



## APPLICATION DU CADRE DES PROCÉDURES DE GESTION DU SÉBASTE À DOS ÉPINEUX (*SEBASTES MALIGER*) INTERNE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE, EN 2021



Sébaste à dos épineux, *Sebastes maliger* (source de la photo : N. McDaniel)

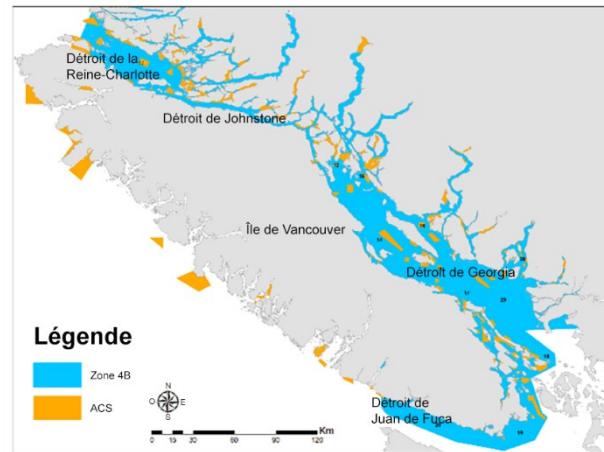


Figure 1. Carte de la zone de gestion du poisson de fond 4B montrant les aires de conservation du sébaste (ACS).

### Contexte :

Le sébaste à dos épineux (*Sebastes maliger*) est un poisson marin très répandu que l'on trouve dans toutes les eaux côtières de la Colombie-Britannique. Le sébaste à dos épineux des eaux intérieures est ciblé par des pêches commerciales à la ligne et à l'hameçon, des pêches à des fins alimentaires, sociales et rituelles et des pêches récréatives. La Direction de la gestion des pêches du ministère des Pêches et des Océans (MPO) (Unité de gestion des poissons de fond) a demandé à la Direction des sciences d'examiner les données existantes sur les pêches, la biologie et les relevés afin de recommander des points de référence possibles pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures et, si possible, de fournir des orientations et une justification sur des points de référence de rechange aux points de référence provisoires fondés sur le rendement maximal durable. L'avis découlant du présent examen régional par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques sera utilisé par l'Unité de gestion des poissons de fond pour étayer un avis sur les captures pour la pêche du sébaste à dos épineux des eaux intérieures, conformément à l'[approche de précaution du MPO](#), et aux dispositions sur les stocks de poissons de la Loi sur les pêches. Afin de fournir à l'Unité de gestion des poissons de fond le meilleur avis, la Direction des sciences suivra le Cadre de procédures de gestion pour les poissons de fond. Ce dernier fait appel à des simulations en boucle fermée pour évaluer la capacité de procédures de gestion à atteindre les objectifs de pêche et de conservation selon des états de la nature plausibles. Cette approche est particulièrement bien adaptée aux stocks pour lesquels les données sont limitées et dont la dynamique s'accompagne d'incertitudes majeures.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 6 au 7 décembre 2022 sur l'application du cadre des procédures de gestion du sébaste à dos épineux interne en Colombie-Britannique en 2021. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

## SOMMAIRE

- Le stock de sébaste à dos épineux (*Sebastes maliger*) des eaux intérieures est présent dans la zone de gestion du poisson de fond 4B (détroit de la Reine-Charlotte, détroit de Georgia et détroit de Juan de Fuca) en Colombie-Britannique.
- Cette analyse fournit un avis scientifique pour la gestion durable du sébaste à dos épineux des eaux intérieures, conformément à la politique de l'approche de précaution et en appliquant le Cadre de procédures de gestion pour les poissons de fond en Colombie-Britannique (Anderson *et al.* 2021). On évalue le rendement de procédures de gestion (PG) dans différents états plausibles de la nature explorés dans différents modèles opérationnels (MO).
- L'état actuel du stock détermine en partie les mesures de gestion liées aux exigences réglementaires. L'état du stock a été évalué en fonction d'un point de référence limite (PRL) et d'un point de référence supérieur du stock (PRS) de  $0,4 B_{RMD}$  et de  $0,8 B_{RMD}$ , respectivement. La biomasse reproductrice de 2021 a été estimée à 88 % de  $B_{RMD}$  (avec un intervalle interquartile de 46 à 147 %) et comme étant au-dessus du PRL avec une probabilité de 79 % et au-dessus du PRS avec une probabilité de 52 %, en moyenne pour les trois MO.
- Étant donné que la biomasse actuelle du stock est estimée supérieure au PRL, l'objectif de conservation est de maintenir le stock au-dessus du PRL après une génération (24 ans) avec une probabilité minimale de 75 %. Parmi les autres objectifs figurent le maintien du stock au-dessus du PRS et le maintien de l'accès à la pêche et des captures. Ces objectifs suivent les objectifs stratégiques indiqués lors des ateliers organisés en 2021 (voir Haggarty *et al.* 2022).
- La durée d'une génération a été estimée à 24 ans, selon une valeur de mortalité naturelle de 0,067 et d'une maturité de 50 % à 8,7 ans. La mortalité naturelle est basée sur l'âge maximum observé de 80 ans. Depuis l'évaluation précédente, la relation entre la mortalité naturelle et l'âge maximal observé a été mise à jour selon des méta-analyses de la littérature scientifique.
- Au total, cinq MO ont été étudiés. Trois MO de référence diffèrent par les valeurs de la mortalité naturelle moyenne ( $M = 0,067, 0,055, 0,088$ ). Deux MO de robustesse comprennent un MO qui exclut les données du relevé à la turlutte dans la zone 12 et un MO qui suppose un faible recrutement futur.
- Les conditions environnementales qui nuisent à la dynamique du stock ont été prises en compte avec différentes valeurs de mortalité naturelle et de faible recrutement. Notre compréhension de l'environnement et de la productivité du stock n'est cependant pas suffisante pour modéliser ces relations de manière mécanique.
- Les PG évaluées comprenaient deux PG à captures constantes, huit PG basées sur un indice d'abondance de relevé, ainsi que les PG de référence « Aucune pêche » et « Pêche à  $F_{RMD}$  ». Toutes les PG ont atteint l'objectif de conservation consistant à dépasser le PRL après une génération avec une probabilité de 75 % dans le cadre des scénarios pour les MO faisant partie de l'ensemble de référence.
- Nous avons observé un compromis minimal entre les captures après une génération et les captures après trois générations. Les PG qui génèrent des captures élevées après une génération continuent à le faire après trois générations.

- Étant donné que les PG fondées sur un indice ont été mises en œuvre tous les deux ans dans les projections, nous recommandons d'actualiser tous les deux ans l'avis sur les captures de la PG sélectionnée (si elle est fondée sur un indice).
- Les circonstances exceptionnelles susceptibles de déclencher une réévaluation des MO doivent être réexaminées régulièrement.

## **RENSEIGNEMENTS DE BASE**

Le sébaste à dos épineux est une espèce à longue durée de vie (jusqu'à 80 ans pour le stock des eaux intérieures) qui est communément présente dans les habitats rocheux le long de la côte intérieure de la Colombie-Britannique (Yamanaka *et al.* 2012). Il est largement répandu dans le nord-est du Pacifique, du golfe d'Alaska jusqu'au sud de la Californie. En Colombie-Britannique, le sébaste à dos épineux se trouve à de faibles profondeurs (moins de 20 m) jusqu'à des profondeurs d'environ 150 m. Les juvéniles s'installent dans des habitats benthiques peu profonds et migrent vers des profondeurs plus importantes à mesure qu'ils vieillissent.

Le sébaste à dos épineux des eaux intérieures est présent dans la zone de gestion du poisson de fond 4B en Colombie-Britannique (figure 1). Ce stock a été proposé comme grand stock de poissons dans le deuxième lot, et sa gestion durable sera alors régie par les dispositions relatives aux stocks de poissons de la *Loi sur la pêche*, comme il est indiqué dans les [lignes directrices pour la mise en œuvre des dispositions relatives aux stocks de poissons](#). En 2011, la biomasse médiane du stock des eaux intérieures a été évaluée à 2 668 tonnes (avec un coefficient de variation de 0,6), avec une probabilité de 70 % d'être au-dessus du PRL de 0,4 B<sub>RMD</sub> (Yamanaka *et al.* 2012). Le stock a été désigné comme étant dans la zone de prudence.

L'objectif de ce projet est de fournir un avis scientifique à l'appui de la gestion du sébaste à dos épineux (*Sebastes maliger*) des eaux intérieures. Cette analyse a appliqué le Cadre de procédures de gestion pour les poissons de fond en Colombie-Britannique (Anderson *et al.* 2021) récemment élaboré, afin d'évaluer le rendement de PG basées sur un indice et sur des captures constantes, en ce qui concerne la réalisation des objectifs stratégiques et halieutiques. Cette approche suit une approche d'évaluation de la stratégie de gestion, utilisant une simulation en boucle fermée pour simuler l'interaction entre le stock, son environnement et la dynamique des pêches. Le système sous-jacent (le stock et son environnement) est décrit par un ou plusieurs MO. Le Cadre de procédures de gestion se distingue des approches conventionnelles d'évaluation des stocks qui n'intègrent pas la rétroaction entre les avis de gestion et le MO dans les projections. L'approche de la simulation en boucle fermée tient compte de l'effet des PG sur le système, ainsi que des données futures recueillies dans le système et de leur utilisation chez les PG. Le Cadre de procédures de gestion est axé sur l'expérimentation de PG dans un environnement de simulation en boucle fermée afin de déterminer celles qui répondent aux objectifs stratégiques et halieutiques convenus (figure 2).

