



APPLICATION DE LA PROCÉDURE DE GESTION DE LA MORUE CHARBONNIÈRE (*ANOPLPOMA FIMBRIA*) DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE POUR L'ANNÉE DE PÊCHE 2023-2024

Contexte

Pêches et Océans Canada (MPO) et l'industrie de la pêche de la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) de la Colombie-Britannique collaborent à un processus d'évaluation de la stratégie de gestion (ESG) visant à fournir une stratégie de pêche transparente et reproductible. L'avis sur le total admissible des captures (TAC) est fourni chaque année à la Direction des pêches du MPO à la suite de l'application d'une procédure de gestion à l'aide de données actualisées sur l'indice des stocks et les débarquements.

La procédure de gestion de la morue charbonnière est un algorithme précis et reproductible qui permet de calculer une limite de capture annuelle recommandée (« limite de capture selon la procédure de gestion »). Les critères de sélection de la procédure de gestion à appliquer à la pêche sont basés sur les statistiques de rendement compilées au cours des essais de simulation des procédures de gestion candidates, où chaque statistique résume un résultat lié à un objectif de gestion indiqué. On tient compte de l'incertitude et de la robustesse en mettant à l'essai chaque procédure de gestion candidate par rapport à d'autres scénarios liés à la dynamique des stocks et de la pêche de la morue charbonnière définis par des modèles opérationnels. Les procédures de gestion qui ne répondent pas aux objectifs impératifs liés à la conservation sont rejetées. La sélection de la procédure de gestion définitive parmi celles qui répondent aux objectifs de conservation dans une série de scénarios de rechange est basée sur l'examen des compromis entre les résultats de gestion liés à des objectifs socio-économiques.

Depuis 2011, le TAC annuel utilisé pour gérer la pêche de la morue charbonnière sont déterminés par l'application d'une procédure de gestion testée par simulation dans le cadre du processus d'ESG, la limite de selon la procédure de gestion étant adoptée comme TAC la plupart des années (annexe, tableau 1). Chaque année, dans le cadre d'un accord de collaboration, la Direction des sciences du MPO et l'industrie canadienne de la pêche de la morue charbonnière travaillent ensemble pour appliquer la procédure de gestion sélectionnée afin de calculer la limite de capture selon la procédure de gestion pour l'année de pêche à venir. L'application cohérente de la même procédure de gestion à la pêche sur plusieurs années devrait conduire à des résultats de gestion similaires au rendement simulé. Toutefois, la procédure de gestion peut être révisée lorsque les scénarios de gestion du modèle opérationnel sont mis à jour selon les nouvelles données ou lorsque des changements sont apportés aux objectifs de gestion de la pêche. La procédure de gestion n'est pas utilisée pour évaluer l'état des stocks et sert uniquement à calculer une limite de capture recommandée selon les données de surveillance les plus récentes.

La Direction de la gestion des pêches du MPO a demandé à la Direction des sciences d'évaluer l'incidence des données actualisées sur l'application annuelle de la procédure de gestion et l'avis sur les prises qui en découle pour la saison 2023-2024. La présente réponse des Sciences applique la procédure de gestion de la morue charbonnière aux données actualisées jusqu'à la fin de 2022. La limite de capture selon la procédure de gestion qui en résulte a servi de base

à l'établissement du TAC pour la saison 2023-2024. C'est la première fois que l'application annuelle de la procédure de gestion pour la morue charbonnière est documentée sous cette forme. En conséquence, le document fournit de l'information générale sur le processus d'ESG, ainsi que de l'information sommaire sur les stocks concernant les éléments de durabilité requis par le *Cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution* (politique de l'approche de précaution; MPO (2009)).

La présente réponse des Sciences découle de la réunion de l'examen par les pairs régional sur l'application de la procédure de gestion de la morue charbonnière en Colombie-Britannique qui a eu lieu le 31 janvier 2023.

Renseignements de base

Évaluation de la stratégie de gestion de la morue charbonnière de la Colombie-Britannique

L'évaluation de la stratégie de gestion (ESG) est un processus de conception et de mise en œuvre d'un paradigme axé sur la gestion dans le secteur de la pêche (de la Mare 1998). Plutôt que de se concentrer uniquement sur le rendement optimal, un paradigme axé sur la gestion met l'accent sur la prise de décisions qui tiennent compte d'un éventail plus large d'objectifs stratégiques écologiques, sociaux et économiques qui définissent la durabilité de la pêche (Lane et Stephenson 1995; Cox et Kronlund 2008; Cox et al. 2011; Punt et al. 2016). En outre, l'accent est mis sur la prise de décisions qui sont robustes face aux incertitudes dans la dynamique des stocks et de la pêche, plutôt que sur un seul modèle d'évaluation « de base ». Un moyen approprié de fixer des limites de pêche est indiqué en évaluant le rendement des autres options de gestion, appelées procédures de gestion, par rapport aux objectifs opérationnels de la pêche. Les procédures de gestion sont composées d'un ensemble de données, d'une méthode d'évaluation des stocks et d'une règle de contrôle des prises qui permettent de calculer les mesures de gestion de manière répétée. Dans le cas de la procédure de gestion de la morue charbonnière, la mesure de gestion est une limite de capture puisque la pêche est gérée à l'aide d'un TAC annuel.

Le processus itératif d'ESG pour la morue charbonnière consiste à (i) fixer ou modifier les objectifs de la pêche en réponse aux exigences stratégiques, aux conditions souhaitées pour les stocks et aux objectifs socio-économiques, (ii) déterminer les procédures de gestion candidates qu'il est possible de mettre en œuvre, (iii) évaluer le rendement de ces procédures de gestion par rapport à la dynamique incertaine des stocks et de la pêche, et (iv) sélectionner une procédure de gestion pour l'application annuelle à la pêche. L'objectif du processus d'ESG pour la morue charbonnière est de sélectionner une procédure de gestion qui peut être appliquée de manière répétée pour produire une limite de capture chaque année en utilisant des données de surveillance actualisées, plutôt que de choisir directement une capture chaque année ou pour une période de plusieurs années (figure 1).

Objectifs relatifs à la pêche de la morue charbonnière

Les cinq objectifs de la pêche de la morue charbonnière en Colombie-Britannique ont été élaborés de façon itérative en consultation avec les gestionnaires des pêches, les scientifiques et les intervenants de la pêche de la morue charbonnière. Ces objectifs sont utilisés pour orienter le choix de la procédure de gestion lors de la phase d'évaluation de l'ESG. Une fois qu'une procédure de gestion a été sélectionnée selon un rendement simulé par rapport à ces objectifs, elle est appliquée chaque année jusqu'au prochain cycle d'évaluation des procédures de gestion. Les objectifs 1 à 3 intègrent les points de référence de la pêche basés sur le rendement maximal

durable (RMD), y compris un point de référence limite (PRL), un point de référence supérieur (PRS) et un point de référence cible (PRC), conformément à la politique de l'approche de précaution du MPO (MPO 2009). Les objectifs 4 et 5 sont des objectifs socio-économiques liés aux niveaux de capture de la morue charbonnière de taille réglementaire (≥ 55 cm de longueur à la fourche).

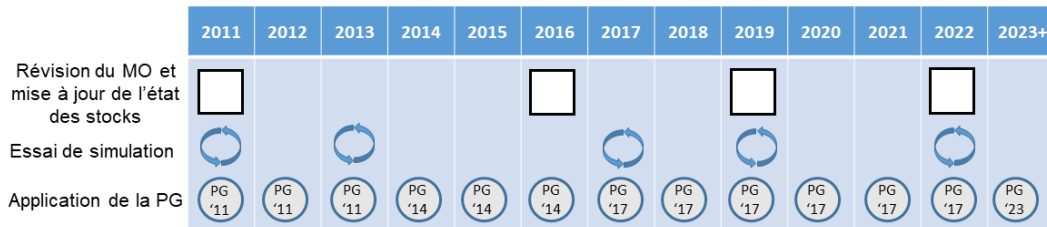


Figure 1. Calendrier de la révision du modèle opérationnel (MO; carrés blancs), de l'essai de simulation des procédures de gestion (flèches bleues) et de l'application de la procédure de gestion (PG; cercles avec les années 2011 à 2023). L'état des stocks est mis à jour à chaque révision du modèle opérationnel. La procédure de gestion utilisée de 2011 à 2013 (PG 2011) a utilisé le taux de capture cible maximal estimé par le modèle de production excédentaire de type état-espace (MPEE) de la procédure de gestion. Un seuil de capture minimum a été introduit dans la procédure de gestion à partir de 2014-2016, tandis que le taux de capture maximum a continué à être estimé par le MPEE (PG 2014). Le seuil de capture minimum a été supprimé en 2017 (PG 2017) et une réduction progressive du taux de capture cible maximal a eu lieu de 2017 (9,5%) à 2022 (5,5%) (PG 2017). Une procédure de gestion avec un taux de capture cible maximal de 6,4% a été appliquée à partir de 2023 (PG 2023).

Les cinq objectifs utilisés pour évaluer le rendement des procédures de gestion sont les suivants.

