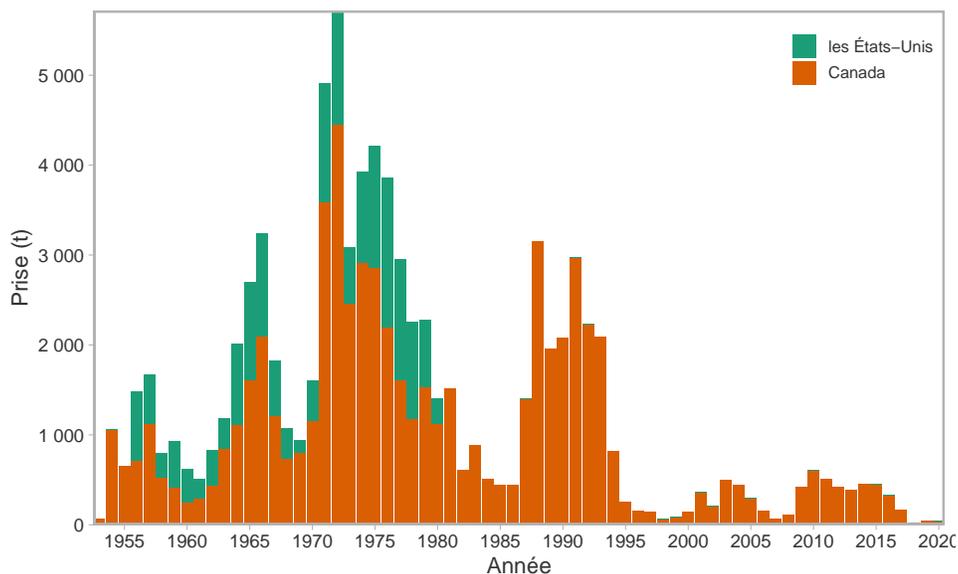


Figure 3. Prises pour la zone 3CD. Les prises canadiennes comprennent les remises à l'eau.

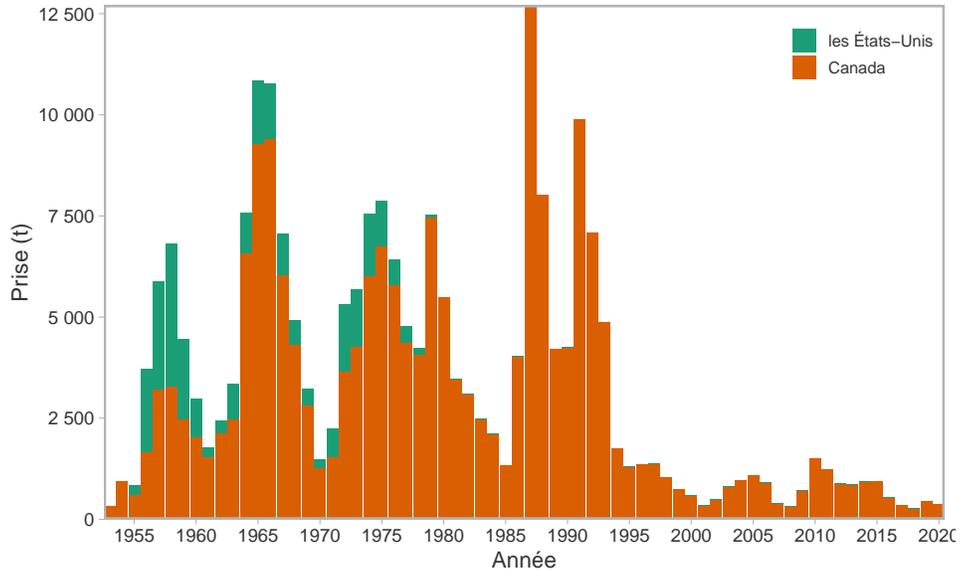


Figure 4. Prises pour la zone 5ABCD. Les prises canadiennes comprennent les remises à l'eau.