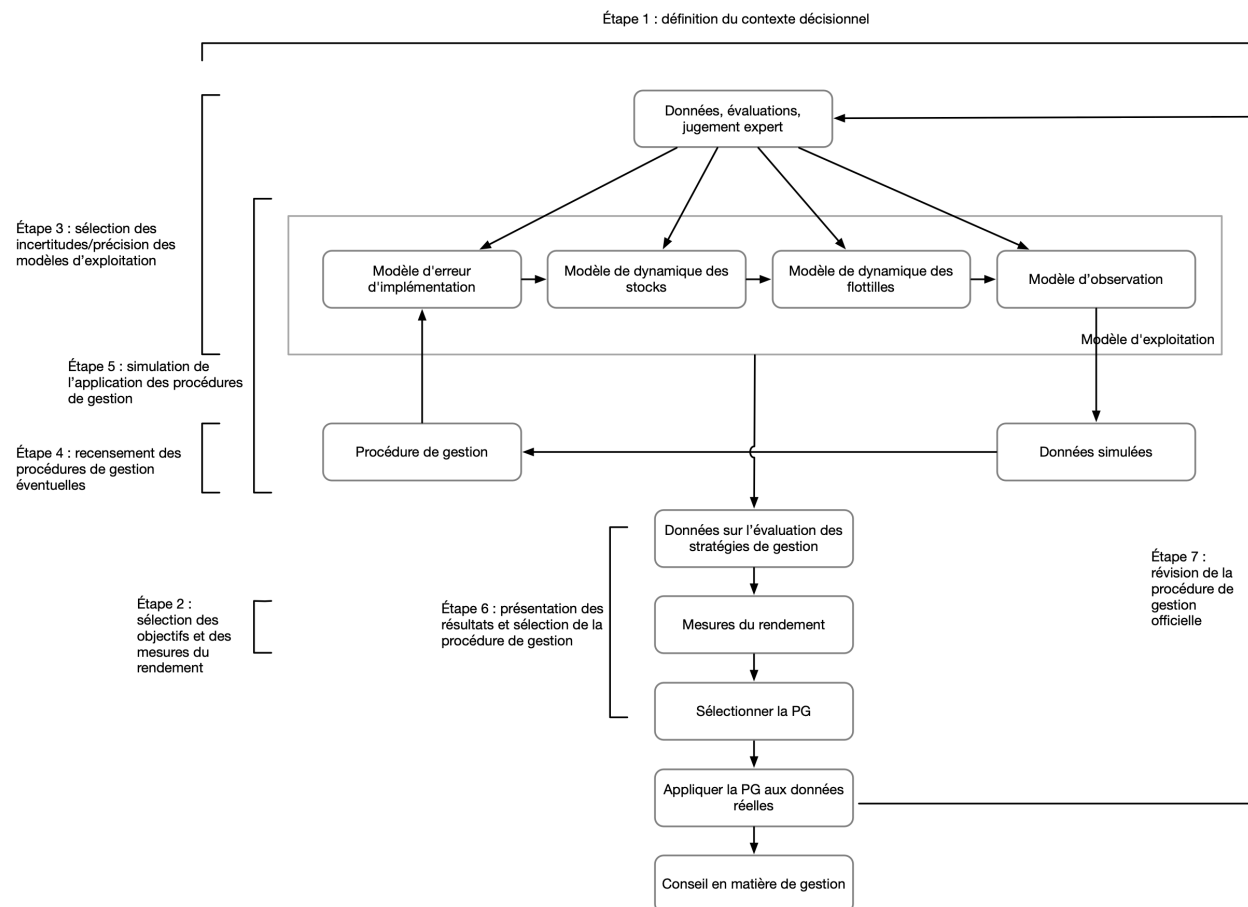


Figure 2. Les étapes du processus d'évaluation de la stratégie de gestion d'après Punt et al. (2016), copiées d'Anderson et al. (2021) et adaptées de Carruthers et Hordyk (2018).

## ANALYSE

### Approche

En 2020, le Cadre de procédures de gestion pour les poissons de fond en Colombie-Britannique (Anderson *et al.* 2021) a été élaboré afin de démontrer son utilisation pour évaluer les PG pour les espèces de poissons de fond pour lesquelles les données sont limitées. Le Cadre de procédures de gestion utilise les fonctionnalités d'openMSE (composé des progiciels R DLMtool, MSEtool et SAMtool), avec un code de soutien supplémentaire et des outils de visualisation dans le progiciel R ggmse (Anderson *et al.* 2021). Il a été déterminé comme un outil approprié pour la poursuite de l'évaluation du sébaste à dos épineux des eaux intérieures, car l'estimation de l'état du stock lors de l'évaluation de 2011 était très incertaine (Yamanaka *et al.* 2012).

Le Cadre de procédures de gestion a été suivi pour la sélection de PG visant à fournir un avis sur les captures de sébaste à dos épineux des eaux intérieures. Il suit six étapes de pratiques exemplaires décrites ci-après et plus en détail dans Anderson *et al.* (2021). Les étapes des pratiques exemplaires sont fondées sur un examen effectué par Punt et ses collaborateurs (2016), qui a cerné cinq étapes clés du processus d'évaluation de la stratégie de gestion (étapes 2 à 6 ci-après, figure 2).

Les six étapes sont les suivantes.

- Étape 1. Définition du contexte décisionnel.
- Étape 2. Choix des objectifs et des paramètres de rendement.
- Étape 3. Choix des incertitudes/précision des modèles opérationnels.
- Étape 4. Détermination des procédures de gestion possibles.
- Étape 5. Simulation de l'application des procédures de gestion.
- Étape 6. Présentation des résultats et choix de la procédure de gestion.

Après la sélection et la mise en œuvre des PG pour fixer la limite de capture (par exemple, en appliquant l'algorithme de la PG sélectionnée à l'indice de relevé observé), une dernière étape nécessaire consiste à contrôler et à évaluer périodiquement le rendement de la PG. Cela peut se faire par des moyens informels, comme à l'aide de la rétroaction des pêcheurs et des données de relevés, ou au moyen de mesures statistiques plus officielles, où l'on compare les données observées aux prévisions des MO pour vérifier si le système fonctionne comme prévu.

### Ateliers sur les objectifs

À l'appui du Cadre de procédures de gestion, le MPO a organisé une série d'ateliers au début de 2021, réunissant des scientifiques et des gestionnaires du MPO, des représentants et des détenteurs de connaissances autochtones, des représentants des pêches commerciales et récréatives (publiques), des organisations non gouvernementales et des scientifiques externes, afin de définir des objectifs stratégiques pour le stock de sébaste à dos épineux des eaux intérieures (Haggarty *et al.* 2022). Les informations recueillies lors des ateliers ont été utilisées pour déterminer les objectifs opérationnels et les paramètres de rendement pour cette analyse. Des objectifs et des commentaires supplémentaires, par exemple le souhait de prendre en compte la structure d'âge, ont été pris en compte dans les résultats du Cadre de procédures de gestion pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures. D'autres objectifs de durabilité ont été indiqués comme des thèmes adaptés à la gestion des poissons de fond.

### Étape 1 : Contexte décisionnel

Pour cette analyse, le contexte décisionnel était la détermination d'une PG pour déterminer les recommandations au sujet des captures permettant d'atteindre les objectifs. Nous avons évalué les MO pour déterminer l'état du stock par rapport au PRL et pris en compte des conditions environnementales pour répondre aux exigences des dispositions relatives aux stocks de poissons. Le contenu scientifique de l'avis (y compris la structure et le contenu des MO) et la prise en compte du rendement relatif des PG et des compromis entre les paramètres de rendement ont étayé les discussions des participants à l'examen régional par les pairs.

### Étapes 1 et 2 : Objectifs et paramètres de rendement

Un ensemble d'objectifs et de paramètres de rendement associés pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures a été présenté. Les objectifs stratégiques clés ont été orientés par le Cadre de procédures de gestion et l'évaluation précédente du stock par Yamanaka et ses collaborateurs (2012). D'autres objectifs liés au rendement des pêches ont été envisagés selon des grands objectifs stratégiques indiqués par Haggarty et ses collaborateurs (2022).

L'objectif de conservation proposé était le suivant.

1. Maintenir le stock au-dessus du PRL après une génération (24 ans) avec une probabilité de réussite d'au moins 75 %.

Conformément à la pratique internationale générale et aux orientations stratégiques du MPO, la probabilité de réussite souhaitée a été fixée à 75 % afin de s'assurer qu'il existe une forte probabilité que le stock soit supérieur au PRL dans les projections de simulation.

Nous avons aussi proposé les objectifs additionnels suivants.

2. Maintenir le stock au-dessus du PRS après une génération (24 ans).
3. Maintenir la mortalité par pêche à un niveau inférieur à celui du RMD pendant une génération (24 ans). Pour être conforme à l'Accord des Nations Unies sur les stocks de poissons (qui a servi de base à l'élaboration de la politique de l'approche de précaution du MPO), la référence de prélèvement ne doit pas dépasser  $F_{RMD}$ .
4. Maintenir l'accès à la pêche et les captures à court terme (sept ans) et à long terme (une génération et trois générations). Cette longue période permet d'évaluer s'il existe ou non un accès intergénérationnel à la pêche (Haggarty *et al.* 2022).

Nous n'avons pas attribué de probabilités cibles aux objectifs 2 à 4, car elles sont fournies aux fins de l'évaluation des compromis avec l'objectif 1.

Nous avons proposé les paramètres de rendement suivants pour mesurer les objectifs, où  $B$  représente la biomasse reproductrice, RMD signifie rendement maximal durable,  $B_{RMD}$  correspond à la biomasse reproductrice à l'équilibre au rendement maximal durable, DG signifie durée d'une génération et CT signifie à court terme.

Nous avons défini le PRL et le PRS comme étant respectivement  $0,4 B_{RMD}$  et  $0,8 B_{RMD}$ , conformément aux définitions fournies dans le cadre de l'approche de précaution, telles qu'elles ont été utilisées dans l'évaluation du stock de 2011 (Yamanaka *et al.* 2012). Dans les simulations en boucle fermée, tous les points de référence et les paramètres de rendement sont calculés dans le MO. Les paramètres de rendement bruts sont calculés pour chacune des années de la projection et résumés en fonction de la période d'intérêt.

1. **PRL 1DG** :  $P(B > 0,4 B_{RMD})$  après 1 génération (en 2045, année 24 de la période de projection)
2. **PRL ST** :  $P(B > 0,4 B_{RMD})$  après 7 ans (en 2028, année 7 de la période de projection)
3. **PRS 1DG** :  $P(B > 0,8 B_{RMD})$  après 1 génération
4.  **$F_{RMD}$**  :  $P(F < f_{RMD})$  durant la première génération (durant 2022 à 2045, années 1 à 24 de la période de projection)
5. **P CT** : Capture moyenne à court terme (pendant 2022 à 2028, années 1 à 7 de la période de projection)
6. **P 1DG** : Capture moyenne après 1 génération
7. **P 3DG** : Capture moyenne après 3 générations (en 2093, année 72 de la période de projection)

Dans les cas où les paramètres de rendement sont calculés selon une série d'années, la statistique de rendement moyen a été calculée selon l'ensemble des répétitions et des années pour la fenêtre temporelle définie (Anderson *et al.* 2021).

### Étape 3 : Modèles opérationnels (MO)

Une pratique exemplaire recommande la détermination d'un « ensemble de référence » de MO de base, qui comprend les incertitudes les plus importantes (p. ex. épuisement du stock ou plage des valeurs de la mortalité naturelle) et un « ensemble de robustesse », afin de refléter un plus grand éventail d'incertitudes peut-être moins plausibles, mais qu'il est néanmoins intéressant d'explorer. Anderson et ses collaborateurs (2021) préconisent, pour la plupart des résultats, de calculer la moyenne des paramètres de rendement de l'ensemble de référence (une approche d'ensemble à intégrer pour toutes les incertitudes du MO), mais de présenter séparément les paramètres de rendement des différents scénarios pour les MO de l'ensemble de robustesse. La présentation distincte des résultats de l'ensemble de robustesse permet aux gestionnaires de voir comment les PG qui ont donné de bons résultats dans l'ensemble de référence se comportent pour un ensemble d'hypothèses plus diversifiées.

