



## EXAMEN DES SIMULATIONS DU PLAN DE RÉTABLISSEMENT DE LA MORUE FRANCHE DE LA SOUS-DIVISION 3Ps DE L'ORGANISATION DES PÊCHES DE L'ATLANTIQUE NORD-OUEST (OPANO)



Image : Morue franche (*Gadus morhua*).

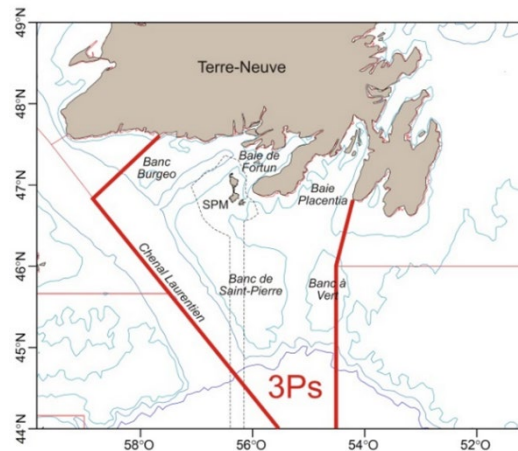


Figure 1 : Zone du stock de morue franche de la sous-division 3Ps.

### Contexte :

La morue franche de la sous-division 3Ps est l'un des 30 principaux stocks soumis aux dispositions relatives aux stocks de poissons qui sont entrées en vigueur par voie réglementaire le 4 avril 2022. Étant donné que la morue franche de la sous-division 3Ps se trouve sous son point de référence limite (MPO 2022a), Pêches et Océans Canada (MPO) a l'obligation légale d'élaborer pour ce stock un plan de rétablissement conforme aux dispositions relatives aux stocks de poissons (MPO 2021, 2022b). Le Ministère s'est engagé à élaborer un plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps afin d'éclairer la décision de gestion pour 2023. Dans le cadre de ce processus, des objectifs mesurables, un objectif de rétablissement, un calendrier de rétablissement et des mesures de rendement ont été établis pour le plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps. Des modèles opérationnels, avec divers scénarios de recrutement et de mortalité naturelle, ont été mis au point pour simuler la dynamique des stocks en vue d'évaluer le rendement des procédures de gestion par rapport à l'atteinte des objectifs mesurables.

Le Secteur des sciences du MPO a demandé la tenue de cette réunion afin d'effectuer un examen indépendant des travaux de modélisation et de simulation pour aider à l'élaboration du plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps. Des exemples de procédures de gestion ont été fournis pour faciliter l'examen de la robustesse de ces travaux. Les résultats de l'examen régional par les pairs serviront à éclairer l'élaboration et l'évaluation des procédures de gestion candidates pour le plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps.

Le présent avis scientifique régional est issu de l'examen régional par les pairs du 28 au 30 novembre 2022 Examen des simulations du plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) et résume les

*principaux avis scientifiques découlant de cette réunion. Un certain nombre de sources de données et d'analyses ont été étudiées au cours de la réunion. Ces documents, ainsi que d'autres détails sur les analyses contenues dans le présent document, peuvent être consultés dans la série de documents de recherche et les comptes rendus du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS). Ces publications supplémentaires seront affichées sur le calendrier des avis scientifiques du MPO dès qu'elles seront disponibles.*

## SOMMAIRE

- La morue franche (*Gadus morhua*) de la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) se situe toujours dans la zone critique du cadre de l'approche de précaution du Canada, et se situait à 48 % du point de référence limite (PRL) en 2021. Pêches et Océans Canada (MPO) a l'obligation légale d'élaborer pour ce stock un plan de rétablissement. Le stock de morue franche de la sous-division 3Ps est cogéré par le Canada et la France.
- L'évaluation de la stratégie de gestion (ESG) « allégée » utilise des simulations en boucle fermée du modèle d'évaluation pour projeter la trajectoire du stock selon divers scénarios de recrutement (R) et de mortalité naturelle (M), avec l'application de diverses procédures de gestion. Ce cadre est considéré comme scientifiquement valable et adéquat pour évaluer le potentiel de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps en vue de l'élaboration d'un plan de rétablissement pour ce stock.
- Les scénarios de recrutement et de mortalité naturelle testés dans le cadre de l'ESG allégée correspondent tous à des conditions précédentes du stock. Dans un climat océanique changeant, ces conditions peuvent ne pas refléter correctement les conditions futures, et les preuves biologiques laissent supposer que la mortalité est plus susceptible d'augmenter que de diminuer.
- Les conditions qui prévalent définies pour le recrutement et mortalité naturelle sont appropriées pour calculer le temps minimal de rétablissement jusqu'à l'objectif proposé en l'absence de pêche ( $T_{\min}$ ). Le stock devrait atteindre l'objectif de rétablissement proposé (au-dessus du PRL avec une probabilité de 75 %) en 2036.

## INTRODUCTION

### Résumé de l'état du stock de morue franche de la sous-division 3Ps

La plus récente évaluation du stock de morue franche (*Gadus morhua*) de la sous-division 3Ps (MPO 2022a) indique que le stock se situe toujours dans la zone critique (48 % du PRL) du cadre de l'approche de précaution du Canada (MPO 2009). Le stock est évalué à l'aide d'un modèle intégré de type espace-état (modèle hybride; Varkey *et al.* 2022). La mortalité naturelle accrue et le faible recrutement limitent la croissance de ce stock. La mauvaise condition des poissons est l'un des principaux facteurs ayant un effet sur l'augmentation des niveaux de mortalité naturelle (estimée à 0,34 en 2021 pour les poissons âgés de 5 à 8 ans). La mortalité par pêche est actuellement faible (0,03; âges de 5 à 8 ans). La cohorte de 2011 a soutenu le stock (29 % de la biomasse du stock reproducteur [BSR] en 2021) et la pêche (45 % en 2020) au cours des dernières années. Cependant, le recrutement depuis la cohorte de 2011 a atteint des niveaux historiquement bas et très peu de poissons entrant dans la population, quelle que soit l'année depuis lors. L'avis de la dernière évaluation du stock était le suivant : « Pour respecter le Cadre, il faut maintenir les prélèvements de toutes les sources au plus faible niveau possible tant que le stock est dans la zone critique. »

