



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

## **Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)**

---

**Document de recherche 2023/061**

**Région des Maritimes**

# **Hareng du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy : Cadre d'évaluation de la stratégie de gestion**

T.J. Barrett

Station biologique de St. Andrews  
Pêches et Océans Canada  
125, promenade Marine Science  
St. Andrews (Nouveau-Brunswick) E5B 0E4

---

## Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien des avis scientifiques  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



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

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-49870-6 N° cat. Fs70-5/2023-061F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

Barrett, T.J. 2023. Hareng du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy : Cadre d'évaluation de la stratégie de gestion. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/061. iv + 27 p.

### **Also available in English :**

*Barrett, T.J. 2023. Southwest Nova Scotia/Bay of Fundy Herring: Management Strategy Evaluation Framework. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/061. iv + 25 p.*

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	IV
INTRODUCTION .....	1
OBJECTIFS DE L'ESG .....	2
ANALYSE .....	2
PARAMÈTRES DE RENDEMENT.....	2
DONNÉES .....	3
MODÈLES OPÉRATIONNELS .....	4
SIMULATIONS EN BOUCLE FERMÉE .....	5
PROCÉDURES DE GESTION POSSIBLES.....	6
RENDEMENT DES PROCÉDURES DE GESTION.....	7
CIRCONSTANCES EXCEPTIONNELLES.....	7
FRÉQUENCE ET CALENDRIER PROPOSÉS DES MISES À JOUR ET DES CADRES DE L'ANNÉE INTERMÉDIAIRE .....	8
CONCLUSIONS.....	8
RÉFÉRENCES CITÉES.....	9
ANNEXE A. PROTOCOLE RELATIF AUX CIRCONSTANCES EXCEPTIONNELLES POUR L'ÉVALUATION DE LA STRATÉGIE DE GESTION DU HARENG DU SUD-OUEST DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE ET DE LA BAIE DE FUNDY .....	24

---

## RÉSUMÉ

Une approche pour le conditionnement de modèles opérationnels (MO) aux fins de l'évaluation de la stratégie de gestion (ESG) du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy (SONÉ/BF) a été élaborée en 2020 (Carruthers *et al.* 2023). Le présent document complète le cadre d'ESG qui sera utilisé pour évaluer le rendement des procédures de gestion (PG) possibles pour la pêche du hareng dans la région du SONÉ/BF en définissant : 1) les objectifs de l'ESG et les mesures de rendement connexes pour l'évaluation des objectifs, 2) l'ensemble de référence des MO qui servira de banc d'essai pour l'évaluation du rendement des PG, 3) la méthode de simulation en boucle fermée utilisée pour l'évaluation des PG, 4) les critères relatifs aux circonstances exceptionnelles pour déclencher une évaluation de la pertinence des avis d'une PG et 5) la fréquence et le moment proposés des mises à jour de l'année intermédiaire à fournir entre les cadres complets examinés par les pairs et le moment recommandé pour le prochain cadre. L'application du cadre d'ESG est démontrée dans le présent document par un ensemble de procédures de gestion possibles. Des PG potentielles peuvent continuer d'être élaborées et évaluées à l'aide de ce cadre d'ESG.

---

## INTRODUCTION

Un cadre d'évaluation de la stratégie de gestion (ESG) a été élaboré pour déterminer des procédures de gestion (PG) possibles pour la pêche du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dans la baie de Fundy (SONÉ/BF) qui sont conformes aux orientations stratégiques nationales fondées sur la politique d'approche de précaution de Pêches et Océans Canada (MPO) [MPO 2009]. Le cadre d'ESG comprend un ensemble de modèles opérationnels (MO) qui sont conditionnés par les données sur les pêches et qui sont utilisés pour caractériser la dynamique des pêches. L'approche générale de conditionnement des MO est décrite dans Carruthers *et al.* (2023). Chaque MO représente une hypothèse contraire pour la dynamique des pêches. Le cadre d'ESG utilise des simulations en boucle fermée pour évaluer le rendement des PG possibles par rapport à un ensemble d'objectifs. Les objectifs de l'ESG ne comprennent pas tous les objectifs pour la pêche (des objectifs supplémentaires sont définis dans le plan de gestion intégrée des pêches pour la population; MPO 2020a), mais constituent un objectif de conservation (défini par le MPO, fondé sur la politique de l'approche de précaution) et un ensemble d'objectifs définis par les intervenants qui peuvent être évalués quantitativement dans le cadre. L'évaluation des procédures de gestion est effectuée à partir d'un ensemble de références de modèles opérationnels qui comprend les hypothèses les plus plausibles. Les PG possibles ne sont pas prises en considération lorsqu'elles ne répondent pas à une norme de rendement minimale pour l'objectif de conservation. La sélection des PG consiste à explorer les compromis en matière de rendement entre les objectifs restants. L'application du cadre d'ESG est démontrée à l'aide d'un ensemble de PG possibles. Les PG possibles peuvent continuer d'être élaborées et évaluées à l'aide de ce cadre d'ESG.

Le hareng de l'Atlantique (ci-après appelé « hareng ») est une espèce pélagique que l'on trouve des deux côtés de l'océan Atlantique Nord. Ce poisson se rassemblant en bancs forme des concentrations prévisibles pour se nourrir, hiverner et se reproduire. La pêche du hareng dans la région du SONÉ/BF, dans les divisions 4VWX de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO), est l'une des plus importantes et des plus anciennes pêches de la région. Le hareng de la région du SONÉ/BF est récolté par plusieurs types d'engins de pêche : la senne coulissante (plus de 80 % des quantités débarquées totales actuelles), le filet maillant, la fascine, la senne à poche et le filet-trappe.

Le secteur de pêche du hareng des divisions 4VWX comprend un certain nombre de frayères, séparées à des degrés divers dans l'espace et dans le temps. Les frayères situées à proximité les unes des autres, qui partagent la même aire de distribution des larves et où les périodes de fraie sont similaires, sont considérées comme faisant partie de la même composante. La structure du stock est compliquée par la migration du hareng sur de longues distances et l'interaction à l'extérieur de la période de fraie, à la fois avec des membres considérés comme faisant partie de la même composante et avec des membres d'autres composantes (Stephenson *et al.* 2009). Aux fins de l'évaluation et de la gestion, les pêches du hareng des divisions 4VWX sont divisées en quatre composantes : la composante de reproducteurs du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy (SONÉ/BF), la composante de reproducteurs au large du plateau néo-écossais, la composante de fraie de la côte de la Nouvelle-Écosse et les juvéniles migrants du sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB). Les juvéniles migrants du SONB sont pêchés (par fascine) à l'intérieur des limites spatiales de la zone de stock du SONÉ/BF, mais sont considérés comme une composante de gestion distincte et les fascines capturent des harengs provenant de différentes frayères. La composante de reproducteurs du SONÉ/BF est la plus importante unité de gestion et cette pêche est gérée par un total autorisé des captures (TAC) annuel. Les principales frayères sont les zones du banc

---

German, de la baie Scots, de l'île Seal et du récif de la Trinité (figure 1), mais la pêche est également pratiquée dans les aires à l'extérieur de ces frayères.

Le stock de hareng du SONÉ/BF se trouve sans cadre de modélisation depuis environ deux décennies et les décisions de gestion ont été fondées sur les tendances d'un indice acoustique de la biomasse du stock reproducteur (BSR). La composante de gestion du hareng du SONÉ/BF a été évaluée pour la dernière fois en 2018 (MPO 2018) dans le cadre de l'évaluation du hareng de la zone 4VWX. Des mises à jour sur l'état des stocks de hareng du SONÉ/BF ont été fournies en 2019, 2020 et 2021 (MPO 2020b, c, 2021), et le stock était inférieur à son point de référence limite (PRL) et dans la zone critique du cadre stratégique de l'approche de précaution du MPO (MPO 2009) en 2018, 2019 et 2020. L'état des stocks pour 2021 n'a pas encore été déterminé. Bien qu'un plan de rétablissement (MPO 2013) ait été élaboré pour le stock, l'absence d'une approche de modélisation analytique pour fournir des projections à court terme a empêché la Direction des sciences de fournir des conseils sur les niveaux de récolte. Au cours des trois dernières années, la Direction des sciences a recommandé de maintenir l'exploitation au niveau le plus bas possible jusqu'à ce que le stock soit hors de la zone critique (MPO 2020b, c, 2021).

## OBJECTIFS DE L'ESG

L'objectif de conservation suivant a été défini par le MPO pour être conforme à la politique d'approche de précaution du MPO (MPO 2009) et sert de norme de rendement minimale pour la sélection des PG :

1. Maintenir le stock au-dessus du PRL avec une probabilité d'au moins 75 % chaque année pendant les années 10 à 25 de la période de projection pour chaque MO dans l'ensemble de référence.

Les intervenants ont défini d'autres objectifs de l'ESG :

2. Maintenir la BSR au-dessus d'une biomasse cible à long terme.
3. Maximiser le rendement à court terme.
4. Maximiser le rendement à long terme.
5. Réduire au minimum la variabilité des prises.
6. Limiter le prélèvement des petits poissons.

## ANALYSE

### PARAMÈTRES DE RENDEMENT

Les paramètres de rendement sont utilisés pour évaluer quantitativement la capacité des PG à atteindre les objectifs de l'ESG. Pour l'objectif de conservation principal (objectif 1), une norme de rendement minimale est définie comme suit :

- $P(\text{BSR estimée par le modèle} > \text{BSR moyenne estimée par le modèle de 2005 à 2010}) > 0,75$  par année au cours des années 10 à 25 de la période de projection pour chaque MO dans l'ensemble de référence.

Les procédures de gestion qui ne satisfont pas à la norme de rendement minimale ne peuvent plus être prises en considération. Le PRL pour le stock est la valeur moyenne de l'indice acoustique de BSR de 2005 à 2010 (Clark *et al.* 2012), donc la même période a été utilisée pour la BSR estimée par le modèle afin de refléter cette période de faible biomasse. La valeur

---

de probabilité de 0,75 représente l'extrémité inférieure de la fourchette pour une « probabilité élevée » définie dans la politique d'approche de précaution (MPO 2009). La période de 10 ans a été définie comme étant d'environ deux générations pour le hareng de la région du SONÉ/BF (extrémité supérieure de la fourchette de 1,5 à 2 générations définie comme une période raisonnable dans la politique d'approche de précaution; MPO 2009). Bien que les plus faibles valeurs de conservation des fourchettes définies dans la politique d'approche de précaution aient été choisies pour une « probabilité élevée » et un « délai raisonnable », la norme de rendement doit être respectée pour chaque modèle opérationnel dans l'ensemble de référence.

Les autres paramètres de rendement servent uniquement à classer le rendement relatif des PG et à évaluer les compromis entre elles. Aucune valeur de rendement minimale n'est définie pour ces paramètres et ceux-ci ne sont pas utilisés pour exclure les PG. Les périodes utilisées pour les paramètres de rendement ont été définies en fonction d'une médiane approximative tirée des réponses à un sondage auprès des intervenants. Un point de référence supérieur du stock n'ayant pas été défini officiellement, les valeurs cibles de biomasse de l'indice acoustique de BSR de 425 kilotonnes (kt) et de 500 kt sont utilisées pour évaluer l'objectif 2. Étant donné que le rendement des PG par rapport aux objectifs 2 à 6 n'est utilisé que pour classer le rendement des PG, la valeur cible de l'indice acoustique de BSR et les délais précis choisis pour les paramètres du rendement pour ces objectifs influenceront l'ampleur du paramètre du rendement, mais ne devraient pas influencer le classement relatif des PG selon des valeurs de biomasse cibles et des délais semblables. Les paramètres de rendement pour les objectifs 2 à 6 sont définis comme suit :

2. a. P(moyenne mobile sur 3 ans de l'indice de la BSR > 425 kt) sur les années 16 à 25.  
b. P(moyenne mobile sur 3 ans de l'indice de la BSR > 500 kt) sur les années 16 à 25.
3. Rendement maximal au cours des années 1 à 5.
4. Rendement maximal au cours des années 6 à 25.
5. Variabilité interannuelle moyenne du rendement sur les années 1 à 25.
6. Pourcentage de petits poissons par nombre (< 23 cm) au cours des années 1 à 15.

Les paramètres de rendement pour chaque PG ont été calculés séparément par MO pour l'ensemble des simulations et des années pour toute la période indiquée.

