



MISE À JOUR DE L'ÉTAT DU STOCK DE MORUE FRANCHE (*GADUS MORHUA*) DANS LES DIVISIONS 4X5Y DE L'OPANO POUR 2022

Contexte

Dans le Canada atlantique, l'aire de répartition de la morue franche (*Gadus morhua*) s'étend du banc de Georges au nord du Labrador. On compte un certain nombre de concentrations de morue franche dans cette aire de répartition, y compris celles du sud du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy, dans les divisions 4X et 5Y de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). En 2010, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué la population du sud (4X5YZjm) comme espèce en voie de disparition, et une évaluation du potentiel de rétablissement a été réalisée en 2011 (MPO 2011). La dernière évaluation du stock de morue franche dans les divisions 4X5Y a été réalisée en 2018, parallèlement à une évaluation du cadre qui comprenait un examen des données d'entrée, des informations sur les écosystèmes, des approches de modélisation et des approches à données limitées. La dernière mise à jour de l'état du stock remonte à 2020. La Gestion des pêches de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé au Secteur des sciences du MPO d'appliquer l'approche de modélisation élaborée en 2018 avec les indices des relevés et des prises mis à jour pour fournir un avis sur les prises.

La présente réponse des Sciences découle de l'examen par les pairs régional sur la mise à jour de l'état des stocks de morue dans 4X5Y qui s'est tenu les 6 et 7 décembre 2022.

Sommaire

- Les débarquements de morue franche des divisions 4X5Y sont restés inférieurs au total autorisé des captures (TAC) de 825 tonnes métriques (tm) ces dernières années, à 507 tm en 2020 et 630 tm en 2021.
- Les prises selon l'âge de morue franche dans les divisions 4X5Y, commerciales ou lors des relevés, révèlent une troncature de la structure par âge depuis les années 1990.
- Les indices de la biomasse et de l'abondance de l'âge 1 lors du relevé d'été par navire de recherche du MPO demeurent faibles les trois dernières années où le relevé a été mené.
- D'après les résultats du modèle d'analyse de population virtuelle (APV) 3MFfirst, qui a été accepté et ajusté aux indices des relevés et des prises actualisés, la morue franche des divisions 4X5Y a décliné après une période relativement stable dans les années 1980 et 1990 et est restée à des niveaux faibles durant la dernière décennie.
- L'estimation du début de l'année 2022 de la biomasse du stock reproducteur (BSR) issue du modèle d'APV est de 4 918 tm. Cette valeur est inférieure au point de référence limite de 22 193 tm, ce qui signifie que ce stock reste dans la zone critique.
- Les derniers niveaux de recrutement pour la classe d'âge de 2020 estimés par le modèle 3MFfirst pour ce stock étaient de 1,6 million d'individus.

Région des Maritimes

- La mortalité par pêche (F) affiche une baisse progressive pour les âges pleinement recrutés après 1994, ce qui est conforme aux mesures de gestion mises en œuvre depuis les trois dernières décennies. L'estimation la plus récente de F est de 0,12.
- La mortalité naturelle (M) a augmenté au fil du temps pour les poissons plus âgés (âges 5+) et semble s'être stabilisée à des niveaux élevés dans les cinq dernières années, la dernière moyenne sur cinq ans de M étant estimée à 1,64.
- Les projections tirées de l'estimation du modèle indiquent que la BSR restera relativement stable au cours des trois prochaines années, tant avec un statu quo du TAC de prises accessoires qu'en l'absence de pêche.

Renseignements de base

La morue franche (*Gadus morhua*) est une espèce des grandes profondeurs dont l'aire de répartition est étendue dans l'Atlantique Ouest, avec plusieurs concentrations le long de la côte atlantique canadienne. Dans la division 4X et la partie canadienne de la division 5Y de l'OPANO, on relève deux taux de croissance distincts de la morue franche : un taux de croissance plus rapide dans la baie de Fundy (zones 4Xqrs5Yb de l'OPANO) et un taux de croissance plus lent sur le plateau néo-écossais (zones 4Xmno de l'OPANO; Figure 1). La division 4Xp de l'OPANO est considérée comme une zone de mélange pour ces deux composantes, car les poissons qui y sont capturés présentent constamment les caractéristiques des deux courbes de croissance (Andrushchenko *et al.* 2022). Bien que cette structure à deux stocks dans les divisions 4X5Y perdure dans le temps, les deux composantes demeurent gérées et évaluées comme une seule unité depuis 1985.

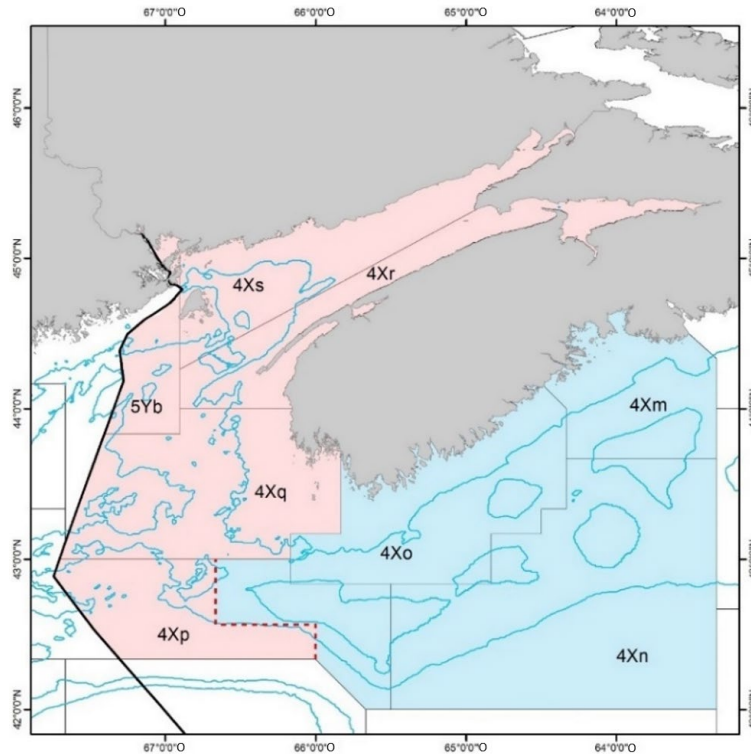


Figure 1. Zone de gestion de la morue franche dans les divisions 4X5Y, faisant la distinction entre les composantes de l'est (en bleu) et de l'ouest (en rose).

Description de la pêche

La morue franche est capturée dans le cadre d'une pêche plurispécifique du poisson de fond dans la division 4X de l'OPANO et dans la portion canadienne de la division 5Yb. Faisant historiquement partie d'une pêche côtière nationale, la pêche a augmenté en intensité dans les années 1960 avec l'introduction d'engins mobiles (Figure 2). Le total autorisé des captures (TAC) a régulièrement diminué depuis le milieu des années 1990 (Figure 2). Après l'évaluation du potentiel de rétablissement en 2011 (MPO 2011), le TAC a été réduit davantage pour s'établir à 1 650 tm. Avec l'interdiction de la pêche dirigée de la morue franche en 2019, la morue franche des divisions 4X5Y est devenue une pêche de prises accessoires seulement.

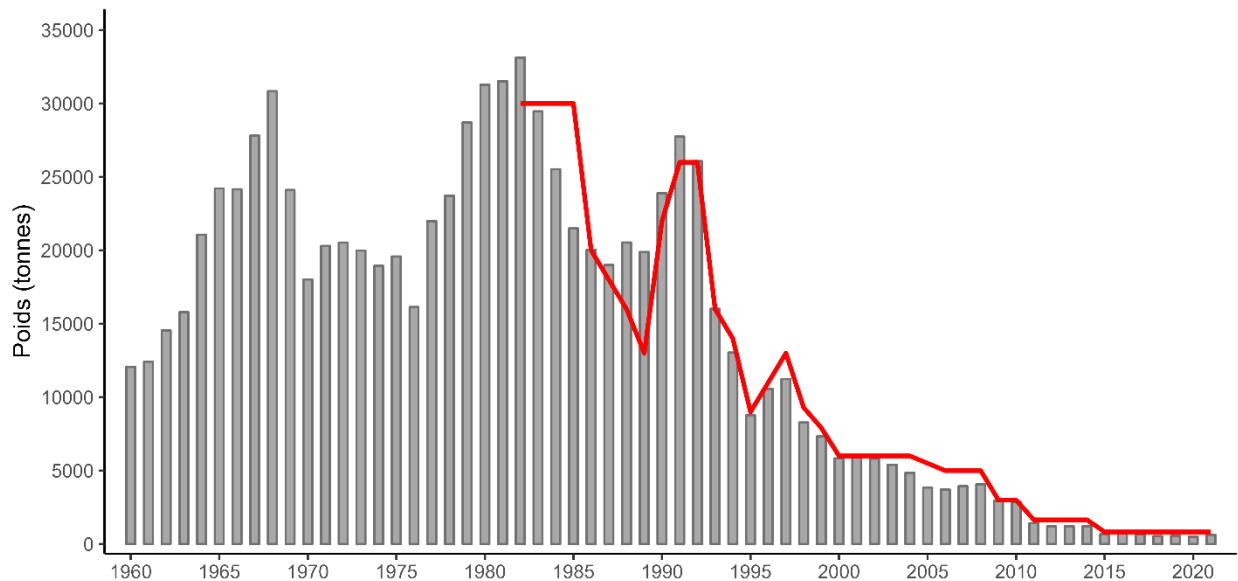


Figure 2. Débarquements (barres grises) et total autorisé des captures (TAC) (ligne rouge) de morue franche des divisions 4X5Y de l'OPANO, par année civile (du 1^{er} janvier au 31 décembre). Depuis 1999, les débarquements et le TAC sont déclarés par année de pêche (du 1^{er} avril au 31 mars).

Historiquement, la proportion des débarquements de morue franche en provenance du plateau néo-écossais était plus importante que celle de la baie de Fundy, mais les proportions ont changé avec la redistribution de l'effort de pêche depuis la fin des années 1990. Les contributions des deux composantes sont devenues similaires à la fin des années 2010. Dans les trois dernières années, les prélèvements de morue franche de la baie de Fundy ont considérablement diminué, et les débarquements du plateau néo-écossais représentaient 70 % des prélèvements totaux de la pêche dans les divisions 4X5Y. Les débarquements de la division 4Xp ont augmenté à partir des années 1980 et sont restés à 30 % des débarquements depuis le début des années 2010 ou en dessous (Figure 3).