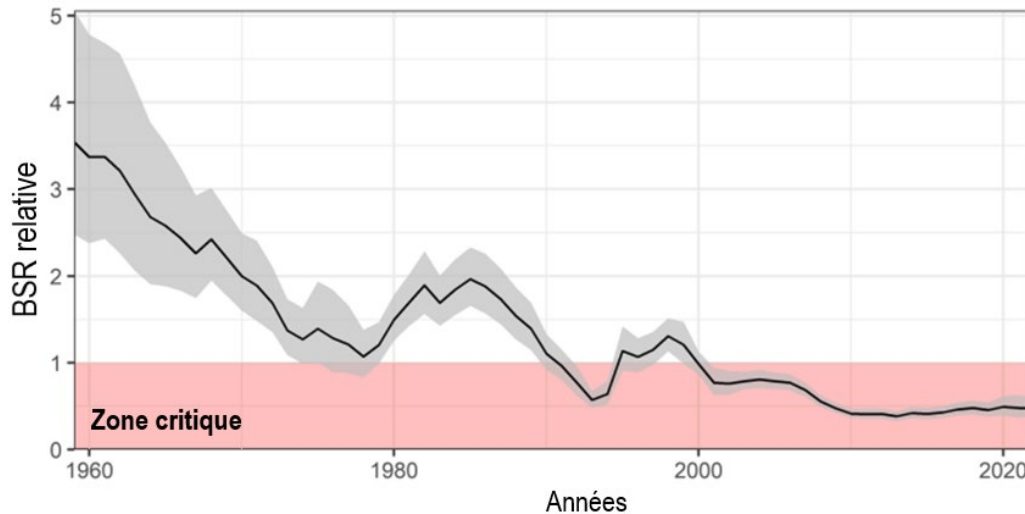


Figure 2 : Estimations de la BSR (ligne noire = estimation médiane et zone grise = intervalle de confiance à 95 %) pour la période de 1959 à 2022, par rapport au point de référence limite (BSR de 66 kt). Ce point de référence représente la limite entre la zone critique (zone ombrée en rouge) et la zone prudente du cadre de l'approche de précaution du MPO.

### Objectifs de Rétablissement et Mesures de Rendement

La morue franche de la sous-division 3Ps est l'un des 30 principaux stocks soumis aux dispositions relatives aux stocks de poissons qui sont entrées en vigueur par voie réglementaire le 4 avril 2022. Étant donné que la morue franche de la sous-division 3Ps se trouve sous son PRL (MPO 2022a), le MPO a l'obligation légale d'élaborer pour ce stock un plan de rétablissement conforme aux exigences des dispositions relatives aux stocks de poissons (MPO 2021). Le Ministère s'est engagé à élaborer un plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps afin d'éclairer la décision de gestion pour 2023.

Dans le cadre de ce processus, des objectifs mesurables, un objectif de rétablissement, un calendrier de rétablissement et des mesures de rendement ont été proposés pour le plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps, et ce, par l'entremise d'un groupe de travail avec la participation du MPO et de divers groupes et organismes d'intervenants externes. Le groupe de travail a élaboré plusieurs objectifs pour le plan de rétablissement, y compris un jalon pour suivre la trajectoire de la population au cours des cinq prochaines années, en plus de fixer des objectifs pour la BSR à court terme. Des mesures de rendement ont également été établies en fonction des objectifs du groupe de travail (tableau 1). Les mesures de rendement tiennent compte à la fois de la trajectoire et de l'état du stock, ainsi que du rendement de la pêche et de la variation des niveaux de prélèvement annuels.

Les mesures de rendement sont considérées comme adéquates pour déterminer si les futurs niveaux du stock et du rendement de la pêche, calculés selon les diverses procédures de gestion proposées, atteignent les objectifs définis par le groupe de travail.

Tableau 1 : Résumé des objectifs proposés du plan de rétablissement, ainsi que des statistiques et des mesures de rendement élaborées par le groupe de travail du plan de rétablissement. « Prop » désigne la proportion; « méd », la médiane; et « IC », l'intervalle de confiance.

-	Objectif du plan de rétablissement	Statistique de rendement	Mesure
<b>Jalon</b>	1. Obtenir une trajectoire de croissance positive des actions avec une probabilité de 75 % sur une période de 5 ans	$BSR_{2027} > BSR_{2022}$	Prop $\geq 0,75$
<b>Objectifs à court terme</b>	2. Augmenter la BSR au-dessus de 75 % du PRL dans les 15 ans avec une probabilité de 75 %.	$BSR_{2037} > 0,75PRL$	Prop $\geq 0,75$
	3. Augmenter la BSR au-dessus du PRL dans les 25 ans (2,5 temps de génération) avec une probabilité de 75 %.	$BSR_{2047} > PRL$	Prop $\geq 0,75$
<b>Mesures de rendement selon les captures</b>	4. Maximiser le rendement à court terme	Capture moyenne : 2023–2027	méd (IC à 80 %)
	5. Maximiser le rendement à long terme	Capture moyenne : 2023–2047	méd (IC à 80 %)
	6. Maintenir la variation interannuelle des prélèvements totaux admissibles en dessous d'un seuil établi	Variation annuelle moyenne (vam) : 2023–2047	vam méd $\leq 0,20$

## ANALYSE

### Cadre de l'ESG Allégée

Un cadre de modélisation de l'évaluation de la stratégie de gestion (ESG) allégée, basé sur le modèle intégré actuel de type espace-état pour ce stock (modèle hybride; Varkey *et al.* 2022), a été mis au point pour prendre en charge des simulations en boucle fermée. Celles-ci serviront à analyser différentes procédures de gestion pour appuyer l'élaboration d'un plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps. Un modèle opérationnel basé sur le modèle espace-état ajusté précédemment pour ce stock a été exploré par le groupe de travail, qui a estimé que les résultats des deux modèles étaient semblables. C'est pourquoi nous nous concentrons ici sur les simulations basées sur le modèle opérationnel hybride.

Le modèle opérationnel hybride présente les principales caractéristiques suivantes :

1. comprend tous les relevés disponibles (relevé de recherche canadien; relevé français d'évaluation des ressources halieutiques de la région 3Ps; relevé au chalut de l'industrie; et relevés de pêche sentinelle par filet maillant et palangre),
2. deux types de données commerciales – les captures selon l'âge dans les pêches (pour lesquelles la composition par âge est ajustée avec la fonction logit du rapport de continuité) et les débarquements des pêches (qui sont ajustés avec une vraisemblance censurée),
3. marche aléatoire normale multivariée pour déterminer le taux de mortalité par pêche (F) avec un découplage de la corrélation pour l'âge 2 et une discontinuité dans la marche aléatoire pendant le moratoire,
4. taux de mortalité naturelle (M) variant dans le temps en fonction d'un indice de mortalité basé sur la condition et

5. le modèle commence en 1959, la première année pour laquelle des données de débarquement sont disponibles. Tous les détails et les descriptions du modèle se trouvent dans Varkey *et al.* (2022).

Les projections sont réalisées sur 50 ans – de 2021 à 2070 – pour chaque combinaison de recrutement et de mortalité, et pour chaque procédure de gestion, qui sont détaillées ci-dessous. Chaque projection est considérée comme un fil (itération) de la simulation. Les projections ont été réalisées pour 10 000 fils pour les résultats présentés dans ce document. Les valeurs des stocks (biomasse du stock reproducteur, rendement et taux de mortalité par pêche) et les mesures de rendement sont calculées à la fin de chaque ensemble de simulation et stockées. À la fin d'un ensemble de simulations, l'ESG allégée déduit des mesures de rendement qui sont décrites comme des distributions ou des seuils de probabilité (par exemple, des quantiles ou des intervalles de confiance) des mesures du rendement.

Étant donné l'incertitude considérable qui entoure l'ensemble de la période de projection, les résultats de la simulation ne sont présentés ici que pour 25 ans (jusqu'en 2047), ce qui coïncide avec le calendrier de l'objectif de rétablissement défini.

