



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2025/030

Région du Golfe

Atténuation des prises accessoires de la morue franche (*Gadus morhua*) du sud du golfe du Saint-Laurent dans les zones 4T-4Vn de l'OPANO (novembre-avril)

Jolene T. Sutton, Jenni L. McDermid, Lysandre Landry, François Turcotte

Pêches et Océans Canada
Gulf Fisheries Centre
343 Université Avenue, P.O. Box 5030
Moncton, NB, E1C 9B6

Avant-propos

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

Publié par :

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

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2025

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-76948-6 N° cat. Fs70-5/2025-030F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Sutton, J.T., McDermid, J.L., Landry, L. Turcotte, F. 2025. Atténuation des prises accessoires de la morue franche (*Gadus morhua*) du sud du golfe du Saint-Laurent dans les zones 4T-4Vn de l'OPANO (novembre-avril). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/030. xi + 81 p.

Also available in English :

Sutton, J.T., McDermid, J.L., Landry, L. Turcotte, F. 2025. Mitigating Bycatch of Southern Gulf of St. Lawrence Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Divisions 4T - 4Vn (November-April). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2025/030. ix + 74 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	xi
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
SYSTÈME D'ÉTUDE	2
Pêche du flétan de l'Atlantique	2
Pêche de la plie grise	3
Pêche du flétan du Groenland	3
Pêche du sébaste	3
SOURCES DE DONNÉES	4
Relevés indépendants de la pêche	4
Débarquements dépendants de la pêche	6
MODÈLES DE RÉPARTITION DE L'ESPÈCE	13
Ajustement du modèle	13
Comparaison de modèles	14
Spécification du modèle de relevés indépendants de la pêche	14
Précision du modèle de débarquements dépendants de la pêche	14
Diagnostic du modèle	19
Prédictions du modèle	19
RISQUES LIÉS AUX PRISES ACCESSOIRES ET CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA GESTION	20
Pêche du flétan de l'Atlantique	21
Pêche de la plie grise	21
Pêche du flétan du Groenland	21
Pêche du sébaste	22
RÉSULTATS	22
PRÉVISIONS DU MODÈLE ET EFFETS DE PROFONDEUR	22
Relevés indépendants de la pêche	22
Débarquements dépendants de la pêche	28
RISQUES LIÉS AUX PRISES ACCESSOIRES ET CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA GESTION	33
Pêche du flétan de l'Atlantique	33
Pêche de la plie grise	36
Pêche du flétan du Groenland	37
Pêche du sébaste	39
DISCUSSION	44
RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS	46
REMERCIEMENTS	47
RÉFÉRENCES CITÉES	48
ANNEXE 1	51
TABLEAUX À L'APPUI	51
FIGURES À L'APPUI	65

ANNEXE 2	81
----------------	----

LISTE DES TABLES

Tableau 1 : Taille des échantillons des événements de pêche utilisés dans les modèles de répartition des espèces, indiquée par pêche, division de l'OPANO et année.	8
Tableau 2 : Nombre total d'événements de pêche inclus dans les modèles de répartition des espèces, ainsi que le nombre d'événements qui ont capturé la morue franche et le nombre d'événements qui ont capturé la cible de pêche.	9
Tableau 3 : Taille des échantillons des événements de pêche utilisés dans les modèles de répartition des espèces, présentée par division de l'OPANO, pêche et mois.	9
Tableau 4 : Taille des échantillons des événements de pêche utilisés dans les modèles de répartition des espèces, présentée par division de l'OPANO, pêche et classe d'engins. Les valeurs indiquent la taille finale de l'échantillon et sous-estiment probablement le nombre réel d'événements de pêche.	10
Tableau 5 : Résumé des ensembles de données et des variables utilisés dans nos modèles spatiotemporels et spatiaux seulement, ainsi que des mesures de l'ajustement (aire sous la courbe [ASC] et des coefficients de corrélation entre les valeurs observées et prédites [cor]). Les relevés indépendants de la pêche comprennent le relevé par navires de recherche (NR) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL), le relevé par NR dans le nord du golfe du Saint-Laurent (nGSL) et le relevé hivernal par NR. La taille de l'échantillon, n, indique le nombre de traits pour les modèles de relevés et le nombre d'événements de pêche pour les modèles de pêche.	16
Tableau 6 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents TAC de flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO et avec des profondeurs de pêche minimales. Les prédictions ont été faites à partir du modèle « Débarquements, flétan de l'Atlantique, division 4T de l'OPANO ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.	34
Tableau 7 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents TAC de flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO et avec des profondeurs de pêche minimales. Les prédictions ont été faites à partir du modèle « Débarquements, flétan de l'Atlantique, sous-division 4Vn de l'OPANO ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.	35
Tableau 8 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents TAC de plie grise dans la division 4T de l'OPANO et avec des profondeurs de pêche minimales. Les prédictions ont été faites à partir des modèles « relevés d'automne par NR dans le sGSL, morue franche » et « relevés d'automne par NR dans le sGSL, plie grise ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.	36
Tableau 9 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents scénarios de TAC du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO. Les prédictions ont été faites à partir des modèles « Débarquements, flétan du Groenland », « Relevés d'été par NR dans le nGSL, morue franche » et « Relevés d'été par NR dans le nGSL, flétan du Groenland ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.	38
Tableau 10 : Tiré de Sutton et al. (2024). Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents scénarios de TAC du sébaste dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites à partir des modèles	