## **DONNÉES**

Les principales incertitudes relatives à la dynamique des populations et à la pêche ont été cernées par les intervenants lors d'un atelier tenu les 23 et 24 janvier 2020. La dynamique des populations de poissons a été modélisée pour le cadre de l'ESG à l'aide d'une analyse de la réduction des stocks de plusieurs espèces avec 36 MO initiales (révisée à partir de Carruthers *et al.* 2023). Ces résultats des modèles opérationnels résultent d'un croisement de tous les niveaux de quatre axes d'incertitude : le taux de mortalité naturelle ( $M$ ), la croissance future, la résilience ou la variation de la relation stock-recrutement ( $h$ ), et l'inclusion des données sur les prises et la composition de la pêche à fascines (tableau 1). Les modèles supposent une relation stock-recrutement de Beverton-Holt paramétrée avec une valeur initiale  $h$  (au cours des cinq premières années) de 0,65 ou 0,95 pour représenter des scénarios faibles et élevés de résilience à une BSR faible. On a supposé que les valeurs  $h$  du hareng étaient relativement élevées et la plage des valeurs  $h$  a été sélectionnée en fonction des profils de probabilité (Carruthers *et al.* 2023). Les scénarios  $M$  affichaient une  $M$  constante = 0,35 et une  $M$  faible et élevée variant selon l'âge (tableau 1). Les modèles ont été conditionnés aux données sur les prises (1968 à 2020) et la composition selon l'âge (1970 à 2019), à un indice acoustique de

---

BSR (1999 à 2020) avec des données sur la composition selon l'âge pour l'indice (1999 à 2019) et à un relevé des larves utilisé comme indice de l'abondance des stocks reproducteurs (1972 à 1998, 2009). en utilisant le modèle de conditionnement rapide dans le progiciel SAMtool (Huynh *et al.* 2022) dans le langage R (R Core Team 2021). La structure modèle de la flotte comprenait une flotte de pêche à la senne coulissante (généralement > 90 % des quantités débarquées) avec sélectivité logistique, une flotte de pêche au filet maillant avec sélectivité en forme de dôme et une flotte « autre » composée de tous les autres types d'engins avec sélectivité en forme de dôme. L'axe d'incertitude des prises de la pêche à fascines comprend l'ajout d'une quatrième flotte de « fascines », qui comprend des données sur les prises de pêche à fascines et à la senne à poche et la composition par âge du SONB. À l'heure actuelle, on ne considère pas les prises de pêche à la fascine comme faisant partie du stock du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy (SONÉ/BF); cependant, des données indiquent une connectivité entre le stock du SONÉ/BF et le hareng capturé dans la pêche à fascines (données d'étiquetage non publiées du MPO). Cette flotte de pêche à la fascine est modélisée en supposant que la sélectivité en forme de dôme et les proportions historiques des prises varient, les 5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles des prises de pêche à la fascine de 1968 à 2018 étant de 4 %, 18 % et 27 % des prises totales des quatre flottes.

Des changements importants de la croissance du hareng ont été observés au fil du temps (figure 1). Trois scénarios de croissance future sont envisagés dans les projections du modèle opérationnel :

- A : Le poids futur selon l'âge est la moyenne des trois dernières années.
- B : Le poids futur selon l'âge est une continuation de la variation du poids moyen selon l'âge observée au fil du temps en fonction de la régression du  $\log_{10}$  (poids) par rapport à l'année selon l'âge.
- Binv : Le poids à l'âge futur est un renversement de la variation de l'ampleur du poids selon l'âge au scénario B.

## MODÈLES OPÉRATIONNELS

Un ensemble de référence de modèles opérationnels (MO) a été défini comme un sous-ensemble des 36 MO initiaux pour représenter des hypothèses contraires plausibles qui sont utilisées comme banc d'essai pour l'évaluation de la PG. Les autres MO des 36 initiaux qui convergeaient ont été attribués à un ensemble de robustesse. Les ensembles de MO de robustesse représentent des hypothèses qui sont moins probables ou qui manquent de soutien et sont utilisés pour évaluer le rendement des PG, mais les PG ne sont pas écartées si elles ne respectent pas la norme de rendement minimale pour les MO de robustesse.

Les MO 20, 23 et 35 avec valeur  $M$  faible (niveau 2), valeur  $h$  faible (niveau L) et prises à la fascine incluses (niveau +) ne convergeaient pas. Ces modèles opérationnels convergeraient si la pondération de la probabilité pour les données de composition par âge de l'enquête était augmentée. Une évaluation a été effectuée pour évaluer la corrélation entre la BSR estimée par le modèle et l'indice acoustique (1999-2020). La BSR estimée du modèle présentait une corrélation négative par rapport à l'indice acoustique de BSR pour les MO 20, 23 et 35 révisés, de sorte que ces MO ont été éliminés en fonction de leur plausibilité. Les trajectoires historiques de  $BSR/BSR_{RMD}$  (BSR par rapport à la BSR au rendement maximal durable [RMD]) et de  $F/F_{RMD}$  (taux de mortalité due à la pêche par rapport au taux de mortalité due à la pêche au rendement maximal durable) ont été évaluées pour chaque MO à l'aide de suppositions de RMD à l'équilibre avec estimations de croissance annuelle, de maturité et de sélectivité. Les modèles opérationnels à valeur  $M$  élevée et à valeur  $h$  élevée (MO 3, 6, 15, 18, 27 et 33), ainsi que les modèles à valeur  $M$  faible et à valeur  $h$  faible (MO 8, 11, 29 restants) présentaient des ratios



---

$F/F_{RMD}$  historiques qui laissent entendre que le stock avait été surexploité ou sous-exploité sur presque toute la série chronologique, suggérant ainsi que les combinaisons présumées de  $M$  et de  $h$  sont extrêmes et peu probables pour le hareng de la région du SONÉ/BF. Ces MO sont passés vers un ensemble de MO de robustesse. Il restait un ensemble de 24 MO à inclure dans l'ensemble de référence. Des projections de  $F = 0$  (aucune pêche) pour ces 24 MO ont été effectuées afin d'évaluer l'éventail des scénarios de productivité futurs saisis par ces modèles. Les MO avec une valeur  $M$  élevée et  $h$  faible ont donné lieu à une très faible productivité, de sorte que la BSR s'est légèrement accrue au cours des premières années, s'est stabilisée à long terme et a diminué au-delà de 15 ans dans le scénario de croissance B (p. ex. MO 12). Compte tenu des scénarios de productivité extrême (élevée et faible) générés par les MO avec valeur  $M$  élevée et faible, l'ensemble de référence des MO a été défini en n'utilisant que des MO avec valeur  $M = 0,35$ , ce qui a donné un ensemble de référence avec 12 des 36 modèles initialement définis (tableau 2).

Une évaluation des changements temporels dans le recrutement et la production excédentaire au fil du temps (figures 2 et 3) a révélé un point de changement pour tous les MO dans la référence établie après 1989 pour le recrutement et après 1985 pour la production excédentaire. L'analyse des points de changement a été effectuée à l'aide de la fonction *Cpt.mean* dans le progiciel *changepoint* dans R (Killick *et al.* 2016) avec les paramètres par défaut pour cerner les changements d'étape dans la moyenne de la série chronologique. Le recrutement futur (prévu) pour l'ensemble de référence des MO a donc été estimé avec des propriétés statistiques (moyenne, variance et autocorrélation) déterminées par les écarts de recrutement de 1990 à 2017.

D'autres incertitudes sont saisies dans un ensemble de MO de robustesse (tableau 3). Ces incertitudes comprennent un recrutement futur plus élevé et des prises à la fascine futures plus élevées. Les scénarios de recrutement futurs sont fondés sur les écarts moyens de recrutement par rapport à la série chronologique historique (1968-2017) et le recrutement futur par rapport aux écarts de recrutement antérieurs inférieurs de 90 %, 50 % et 60 % (tableau 3). Les futurs scénarios de prises à la fascine plus élevés représentent 40 %, 50 % et 60 % du total autorisé des captures pour le SONÉ/BF, comparativement à l'hypothèse de 20 % dans l'ensemble de référence des MO (tableau 3). Quatre MO de robustesse sont définis pour chacune de ces incertitudes à l'aide de la valeur  $M = 0,35$  de l'ensemble de référence, des scénarios de croissance future B et Binv, des valeurs  $h$  élevées et basses, et des niveaux - et + de l'incertitude liée aux fascines (tableau 1) pour saisir une gamme d'états de productivité (tableau 3).

## **SIMULATIONS EN BOUCLE FERMÉE**

Le cadre de l'ESG évalue le rendement des PG au moyen de simulations en boucle fermée à l'aide du progiciel MSEtool (Hordyk *et al.* 2022) dans le langage R (R Core Team 2021). L'analyse de simulation est effectuée sur chaque combinaison de MO/PG et consiste à simuler les données de pêche pour des simulations répétées ( $n = 1\ 000$ ) du MO. Le choix de 1 000 simulations était fondé sur la stabilité des paramètres de rendement (p. ex. 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> centiles de la BSR projetée) pour diverses valeurs  $n$  (figure 4). L'augmentation de  $n$  à plus de 1 000 n'a procuré aucun avantage (figure 5). Un échantillon initial de 1 000 répétitions est prélevé à partir du MO et, dans certains cas, le taux de mortalité due à la pêche n'a pas pu être estimé, et ces répétitions sont abandonnées par le logiciel en tant qu'itérations non convergentes. Le nombre d'itérations qui ont convergé (pour les 4 MO avec des valeurs historiques uniques dans l'ensemble de référence) était de 1 000, 994, 1 000 et 945 pour les MO 1, 7, 13, 19, respectivement. Chaque simulation varie dans l'estimation de l'erreur de processus et de l'erreur d'observation. Les données de pêche simulées sont générées en

---

appliquant un modèle d'observation (étape 1 de la figure 6) avec une erreur d'observation et une incertitude conçues pour reproduire la pêche.

L'indice acoustique projeté est estimé en supposant la proportionnalité avec la BSR estimée du modèle, l'erreur d'observation étant estimée en fonction des propriétés statistiques (variance et autocorrélation) de l'indice acoustique utilisé dans le conditionnement du MO. L'estimation du paramètre d'hyperstabilité  $\beta$  à partir de l'indice acoustique et de la BSR estimée par le modèle (1999-2020) était généralement inférieure à 1 (figure 7); cependant, dans la période de projection, on a supposé que  $\beta$  était égal à 1 (c.-à-d. l'indice acoustique de BSR estimée par le modèle). Les valeurs projetées de l'indice acoustique de BSR sont utilisées dans une mesure de rendement pour l'objectif 2, comme données de surveillance dans les PG possibles, et sont utilisées pour établir les valeurs de déclenchement dans les circonstances exceptionnelles (Annexe A).

Une PG possible est appliquée aux données simulées (étape 2 de la figure 6) et la PG génère une recommandation de total autorisé des captures (TAC). Le TAC est mis en œuvre (étape 3 de la figure 6) à l'aide d'un modèle de mise en œuvre qui peut comprendre un multiplicateur pour tenir compte du fait que les prises sont supérieures ou inférieures au TAC. Dans le cas des MO sans prises à la fascine, le multiplicateur était établi à 1 (c.-à-d. prise = TAC). Dans le cas des MO qui comprennent des prises à la fascine, le multiplicateur a été établi à 1,2 pour tenir compte des prises de la flotte de pêche à la fascine qui ne sont pas comptabilisées dans le TAC pour le stock de hareng du SONÉ/BF. Le multiplicateur présumé de 1,2 représente le ratio approximatif des prises à la fascine par rapport aux prises des trois autres flottes (c.-à-d. le stock du SONÉ/BF) au cours des 3 dernières années. Il en résulte des prélèvements égaux au TAC pour la senne coulissante, le filet maillant et les « autres » flottes (c.-à-d. le stock du SONÉ/BF) et des prélèvements supplémentaires équivalant à 20 % du TAC recommandé par la PG pour la flotte de pêche à la fascine.

La dernière étape de la boucle de simulation (étape 4 de la figure 6) consiste à retirer les prises de la pêche (en utilisant la sélectivité moyenne des trois dernières années historiques) en mettant à jour le modèle opérationnel. Ce processus est répété jusqu'à la fin de la période de projection de 25 ans (environ 5 générations pour le hareng du SONÉ/BF). À la fin de la période de projection, le rendement des procédures de gestion peut être évalué.

La supposition selon laquelle les prises futures de la pêche à la fascine représenteraient 20 % du TAC du SONÉ/BF a été évaluée dans l'ensemble de robustesse des MO en définissant des MO de rechange avec des multiplicateurs de prises de 1,4, 1,5 et 1,6 (tableau 3). Des prises futures plus élevées de la pêche à la fascine ont réduit la probabilité que la BSR soit supérieure à la BSR moyenne de 2005 à 2010 pour le MO de la pêche à la fascine (figure 8). Les prises plus élevées des fascines n'ont pas influencé la *probabilité minimale* de dépasser la BSR moyenne de 2005 à 2010, alors que le multiplicateur de prises était de 1,4 (c.-à-d. que les probabilités pour le MO R3d sont supérieures au MO 10 = MO R3b) ou à 1,5, mais elles ont influencé la *probabilité minimale* pour le multiplicateur de 1,6 (Figure 8).

## PROCÉDURES DE GESTION POSSIBLES

Les procédures de gestion (PG) possibles ont été définies pour fournir des conseils annuels sur le total autorisé des captures (TAC) en fonction de la moyenne annuelle ou de la moyenne mobile sur trois ans de l'indice acoustique de biomasse du stock reproducteur (BSR). La forme générale des PG était des TAC fixes, des taux de récolte fixes, des PG de taux de récolte en forme de bâton de hockey conformes à la règle provisoire de contrôle des prises de la politique d'approche de précaution (MPO 2009) et des fonctions étagées (tableau 4; figure 9).