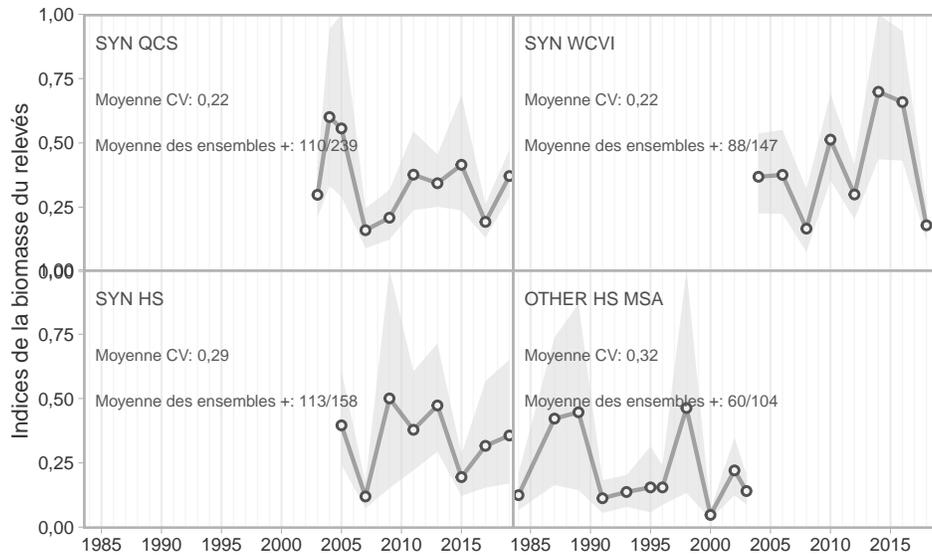


Figure 5. Données sur la morue du Pacifique provenant des relevés au chalut canadiens. La figure illustre les indices de la biomasse relative et les limites inférieures et supérieures des intervalles de confiance connexes. Les traits positifs représentent le nombre de traits de chalut dans lesquels des morues du Pacifique étaient présentes. Dans la figure : SYN QCS = relevé synoptique au chalut de fond mené dans le bassin de la Reine-Charlotte; SYN WCVI = relevé synoptique au chalut de fond mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver; SYN HS = relevé synoptique au chalut de fond mené dans le détroit d'Hécate; OTHER HS MSA = relevé de l'assemblage de plusieurs espèces mené dans le détroit d'Hécate.

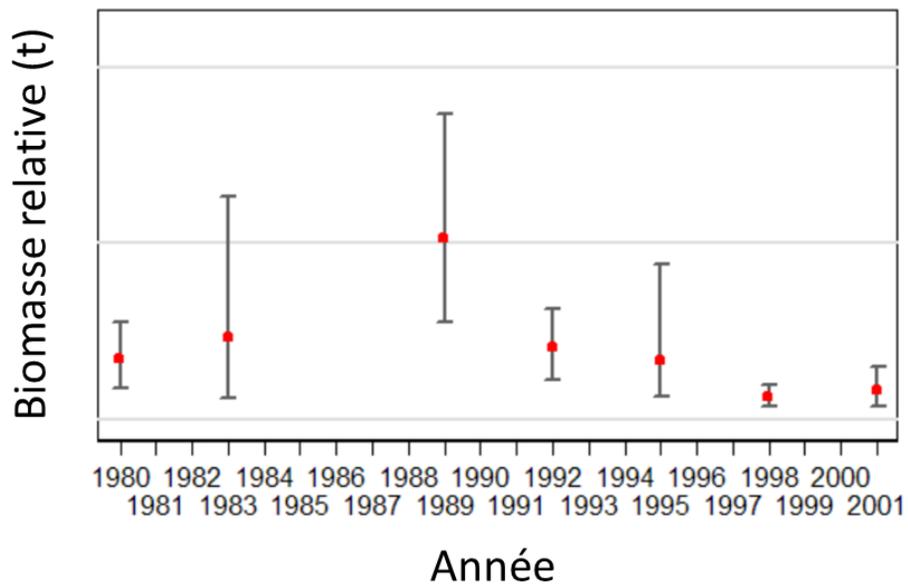


Figure 6. Estimations de la biomasse de morues du Pacifique dans la région de Vancouver de la Commission internationale des pêcheries du Pacifique Nord (CIPPN) (eaux canadiennes seulement) et barres d'erreur de 95% estimées à partir de 1 000 autoamorçages.