« Débarquements, sébaste, 4T de l'OPANO », « relevés d'automne par NR, sGSL, morue franche » et « Relevés d'automne par NR, sGSL, sébaste ».....	41
--	----

Tableau 11 : Tonnes (t) prévues de morue franche du sGSL dans la sous-division 4Vn de l'OPANO avec des TAC mensuels de sébaste de 5 000 t, 10 000 t et 20 000 t dans les zones de pêche actuelles et proposées*. Les valeurs en caractères gras indiquent les poids des prises accessoires qui dépassent le quota annuel actuel de 152,2 t de prises accessoires de morue franche dans toutes les pêches commerciales du poisson de fond. Dans chaque scénario, les tonnes de morue franche ont été estimées en supposant que le TAC complet du sébaste a été capturé en un seul mois et que le TAC du sébaste était réparti uniformément dans l'espace disponible. Données de Sutton et al. 2024.....	43
--	----

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Cartes de la zone d'étude de la sous-division 4TVn de l'OPANO et des régions avoisinantes. À gauche : Bathymétrie, avec des intervalles de profondeur à 50 m, 100 m, puis tous les 100 m (l'ombrage bleu clair à bleu foncé indique une transition de peu profond à profond). À droite : Des lignes noires épaisses montrent les divisions de l'OPANO. La zone ombrée en bleu montre les strates de relevé d'automne par navire de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent. La zone ombrée en rose montre la zone de relevé estival par navire de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent. La zone ombrée en jaune indique la zone de relevé hivernal par navire de recherche. Toutes les cartes qui affichent les coordonnées en latitude et longitude montrent les données projetées avec le système de référence de coordonnées EPSG 4326 (WGS84). Toutes les autres cartes affichent des données projetées avec le système de référence de coordonnées EPSG 32620 (WGS84; UTM de zone 20N). 2
- Figure 2 : Traits de relevés d'automne par NR dans le sGSL. Nombre de traits (en haut à gauche), poids total de morue franche (en haut au centre), poids total de flétan de l'Atlantique (en haut à droite), poids total de plie grise (en bas à gauche), poids total de flétan du Groenland (en bas au centre) et poids total de sébaste (en bas à droite). Chaque cellule de la grille correspond à 10 x 10 km..... 4
- Figure 3 : Traits de relevés par NR du nGSL. Nombre de traits (en haut à gauche), poids total de morue franche (en haut au centre), poids total de flétan de l'Atlantique (en haut à droite), poids total de plie grise (en bas à gauche), poids total de flétan du Groenland (en bas au centre) et poids total de sébaste (en bas à droite). Chaque cellule de la grille correspond à 10 x 10 km.5
- Figure 4 : Traits du relevé hivernal par navire de recherche dans le GSL. Nombre de traits (en haut à gauche), poids total de morue franche (en haut au centre), poids total de flétan de l'Atlantique (en haut à droite), poids total de plie grise (en bas à gauche), poids total de flétan du Groenland (en bas au centre) et poids total de sébaste (en bas à droite). Chaque cellule de la grille correspond à 10 x 10 km. 6
- Figure 5 : Événements de pêche dirigée au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de flétan de l'Atlantique (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.....10
- Figure 6 : Événements de pêche dirigée au flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de flétan de l'Atlantique (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord..... 10
- Figure 7 : Événements de pêche dirigée à la plie grise dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord. 11
- Figure 8 : Événements de pêche dirigée au flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord. 12

Figure 9 : Événements de pêche dirigée au sébaste dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.13

Figure 10 : Événements de pêche dirigée au sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.13

Figure 11 : De gauche à droite, répartition de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste au fil du temps, d'après les modèles de relevés d'automne par navires de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent.23

Figure 12 : Effet conditionnel de la profondeur sur la morue franche (rangée du haut), le flétan de l'Atlantique (deuxième rangée), la plie grise (troisième rangée), le flétan du Groenland (quatrième rangée) et le sébaste (rangée du bas), d'après les modèles de relevés d'automne par navires de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les panneaux de gauche indiquent la probabilité d'occurrence; les colonnes de droite indiquent la densité des prises. Les panneaux vides indiquent les modèles qui n'incluaient pas de composante binomiale.....24

Figure 13 : De gauche à droite, répartition de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste au fil du temps, d'après les modèles de relevés d'été par navires de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent.25

Figure 14 : Effet conditionnel de la profondeur sur la morue franche (rangée du haut), le flétan de l'Atlantique (deuxième rangée), la plie grise (troisième rangée), le flétan du Groenland (quatrième rangée) et le sébaste (rangée du bas), d'après les modèles de relevés d'été par navires de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Les panneaux de gauche indiquent la probabilité d'occurrence; les panneaux de droite indiquent la densité des prises. Les panneaux vides indiquent les modèles qui n'incluaient pas de composante binomiale.26

Figure 15 : Répartition de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste au fil du temps d'après les modèles de relevés d'hiver par navires de recherche dans le golfe du Saint-Laurent.27

Figure 16 : Effet conditionnel de la profondeur sur les densités de prises de morue franche (en haut à gauche), de plie grise (en haut à droite), de flétan du Groenland (en bas à gauche) et de sébaste (en bas à droite) d'après les modèles de relevés d'hiver par navires de recherche dans le golfe du Saint-Laurent. Le flétan de l'Atlantique est absent de la parcelle parce que la profondeur n'était pas un facteur fixe dans le modèle. Les modèles de relevés d'hiver par NR ne comprenaient pas de composante binomiale.27