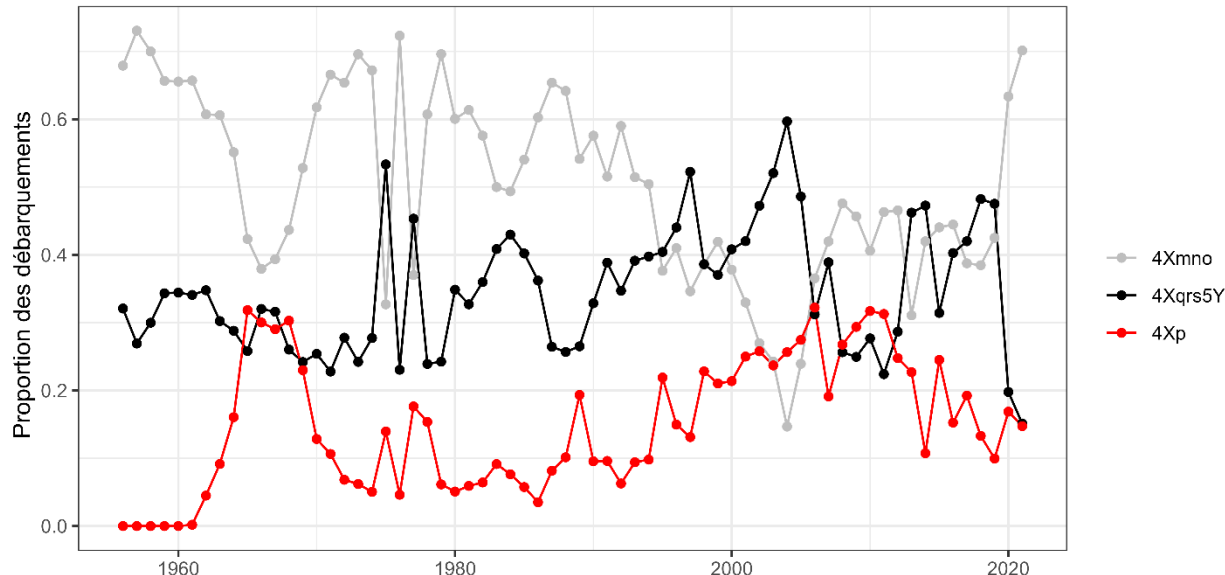


Figure 3. Proportion des débarquements de morue franche des divisions 4X5Y provenant du plateau néo-écossais (divisions 4Xmno; en gris), de la baie de Fundy (divisions 4Xqrs5Yb; en noir) et de la zone de mélange de la division 4Xp (en rouge). Les prises de la division 4Xu de l'OPANO (inconnues) sont exclues de la figure.

Les quotas et les prises de morue franche ont diminué tout au long de la série chronologique. Dans l'ensemble, les prises sont restées inférieures au TAC ces dernières années. Les débarquements de l'année de gestion 2020-2021 étaient les plus bas de la série chronologique, à 507 tm, et ceux de 2021-2022 ont augmenté à 630 tm (Table 1).

Tableau 1. Total autorisé des captures (TAC) et débarquements par année de gestion pour la morue franche des divisions 4X5Y en tonnes métriques (tm).

Année de gestion	Moyenne 1982–1991	Moyenne 1992–2001	Moyenne 2002–2011	Moyenne 2012–2021	2020-2021	2021-2022
TAC	23 500	11 821	4 615	1 072	825	825
Débarquements	24 075 ¹	11 178 ¹	3 887	801	507	630

¹ Les débarquements pour l'année 2001 et avant sont fondés sur l'année civile, mais les débarquements après 2001 sont basés sur l'année de gestion (avril à mars).

Analyse et réponse

Indicateurs de l'état du stock

Pêche

On observe une troncature constante de la structure par âge dans les prises selon l'âge entre les années 1990 et 2014, date à laquelle aucun poisson au-dessus de l'âge 8 n'a été détecté dans la pêche. Depuis le milieu des années 2010, certains poissons plus âgés sont réapparus dans les composantes de la baie de Fundy et du plateau néo-écossais, mais les effectifs restent faibles. Des poissons plus jeunes (moins de l'âge 3) provenant de la pêche sur le plateau néo-écossais ont été observés en plus grand nombre en 2020 et 2021, mais ce pic de poissons

plus jeunes n'a pas été détecté dans la composante de la baie de Fundy. Globalement, le nombre de jeunes poissons reste inférieur à celui observé avant 2010 (Figure 4).

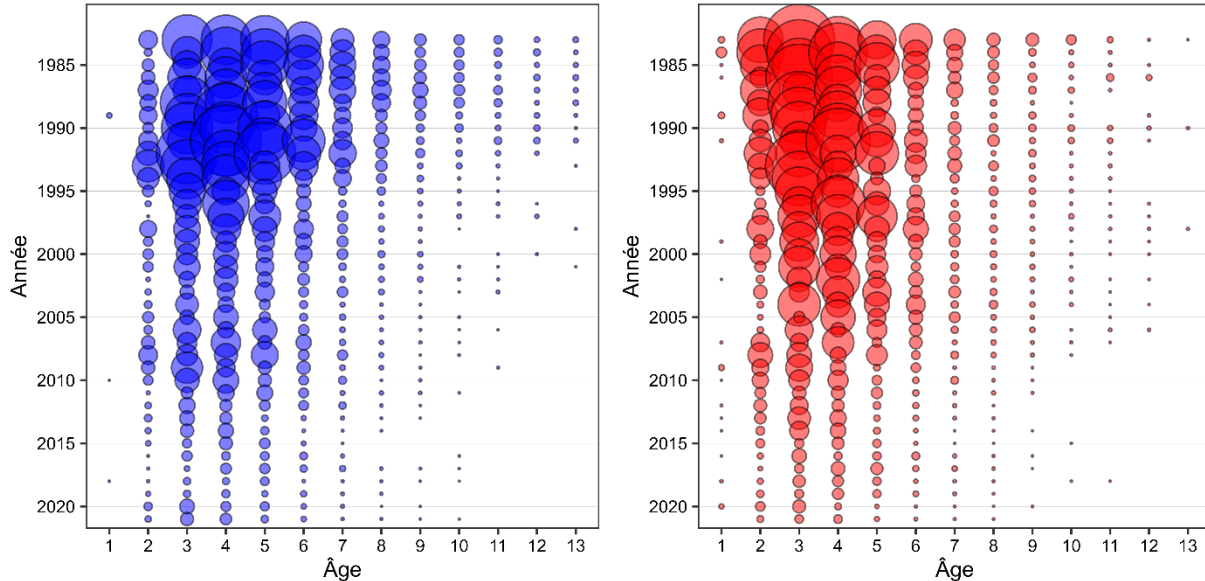


Figure 4. Prises selon l'âge dans la pêche commerciale pour la morue franche du plateau néo-écossais (en bleu) et de la baie de Fundy (en rouge) depuis 1983. La taille des bulles est proportionnelle à l'abondance.

D'autres paramètres dérivés de la pêche ont été examinés dans le cadre de cette mise à jour afin d'étudier les récentes déclarations de pêcheurs qui affirment avoir vu de plus grosses morues franches ces dernières années (comm. pers., SFGAC 2021); ces données sont présentées uniquement à des fins d'étude. La longueur maximale des morues franches capturées dans la pêche dans les divisions 4X5Y a été estimée comme étant la longueur moyenne des dix plus longs poissons mesurés par les échantillons prélevés au port. Cette valeur a diminué tout au long de la série chronologique et fluctue considérablement durant la même année et d'une année à l'autre (Figure 5). Depuis le début des années 2010, la longueur maximale des poissons s'est marginalement améliorée dans les deux composantes, semblant persister uniquement dans celle du plateau néo-écossais, compte tenu de la variabilité intra-annuelle.

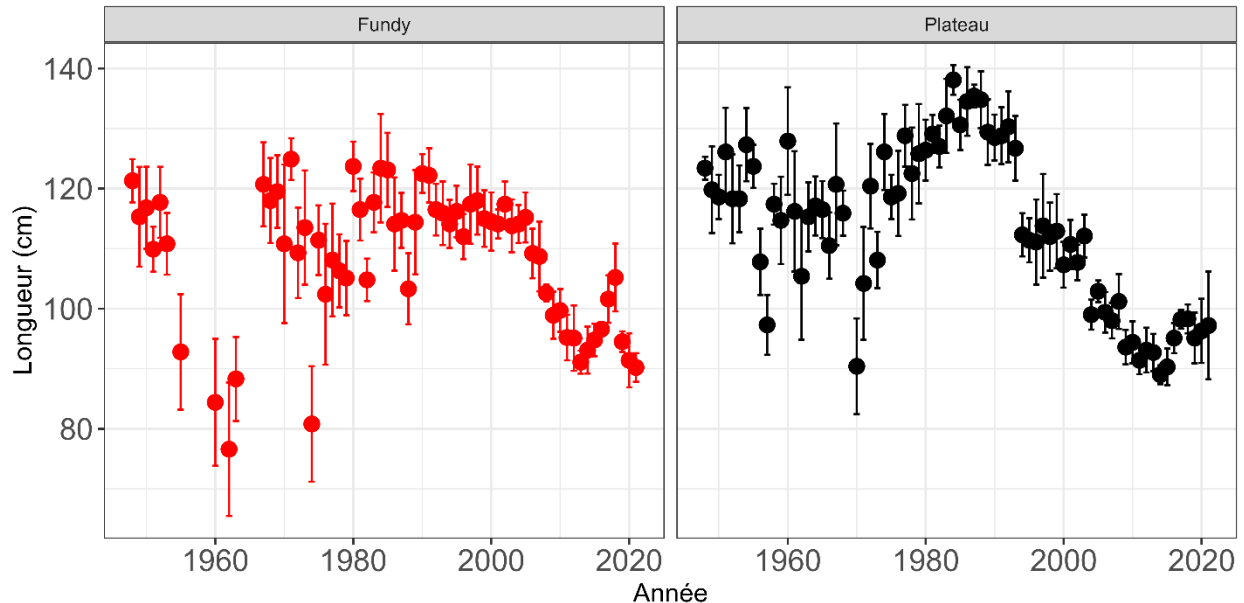


Figure 5. Longueur moyenne des dix plus longs poissons mesurés (cm) à partir d'échantillons prélevés au port dans la pêche de la morue franche des divisions 4X5Y. Le rouge représente la composante du plateau néo-écossais et le noir, celle de la baie de Fundy. Les barres représentent les intervalles de confiance à 95 %.

Relevé

Depuis 1970, le relevé annuel d'été au chalut de fond par navire de recherche du MPO fournit des renseignements indépendants de la pêche sur les espèces de poisson de fond, notamment la morue franche dans la zone de gestion 4X5Y. L'échantillonnage dans les divisions 4X5Y a lieu l'été (de juin à août). En 2021, le relevé par navire de recherche a été réalisé par un nouveau navire avec un nouveau filet de pêche, mais il n'y a pas eu de pêche comparative. De ce fait, les données sur l'abondance et la biomasse de 2021 ne sont pas comparables à celles des autres années tant que des facteurs de conversion valides ne sont pas élaborés et elles ne sont donc pas indiquées dans cette évaluation. Le relevé de 2022 a couvert toutes les strates des divisions 4X5Y et a été effectué avec les navires et filets de pêche existants, ce qui permet de comparer les données à l'ensemble de la série chronologique.

L'indice de la biomasse totale de la morue franche dans les divisions 4X5Y diminue régulièrement depuis les années 1990 et reste faible depuis 2010 dans les deux zones de gestion (Figure 6). Les estimations de la biomasse totale de la morue franche tirées des trois derniers relevés d'été (2019, 2020 et 2022) sont les trois valeurs les plus basses jamais enregistrées pour l'espèce, 2022 étant la plus basse.