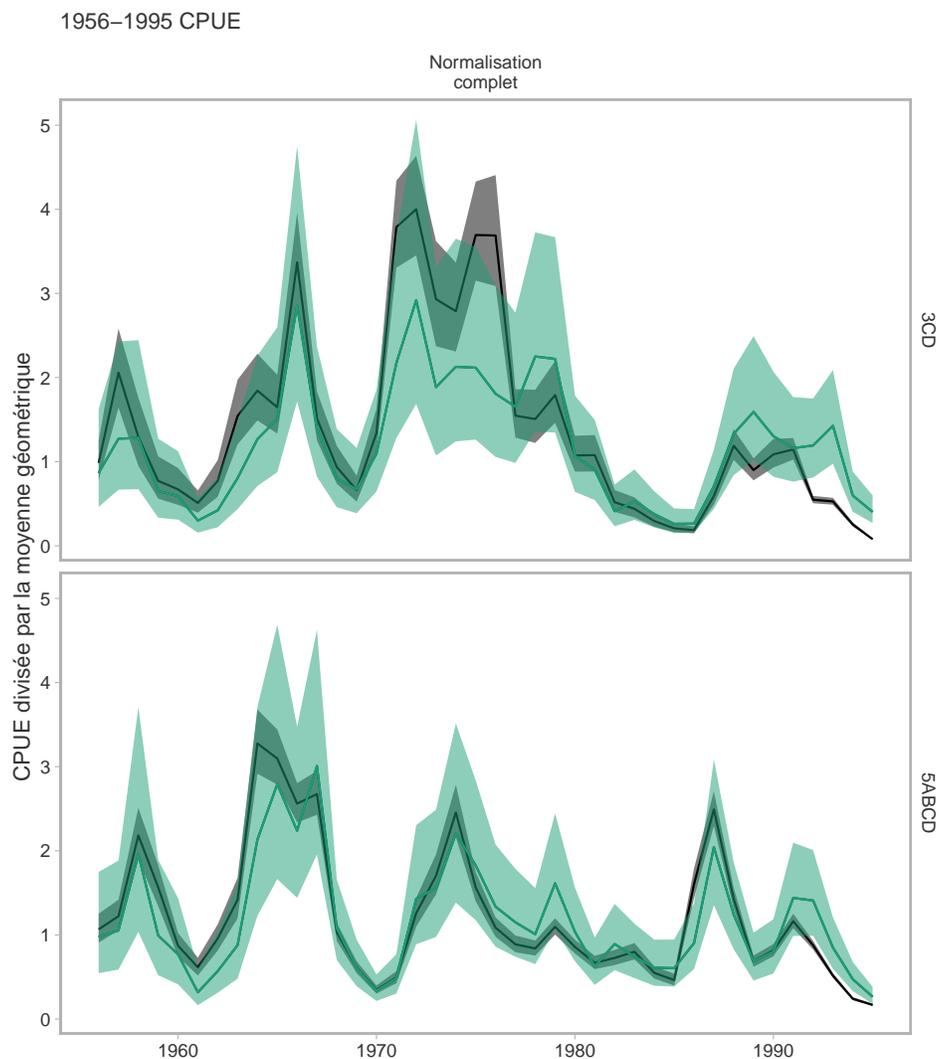


Figure 7. Modèles de normalisation des CPUE commerciales au chalut pour les zones 3CD (graphique du haut) et 5ABCD (graphique du bas). La ligne noire et la zone ombragée représentent un indice de CPUE associé à un seul prédicteur d'année. La ligne et les zones ombragées colorées représentent un modèle de normalisation qui comprend tous les prédicteurs et les effets aléatoires lieu-année (espace-temps). Les interactions lieu et lieu-année sont ajustées comme des effets aléatoires et toutes les autres variables, comme des effets fixes.

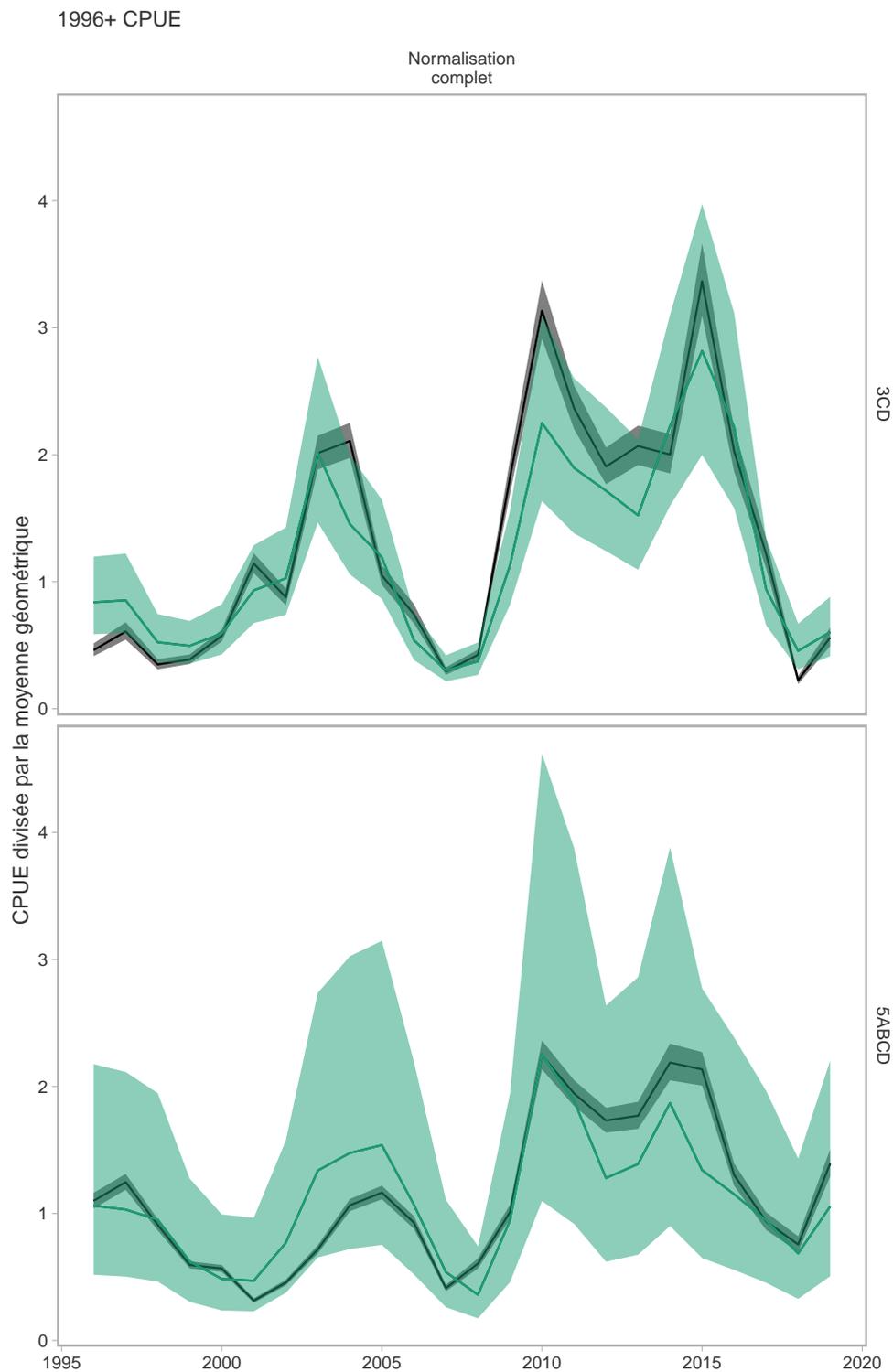


Figure 8. Même chose que la figure 7, mais pour les données de 1996 à 2019 provenant des zones 3CD (graphique du haut) et 5ABCD (graphique du bas). Les interactions lieu, navire et lieu-année sont ajustées comme des effets aléatoires et toutes les autres variables, comme des effets fixes.