- Éviter le PRL :** Maintenir la biomasse du stock reproducteur femelle au-dessus du PRL de $0,4B_{RMD}$ pour 95 % des années mesurées sur deux générations de morue charbonnière (36 ans), où B_{RMD} est la biomasse du stock reproducteur femelle au rendement maximal durable pour chaque modèle opérationnel.
- Éviter le déclin du stock lorsqu'il se trouve en deçà du PRS au début de la période de projection :** Lorsque la biomasse du stock reproducteur femelle se situe entre $0,4B_{RMD}$ and $0,8B_{RMD}$ au début des projections, limiter la probabilité de déclin au cours des 10 prochaines années à très faible (5 %) lorsque l'état du stock correspond à $0,4B_{RMD}$ et à modérée (50 %) lorsque l'état du stock correspond à $0,8B_{RMD}$. Lorsque l'état du stock se trouve entre les deux, il faut définir la tolérance au déclin en effectuant une interpolation linéaire entre les deux limites.
- Atteindre la biomasse cible :** Maintenir la biomasse du stock reproducteur femelle de 2052 au-dessus du PRC avec une probabilité de 50 %, le PRC étant (a) $B_{PRC} = B_{RMD}$ lorsque $B \geq 0,8B_{RMD}$, ou (b) $B_{PRC} = 0,8B_{RMD}$ lorsque $B < 0,8B_{RMD}$ (voir ci-dessous la description de la manière dont l'année 2052 a été sélectionnée).
- Éviter les prises non viables du point de vue économique :** Maximiser la probabilité que les niveaux de prises annuelles de taille réglementaire restent supérieurs à 1 992 tonnes, sur deux générations de morue charbonnière.
- Maximiser les prises de taille réglementaire :** Maximiser les prises annuelles de taille réglementaire sur 10 ans, sous réserve que les objectifs 1 à 4 soient atteints.

Les objectifs sont mesurables; en effet, à chaque objectif est associée une statistique de rendement calculée pendant les essais de simulation qui quantifie le degré de satisfaction de l'objectif (Cox et al. 2019a; MPO 2020). La biomasse du stock reproducteur pour les objectifs 1 à 3 ne comprend que les femelles, comme il est d'usage dans l'évaluation des stocks.

Les objectifs de conservation (c'est-à-dire les objectifs 1 et 2) reflètent directement la politique de l'approche de précaution du MPO. L'objectif 1 (éviter le PRL) vise à éviter des résultats biologiques indésirables en limitant le choix des procédures de gestion à celles qui permettent d'éviter le dépassement du PRL avec une forte probabilité. L'objectif 2 (éviter le déclin du stock lorsqu'il se trouve en deçà du PRS) est une interprétation littérale de la politique de l'approche de précaution du MPO, indiquant une réduction linéaire de la tolérance à un nouveau déclin du stock, d'une probabilité modérée (risque neutre; 50 %) lorsque l'état du stock correspond à $0,8B_{RMD}$ à une probabilité très faible (5 %) lorsque l'état du stock correspond à $0,4B_{RMD}$. Les procédures de gestion qui ne présentent pas de rendement de simulation conforme aux contraintes imposées par les objectifs 1 et 2 sont rejetées. L'objectif 2 répond également à l'intention de la politique de l'approche de précaution d'introduire des mesures de gestion correctives bien avant d'atteindre le PRL et fournit une base prédéfinie pour un plan de reconstitution au cas où le stock déclinerait jusqu'à un niveau indésirable.

L'objectif 3 (atteindre la biomasse cible) sert à limiter le choix des procédures de gestion à celles qui peuvent atteindre un niveau de stock cible en 2052 avec une probabilité d'au moins 50%. Alors que l'objectif global de niveau de stock pour la morue charbonnière de la Colombie-Britannique est B_{RMD} , l'objectif 3 permet d'utiliser un objectif de $0,8B_{RMD}$ lorsque l'état du stock est inférieur à $0,8B_{RMD}$. L'objectif appliqué lors des essais des procédures de gestion (B_{RMD} vs. $0,8B_{RMD}$) dépend de l'état du stock au début de la période de projection. L'objectif de $0,8B_{RMD}$ a été introduit en 2017 puisque l'on reconnaît qu'il peut falloir de nombreuses années pour atteindre B_{RMD} lorsque l'état du stock est faible, en fonction de la productivité des stocks. L'année 2052 a également été choisie en 2017, soit deux générations dans le futur. Cette année est demeurée constante lors des derniers cycles d'évaluation des procédures de gestion afin de conserver un objectif cohérent, mais elle sera reconsidérée à l'avenir lorsque les objectifs seront réexaminés.

Procédure de gestion de la morue charbonnière

L'ESG pour la morue charbonnière tente de saisir l'ensemble du processus qui aboutit à une limite de capture recommandée; il est donc essentiel que les procédures de gestion candidates soient entièrement indiquées afin qu'elles puissent être appliquées de manière cohérente au fil du temps dans les simulations et dans la pratique. Pour la morue charbonnière, la procédure de gestion comprend ce qui suit.

1. Des données – total des prises débarquées et trois indices d'abondance.
2. Une méthode d'évaluation – un MPEE de Schaefer pour extraire un signal de tendance des stocks.
3. Une règle de contrôle des prises (RCP) – pour convertir les résultats de la méthode d'évaluation de l'étape 2 en une limite de capture.
4. Un ajustement après la RCP – une augmentation de la limite de capture n'est recommandée que si le TAC de l'année précédente est dépassé de 200 tonnes (il n'y a pas de contrainte pour la diminution de la limite de capture).

La composante 3 répond à l'exigence de la politique de l'approche de précaution pour une RCP; cependant, la simulation du processus d'ESG pour la morue charbonnière teste les quatre composantes ensemble puisque le rendement de la procédure de gestion dépend des interactions entre les données, la méthode d'évaluation, la RCP et l'ajustement après la RCP. Le programme de surveillance établit un lien de rétroaction entre l'état actuel des stocks et la réaction future des stocks en ajustant les captures à la baisse lorsque les stocks sont perçus comme étant en déclin et en augmentant les captures lorsque l'abondance des stocks s'accroît.

La composante 4 sert à éliminer les augmentations mineures de la limite de capture selon la procédure de gestion qui peuvent entraîner des réactions disproportionnées dans l'économie du marché de la morue charbonnière.

Modèles opérationnels et évaluation du rendement

Modèles opérationnels

Les modèles mathématiques, appelés modèles opérationnels, sont un élément clé du processus d'ESG et ont deux objectifs principaux. Premièrement, ils représentent d'autres hypothèses scientifiques sur la dynamique incertaine des stocks et de la pêche, qui sont utilisées pour générer des données simulées sur les captures, les relevés et la biologie, qui peuvent être collectées dans la pratique. Ces données simulées sont utilisées lors de l'évaluation du rendement de la procédure de gestion. Deuxièmement, les modèles opérationnels sont utilisés pour caractériser l'état des stocks par rapport aux points de référence de la pêche.

Le processus d'ESG pour la morue charbonnière de la Colombie-Britannique comprend une mise à jour du modèle opérationnel tous les trois à cinq ans afin d'intégrer de nouvelles données et hypothèses sur la dynamique des stocks et de la pêche de la morue charbonnière. La dernière mise à jour du modèle opérationnel pour la morue charbonnière remonte à 2022 et elle a fait l'objet d'un processus d'examen régional par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) (MPO 2023). Le modèle opérationnel est un modèle statistique de capture en fonction de l'âge structuré par sexe et par âge, adapté aux débarquements associés à trois types d'engins (casier, palangre et chalut; de 1965 à 2021), ainsi qu'aux rejets en mer associés à chaque type d'engin (de 2006 à 2021), à trois indices d'abondance fondés sur la capture par unité d'effort (CPUE), et aux données sur la composition par âge et par longueur. Les trois indices d'abondance utilisés sont fondés sur la CPUE de la pêche au casier (de 1979 à 2009), un relevé normalisé (de 1990 à 2009) et un relevé aléatoire stratifié (de 2003 à 2021).

Les estimations les plus récentes de l'état des stocks de morue charbonnière de la Colombie-Britannique par rapport aux points de référence sont présentées ci-dessous.

Évaluation

On évalue le rendement attendu des procédures de gestion candidates pour la morue charbonnière au moyen d'une simulation en boucle fermée. Cette étape d'évaluation permet d'exposer l'éventail des compromis entre les rendements en matière de capture et de conservation parmi les procédures de gestion candidates. En outre, en testant les procédures de gestion par rapport à une série de modèles opérationnels représentant les principales incertitudes, l'évaluation permet de vérifier que l'application d'une procédure de gestion précise ne produira pas de résultats indésirables, même si les principales hypothèses concernant les stocks (comme la biomasse et la productivité) et la pêche (comme la sélectivité et les paramètres de précision utilisés pour ajuster les rejets en mer) sont incorrectes.

Au cours de la phase d'évaluation de l'ESG, la dynamique des stocks est projetée dans l'avenir par le modèle opérationnel et, à chaque pas de temps, la procédure de gestion est appliquée aux données simulées dans une boucle fermée qui représente l'application annuelle de la procédure de gestion dans la pratique, y compris la collecte de données, l'application d'une méthode d'évaluation et la traduction des résultats de l'évaluation en une limite de capture au moyen de la RCP. Les statistiques de rendement liées aux objectifs opérationnels (1 à 5) sont dérivées des projections simulées des stocks et utilisées pour classer le rendement relatif des procédures de gestion candidates.