Figure 17 : Prises accessoires prévues selon les modèles de débarquements de la morue de l'Atlantique dans le cas d'une pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan de l'Atlantique est permise. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.....28

Figure 18 : Effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité (à gauche) et la proportion (à droite) des prises accessoires de morue franche dans la pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO, d'après un modèle de débarquements.29

Figure 19 : Prises accessoires prévues selon les modèles de débarquements de la morue de l'Atlantique dans le cas d'une pêche du flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de

l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan de l'Atlantique est permise. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.....	29
Figure 20 : Débarquements et prises accessoires prévues selon le modèle de relevé par NR pour la morue franche dans une pêche à la plie grise dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée de la plie grise est autorisée. Les résultats représentent la moyenne des prévisions de relevés par NR dans le sGSL et le nGSL commençant en 2017.....	30
Figure 21 : Prises accessoires prévues selon les modèles de débarquements de la morue de l'Atlantique dans le cas d'une pêche du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan du Groenland est permise.	30
Figure 22 : Effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité (à gauche) et la proportion (à droite) des prises accessoires de morue franche dans la pêche du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO, d'après un modèle de débarquements.	31
Figure 23 : Prises accessoires prévues d'après le modèle de débarquements de la morue franche dans les pêches du sébaste dans la division 4T de l'OPANO (à gauche) et dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (à droite). Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où la pêche dirigée du sébaste s'est produite historiquement. La moyenne des prédictions pour toutes les années a été calculée, afin d'inclure les années au cours desquelles la pêche commerciale a eu lieu.	32
Figure 24 : Effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité (à gauche) et la proportion (à droite) des prises accessoires de morue franche dans les pêches du sébaste dans la division 4T de l'OPANO (en haut) et du sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (en bas), d'après les modèles de débarquements.	33
Figure 25 : Grille de la pêche dans la division 4T de l'OPANO du flétan de l'Atlantique indiquant les emplacements pris en compte dans les scénarios de prises accessoires.	35
Figure 26 : Grille de la pêche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO du flétan de l'Atlantique indiquant l'emplacement pris en compte dans le scénario de prises accessoires.	36
Figure 27 : Grille de pêche de la plie grise indiquant les profondeurs prises en compte dans les scénarios de prises accessoires.	37
Figure 28 : Histogramme des événements de pêche du flétan du Groenland par profondeur, de 2017 à 2021, avec une ligne verticale indiquant la profondeur de pêche minimale proposée de 200 m (en haut), et une grille de pêche du flétan du Groenland indiquant un scénario d'atténuation des prises accessoires avec une fermeture de zone et une profondeur de pêche minimale de 200 m (en bas). Le panneau du bas montre également les lieux des événements de pêche de 2017 à 2021.	38
Figure 29 : Proportion prévue par le modèle de morue de l'Atlantique d'après les modèles de débarquements et des relevés d'été par NR dans le nGSL. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.	39
Figure 30 : Prévisions modelées de la proportion de morue franche par rapport à la grille actuelle de pêche du sébaste dans la division 4T de l'OPANO, d'après les modèles de débarquements et des relevés par NR. Toutes les années furent utilisées dans le calcul de la moyenne des prédictions.	40

Figure 31 : Scénario d'atténuation des prises accessoires pour réduire au minimum les prises accessoires de morue franche dans le cas d'une pêche du sébaste dans la division 4TVn de l'OPANO. La partie ombrée en gris indique la zone de pêche historique d'après les rapports sur les débarquements. La partie bleu clair indique la zone ouverte à la pêche indicatrice et à la pêche expérimentale. La partie bleu foncé indique les zones de fermeture proposées. Les fermetures proposées comprennent une fermeture de zone qui chevauche une partie de la division 4T de l'OPANO et une partie de la sous-division 4Vn de l'OPANO au nord du Cap-Breton, ainsi qu'une profondeur de pêche minimale de 300 m dans la division 4T de l'OPANO. Les lignes pleines épaisses indiquent les limites des divisions de l'OPANO.42

Figure 32 : Proportion de morue franche prédite par le modèle par rapport à la grille actuelle de pêche du sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, d'après les modèles de débarquements et de relevés par NR. On a calculé la moyenne des prédictions sur toutes les années.43

RÉSUMÉ

La principale mesure de gestion proposée dans le plan de rétablissement de la morue franche (*Gadus morhua*) du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est de maintenir les prélèvements au niveau le plus bas en introduisant de nouvelles mesures de gestion ou des mesures de gestion plus strictes dans toutes les pêches qui interceptent la morue franche du sGSL. Dans la présente étude, nous avons évalué les tendances spatiales et temporelles du risque de prises accessoires dans quatre pêches. Trois de ces pêches, soit celles du flétan de l'Atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*), du flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*) et de la plie grise (*Glyptocephalus cynoglossus*), ont été responsables de la majorité des prises accessoires de morue franche du sGSL au cours des dernières années. La quatrième pêche, celle du sébaste (*Sebastes* spp.), a été évaluée parce qu'on a également remarqué qu'elle avait des niveaux de prises accessoires relativement élevés et parce que la pêche commerciale a rouvert en 2024, ce qui pourrait augmenter les répercussions des prises accessoires sur la morue franche.