---

D'autres PG ont été définies pour séparer la répartition du TAC pour la flotte de pêche à la senne coulissante en deux parties, à savoir a) les prises de poissons juvéniles et b) les prises de poissons adultes. Ces PG ont été définies en modifiant la sélectivité future du MO de la flotte de pêche à la senne coulissante dans les projections. On a supposé que la sélectivité présumée de la flotte de pêche à la senne coulissante pour les juvéniles était la sélectivité estimée par le modèle pour la flotte de pêche à la fascine à l'aide du MO avec la même hypothèse  $h$ ; cependant, la sélectivité de la flotte de pêche à la fascine a été forcée d'être nulle pour les poissons de 1 an parce que la flotte de pêche à la senne coulissante attrape rarement des harengs de 1 an. On a supposé que la sélectivité présumée de la flotte de pêche à la senne coulissante pour les adultes était l'ogive de maturité (moyenne des données des trois dernières années historiques). La sélectivité globale de la flotte de pêche à la senne coulissante avec un TAC de  $p$  % pour les prises de juvéniles a ensuite été estimée comme une moyenne pondérée ( $p$  % juvéniles et  $(100)$  % adultes) des deux courbes de sélectivité, puis normalisée à un maximum de sélectivité à l'âge de 1 an (figure 10).

## RENDEMENT DES PROCÉDURES DE GESTION

Les PG possibles ont d'abord été évaluées en fonction de l'objectif de conservation (objectif 1). Les PG qui n'avaient pas de probabilité de dépasser la BSR moyenne de 2005 à 2010 au cours de chaque année des années 10 à 15<sup>1</sup> de la période de projection pour chaque MO de l'ensemble de référence ont été modifiées jusqu'à ce qu'une PG satisfasse à cette norme de rendement minimale. Les PG possibles qui ont satisfait à la norme minimale (c.-à-d. les PG qui ont atteint l'objectif 1; figure 11) ont été évaluées par rapport aux objectifs 2 à 6 (figure 12; tableau 5). Le classement relatif des PG pour l'objectif 2 est le même avec une biomasse cible de 425 kt et 500 kt. La PG *fix12.5* présente le rendement à court terme le plus élevé, mais le rendement à long terme le plus faible et aucune variabilité du rendement (figure 12). Les PG en forme de bâton de hockey (*HS\_PA\_f11.8* et *HS\_PA\_f13.1a*) ont le rendement à court terme le plus faible, le rendement à long terme le plus élevé et la variabilité du rendement la plus élevée (figure 12). Ces compromis entre les PG sont mis en contraste à la figure 13. Le pourcentage de prises (en nombre) < 23 cm est similaire parmi les PG, sauf si la sélectivité future est spécifiquement modifiée. On a comparé deux PG à taux de récolte fixe pour démontrer les compromis dans la pêche du hareng juvénile. La PG *P3.5* a un taux de récolte fixe de 3,5 % et la PG *P3.7\_20\_80* a un taux de récolte fixe de 3,7 %, mais seulement 20 % du TAC par senne coulissante est attribué aux poissons juvéniles. Cette réduction du pourcentage de prises de harengs juvéniles se traduit par une baisse médiane des MO de référence de 51 % à 39 % du pourcentage de prises (en nombre) < 23 cm et l'ampleur du taux de récolte qui respecte la norme de rendement minimale passe de 3,5 % à 3,7 % et augmente le rendement à court et à long terme (figure 12; figure 13; tableau 5).

## CIRCONSTANCES EXCEPTIONNELLES

Une fois qu'une PG est adoptée, elle est utilisée chaque année pour fournir des conseils sur le TAC. Les circonstances exceptionnelles sont généralement définies dans les cadres d'ESG pour traiter des situations qui ne sont pas celles pour lesquelles la PG a été testée en simulation ou lorsque les données requises pour l'appliquer ne sont pas disponibles. Le protocole relatif aux circonstances exceptionnelles pour ce cadre d'ESG est joint à l'annexe 1 et

---

<sup>1</sup> Le rendement de la PG est affiché sur une période de 10 à 15 ans pour l'objectif 1 du présent document, à la demande de la Gestion des ressources du MPO.

---

a été élaboré en collaboration avec la Gestion des ressources du MPO et les intervenants. Les raisons justifiant le recours à des circonstances exceptionnelles sont les suivantes :

- A. Il existe des preuves que le stock est dans un état qui n'est pas pris en compte dans l'éventail des hypothèses de l'ensemble de référence des MO.
- B. Les données requises pour appliquer la PG ne sont plus disponibles ou ne sont plus appropriées.

Les mesures particulières en cas de circonstances exceptionnelles n'ont pas été formellement définies. Les circonstances exceptionnelles seront évaluées dans les documents annuels de mise à jour du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) et les mesures particulières seront fournies dans les avis scientifiques annuels. Les indicateurs, les critères d'évaluation, la fréquence des évaluations et certaines considérations scientifiques pour chacune de ces sept circonstances exceptionnelles sont présentés à l'annexe 1 :

1. L'indice acoustique de BSR ne se situe pas dans la plage projetée pour la PG.
2. Le poids selon l'âge n'est pas visé dans la plage de valeurs utilisée dans les projections.
3. Les quantités débarquées de la pêche à la fascine sont plus élevées que la plage utilisée dans les projections.
4. Les prises futures pour la zone de stock de la région du SONÉ/BF sont supérieures au TAC.
5. De nouvelles données deviennent disponibles pour suggérer que les entrées de données ou les hypothèses du modèle ne sont plus valides.
6. L'indice acoustique de BSR n'est pas disponible pour appliquer la PG.
7. Les estimations de la BSR provenant des frayères secondaires dans la zone de stock de la région du SONÉ/BF prennent de l'ampleur.

## **FRÉQUENCE ET CALENDRIER PROPOSÉS DES MISES À JOUR ET DES CADRES DE L'ANNÉE INTERMÉDIAIRE**

Le délai proposé pour l'utilisation d'une PG choisie à partir de ce cadre d'ESG est de cinq ans. Les mises à jour annuelles se poursuivront sur le calendrier du statu quo d'environ mars de chaque année et comprendront l'application de la PG en utilisant l'indice acoustique de BSR estimée de l'année précédente et une évaluation du protocole des circonstances exceptionnelles.

## **CONCLUSIONS**

Le cadre d'ESG pour l'évaluation des PG par rapport aux six objectifs de l'ESG pour la pêche du hareng du SONÉ/BF a été décrit à l'aide de l'ensemble de référence de 12 MO et d'un ensemble de PG possibles. Ce cadre peut être utilisé pour déterminer les PG possibles qui répondent à la norme de rendement minimale pour l'objectif de conservation afin de maintenir le stock au-dessus du PRL avec une probabilité d'au moins 75 % chaque année pendant les années 10 à 25 de la période de projection pour chaque MO dans l'ensemble de référence. Le rendement de la PG a été présenté sur une période de 10 à 15 ans pour cet objectif dans le présent document, à la demande de la Gestion des ressources du MPO. Les compromis entre les PG peuvent être évalués en comparant le rendement aux autres objectifs de l'ESG. Les deux ensembles robustes de MO peuvent être utilisés pour exercer une discrimination accrue entre les PG possibles. Les PG possibles peuvent continuer d'être élaborées et évaluées à l'aide de ce cadre d'ESG.

---

## RÉFÉRENCES CITÉES

- Carruthers, T.R., Hordyk, A.R., Huynh, Q.C., Singh, R., et Barrett, T.J. 2023. [Cadre de conditionnement des modèles opérationnels pour la composante de reproducteurs du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy du hareng des divisions 4VWX](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/022. v + 111 p.
- Clark, D.S., Clark, K.J., Claytor, R., Leslie, S., Melvin, G.D., Porter, J.M., Power, M.J., Stone, H.H. and Waters, C. 2012. [Limit reference point for southwest Nova Scotia/Bay of Fundy spawning component of Atlantic Herring. \(\*Clupea harengus\*\) \(German Bank and Scots Bay\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/025.
- Hilborn, R. 2001. Calculation of biomass trend, exploitation rate, and surplus production from survey and catch data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 58: 579-584.
- Hordyk, A., Huynh, Q., Carruthers, T., and Grandin, C. 2022. [Package "MSEtool": Stock Assessment Methods Toolkit](#). Version 1.2.5. Accédé le 15 février 2022.
- Huynh, Q., Carruthers, T., and Hordyk, A. 2022. [Package "SAMtool": Management Strategy Evaluation Toolkit](#). Version 3.3.9999. Accédé le 15 février 2022.
- Killick, R., Haynes, K., Eckley, I., Fearnhead, P., and Lee, J. 2016. [Package "change point": Methods for Change point Detection](#). Version 2.2.2. Accédé le 15 février 2022.
- MPO. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#). Pêches et Océans Canada. Accédé le 15 février 2022.
- MPO. 2013. [Hareng du Canada Atlantique \(\*Clupea harengus\*\) - Plan de rétablissement pour le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse - Canada atlantique 2013](#). Pêches et Océans Canada. Accédé le 15 février 2022.
- MPO. 2018. [Évaluation du hareng de 4VWX de 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2018/052.
- MPO. 2020a. [Plans de gestion intégrée des pêches : Hareng de l'Atlantique dans la région des Maritimes](#). Pêches et Océans Canada. Accédé le 15 février 2022.
- MPO. 2020b. [Mise à jour de l'état du stock du hareng des divisions 4VWX pour la saison de pêche 2018-2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/001.
- MPO. 2020c. [Mise à jour de l'état des stocks de hareng des divisions 4VWX pour la saison de pêche 2019/2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/050.
- MPO. 2021. [Mise à jour de l'état du stock de hareng des divisions 4VWX pour la saison de pêche 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2021/040.
- R Core Team. 2021. [R: A language and environment for statistical computing](#). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Accédé le 15 février 2022.
- Stephenson, R.L., Melvin, G.D., and Power, M.J. 2009. Population integrity and connectivity in Northwest Atlantic Herring: a review of assumptions and evidence. ICES Journal of Marine Science. 66: 1733-1739

Tableau 1. Facteurs et niveaux des modèles opérationnels.

Facteur	Niveau	Description
Mortalité naturelle	1	$M = 0,35$ (tous les âges)
	2	$M = 0,49$ (0 à 2 ans); $M = 0,26$ (3 ans et plus)
	3	$M = 0,72$ (0 à 2 ans); $M = 0,45$ (3 ans et plus)
Croissance future	A	Croissance future = moyenne des trois dernières années historiques (2018 à 2020)
	B	Croissance future déterminée par une extrapolation linéaire de la tendance temporelle du $\log_{10}$ (poids selon l'âge)
	Binv	La croissance future est un renversement de la variation de l'ampleur du poids selon l'âge par rapport au niveau B
Résilience	H	Variation initiale de la relation de recrutement des stocks de Beverton-Holt $h = 0,95$
	L	Variation initiale de la relation de recrutement des stocks de Beverton-Holt $h = 0,65$
Prises à la fascine	-	Les données sur les prises et sur la composition selon la taille de la pêche à la fascine et à la senne à poche du sud-ouest du Nouveau-Brunswick sont exclues des données du stock du SONÉ/BF
	+	Les données sur la pêche à fascines et à la senne et la composition des prises et des tailles du sud-ouest du Nouveau-Brunswick sont incluses dans les données du stock du SONÉ/BF

Tableau 2. Taux de mortalité naturelle ( $M$ ), croissance future, variation ( $h$ ) et prises à la fascine (« - » = exclus; « + » = inclus) assumés pour l'ensemble initial de 36 MO et la classification (Réf = ensemble de référence; Rob = ensemble de robustesse, X = supprimé) pour les MO.

MO	$M$	Croissance	$h$	Fascine	Ensemble	MO	$M$	Croissance	$h$	Fascine	Ensemble
1	1	A	H	-	Réf	19	1	A	L	+	Réf
2	2	A	H	-	Rob	20	2	A	L	+	X
3	3	A	H	-	Rob	21	3	A	L	+	Rob
4	1	B	H	-	Réf	22	1	B	L	+	Réf
5	2	B	H	-	Rob	23	2	B	L	+	X
6	3	B	H	-	Rob	24	3	B	L	+	Rob
7	1	A	L	-	Réf	25	1	Binv	H	-	Réf
8	2	A	L	-	Rob	26	2	Binv	H	-	Rob
9	3	A	L	-	Rob	27	3	Binv	H	-	Rob
10	1	B	L	-	Réf	28	1	Binv	L	-	Réf
11	2	B	L	-	Rob	29	2	Binv	L	-	Rob
12	3	B	L	-	Rob	30	3	Binv	L	-	Rob
13	1	A	H	+	Réf	31	1	Binv	H	+	Réf
14	2	A	H	+	Rob	32	2	Binv	H	+	Rob
15	3	A	H	+	Rob	33	3	Binv	H	+	Rob
16	1	B	H	+	Réf	34	1	Binv	L	+	Réf
17	2	B	H	+	Rob	35	2	Binv	L	+	X
18	3	B	H	+	Rob	36	3	Binv	L	+	Rob

Remarque : MO de référence ombrées en gris

Tableau 3. MO de robustesse (en plus de ceux indiqués au tableau 2).