Les essais de simulation des procédures de gestion candidates sont généralement effectués en même temps que la mise à jour du modèle opérationnel, ou peu après, afin de confirmer que le rendement de la procédure de gestion actuelle est acceptable ou d'indiquer une autre procédure de gestion plus performante. Les procédures de gestion qui ne parviennent pas à fournir des résultats acceptables en simulation ont peu de chances de fonctionner correctement dans la pratique et sont rejetées. La décision en matière de gestion de la pêche consiste à sélectionner une procédure de gestion qui offre des compromis de rendement acceptables jusqu'à ce que le modèle opérationnel soit de nouveau révisé et que les procédures de gestion soient réévaluées. Le modèle opérationnel révisé en 2022 a été utilisé pour mettre à l'essai par simulation le rendement d'une série de différentes procédures de gestion qui faisaient varier le taux de capture cible maximal appliqué dans le cadre de la RCP de 5,5 % à 7,5 % (MPO 2023).

État actuel de la morue charbonnière de la Colombie-Britannique par rapport aux points de référence

Les dispositions relatives aux stocks de poissons de la *Loi sur les pêches* du Canada (*Loi sur les pêches* R.S.C., 1985, c. F-14, telle que modifiée par le projet de loi C-68, 21 juin 2019), prévoient l'obligation de maintenir les grands stocks de poissons au niveau nécessaire pour favoriser la durabilité ainsi que d'élaborer et de mettre en œuvre des plans de rétablissement pour les stocks qui ont diminué en deçà de leur PRL. On s'attend à ce que les estimations de l'état des stocks par rapport aux points de référence soient un type d'information utilisé par le MPO pour évaluer la durabilité des pêches en vertu de la *Loi sur les pêches* (Marentette et al. 2021). Dans le système de gestion de la morue charbonnière, un modèle opérationnel est utilisé pour caractériser l'état. La dernière mise à jour du modèle opérationnel a eu lieu à l'automne 2022 à l'aide des données allant jusqu'à la fin de l'année 2021 (MPO 2023; Johnson et al., en prép.¹). L'état des stocks en 2022 a été évalué par une moyenne pondérée des cinq scénarios du modèle opérationnel représentant l'incertitude sur la productivité et la biomasse récente (2021) du stock reproducteur femelle (la biomasse du stock reproducteur femelle est désignée ci-après par *B*). Les pondérations des scénarios du modèle opérationnel étaient basées sur les valeurs de plausibilité attribuées par les analystes. Une pondération de 50 % a été attribuée au modèle opérationnel de base qui était censé fournir un ajustement équilibré aux données sur les rejets, aux données sur la composition par âge et aux données sur la composition par longueur. Des valeurs de 12,5 % ont été attribuées à chacun des quatre autres modèles opérationnels qui ont fait varier la productivité et la biomasse récente du stock reproducteur femelle par rapport au modèle de base.

¹Johnson, S.D.N., Cox, S.P., Holt, K.R., Lacko, L.C., et Rooper, C.N. En prép. Stock status and management procedure performance for the BC Sablefish (*Anoplopoma fimbria*) fishery for 2022/23. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.

La série chronologique historique reconstituée à partir du modèle opérationnel (de 1965 à 2021) caractérise un déclin constant de la biomasse du stock reproducteur entre 1965 et 2008 (figure 2). Au cours de cette période, quelques années de recrutement relativement fort ont conduit à de brèves périodes d'augmentation ou de stabilisation de la biomasse. Toutefois, les niveaux de capture élevés et les taux d'exploitation souvent supérieurs au taux d'exploitation à la production maximale équilibrée, U_{RMD} , ont contribué à réduire la biomasse à mesure que ces vagues de recrutement étaient exploitées. Les niveaux de biomasse se sont stabilisés autour de 2008 à 2011 lorsque les taux de capture estimés ont été réduits à des niveaux inférieurs aux estimations actuelles de U_{RMD} obtenues en 2022. Les récents épisodes de recrutement supérieurs à la moyenne de 2015 à 2017, les années 2016 et 2017 en particulier étant de loin les plus importantes de la série chronologique reconstituée, ont entraîné une augmentation substantielle de la biomasse jusqu'en 2022 (Figure 2), ainsi qu'une augmentation de la productivité estimée du recrutement du stock. Pour la morue charbonnière, l'état des stocks est estimé à

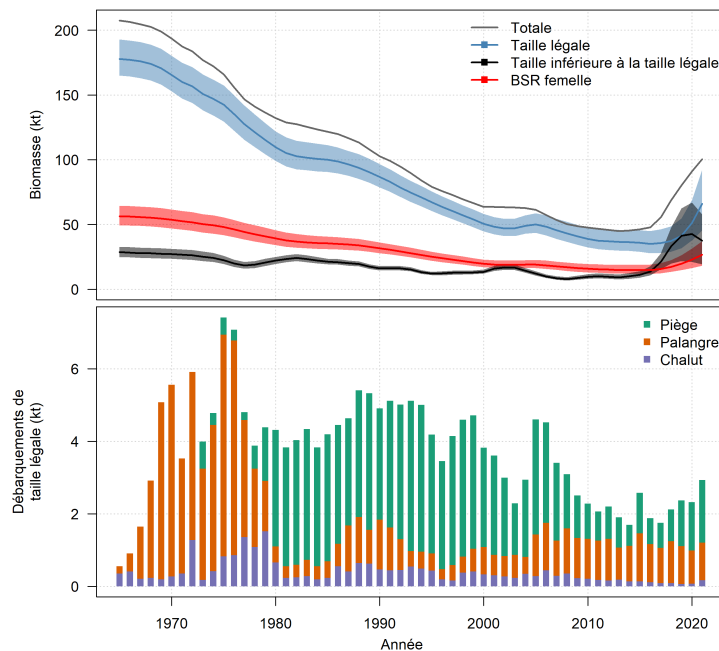


Figure 2. En haut : séries chronologiques des estimations de la biomasse totale, de la biomasse de taille réglementaire, de la biomasse de taille inférieure à la taille réglementaire et de la biomasse du stock reproducteur (BSR) femelle basées sur les moyennes pondérées des cinq scénarios utilisés dans le modèle opérationnel en 2022. Il convient de noter que les estimations des biomasses totale, de taille réglementaire et de taille inférieure à la taille réglementaire incluent les poissons femelles et mâles, tandis que la BSR ne comprend que les morues charbonnières femelles. En bas : total des débarquements de morue charbonnière de taille réglementaire pour chaque type d'engin. Ces graphiques proviennent de MPO (2023).

l'aide du rapport entre la BSR femelle, B , et chaque point de référence de la pêche. Par exemple, l'état pendant l'année t par rapport au PRL est défini comme suit : $B_t/0,4B_{RMD}$. Une valeur supérieure à 1 indique que B dépasse le PRL. L'incertitude de l'estimation est communiquée en indiquant la probabilité que B dépasse $0,4B_{RMD}$, c'est-à-dire que, $P(B > 0,4B_{RMD}) = 0,95$ indique une très forte probabilité que la BSR femelle dépasse le PRL.

Les résultats de la dernière révision du modèle opérationnel laissent entendre qu'il existe une forte probabilité que la morue charbonnière de la Colombie-Britannique ait une biomasse supérieure à la cible de B_{RMD} en 2022, et que son taux de capture en 2021 soit inférieur à U_{RMD} (tableau 2 de l'annexe, MPO 2023). La BSR femelle moyenne pondérée dans les cinq scénarios du modèle opérationnel a été estimée à 30 kt, soit environ 1,32 fois B_{RMD} ($P(B_{2022} > B_{RMD}) = 92\%$), tandis que le taux d'exploitation de la morue charbonnière de taille réglementaire en 2021 a été estimé à 71 % de U_{RMD} ($P(U_{2021} < U_{RMD}) = 95\%$). Pris individuellement, chacun des cinq scénarios du modèle opérationnel indique une probabilité de 100 % que B_{2022} soit supérieure au PRL, et quatre des cinq scénarios du modèle opérationnel estiment une probabilité de 100 % que B_{2022} soit supérieure au PRS de $0,8B_{RMD}$. Le scénario du modèle opérationnel représentant la biomasse récente la plus faible du stock reproducteur femelle indiquait une probabilité de 92 % que B_{2022} soit au-dessus du PRS.

Analyse et réponse

Les étapes requises pour appliquer la procédure de gestion de la morue charbonnière comprennent (i) la mise à jour des données d'entrée afin d'inclure les débarquements de 2022 et l'indice de CPUE de 2022 provenant du relevé au casier annuel aléatoire stratifié de la morue charbonnière; (ii) l'ajustement du MPEE à l'ensemble de données mises à jour afin de générer une estimation de la biomasse à l'aide du MPEE; (iii) l'application d'une RCP utilisant les estimations des points de contrôle opérationnels et la biomasse estimée par le MPEE pour produire une limite de capture; (iv) l'application d'un critère d'ajustement après la RCP qui n'autorise une augmentation de la limite de capture que si la valeur actualisée dépasse de 200 tonnes le TAC de l'année précédente. Le résultat est appelé limite de capture selon la procédure de gestion. Cette section décrit les étapes nécessaires à l'application du plan de gestion sélectionné pour 2023-2024, qui comprend un taux d'exploitation cible maximal de 6,4 %. La sélection de la procédure de gestion s'est faite selon le rendement simulé par rapport aux objectifs de la pêche de la morue charbonnière énumérés ci-dessus.

Données

Les données requises pour la procédure de gestion actuelle comprennent les débarquements totaux de morue charbonnière de toutes les pêches de la Colombie-Britannique et trois indices d'abondance fondés sur la CPUE : (i) CPUE de la pêche commerciale au casier (de 1979 à 2009), (ii) CPUE du relevé normalisé au casier (de 1991 à 2009), et (iii) CPUE du relevé aléatoire stratifié au casier (de 2003 à aujourd'hui). Chacune de ces séries chronologiques est présentée dans le tableau 3 de l'annexe.