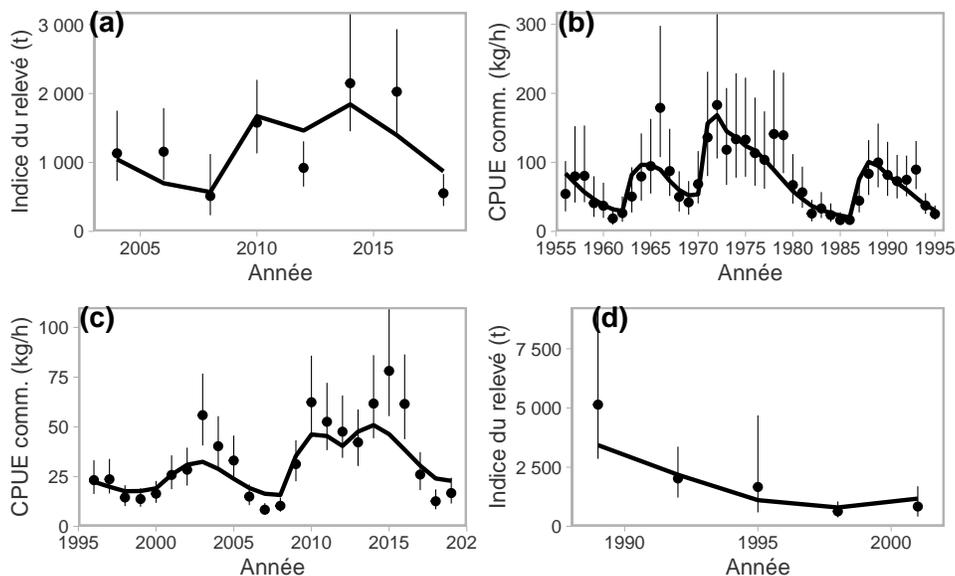


Figure 9. Ajustements du mode de distribution a posteriori du modèle de référence aux indices d'abondance observés (points) pour la zone 3CD provenant : a) du relevé synoptique mené au large de la côte ouest de l'île de Vancouver; b) des CPUE commerciales antérieures à 1996; c) des CPUE commerciales postérieures à 1995; d) du relevé triennal du NMFS (portion canadienne). Par souci de clarté, seuls les résultats du mode de distribution a posteriori sont illustrés.

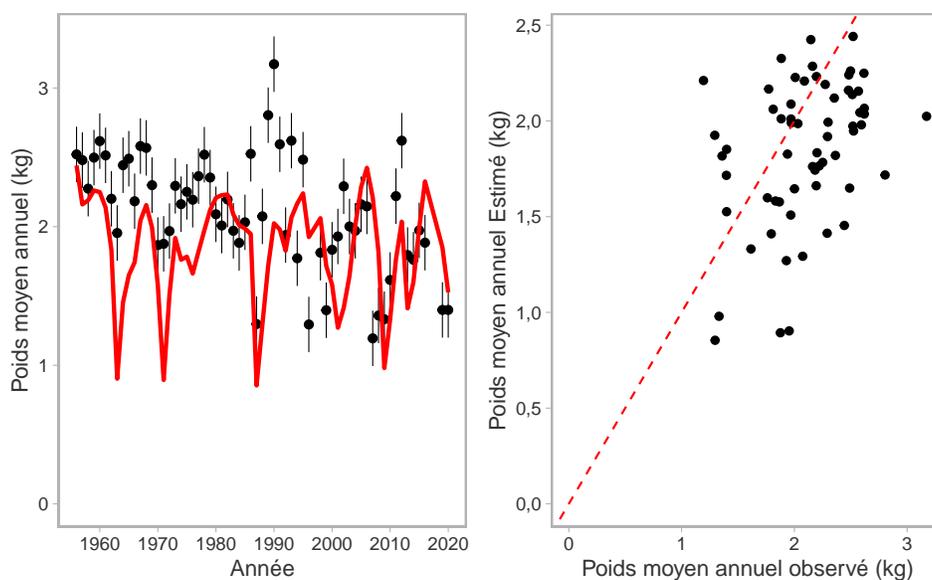


Figure 10. Ajustement du mode de distribution a posteriori du modèle de référence aux données sur le poids moyen pour la zone 3CD. Par souci de clarté, seuls les résultats du mode de distribution a posteriori sont illustrés.