MO	M	Croissance	h	Fascine	Recrutement futur	Prises à la fascine futures
R1a	1	Bin	H	-	68-17	20 % du TAC du SONÉ/BF
R1b	1	B	L	-	68-17	20 % du TAC du SONÉ/BF
R1c	1	Bin	H	+	68-17	20 % du TAC du SONÉ/BF
R1d	1	B	L	+	68-17	20 % du TAC du SONÉ/BF
R2a	1	Bin	H	-	90 %	20 % du TAC du SONÉ/BF
R2b	1	B	L	-	90 %	20 % du TAC du SONÉ/BF
R2c	1	Bin	H	+	90 %	20 % du TAC du SONÉ/BF
R2d	1	B	L	+	90 %	20 % du TAC du SONÉ/BF
R3a	1	Bin	H	-	90-17	40 % du TAC du SONÉ/BF
R3b	1	B	L	-	90-17	40 % du TAC du SONÉ/BF
R3c	1	Bin	H	+	90-17	40 % du TAC du SONÉ/BF
R3d	1	B	L	+	90-17	40 % du TAC du SONÉ/BF
R4a	1	Bin	H	-	90-17	50 % du TAC du SONÉ/BF
R4b	1	B	L	-	90-17	50 % du TAC du SONÉ/BF
R4c	1	Bin	H	+	90-17	50 % du TAC du SONÉ/BF
R4d	1	B	L	+	90-17	50 % du TAC du SONÉ/BF
R5a	1	Bin	H	-	90-17	60 % du TAC du SONÉ/BF
R5b	1	B	L	-	90-17	60 % du TAC du SONÉ/BF
R5c	1	Bin	H	+	90-17	60 % du TAC du SONÉ/BF
R5d	1	B	L	+	90-17	60 % du TAC du SONÉ/BF

Remarques :

90-17 = recrutement futur basé sur les écarts moyens de recrutement de 1990 à 2017 (par rapport à la supposition de référence)

68-17 = recrutement futur basé sur les écarts moyens de recrutement de 1968 à 2017

90 % = recrutement futur fondé sur les écarts de recrutement antérieurs inférieurs de 90 %

Noms de MO se terminant par « a » = MO 25; noms de MO se terminant par « b » = MO 10 de l'ensemble de références

Tableau 4. Les procédures de gestion (PG) possibles qui répondent à la norme de rendement minimale pour l'objectif de conservation pour l'ensemble de référence de 12 MO.

PG	Description de la PG IL = indice de lissage (moyenne mobile sur 3 ans) en kt I = indice annuel en kt u = taux de récolte défini en termes d'IL	P(BSR > BSR <sub>2005-2010</sub> ) minimal annuel pour les 12 MO [Années 10 à 15]
NFref	Aucune référence de pêche (u = 0)	0,883
fix12.5	TAC fixe de 12,5 kt	0,752
P3.5	u fixe de 3,5 %	0,752
P3.7_20_80	u fixe de 3,7 %, 20 % du TAC de senne coulissante pour les poissons juvéniles; 80 % pour les poissons adultes	0,753
HS_PA_f11/8	Forme de bâton de hockey avec points de contrôle (IL, u) à (0; 0 %), (318; 0 %), (425; 5,57 %) et (∞; 5,57 %)	0,751
HS_PA_f13.1a	Forme de bâton de hockey avec points de contrôle (I, u) à (0; 0 %), (318; 0 %), (425; 6,14 %) et (∞; 6,14 %)	0,751
STEP1a	Fonction étagée avec (I, TAC en kt) points de jonction de segments : (0; 5) à (200; 5), (200; 9) à (250; 9), (250; 11) à (300; 11), (300; 13) à (350; 13), (350; 15) à (400; 15), (400; 17) à (450; 17), et (450; 19) à (∞; 19)	0,757

Tableau 5. Rendement (minimum, médian et maximum entre les MO dans l'ensemble de référence) des PG pour chacun des objectifs de l'ESG.

Objectif	Paramètre	Statistique	NFref	fix12.5	P3.5	P3.7_20_80	HS_f1/8	HS_PA_f13.1a	STEP1a
1	P(BSR > BSR <sub>2005-2010</sub> ) minimal annuel [10 à 15 ans]	min	0,883	0,752	0,752	0,753	0,751	0,751	0,755
		méd	0,962	0,881	0,878	0,878	0,845	0,850	0,884
		max	0,992	0,956	0,958	0,956	0,899	0,926	0,959
2	P(indice sur 3 ans > 425 kt) [16 à 25 ans]	min	0,796	0,627	0,586	0,586	0,546	0,540	0,611
		méd	0,934	0,837	0,776	0,777	0,708	0,709	0,815
		max	0,983	0,951	0,890	0,891	0,809	0,826	0,932
2	P(indice sur 3 ans > 500 kt) [16 à 25 ans]	min	0,692	0,532	0,480	0,479	0,435	0,419	0,508
		méd	0,872	0,758	0,676	0,677	0,601	0,592	0,725
		max	0,959	0,908	0,821	0,822	0,726	0,732	0,879
3	Rendement à court terme (kt) [1 à 5 ans]	min	0	12,5	11,0	11,6	5,3	10,1	12,0
		méd	0	12,5	11,9	12,5	7,6	13,9	12,8
		max	0	12,5	12,8	13,5	9,6	17,5	13,5
4	Rendement à long terme (kt) [6 à 25 ans]	min	0	12,4	20,3	21,5	26,2	27,3	15,5
		méd	0	12,5	27,1	28,6	36,8	38,2	17,2
		max	0	12,5	32,9	34,7	45,3	47,7	18,1
5	Variabilité annuelle du rendement (%) [1 à 25 ans]	min	-	-	12	12	32	30	13
		méd	-	-	16	17	69	102	24
		max	-	-	21	21	135	200	35
6	% de prises < 23 cm par nombre [1 à 15 ans]	min	-	44	46	31	47	47	45
		méd	-	50	51	39	53	53	50
		max	-	57	58	45	59	59	57

Remarques :

« - » = aucune variabilité du rendement ou aucune prise.

ombrage en bleu pour les probabilités de  $\geq 0,75$ ,  $> 0,85$  et  $> 0,95$  (plus foncé = probabilité plus élevée)

ombrage en orange pour la variabilité interannuelle du rendement de  $> 20\%$  et  $> 40\%$  (plus foncé = probabilité plus élevée)

ombrage en vert pour « % de prises < 23 cm »  $< 40\%$ .



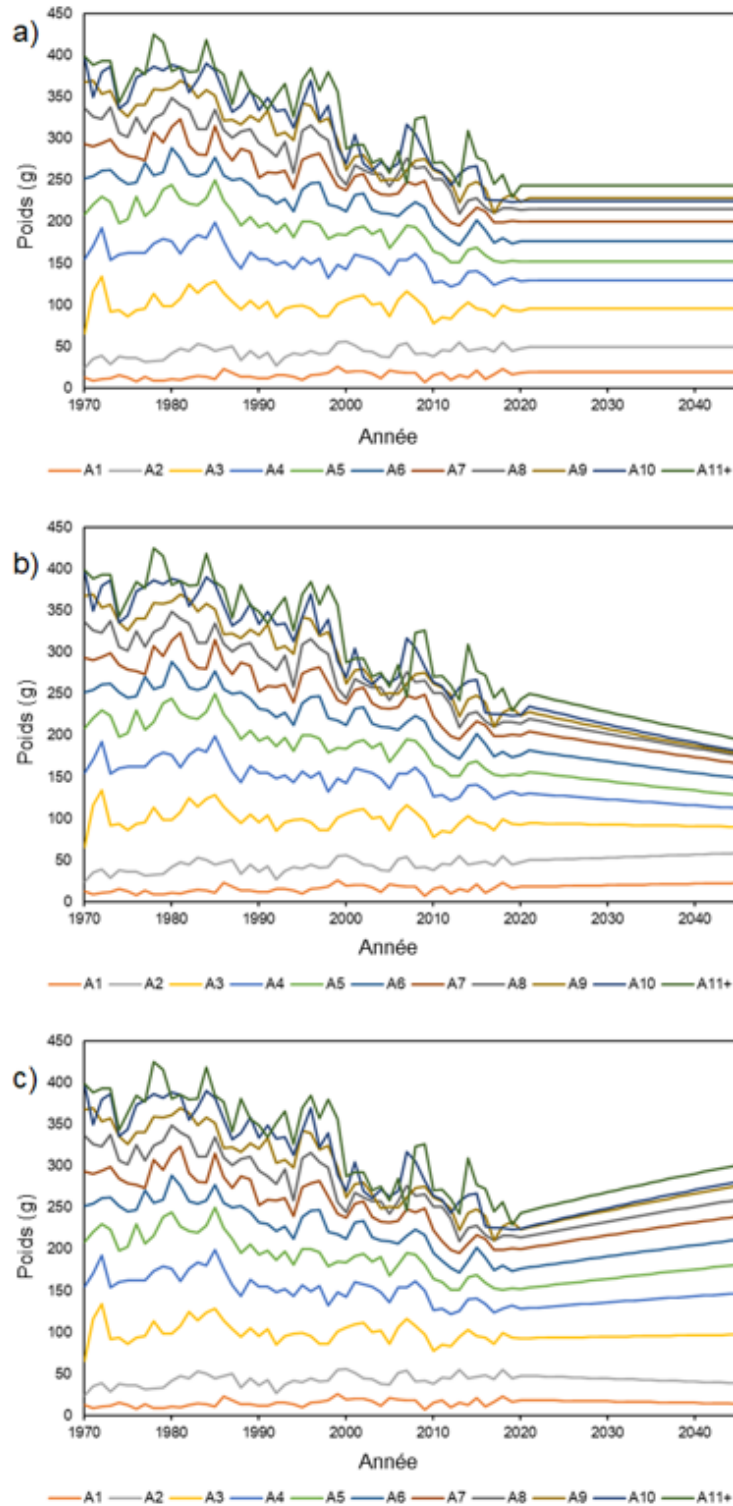


Figure 1. Poids empirique selon l'âge de 1970 à 2020 avec a) des projections sur 25 ans fondées sur le poids moyen selon l'âge pour 2018 à 2020 (scénario A); b) des projections sur 25 ans fondées sur les régressions du  $\log_{10}(\text{poids})$  par rapport à l'année selon l'âge (scénario B); et c) projections sur 25 ans fondées sur une inversion de l'ampleur des changements des régressions du  $\log_{10}(\text{poids})$  par rapport à l'année selon l'âge (scénario Binv).

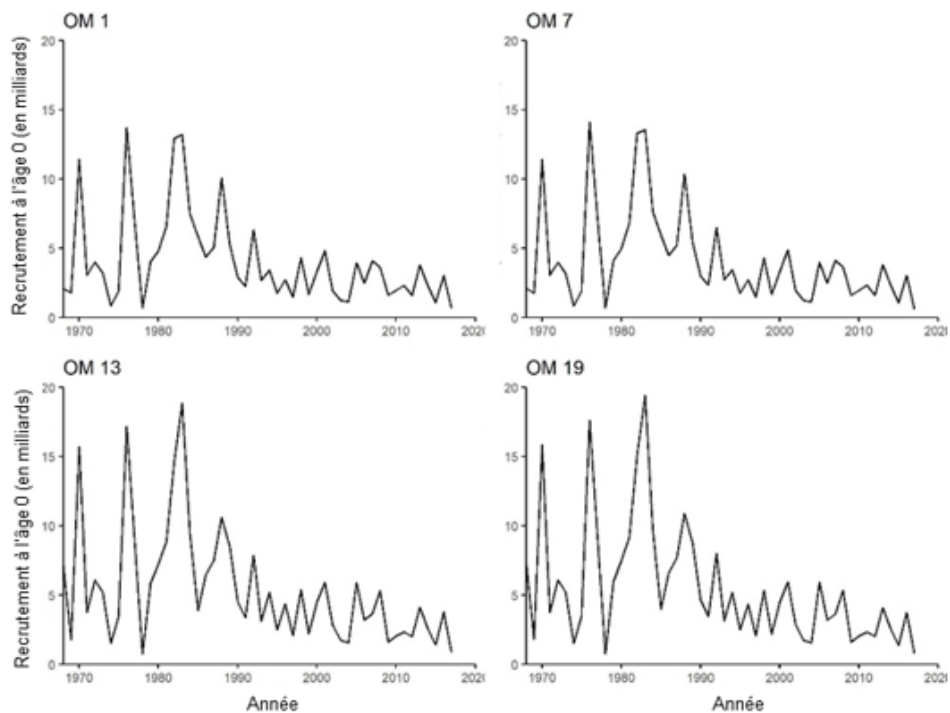


Figure 2. Série chronologique du recrutement estimé par le modèle (1968 à 2017) pour l'ensemble de référence de MO avec des ajustements historiques uniques.