Les deux premiers indices d'abondance sont des séries chronologiques historiques qui ne sont plus mises à jour. Les méthodes utilisées pour élaborer ces indices sont documentées dans Cox et al. (2023).

Le troisième indice d'abondance est dérivé du relevé aléatoire stratifié au casier en cours; les valeurs de l'indice sont mises à jour annuellement dans le cadre de l'application de la procédure de gestion. Ce relevé a été lancé en 2003 et suit un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié par profondeur et par zone. La zone de relevé au large est divisée en cinq strates spatiales, chacune comprenant trois strates de profondeur, pour un total de 15 strates. La valeur moyenne de l'indice de l'échantillonnage aléatoire stratifié et les intervalles de confiance à 95 % sont calculés à l'aide de l'estimateur de l'échantillonnage aléatoire stratifié du relevé classique (e.g., Cochran 1977). Les descriptions détaillées des résultats du relevé aléatoire stratifié sur l'ensemble de la côte sont résumées dans les rapports de relevé annuels (e.g., Lacko 2021). Les intervalles de

confiance de ce relevé sont relativement étroits (figure 3; coefficient de variation de 5,5 à 10 %. Bien que les faibles coefficients de variation puissent être en partie dus au fait que le relevé a été conçu spécifiquement pour la morue charbonnière (par opposition à un relevé plurispécifique), ils sont censés être des sous-estimations de la variabilité réelle. Des coefficients de variation plus élevés sont utilisés pour simuler les données des modèles opérationnels lors de l'évaluation des procédures de gestion (Johnson et al., en révision).

En 2022, l'indice moyen du relevé aléatoire stratifié était de 40 kg/casier, soit 10% de plus que la valeur de 2021 et le deuxième indice le plus élevé de la série chronologique depuis son début en 2003 (figure 3). La CPUE du relevé a souvent été la plus élevée dans les strates de moyenne profondeur, bien que ces dernières années, certaines des plus grandes valeurs de CPUE aient été enregistrées dans les strates de faible profondeur, en plus des strates de moyenne profondeur (figure 6 de l'annexe). Cette tendance s'est poursuivie en 2022, les classes d'âge de 2016 et 2017 plus jeunes occupant cet habitat, ce qui a contribué à l'augmentation de l'indice d'abondance annuel.

On a examiné les données du relevé de 2022 pour trouver des signaux inattendus ou inquiétants qui pourraient laisser croire que le modèle opérationnel ou la procédure de gestion devrait être réexaminé, mais rien de tel n'a été trouvé. L'indice moyen de relevé stratifié de 40 kg/casier pour 2022 était presque aussi élevé que le maximum de la série de 42 kg/casier en 2019. Toutefois, le nombre et la taille des poissons contribuant à la CPUE diffèrent quelque peu entre les deux années. Les captures du relevé de 2019 ont été dominées par un nombre relativement élevé de petits poissons, tandis que les captures du relevé de 2022 ont eu tendance à contenir moins de poissons qu'en 2019 parce que les poissons étaient de plus grande taille (annexe, figure 7). Cette tendance est prévisible à mesure que les grandes cohortes de 2016 et 2017 se déplacent dans la pêche et que leur taille corporelle augmente. La distribution des valeurs de la CPUE propre aux calées (en unités de kg/casier) en 2022 était similaire à celle des valeurs observées au cours des deux années précédentes, bien que la distribution de 2022 présentait une asymétrie positive plus importante, indiquant quelques calées avec des valeurs de CPUE très élevées (annexe, figure 7).

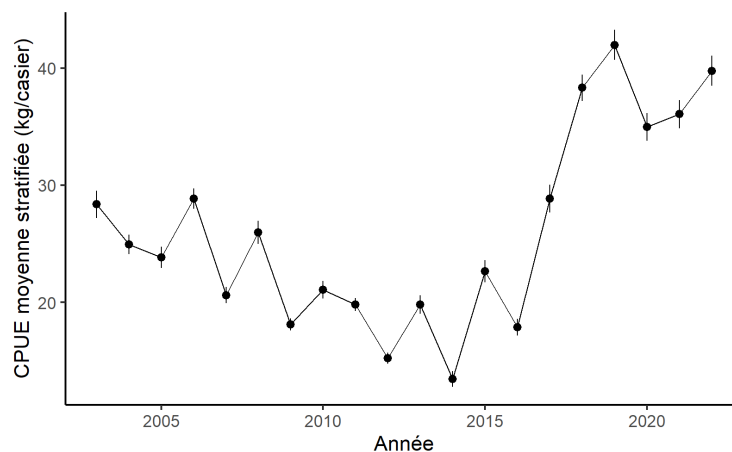


Figure 3. Estimation de l'indice de biomasse de la morue charbonnière à l'échelle de la côte à partir du relevé aléatoire stratifié au fil du temps, représentée par la CPUE moyenne stratifiée (points) et l'intervalle de confiance à 95 % (barres d'erreur).

Les débarquements de morue charbonnière de taille réglementaire ont également été mis à jour dans le cadre de l'application de la procédure de gestion. Un total de 2,952 tonnes de captures de taille réglementaire débarquées a été utilisé pour 2022. Bien que cette valeur n'ait pas été confirmée au 9 janvier 2023, elle devrait être très proche des captures confirmées pour 2022. Elle comprend tous les débarquements déclarés pour l'année civile 2022 qui étaient accessibles au 9 janvier 2023, ainsi qu'une estimation des captures débarquées à la fin du mois de décembre 2022, obtenue auprès des capitaines qui pêchaient encore au début du mois de janvier. Les débarquements déclarés sont considérés comme connus sans erreur grâce à un contrôle en mer et à quai de 100 %.

La rétention de morues charbonnières de taille inférieure à la taille réglementaire est connue dans la pêche au chalut, en particulier la pêche du merlu du Pacifique (*Merluccius productus*) au chalut pélagique pour laquelle le tri en mer est difficile en raison de la difficulté à détecter les petites morues charbonnières dans les grands bancs de merlus du Pacifique. Depuis 2017, les estimations des captures de taille inférieure à la taille réglementaire conservées dans la pêche au chalut ont été explicitement retirées des estimations des captures débarquées utilisées dans le MPEE. Des travaux supplémentaires sont nécessaires avant l'application de la procédure de gestion l'année prochaine pour mieux comprendre comment les poissons de taille inférieure à la taille réglementaire ont été enregistrés avant 2017.

Évaluation : modèle de production excédentaire

La méthode d'évaluation qui fait partie de la procédure de gestion de la morue charbonnière consiste à ajuster un MPEE aux ensembles de données qui sont décrits ci-dessus et qui sont présentés dans le tableau 3 de l'annexe. Le MPEE est maintenant mis en œuvre à l'aide du progiciel Template Model Builder (TMB) (Kristensen et al. 2015). La transition vers TMB pour le modèle opérationnel et le MPEE dans la procédure de gestion a été documentée par Johnson et ses collaborateurs (en révision). Avant 2022, les deux modèles étaient mis en œuvre à l'aide du logiciel AD Model Builder (ADMB), qui n'est plus supporté (Fournier et al. 2012).

La trajectoire de la biomasse estimée par le MPEE (B'_t) est présentée à la figure 4, où la notation B'_t est utilisée pour désigner la biomasse estimée au moyen du MPEE. Cette biomasse diffère de la biomasse du stock reproducteur femelle, B_t , estimée par le modèle opérationnel et utilisée pour la détermination de l'état. La biomasse estimée par le MPEE pour 2023, B'_{2023} est de 47,325 tonnes. La trajectoire croissante de la biomasse d'après le MPEE à partir de la fin des années 2010 est le résultat d'augmentations substantielles de l'indice du relevé aléatoire stratifié depuis 2017. Le MPEE sous-estime les points d'indexation du relevé aléatoire stratifié au cours des cinq dernières années, un comportement attendu des modèles de production excédentaire et pris en compte lors des essais de simulation des procédures de gestion candidates (Cox et al. 2019a). L'adéquation du MPEE aux points d'indexation est moins importante que le rendement de l'ensemble des composantes de la procédure de gestion (données, évaluation et RCP) par rapport aux objectifs de la pêche de la morue charbonnière. Dans le cadre de la procédure de gestion, le MPEE sert simplement d'indicateur de l'évolution des stocks pour alimenter la RCP, de sorte que la pression exercée par la pêche est réduite lorsque l'abondance est perçue comme étant en diminution, et augmentée lorsque l'abondance des stocks croît.