### Scénarios de productivité

Une grande partie de l'incertitude concernant la taille future de la population dépend des conditions futures de l'écosystème et de la productivité des stocks – notamment la mortalité naturelle et le recrutement, pour lesquels nous testons ici différents scénarios. Nous n'avons pas explicitement pris en compte d'autres changements potentiels au sein du stock, y compris les changements dans la croissance, la distribution, les mouvements et le mélange avec les stocks adjacents. Notamment, nos scénarios actuels de mortalité naturelle et de recrutement (détaillés ci-dessous) se situent tous dans des conditions que le stock a connues précédemment. Dans un climat océanique changeant, ces conditions peuvent ne pas refléter avec précision les conditions futures.

### Recrutement

Le succès du recrutement (défini pour ce stock comme l'abondance à l'âge 2) a varié tout au long de la série chronologique disponible (figure 2), et la prévision du recrutement futur est très incertaine. Trois scénarios de recrutement sont examinés dans le cadre de l'ESG allégée : faible, relation stock-recrutement de Beverton-Holt (BH partielle) et relation stock-recrutement de Beverton-Holt sigmoïde (BH sig).

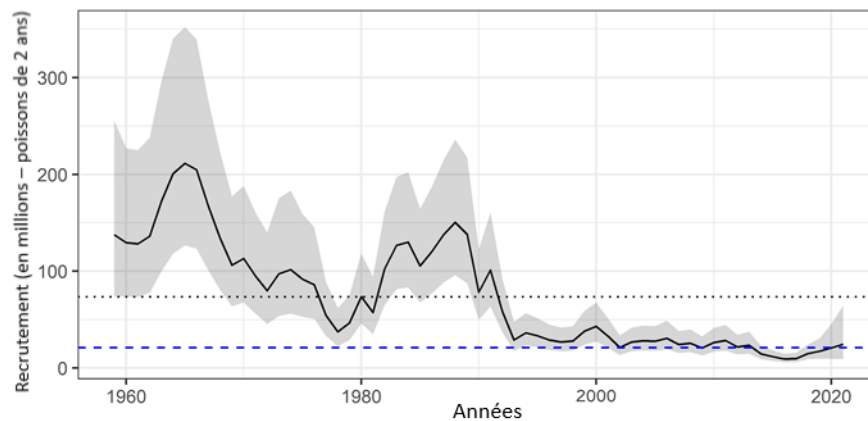


Figure 3 : Modèle de recrutement estimé (abondance à l'âge 2) de 1959 à 2021. La ligne noire pointillée indique la moyenne de la série chronologique, et la ligne bleue pointillée indique le niveau du scénario de faible recrutement.

Le scénario de faible recrutement est défini comme la moyenne des recrutements des années 2019 à 2021. Ce scénario simule un recrutement moyen constant (les fils individuels incluent l'incertitude) dans le futur.

Une relation stock-recrutement de Beverton-Holt sigmoïde (BH sig) (comme dans Perälä *et al.* 2022) a été modélisée en utilisant la série chronologique complète disponible (1959–2021). Une limite supérieure du recrutement, définie comme le recrutement pour la série temporelle élevée de la BSR, a été ajoutée pour éviter que le recrutement n'atteigne des valeurs irréalisables à des niveaux élevés de BSR dans la simulation.

La tendance du recrutement estimée par le modèle d'évaluation démontre que depuis 1993, les niveaux de recrutement sont inférieurs à la moyenne à long terme du recrutement historique. Une relation stock-recrutement de Beverton-Holt (BH partielle) a donc été ajustée aux données à partir de 1993 afin de générer une relation stock-recrutement qui représente les données d'une période plus récente.

La comparaison des courbes BH sig et BH partielle (figure 4) démontre des différences d'amplitude substantielles à long terme, avec des estimations de recrutement prédites qui s'écartent considérablement des niveaux de BSR supérieurs à environ 50 kt (plus élevés lorsque la série chronologique complète est utilisée, c'est-à-dire avec la courbe BH sig). Le niveau de BSR (environ 50 kt) où les deux fonctions divergent se situe à un point critique juste en dessous du PRL (66 kt); cet écart entre les deux fonctions de recrutement est important à prendre en compte lors de l'évaluation des projections à moyen et long terme.

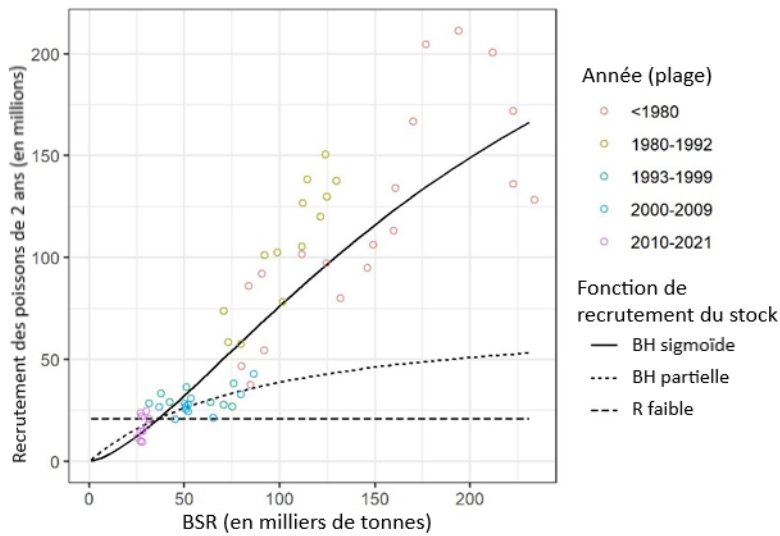


Figure 4 : Relations ajustées de recrutement de stock utilisées dans les simulations de l'ESG allégée. La ligne pointillée montre l'ajustement de la relation Beverton-Holt partielle aux estimations de stock et de recrutement dérivées du modèle de 1993 à 2021, et la ligne pleine l'ajustement de Beverton-Holt sigmoïde aux estimations de stock et de recrutement de 1959 à 2021. La ligne horizontale en pointillés indique le niveau du scénario de recrutement faible (moyenne de 2019 à 2021).

### Mortalité naturelle

La figure 5 montre la série chronologique de la mortalité naturelle (M) moyenne provenant de la plus récente évaluation du stock (MPO 2022a). Trois scénarios alternatifs pour les futurs niveaux de mortalité naturelle sont identifiés en fonction des niveaux bas et hauts atteints dans la tendance historique de mortalité naturelle de l'évaluation. La mortalité naturelle était faible (0,27) pendant la période entre 1996 et 2005 et élevée (0,37) entre 2015 et 2021. La mortalité naturelle en 2021 (M terminale) a été estimée à 0,34.