Étant donné que la mortalité naturelle n'a pas été directement estimée pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures, nous avons établi trois MO de référence qui varient en fonction de la moyenne de la distribution de la mortalité naturelle (M) : (1)  $M = 0,067$ , (2)  $M = 0,055$  et (3)  $M = 0,088$ . Ces moyennes étaient basées sur divers prédicteurs qui utilisent l'âge maximum pour prédire indirectement M. Nous avons en outre établi deux MO de l'ensemble de robustesse englobant des sources supplémentaires d'incertitude : (A) un MO qui exclut le relevé à la turlutte selon des conditions historiques et (B) un MO qui suppose un recrutement inférieur à la moyenne dans la projection. Le MO A teste l'effet de l'inclusion de données spatialement limitées provenant d'un relevé supplémentaire, et le MO B évalue indirectement un changement dans l'environnement par lequel le recrutement futur est touché négativement. Des MO ont été élaborés pour refléter les captures historiques, les indices d'abondance et la composition selon l'âge afin de s'assurer que ces données empiriques étaient modélisées de manière satisfaisante (conditionnement du modèle).

#### Sources des données

Les données relatives aux captures commerciales de sébastes peuvent être regroupées en trois périodes : historique (1918 à 1950), électronique précoce (1951 à 2005) et moderne (à partir de 2006). Il y a deux grandes sources d'incertitude dans la période historique et le début de la période électronique pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures. La première est que les captures de sébastes, autres que de sébaste à longue mâchoire (*Sebastes alutus*), étaient déclarées de façon regroupée (autres sébastes) pendant la période historique. Pour reconstruire les captures historiques, un algorithme a été élaboré par Haigh et Yamanaka (2011, voir la section 1 du document) qui applique un ratio calculé à partir d'une période avec des données crédibles sur les débarquements du programme de vérification à quai de la pêche à la ligne et l'hameçon (1997 à 2005) pour générer une série chronologique de captures par espèce, année, secteur de pêche et zone de gestion. Les données « crédibles » sur les débarquements sont tirées des années de référence où la connaissance des captures était considérée comme étant de grande qualité et stable, depuis 1997, avec le début de la présence d'observateurs à bord des chalutiers et le système de quotas individuels des bateaux (Haigh et Yamanaka 2011).

La deuxième grande source d'incertitude est l'ampleur des captures non déclarées qui étaient remises à l'eau ou rejetées en mer avant la mise en place du niveau de présence d'observateurs de 100 % en 2006. La reconstitution des captures de Haigh et Yamanaka (2011) suppose qu'il n'y avait pas de rejet avant 1986, année où le permis ZN a été institué. On suppose qu'auparavant, tous les sébastes étaient conservés. Les rejets sont présumés être entièrement déclarés dans les bases de données du MPO depuis 2006 et le niveau de présence des observateurs en mer de 100 %. Les captures de sébaste à dos épineux non

conservées (remises à l'eau ou rejetées) ont été estimées pour chaque pêche à l'aide du ratio des rejets de sébaste à dos épineux par les cibles de débarquement propres à la pêche d'après les données de 2000 à 2004 des registres des observateurs des pêches à la ligne et à l'hameçon. Les captures historiques non déclarées ont ensuite été intégrées à la reconstitution des captures, pour donner un total annuel final.

Les captures récréatives ont été estimées à partir de l'enquête par interrogation (1982 à 2021), une interpolation linéaire étant nécessaire pour modéliser le développement de la pêche récréative après la Seconde Guerre mondiale (1945 à 1981). Les entretiens à quai ont également permis de déterminer la distribution des longueurs des sébastes des eaux intérieures capturés dans le cadre de la pêche récréative.

Le stock de sébaste à dos épineux des eaux intérieures est indexé par deux relevés indépendants de la pêche : le relevé à la palangre sur fond dur (RPFDF) dans les eaux intérieures et le relevé à la turlutte. Le RPFDF fournit des données sur les tendances de la population depuis 2003, tandis que le relevé à la turlutte fournit des données sur les tendances antérieures de la population (1986 à 2004). Pour cette analyse, le relevé à la turlutte de la zone 12 a été utilisé. Les documents électroniques utilisés pour élaborer les indices n'étaient pas disponibles pour les données des relevés collectées dans d'autres zones au cours des dernières années, c'est-à-dire les relevés de 2004 et 2005 dans le détroit de Géorgie, au moment de cette analyse. Bien que le relevé de la zone 12 ne répertorie pas explicitement l'ensemble de la zone 4B, des réductions similaires des taux de capture ont été observées dans le cadre des relevés à la turlutte dans d'autres zones statistiques de la zone 4B. Par conséquent, on estime que l'indice de la zone 12 est représentatif des tendances de la population du stock des eaux intérieures au cours de la période 1986 à 2004. Des échantillons d'âge sont également disponibles pour les deux relevés. Aucun échantillon d'âge n'a été prélevé en 2020, le RPFDF ayant été annulé en raison de la pandémie de COVID-19. Les échantillons d'âge prélevés lors du RPFDF de 2021 n'étaient pas non plus disponibles pour cette analyse.

### Résultats des modèles opérationnels

Dans tous les MO, la biomasse reproductrice de 2021 était probablement supérieure au PRL (probabilité supérieure à 50 %, figure 3). Tous les modèles ont déduit des tendances similaires de la biomasse du stock au fil du temps, avec des baisses de la biomasse au cours des années 1980 à 2000, suivies de conditions plus stables depuis lors (figures 4 à 6). La probabilité était plus élevée dans les MO avec un taux de mortalité naturelle plus élevé (MO 1 et 3) et lorsque l'indice de la zone 12 du relevé à la turlutte était exclu (MO A). Le MO avec une moyenne  $M = 0,055$  (la moyenne la plus basse de l'ensemble de référence) a produit la probabilité la plus faible d'être au-dessus du PRL.



	40% BRMD	80% BRMD
(1) $M = 0,067$	0,80	0,50
(2) $M = 0,055$	0,62	0,31
(3) $M = 0,088$	0,96	0,76
(A) Exclure relevé turlutte	0,97	0,96

Figure 3. Probabilité que la biomasse reproductrice de 2021 soit supérieure au PRL (40 % de  $B_{RMD}$ ) et au PRS (80 % de  $B_{RMD}$ ) pour les quatre MO. Le MO B n'est pas présenté, car ses estimations historiques sont identiques à celles du MO 1 et ne diffèrent que pour les années de projection.

En 2021, les intervalles de crédibilité de  $B/B_{RMD}$  et de  $B/B_0$  dans tous les scénarios de gestion optimale varient en fonction de la valeur de la mortalité naturelle et de la pente de la relation stock-recrutement. Dans chaque MO, l'état par rapport au PRL et au PRS est principalement déterminé par la valeur de la pente. Bien que des déclinés de population aient été estimés pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures, le stock a été estimé supérieur au PRL dans tous les MO.

En ce qui concerne la biomasse non pêchée, le stock était susceptible d'être supérieur à 20 % de  $B_0$  dans tous les MO de référence, à l'exception du MO 2 (figure 4). L'évaluation de 2011 a utilisé un modèle bayésien de production excédentaire de type état-espace avec une courbe de rendement symétrique, c'est-à-dire  $B_{RMD}$  à 0,5  $B/B_0$  (Yamanaka *et al.* 2012). En revanche, les courbes de rendement sont généralement orientées vers la droite dans les modèles structurés selon l'âge, c'est-à-dire que  $B_{RMD}$  est inférieure à 0,5  $B/B_0$ . L'état du stock par rapport à 0,2 et 0,4  $B_0$ , qui reflètent un seuil potentiel de surpêche du potentiel reproducteur (Myers *et al.* 1994) et qui sont utilisés par d'autres administrations, est illustré à la figure 4.

	20% B <sub>0</sub>	40% B <sub>0</sub>
(1) M = 0,067	0,64	0,06
(2) M = 0,055	0,38	<0,01
(3) M = 0,088	0,90	0,54
(A) Exclure relevé turlutte	0,97	0,92

Figure 4. Probabilité que la biomasse reproductrice de 2021 soit supérieure à 0,2 et 0,4 B<sub>0</sub> pour les quatre MO. Le MO B n'est pas présenté, car ses estimations historiques sont identiques à celles du MO 1 et ne diffèrent que pour les années de projection.

Le PRL est un état de faible biomasse auquel on s'attend à ce que la structure d'âge soit sévèrement tronquée. La composition par âge observée lors du RPFD a été comparée à la structure d'âge à l'équilibre attendue au niveau du PRL. La structure d'âge observée dans le relevé en 2019 et la structure d'âge estimée en 2021 dans les MO contenaient plus de poissons âgés (20 ans et plus) que prévu au PRL. L'âge moyen lors du RPFD en 2019 était de 23,3 ans, plus élevé que l'âge moyen à l'équilibre au PRL dans nos MO. Alors que le PRL est défini par rapport à la biomasse, l'analyse de la structure d'âge donne un aperçu supplémentaire des conditions nécessaires pour déterminer le stock comme étant en dessous du PRL. La structure d'âge au niveau du PRL devrait être davantage tronquée que ce qui est actuellement observé dans le RPFD (figure 5).

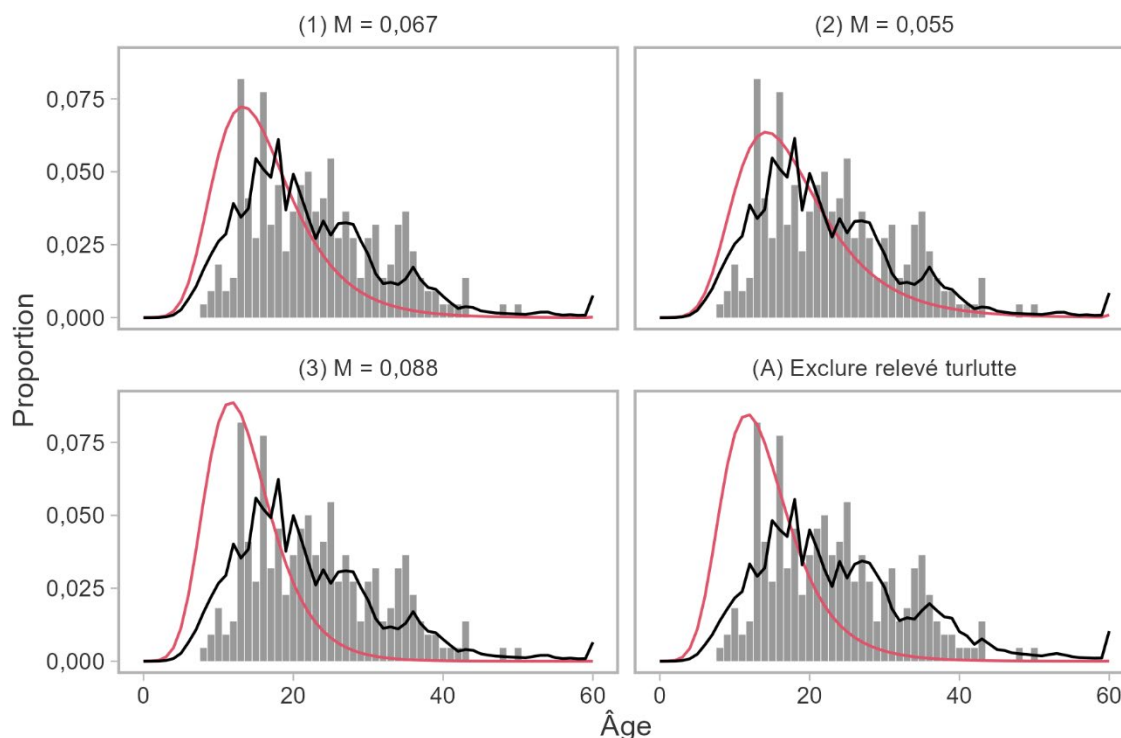


Figure 5. La structure d'âge à l'équilibre modélisée pour les trois MO de référence et le MO A de l'ensemble de robustesse est représentée par les lignes noires. Les barres grises représentent les données brutes sur l'âge. La ligne rouge représente la structure d'âge à l'équilibre attendue si la population est inférieure au PRL. Le surplus d'individus âgés observé (différence entre la ligne noire et la ligne rouge) confirme que la population est supérieure au PRL.