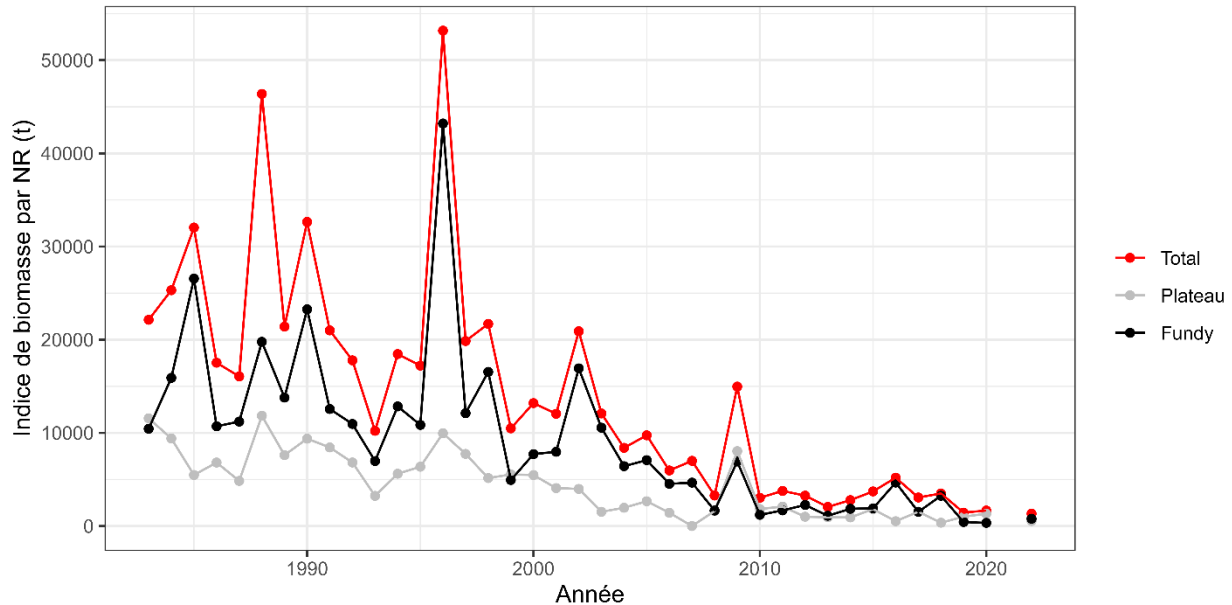


Figure 6. Indice de la biomasse totale (tm) dans le relevé d'été par navire de recherche du MPO pour l'ensemble des divisions 4X5Y (en rouge), le plateau néo-écossais (en gris) et la baie de Fundy (en noir) depuis 1983.

Les prises de morue franche dans le relevé de 2022 étaient faibles par rapport aux années précédentes et aux prises historiques, et la plupart des traits de chalut effectués n'ont pas remonté de morue (MPO 2020, MPO 2021). On a observé des changements notables dans la répartition de la morue tout au long de cette série chronologique de 40 ans et, dans l'ensemble, le poids par trait a diminué dans toutes les zones (Andrushchenko *et al.* 2022). La morue franche de la baie de Fundy s'est éloignée de la côte et se trouve maintenant surtout dans les eaux plus profondes de la baie de Fundy, tandis que celle du plateau néo-écossais est concentrée sur les bancs de Brown, de LaHave, Roseway et de Baccaro (Figure 7).

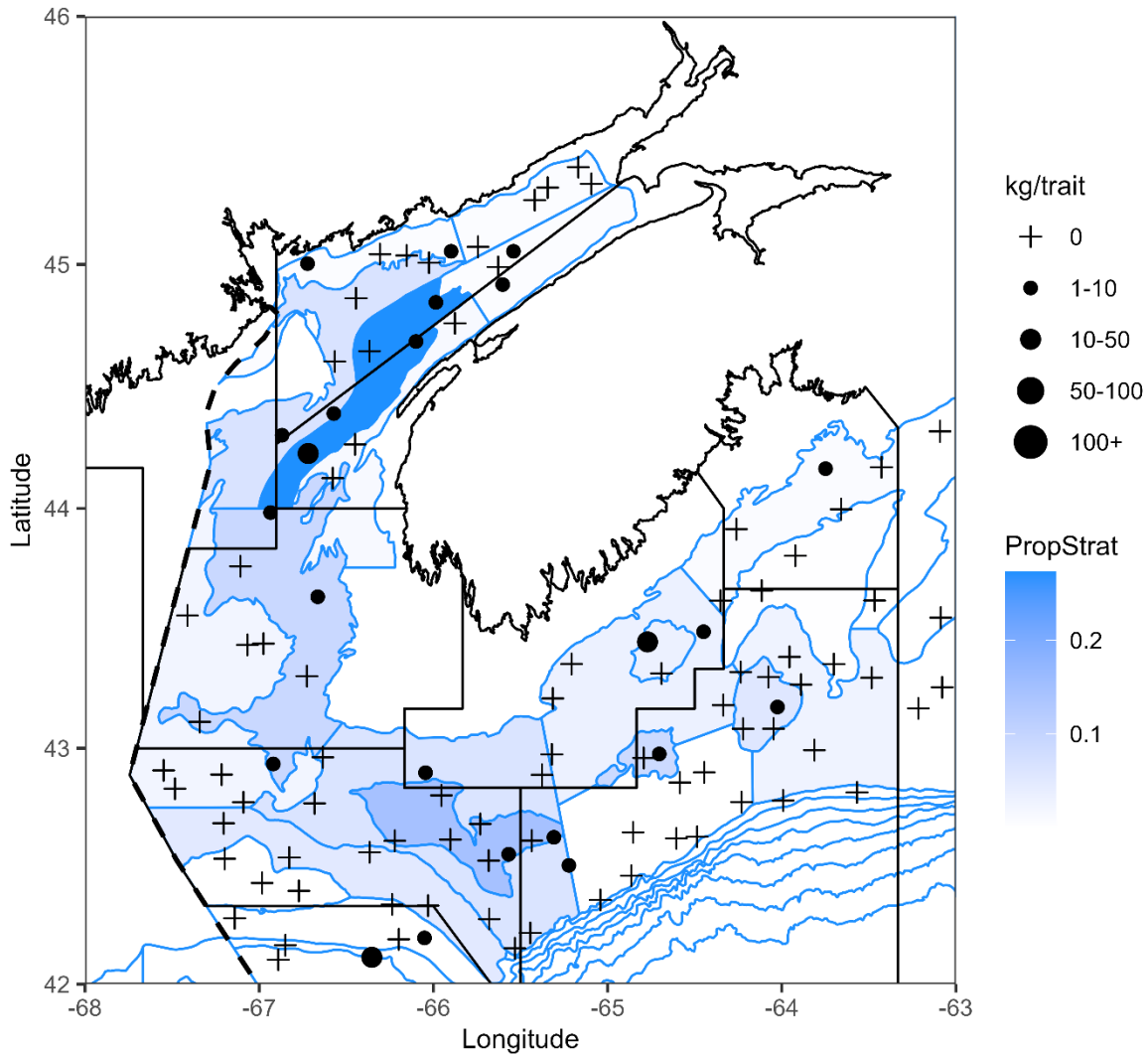


Figure 7. Distribution des prises de morue franche dans les divisions 4X5Y (kg/trait) pour toutes les calées valides du relevé d'été par navire de recherche en 2022; le symbole + représente des prises nulles, et les cercles noirs sont proportionnels à la taille des prises. Les lignes bleues représentent la strate de relevé, et l'ombrage bleu indique la proportion annuelle moyenne de la biomasse totale de morue franche, par strate, de 2008 à 2018. Les lignes noires représentent les divisions de l'OPANO.

Comme pour les prises commerciales selon l'âge, on note une troncature des âges plus élevés (6+) dans les prises dans le relevé depuis le milieu des années 1990 jusqu'à un minimum en 2013-2014. Les poissons plus âgés sont réapparus sur le plateau néo-écossais entre 2015 et 2019, et très peu de poissons des âges 6+ ont été observés depuis, dans les deux composantes. Les prises selon l'âge dans le relevé ont permis de suivre certaines grandes classes d'âge dans le temps, notamment dans la baie de Fundy (Figure 8). Dans l'ensemble, peu de grandes classes d'âge ont été détectées dans les deux composantes dans la seconde moitié de la série chronologique (Figure 9).

Région des Maritimes

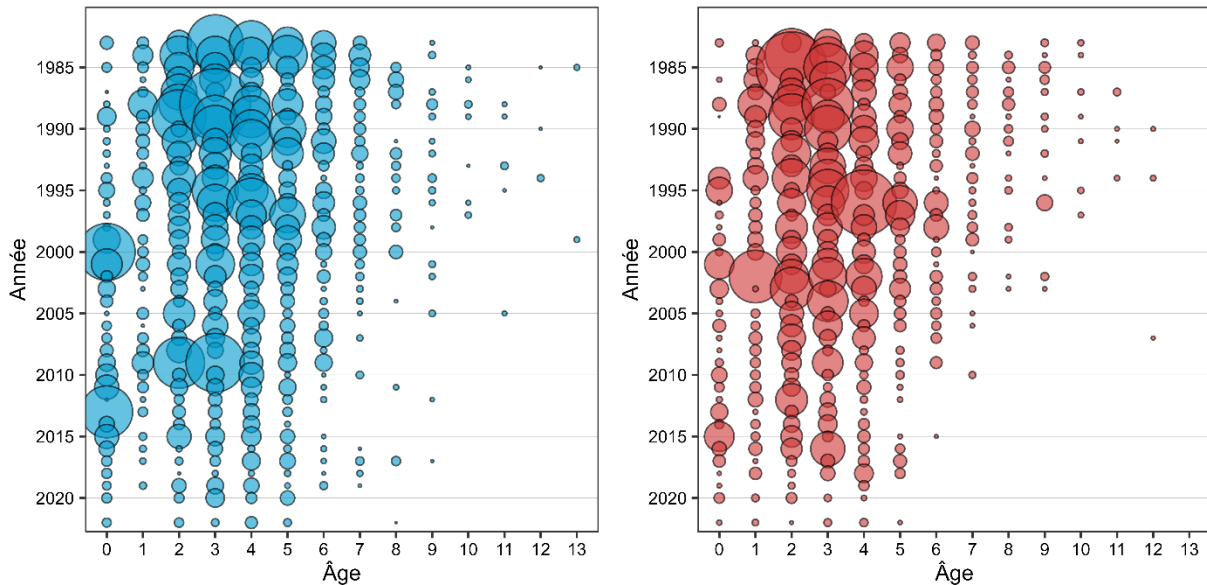


Figure 8. Indices selon l'âge dans le relevé par navire de recherche pour la morue franche sur le plateau néo-écossais (en bleu) et dans la baie de Fundy (en rouge). La taille des bulles est proportionnelle aux prises dans le relevé.

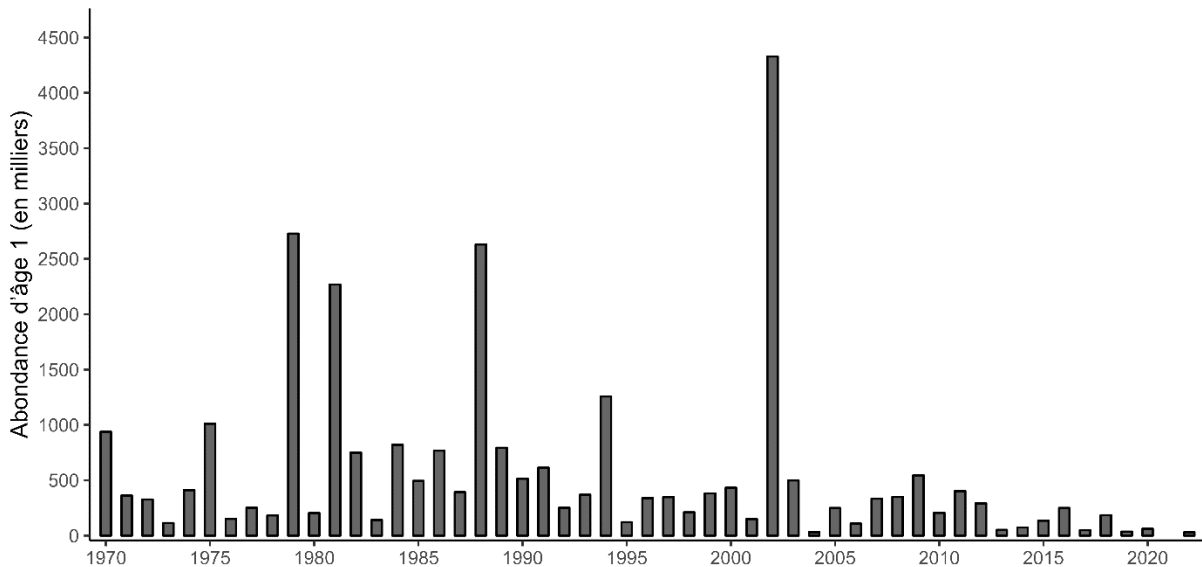


Figure 9. Indice du recrutement des poissons d'âge 1 dérivé des relevés d'été par navire de recherche du MPO de 1970 à 2022.