Pour évaluer le risque de prises accessoires, nous avons utilisé des données indépendantes de la pêche et des données dépendantes de la pêche dans les modèles de répartition de l'espèce, et nous avons comparé les prévisions des modèles selon différents scénarios de pêche afin d'élaborer des considérations propres à la pêche pour la Gestion des pêches et des ports. L'occurrence et la densité de la morue franche dans la division 4T de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) ont été associées à la profondeur, ce qui a fait des stratégies ciblées sur la profondeur un élément important de l'atténuation des prises accessoires. En plus de la profondeur, les stratégies d'atténuation ciblées par zone offraient également des solutions pour réduire les taux de prises accessoires. Comme il a été mentionné ailleurs, les répartitions hivernales de la morue franche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO pourraient être plus difficiles à prévoir en raison de la haute densité des agrégations d'hivernage. Dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, les fermetures de zones peuvent aider à atténuer les prises accessoires dans les pêches qui y sont exploitées.

En plus des pratiques de gestion des pêches existantes, les meilleurs scénarios pour réduire au minimum les prises accessoires dans chaque pêche comprennent les recommandations suivantes : (i) atténuation associée à la zone et à la profondeur pour la pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO, (ii) atténuation associée à la zone pour la pêche au flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, (iii) atténuation associée à la profondeur pour la pêche de la plie grise dans la division 4T de l'OPANO, (iv) atténuation associée à la profondeur combinée à une limite de latitude révisée pour la pêche au flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO, (v) atténuation associée à la zone et à la profondeur pour la pêche du sébaste dans la division 4T de l'OPANO et (vi) soit le maintien d'une fermeture hivernale de la sous-division 4Vn de l'OPANO à la pêche du sébaste, soit l'application de mesures d'atténuation liées à la zone combinées à une limite de latitude en hiver.

INTRODUCTION

L'unité de gestion du stock de morue franche (*Gadus morhua*) du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) se compose de la division 4T de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) ainsi que de la sous-division 4Vn de novembre à avril (ci-après la morue du sGSL; Figure 1). Ce stock est pêché depuis le XVI^e siècle ou même avant. À la suite de l'effondrement des stocks dans les années 1990, la pêche a été fermée de septembre 1993 à mai 1998. Une pêche repère a été ouverte en 1999, mais a été fermée en 2009. Au moment de la présente étude, un total autorisé des captures (TAC) de 300 t représentait les prises accessoires dans les pêches commerciales du poisson de fond (152,2 t), les programmes de surveillance scientifique (75 t), les pêches récréatives (50 t), les pêches autochtones (15 t) et la réserve Française (7,8 t).

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné l'unité désignable (UD) de morue franche du Sud laurentien, qui comprend le stock de morue du sGSL, comme étant en voie de disparition (COSEPAC 2010). Ce stock se situe en deçà de son point de référence limite (PRL) depuis 1990 (Turcotte *et al.* 2024), ce qui le place dans la zone critique de l'approche de précaution (AP) (MPO 2009). En vertu de l'article 6.2 des dispositions relatives aux stocks de poissons (DSP) de la *Loi sur les pêches* (2019) modifiée et du *Règlement de pêche (dispositions générales)* modifié, un plan de rétablissement doit être élaboré et mis en œuvre pour un grand stock de poissons prescrit. Le plan de rétablissement doit être élaboré dans les 24 mois suivant le moment où un stock a diminué à son PRL ou en dessous de celui-ci, et pour les stocks déjà au PRL ou inférieurs au PRL. Cet échéancier commence le jour où le stock est prescrit par règlement (le 4 avril 2022 pour la morue du sGSL).

Comme l'indique le cadre de l'approche de précaution (MPO 2009), l'objectif premier d'un plan de rétablissement est de promouvoir la croissance du stock pour le sortir de la zone critique (c.-à-d. l'amener au-dessus du PRL) en veillant à ce que les prélèvements de toutes les pêches soient maintenus au plus bas niveau possible jusqu'à ce que le stock ait quitté cette zone, et il ne doit y avoir « aucune baisse évitable ne peut être tolérée ». Les plans de rétablissement doivent également inclure une restriction supplémentaire sur les prises. La principale mesure de gestion proposée dans le plan de rétablissement de la morue du sGSL est de maintenir les prélèvements au niveau le plus bas possible en introduisant de nouvelles mesures de gestion ou des mesures de gestion plus strictes dans toutes les pêches qui interceptent la morue franche du sGSL.

La présente étude vise à contribuer au plan de rétablissement en abordant trois objectifs : (i) évaluer l'étendue du chevauchement spatiotemporel entre la morue du sGSL et les espèces récoltées commercialement dans lesquelles la majorité des prises accessoires se produisent; (ii) évaluer les tendances spatiotemporelles des prises accessoires à partir des données commerciales et autres sur les prises, et (iii) fournir des conseils à la Gestion des pêches et des ports sur les stratégies d'atténuation des prises accessoires, en particulier en ce qui concerne les « zones sensibles pour les prises accessoires », c'est-à-dire les zones où le risque de prises accessoires est particulièrement élevé ou persistant, où les efforts d'atténuation pourraient être concentrés.