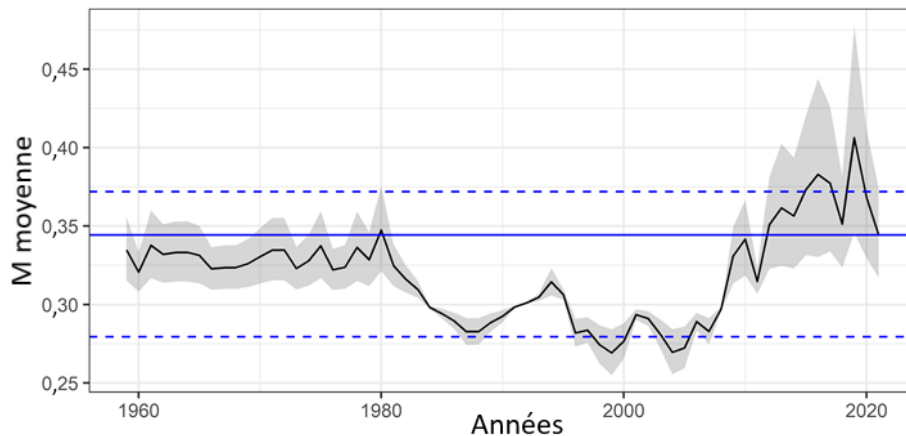


Figure 5 : Tendence de la mortalité naturelle selon l'évaluation la plus récente (MPO 2022). Les lignes horizontales bleues montrent les niveaux des scénarios de la mortalité naturelle superposés à la tendance historique (conditions qui prévalent : ligne solide, les lignes pointillées montrent les valeurs basses et hautes).

La mortalité naturelle dans le modèle opérationnel hybride est variable dans le temps ( $M_{a,y}$ ), où une tendance est basée sur un indice de mortalité dû à la mauvaise condition des poissons (Regular *et al.* 2022), et l'estimation se fait séparément pour les poissons âgés de 2 à 5 ans et ceux âgés de plus de 6 ans (Varkey *et al.* 2022). Dans tous les scénarios de recharge pour la mortalité naturelle simulée, les valeurs de  $M$  pour les plus jeunes sont très proches de la valeur de base de 0,3; la variation ne concerne que les valeurs de  $M$  pour les poissons de 6 ans et plus.

### Chronologie du rétablissement

Il est nécessaire, dans le cadre du processus du plan de rétablissement, de définir les « conditions qui prévalent ». Le plan de rétablissement indique que « l'échéancier pour l'atteinte de la cible de rétablissement du stock doit se situer entre le  $T_{\min}$  et un maximum de deux à trois fois le  $T_{\min}$ . À noter que le  $T_{\min}$  est le temps minimum requis pour atteindre la cible de rétablissement du stock en l'absence de toute pêche ( $F = 0$ ) dans les conditions de productivité qui prévalent » (MPO 2022b). Cependant, il n'existe aucune définition officielle des « conditions de productivité qui prévalent ».

Le groupe de travail a recommandé une relation stock-recrutement adaptée à l'ensemble de la série chronologique disponible de la BSR et du recrutement (depuis 1959) afin de déterminer la valeur de recrutement qui prévalent dans le contexte du plan de rétablissement, ce qui est conforme à la série chronologique utilisée pour définir le PRL de ce stock. La valeur de BH sig est utilisée ici à cette fin. La mortalité naturelle qui prévalent est définie comme l'estimation de l'année terminale de  $M$  (2021).

La définition de « prévalent » proposée par le groupe de travail est considérée comme adéquate à la détermination du calendrier de rétablissement de ce stock.

Conformément aux exigences relatives aux plans de rétablissement en vertu des dispositions relatives aux stocks de poissons, un calendrier de rétablissement estimé est obtenu en prévoyant la population en l'absence de pêche ( $F = 0$ ) dans les conditions qui prévalent (figure 6). Les projections indiquent que le stock atteindra l'objectif de rétablissement proposé (au-dessus du PRL avec une probabilité de 75 %) en 2036, donc  $T_{\min} = 14$  ans.

Bien que les lignes directrices du plan de rétablissement exigent la définition d'un calendrier de rétablissement dans les « conditions qui prévalent », nous notons ici que ce calendrier est sensible aux hypothèses faites sur le recrutement et la mortalité futurs (tableau 2). Nous notons que dans le scénario de faible recrutement et à une mortalité terminale ou élevée, les projections du stock n'atteignent pas l'objectif de rétablissement proposé.



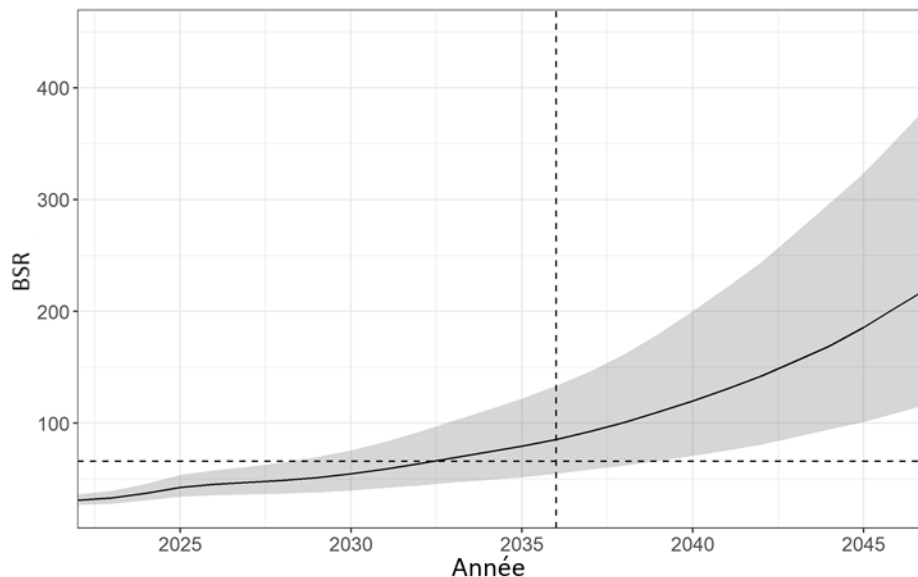


Figure 6 : Projection de la BSR sans pêche ( $F = 0$ ) dans les conditions de mortalité naturelle et de recrutement qui prévalent. La ligne pointillée horizontale indique le PRL à 66 kt, la ligne pointillée verticale indique l'année où le stock se rétablit à un niveau supérieur au PRL avec une probabilité de 75 % (2036).

Tableau 2 : Temps nécessaire pour atteindre l'objectif de rétablissement (au-dessus du PRL avec une probabilité de 75 %) dans chaque scénario de mortalité naturelle et de recrutement en l'absence de pêche ( $F = 0$ ). Les cellules grises marquées « s.o. » indiquent que le stock n'atteint pas l'objectif de rétablissement, la cellule jaune indique les conditions qui prévalent.

Recrutement	Mortalité naturelle		
	Élevée (2015–2021)	Terminale (2021)	Faible (1996–2003)
Moyenne sur 3 ans	s.o.	s.o.	2028
Beverton-Holt	2049	2040	2029
Beverton-Holt sigmoïde	2039	2036	2029

### Résultats de la Simulation en Fonction des Différents Exemples de Procédure de Gestion

Des exemples de procédure de gestion (figure 7) ont été examinés au cours de la réunion afin d'étudier la méthode la plus appropriée pour présenter les résultats de la modélisation et de la simulation, et d'examiner la sensibilité des projections à divers exemples de procédure de gestion. Ceux-ci ne doivent pas être considérés comme proposés pour la mise en œuvre. Les niveaux de mortalité par pêche ( $F$ ) dans les exemples de procédure de gestion présentés ici sont mis en œuvre dans les projections comme  $F$  aux âges de pleine sélection, et  $F$  diminue avec l'âge en fonction de la sélectivité moyenne de 2019 à 2021.