Les estimations totales stratifiées de l'abondance selon la longueur de la morue franche en 2019, 2020 et 2022 étaient égales ou inférieures à la moyenne observée de 2010 à 2018, sauf pour les poissons de 10 et 13 cm en 2020, et bien inférieures à la moyenne à long terme de 1983 à 2018 (Figure 10). De plus, il y avait plus de poissons de plus de 60 cm en 2022 par rapport aux deux années précédentes.

Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022

Région des Maritimes

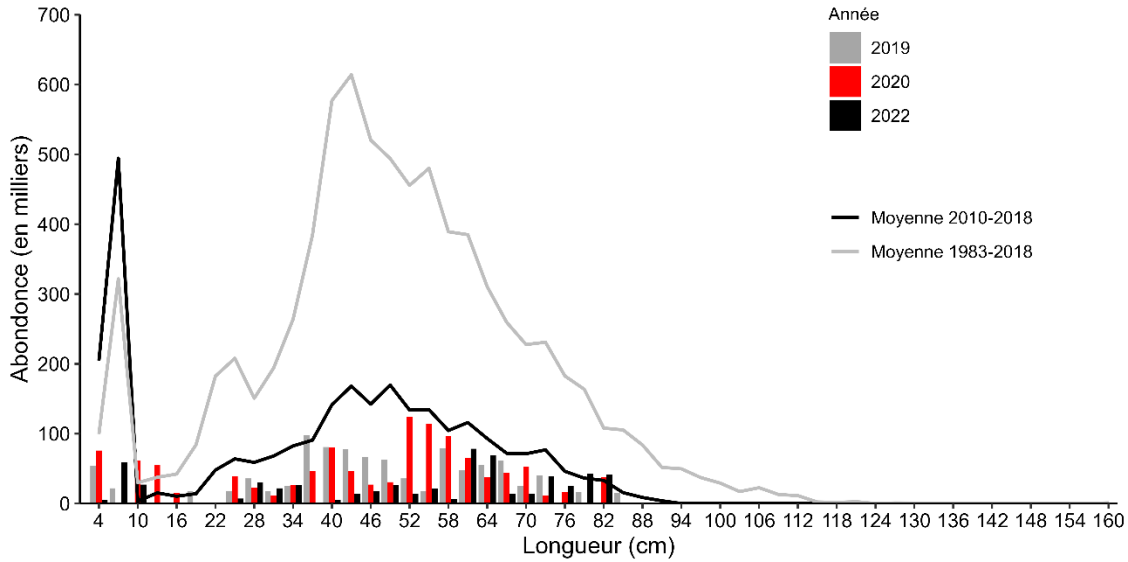


Figure 10. Indices de la fréquence de longueur pour la morue franche des divisions 4X5Y dérivés des relevés d'été par navire de recherche du MPO. Les barres représentent le nombre de poissons en milliers selon la longueur d'après les relevés de 2019 (en gris), de 2020 (en rouge) et de 2022 (en noir). La ligne noire pleine représente le nombre moyen en milliers selon la longueur de 2010 à 2018, et la ligne grise représente le nombre moyen en milliers selon la longueur de 1983 à 2018.

En moyenne, les poissons de la composante de la baie de Fundy ont des valeurs de K de Fulton plus élevées que les poissons du plateau néo-écossais, ce qui indique une meilleure condition dans cette composante (Figure 11). Ce paramètre de la condition fluctue tout au long de la série chronologique, sans tendance, bien que certains signes d'amélioration soient apparents pour la morue de la baie de Fundy ces dernières années, ce qui correspond aux déclarations des intervenants de l'industrie (comm. pers., SFGAC 2021).

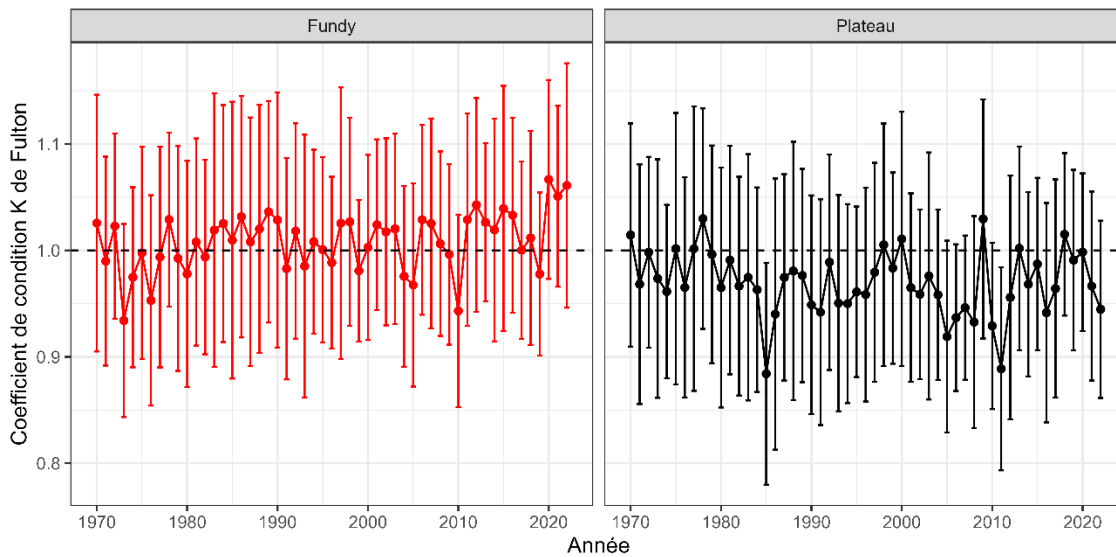


Figure 11. Facteur de condition K de Fulton (poids/longueur³) dans les composantes du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy pour la morue franche des divisions 4X5Y. Les barres représentent les intervalles de confiance à 95 %.

Évaluation

Points de référence

En 2018, lors de l'examen par des pairs du cadre d'évaluation, un point de référence limite (PRL) de 22 193 tm a été choisi selon la méthode $SB_{50/90}$. La méthode $SB_{50/90}$ est l'une des méthodes suggérées lors de l'atelier national du MPO de 2002 sur les points de référence pour les gadidés. Il s'agit du point en dessous duquel la population a peu de chances de produire un recrutement moyen dans de bonnes conditions de survie aux premiers stades du cycle biologique (MPO 2002). Il s'agit d'une méthode normalisée et reproductible, qui utilise l'ensemble de la série chronologique; cependant, elle tend à donner une perspective optimiste sur le recrutement (Wang et Irvine 2022). Le PRL de 22 193 tm déterminé à l'aide de la méthode $SB_{50/90}$ remplace le PRL précédent de 24 000 tm adopté en 2011 (MPO 2011). Un point de référence supérieur (PRS) du stock de 48 000 tm a été établi pour ce stock en 2012, lors de la réunion (MPO 2012) du Comité consultatif du poisson de fond de Scotia-Fundy (SFGCA) et demeure inchangé. Aucun point de référence de la mortalité par pêche n'a été proposé dans le cadre de 2018, car on s'attendait à ce que le stock diminue même sans pêche. En l'absence d'avis scientifique, le SFGAC a convenu d'un taux d'exploitation de référence de remplacement à sa réunion de 2019 (SFGAC 2019). Ce taux d'exploitation de référence de remplacement a été défini comme la valeur moyenne de la mortalité par pêche relative (F) entre 2015 et 2018 (0,19), en vue de pouvoir lui comparer la valeur annuelle de F relative (SFGAC 2019).

Formulation du modèle

Le stock de morue franche des divisions 4X5Y est évalué à l'aide du modèle d'analyse de population virtuelle (APV) 3MFfirst, qui a été approuvé lors de la réunion du Cadre d'évaluation pour la morue franche des divisions 4X5Y : Partie 2 – Examen des approches de modélisation, en novembre 2018 (Wang et Irvine 2022). Ce modèle utilise l'ensemble de la série chronologique jusqu'en 1983 et a pour année terminale 2021. Les indices de l'abondance selon l'âge dans les relevés et les pêches, ainsi que le poids selon l'âge pondéré par le nombre, étaient les données d'entrée du modèle. Le modèle peut traiter les valeurs manquantes dans la matrice des prises selon l'âge du relevé pour les âges 2+, mais pas pour l'âge 1; nous avons donc utilisé l'estimation de l'abondance de l'âge 1 la plus basse des cinq dernières années (50 000 individus) comme substitut de l'abondance de l'âge 1 du relevé par navire de recherche de 2021. Par conséquent, les estimations de la population pour la cohorte 2021 s'accompagnent d'une incertitude accrue pour le modèle et les projections.

Le modèle évalue les divisions 4X5Y comme une seule unité et considère les poissons plus âgés comme un groupe « plus » (âges 7+), en raison de la structure selon l'âge tronquée en 2014 et en 2015 (Wang et Irvine 2022). Le modèle d'APV 3MFfirst permet de faire varier dans le temps la mortalité naturelle (M) pour trois groupes d'âge (âges 1 à 2, 3 à 4 et 5+), et utilise une moyenne *a priori* normale de 0,2 (M_{initij}) ainsi qu'un écart de 0,05 ($M_{devj,y}$) pour tous les âges en 1983. Une distribution *a priori* normale pour l'écart de M dans les marches aléatoires a été établie avec une moyenne de 0 et un écart-type de 0,05. Le modèle suppose également une sélectivité (q) du relevé aplanie pour les âges 3 à 6, et la mortalité par pêche (F) pour l'âge 6 est calculée comme la moyenne de F pour les spécimens de 3 à 5 ans avant 1995, et comme la moyenne de F pour les âges 4 et 5 après 1995.

Les résidus ont été utilisés pour évaluer l'ajustement du modèle et aucune tendance claire n'a été observée. Une analyse rétrospective a été appliquée pour détecter toute surestimation ou sous-estimation de la mortalité par pêche et de la biomasse par rapport à l'année terminale. Les

coefficients rho de Mohn sur sept ans de la biomasse du stock reproducteur (BSR) et de F pour les âges 4 à 7 avaient des valeurs acceptables.