#### Étape 4 : Procédures de gestion possibles

Le Cadre de procédures de gestion ne tient compte que des PG qui permettent de faire des recommandations sur les captures, parce que la plupart des stocks de poisson de fond sont gérés par des quotas et des totaux autorisés des captures (TAC) dans le cadre des pêches commerciales. La recommandation de capture indiquée dans les PG englobe les captures commerciales, récréatives et les captures à des fins ASR, c'est-à-dire qu'elle n'éclaire pas des décisions de répartition entre les secteurs de la pêche. À titre de comparaison, le TAC actuel de la pêche commerciale du sébaste à dos épineux des eaux intérieures est de 24 tonnes. Nous avons évalué deux principaux types de PG : les PG à captures constantes et les PG basées sur un indice, ainsi que deux PG de référence (tableau 2).

Les PG à captures constantes établissent les captures recommandées à un niveau fixé, habituellement en fonction des captures récentes ou historiques. Les PG à captures constantes ne tiennent pas compte de la rétroaction entre le système de gestion et la population; elles font la même recommandation, quelles que soient les tendances de l'indice de population. Nous avons envisagé deux PG à captures constantes : 33 et 41 tonnes. La valeur de 33 tonnes est la moyenne des captures au cours de la période 2012 à 2019 et devrait refléter les conditions du statu quo. La valeur de 41 tonnes correspond à 125 % de la moyenne de 2012 à 2019.

En général, les PG fondées sur un indice ajustent les captures en fonction de l'évolution d'un indice de la population au fil du temps. Les PG indice-ratio augmentent ou diminuent les captures en fonction du ratio de l'indice sur deux périodes différentes. Les PG indice-pente

augmentent ou diminuent les captures en fonction de la pente estimée de l'indice sur une période récente.

Nous avons évalué les PG fondées sur un indice avec des mises à jour bisannuelles et des captures fixes entre les mises à jour, c'est-à-dire la recommandation de capture la plus récente. Le cycle de mise à jour de deux ans est la période minimale nécessaire pour traiter les données du relevé afin de mettre à jour l'indice provenant du RPF. Tous les programmes de pêche fondés sur un indice fixent un plancher de capture de 0,5 tonne, soit la capture approximative requise pour un relevé scientifique.

En plus des PG empiriques et possibles, nous avons inclus les PG de référence suivantes.

1. Aucune pêche (APréf)
2. Pêche à  $F_{RMD}$  (FRMDréf; les résultats ne sont pas présentés ici, voir le document de recherche ci-joint)

L'objectif des PG de référence n'est pas d'explorer des stratégies de gestion viables, mais de délimiter l'éventail des rendements possibles et de déterminer si les différences entre les PG sont significatives ou non (Punt *et al.* 2016). Par exemple, la PG de référence « Aucune pêche » fournit des données sur les niveaux maximums possibles du stock et le taux de croissance de la population en l'absence de pêche. La PG « Pêche à  $F_{RMD}$  » (FRMDréf) ne peut être mise en œuvre dans la pratique parce qu'elle dispose de données parfaites sur l'état réel de la nature et que sa mise en œuvre est parfaite. Elle n'existe que dans les simulations et est programmée pour avoir une information et une mise en œuvre parfaites. « FRMDréf » met en œuvre différents niveaux de mortalité par pêche pour chaque MO et simulation. Cette PG est principalement utilisée pour comparer les PG au sein d'un même MO.

*Tableau 2. Procédures de gestion possibles (voir le document de recherche ci-joint pour les résultats de la PG FRMDréf).*

PG	Type de PG
CC_33	Captures constantes
CC_41	Captures constantes
IR	Indice-ratio
IR_lissé	Indice-ratio
IR_23	Indice-ratio
IR_55	Indice-pente
BG_pente_5a_lam1	Indice-pente
BG_pente_5a_lam05	Indice-pente
BG_pente_10a_lam1	Indice-pente
BG_pente_10a_lam05	Référence
APréf	Référence

### **Étapes 5 et 6 : Application des procédures de gestion possibles et présentation des résultats**

Nous avons effectué des simulations en boucle fermée à l'aide de 200 répétitions stochastiques dans la version 3.5.0 de MSetool et avec la graine aléatoire établie à 1. La durée de la période de projection a été fixée à 72 ans (3 générations pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures).

**Paramètres de rendement**

Anderson et ses collaborateurs (2020) ont recommandé de filtrer les PG au moyen d'une étape de « satisfaction », où des simulations d'essai sont effectuées pour éliminer les PG qui ne répondent pas à un ensemble de critères de rendement de base. Le critère suivant a été défini pour déterminer quelles PG sont satisfaisantes :  $PRL\ 1DG > 0,75$ .

Presque toutes les PG ont satisfait au critère, à l'exception de celle aux captures constantes de 41 tonnes dans le MO 2 (figures 6 et 7). Toutefois, cette PG a satisfait au critère lorsque le paramètre de rendement a été calculé en moyenne pour les MO de référence (figure 8).

En ce qui concerne les paramètres de rendement PRL, PRS et  $F_{RMD}$ , le rendement des PG était meilleur lorsque le taux de mortalité naturelle était plus élevé. Le rendement des PG a été plus élevé dans le MO A que dans le MO 1 parce que le MO A représentait un état naturel plus productif. En revanche, le rendement a été légèrement moins bon dans le MO B que dans le MO 1. Toutefois, ces PG ont satisfait au critère de satisfaction malgré le recrutement plus faible modélisé dans les projections pour le MO B.

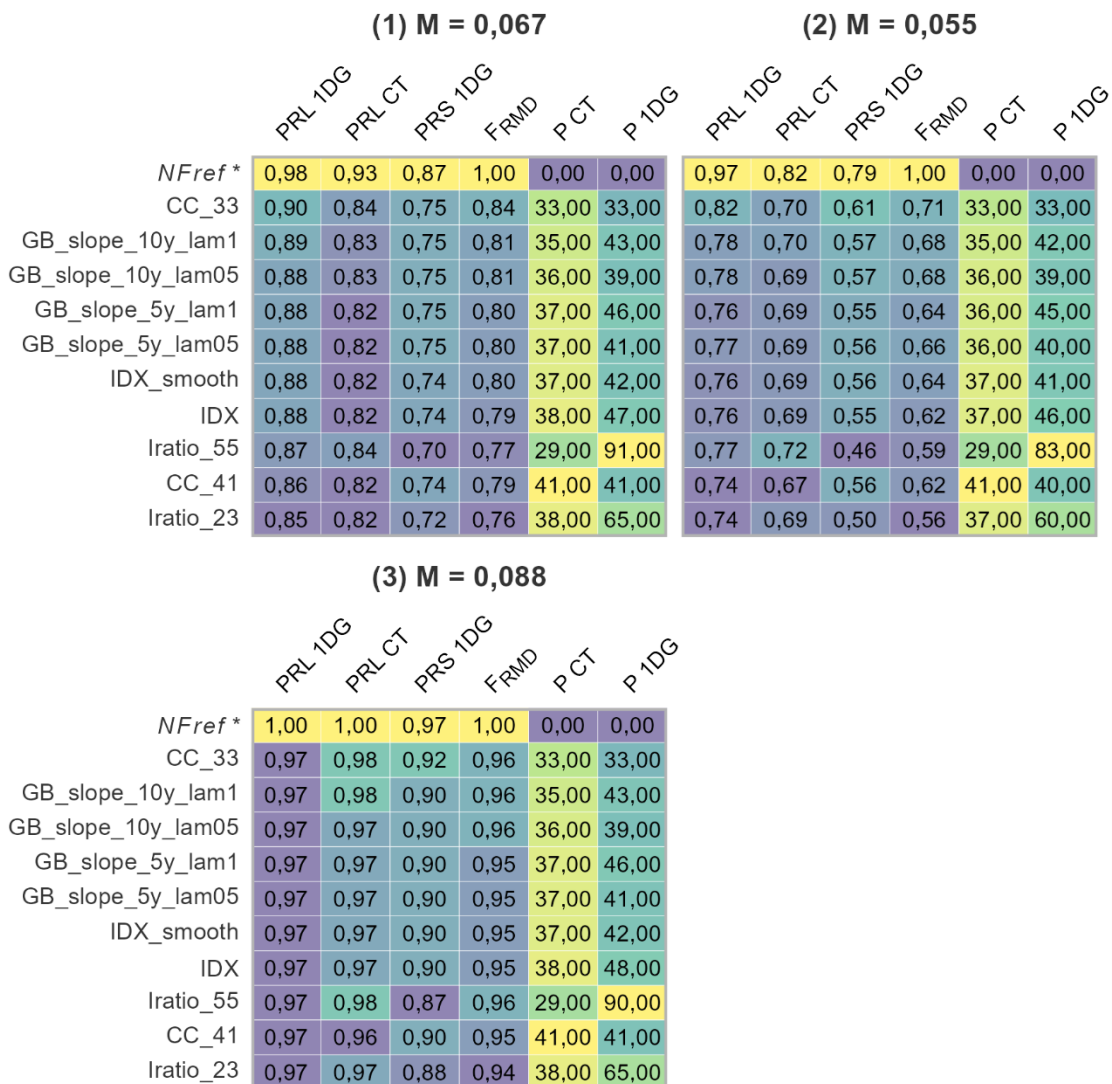


Figure 6. Paramètres de rendement de toutes les PG dans les MO de l'ensemble de référence. L'ombrage de couleur reflète les probabilités. Les PG en italique avec astérisque sont des PG de référence. Seules les captures moyennes à court terme et après une génération (24 ans) sont présentées ici.