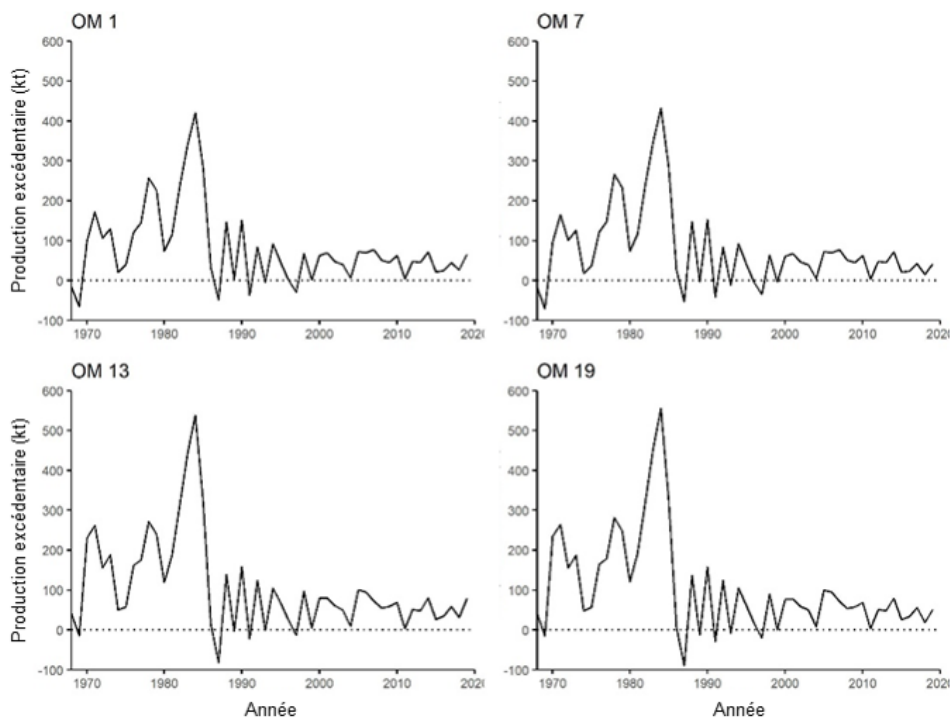


Figure 3. Série chronologique de la production excédentaire (1968 à 2019) pour l'ensemble de référence de MO avec des ajustements historiques uniques. La production excédentaire a été estimée pour l'année  $t$  comme suit :  $P_t = B_{t+1} - B_t + C_t$  où  $P$  est la production excédentaire,  $B$  est l'estimation modélisée de la biomasse totale et  $C$  est les prises totales (Hilborn 2001).

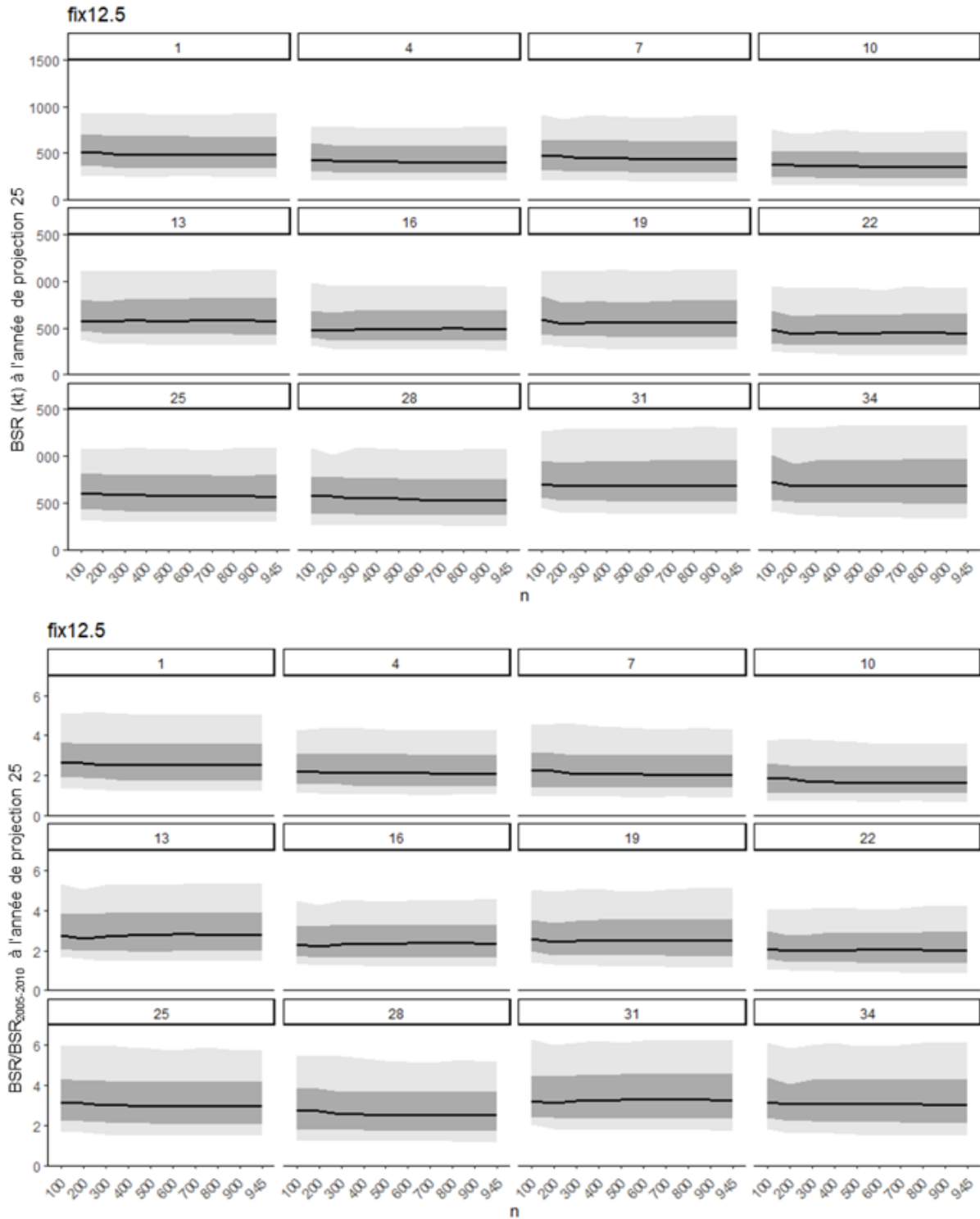


Figure 4. Estimations de la BSR estimée par le modèle (en haut) et du ratio de BSR estimée par rapport à la BSR moyenne en 2005-2010 (10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> centiles) pour l'année de projection 25 pour chaque MO dans l'ensemble de référence pour la PG fix12.5 pour divers n (nombre de simulations).

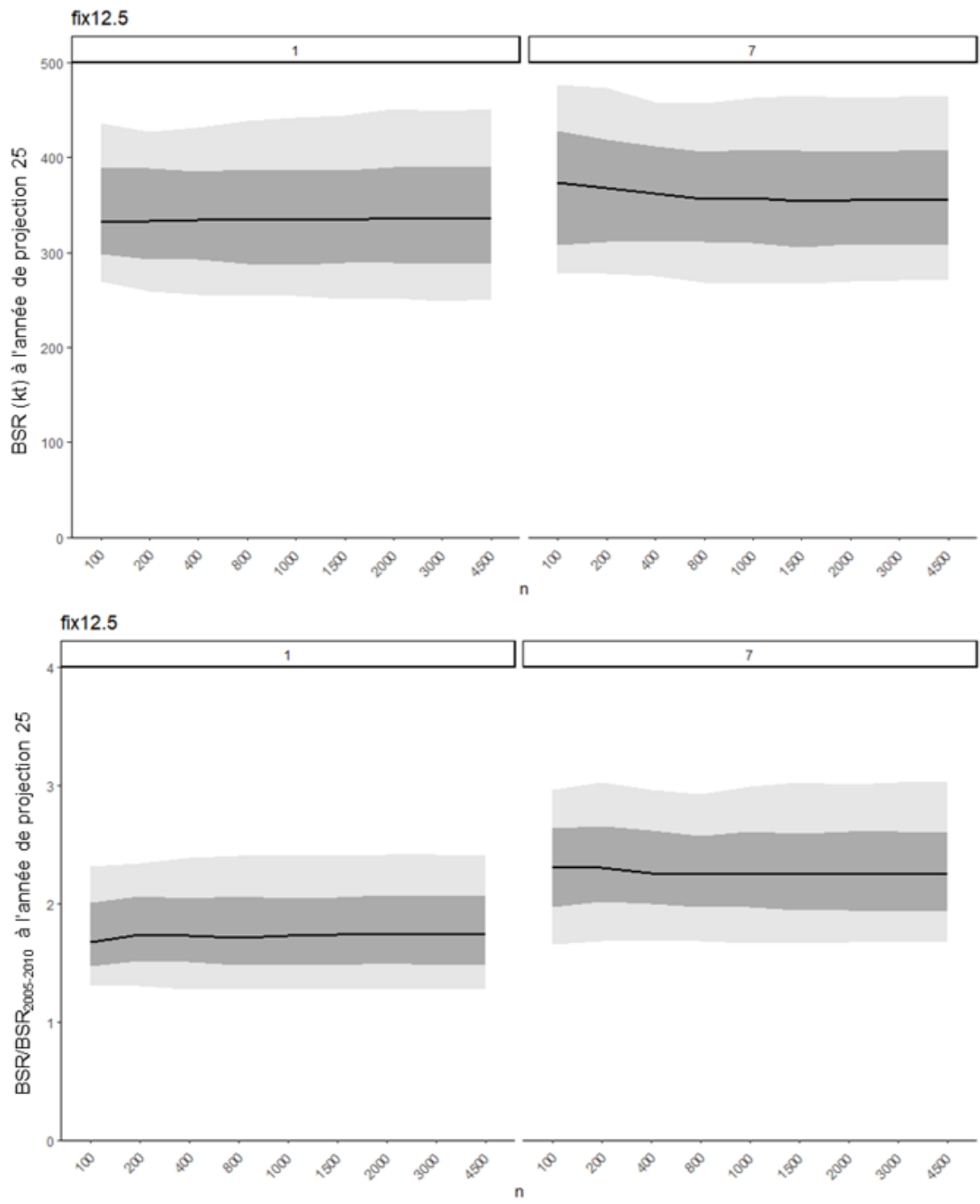


Figure 5. Estimations de la BSR estimée par le modèle (10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> centiles) pour l'année de projection 25 pour les MO 1 et 7 pour la PG fix12.5 pour divers n (nombre de simulations), certains n dépassant 1 000.

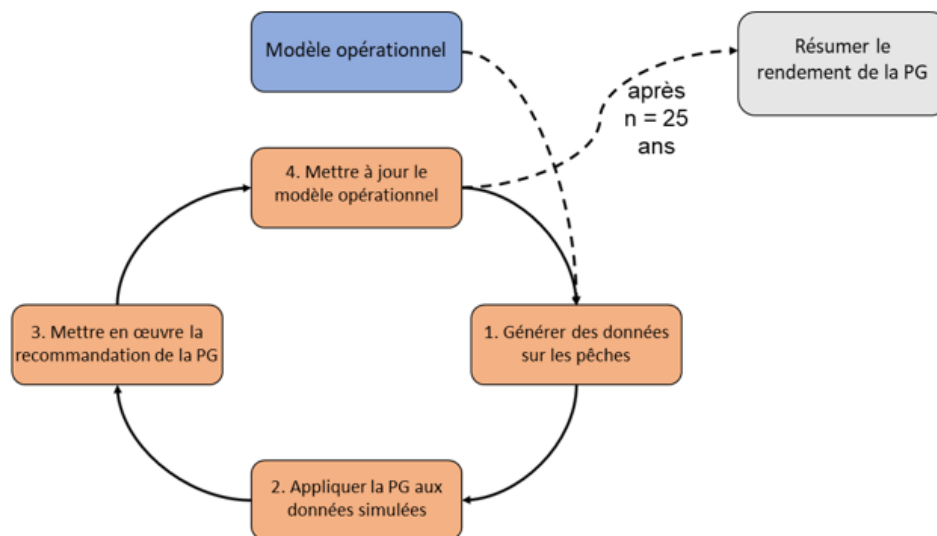


Figure 6. Illustration des simulations en boucle fermée. Pour chaque combinaison de MO et de PG, les données de pêche simulées sont générées en appliquant un modèle d'observation pour générer les données de pêche (étape 1). La PG est appliquée aux données simulées (étape 2) et la PG génère un TAC. Le TAC est appliqué (étape 3) à l'aide d'un modèle de mise en œuvre. La dernière étape de la boucle de simulation (étape 4) consiste à retirer les prises de la pêche en mettant à jour le MO. Ce processus (étapes 1 à 4) est répété jusqu'à la fin de la période de projection de 25 ans.