Résultats du modèle

D'après le modèle 3MFfirst, la biomasse de la population au début de l'année affiche une tendance à la baisse tout au long de la série chronologique (Figure 12). Depuis les années 1980 et 1990, la BSR a considérablement diminué et est restée en dessous du PRL depuis 2008, avec de nouvelles diminutions depuis la précédente évaluation en 2018 (MPO 2019, Figure 12). La BSR totale (âges 4+) estimée par le modèle d'analyse de population virtuelle 3MFfirst en 2022 est de 4 918 tm, restant ainsi encore inférieure au PRL de 22 193 tm et indiquant que le stock demeure dans la zone critique (Figure 12, Tableau A 1). Dans l'ensemble, les estimations de la BSR par l'analyse de population virtuelle concordent avec l'indice du relevé tout au long de la série chronologique (Figure 6).

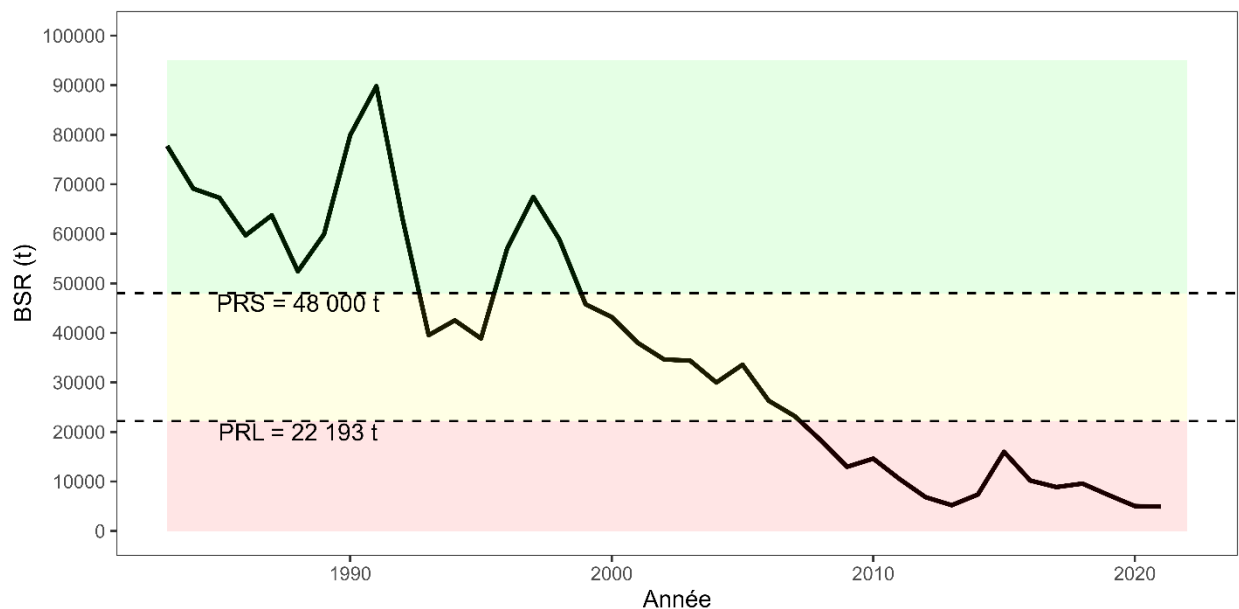


Figure 12. Biomasse du stock reproducteur (BSR; âges 4 +, en tonnes métriques) d'après le modèle d'APV 3MFfirst. Les couleurs indiquent les zones critique (en rouge), de prudence (en jaune) et saine (en vert).

L'estimation la plus récente du recrutement par le modèle d'analyse de population virtuelle 3MFfirst pour la classe d'âge de 2020 est de 1,6 million de poissons, la deuxième de la série après la plus faible (Tableau A 2). Dans l'ensemble, les niveaux de recrutement restent faibles, ce qui est cohérent avec le nombre réduit de poissons reproducteurs observés dans la population.

La mortalité par pêche d'après l'analyse de population virtuelle 3MFfirst a montré une réduction progressive dans tous les âges entièrement recrutés (moyenne pondérée en nombre de F pour les âges 4+) après 1994 jusqu'à la fin des années 2010, ce qui correspond aux mesures de gestion mises en œuvre. La mortalité par pêche des âges 3 à 6 était plus élevée que celle des poissons plus âgés (âges 7+) jusqu'au début des années 2000, la mortalité par pêche des poissons des âges 7+ augmentant considérablement au début des années 2000 et fluctuant à un niveau élevé depuis. Après avoir atteint des niveaux records, F des âges 4 à 6 semble

augmenter progressivement depuis 2017 (Figure 13). L'estimation la plus récente de F pour 2021 pour les âges entièrement recrutés est de 0,12 (Tableau A 3).

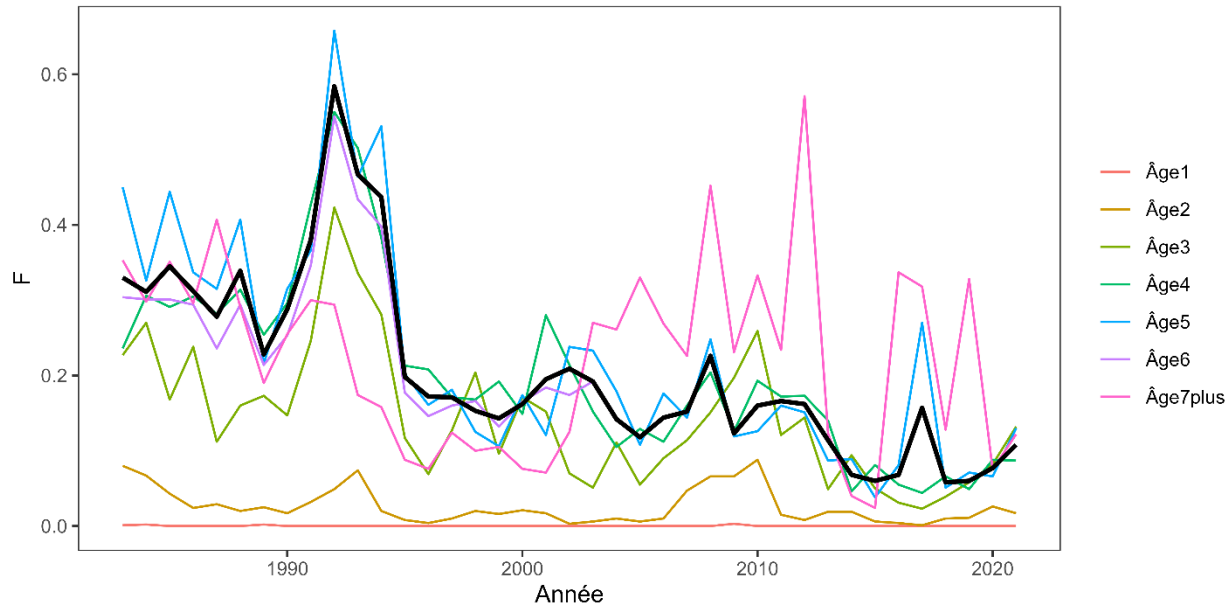


Figure 13. Mortalité par pêche en fonction de l'âge d'après le modèle d'analyse de population virtuelle (APV) 3MFfirst. La ligne noire épaisse représente la mortalité par pêche pour les âges 4 à 7.

Sur l'ensemble de la série chronologique, M a légèrement augmenté pour les poissons des âges 1 à 2 et 3 à 4 (Tableau A 4), ce qui correspond aux estimations de la mortalité totale (Z) pour les âges 2 à 4 tirées du relevé d'été par navire de recherche du MPO (MPO 2021). Pour les âges 5+, M s'est considérablement écarté de la valeur initiale de 0,2 en 1983 pour atteindre 0,34 et a continué à augmenter tout au long de la série chronologique jusqu'en 2014, où elle a été estimée à 1,65. Depuis, elle est restée élevée, mais semble se stabiliser à ce niveau (Tableau A 4). La valeur élevée de M pour les poissons plus âgés est cohérente avec la troncature de la structure par âge observée à la fois dans les prises selon l'âge dans le relevé et les pêches commerciales (Figure 4, Figure 8).

En l'absence d'un taux d'exploitation de référence accepté, on compare F relative à son substitut. On calcule la valeur de F relative en utilisant une moyenne sur trois ans de la biomasse du relevé pour atténuer la variabilité du relevé annuel. La mortalité par pêche relative du stock a diminué aux alentours de 1994, ce qui correspond à une forte diminution du TAC, conforme aux estimations de F dépendantes du modèle (Figure 13, Figure 14). Elle est restée à des niveaux plus bas jusqu'au début des années 2010 et a de nouveau diminué en 2014, lorsque le TAC a été réduit de 50 %. Après 2015, la valeur de F relative a fluctué autour de son substitut, le dépassant périodiquement.

Les estimations de Z indépendantes du modèle pour les poissons âgés de 4 à 7 ans ont augmenté au début des années 2000 et demeurent élevées (Figure 15). Ce résultat est cohérent avec la faible survie des poissons plus âgés, représentée par la structure par âge tronquée dans le relevé et la pêche (Figure 4, Figure 8). Une valeur élevée de Z concorde également avec les résultats du modèle d'analyse de population virtuelle montrant qu'une valeur élevée de M constitue une grande proportion de la mortalité totale subie par ce stock.

Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022

Région des Maritimes

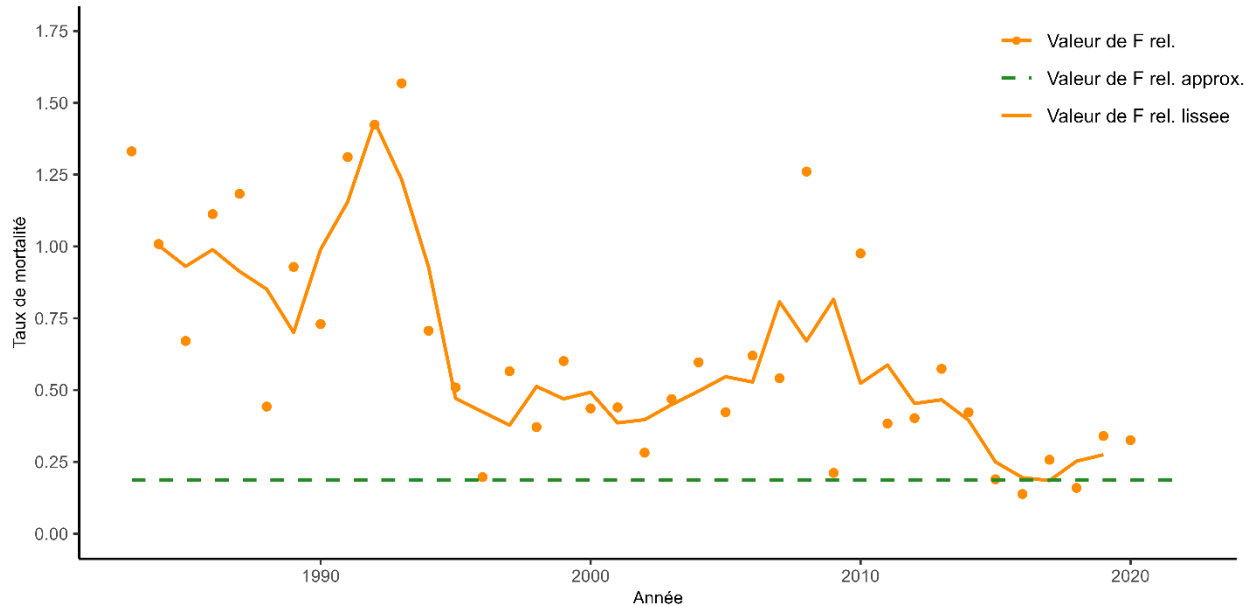


Figure 14. Comparaison de la mortalité par pêche relative annuelle (F ; points orange) et de la valeur de F relative lissée (prises annuelles / biomasse moyenne du relevé sur trois ans; ligne orange). La ligne tiretée verte représente le substitut de F relative fixé en 2019. La valeur annuelle de F relative manque pour 2021 et la valeur de F relative lissée manque entre 2019 et 2021 en raison de l'absence de relevé en 2021.