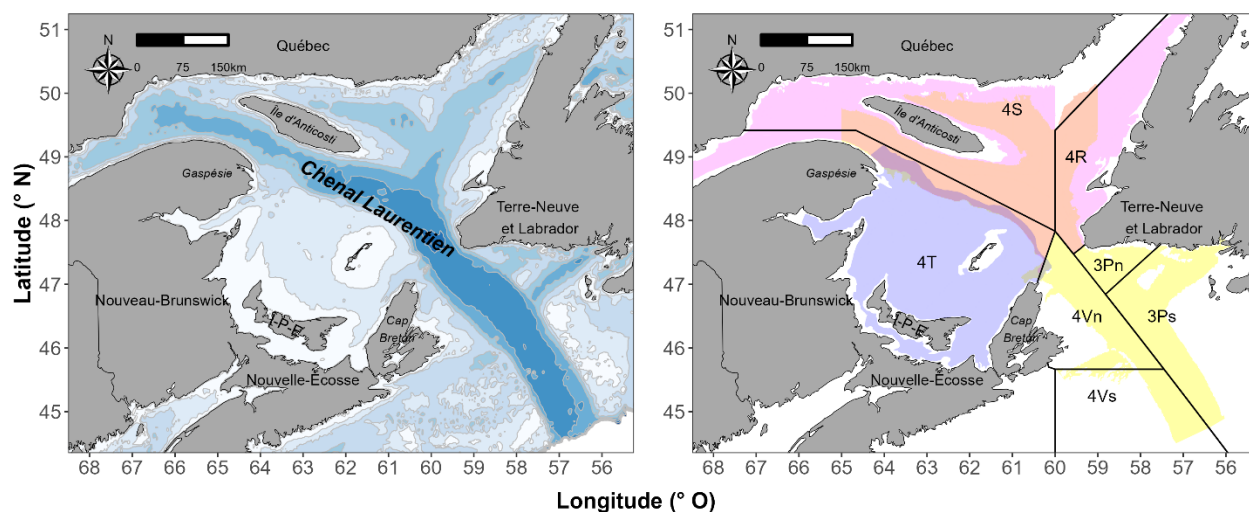


Figure 1 : Cartes de la zone d'étude de la sous-division 4TVn de l'OPANO et des régions avoisinantes. À gauche : Bathymétrie, avec des intervalles de profondeur à 50 m, 100 m, puis tous les 100 m (l'ombrage bleu clair à bleu foncé indique une transition de peu profond à profond). À droite : Des lignes noires épaisses montrent les divisions de l'OPANO. La zone ombrée en bleu montre les strates de relevé d'automne par navire de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent. La zone ombrée en rose montre la zone de relevé estival par navire de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent. La zone ombrée en jaune indique la zone de relevé hivernal par navire de recherche. Toutes les cartes qui affichent les coordonnées en latitude et longitude montrent les données projetées avec le système de référence de coordonnées EPSG 4326 (WGS84). Toutes les autres cartes affichent des données projetées avec le système de référence de coordonnées EPSG 32620 (WGS84; UTM de zone 20N).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SYSTÈME D'ÉTUDE

Depuis 2009, les prises accessoires moyennes de morue du sGSL sont de 110 t par année (Swain *et al.* 2019). Au cours des dernières années, la plupart des prises accessoires ont eu lieu dans la pêche du flétan de l'Atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*; représentant en moyenne 82 % des prises accessoires de morue franche de 2013 à 2017), avec des proportions notables dans les pêches ciblant la plie grise (*Glyptocephalus cynoglossus*; 11 %), le flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*; 4 %) et le sébaste (*Sebastes* spp.; 3 %) (Swain *et al.* 2019).

Pêche du flétan de l'Atlantique

La pêche commerciale dirigée pour le stock de flétan de l'Atlantique de la division 4RST de l'OPANO est réalisée à la palangre dans le cadre d'un régime de gestion concurrentiel ou par quota individuel transférable (QIT). Depuis les années 1960, le stock a été exploité par 12 flottes dans la province de Québec et dans les provinces maritimes (MPO 2023a). Dans la division 4T de l'OPANO, la pêche se poursuit à la fois près du rivage le long des côtes provinciales et dans le chenal Laurentien. La pêche a lieu tout au long de l'année, mais cela varie selon la flotte. Presque toutes les flottes sont actives dans cette pêche durant l'été et l'automne. Les débarquements sont passés d'un creux de 91 t en 1982 à maintenant environ 1 500 t, le niveau le plus élevé enregistré au cours des 60 dernières années (MPO 2023a).

Pêche de la plie grise

La pêche commerciale dirigée pour le stock de plie grise de la division 4RST de l'OPANO est presque exclusivement une pêche à engin mobile utilisant des seines et des chaluts (Ricard 2022). La pêche utilise principalement des seines danoises et a lieu en grande partie entre mai et septembre. De 2000 à 2011, le TAC était de 1 000 t. Alors que les débarquements ont commencé à diminuer en 2008, tombant à un creux en 2010, le TAC a été réduit à 500 t en 2012, puis à 300 t de 2013 à 2016. À la suite de l'évaluation des stocks de 2017, qui a montré une tendance à la hausse de la biomasse de la plie grise, le TAC a été augmenté à 500 t en 2017, où il est resté jusqu'à présent (Ricard 2022). Depuis 2013, le TAC a été attribué également aux flottes des divisions 4R et 4T avec moins de 10 pêcheurs ciblant la plie grise. De 2013 à 2018, le TAC a été presque entièrement débarqué; cependant, depuis 2019, la flotte de la division 4T n'a débarqué qu'une partie du quota (Ricard 2022).