	(A) Aucun relevé à la turlutte						(B) Faible recrutement à l'avenir					
	PRL 1DG	PRL CT	PRS 1DG	FRMD	P CT	P 1DG	PRL 1DG	PRL CT	PRS 1DG	FRMD	P CT	P 1DG
<i>NFref *</i>	1,00	0,98	0,97	1,00	0,00	0,00	0,95	0,88	0,78	1,00	0,00	0,00
CC_33	0,98	0,97	0,96	0,97	33,00	33,00	0,80	0,79	0,64	0,79	33,00	33,00
GB_slope_10y_lam1	0,98	0,97	0,96	0,97	35,00	38,00	0,78	0,79	0,62	0,78	35,00	37,00
GB_slope_10y_lam05	0,98	0,97	0,96	0,97	35,00	37,00	0,78	0,79	0,63	0,78	35,00	36,00
GB_slope_5y_lam1	0,98	0,97	0,96	0,97	36,00	40,00	0,78	0,79	0,62	0,77	36,00	39,00
GB_slope_5y_lam05	0,98	0,97	0,96	0,97	36,00	38,00	0,78	0,79	0,62	0,77	36,00	37,00
IDX_smooth	0,98	0,97	0,96	0,97	37,00	39,00	0,78	0,79	0,62	0,77	37,00	38,00
IDX	0,98	0,97	0,96	0,97	37,00	42,00	0,78	0,79	0,62	0,76	37,00	40,00
Iratio_55	0,98	0,97	0,97	0,97	28,00	51,00	0,80	0,80	0,60	0,81	28,00	50,00
CC_41	0,98	0,97	0,96	0,97	41,00	41,00	0,76	0,78	0,60	0,74	41,00	40,00
Iratio_23	0,98	0,97	0,96	0,97	37,00	49,00	0,78	0,79	0,61	0,76	37,00	44,00

Figure 7. Paramètres de rendement de toutes les PG dans les MO de l'ensemble de robustesse. Nous avons classé les PG par valeur décroissante du paramètre de rendement, de haut en bas, en commençant par le paramètre de rendement le plus à gauche (PRL 1DG) et en utilisant les colonnes de gauche à droite pour départager les égalités. L'ombrage de couleur reflète les probabilités. Les PG en italique avec astérisque sont des PG de référence. Seules les captures moyennes à court terme et après une génération (24 ans) sont présentées ici.

	PRL 1DG	PRL CT	PRS 1DG	FRMD	P CT	P 1DG
<i>NFref *</i>	0,98	0,92	0,88	1,00	0,00	0,00
CC_33	0,90	0,84	0,76	0,84	33,00	33,00
GB_slope_10y_lam1	0,88	0,84	0,74	0,82	35,00	42,67
GB_slope_10y_lam05	0,88	0,83	0,74	0,82	36,00	39,00
GB_slope_5y_lam05	0,87	0,83	0,74	0,80	36,67	40,67
Iratio_55	0,87	0,85	0,68	0,77	29,00	88,00
IDX_smooth	0,87	0,83	0,73	0,80	37,00	41,67
GB_slope_5y_lam1	0,87	0,83	0,73	0,80	36,67	45,67
IDX	0,87	0,83	0,73	0,79	37,67	47,00
CC_41	0,86	0,82	0,73	0,79	41,00	40,67
Iratio_23	0,85	0,83	0,70	0,75	37,67	63,33

Figure 8. Rendement moyen de toutes les PG dans les scénarios pour les MO de l'ensemble de référence.

Si l'on considère la moyenne des paramètres de rendement des MO de référence, la PG IR\_55 a généré les captures les plus faibles à court terme et les captures plus élevées après une génération (figure 8). En revanche, la PG aux captures constantes de 41 tonnes a fourni les captures les plus élevées à court terme. Les quatre PG BG\_pente présentaient des paramètres de réglage différents, mais des captures légèrement plus élevées ont été générées avec  $\lambda = 1$  par rapport à  $\lambda = 0,5$  ( $\lambda$  est le rapport entre la variation de l'avis sur les captures et celle de l'indice). Le rendement de la plupart des PG basées sur un indice (IND, BG\_pente et IR) en ce qui concerne les paramètres PRL 1DG et P CT se situait entre ceux des PG aux captures constantes de 31 et 41 tonnes. Toutes les PG basées sur un indice ont généré des captures supérieures à celles de la PG aux captures constantes de 33 tonnes après une génération.

Les diagrammes de compromis suivants montrent le rendement des PG par rapport à deux objectifs. La figure 9 donne un exemple d'interprétation des diagrammes de compromis.

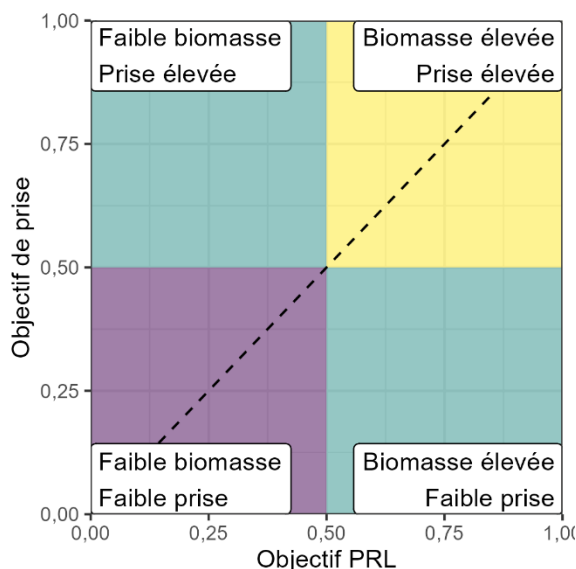


Figure 9. Schéma d'un compromis entre l'objectif lié au PRL (axe des x) et l'objectif lié aux captures (axe des y). Il est souhaitable de trouver dans le coin supérieur droit de la figure les PG qui ont une forte probabilité d'atteindre à la fois l'objectif lié au PRL et celui lié aux captures. Les PG qui ont une faible probabilité d'atteindre l'un ou l'autre objectif se trouvent dans le coin inférieur gauche et peuvent ne pas répondre aux critères de satisfaction. Les PG possibles présentent souvent un compromis entre la réalisation d'un objectif au détriment de l'autre, et seraient représentées dans la diagonale inférieure de cette figure, c'est-à-dire en haut à gauche ou en bas à droite. Le diagramme de compromis montre le compromis entre les deux objectifs pour choisir une PG plutôt qu'une autre. Il n'y a pas de compromis si l'ensemble des PG se situe sur la ligne biunivoque (ligne horizontale en pointillés), auquel cas la meilleure PG, par rapport aux deux objectifs, est celle qui se trouve en haut à droite.

Nous avons observé un compromis entre PRL 1DG et P 1DG dans l'ensemble des PG possibles (figure 10). Alors que la PG CC\_33 a généré les captures les plus faibles et une probabilité élevée que le stock soit au-dessus du PRL, les PG IR ont généré les captures les plus élevées et les probabilités les plus faibles pour le PRL. Toutes les autres PG semblaient regroupées entre les deux extrémités de la frontière de compromis. De façon générale, toutes les PG avaient des valeurs de P CT similaires, mais les deux PG IR ont généré les captures les plus élevées après une génération (paramètre de rendement P 1DG, figure 11). Les compromis en matière de captures diminuaient lors d'une comparaison sur trois générations (figure 12). Les PG qui génèrent des captures élevées après une génération continuent à le faire après trois générations.



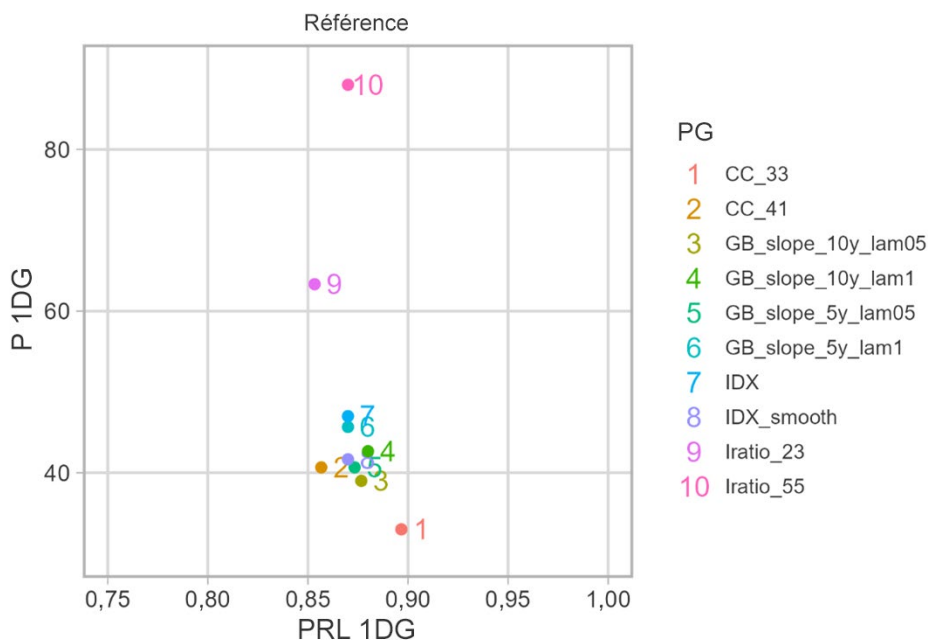


Figure 10. Compromis entre les paramètres de rendement PRL 1DG et P 1DG (moyenne sur l'ensemble de référence du MO) parmi les PG possibles. Un compromis entre l'objectif lié au PRL et celui lié aux captures après une génération s'affichera lorsque les PG créent une « frontière » dans la diagonale inférieure de la figure (du coin supérieur gauche au coin inférieur droit). Ainsi, la sélection d'une PG ayant une forte probabilité d'atteindre un objectif aura une probabilité plus faible d'atteindre l'autre objectif, par rapport à d'autres PG possibles.

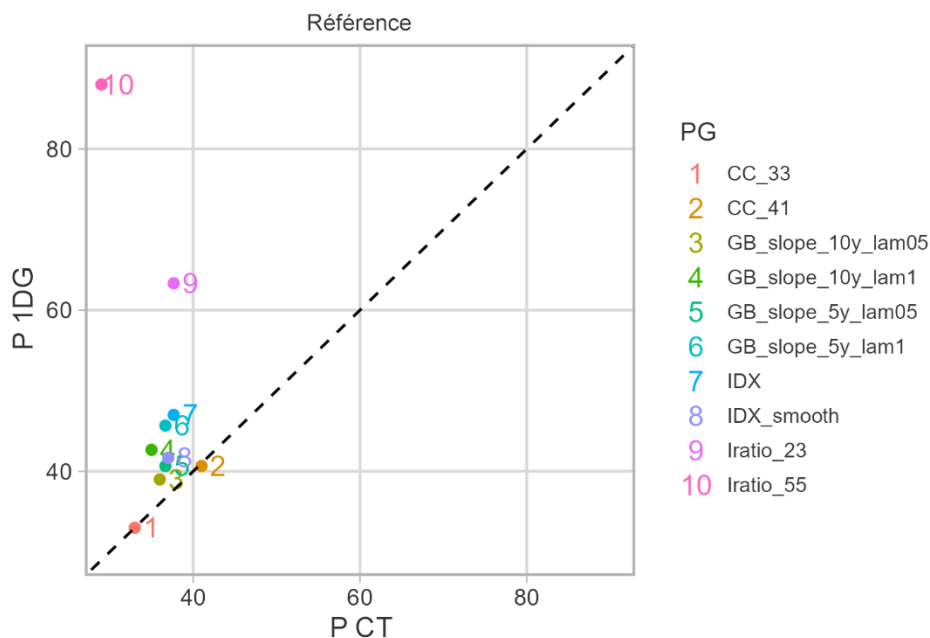


Figure 11. Compromis entre les paramètres de rendement P 1DG et P CT (moyenne sur l'ensemble de référence du MO) parmi les PG possibles. Il ne semble pas y avoir de compromis entre les captures à court terme et les captures après une génération dans cet ensemble de procédures de gestion, car les paramètres de rendement se situent tous d'un côté de la ligne biunivoque en pointillés. Toutes les PG fondées sur un indice génèrent des captures plus élevées après une génération comparativement au court terme. Par définition, les PG aux captures constantes se retrouvent sur la ligne biunivoque.