Malgré la tendance à la hausse de la biomasse estimée par le MPEE, l'estimation de 2023 utilisée pour fournir un avis sur les prises pour la saison de pêche 2023-2024 est inférieure à l'estimation de 2022. Cette différence est due à une diminution de l'échelle globale estimée de la population obtenue à partir de la mise en œuvre du MPEE avec TMB par rapport à la mise en œuvre du MPEE avec ADMB. La différence d'échelle est évidente lorsque l'on compare les

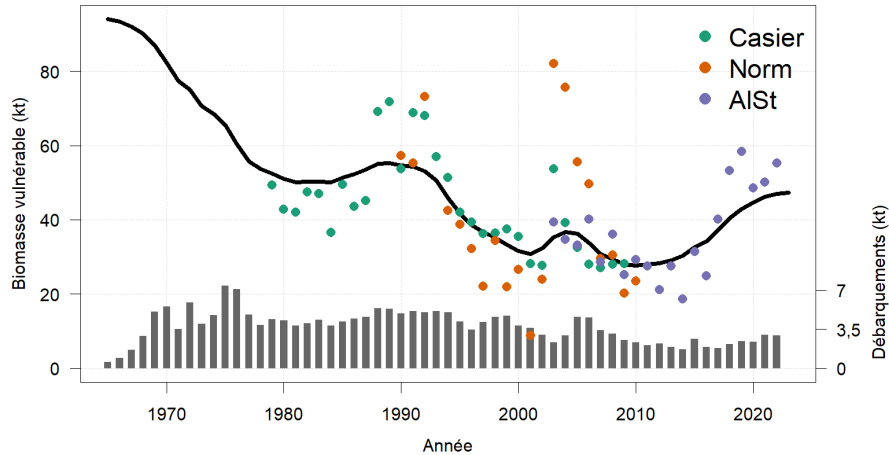


Figure 4. Débarquements totaux de morue charbonnière de la Colombie-Britannique (barres), indices d'abondance à l'échelle (points) et biomasse de la morue charbonnière estimée par le MPEE dans le cadre de la procédure de gestion (ligne noire). Les indices d'abondance ont été mis à l'échelle par la capturabilité estimée pour les trois différents indices d'abondance utilisés pour ajuster le MPEE : la CPUE de la pêche au casier (casier), le relevé normalisé (Norm) et le relevé aléatoire stratifié (AISt).

estimations de B'_{RMD} entre les deux années. L'estimation de B'_{RMD} pour 2023 est de 46,997 tonnes, alors que l'ajustement du MPEE par ADMB de l'année dernière était de 48,793 tonnes. Ce résultat reflète le changement de plateforme logicielle et une année supplémentaire de données.

Règle de contrôle des prises

La RCP pour la morue charbonnière de la Colombie-Britannique calcule un taux de capture cible basé sur un taux de capture cible maximum et la biomasse estimée par le MPEE par rapport à deux points de contrôle opérationnel, c'est-à-dire un point de contrôle inférieur fixé à l'estimation par le MPEE de $0,4B'_{RMD}$ et un point de contrôle supérieur fixé à $0,6B'_{RMD}$ (figure 5). Une fois de plus, B' sert à désigner la biomasse estimée par le MPEE et B'_{RMD} sert à désigner la biomasse au RMD estimée par le MPEE. La RCP est définie par la fonction rectiligne :

$$U_t = \begin{cases} 0 & \hat{B}'_t \leq 0,4B'_{RMD} \\ U_{max} \cdot \frac{\hat{B}'_t - 0,4\hat{B}'_{RMD}}{0,6\hat{B}'_{RMD} - 0,4\hat{B}'_{RMD}} & 0,4\hat{B}'_{RMD} < \hat{B}'_t \leq 0,6\hat{B}'_{RMD} \\ U_{max} & 0,6\hat{B}'_{RMD} < \hat{B}'_t \end{cases} \quad , \quad (1)$$

où U_{max} est le taux de capture cible maximal. Il convient de noter de nouveau que B'_{RMD} n'est pas l'estimation du modèle opérationnel de B_{RMD} utilisée pour définir les points de référence de la pêche décrits ci-dessus. En fonction de la valeur de \hat{B}'_t , le taux de capture cible U_t peut être ajusté à la baisse par rapport à U_{max} afin de réduire la pression exercée par la pêche et de favoriser la croissance des stocks, le cas échéant.

La procédure de gestion de la morue charbonnière pour 2023-2024 applique une valeur de U_{max} de 6,4 %. La biomasse estimée par le MPEE pour 2023 est bien supérieure au point de contrôle supérieur estimé correspondant à $0,6\hat{B}'_{RMD}$, ce qui signifie que le taux de capture cible U_t prescrit par la RCP (c'est-à-dire en utilisant l'équation 1) est $U_{max} = 6,4 \%$ (figure 5).

Le taux de capture cible est ensuite multiplié par la biomasse estimée par le MPEE afin de produire une limite de capture non ajustée pour l'année t , c'est-à-dire, $Q'_t = U_t \hat{B}'_t$. La limite de capture non ajustée, Q'_{2023} , basée sur $U_{2023} = 6,4 \%$ et $\hat{B}'_{2023} = 47,325$ tonnes, est de 3,029 tonnes.

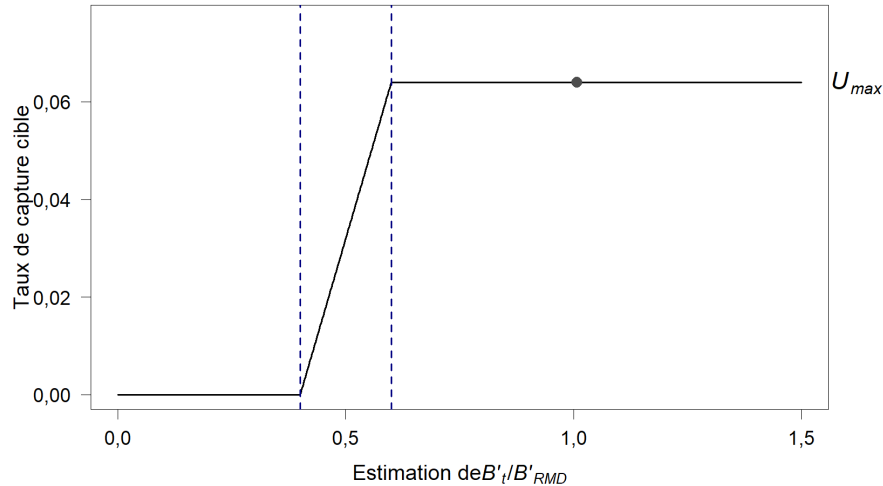


Figure 5. Règle de contrôle des prises (RCP) pour la morue charbonnière (ligne continue) montrant le taux de capture cible en fonction du taux de capture maximal (U_{max}) et de la biomasse estimée par le MPEE dans le cadre de la procédure de gestion par rapport à B'_{RMD} . Les points de contrôle opérationnel correspondent aux estimations par le MPEE de $0,4B'_{RMD}$ et $0,6B'_{RMD}$ (lignes verticales en pointillés). La biomasse prévue par le MPEE pour 2023 est représentée par le point noir.

Ajustement après la RCP

À la dernière étape de la procédure de gestion, un critère d'augmentation minimale de la limite de capture de 200 tonnes est appliqué après la RCP pour déterminer la limite de capture selon la procédure de gestion :

$$Q_t = \begin{cases} Q'_t & Q'_t - Q_{t-1} \geq 200 \\ Q_{t-1} & 0 < Q'_t - Q_{t-1} < 200 \\ Q'_t & Q'_t - Q_{t-1} \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

où Q'_t est la limite de capture déterminée par la RCP, Q_{t-1} est le TAC de l'année précédente et Q_t est la limite de capture selon la procédure de gestion pour l'année t (toutes les unités sont exprimées en tonnes). Le critère accepte une augmentation de la limite de capture si elle dépasse de 200 tonnes le TAC de l'année précédente, sinon le TAC de l'année précédente est considéré comme la limite de capture selon la procédure de gestion. Il n'y a pas de contrainte pour la diminution de la limite de capture.

Puisque la limite de capture Q'_t pour 2023-2024 est supérieure de plus de 200 tonnes au TAC de 2,623 tonnes, l'ajustement après la RCP de l'équation 2 n'a pas d'incidence sur la limite de capture pour 2023-2024. La limite de capture pour 2023-2024 est la valeur de 3,029 tonnes calculée à partir de la RCP ci-dessus, ce qui représente une augmentation de 15 % par rapport au TAC de l'année précédente.

Conclusions

Précaution dans la sélection et l'application de la procédure de gestion de la morue charbonnière

La gestion prudente de la pêche comprend des systèmes de mesure des captures et de l'abondance, des règles qui déterminent comment les captures doivent être ajustées en fonction des données de surveillance des stocks et de la pêche, et la mise en œuvre de mesures de gestion (Hilborn 2002). En particulier, la gestion de la morue charbonnière inclut les exigences fondamentales de la durabilité de la pêche indiquées par Hilborn et al. (2015) :

1. objectifs précis pour l'abondance et la pression exercée par la pêche;
2. contrôle de la pression exercée par la pêche sur la morue charbonnière par un contrôle électronique en mer de 100 % des captures conservées et remises à l'eau, associé à une validation à quai des débarquements, et contrôle de l'abondance de la morue charbonnière par un relevé annuel indépendant de la pêche et par un programme de recapture de poissons étiquetés;
3. évaluations visant à déterminer si les objectifs sont atteints conformément aux mesures de rendement prédéterminées au moyen d'une révision régulière du modèle opérationnel de la morue charbonnière en fonction des nouvelles connaissances et données;
4. contrôle par rétroaction au moyen de l'application d'une procédure de gestion testée par simulation qui ajuste la pression exercée par la pêche en réponse à l'évaluation de la trajectoire des stocks;
5. systèmes d'application visant à garantir le respect de la réglementation au moyen de la surveillance des captures (1) et des activités de la Direction de la conservation et de la protection du MPO.