Pêche du flétan du Groenland

Une pêche dirigée au filet maillant pour le stock de flétan du Groenland de la division 4RST de l'OPANO a commencé en 1977, et l'effort de pêche a lieu dans trois zones principales, y compris dans l'ouest du golfe. Depuis 1994, les engins fixes sont les seuls engins autorisés dans la pêche dirigée du flétan du Groenland, qui a généralement lieu de la mi-mai à octobre. Dans l'ouest du golfe, les débarquements ont atteint des sommets de près de 3 000 t en 2015 et ont diminué pour atteindre les niveaux les plus bas en 2022 (MPO 2023b). Seules les flottes de pêche du poisson de fond à engins fixes de la Gaspésie et de la Côte-Nord du Québec participent à la pêche commerciale dirigée du flétan du Groenland dans la division 4T. La pêche dirigée du flétan du Groenland est autorisée à être exploitée à des profondeurs de 180 m à 360 m, et pour l'ouest du golfe, a lieu le long des pentes du chenal Laurentien jusqu'à l'estuaire au niveau de la péninsule gaspésienne. Dans la division 4T de l'OPANO, la zone au sud du cap Gaspé est fermée de façon permanente sur le côté est de la péninsule (Figure 18 dans MPO 2021a).

Pêche du sébaste

Deux unités de gestion du sébaste, les unités 1 et 2, chevauchent la morue du sGSL (MPO 2018a). L'unité de gestion 1 comprend la division 4T de l'OPANO toute l'année et la sous-division 4Vn de l'OPANO de janvier à mai, tandis que la zone 2 comprend la sous-division 4Vn de l'OPANO de juin à décembre (MPO 2022). La pêche commerciale pour la zone 1 a fait l'objet d'un moratoire de 1995 à 2024 (Brassard *et al.* 2017; McAllister *et al.* 2021; Senay *et al.* 2023), mais une pêche repère a été établie en 1998 et une pêche expérimentale a été ajoutée en 2018. De 2018 à 2021, les TAC combinés de la pêche repère et de la pêche expérimentale de l'unité 1 variaient de 4 500 t à 7 463 t (Senay *et al.* 2023). Au cours de cette période, les débarquements totaux ont été en moyenne inférieurs à 20 % de ces TAC, en raison de l'effort de pêche limité. L'excellent recrutement des classes d'âge de 2011 à 2013 dans l'unité 1 a entraîné une forte augmentation de la biomasse (MPO 2022), ce qui a entraîné la réouverture de la pêche commerciale en 2024.

La plupart des pêches dirigées du sébaste se font à la seine ou au chalut. Les mesures de conservation de la pêche pour l'unité de gestion 1, qui a le plus de chevauchement avec la morue du sGSL, comprennent généralement i) des fermetures de zones temporelles visant à protéger les poissons reproducteurs et la concentration des juvéniles, ii) des restrictions de profondeur et de superficie (au moins 100 brasses [182,9 m], entre les longitudes 59° et 65° [O] pour éviter les prises accidentelles de flétan du Groenland), et iii) des quotas de prises accessoires propres à l'espèce (Brassard *et al.* 2017; MPO 2018b). Toutefois, d'autres

fermetures de zones près de la péninsule gaspésienne limitent davantage la limite ouest à 62,28°O (Figure 2 dans Senay *et al.* 2023).

SOURCES DE DONNÉES

Relevés indépendants de la pêche

Relevé par navire de recherche (NR) dans le sud du golfe du Saint-Laurent

La région du Golfe du MPO effectue un relevé scientifique annuel au chalut de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent (ci-après relevé d'automne par NR du sGSL). Le relevé multi-espèces normalisé suit un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié qui couvre la majorité du sGSL et est réalisé chaque automne, généralement en septembre (Hurlbut et Clay 1990; Benoît 2006). Nous avons obtenu des densités de capture d'espèces (kg/trait par espèce) pour les années de relevé 2003 à 2021, en utilisant des données qui ont été normalisées à un trait d'une journée du NGCC *Teleost* avec un chalut Western IIA et une distance de trait de 1,75 mille marin (Benoît 2006) (Figure 2). La surface approximative couverte par chaque trait normalisé était de 0,041 km². Nous avons obtenu la densité des prises ainsi que les coordonnées spatiales (degrés de latitude et de longitude) et la profondeur (m) pour 2 923 traits complets. Le nombre de traits par année variait de 83 (2003) à 244 (2005), avec une moyenne de 154. Les profondeurs de trait variaient de 15,0 m à 382,5 m. La morue franche a été observée dans 72,7 % des traits, le flétan de l'Atlantique dans 16,0 %, la plie grise dans 20,0 %, le flétan du Groenland dans 25,4 % et le sébaste dans 24,8 %.