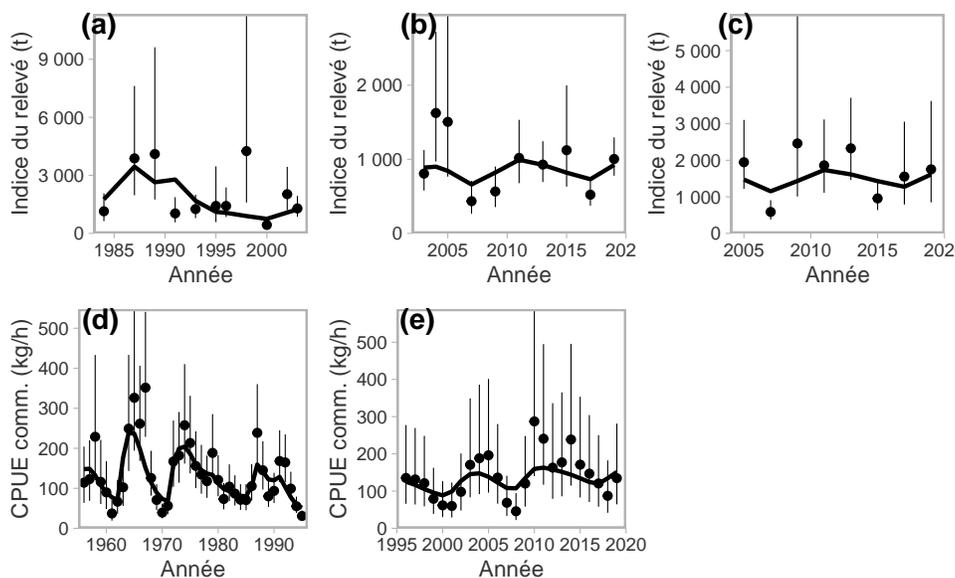


Figure 11. Ajustements du mode de distribution a posteriori du modèle de référence aux indices d'abondance observés (points) pour la zone 5ABCD provenant : a) du relevé d'assemblage mené dans le détroit d'Hécate; b) du relevé synoptique mené dans le bassin de la Reine-Charlotte; c) du relevé synoptique mené dans le détroit d'Hécate; d) des CPUE commerciales antérieures à 1996; e) des CPUE commerciales postérieures à 1995. Par souci de clarté, seuls les résultats du mode de distribution a posteriori sont illustrés.

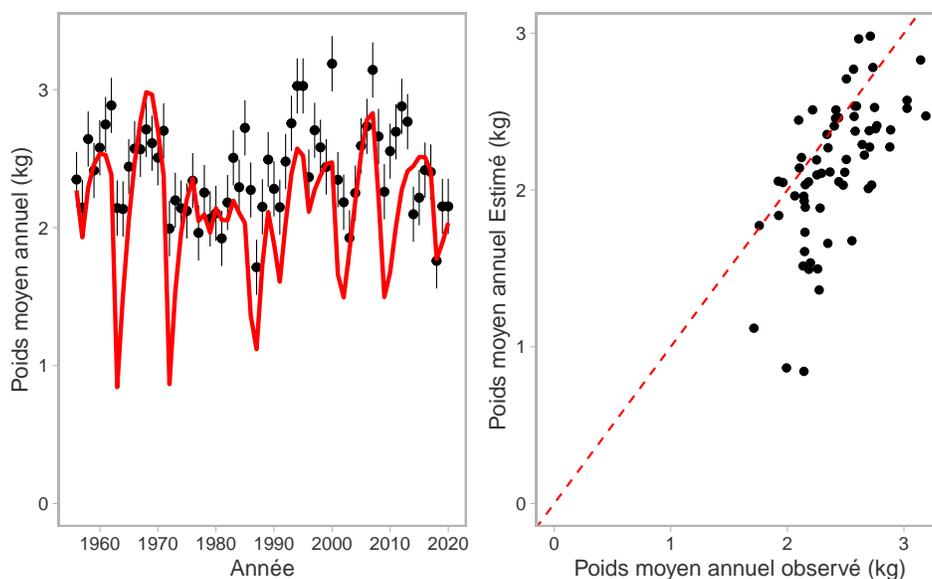


Figure 12. Ajustement du mode de distribution a posteriori du modèle de référence aux données sur le poids moyen pour la zone 5ABCD. Par souci de clarté, seuls les résultats du mode de distribution a posteriori sont illustrés.

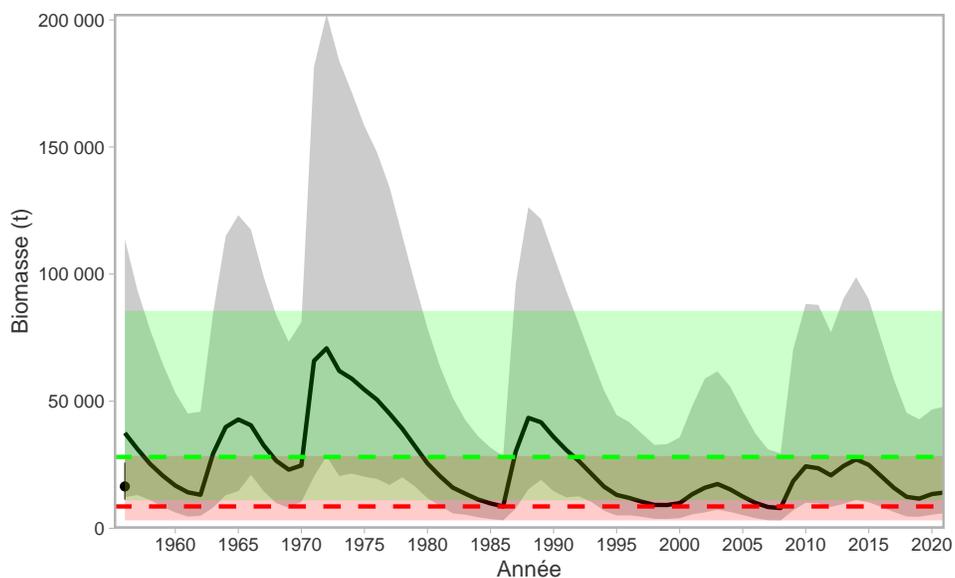


Figure 13. Biomasse a posteriori combinée pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 3CD. La ligne pleine noire représente la médiane a posteriori et la zone ombragée grise représente l'intervalle de crédibilité à 95 %. La ligne pointillée verte illustre le RSS médian et la ligne pointillée rouge, le PRL médian. Les zones ombragées rouge et verte représentent les intervalles de crédibilité à 95 % du PRL et du RSS, respectivement.