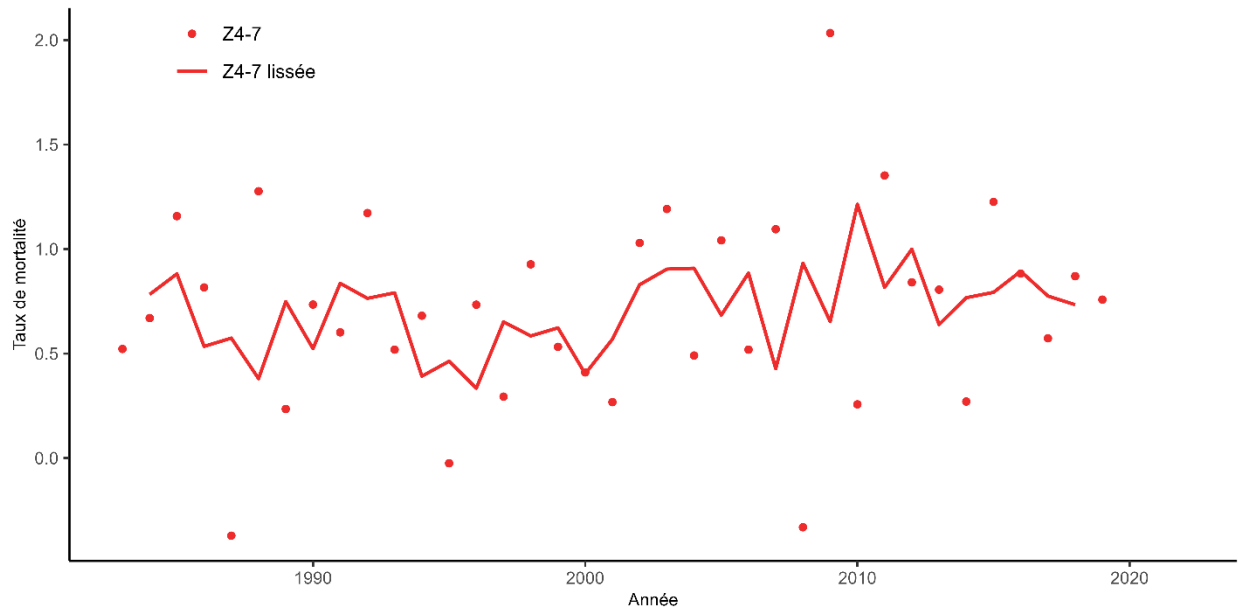


Figure 15. Mortalité totale pour les âges 4 à 7 (Z_{4-7} ; points rouges) et mortalité totale moyenne sur trois ans (ligne rouge) d'après le relevé annuel d'été par navire de recherche du MPO. Il n'a pas été possible de calculer Z pour les cohortes de 2019 à 2021 en raison de l'absence de relevé en 2021.

Le modèle 3MFfirst indique que le stock de morue franche des divisions 4X5Y a diminué considérablement par rapport aux niveaux d'avant 1994 et qu'il demeure dans la zone critique.

**Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022**

Région des Maritimes

Malgré la diminution de la mortalité par pêche, la productivité du stock reste faible et la mortalité des poissons âgés est élevée.

Projections

Lors de l'examen du cadre en 2018, il a été convenu que les projections fournies pour les évaluations du stock de morue franche des divisions 4X5Y seraient fondées sur la moyenne sur cinq ans du recrutement la plus récente, l'estimation de la mortalité par groupe d'âge la plus récente, la moyenne sur trois ans du poids selon l'âge la plus récente et le recrutement partiel.

Les projections actualisées supposent des prises de 660 tm en 2022 et sont exécutées pour trois scénarios de prise pour 2023 et 2024 :

- le TAC actuel (660 tm par an);
- la moitié du TAC actuel (330 tm par an);
- aucune prise.

La BSR projetée au début de l'année civile pour chaque scénario de prise est indiquée dans le tableau 2. Les projections sont également présentées sous la forme d'une probabilité que la BSR du début de l'année en 2023 soit supérieure à celle prévue en 2024, et de même pour 2024 et 2025. Dans les trois scénarios de prise, la BSR devrait rester relativement stable à environ 3 500-4 500 tm, en notant les grands intervalles crédibles pour chaque valeur projetée. La probabilité que la population diminue entre les années projetées est d'environ 50 % pour chaque scénario, dénotant une stabilité potentielle à de faibles niveaux pour ce stock. Les projections de l'année terminale sont sujettes à une incertitude accrue, car seules les données sur l'indice des relevés jusqu'en 2020 sont utilisées et l'abondance des poissons d'âge 1 en 2021 est estimée (âge 4 en 2025).

Tableau 2. Résultats des projections à court terme de la biomasse du stock reproducteur (BSR), de la mortalité par pêche (F) et de la probabilité (P) de voir la BSR évoluer selon trois scénarios de prise différents. Les nombres entre parenthèses indiquent l'intervalle de crédibilité (IC) à 95 %.

Scénarios de prise (tm)	BSR médiane (IC à 95 %)			F médiane (95 %)		P(BSR ₂₀₂₄ < BSR ₂₀₂₃)	P(BSR ₂₀₂₅ < BSR ₂₀₂₄)
	2023	2024	2025	2023	2024		
660	3 550 (1 006– 17 688)	3 719 (622– 20 689)	3 517 (706– 16 167)	0,32 (0,07– 1,22)	0,32 (0,07– 1,21)	48 %	53 %
330	3 550 (1 006– 17 688)	4 018 (850– 21 020)	4 009 (1 174– 16 686)	0,15 (0,04– 0,54)	0,15 (0,04– 0,45)	43 %	50 %
0	3 550 (1 006– 17 688)	4 327 (1 086– 21 352)	4 505 (1 654– 17 079)	0	0	40 %	47 %

L'estimation de M reste élevée (1,64) dans l'évaluation actuelle, ce qui équivaut à une estimation de la survie de 19 %. Comme dans l'évaluation de 2018, une projection sur 10 ans avec des prises nulles dans la pêche et divers niveaux de M pour les âges 5+ a été réalisée pour évaluer la probabilité de rétablissement du stock (MPO 2022). Ces projections ont montré que le stock pourrait dépasser le PRL si M était réduite de 80 %; autrement dit, si M augmente

ou reste élevée pour les poissons des âges 5+, il est peu probable que le stock se reconstitue au-dessus du PRL dans les six prochaines années.

Calendrier d'évaluation

La prochaine mise à jour pour la morue franche des divisions 4X5Y est prévue pour 2024, compte tenu de la charge de travail du Secteur des sciences pour les évaluations des stocks. Cette mise à jour devrait reprendre le même format que les mises à jour précédentes (MPO 2021), notamment pour déterminer si des circonstances exceptionnelles doivent déclencher une évaluation pour l'année suivante à l'aide de données de relevé et de projections actualisées. Ces mécanismes de déclenchement ont été précisés dans l'examen du cadre de 2018, cherchant à détecter un changement dans la dynamique actuelle de la productivité du stock et sont définis comme suit (Wang et Irvine 2022) :

1. L'abondance médiane sur trois ans pour les âges 7 à 9 est supérieure à 0 pour les trois âges.
2. Si l'indice de la BSR médian sur trois ans dérivé du relevé et corrigé en fonction de la valeur q se situe en dehors de l'intervalle de confiance à 95 % de la projection.
3. Si l'abondance médiane sur trois ans de l'indice de l'abondance du groupe des âges 7+ se situe en dehors de l'intervalle de confiance à 95 % de la projection.
4. L'indice de la biomasse médian sur trois ans dérivé du relevé et corrigé en fonction de la valeur q dépasse la valeur B_{lim} .

Outre ces quatre conditions pour le déclenchement, un examen du cadre serait déclenché si une tendance temporelle utilisable sur les prises accessoires dans les pêches autres que celles du poisson de fond et les rejets de morue franche devient disponible, si la perception de la structure du stock change ou si un cadre permettant d'intégrer l'information écosystémique dans l'évaluation du stock est élaboré. Les déclencheurs 1 et 4 ont été évalués pour la présente mise à jour, et aucune des deux conditions n'était remplie. Bien que certains travaux aient été effectués pour quantifier l'interaction de la morue franche des divisions 4X5Y avec la pêche au homard (Cook *et al.* 2022¹), des analyses supplémentaires sont nécessaires pour traduire ces estimations en mortalité de la morue franche avant de pouvoir les intégrer à l'évaluation du stock de morue franche.

Considérations relatives à l'écosystème

La disponibilité des données existantes, y compris les données sur les principales espèces-proie (comme le lançon), a entravé l'intégration quantitative des considérations écosystémiques dans l'évaluation du stock de morue franche pendant le cadre de 2018 (Andrushchenko *et al.* 2022). Bien qu'il manque encore des indicateurs des principales espèces-proie, les changements notables survenus dans l'écosystème du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy sont résumés dans un aperçu général pour fournir un contexte des changements, ou de l'absence de changements, observés dans l'évaluation de la morue franche des divisions 4X5Y.

Dans l'ensemble, la productivité, les interactions trophiques et la structure de l'écosystème du plateau néo-écossais ont beaucoup changé au cours des quatre dernières décennies (Choi *et al.* 2005, MPO 2015, Frank *et al.* 2005). La hausse de la température au fond s'accompagne

¹Cook, A.M., V. Howse et C. Denton. Updated Bycatch Analyses from the Inshore Lobster Fishery. Rapport inédit.

d'une augmentation des débarquements d'invertébrés, tandis que la biomasse des poissons démersaux dans le relevé par navire de recherche a diminué dans les divisions 4V et 4W (MPO 2020). La biomasse des poissons démersaux dans la division 4X n'a pas présenté de changement directionnel, car les diminutions de la biomasse d'espèces comme la morue franche ont été contrebalancées par des augmentations de celle d'espèces comme le sébaste (MPO 2020). Depuis 2010, on observe un déplacement de la domination des grands copépodes riches en énergie vers des taxons de zooplancton plus petits, ce qui pourrait être le signe de conditions moins productives pour les poissons planctonophages (Casault *et al.* 2020). De plus, l'abondance des phoques gris (*Halichoerus grypus*) a augmenté considérablement sur le plateau néo-écossais depuis les années 1960 et des colonies reproductrices ont été rétablies dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse au début des années 1990 (den Heyer *et al.* 2021). Bien que le taux de croissance de la population totale ait ralenti récemment (1,5 % par année entre 2016 et 2021; MPO 2022), on a observé une augmentation plus rapide de la production de petits dans les colonies reproductrices du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (den Heyer *et al.* 2021). L'augmentation du nombre de phoques gris entraîne probablement une pression de la prédation accrue sur la morue franche, contribuant ainsi à une mortalité naturelle plus élevée.