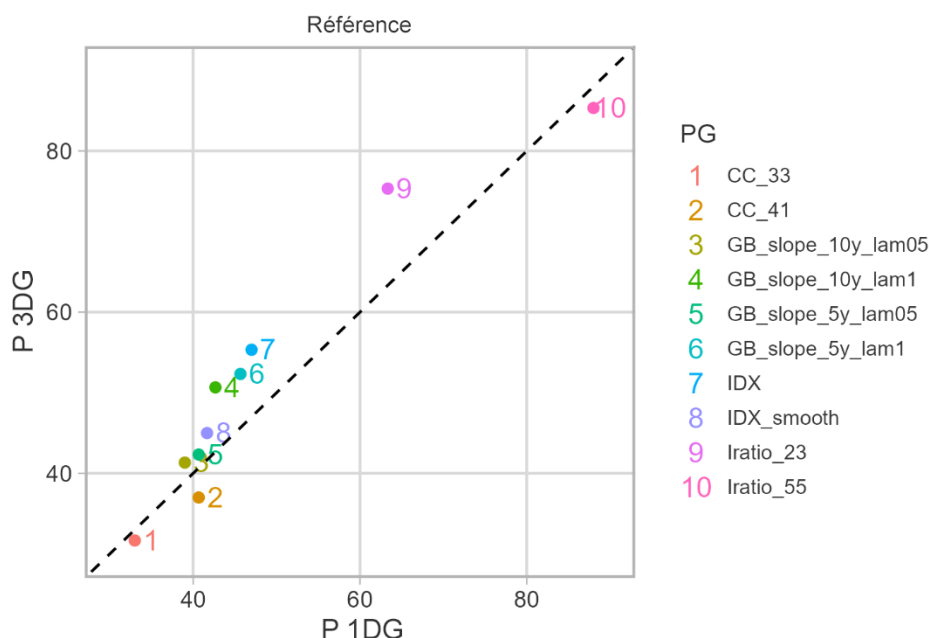


Figure 12. Compromis entre les paramètres de rendement  $P$  1DG et  $P$  3DG (moyenne sur l'ensemble de référence du MO) parmi les PG possibles. Les procédures de gestion ne se retrouvent pas sur la ligne biunivoque. Les procédures de gestion dans la moitié supérieure gauche de la figure génèrent plus de captures après trois générations qu'après une génération. De même, les PG dans la moitié inférieure droite génèrent plus de captures après une génération qu'après trois générations. Par ailleurs, on n'observe pas de compromis important entre les captures après une génération et celles après trois générations, car les paramètres de rendement ne forment pas une ligne frontière distincte dans la diagonale inférieure.

### Trajectoires des projections

Les trajectoires des séries chronologiques de  $B/B_{RMD}$  et des captures au cours de la première génération (24 ans) de la projection démontrent le rendement de l'ensemble des PG et des MO.

Bien que l'intervalle de confiance pour  $B/B_{RMD}$  soit très variable au début de la projection, toutes les PG possibles (à l'exclusion des PG de référence) ont maintenu le stock à des niveaux similaires à ceux de 2021 ou ont permis une croissance continue du stock au cours de la première génération de la période de projection (figure 13). Le taux de croissance du stock dépendait du MO individuel, les changements les plus réactifs dans le stock étant observés lorsque le taux de mortalité naturelle était élevé (MO 3). Les probabilités annuelles que le stock soit supérieur au PRL et au PRS dans la simulation sont indiquées dans la figure 14.

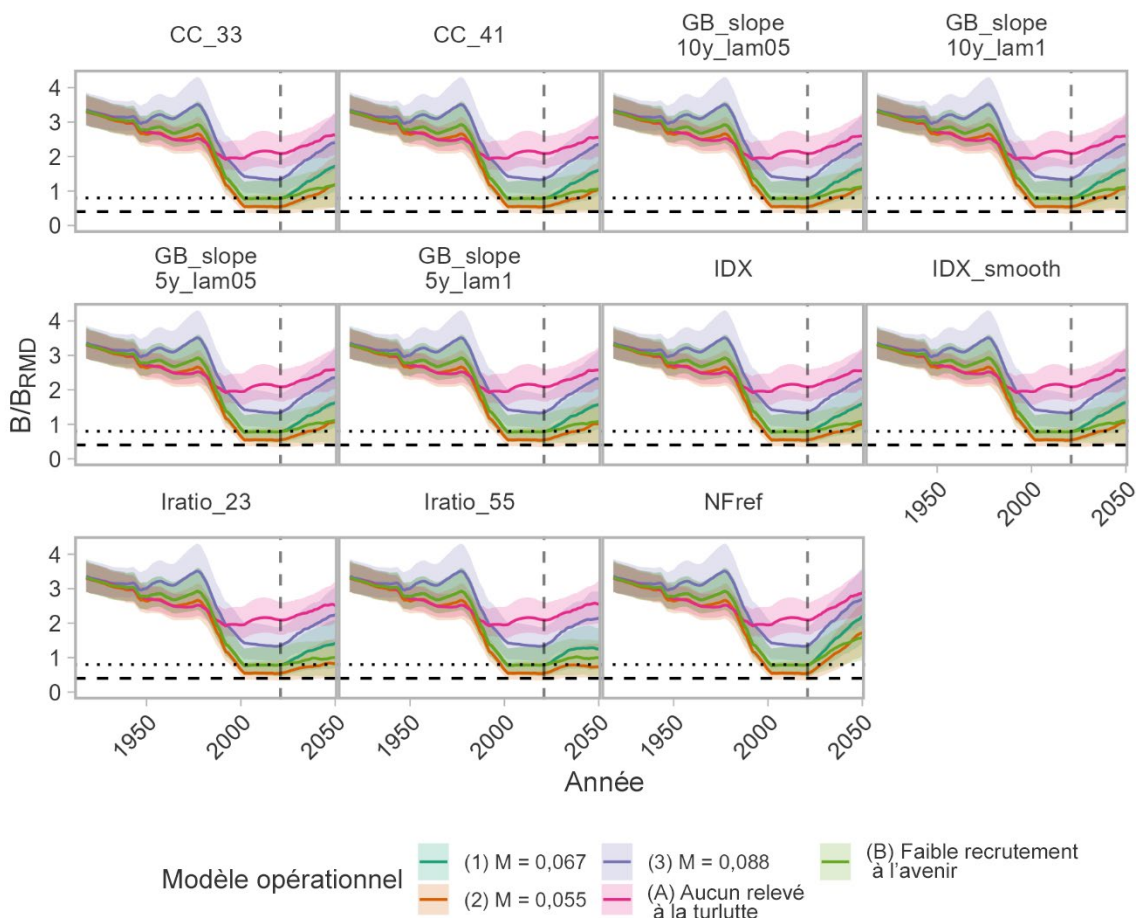


Figure 13.  $B/B_{RMD}$  des périodes historique et projetée (une génération) pour chaque procédure de gestion (panneaux) et modèle opérationnel (couleurs). La ligne continue indique la valeur médiane et les rubans gris foncé indiquent l'intervalle de couverture à 95 %. La ligne verticale tiretée indique la dernière année de la période historique (2021). Les lignes horizontales en pointillés et en tirets indiquent  $B/B_{RMD} = 0,4$  et  $0,8$ , respectivement.

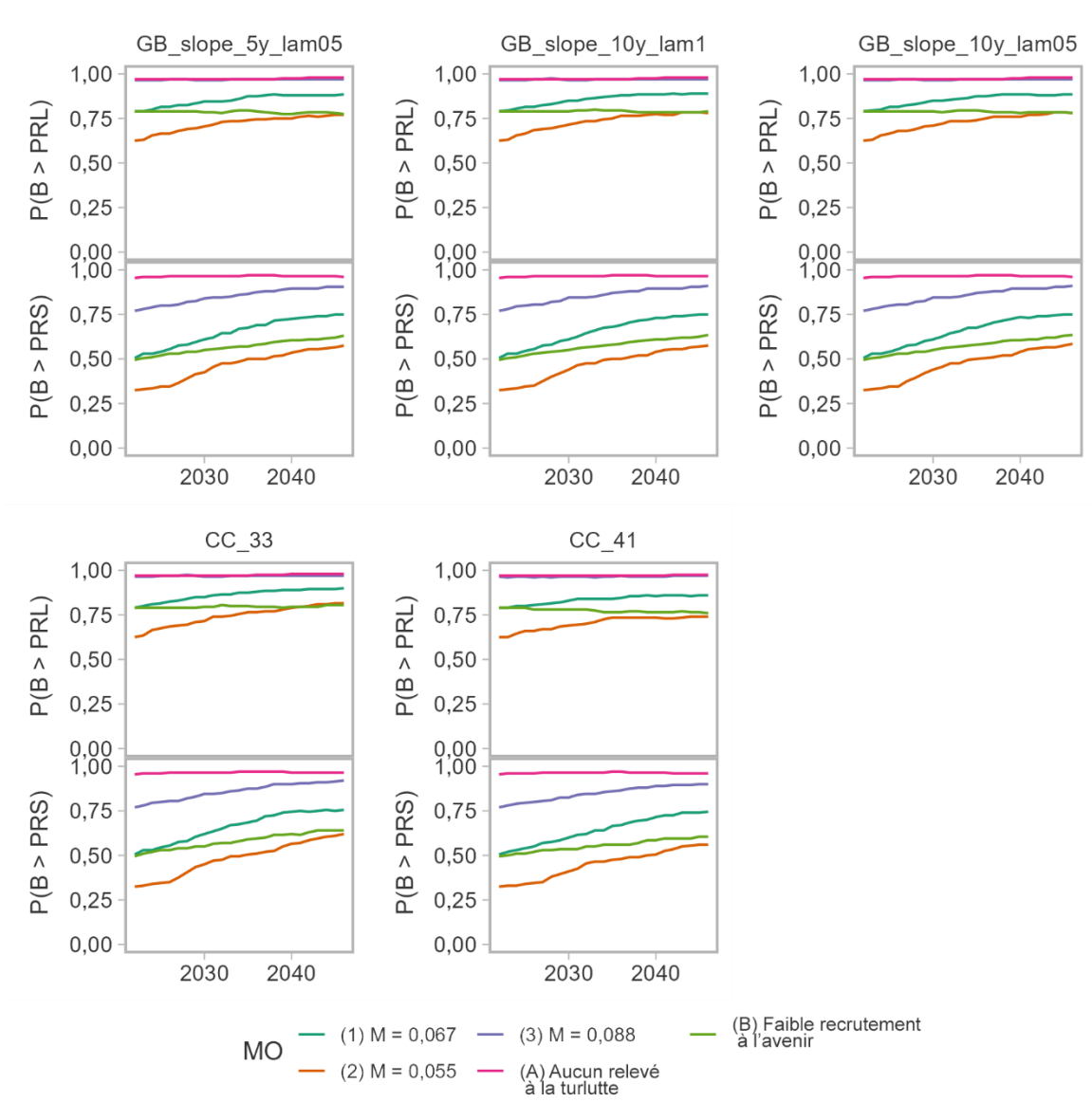


Figure 14a. Probabilité annuelle que le stock soit supérieur au PRL et au PRS au cours de la première génération de la période de projection. Les panneaux sont organisés par PG et les couleurs correspondent à des probabilités dans les MO individuels. (Figure 1 de 2).