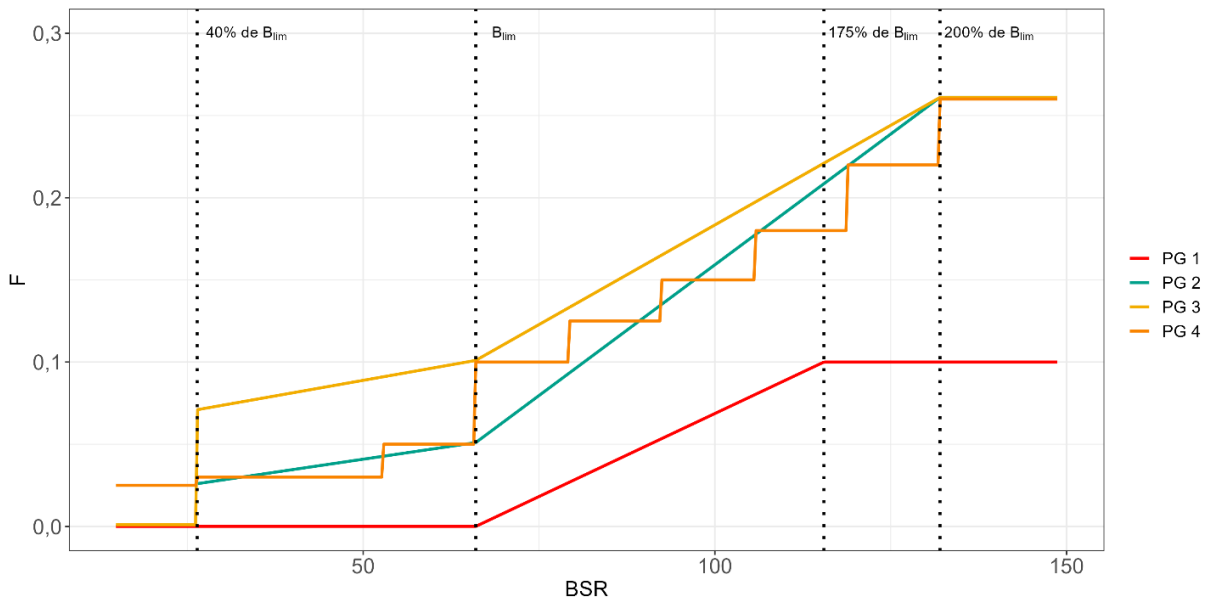


Figure 7 : Tendances de  $F$  par rapport à la BSR pour chaque exemple de procédure de gestion. Les lignes verticales indiquent les valeurs de la BSR auxquelles des changements dans les tendances de  $F$  se produisent à divers points de contrôle.

À court terme, les projections sont plus sensibles aux taux de mortalité qu'au recrutement, une mortalité totale plus élevée entraînant une croissance plus lente du stock. Cependant, à long terme, c'est le recrutement qui détermine la trajectoire du stock (figure 8).

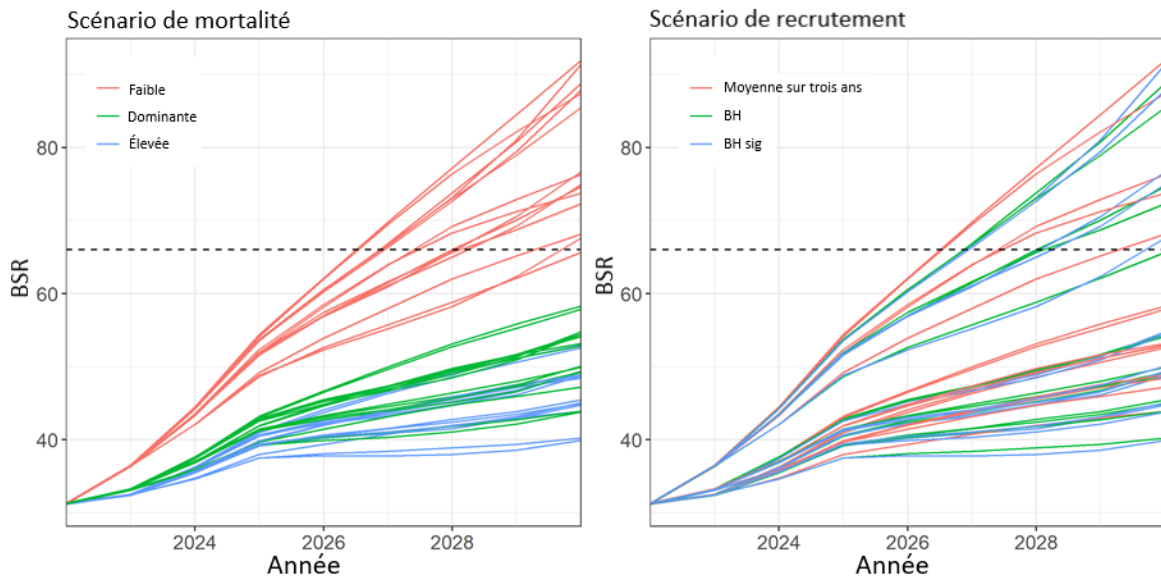


Figure 8 : Projections de la BSR médiane jusqu'en 2030. Chaque ligne représente un modèle opérationnel différent dans les exemples de procédure de gestion. Le panneau de gauche montre les types de lignes par scénario de mortalité, et à droite les lignes par scénario de recrutement.

Les trajectoires du stock varient considérablement entre les scénarios du modèle opérationnel (recrutement x mortalité naturelle; 9 testés ici), et la capacité du stock à atteindre les objectifs

proposés dépend fortement de nos hypothèses sur le recrutement et la mortalité naturelle, et elle est également influencée par la structure et l'échelle des procédures de gestion.

Les projections de la BSR sont présentées ici par rapport au temps historique pour trois échantillons de modèle opérationnel (scénarios de mortalité naturelle et de recrutement) [figure 9].