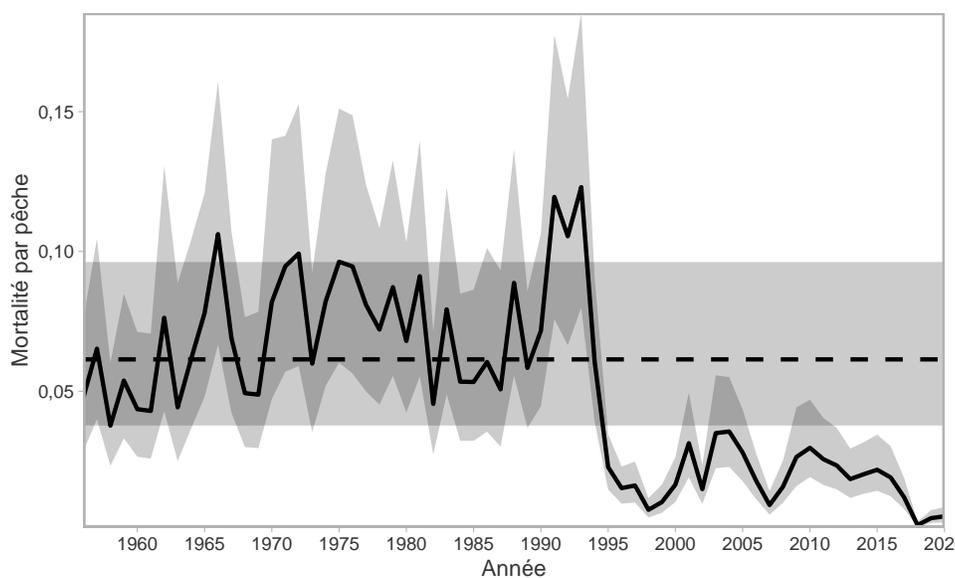


Figure 14. Mortalité par pêche a posteriori combinée pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 3CD. La ligne pleine noire représente la médiane a posteriori et la zone ombragée grise représente l'intervalle de crédibilité à 95 %. La ligne pointillée noire représente le PRL médian et la zone ombragée horizontale représente l'intervalle de crédibilité à 95 %.

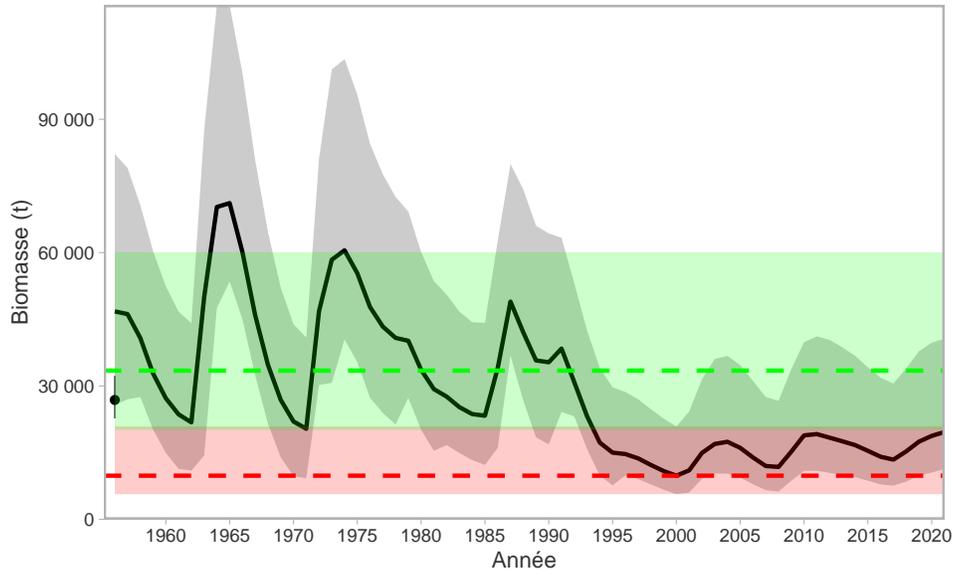


Figure 15. Biomasse a posteriori combinée pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 5ABCD. La ligne pleine noire représente la médiane a posteriori et la zone ombragée grise représente l'intervalle de crédibilité à 95 %. La ligne pointillée verte illustre le RSS médian et la ligne pointillée rouge, le PRL médian. Les zones ombragées rouge et verte représentent les intervalles de crédibilité à 95 % du PRL et du RSS, respectivement.