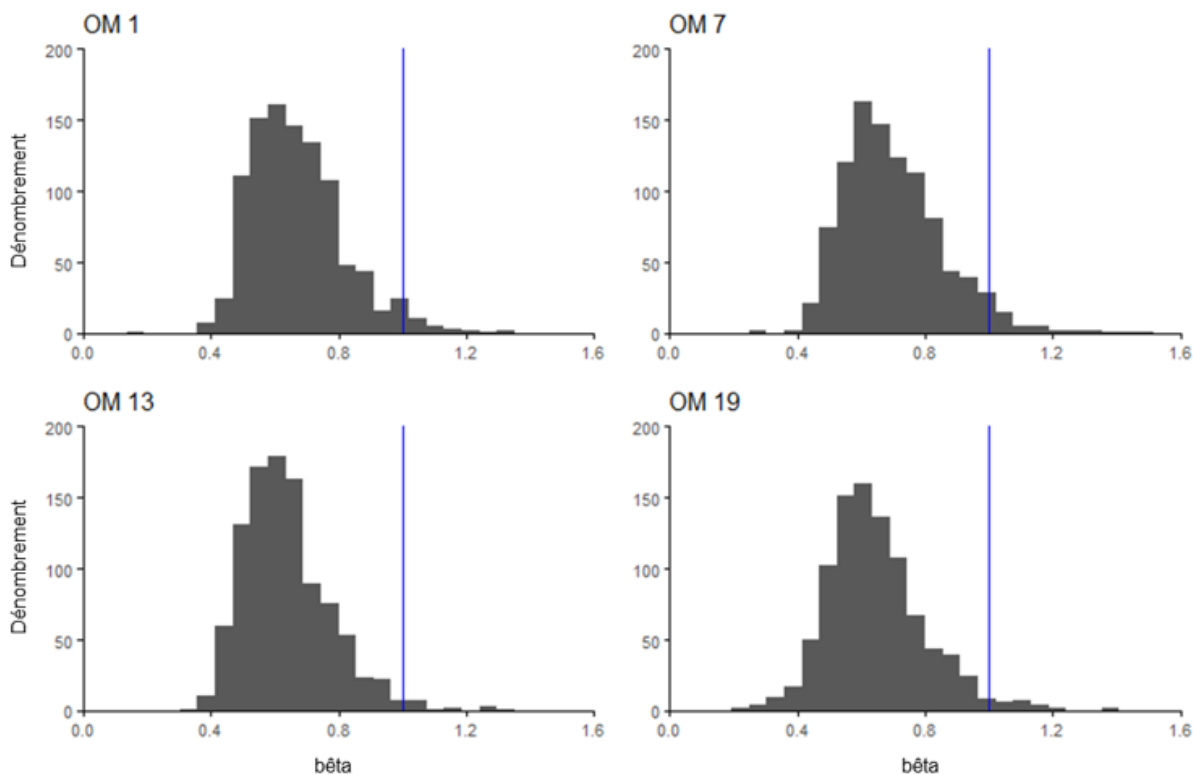


Figure 7. Distribution du paramètre d'hyperstabilité  $\beta$  estimé à partir de l'indice acoustique et de la BSR estimée selon le modèle (1999 à 2020) pour les quatre MO de l'ensemble de référence avec des ajustements historiques uniques.

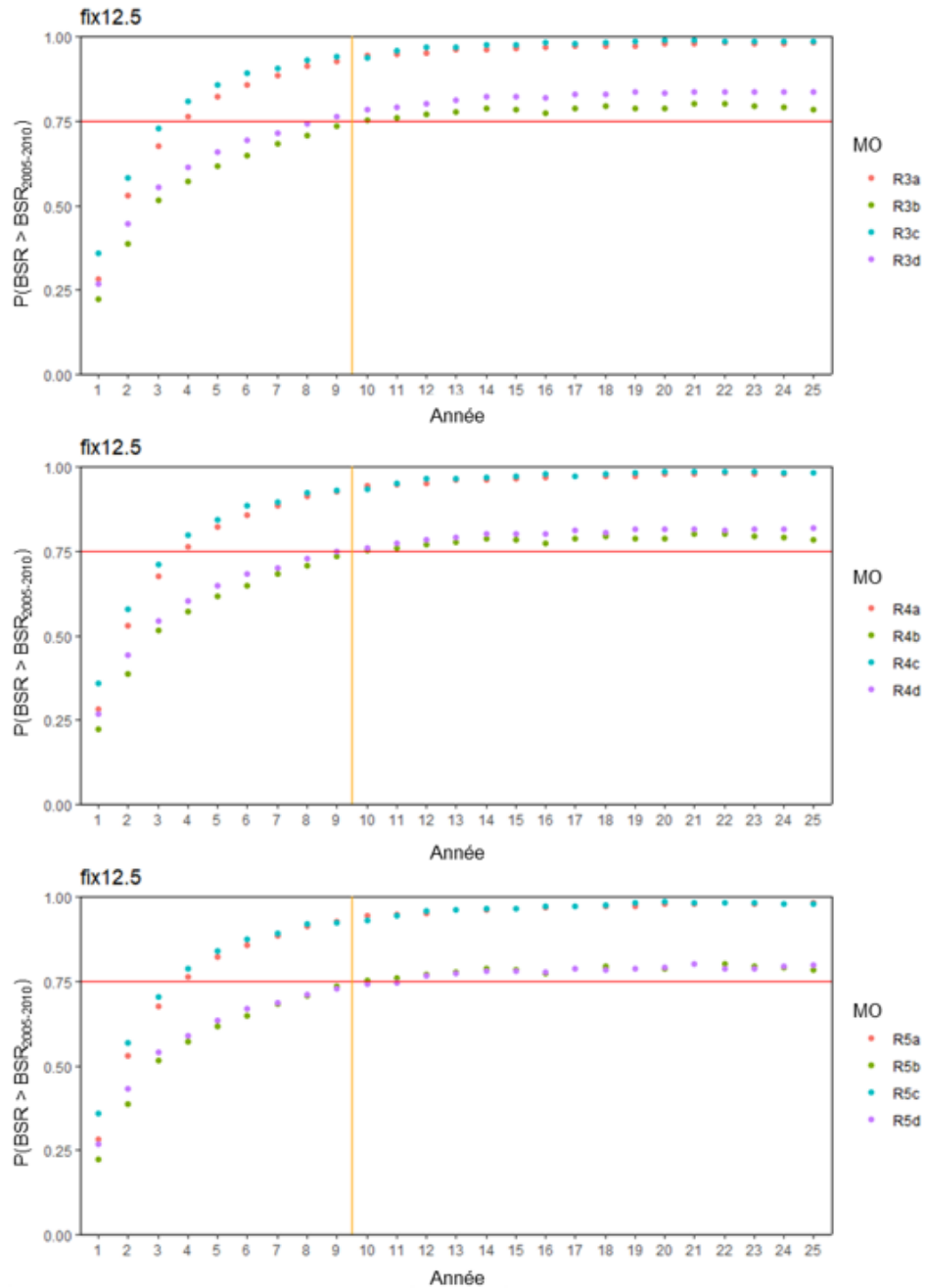


Figure 8. Probabilités de  $BSR > BSR$  moyenne de 2005 à 2010 (objectif 1) par PG pour les MO dans les ensembles de robustesse R3, R4 et R5 des MO.

Remarques : ligne rouge = probabilité minimale de 0,75 pour l'objectif 1; ligne orange = début de la période de projection de 10 à 25 ans pour l'objectif 1.

Les MO R3c et R3d supposent que les prises à la fascine futures représentent 40 % du TAC du SONÉ/BF

Les MO R4c et R4d supposent que les prises à la fascine futures représentent 50 % du TAC du SONÉ/BF

Les MO R5c et R5d supposent que les prises à la fascine futures représentent 60 % du TAC du SONÉ/BF

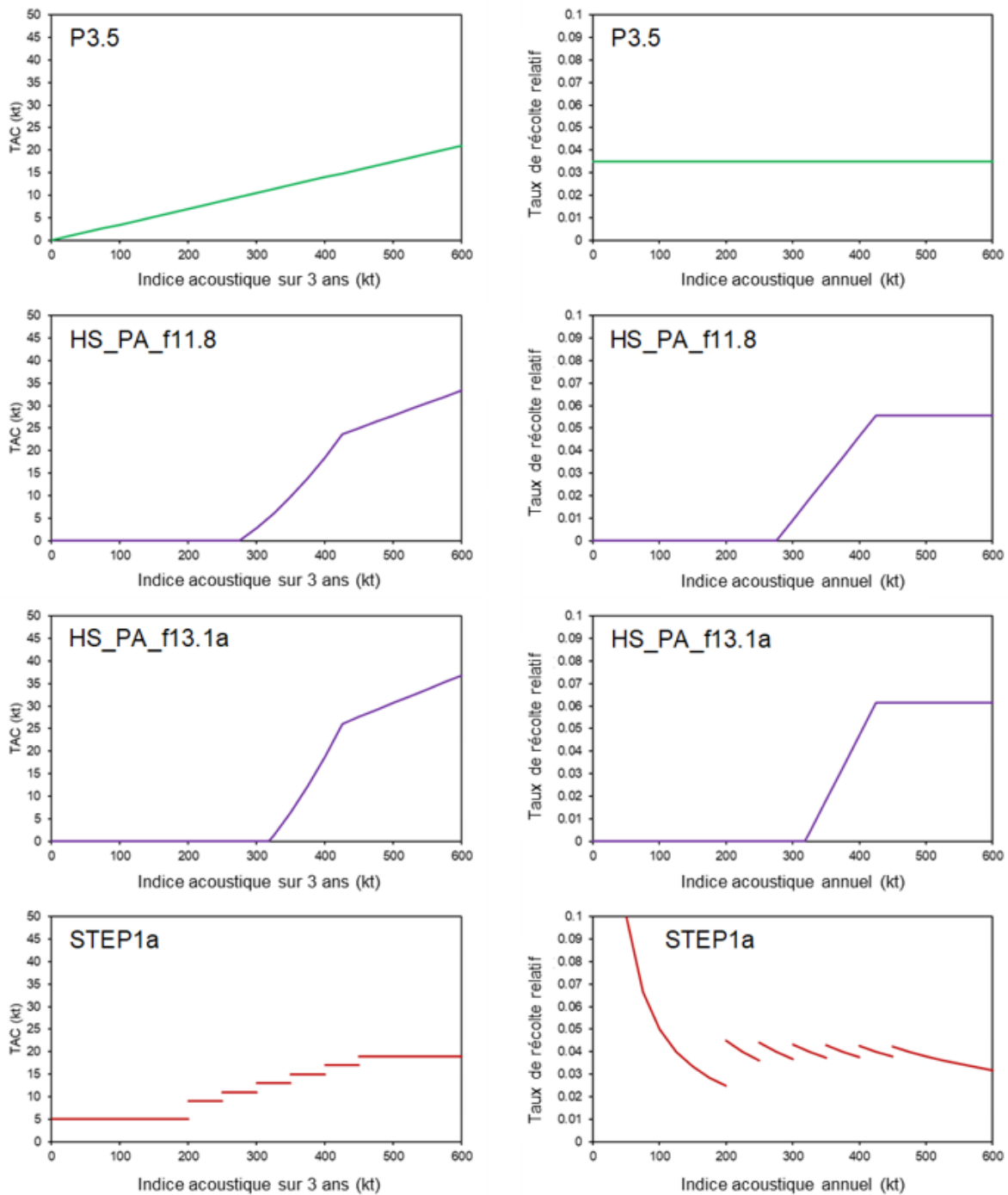


Figure 9. Graphiques du TAC par rapport à l'indice acoustique moyen mobile sur 3 ans de BSR (ou indice acoustique annuel de BSR) et du taux de récolte relatif par rapport à l'indice acoustique sur 3 ans (ou indice annuel) pour les PG P3.5, HS\_f11.8, HS\_PA\_f13.1a, STEP1a. Les PG fix12.5 et P3.7\_20\_80 ne sont pas représentées.

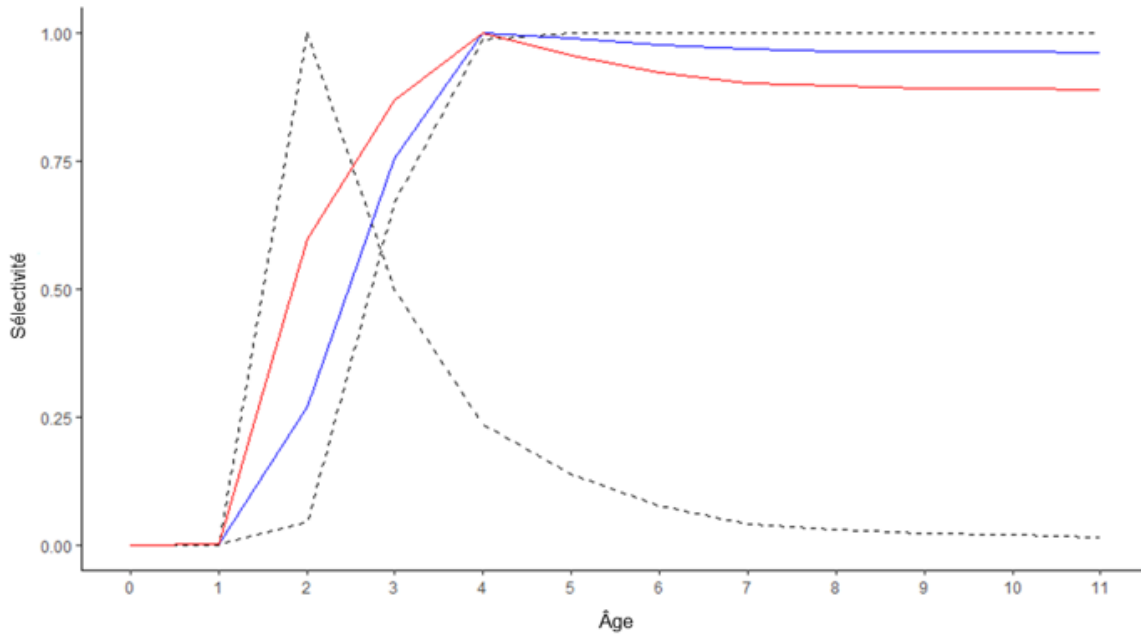


Figure 10. Courbes de sélectivité (moyenne des simulations) pour la flotte de pêche à la senne coulissante pour le MO 1 en supposant 20 % de prises de poissons juvéniles et 80 % de prises de poissons adultes (en bleu), et 40 % de prises de juvéniles et 60 % de prises d'adultes (en rouge). Les courbes sont estimées sous forme de moyennes pondérées de la sélectivité de la flotte de pêche à la fascine (établissement de la sélectivité à l'âge 0 à 1 an) à partir du MO 13 (même hypothèse h que le MO 1) pour les juvéniles et de l'ogive de maturité (moyenne au cours des deux dernières années) pour les adultes (ces courbes sont des lignes pointillées).