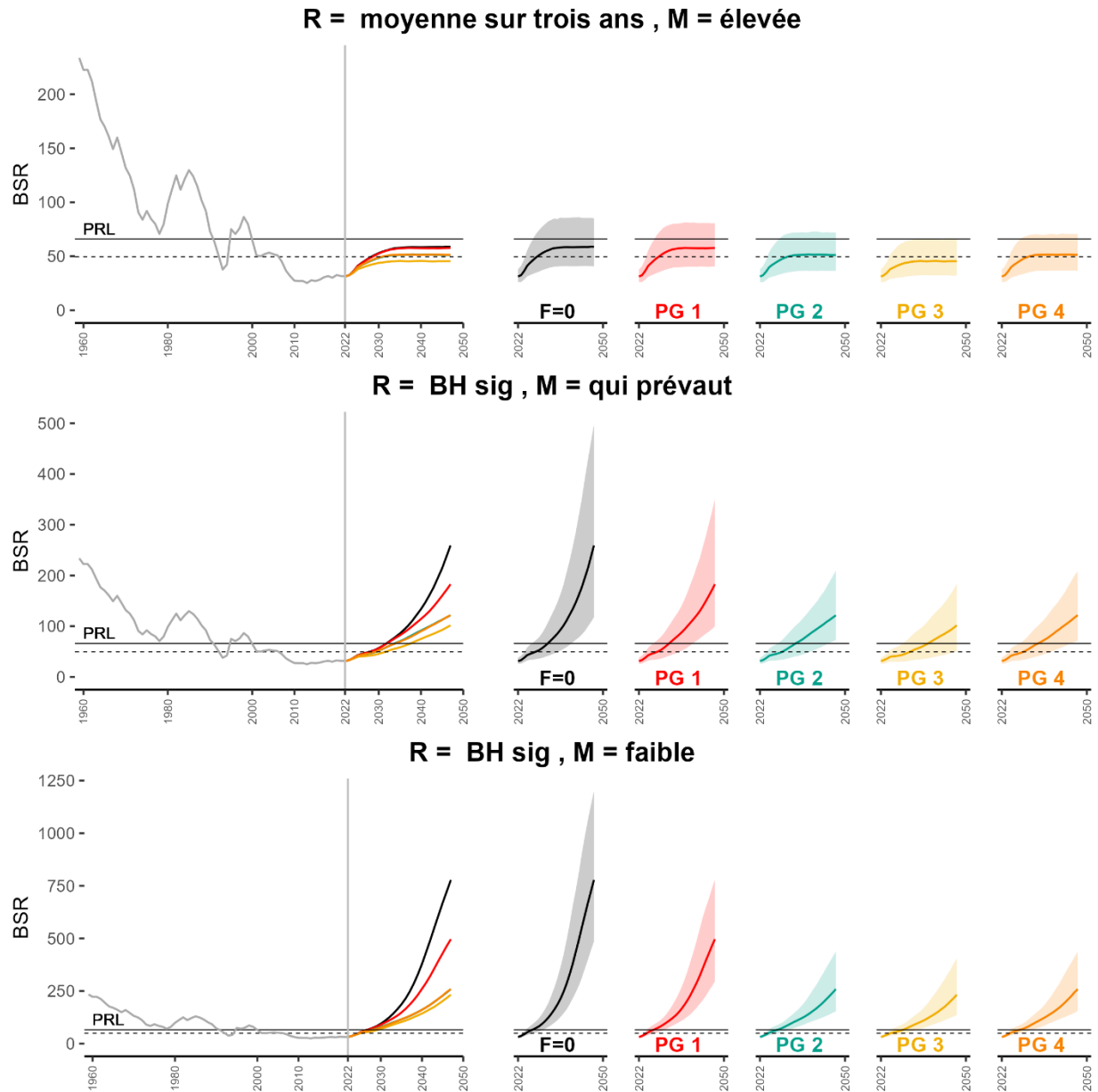


Figure 9 : Projections de la taille du stock (BSR) comparées aux estimations historiques de la taille du stock (1959-2022). Le panneau de gauche montre les estimations médianes, tandis qu'à droite, les projections pour chaque exemple de procédure de gestion sont présentées avec des intervalles de confiance à 80 % connexes. Ligne horizontale pleine à  $BSR = B_{lim}$ , ligne horizontale en pointillés à  $BSR = 0,75 B_{lim}$ .

Le rendement de chaque exemple de procédure de gestion dans chaque scénario de mortalité naturelle et de recrutement est examiné en fonction de la probabilité d'atteindre un objectif (figure 10). Chacun d'entre eux se voit ensuite attribuer une note de 1 (objectif atteint) ou de 0 (objectif non atteint) en fonction des mesures de rendement proposées, et les trois objectifs basés sur la BSR sont additionnés pour donner à chaque exemple de procédure de gestion une note sur trois dans chaque combinaison de scénarios (figure 11). Le scénario où « F = 0 » atteint tous les objectifs de rétablissement proposés dans les conditions actuelles, mais ne les atteint pas dans tous les scénarios de mortalité naturelle et de recrutement examinés.

Il est recommandé que les mesures de rendement soient communiquées à la fois en ce qui concerne les probabilités et la note réussite/échec en fonction de seuils définis de la procédure de gestion, afin d'informer au mieux les décideurs sur le rendement de la procédure de gestion. Le rapport du rendement par rapport à l'ensemble des conditions de mortalité naturelle et de recrutement examinées est important pour évaluer la robustesse de toute procédure de gestion candidate dans les scénarios de productivité futurs.

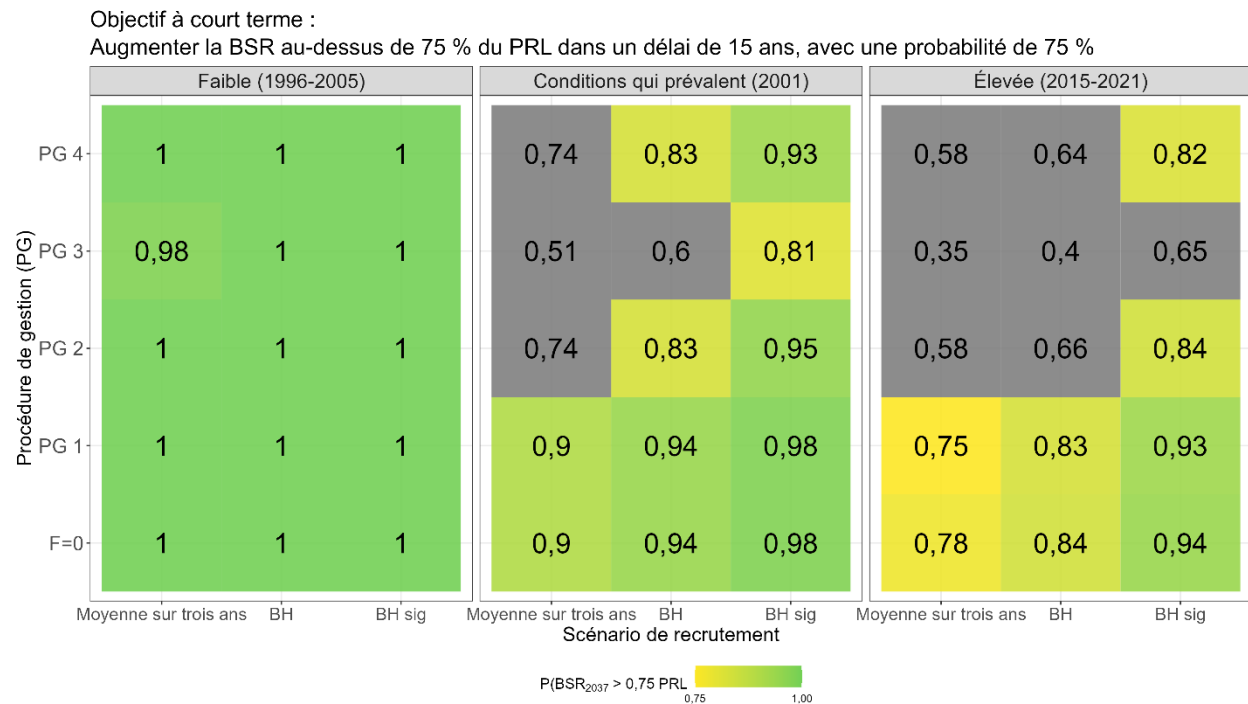


Figure 10 : Exemple d'un tableau de bord récapitulatif des mesures de rendement. Chaque cellule représente une combinaison de scénarios de mortalité, de recrutement et d'exemples de procédure de gestion. Les valeurs indiquent la probabilité. Les cellules grises n'atteignent pas la mesure de rendement au niveau de probabilité défini (0,75 ici).