Les objectifs précis utilisés pour éclairer la sélection de la procédure de gestion de la morue charbonnière (exigence 1) répondent aux exigences prévues par les dispositions relatives aux stocks de poissons de la *Loi sur les pêches* en définissant à la fois la conservation et l'utilisation des stocks sur des périodes correspondant aux définitions de la durabilité (Marentette et al. 2021). Par exemple, les objectifs de conservation de la morue charbonnière décrits dans la section « Renseignements de base » reflètent le but de la politique qui consiste à éviter les résultats biologiques indésirables. Les objectifs pour la morue charbonnière sont structurés de manière hiérarchique, de sorte que le choix est limité à une procédure de gestion associée à une forte probabilité que l'état du stock reste supérieur au PRL sur une période de 36 ans, ce qui correspond à deux générations de morues charbonnières.

L'application cohérente d'une procédure de gestion qui produit une limite de capture annuelle (exigence 4, ci-dessus) présente plusieurs avantages. Premièrement, un lien de rétroaction étroit est créé entre la gestion actuelle et la réaction future des stocks, de sorte que les captures sont réduites lorsque l'abondance des stocks diminue et peuvent être augmentées lorsque l'abondance du stock croît. Deuxièmement, le mode de calcul de la limite de capture est entièrement indiqué par la procédure de gestion et reproductible. Enfin, la limite de capture selon la procédure de gestion peut être fixée chaque année, sans qu'il soit nécessaire de procéder à une « évaluation complète des stocks », à condition que les données d'entrée de la procédure de gestion soient accessibles (par exemple, les débarquements et l'indice du relevé au casier pour la procédure de gestion de la morue charbonnière de la Colombie-Britannique).

Un autre élément clé des systèmes de gestion de la pêche fondés sur le principe de précaution est la prise en compte explicite de l'incertitude lors de l'élaboration des mesures de gestion (FAO 1996). L'évaluation prospective des mesures de gestion proposées au moyen d'une simulation, telle qu'elle a été entreprise dans le cadre du processus d'ESG pour la morue charbonnière, renforce la précaution en testant le rendement des procédures de gestion candidates sur une série de scénarios incertains concernant la dynamique des stocks et de la pêche (FAO 1996). Cette étape de simulation permet de rejeter les procédures de gestion dont les résultats sont médiocres, ce qui permet d'atténuer les risques. Bien que les essais de simulation ne garantissent pas que le rendement réel d'une procédure de gestion correspondra au rendement simulé, le fait d'exposer les procédures de gestion candidates à des données simulées dans une gamme de dynamiques incertaines des stocks et de la pêche à l'aide de modèles opérationnels permet de combler le fossé entre la précaution en théorie et en pratique (FAO 1996; Cox et al. 2019b). Le choix de la procédure de gestion de la morue charbonnière utilisée pour déterminer la limite de capture pour la saison de pêche 2023-2024 a reposé sur une évaluation de cinq scénarios de modèle opérationnel afin de s'assurer que la procédure de gestion répondrait aux objectifs de pêche établis pour chacun des cinq scénarios (MPO 2023). Ces cinq scénarios couvrent deux grands axes d'incertitude : la pente de recrutement des stocks (productivité) et la biomasse finale au cours de la dernière année de l'évaluation.

D'autres éléments du système de gestion renforcent également la précaution. Par exemple, la gestion des stocks de morue charbonnière en Colombie-Britannique fait l'objet d'une attention annuelle. Le stock côtier est indexé chaque année au moyen d'un relevé aléatoire au casier, stratifié par zone et par profondeur, qui est très sélectif pour la morue charbonnière et qui permet d'obtenir une précision d'échantillonnage relativement élevée. L'application du plan de gestion de la morue charbonnière signifie que les données du relevé sont analysées chaque année et peuvent être comparées à l'éventail des résultats plausibles projetés par les essais de simulation. Les écarts importants entre le rendement réalisé et celui prévu pendant la simulation sont susceptibles d'être remarqués, ce qui permet de prendre des mesures correctives, le cas échéant. En outre, le calcul annuel des points de contrôle opérationnel et de la trajectoire des stocks par le MPEE dans le cadre de la procédure de gestion signifie que le taux de capture appliqué par la pêche est ajusté, si nécessaire, par rapport au taux de capture cible maximal si le stock diminue en direction du PRL. Enfin, la révision périodique (aux trois à cinq ans) du modèle opérationnel pour la morue charbonnière permet de (i) mettre à jour l'état des stocks, (ii) prendre en considération de nouvelles données et hypothèses ou d'éliminer les hypothèses peu étayées et (iii) réévaluer le rendement de la procédure de gestion par rapport aux objectifs de gestion. Le tableau 2 de l'annexe présente un résumé des caractéristiques du système de gestion de la morue charbonnière qui décrivent la conformité avec les dispositions relatives aux stocks de poissons ainsi que la politique nationale sur les pêches (MPO 2009).

Limite de capture selon la procédure de gestion pour la saison de pêche 2023-2024

La procédure de gestion de la morue charbonnière a été appliquée aux données de surveillance des stocks et de la pêche actualisées jusqu'en 2022. L'indice d'abondance du relevé aléatoire stratifié pour 2022 était de 40 kg/casier, ce qui représente une augmentation de 10 % par rapport à 2021 et le deuxième indice le plus élevé jamais enregistré depuis le début de la série chronologique en 2003. De même, la biomasse estimée par le MPEE a continué d'afficher la tendance à la hausse observée ces dernières années. La biomasse estimée par le MPEE pour 2023 est la plus élevée depuis 1993 et se situe bien au-dessus du point de contrôle supérieur de $0,6B_{RMD}^{\hat{}}$. Par conséquent, l'objectif de capture issu de la RCP est le taux de capture cible maximal de 6,4

%, c'est-à-dire qu'aucune réduction de précaution de U_{max} n'est nécessaire pour la prochaine saison de pêche.

La procédure de gestion retenue pour application à partir de la saison de pêche 2023-2024 a abouti à une limite de capture selon la procédure de gestion de 3,029 tonnes. Sauf en cas de signaux inattendus dans les données de relevé, l'intention du processus d'ESG est d'appliquer systématiquement cette procédure de gestion jusqu'à la prochaine révision du modèle opérationnel, qui devrait avoir lieu entre 2025 et 2028. L'état des stocks sera mis à jour à ce moment-là et le rendement de la procédure de gestion existante et des procédures de rechange sera réévalué par des essais de simulation.

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Kendra Holt	MPO, Sciences, région du Pacifique
A.R. Kronlund	Interface Fisheries Consulting Ltd.
Sam Johnson	Landmark Fisheries Research
Sean Cox	Landmark Fisheries Research
Darah Gibson	MPO, Gestion des pêches, région du Pacifique
Deirdre Finn	MPO, Gestion des pêches, région du Pacifique (examineur)
Robyn Forrest	MPO, Sciences, région du Pacifique (examineur)
Brian Mose	Canadian Groundfish Research & Conservation Society (examineur)
Bruce Turriss	Canadian Groundfish Research & Conservation Society (examineur)

Approuvé par

Andrew Thomson
 Directeur régional
 Direction des sciences, Région du Pacifique
 Pêches et Océans Canada
 Le 4 May 2023

Sources de renseignements

- Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques. *Dans* 3rd edition. Wiley and Sons, New York.
- Cox, S., Holt, K., Johnson, S. 2019. [Évaluation de la robustesse des procédures de gestion des pêches à la morue charbonnière \(*Anoplopoma fimbria*\) en Colombie-Britannique, au Canada, pour 2017-2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2019/032. vi + 87 p.
- Cox, S., Kronlund, A., et Lacko, L. 2011. [Management Procedures for the Multi-Gear Sablefish \(*Anoplopoma Fimbria*\) Fishery in British Columbia, Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/063. viii + 45 p.
- Cox, S.P., Benson, A.J., Cleary, J.S, et Taylor, N.G. 2019. [Points de référence limites potentiels comme base pour choisir parmi les autres règles de contrôle des prises pour le hareng du Pacifique \(*Clupea pallasii*\) en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/050. viii + 52 p.

- Cox, S.P., et Kronlund, A.R. 2008. Practical Stakeholder-Driven Harvest Policies for Groundfish Fisheries in British Columbia, Canada. *Fisheries Research* 94(3): 224-237.
- Cox, S.P., Kronlund, A.R., Lacko, L. et Jones, M. 2023. [Un modèle opérationnel révisé pour la morue charbonnière en Colombie Britannique, Canada en 2016](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/023. viii + 141 p.
- de la Mare, W.K. 1998. Tidier Fisheries Management Requires a New MOP (Management-Oriented Paradigm). *Rev. Fish Biol. Fish.* 8: 349-356.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1996. [Precautionary Approach to Capture Fisheries and Species Introductions. Elaborated by the Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries](#). Lysekil, Sweden, 6-13 June 1995. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 2: 54 p.
- Fournier, D.A., Skaug, H.J., Ancheta, J., Ianelli, J., Magnusson, A., Maunder, M.N., Nielsen, A., et Sibert, J. 2012. AD Model Builder: Using Automatic Differentiation for Statistical Inference of Highly Parameterized Complex Nonlinear Models. *Optimization Methods and Software* 27(2): 233-249.
- Hilborn, R. 2002. The Dark Side of Reference Points. *Bull. Mar. Sci.* 70(2).
- Hilborn, R., Fulton, E.A., Green, B.S., Hartmann, K., Tracey, S.R., et Watson, R.A. 2015. [When Is a Fishery Sustainable?](#) *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(9): 1433-1441.
- Kristensen, K., Nielsen, A., Berg, C.W., Skaug, H., et Bell, B. 2015. [TMB: Automatic Differentiation and Laplace Approximation](#). arXiv preprint arXiv:1509.00660.
- Lacko, L.C. 2021. [Summary of the Annual 2020 Sablefish \(*Anoplopoma Fimbria*\) Trap Survey, October 7 - November 21, 2020](#). DFO Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3431: vi + 50 p.
- Lane, D.E., et Stephenson, R.L. 1995. [Fisheries Management Science: The Framework to Link Biological, Economic, and Social Objectives in Fisheries Management](#). *Aquat. Living Resour.* 8(3): 215-221.
- Marentette, J.R., Kronlund, A.R., Healey, B., Forrest, R., Holt, C. 2021. [Favoriser la durabilité dans le contexte des dispositions concernant les stocks de poissons et du cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/062. viii + 60 p.
- MPO. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#).
- MPO. 2020. [Évaluation de la robustesse des procédures de gestion proposées pour la pêche à la morue charbonnière \(*Anoplopoma fimbria*\) en C.-B., 2019-2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/025.
- MPO. 2023. [Modèle opérationnel révisé pour la morue charbonnière en Colombie-Britannique en 2022](#). Secr. can. des avis. sci. du MPO. Avis sci. 2023/010.
- Punt, A.E., Butterworth, D.S., de Moor, C.L., De Oliveira, J.A.A., et Haddon, M. 2016. [Management Strategy Evaluation: Best Practices](#). *Fish Fish* 17(2): 303-334.