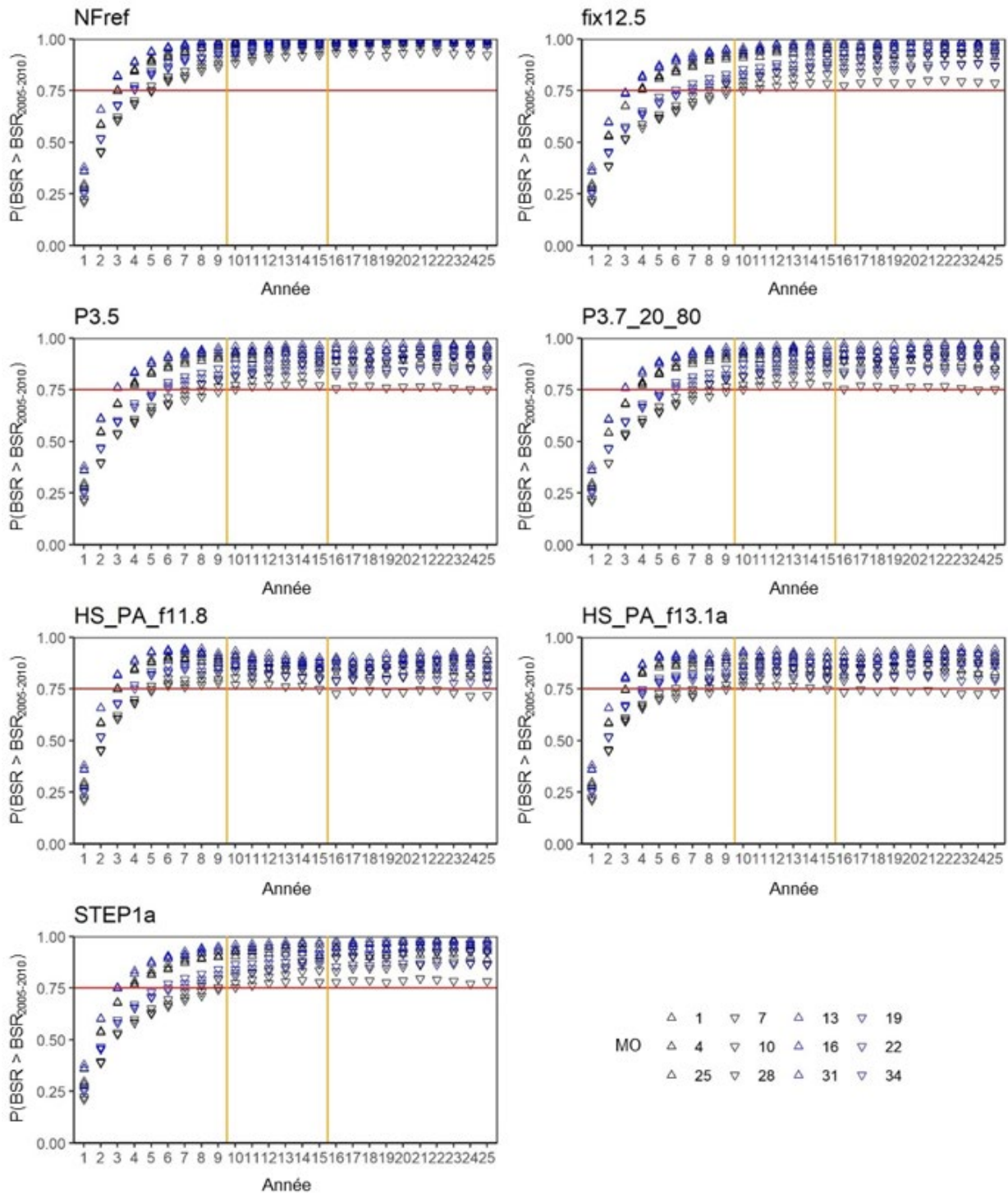


Figure 11. Probabilités que la BSR soit supérieure à la BSR moyenne de 2005 à 2010 (objectif 1) par PG pour l'ensemble de référence de 12 MO pour les années de projection 1 à 25.

Remarques : ligne rouge = probabilité minimale de 0,75 pour l'objectif 1; lignes orange = début de la période de projection de 10 à 15 ans. Symboles :  $\triangle$  = h élevé;  $\nabla$  = h faible; noir = pas de fascine; bleu = fascine.

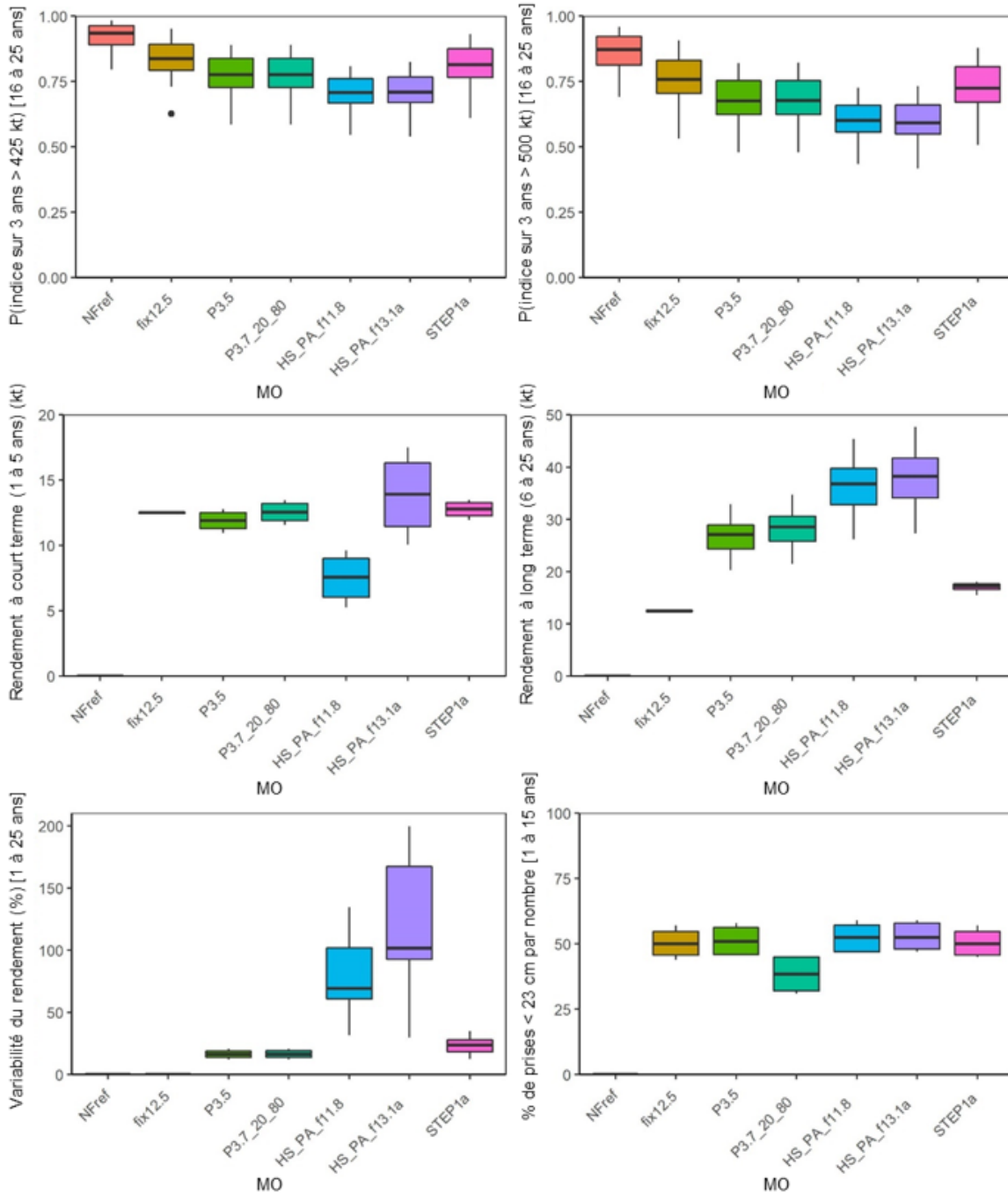


Figure 12. Rendement des PG pour l'ensemble de référence de 12 MO pour les objectifs 2 à 6. Les diagrammes affichent les centiles minimum, les 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> centiles, et les valeurs maximales des 12 MO. Les valeurs supérieures à 1,5 fois la plage interquartile au-delà du 25<sup>e</sup> et du 75<sup>e</sup> centiles sont représentées sous forme de valeurs individuelles.

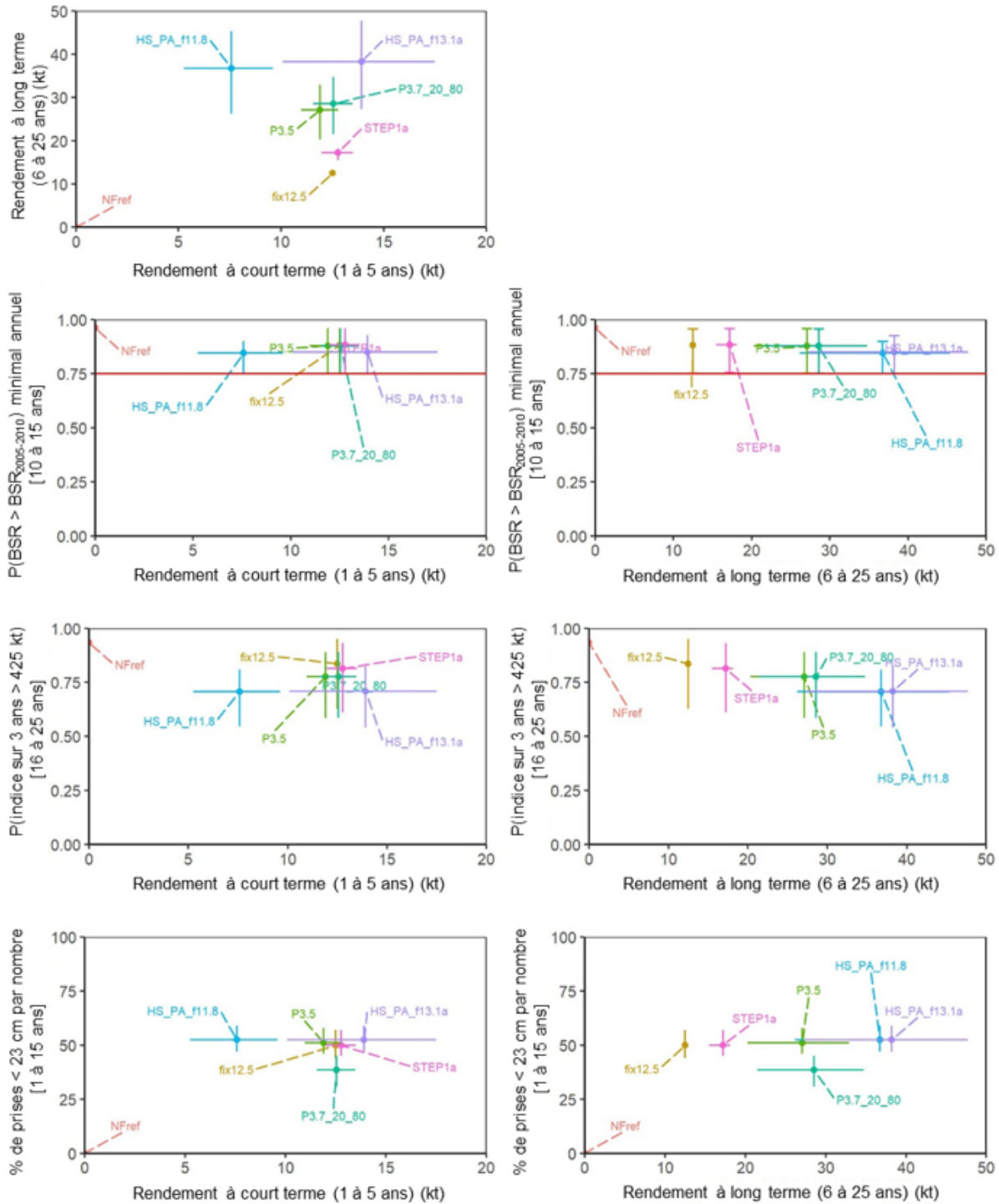


Figure 13. Compromis dans le rendement des PG pour l'ensemble de référence de 12 MO. Les valeurs minimale, médiane et maximale parmi les 12 MO sont représentées sous forme de points et de barres d'erreur.