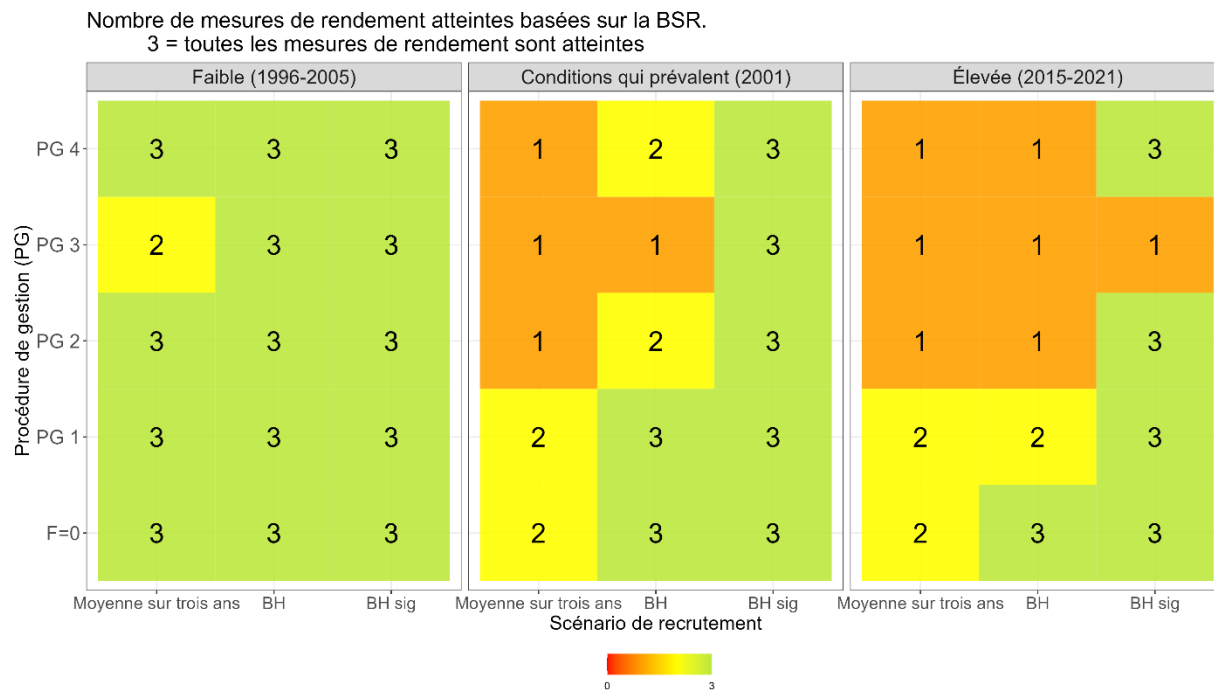


Figure 11 : Exemple d'une fiche de notation des mesures de rendement, où chaque mesure de rendement basée sur les BSR reçoit une note de 1 = réussite ou 0 = échec, et où les valeurs sont additionnées pour l'ensemble des mesures de rendement. Ici, les valeurs peuvent aller de 0 (aucun objectif n'est atteint) à 3 (tous les objectifs sont atteints).

## Rétablissement dans un Écosystème en Changement

Dans la sous-division 3Ps, les températures proches du fond ont connu une tendance générale au réchauffement depuis 1990 (Cyr *et al.* 2022), et le réchauffement des océans devrait se poursuivre (Bush et Lemmen 2019). La morue franche était historiquement l'espèce dominante parmi les poissons prédateurs dans cette unité d'écosystème, mais sa dominance au sein de ce groupe fonctionnel a été nettement réduite depuis 2010 en raison de l'augmentation des espèces d'eau chaude comme le merlu argenté (*Merluccius bilinearis*) [Koen-Alonso et Cuff 2018; OPANO 2021]. Des changements importants ont également été notés dans les niveaux de nutriments, le phytoplancton et le zooplancton dans l'Atlantique Nord-Ouest, y compris dans la sous-division 3Ps (Bélanger *et al.* 2021). La distribution, l'abondance et la saisonnalité des prédateurs, des proies et des concurrents peuvent toutes avoir un effet sur la croissance, la survie et la condition de la morue. L'interaction entre ces facteurs, et d'autres, et les impacts sur la morue dans un environnement de la sous-division 3P en mutation ne sont pas bien compris. Les tendances au réchauffement en cours, ainsi que l'augmentation plus récente de la prédominance des poissons d'eau chaude, indiquent que l'écosystème de la sous-division 3Ps continue de subir des changements structurels. Dans ce contexte, les effets de fond contribuent à la mauvaise condition des poissons et à la mortalité naturelle élevée de la morue de ce stock (MPO 2022a). Les données biologiques donnent à penser que la valeur de M est plus susceptible d'augmenter que de diminuer, auquel cas les scénarios actuellement examinés dans le cadre de l'ESG allégée sous-estimerait la mortalité, surestimerait la croissance des stocks et leur taille future, et sous-estimerait l'effet relatif de la mortalité due à la pêche. L'estimation la plus récente de M pour la morue franche de 3Ps est de 0,34 (2021, âges de 5 à 8 ans), ce qui est bien inférieur aux niveaux de M signalés pour les stocks de

morue adjacents, qui vont de 0,51 à 1,57 dans le golfe du Saint-Laurent, sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador et sur le plateau néo-écossais (MPO 2019a, b, c; MPO 2022c).

Les données historiques de télémétrie (balises déployées entre 1993 et 2010; Benoît *et al.* 2011, Hammill *et al.* 2017, et les références qui s'y trouvent) indiquaient qu'une très faible proportion de la population de phoques gris (*Halichoerus grypus*) au Canada atlantique utilise la sous-division 3Ps, principalement pendant les mois d'été. Les phoques communs (*Phoca vitulina*) se trouvent dans la sous-division 3Ps tout au long de l'année. La prédation par les phoques n'est pas actuellement considérée comme un facteur important de l'évolution des stocks de morue franche de la sous-division 3Ps. Cependant, des informations mises à jour sur la distribution des phoques et l'utilisation de la sous-division 3Ps peuvent modifier la compréhension des effets relatifs des phoques sur ce stock de morue.

### Sources d'incertitude

Les projections sont établies sur 50 ans – de 2021 à 2070 – pour chaque combinaison de recrutement (R) et de mortalité naturelle (M), et chaque procédure de gestion (PG). Étant donné l'incertitude considérable qui entoure l'ensemble de la période de projection, les résultats de la simulation ne sont présentés que pour 25 ans (jusqu'en 2047), ce qui coïncide avec l'échéancier de l'objectif de rétablissement décrit dans les objectifs proposés.

Une grande partie de l'incertitude associée à la taille future de la population dépend des conditions futures de l'écosystème et de la productivité des stocks, incluant la mortalité naturelle et le recrutement, pour lesquels nous testons ici divers scénarios. Nous n'avons pas pris en compte de façon explicite les autres changements susceptibles de survenir au sein du stock, y compris, mais sans s'y limiter, les changements liés à la croissance, à la répartition, aux déplacements et au mélange avec les stocks adjacents.