Annexe

Tableau 1. Résumé des objectifs de gestion de la morue charbonnière et des TAC résultant de l'application de la procédure de gestion de la morue charbonnière depuis 2011. Les quantités indiquées comprennent le taux de capture maximal autorisé par la procédure de gestion de l'année (U_{max}), le taux de capture cible (U cible) calculé pour une année en fonction de l'état des stocks estimé dans le cadre de la procédure de gestion, la limite de capture prescrite par la procédure de gestion (limite de PG; unités = tonnes), et le TAC final adopté utilisé pour la gestion. Il convient de noter que le taux de capture est fonction de la biomasse estimée par le modèle de production excédentaire dans le cadre de la procédure de gestion, et non de la biomasse estimée par le modèle opérationnel. Le Comité consultatif de la pêche à la morue charbonnière (CCPMC) est un organe consultatif du MPO.

Année	U_{max}	U cible	Limite de PG	TAC	Remarques
2011-12	10,5	10,5	2254	2300	MO et PG révisés (Cox et al. 2011). Taux de capture cible maximal, U_{max} , estimé par le MPEE jusqu'en 2017-2018.
2012-13	10,3	10,3	2293	2293	
2013-14	9,5	9,1	1992	1992	PG révisée (MPO 2014).
2014-15	9,5	9,5	2192	2192	
2015-16	8,2	6,1	1992	1992	
2016-17	8,6	7,5	1992	1992	MO révisé (MPO 2016, Cox et al. 2023)
2017-18	9,5	8,6	2276	2276	PG révisée (MPO 2017, Cox et al. 2019). Taux de capture cible maximal basé sur la mise au point de la simulation à partir de 2017-18.
2018-19	8,7	8,7	2720	2526	Le CCPMC a recommandé de fixer le TAC à un niveau inférieur à la limite de capture selon la procédure de gestion afin de renforcer les efforts de reconstitution et de laisser le temps au recrutement récent d'accroître la biomasse.
2019-20	7,9	7,9	2955	2526	Le CCPMC a recommandé un taux de capture cible de 7.1% au lieu de 7.9% afin de réduire la pression exercée par la pêche sur les morues charbonnières juvéniles et de promouvoir une croissance continue de la biomasse. Le modèle opérationnel a fait l'objet de mises à jour mineures (MPO 2020).
2020-21	7,1	7,1	3057	3057	
2021-22	6,3	6,3	2887	2887	

Année	Umax	U cible	Limite de PG	TAC	Remarques
2022-23	5,5	5,5	2623	2623	

Tableau 2. Conformité du système de gestion de la morue charbonnière aux dispositions sur les stocks de poissons et à la politique de l'approche de précaution (MPO 2009). Les estimations de l'état des stocks sont tirées de MPO 2023.

Élément	Description
Stock	Morue charbonnière (Pacifique, à l'échelle de la côte)
Paradigme de gestion	<p>Évaluation de la stratégie de gestion (ESG)</p> <p>Procédure de gestion (définie ci-dessous) mise à l'essai par simulation pour des TAC annuels compatibles avec les objectifs (définis ci-dessous)</p> <p>Modèle opérationnel mis à jour selon un cycle de trois à cinq ans pour l'évaluation des stocks et les essais de simulation des procédures de gestion.</p>
Points de référence	<p>Points de référence fondés sur le RMD estimés par les modèles opérationnels selon un cycle d'ESG/d'évaluation des stocks de trois à cinq ans</p> <p>* Point de référence limite : $PRL = 0,4B_{RMD}$</p> <p>* Point de référence supérieur du stock : $PRS = 0,8B_{RMD}$</p> <p>* Point de référence cible : $PRC = B_{RMD}$</p>
Évaluation/modèle opérationnel	<p>Ensemble pondéré de cinq modèles opérationnels structurés par âge et sexe avec incertitude caractérisée par des distributions a posteriori de Bayes. Évaluation et modèles opérationnels adaptés aux indices de biomasse (pêche et deux relevés), à la composition par âge (pêche et deux relevés) et aux rejets en mer de morues charbonnières de taille non réglementaire, ainsi qu'aux données auxiliaires provenant de plus de 30 ans de données du programme de recapture de poissons étiquetés.</p>
Procédure de gestion :	
a. Données	<p>CPUE de la pêche (de 1979 à 2009)</p> <p>Relevé normalisé au casier (de 1990 à 2009)</p> <p>Relevé aléatoire stratifié au casier (de 2003 à 2021)</p> <p>Débarquements (de 1965 à 2021)</p>
b. Méthode d'évaluation	<p>Modèle de production excédentaire de type état-espace de Schaefer (MPEE) ajusté aux données décrites en a) ci-dessus</p>
c. RCP	<p>Forme de bâton de hockey avec deux points de contrôle estimés par le MPEE :</p> <p>*Point de contrôle inférieur : $PCI = 0,4B_{RMD}$</p> <p>* Point de contrôle supérieur : $PCS = 0,6B_{RMD}$</p>

Élément	Description
	<p>Taux de capture de référence :</p> <p>* Taux de capture cible maximal pour 2023 = 6,4%. Points de contrôle estimés annuellement par le MPEE Taux de capture cible maximal sélectionné après simulation. Rendement de la procédure de gestion par rapport aux objectifs (définis ci-dessous).</p>
État des stocks (2022) :	
a. Biomasse du stock reproducteur femelle	<p>Le stock est supérieur à B_{RMD}</p> <p>$B_{2022} = 29,9$ kt (95% IC: 19,6 kt - 42,9 kt) $B_{2022}/B_{RMD} = 1,32$</p> <p>Le stock est supérieur au PRL avec une forte probabilité :</p> <p>$P(B_{2022} > PRL) = 100\%$</p> <p>Le stock est supérieur au PRS avec une forte probabilité :</p> <p>$P(B_{2022} > PRS) = 99\%$</p> <p>Le stock est supérieur au PRC avec une probabilité modérée :</p> <p>$P(B_{2022} > TRP) = 92\%$</p>
b. Taux de capture	<p>Le taux de capture est inférieur à U_{RMD} avec une forte probabilité :</p> <p>$P(U_{2021} < U_{RMD}) = 94\%$</p>
Plan de rétablissement	Non requis
Critères de reconstruction	<p>Entrée :</p> <p>État des stocks en année terminale estimé égal ou inférieur a PRL avec une probabilité supérieure à 50%</p> <p>Sortie (état reconstruit) :</p> <p>Pas nécessaire pour l'instant</p>
Considérations environnementales	<p>Les mécanismes par lesquels les conditions environnementales touchent la morue charbonnière de la Colombie-Britannique ne sont pas compris à l'heure actuelle.</p> <p>Une première étude de sept variables environnementales a montré qu'aucune d'entre elles n'était fortement corrélée au recrutement.</p>

Élément	Description
	<p>Bien que l'incidence des changements climatiques sur la morue charbonnière de la Colombie-Britannique soit également inconnue des recherches récentes indiquent que l'augmentation de la température pourrait accroître le caractère convenable de l'habitat pour la morue charbonnière de la Colombie-Britannique.</p>
Objectifs :	<p>1) $P(B > B_{PRL}) \geq 0.95$: Maintenir la biomasse du stock reproducteur femelle au-dessus du $PRL = 0,4B_{RMD}$ pour 95% des années mesurées sur deux générations de morue charbonnière.</p> <p>2) $P(dclin)$: Lorsque la biomasse du stock reproducteur femelle se situe entre $0,4B_{RMD}$ et $0,8B_{RMD}$, limiter la probabilité de déclin au cours des 10 prochaines années "« très faible » à $0,4B_{RMD}$ à « modérée » (50%) at $0,8B_{RMD}$ Lorsque l'état du stock se trouve entre les deux, il faut définir la tolérance au déclin en effectuant une interpolation linéaire entre les deux limites.</p> <p>3) $P(B_{2052} > B_{cible}) = 0.50$: Maintenir la biomasse du stock reproducteur femelle de 2052 au-dessus du PRC avec une probabilité de 50%, le PRC étant (a) B_{RMD} lorsque $B \geq 0.8B_{RMD}$ et "(b) $0,8B_{RMD}$ lorsque $B < 0,8B_{RMD}$</p> <p>4) $\max(P(C_t > 1\,992 \text{ tonnes}))$: Maximiser la probabilité que les niveaux de prises annuelles de taille réglementaire restent supérieurs à 1 992 tonnes, sur deux générations de morue charbonnière</p> <p>5) Prises maximales : Maximiser les prises annuelles moyennes sur 10 ans</p>

Tableau 3. Données utilisées dans le modèle d'évaluation faisant partie de la procédure de gestion de la morue charbonnière pour 2023-2024, y compris les débarquements (milliers de tonnes) et les trois indices d'abondance fondés sur la CPUE (kg/casier) de la pêche au casier de la morue charbonnière (casier), le relevé normalisé de la morue charbonnière (Norm) et le relevé aléatoire stratifié de la morue charbonnière (A1St).