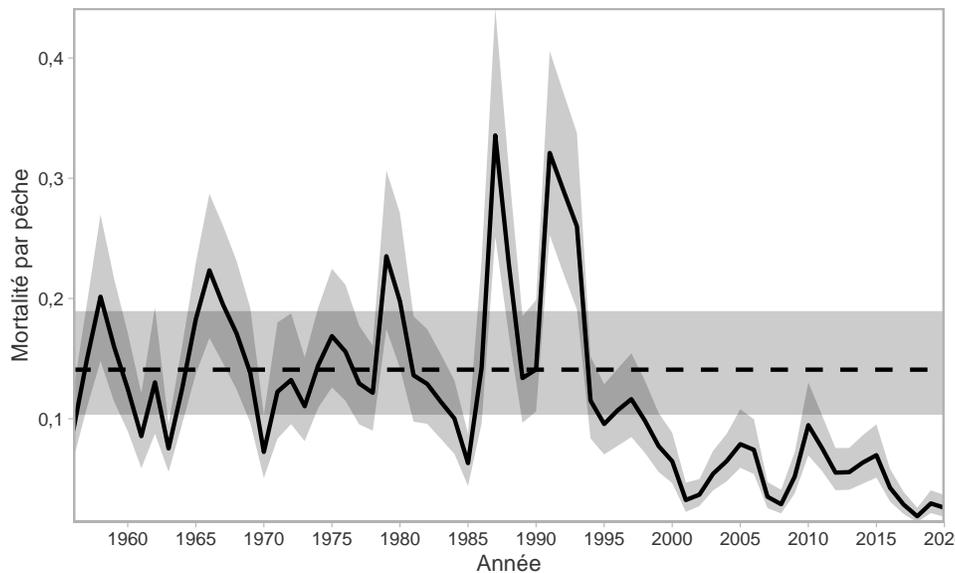


Figure 16. Mortalité par pêche a posteriori combinée pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 5ABCD. La ligne pleine noire représente la médiane a posteriori et la zone ombragée grise représente l'intervalle de crédibilité à 95 %. La ligne pointillée noire représente le PRL médian et la zone ombragée horizontale représente l'intervalle de crédibilité à 95 %.

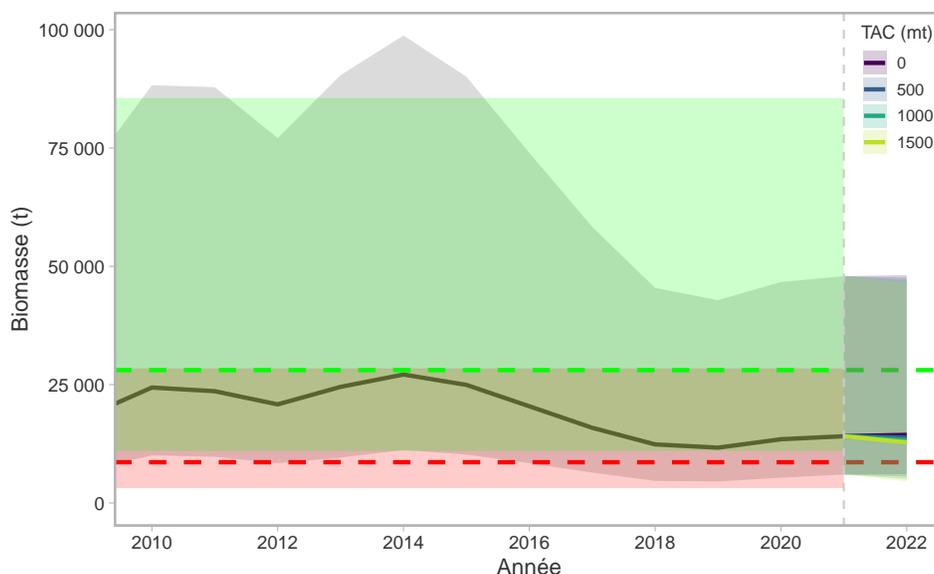


Figure 17. Estimations de la biomasse a posteriori combinée pour l'ensemble représentant la moyenne des modèles de la zone 3CD et projections connexes (jusqu'au début de 2022). La ligne pleine noire représente la médiane a posteriori et la zone ombragée grise représente l'intervalle de crédibilité à 95 %. La ligne pointillée verte illustre le RSS médian et la ligne pointillée rouge, le PRL médian. Les zones ombragées rouge et verte représentent les intervalles de crédibilité à 95 % du PRL et du RSS, respectivement. Les zones colorées situées à droite de la ligne pointillée verticale représentent les projections fondées sur divers niveaux de prises pour 2021. Par souci de clarté, les années antérieures à 2010 ont été retirées.