## CONCLUSIONS ET AVIS

Le cadre de l'ESG allégée est considéré comme scientifiquement valable pour évaluer le potentiel de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps selon divers scénarios de recrutement (R) et de mortalité naturelle (M), et avec l'application de diverses procédures de gestion. L'éventail des modèles opérationnels (scénarios de mortalité et de recrutement) est considéré comme approprié et représentatif du processus actuel du plan de rétablissement. À court terme, la trajectoire du stock est plus sensible aux taux de mortalité qu'au taux de recrutement utilisé; une mortalité totale plus élevée entraîne une croissance plus lente du stock. Une incertitude considérable est associée aux projections de stocks à long terme. Une grande partie de cette situation est due à l'incertitude quant aux conditions futures des écosystèmes et à la productivité des stocks. Dans les conditions actuelles de R et M et en l'absence de pêche, le stock devrait atteindre l'objectif de rétablissement proposé (au-dessus du PRL avec une probabilité de 75 %) en 2036.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

NOM	ORGANISME D'APPARTENANCE
Eugène Lee	MPO (T.-N.-L.) – Centre des avis scientifiques
Laura Wheeland	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Dale Richards	MPO (T.-N.-L.) – Centre des avis scientifiques
Hilary Rockwood	MPO (T.-N.-L.) – Centre des avis scientifiques
Karen Dwyer	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Divya Varkey	MPO (T.-N.-L.) – Sciences

NOM	ORGANISME D'APPARTENANCE
Mark Simpson	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Nick Gullage	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Andrea Perreault	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Aaron Adamack	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Robert Deering	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Paul Regular	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Rajeev Kumar	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Emilie Novaczek	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Katherine Skanes	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Krista Tucker	MPO (T.-N.-L.) – Sciences
Ryan Critch	MPO (T.-N.-L.) – Communications
Shelley Dwyer	MPO (T.-N.-L.) – Gestion des ressources
Julie Diamond	MPO (T.-N.-L.) – Gestion des ressources
Chelsie Triccot	MPO (T.-N.-L.) – Gestion des ressources
Jill Duff	MPO (T.-N.-L.) – Politique et économie
Danny Ings	MPO (RCN) – Sciences
Julie Marentette	MPO-Sciences des populations de poissons (RCN) – Sciences
Jordan Ouellette-Plante	MPO (Québec) – Sciences
Vanessa Byrne	Gouvernement de T.-N.-L. – Pêche, agriculture et ressources naturelles
Joël Vigneau	IFREMER
Greg Robertson	ECCC
Todd Broomfield	Gouvernement du Nunatsiavut
Erin Carruthers	Fish, Food and Allied Workers Union
Kris Vascotto	Conseil consultatif sur les poissons de fond de l'Atlantique
Jonathan Babyn	Milieu universitaire – Étudiant diplômé de l'Université Dalhousie
Tommi Perala	Milieu universitaire – Université de Jyväskylä, Finlande
Jack Daly	Oceana Canada
Gemma Rayner	Océans Nord

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion d'examen régional par les pairs du 28 au 30 novembre 2022 sur l'Examen des simulations des plans de rétablissement pour la morue franche de la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Bélanger, D., Pepin, P., and Maillet, G. 2021. Biogeochemical oceanographic conditions in the Northwest Atlantic (NAFO subareas 2-3-4) during 2020. NAFO SCR Doc. 21/010.

Benoît, H.P., Swain, D.P., Bowen, W.D., Breed, G.A., Hammill, M.O., and Harvey, V. 2011. [Evaluating the potential for grey seal predation to explain elevated natural mortality in three fish species in the southern Gulf of St. Lawrence](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 442: 149–167.

- Bush, E. and Lemmen, D.S. (Eds.) 2019. Canada's Changing Climate Report; Government of Canada, Ottawa, ON. 444 p.
- Cyr, F., Snook, S., Bishop, C., Galbraith, P.S., Chen, N. et Han, G. 2022. [Conditions océanographiques physiques sur le plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/040. iv + 51 p.
- Hammill, M.O., den Heyer, C.E., Bowen, W.D., and Lang, S.L.C. 2017. [Grey Seal Population Trends in Canadian Waters, 1960-2016 and harvest advice](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/052. v + 30 p.
- Koen-Alonso, M., and Cuff, A. 2018. Status and trends of the fish community in the Newfoundland Shelf (NAFO Div. 2J3K), Grand Bank (NAFO Div. 3LNO) and Southern Newfoundland Shelf (NAFO Div. 3Ps) Ecosystem Production Units. NAFO SCR Doc. 18/070: 1–11.
- MPO. 2009. [Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution](#).
- MPO. 2019a. [Évaluation du stock de morue franche \(\*Gadus morhua\*\) dans les divisions 4X5Y de l'OPANO](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/015.
- MPO. 2019b. [Évaluation de la morue franche \(\*Gadus morhua\*\) du sud du golfe du Saint-Laurent \(Div. de l'OPANO 4T-4Vn \(nov. – avril\)\) jusqu'en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/021.
- MPO. 2019c. [Évaluation du stock de morue franche du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/032.
- MPO. 2021. [Lignes directrices scientifiques à l'appui de l'élaboration des plans de rétablissement des stocks de poissons canadiens](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/006.
- MPO. 2022a. [Évaluation du stock de morue dans la sous-division 3Ps de l'OPANO](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/022.
- MPO. 2022b. [Lignes directrices pour la rédaction de plans de rétablissement conformément aux Dispositions relatives aux stocks de poissons et Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#).
- MPO. 2022c. [Évaluation du stock de morue du Nord \(divisions 2J3KL de l'OPANO\) en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/041.
- NAFO. 2021. Report of the Scientific Council Working Group on Ecosystem Science and Assessment, 16 - 25 November 2021. Dartmouth, Nova Scotia, Canada. NAFO SCS Doc. 21/21.
- Perälä, T., Hutchings, J.A., and Kuparinen, A. 2022. [Allee effects and the Allee-effect zone in northwest Atlantic cod](#). Bio. Lett. 18(2): 20210439.
- Regular, P.M., Buren, A.D., Dwyer, K.S., Cadigan, N.G., Gregory, R.S., Koen-Alonso, M., Rideout, R.M., Robertson, G.J., Robertson, M.D., Stenson, G.B., Wheeland, L.J., and Zhang, F. 2022. [Indexing starvation mortality to assess its role in the population regulation of Northern cod](#). Fish. Res. 247: 106180.
- Varkey, D.A., J. Babyn, P. Regular, D.W. Ings, R. Kumar, B. Rogers, J. Champagnat et M.J. Morgan. 2022. [Un modèle état-espace pour l'évaluation du stock de morue \(\*Gadus morhua\*\) dans la sous-division 3Ps de l'OPANO](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/022 vi + 81.



**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région de Terre-Neuve-et-Labrador  
Pêches et Océans Canada  
Case postale 5667  
St. John's (T.-N.-L.) A1C 5X1

Courriel : [DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFONLCentreforScienceAdvice@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 978-0-660-47088-7 N° cat. Fs70-6/2023-007F-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. Examen des simulations du plan de rétablissement de la morue franche de la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/007.

*Also available in English:*

*DFO. 2023. Review of Rebuilding Plan Simulations for Northwest Atlantic Fisheries Organization (NAFO) Subdivision 3Ps Atlantic Cod. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2023/007.*