Année	Débarquements	Casier	Norm	A1St
1965	0,54	-	-	-
1966	0,90	-	-	-
1967	1,64	-	-	-
1968	2,91	-	-	-
1969	5,07	-	-	-
1970	5,55	-	-	-
1971	3,52	-	-	-
1972	5,90	-	-	-
1973	3,98	-	-	-
1974	4,78	-	-	-
1975	7,41	-	-	-
1976	7,07	-	-	-
1977	4,79	-	-	-
1978	3,87	-	-	-
1979	4,38	17,661	-	-
1980	4,31	15,312	-	-
1981	3,83	15,056	-	-
1982	4,03	16,973	-	-
1983	4,33	16,819	-	-
1984	3,83	13,059	-	-
1985	4,19	17,687	-	-
1986	4,45	15,602	-	-
1987	4,63	16,16	-	-
1988	5,40	24,736	-	-
1989	5,32	25,695	-	-
1990	4,91	19,222	20,018	-
1991	5,12	24,6	19,336	-
1992	5,02	24,363	25,57	-
1993	5,12	20,38	36,511	-
1994	5,01	18,397	14,834	-

Année	Débarquements	Casier	Norm	AISt
1995	4,19	15,02	13,562	-
1996	3,46	14,087	11,258	-
1997	4,14	12,956	7,722	-
1998	4,60	13,02	12,039	-
1999	4,71	13,426	7,651	-
2000	3,83	12,667	9,296	-
2001	3,61	10,082	3,08	-
2002	3,01	9,899	8,397	-
2003	2,33	19,222	28,656	28,371
2004	2,97	14,009	26,447	24,94
2005	4,62	11,615	19,432	23,831
2006	4,55	10,034	17,382	28,857
2007	3,42	9,705	10,348	20,61
2008	3,11	10,042	10,681	25,961
2009	2,52	10,09	7,084	18,121
2010	2,30	-	8,194	21,072
2011	2,07	-	-	19,807
2012	2,21	-	-	15,239
2013	1,93	-	-	19,796
2014	1,71	-	-	13,445
2015	2,61	-	-	22,642
2016	1,90	-	-	17,881
2017	1,80	-	-	28,866
2018	2,17	-	-	38,314
2019	2,41	-	-	41,964
2020	2,35	-	-	34,974
2021	3,01	-	-	36,059
2022	2,95	-	-	39,756

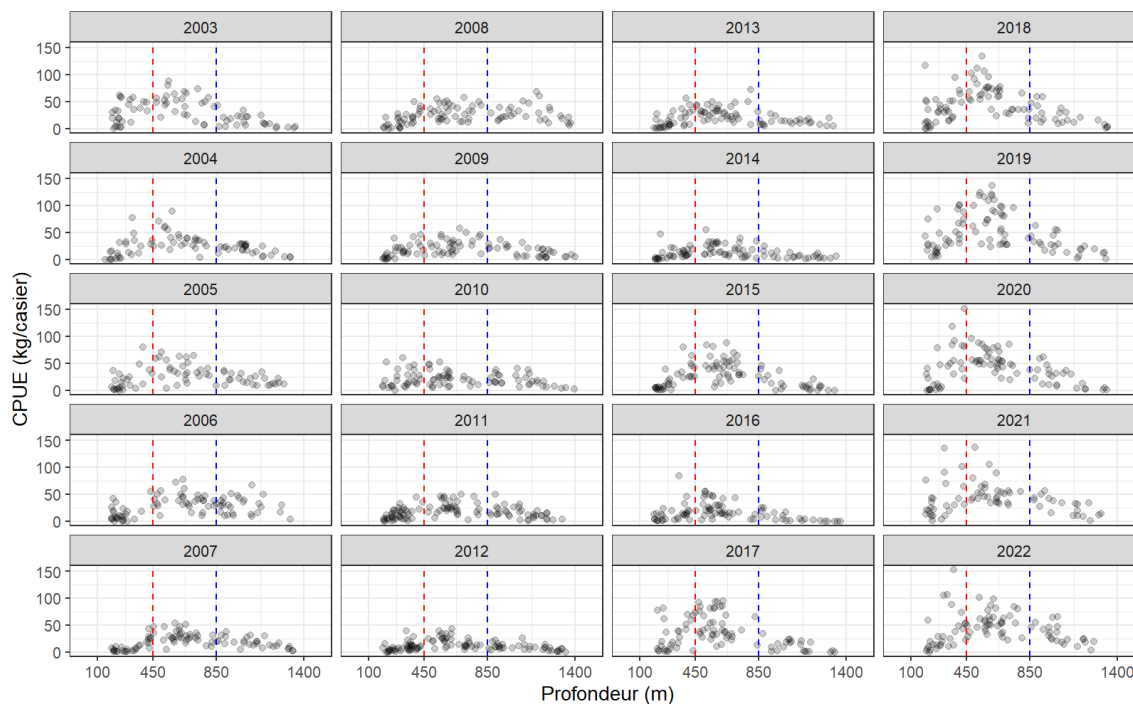


Figure 6. Capture par unité d'effort (CPUE) de morue charbonnière par profondeur et par année. Les lignes tiretées délimitent les strates de profondeur (faible = de 100 à 450 m, moyenne = de 450 à 850 m, grande = de 850 à 1 400 m).

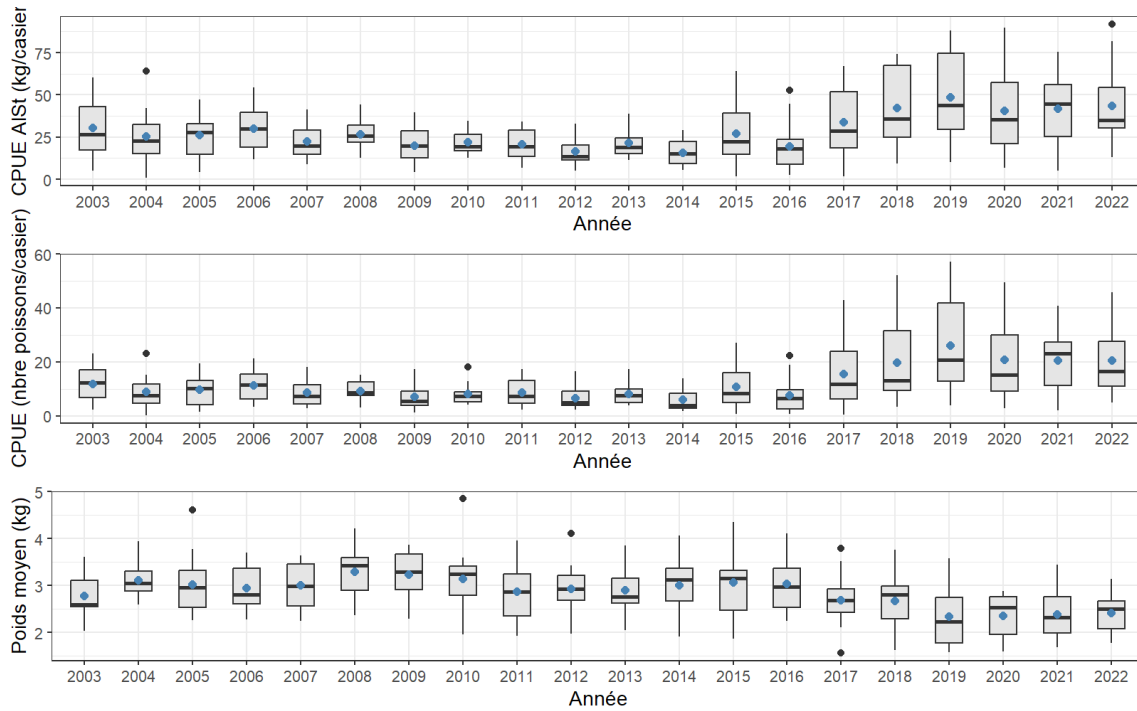


Figure 7. En haut : poids moyen annuel des morues charbonnières par casier (kg/casier); au milieu : nombre moyen annuel de morues charbonnières par casier (poissons/casier); en bas : poids moyen annuel des morues charbonnières (kg) par strate du relevé AIST au fil du temps. La ligne horizontale représente la médiane et le point bleu, la moyenne arithmétique.

Le présent rapport est disponible auprès du :

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

Courriel : DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

ISBN 978-0-660-47714-5 N° cat. Fs70-7/2023-009F-PDF

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



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2023. Application de la procédure de gestion de la morue charbonnière (*Anoplopoma fimbria*) de la Colombie-Britannique pour l'année de pêche 2023-2024. Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2023/009.

Also available in English:

DFO. 2023. Application of the British Columbia Sablefish (*Anoplopoma fimbria*) Management Procedure for the 2023-24 Fishing Year. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2023/009.