**ANNEXE A.**  
**PROTOCOLE RELATIF AUX CIRCONSTANCES EXCEPTIONNELLES POUR  
L'ÉVALUATION DE LA STRATÉGIE DE GESTION DU HARENG DU SUD-OUEST  
DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE ET DE LA BAIE DE FUNDY**

Raisons justifiant le recours à des circonstances exceptionnelles :

- A. Des éléments probants indiquent que le stock est dans un état qui n'est pas pris en compte dans l'éventail des hypothèses de l'ensemble de référence des MO.
- B. Les données nécessaires à l'application de la procédure de gestion ne sont plus disponibles ou ne sont plus appropriées.

Le groupe de travail sur l'ESG du hareng a décidé qu'au lieu de définir les mesures prévues a priori pour les circonstances exceptionnelles, les critères d'évaluation pour chaque circonstance seraient moins restrictifs et la mesure prévue pourrait dépendre de l'ampleur de l'indicateur observé par rapport aux critères d'évaluation. Par exemple, un indice observé juste à l'extérieur de l'intervalle de prévision de 90 % pour un MO serait déclaré dans un document de mise à jour annuelle (circonstance exceptionnelle 1; tableau A1); cependant, aucune mesure particulière ne peut nécessairement être prise. Les mesures prévues ne sont donc pas définies pour chaque circonstance exceptionnelle et il a été convenu que les « considérations scientifiques » soient définies pour chaque circonstance exceptionnelle dans le tableau A1. C'est le MPO qui déterminera les mesures à prendre en cas de circonstances exceptionnelles.

*Tableau A1. Indicateurs, critères d'évaluation, fréquence de l'évaluation et considérations scientifiques pour l'évaluation dans les circonstances exceptionnelles.*

Numéro	Raison	Indicateur	Critères d'évaluation	Fréquence de l'évaluation	Considérations scientifiques
1	A	Indice acoustique de BSR	L'indice observé se situe à l'extérieur de l'intervalle de prévision à 90 % (5 <sup>e</sup> et 95 <sup>e</sup> centiles) pour un MO dans l'ensemble de référence (figure A1)	Annuelle	Évaluation des hypothèses des MO dans l'ensemble de références. Exploration de scénarios de productivité dans l'ensemble de robustesse. Réévaluer les PG sur l'ensemble de référence révisé.
2	A	Poids selon l'âge	Le poids observé selon l'âge de 3, 4, 5, 6 ou 7 est supérieur à l'intervalle de prévision supérieur de 98 % (bilatéral) pour le poids prévu selon l'âge pour le scénario de croissance Binv OU Le poids observé selon l'âge de 3, 4, 5, 6 ou 7 est inférieur à l'intervalle de prévision à 98 % inférieur (bilatéral) pour le poids prévu à l'âge pour le scénario de croissance B (figure A2)	Annuelle	Réévaluer les PG avec des scénarios de croissance révisés dans l'ensemble de référence.

<b>Numéro</b>	<b>Raison</b>	<b>Indicateur</b>	<b>Critères d'évaluation</b>	<b>Fréquence de l'évaluation</b>	<b>Considérations scientifiques</b>
3	A	Quantités débarquées de la flotte de pêche à la fascine	Quantités débarquées de la pêche à la fascine > 50 % du TAC du stock du SONÉ/BF	Annuelle	Réévaluer les PG avec des scénarios de prises à la fascine révisés dans l'ensemble de référence.
4	A	Quantités débarquées au SONÉ/BF	Preuve que les prélèvements de la zone des stocks du SONÉ/BF sont supérieurs de plus de 10 % au TAC	Annuelle	Réévaluer les PG en mettant à jour l'historique des prises dans l'ensemble de référence.
5	A	Entrée de données (p. ex. indice) ou supposition du modèle (p. ex. structure des stocks)	La Direction des sciences du MPO analyse de nouvelles données pour suggérer que les données entrées ou les suppositions de modèle ne sont plus valides.	Lorsque de nouvelles données deviennent disponibles	La Direction des sciences du MPO fait rapport au Comité consultatif sur le hareng Scotia-Fundy et présente des options pour l'intégration des nouvelles données dans les avis scientifiques.
6	B	Indice acoustique de BSR	Données insuffisantes (< 5 enquêtes effectuées dans les zones du banc German et de la baie Scots ou moins de 8 transects par enquête) en une seule année.	Annuelle	La Direction des sciences du MPO offre des options à la Gestion des ressources.
7	B	Indice acoustique de BSR	Estimation acoustique de la BSR dans les frayères à l'extérieur du banc German et de la baie Scots supérieure au 90 <sup>e</sup> percentile de l'erreur d'observation historique globale sur l'indice (30,9 %) pendant deux années consécutives.	Annuelle	Réévaluation de l'indice acoustique de BSR.

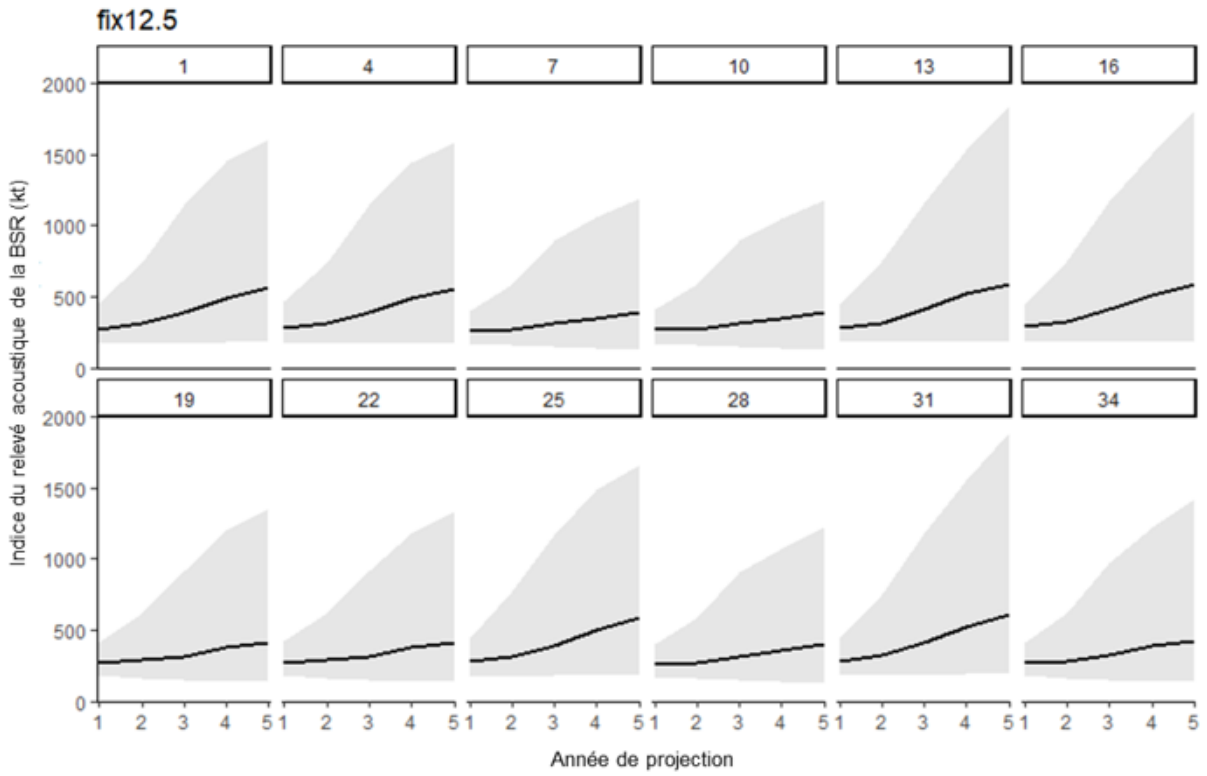


Figure A1. Projections de l'indice acoustique de BSR (médiane avec les bandes du 5<sup>e</sup> et du 95<sup>e</sup> centile) sur 5 ans pour l'ensemble de référence des MO avec la PG fix12.5.

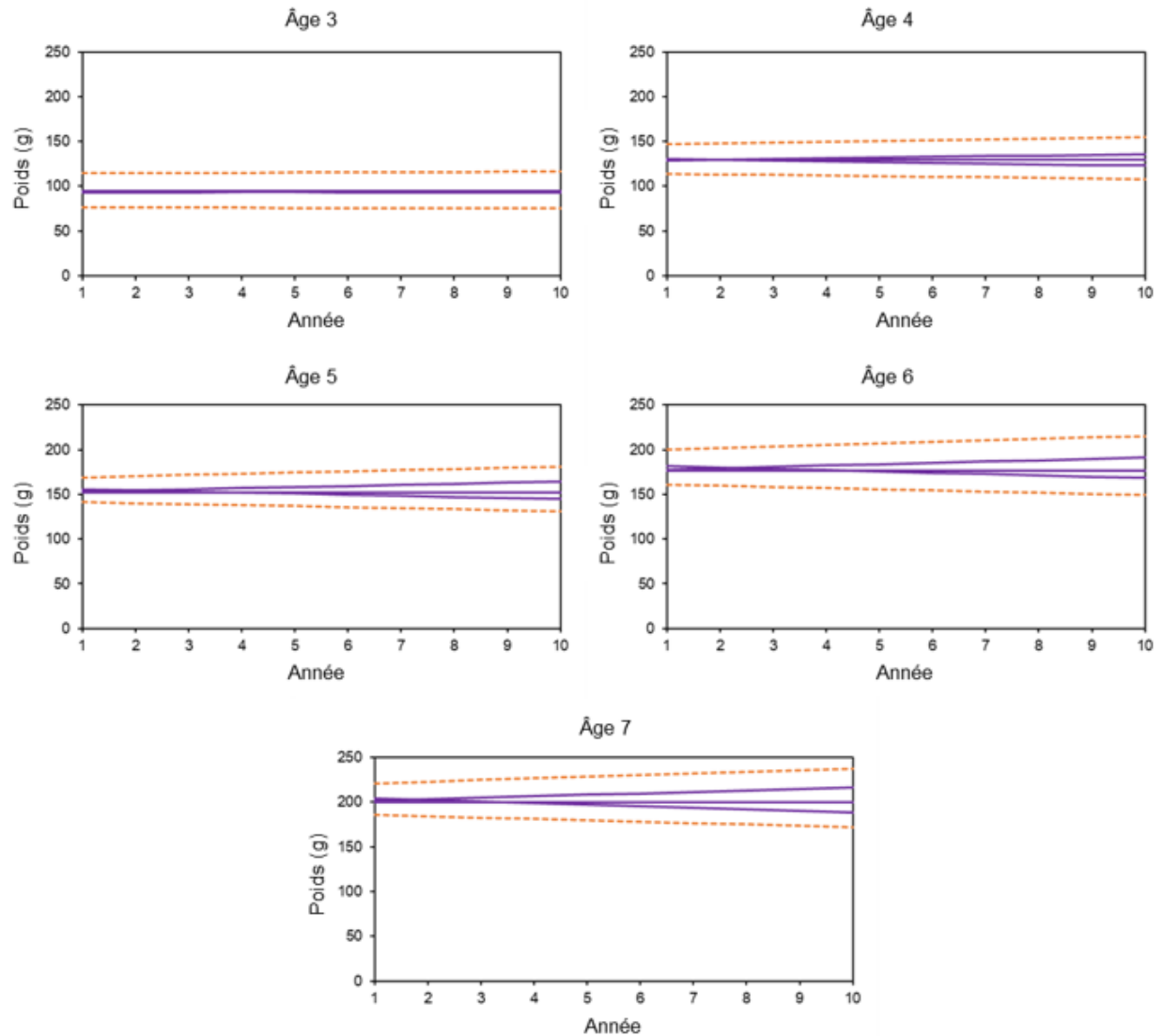


Figure A2. Projections du poids selon l'âge de 3, 4, 5, 6 et 7 sur 10 ans pour les scénarios de croissance A, B, Binv (lignes violettes) avec les limites de prédiction à 98 % supérieure et inférieure pour Binv et B (lignes orange), respectivement.

Remarque : Les limites de prévision à 98 % ont été calculées sur l'échelle de transformation  $\log_{10}$  comme valeur moyenne prévue pour chaque année  $\pm$  écart type de 2,33, où l'écart type équivaut aux résidus de régression des 10 dernières années de la période historique. Les limites ont été retransformées à l'échelle de données originale.