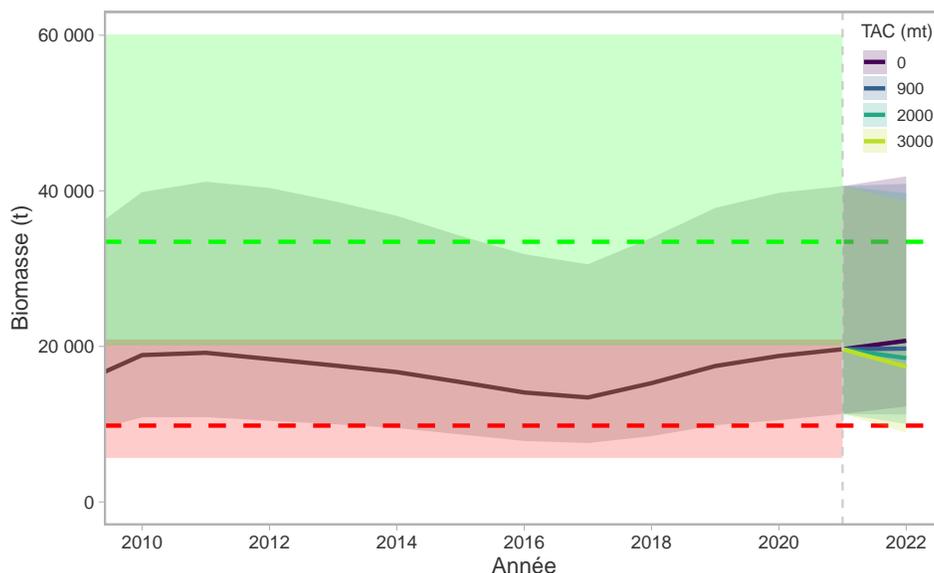


Figure 18. Même chose que la figure 17, mais pour la zone 5ABCD.

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Robyn Forrest	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Chris Grandin	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Sean Anderson	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Paul Starr	Canadian Groundfish Research and Conservation Society

Approuvé par

Carmel Lowe
Directrice régionale
Direction des sciences, Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
Le 26 Novembre 2020

Sources de renseignements

- Barbeaux, S.J., Holsman, K., and Zador, S. 2020. Marine heatwave stress test of ecosystem-based fisheries management in the gulf of alaska pacific cod fishery. *Front. Mar. Sci.* 7.
- Deriso, R.B. 1980. Harvesting strategies and parameter estimation for an age-structured model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37(2): 268–282.
- Forrest, R.E., Anderson, S.C., Grandin, C.J., and Starr, P.J. 2020. Évaluation de la morue du pacifique (*Gadus macrocephalus*) pour le détroit d'Hécate et le bassin de la reine-charlotte (zone 5ABCD), ainsi que pour la côte ouest de l'île de vancouver (zone 3CD) en 2018. *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech.* 2020/070: v + 226 p.
- Forrest, R.E., Holt, K.R., and Kronlund, A.R. 2018. Performance of alternative harvest control rules for two Pacific groundfish stocks with uncertain natural mortality: Bias, robustness and trade-offs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 206: 259–286.
- Forrest, R.E., Rutherford, K.L., Lacko, L., Kronlund, A.R., Starr, P.J., and McClelland, E.K. 2015. Assessment of Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*) for Hecate Strait (5CD) and Queen Charlotte Sound (5AB) in 2013. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2015/052. xii + 197 p.
- Fournier, D.A., Skaug, H.J., Ancheta, J., Ianelli, J., Magnusson, A., Maunder, M.N., Nielsen, A., and Sibert, J. 2012. AD Model Builder: Using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optim. Methods Softw.* 27: 233–249.
- Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Dunson, D.B., Vehtari, A., and Rubin, D.B. 2014. Bayesian Data Analysis. *In* Third. Chapman & Hall, Boca Raton, FL.
- Gelman, A., and Rubin, D.B. 1992. Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences. *Statistical Science* 7(4): 457–472.
- MPO. 2019a. Évaluation de la morue du Pacifique de la Colombie-Britannique dans les zones 3CD et 5ABCD en 2018. *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci.* 2019/008.

- MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.
- MPO. 2017. Pacific Region Integrated Fisheries Management Plan, Groundfish. Effective February 21, 2017. Version 1.1.
- MPO. 2019b. Évaluation des stocks de veuves (*Sebastes entomelas*) de la Colombie-Britannique en 2019. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2019/044.
- MPO. 2020a. Évaluation du stock de bocaccio (*Sebastes paucispinis*) de la Colombie-Britannique en 2019 et lignes directrices relatives à l'élaboration de plans de rétablissement. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2020/025.
- MPO. 2020b. 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.
- MPO. 2015. Évaluation de la morue du Pacifique (*Gadus macrocephalus*) dans le détroit d'Hécate (zone 5CD) en 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2015/015.
- Starr, P.J., and Haigh, R. 2017. Stock assessment of the coastwide population of shortspine thornyhead (*Sebastes alascanus*) in 2015 off the british columbia coast. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/015. ix + 174 p.
- Starr, P.J., and Haigh, R. 2021. Évaluation des stocks de goberge (*Theragra chalcogramma*) pour la colombie-britannique en 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. Sous presse.
- Stewart, I.J., Forrest, R.E., Grandin, C.J., Hamel, O.S., Hicks, A.C., Martell, S.J., and Taylor, I.G. 2011. Status of the Pacific hake (whiting) stock in U.S. and Canadian waters in 2011. 17 March 2011.
- Stewart, I.J., and Hicks, A.C. 2016. Assessment of the Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) stock at the end of 2016. International Pacific Halibut Commission Report of Assessment and Research Activities: 365–394.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190 Hammond Bay Rd.
Nanaimo, BC, V9T 6N7

Téléphone: (250) 756-7208

Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Mise à jour sur l'état des stocks de morues du Pacifique (*Gadus macrocephalus*) au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (zone 3CD) ainsi que dans le détroit d'Hécate et le bassin de la Reine-Charlotte (zone 5ABCD) en 2020. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2021/002.

Also available in English:

DFO. 2021. *Status Update of Pacific Cod (Gadus macrocephalus) for West Coast Vancouver Island (Area 3CD), and Hecate Strait and Queen Charlotte Sound (Area 5ABCD) in 2020.* DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2021/002.