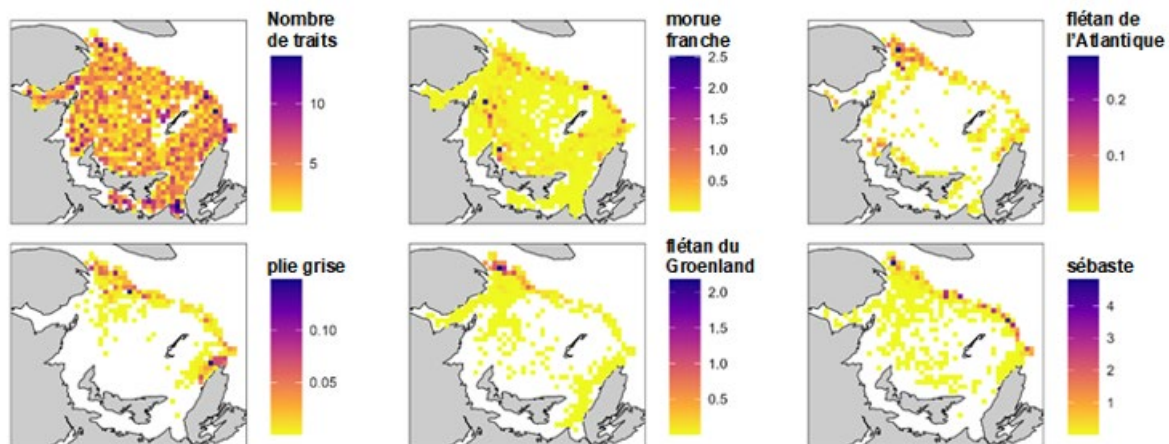


Figure 2 : Traits de relevés d'automne par NR dans le sGSL. Nombre de traits (en haut à gauche), poids total de morue franche (en haut au centre), poids total de flétan de l'Atlantique (en haut à droite), poids total de plie grise (en bas à gauche), poids total de flétan du Groenland (en bas au centre) et poids total de sébaste (en bas à droite). Chaque cellule de la grille correspond à 10 x 10 km.

Relevé par navire de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent

La région du Québec du MPO effectue un relevé scientifique annuel au chalut de fond dans le nord du golfe du Saint-Laurent, habituellement en août (ci-après le relevé estival par NR du nGSL). Le relevé multi-espèces suit un plan aléatoire normalisé et stratifié, qui couvre les eaux du chenal Laurentien et les zones au nord du chenal, y compris les divisions 4R et 4S de l'OPANO et la partie nord de la division 4T dans l'estuaire du Saint-Laurent (Bourdages et Savard 2007; Bourdages *et al.* 2022). Nous avons obtenu la densité des prises (kg/trait par espèce) pour les années de relevé 2003 à 2021 dans la division 4T de l'OPANO seulement, en utilisant des données qui ont été normalisées pour un trait du NGCC *Teleost* avec un chalut à

crevettes Campelen 1800 à quatre côtés équipé d'un bourrelet passe-roches (Mccallum et Walsh 2002), et une distance de trait de 0,75 mille marin (Bourdages *et al.* 2022). La surface approximative couverte par chaque trait normalisé était de 0,023 km². Nous avons obtenu la densité des prises ainsi que les coordonnées spatiales (degrés de latitude et de longitude) et la profondeur (m) pour 879 traits complets (Figure 3). Le nombre de traits par année dans la division 4T de l'OPANO variait de 33 (2019 et 2020) à 84 (2005), avec une moyenne de 46. Les profondeurs de trait variaient de 48 m à 516 m. La morue franche a été observée dans 32,4 % des traits, le flétan de l'Atlantique dans 22,9 %, la plie grise dans 86,3 %, le flétan du Groenland dans 93,1 % et le sébaste dans 93,6 %.

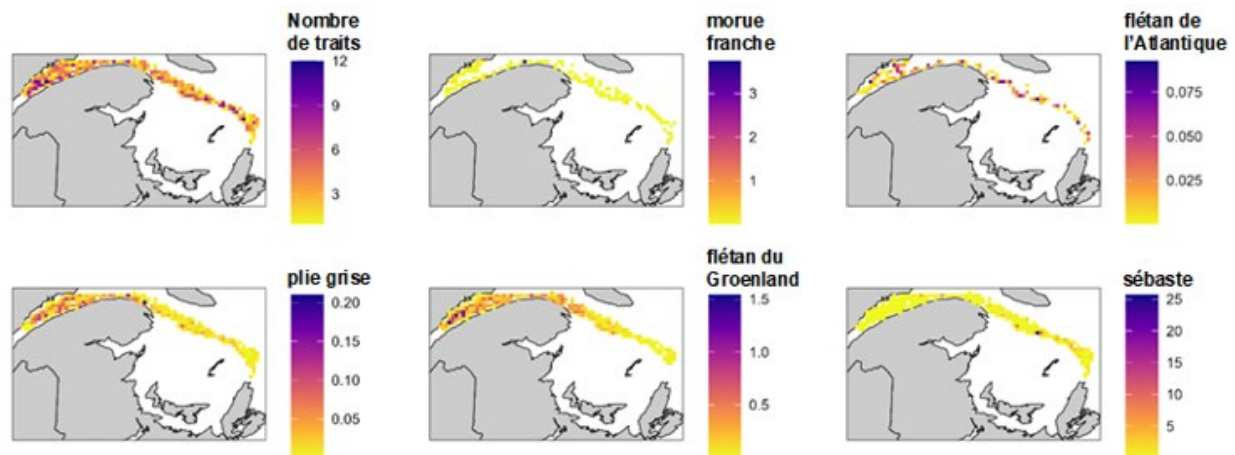


Figure 3 : Traits de relevés par NR du nGSL. Nombre de traits (en haut à gauche), poids total de morue franche (en haut au centre), poids total de flétan de l'Atlantique (en haut à droite), poids total de plie grise (en bas à gauche), poids total de flétan du Groenland (en bas au centre) et poids total de sébaste (en bas à droite). Chaque cellule de la grille correspond à 10 x 10 km.