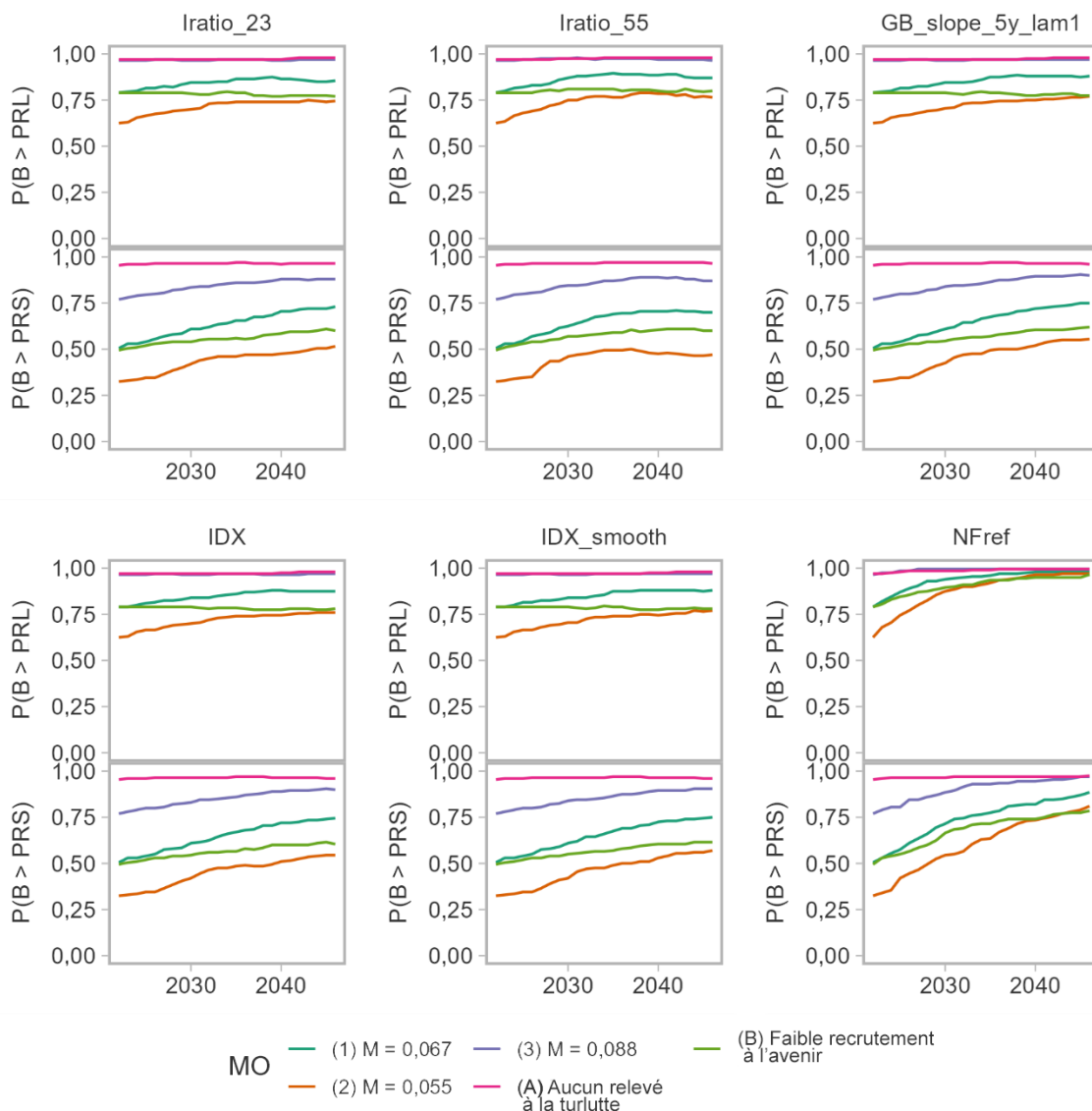


Figure 14b. Probabilité annuelle que le stock soit au-dessus du PRL et du PRS au cours de la première génération de la projection. Les panneaux sont organisés par PG et les couleurs correspondent à des probabilités dans les MO individuels. (Figure 2 de 2).

### État du stock

Le Cadre de procédures de gestion a été élaboré dans l'intention d'utiliser des points de référence de manière implicite dans les avis scientifiques, contrairement à une évaluation conventionnelle, où l'état d'un stock est explicitement déclaré et où des tableaux de décision sont présentés. Ces tableaux présentent les probabilités de dépassement des points de référence (par exemple, la probabilité que le stock tombe en dessous du PRL) pour une gamme de niveaux de capture futurs. La prise en compte du risque intervient à la dernière étape du processus décisionnel.

Avec le Cadre de procédures de gestion, le risque acceptable de dépassement des points de référence est établi au début du processus, c'est-à-dire à l'étape 2 des pratiques exemplaires, et les points de référence et l'état du stock n'ont pas besoin d'être explicitement déclarés

(Anderson *et al.* 2021). Les points de référence sont intégrés dans les paramètres de rendement en tant que résultats de la PG, c'est-à-dire la probabilité de dépasser le point de référence avec une certaine PG dans les projections.

Les dispositions relatives aux stocks de poissons mettent l'accent sur la détermination de l'état par rapport au PRL, conformément à la politique de l'approche de précaution. Pour répondre aux exigences des dispositions relatives aux stocks de poissons, l'utilisation du Cadre de procédures de gestion pour les poissons de fond en Colombie-Britannique doit permettre de déterminer si les MO conditionnés sont suffisants pour déterminer l'état d'un stock. Ces MO sont classés dans l'ensemble de référence. Les MO peuvent également être élaborés dans le but premier de tester les PG et d'étudier leur comportement dans différents scénarios plutôt que de déterminer l'état. Ces MO font partie de l'ensemble de robustesse. D'autre part, les MO pour les espèces pour lesquelles les données sont très limitées, par exemple celles pour lesquelles il existe peu de données sur la taille ou l'âge ou d'indices représentatifs de l'abondance, peuvent ne pas être défendables pour la détermination de l'état, auquel cas il n'y aurait pas de MO dans l'ensemble de référence. Le Cadre de procédures de gestion a été élaboré dans un contexte de données limitées, mais il peut prendre en compte les données de manière plus élégante qu'une approche fragmentaire des modèles d'évaluation des stocks.

Pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures, nous avons déterminé trois MO pour l'ensemble de référence qui diffèrent par le taux de mortalité naturelle. Le premier MO a utilisé une valeur moyenne « de base » pour M fondée sur les données scientifiques les plus récentes disponibles pour prédire le paramètre, avec des moyennes différentes y compris un scénario de continuité de l'évaluation de 2011 dans les deux autres MO. L'état du stock en 2021 par rapport au PRL était robuste à la valeur de M (avec des moyennes de distribution allant de 0,055 à 0,088). Il est plus probable qu'improbable que le stock soit supérieur au PRL, les probabilités de dépassement du PRL variant en fonction de M.

En faisant la moyenne des probabilités obtenues pour les trois MO de référence, on obtient une probabilité de 79 % que le stock soit supérieur au PRL en 2021. Il existe une probabilité correspondante de 52 %, moyenne sur les trois MO de référence, que le stock soit supérieur au PRS.

La mesure A du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) mesure le déclin sur une période de trois générations. Lorsque l'on fait la moyenne des trois MO de référence, notre analyse montre qu'il y a une forte probabilité que la population ait diminuée de 30 % et de 50 % (avec une probabilité de 99 % et de 86 %, respectivement), et une probabilité plus faible (48 %) que la population ait diminuée de plus de 70 % en 2021.

## Sources d'incertitude

### Considérations environnementales

En prévision de l'inclusion du sébaste à dos épineux des eaux intérieures dans le deuxième lot de grands stocks prescrits par règlement en vertu des dispositions relatives aux stocks de poissons, nous avons pris en compte les effets incertains des conditions environnementales en établissant des MO qui varient en termes de mortalité naturelle et en ajoutant un MO avec un recrutement réduit (MO B).

Il est notoirement difficile d'établir une relation mécanique entre les variables environnementales et les aspects de la productivité d'une population (par exemple, la croissance, la maturité, le recrutement, la mortalité naturelle) pour les poissons marins. Même l'établissement de corrélations peut s'avérer difficile, et ces relations peuvent même ne pas se maintenir dans le temps. En outre, l'intégration des effets environnementaux dans les

évaluations peut fausser les avis en fonction du degré de compréhension de la relation entre l'environnement et la productivité.

Ici, nous ne modélisons pas directement une variable environnementale individuelle (par exemple, la température ou l'oxygène), car nous n'avons pas d'hypothèses a priori sur la relation entre une variable environnementale et la productivité. Nous considérons plutôt les conditions environnementales sur la productivité du stock en évaluant les PG dans les MO avec un scénario de faible recrutement et les MO avec différents taux de mortalité naturelle. De nombreuses méthodes ont été élaborées pour estimer  $M$  à partir des paramètres du cycle biologique accessibles. [The Barefoot Ecologist's Toolbox](#) fournit une application Shiny pratique qui estime indirectement  $M$  à l'aide de diverses méthodes empiriques publiées. Les estimations de  $M$  pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures varient de 0,02 à 0,25, en fonction de la méthode empirique. Cependant, les valeurs élevées ont été estimées à partir des paramètres de croissance et sont peu probables pour ce stock étant donné l'âge maximum élevé observé. D'autres évaluations du sébaste à dos épineux, comme celles de la côte ouest des États-Unis, ont également utilisé des valeurs  $M$  dans la fourchette inférieure.

Nous supposons ainsi qu'un nombre quelconque d'effets environnementaux peuvent agir sur le stock, entraînant des taux différents de mortalité naturelle ou une réduction du recrutement. Au lieu de comprendre les relations entre les variables environnementales et la productivité, nous sommes toujours en mesure de tester les PG en tenant compte de ces incertitudes.