Il convient également de noter l'abondance accrue de jeunes de l'année (< 15 cm) chez la morue franche ces dernières années; une observation qui est également apparente chez l'aiglefin des divisions 4X5Y (MPO 2020). Comme indiqué dans MPO (2020), cela correspond probablement à un frai plus précoce résultant de changements environnementaux, plutôt qu'à un signe de fort recrutement récent pour le stock de morue franche.

Conclusions

Le stock de morue franche des divisions 4X5Y a diminué depuis les années 1990 et demeure dans la zone critique. Malgré les baisses observées dans la mortalité par pêche, la productivité du stock reste faible. Peu de poissons plus âgés sont réapparus dans la population, et la mortalité naturelle des poissons d'âges 5+ continue d'être élevée. Compte tenu des conditions de productivité actuelles, la biomasse de ce stock devrait rester relativement stable dans les trois prochaines années, avec ou sans prélèvements par la pêche. Conformément à l'approche de précaution, il conviendrait de maintenir des niveaux de prise les plus faibles possible pour la morue franche et d'améliorer la surveillance des prises accessoires et des rejets de l'espèce dans toutes les pêches.

Sources d'incertitude

Plusieurs incertitudes et lacunes dans les données, cernées lors du dernier cadre d'évaluation de la modélisation (Wang et Irvine 2022) et de la dernière évaluation (MPO 2019), persistent pour la morue franche des divisions 4X5Y :

- Bien que la morue franche des divisions 4X5Y soit considérée comme un stock pour lequel nous disposons de beaucoup de données grâce aux renseignements structurés selon l'âge tirés de la pêche et des relevés remontant jusqu'en 1983, les périodes de biais dans les prises historiques, la mortalité naturelle variable dans le temps et le mélange des stocks sont des éléments qui posent problème pour la modélisation de ce stock. L'absence d'informations indépendantes de la pêche provenant des relevés par navire de recherche en 2021 introduit également une incertitude dans la modélisation de la population et réduit le suivi précis des cohortes dans le temps.

Région des Maritimes

- Des taux de mortalité naturelle élevés persistent dans le stock d'après le dernier modèle 3MFfirst, ce qui pourrait masquer d'autres facteurs contribuant au déclin de la morue franche, notamment l'émigration des poissons vers des eaux plus profondes et plus froides, la prédation ou les prises non déclarées/rejetées de morue franche dans toutes les pêches pratiquées dans les divisions 4X5Y.
- Toute la mortalité par pêche non comptabilisée est incluse dans la modélisation de la population en tant que mortalité naturelle. Cela comprendrait la pêche récréative et les prises dans les pêches autres que celles du poisson de fond dans la zone de gestion. Actuellement, cette source de mortalité n'est pas incluse dans la modélisation de la population pour ce stock, mais devrait être poursuivie.
- On ne comprend pas totalement les déplacements des poissons, la structure de la population et l'ampleur du mélange entre les différentes composantes de reproducteurs, à l'intérieur des divisions 4X5Y ou avec les zones de gestion adjacentes. Des analyses génétiques récentes ont montré que la structure de la population de morue franche est complexe dans cette région, avec certaines similitudes génétiques entre le banc de Brown et l'est du banc de Georges, tandis que la morue franche de la baie de Fundy semble isolée du reste du golfe du Maine (Puncher *et al.* 2021). On pourrait envisager d'intégrer cette information et d'autres renseignements sur la structure de la population dans un modèle de population lors des futurs cadres scientifiques.
- De nombreux indicateurs écosystémiques de base (indices de l'abondance des proies des morues franches juvéniles et indicateurs de l'abondance de la morue franche au stade larvaire, etc.) ainsi que l'ampleur de leurs effets sur l'abondance et la répartition des différents stades biologiques de la morue franche demeurent indéterminés, ce qui empêche l'intégration de considérations écosystémiques dans l'évaluation du stock.
- Des recherches supplémentaires doivent être menées pour évaluer les facteurs de la productivité de la morue franche dans les divisions 4X5Y et déterminer les autres sources de mortalité naturelle.

Collaborateurs

Nom	Organisme d'appartenance
Barrett, Melanie (présidente)	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
McIntyre, Jessie (responsable)	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Andrushchenko, Irene	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Hébert, David	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Brunsdon, Eric	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Themelis, Daphne (examinatrice)	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
den Heyer, Nell	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Emberley, Jamie	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Harper, Danni	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Hubley, Brad	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Ings, Danny W	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Li, Lingbo	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Doherty, Penny	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Wang, Yanjun	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Bennett, Lottie E	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Davignon-Burton, Tania	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Puncher, Gregory	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Regnier-McKellar, Catriona	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Debertin, Allan (examineur)	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Barrett, Tim	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Singh, Rabindra	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Greenlaw, Michelle	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Kraska, Kelly	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Mussells, Claire	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Martin, Ryan	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Way-Nee, Emily	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
Doherty, Penny	Secteur de la Gestion des ressources du MPO, région des Maritimes
Cooper-MacDonald, Kathryn	Secteur de la Gestion des ressources du MPO, région des Maritimes

Approuvé par

Ken Smedbol
Directeur régional des Sciences par intérim, région des Maritimes
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Tél. : 902-220-8371

Date : 4 janvier 2023

Sources de renseignements

Andrushchenko, I., Clark, D., Irvine, F., MacEachern, E., Martin, R. et Wang, Y. 2022. [Données d'entrée du cadre de 2018 pour la morue franche des divisions 4X5Y](#). Secr. can. des avis sci. du MPO, Doc. de rech. 2022/006. v + 89 p.

- Casault, B., Johnson, C., Devred, E., Head, E., Cogswell, A., et Spry, J. 2020. [Conditions océanographiques optiques, chimiques et biologiques sur le plateau néo-écossais et dans l'est du golfe du Maine en 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2020/071. v + 67 p.
- Choi, J.S., K.T. Frank, B. Petrie and Leggett, W.C. 2005. Integrated assessment of a large marine ecosystem: A case study of the devolution of the eastern Scotian Shelf, Canada. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 43: 47–67.
- DFO. 2002. [National Workshop on Reference Points for Gadoids](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Proc. Ser. 2002/033.
- den Heyer, C.E., W.D. Bowen, J. Dale, E.-F. Gosselin, M.O. Hammill, D.W. Johnston, S.L.C. Lang, K. Murray, G.B. Stenson, and S.A. Wood. 2021. *Mar. Mamm. Sci.* 37: 611–630.
- Frank, K.T., B. Petrie, J.S. Choi and W.C. Leggett. 2005. Trophic Cascades in a Formerly Cod-Dominated Ecosystem. *Science*: 308: 1621–1623.
- MPO. 2011. [Évaluation du potentiel de rétablissement \(EPR\) de la morue franche \(*Gadus morhua*\) de l'unité désignable du Sud \(divisions 4X5Yb et 5Zjm de l'OPANO\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/034.
- MPO. 2012. [Points de référence conformes à l'approche de précaution pour une variété de stocks dans la région des Maritimes](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/035.
- MPO. 2015. [Évaluation du crabe des neiges en Nouvelle-Écosse \(4VWX\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/034.
- MPO. 2019. [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. 2020. [Tendances dans les relevés par navire de recherche sur la plate-forme Néo-Écossaise et dans la baie de Fundy dans la région des Maritimes](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2020/019.
- MPO. 2021. [Mise à jour de l'état du stock de morue franche \(*Gadus morhua*\) dans les divisions 4X5Yb de l'OPANO pour 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2021/023.
- MPO. 2022. [Évaluation des stocks de phoque gris de l'Atlantique Nord-Ouest \(*Halichoerus grypus*\) au Canada en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO, Avis sci. 2022/018.
- Puncher, G.N., Y. Wang, R. Martin, G. DeCelles, S.X. Cadrin, D. Zemeckis, S. Rowe, N.M. Leblanc, G.J. Parent and S.A. Pavey. 2021. Transborder Gene Flow between Canada and the USA and Fine-Scale Population Structure of Atlantic Cod in the Broader Gulf of Maine Region. *Trans. Am. Fish. Soc.* 150: 560–577.
- SFGAC. 2019. Scotia-Fundy Groundfish Advisory Committee October meeting minutes.
- Wang, Y. et Irvine, F. 2022. [Cadre de modélisation de 2018 pour l'évaluation du stock de morue des divisions 4X5Y](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/017. iv + 46 p.

**Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022**

Région des Maritimes

Annexe

Extrants du modèle 3MFfirst.

Tableau A1. Biomasse de la population (tonnes métriques) estimée à partir du modèle d'analyse de la population virtuelle (APV) 3MFfirst pour les âges 1 à 7+, totale et pour la biomasse du stock reproducteur (BSR). Les tirets illustrent les valeurs absentes.

Année	Âge 1	Âge 2	Âge 3	Âge 4	Âge 5	Âge 6	Âges 7+	Totale	BSR (4+)
1983	229	3 171	14 994	19 956	18 114	14 287	25 379	96 131	77 736
1984	509	2 429	9 184	21 689	17 155	9 726	20 548	81 240	69 118
1985	822	3 754	10 213	12 034	22 181	14 285	18 765	82 055	67 266
1986	3 188	2 482	13 871	13 836	11 009	12 329	22 521	79 236	59 695
1987	989	8 166	5 954	19 103	13 735	8 317	22 581	78 846	63 737
1988	1 542	5 350	18 590	7 335	16 903	10 287	17 902	77 910	52 428
1989	793	6 674	15 407	27 061	7 478	10 473	14 906	82 792	59 918
1990	1 406	2 740	19 639	20 732	30 815	9 126	19 240	103 699	79 913
1991	1 665	3 862	6 617	28 336	20 820	23 231	17 397	101 929	89 784
1992	667	5 380	8 132	7 600	23 451	10 400	21 604	77 233	63 055
1993	1 725	3 091	13 076	8 628	5 141	12 753	13 017	57 432	39 539
1994	1 516	6 387	9 250	16 563	7 975	2 778	15 206	59 675	42 521
1995	496	3 633	17 318	10 574	15 178	3 971	9 146	60 315	38 869
1996	406	2 395	9 718	27 556	12 510	9 749	7 195	69 529	57 010
1997	493	984	7 291	17 826	31 112	9 451	9 065	76 221	67 454
1998	788	2 483	2 989	11 530	19 942	18 159	9 202	65 094	58 833
1999	520	1 355	8 268	5 417	13 086	11 864	15 400	55 909	45 767
2000	888	3 700	3 188	15 635	6 675	7 819	13 072	50 977	43 201
2001	308	2 569	11 369	5 877	18 448	3 960	9 685	52 214	37 969
2002	767	1 181	6 150	14 615	5 530	8 685	5 810	42 738	34 640
2003	164	3 716	4 543	9 768	15 775	2 390	6 459	42 815	34 391
2004	826	916	10 630	9 547	11 095	6 793	2 545	42 352	29 980
2005	75	2 789	2 929	15 471	11 180	3 814	3 113	39 371	33 578
2006	484	766	7 898	3 722	17 131	3 599	1 855	35 455	26 307
2007	347	2 110	3 072	13 300	3 738	4 877	1 268	28 711	23 183
2008	178	1 790	4 811	3 663	11 842	976	1 804	25 065	18 285
2009	261	963	5 229	5 319	3 366	3 602	678	19 419	12 965
2010	134	689	2 531	6 033	5 633	1 390	1 565	17 975	14 621
2011	543	734	1 323	2 688	5 969	1 132	726	13 116	10 515
2012	352	2 763	2 097	1 539	3 039	1 801	459	12 050	6 838
2013	97	1 404	3 520	2 473	1 446	746	551	10 239	5 217
2014	1 032	573	3 536	4 473	2 253	374	272	12 512	7 372
2015	108	2 130	1 454	4 459	10 797	580	156	19 685	15 992
2016	168	570	4 478	1 853	4 944	3 212	188	15 413	10 196
2017	3	896	1 657	5 253	1 918	987	714	11 427	8 872
2018	202	147	2 538	2 832	5 998	411	336	12 464	9 577
2019	47	631	993	3 087	2 470	1 511	192	8 932	7 260
2020	167	305	1 761	1 070	3 120	461	391	7 275	5 042
2021	44	585	1 117	2 761	1 236	708	214	6 665	4 918
2022	-	397	1 403	1 328	2 263	237	219	-	4 047

**Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022**

Région des Maritimes

Tableau A2. Abondance de la population selon l'âge (en milliers de poissons) estimée à partir du modèle d'analyse de population virtuelle (APV) 3MFfirst. Les tirets illustrent les valeurs absentes.

Année	Âge 1	Âge 2	Âge 3	Âge 4	Âge 5	Âge 6	Âges 7+
1983	19 199	14 822	20 085	12 819	6 614	3 597	3 597
1984	22 840	15 682	11 184	12 909	8 170	2 995	3 680
1985	14 498	18 632	11 986	6 882	7 661	4 119	3 456
1986	40 617	11 842	14 578	8 161	4 146	3 377	3 768
1987	27 376	33 172	9 446	9 251	4 843	2 001	3 599
1988	35 862	22 354	26 310	6 801	5 621	2 351	2 645
1989	11 922	29 273	17 883	18 046	3 999	2 444	2 437
1990	16 865	9 712	23 294	12 106	11 263	2 065	2 556
1991	21 383	13 758	7 793	16 174	7 236	5 164	2 251
1992	16 735	17 439	10 868	4 894	8 475	3 071	3 254
1993	33 122	13 647	13 544	5 718	2 268	2 605	2 498
1994	22 414	27 004	10 333	7 767	2 776	820	2 179
1995	15 886	18 266	21 578	6 256	4 244	909	1 342
1996	8 149	12 938	14 755	15 364	4 047	1 849	1 061
1997	15 735	6 632	10 485	11 010	9 978	1 755	1 314
1998	6 301	12 794	5 340	7 367	7 404	4 050	1 293
1999	14 663	5 118	10 182	3 464	4 957	3 057	2 153
2000	9 426	11 898	4 088	7 337	2 267	2 015	2 088
2001	8 587	7 640	9 448	2 724	5 000	815	1 560
2002	17 063	6 953	6 084	6 393	1 621	1 772	853
2003	4 847	13 801	5 605	4 450	4 048	470	824
2004	15 492	3 917	11 087	4 161	2 988	1 060	336
2005	5 574	12 511	3 133	7 733	2 919	758	358
2006	6 434	4 496	10 032	2 303	5 278	762	271
2007	9 245	5 182	3 584	7 103	1 595	1 251	245
2008	4 168	7 435	3 976	2 465	4 668	386	355
2009	2 186	3 347	5 589	2 623	1 543	1 015	149
2010	3 434	1 747	2 513	3 505	1 766	369	274
2011	11 412	2 751	1 282	1 473	2 195	395	130
2012	4 464	9 138	2 170	860	938	437	102
2013	2 359	3 572	7 255	1 419	546	170	91
2014	6 879	1 888	2 803	5 211	931	98	45
2015	2 677	5 502	1 481	1 925	3 755	164	26
2016	3 392	2 141	4 373	1 061	1 336	728	36
2017	1 369	2 712	1 705	3 189	756	253	145
2018	2 644	1 094	2 165	1 253	2 296	117	65
2019	1 591	2 112	866	1 567	882	428	33
2020	2 012	1 272	1 671	615	1 124	157	82
2021	1 649	1 608	990	1 158	424	202	42
2022	-	1 318	1 264	654	800	71	42

**Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022**

Région des Maritimes

Tableau A3. Mortalité par pêche (F) obtenue par le modèle d'analyse de population virtuelle (APV) 3MFfirst. F₄₋₇ désigne la mortalité par pêche pour les âges pleinement recrutés. Les tirets illustrent les valeurs absentes.

Année	Âge 1	Âge 2	Âge 3	Âge 4	Âge 5	Âge 6	Âges 7+	F₄₋₇
1983	0,001	0,080	0,227	0,236	0,450	0,304	0,353	0,330
1984	0,002	0,067	0,270	0,306	0,326	0,301	0,298	0,311
1985	0,000	0,043	0,168	0,291	0,444	0,301	0,351	0,345
1986	0,000	0,024	0,238	0,305	0,337	0,294	0,296	0,312
1987	0,000	0,029	0,112	0,282	0,315	0,236	0,407	0,278
1988	0,000	0,020	0,160	0,314	0,407	0,294	0,291	0,339
1989	0,002	0,025	0,173	0,254	0,216	0,214	0,190	0,228
1990	0,000	0,017	0,147	0,296	0,315	0,253	0,255	0,288
1991	0,000	0,032	0,246	0,427	0,366	0,346	0,300	0,38
1992	0,000	0,049	0,423	0,550	0,658	0,544	0,294	0,584
1993	0,000	0,074	0,336	0,502	0,464	0,434	0,174	0,467
1994	0,000	0,020	0,281	0,383	0,531	0,398	0,158	0,437
1995	0,000	0,008	0,117	0,213	0,202	0,177	0,088	0,198
1996	0,000	0,004	0,069	0,208	0,161	0,146	0,076	0,172
1997	0,000	0,010	0,127	0,171	0,181	0,160	0,124	0,171
1998	0,000	0,020	0,204	0,168	0,125	0,166	0,100	0,153
1999	0,000	0,016	0,096	0,192	0,106	0,132	0,105	0,143
2000	0,000	0,021	0,171	0,149	0,174	0,165	0,076	0,162
2001	0,000	0,017	0,152	0,280	0,121	0,184	0,071	0,195
2002	0,000	0,003	0,070	0,214	0,238	0,174	0,125	0,209
2003	0,000	0,006	0,051	0,152	0,233	0,192	0,270	0,192
2004	0,000	0,010	0,111	0,105	0,179	0,142	0,261	0,142
2005	0,000	0,006	0,055	0,129	0,108	0,118	0,330	0,118
2006	0,000	0,010	0,090	0,112	0,176	0,144	0,269	0,144
2007	0,000	0,047	0,114	0,160	0,144	0,152	0,226	0,152
2008	0,000	0,066	0,151	0,204	0,248	0,226	0,452	0,226
2009	0,003	0,066	0,197	0,126	0,119	0,123	0,231	0,123
2010	0,000	0,088	0,259	0,193	0,126	0,160	0,333	0,16
2011	0,000	0,015	0,121	0,172	0,160	0,166	0,234	0,166
2012	0,000	0,008	0,144	0,173	0,151	0,162	0,571	0,162
2013	0,000	0,019	0,049	0,140	0,087	0,114	0,123	0,114
2014	0,000	0,019	0,094	0,046	0,089	0,068	0,040	0,068
2015	0,000	0,006	0,050	0,081	0,038	0,060	0,024	0,06
2016	0,000	0,004	0,031	0,055	0,081	0,068	0,337	0,068
2017	0,000	0,001	0,023	0,044	0,270	0,157	0,318	0,157
2018	0,000	0,010	0,039	0,066	0,051	0,058	0,128	0,058
2019	0,000	0,011	0,058	0,049	0,071	0,060	0,328	0,06
2020	0,000	0,026	0,082	0,088	0,066	0,077	0,075	0,077
2021	0,000	0,017	0,132	0,087	0,130	0,108	0,122	0,108

**Réponse des Sciences : Mise à jour de l'état
du stock de morue franche dans les
divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022**

Région des Maritimes

Tableau A4. Mortalité naturelle (M) obtenue par le modèle d'analyse de population virtuelle (APV) 3MFfirst.

Année	Âge 1	Âge 2	Âge 3	Âge 4	Âge 5	Âge 6	Âges 7+
1983	0,20	0,20	0,21	0,21	0,34	0,34	0,34
1984	0,20	0,20	0,22	0,22	0,36	0,36	0,36
1985	0,20	0,20	0,22	0,22	0,37	0,37	0,37
1986	0,20	0,20	0,22	0,22	0,39	0,39	0,39
1987	0,20	0,20	0,22	0,22	0,41	0,41	0,41
1988	0,20	0,20	0,22	0,22	0,43	0,43	0,43
1989	0,20	0,20	0,22	0,22	0,44	0,44	0,44
1990	0,20	0,20	0,22	0,22	0,47	0,47	0,47
1991	0,20	0,20	0,22	0,22	0,49	0,49	0,49
1992	0,20	0,20	0,22	0,22	0,52	0,52	0,52
1993	0,20	0,20	0,22	0,22	0,55	0,55	0,55
1994	0,20	0,20	0,22	0,22	0,59	0,59	0,59
1995	0,21	0,21	0,22	0,22	0,63	0,63	0,63
1996	0,21	0,21	0,22	0,22	0,67	0,67	0,67
1997	0,21	0,21	0,23	0,23	0,72	0,72	0,72
1998	0,21	0,21	0,23	0,23	0,76	0,76	0,76
1999	0,21	0,21	0,23	0,23	0,79	0,79	0,79
2000	0,21	0,21	0,23	0,23	0,85	0,85	0,85
2001	0,21	0,21	0,24	0,24	0,92	0,92	0,92
2002	0,21	0,21	0,24	0,24	1,00	1,00	1,00
2003	0,21	0,21	0,25	0,25	1,11	1,11	1,11
2004	0,21	0,21	0,25	0,25	1,19	1,19	1,19
2005	0,21	0,21	0,25	0,25	1,24	1,24	1,24
2006	0,22	0,22	0,26	0,26	1,26	1,26	1,26
2007	0,22	0,22	0,26	0,26	1,27	1,27	1,27
2008	0,22	0,22	0,26	0,26	1,28	1,28	1,28
2009	0,22	0,22	0,27	0,27	1,31	1,31	1,31
2010	0,22	0,22	0,28	0,28	1,37	1,37	1,37
2011	0,22	0,22	0,28	0,28	1,45	1,45	1,45
2012	0,22	0,22	0,28	0,28	1,55	1,55	1,55
2013	0,22	0,22	0,28	0,28	1,63	1,63	1,63
2014	0,22	0,22	0,28	0,28	1,65	1,65	1,65
2015	0,22	0,22	0,28	0,28	1,60	1,60	1,60
2016	0,22	0,22	0,28	0,28	1,58	1,58	1,58
2017	0,22	0,22	0,28	0,28	1,60	1,60	1,60
2018	0,22	0,22	0,28	0,28	1,63	1,63	1,63
2019	0,22	0,22	0,28	0,28	1,65	1,65	1,65
2020	0,22	0,22	0,28	0,28	1,65	1,65	1,65
2021	0,22	0,22	0,28	0,28	1,65	1,65	1,65

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
Institut océanographique de Bedford
1, promenade Challenger, C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815

ISBN 978-0-660-47867-8 N° cat. Fs70-7/2023-017F-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. Mise à jour de l'état du stock de morue franche (*Gadus morhua*) dans les divisions 4X5Y de l'OPANO pour 2022. Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2023/017.

Also available in English:

DFO. 2023. *Stock Status Update of Atlantic Cod (Gadus morhua) in NAFO Divisions 4X5Y for 2022. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2023/017.*