#### **Aires de conservation du sébaste**

Dans le cadre de la stratégie de conservation du sébaste, 164 aires de conservation du sébaste (ACS), dans lesquelles les pêches ciblant le sébaste ou le capturant comme prise accessoire sont interdites, ont été établies dans les eaux de la Colombie-Britannique entre 2004 et 2006. On compte 128 ACS dans la zone 4B qui protègent environ 267 kilomètres carrés d'habitat du sébaste, soit 19 % de l'habitat disponible dans les eaux intérieures (Dunham *et al.* 2020). Les relevés par véhicule sous-marin téléguidé effectués dans les ACS dans les eaux intérieures ont révélé qu'il n'y avait pas de différence dans l'abondance ou la taille du sébaste aux yeux jaunes dans les ACS au moment de l'étude (de 3 à 7 ans après la mise en place des aires). Des données supplémentaires recueillies lors d'un relevé par véhicule sous-marin téléguidé en 2018 ont également montré peu de différences entre les sites à l'intérieur et à l'extérieur des ACS (D. Haggarty, MPO, données inédites). Les résultats du relevé de 2018 n'ont pas été publiés à temps pour être inclus dans ce projet.

Compte tenu de la longévité du sébaste, il faudra sans doute plus de 20 ans pour que les populations affichent des réactions aux zones fermées. Les ACS dans les eaux intérieures étant maintenant en place depuis 16 à 18 ans, nous pourrions commencer à y trouver bientôt des sébastes plus grands et en plus forte densité dans un avenir proche. La mesure dans laquelle les sébastes dans les ACS peuvent constituer une source inexploitée de recrutement pour les pêches n'a toutefois pas encore été déterminée.

#### **Captures historiques**

L'autre grande source d'incertitude dans nos analyses est l'ampleur des captures historiques. L'incertitude concernant les captures commerciales est attribuable à la déclaration des sébastes autres que le sébaste à longue mâchoire dans une catégorie agrégée avant 1950, et à l'ampleur des captures non déclarées au cours de la période 1986 à 2005. Haigh et Yamanaka (2011) ont reconstitué les données sur les captures historiques jusqu'en 2005 et tenté de séparer le sébaste à dos épineux de la catégorie agrégée des sébastes et de tenir compte des poissons rejetés. Les captures reconstituées ont été utilisées dans l'évaluation précédente du stock (Yamanaka *et al.* 2012). La reconstitution reste la meilleure série chronologique



disponible sur les captures historiques. Nous avons donc repris la même approche que Yamanaka et ses collaborateurs (2012) pour reconstituer les données historiques sur les captures récréatives et estimer les captures récréatives actuelles.

Aucun échantillon biologique de sébaste à dos épineux des eaux intérieures n'a été prélevé dans le cadre de la pêche commerciale depuis 2001. Ainsi, on ne sait pas explicitement comment la distribution des âges des poissons capturés dans la pêche commerciale a évolué au fil du temps. Le poids moyen déclaré depuis la mise en place en 2006 des exigences de contrôle à quai et en mer à 100 % a été utilisé pour vérifier indirectement que les pratiques de pêche n'ont pas changé de manière significative au fil du temps. L'élaboration d'un protocole d'échantillonnage biologique pour une pêche de type « capture vivante » permettrait de combler ce manque d'information pour les évaluations futures.

Comme dans l'examen du plan de reconstitution du sébaste aux yeux jaunes des eaux intérieures, les prises à des fins ASR ne sont pas explicitement incluses et restent incertaines pour le sébaste à dos épineux des eaux intérieures. Toutefois, certaines prises à des fins ASR font partie des captures commerciales, car certains sébastes à dos épineux seront capturés et débarqués lors de sorties de « double pêche » au cours desquelles la pêche commerciale et la pêche à des fins ASR sont pratiquées. Les poissons sont débarqués et font l'objet d'un contrôle à quai, de sorte que les données sont incluses dans les bases de données sur la pêche commerciale du MPO. Les sorties de double pêche se déroulent principalement dans la partie nord des eaux intérieures. De même, une partie de l'effort de pêche à des fins ASR sera également saisie dans les données sur l'effort de l'enquête par interrogation des pêcheurs, car la pêche à des fins ASR pratiquée à partir de petites embarcations paraîtra comme un bateau de pêche récréative et sera comptabilisée lors des survols de l'enquête par interrogation des pêcheurs du MPO et entrera dans l'estimation de l'effort de pêche récréative.

Les applications futures du Cadre de procédures de gestion pour ce stock bénéficieraient d'un travail de collaboration plus détaillé avec les Premières Nations pour quantifier les prises à des fins ASR contemporaines et historiques dans la zone 4B. En accordant la priorité aux collaborations, le MPO pourra établir des relations mutuellement bénéfiques qui contribueront à lever les incertitudes liées aux informations sur les prises à des fins ASR.

## CONCLUSIONS ET AVIS

Les cadres de procédures de gestion diffèrent des évaluations traditionnelles des stocks en ce sens que les points de référence et l'état des stocks ne doivent pas être explicitement communiqués et que les objectifs liés à la probabilité de dépassement des points de référence doivent être convenus dès le début du processus. Les points de référence et l'état des stocks font toujours partie intégrante du cadre, mais ils sont calculés dans les MO et intégrés dans les paramètres de rendement.

L'état du stock de sébaste à dos épineux des eaux intérieures a été estimé en calculant la moyenne des probabilités que la biomasse reproductrice de 2021 soit supérieure au PRL de 0,4  $B_{RMD}$  pour les trois MO de référence, qui diffèrent par la valeur de la mortalité naturelle. On estime que le stock se situe au-dessus du PRL avec une probabilité moyenne de 79 % et au-dessus du PRS avec une probabilité moyenne de 52 %. Il y a une probabilité moyenne de 64 % que la biomasse reproductrice de 2021 soit supérieure à 0,2  $B_0$ .

Des PG ont été évaluées en fonction de leur capacité à atteindre les objectifs de gestion dans le cadre de cinq MO. Toutes les PG, à l'exception de celle ayant des captures constantes de 41 tonnes, ont atteint l'objectif lié au PRL après une génération avec une probabilité supérieure à 90 %. Les deux PG indice-ratio ont pu atteindre l'objectif lié au PRL après une génération

avec une probabilité supérieure à 95 %, mais cela s'est accompagné d'un compromis lié aux captures.

La preuve de circonstances exceptionnelles, survenant dans l'intervalle recommandé entre les évaluations, déclencherait un examen des MO et de la PG, ce qui pourrait entraîner un nouveau MO ou un ajustement de la PG choisie. Dans cette analyse, l'indice découlant du RPFD et l'âge moyen et le poids moyen associés sont présentés comme des indicateurs pour une réévaluation future. Ces indicateurs ont été simulés dans la projection, car les données réelles correspondantes devraient être disponibles à l'avenir, à mesure que le RPFD se poursuivra. L'indice de l'abondance observé sortant de l'intervalle de confiance de 90 % de l'indice simulé dans cette analyse est un exemple de déclencheur d'une réévaluation.

**LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION**

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
Acheson	Schon	MPO, Sciences
Anderson	Erika	MPO, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Anderson	Sean	MPO, Sciences
Carruthers	Thomas	Blue Matter Science Ltd.
Cornthwaite	Maria	MPO, Sciences
Davidson	Lindsay	MPO, Sciences
Davis	Ben	MPO, Sciences – présidente de la réunion
English	Philina	MPO, Sciences
Ganton	Amy	MPO, Gestion des pêches
Haggarty	Dana	MPO, Sciences
Haigh	Rowan	MPO, Sciences
Huynh	Quang	Blue Matter Science Ltd.
Langseth	Brian	National Oceanic and Atmospheric Administration
MacInnis	Christine	MPO, Gestion des pêches
Mazur	Mackenzie	MPO, Sciences
Mose	Brian	Regroupement commercial du secteur industriel – pêche au chalut
Muirhead-Vert	Yvonne	MPO, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Obradovich	Shannon	MPO, Sciences
Olmstead	Melissa	MPO, Sciences
Olsen	Norm	MPO, Sciences
Rogers	Luke	MPO, Sciences
Schijns	Rebecca	Oceana Canada
Siegle	Matthew	MPO, Sciences
Tadey	Rob	MPO, Gestion des pêches
Walker	Leah	MPO, Sciences

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion par les pairs régional des 6 et 7 décembre 2022 sur l'application du cadre des procédures de gestion du sébaste à dos épineux interne en Colombie-Britannique, en 2021. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

Anderson, S.C., Forrest, R.E., Huynh, Q.C., et Keppel, E.A. 2021. [Un cadre des procédures de gestion pour le poisson de fond en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/007. vi + 150 p.

Carruthers, T.R., and Hordyk, A. 2018. The data-limited methods toolkit (DLMtool): An R package for informing management of data-limited populations. *Meth. Ecol. Evol.* 9: 2388–2395.

Dunham, J.S., Yu, F., Haggarty, D., Deleys, N. et Yamanaka, L. 2020. [Une évaluation régionale des paramètres écologiques des aires de conservation du sébaste en Colombie-Britannique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/026. ix + 96 p.

Haggarty, D.R., Siegle, M.R., Litt, M.A., and Huynh, Q. 2022. [Quillback rockfish fishery and conservation objectives workshop summary report](#). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3488: viii + 56 p.

Haigh, R., and Yamanaka, K.L. 2011. [Catch history reconstruction for rockfish \(\*Sebastes spp.\*\) caught in British Columbia coastal waters](#). DFO Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2943: viii + 124 p.

Myers, R.A., Rosenberg, A.A., Mace, P.M., Barrowman, N., and Restrepo, V.R. 1994. [In search of thresholds for recruitment overfishing](#). *ICES JMS*, 51(2): 191–205.

Punt, A.E., Butterworth, D.S., de Moor, C.L., De Oliveira, J.A.A., and Haddon, M. 2016. Management strategy evaluation: Best practices. *Fish Fish.* 17(2): 303–334.

Yamanaka, K.L., McAllister, M.K., Etienne, M.-P., and Flemming, R. 2012. [Stock Assessment and Recovery Potential Assessment for Quillback Rockfish \(\*Sebastes maliger\*\) on the Pacific Coast of Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/135. vii + 151 p.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)

Région du Pacifique

Pêches et Océans Canada

3190, chemin Hammond Bay

Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Courriel : [DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca)

Adresse Internet : [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-49765-5 N° cat. Fs70-6/2023-033F-PDF

© Sa Majesté le Roi 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 du cadre des procédures de gestion du sébaste à dos épineux  
(*Sebastes maliger*) interne en Colombie-Britannique, en 2021. Secr. can. des avis sci. du  
MPO. Avis sci. 2023/033.

*Also available in English:*

DFO. 2023. *Application of the Management Procedure Framework for Inside Quillback Rockfish  
(Sebastes maliger) in British Columbia in 2021. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep.  
2023/033.*