Relevé hivernal par navire de recherche scientifique

Au cours des hivers 2022 et 2023, le MPO a effectué des relevés multi-espèces au chalut de fond par navire de recherche en janvier et en février (ci-après, le relevé hivernal par NR) au sein des divisions 3Pn4RSTVn de l'OPANO. Le *Mersey Venture*, le navire jumeau du NGCC *Teleost* (MPO 2020), était utilisé chaque année. Ce relevé a suivi un plan d'échantillonnage systématique non aligné. Les relevés au chalut ont été effectués avec le chalut à crevettes Campelen 1800 utilisé dans le relevé estival par NR du nGSL. Nous avons acquis des données pour 58 traits complets (30 en 2022, 28 en 2023) avec un trait normalisé de 15 minutes (distance de trait approximative de 0,75 mille marin et une zone balayée de 0,0684 km²) dans la sous-division 4TVn de l'OPANO. Nous avons obtenu la densité des prises (kg/trait par espèce) ainsi que les coordonnées spatiales (degrés de latitude et de longitude) et la profondeur (m) pour 58 traits complets (Figure 4). Toutes les données dérivées des relevés hivernaux par navire de recherche ont été considérées comme préliminaires au moment de l'étude. Les profondeurs de trait variaient de 169 m à 526 m. La morue franche a été observée dans 51,7 % des traits, le flétan de l'Atlantique dans 27,6 %, la plie grise dans 86,2 %, le flétan du Groenland dans 72,4 % et le sébaste dans 98,3 %.

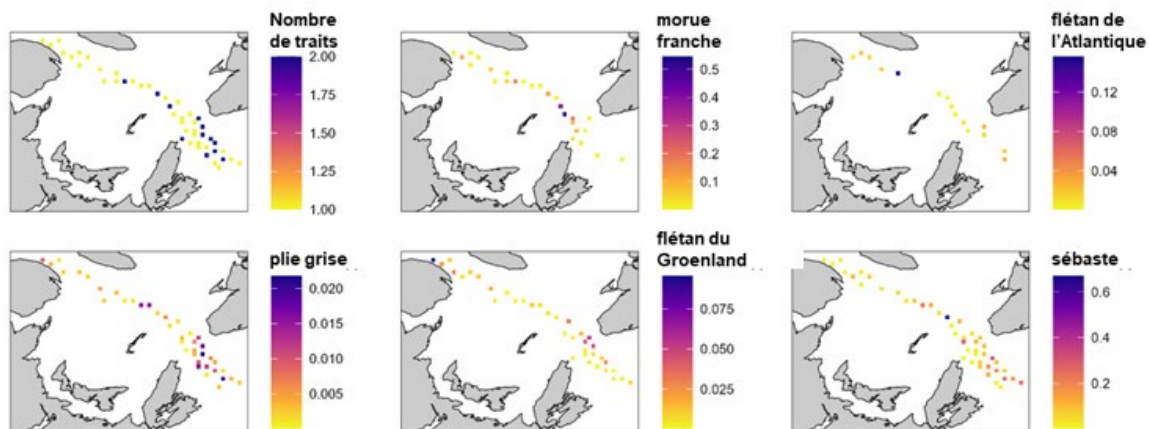


Figure 4 : Traits du relevé hivernal par navire de recherche dans le GSL. Nombre de traits (en haut à gauche), poids total de morue franche (en haut au centre), poids total de flétan de l'Atlantique (en haut à droite), poids total de plie grise (en bas à gauche), poids total de flétan du Groenland (en bas au centre) et poids total de sébaste (en bas à droite). Chaque cellule de la grille correspond à 10 x 10 km.

Débarquements dépendants de la pêche

Les données sur les débarquements dépendants de la pêche (ci-après les débarquements) sont recueillies chaque année par les bureaux régionaux du MPO et conservées par l'Unité des services statistiques. Ces données sont organisées par groupes d'espèces (p. ex., espèces capturées), plutôt que par événement de pêche. Chaque rapport comprend le poids débarqué d'une espèce, ainsi que des métadonnées associées qui comprennent généralement le numéro d'identification du navire de pêche commerciale, l'espèce principale recherchée, la date de capture, la date de débarquement, l'engin utilisé et les coordonnées géographiques. Cependant, il peut manquer des renseignements dans chaque rapport. Avant d'intégrer ces données dans les analyses scientifiques, le personnel du Secteur des sciences effectue un contrôle de la qualité qui peut comprendre la vérification, la correction, l'omission ou la suppression de rapports erronés ou incomplets.

Nous avons utilisé la fonction **read.ziff** du progiciel **gulf** (Vergara *et al.* 2023) dans **R** (R Core Team 2022) pour accéder aux rapports de débarquements. Nous avons d'abord accédé aux rapports de débarquements pour les années 1985 à 2021 et aux divisions 3PnPs4RSTVnVs de l'OPANO. Nous avons obtenu des rapports signalés comme étant à l'intérieur et à proximité de notre zone cible (4TVn) afin que nous puissions attribuer indépendamment les désignations de l'OPANO en fonction des coordonnées géographiques déclarées. Comme les coordonnées géographiques étaient requises pour l'analyse spatiale ultérieure, nous avons supprimé les rapports dans lesquels il manquait des coordonnées, ce qui a supprimé tous les rapports antérieurs à 1990. Nous avons ensuite attribué une division de l'OPANO à chaque rapport et retiré les rapports portant sur des zones l'extérieur des limites des divisions 4TVn.

Les rapports de débarquements comprennent des champs pour la « date de prise » et la « date de débarquement », mais la première est moins souvent signalée. Pour les rapports qui n'ont pas déclaré la date de prise, nous avons déduit qu'il s'agit de la même date que la date de débarquement. Si la date de prise a été signalée comme se produisant après la date de débarquement, il a été déduit que la date de débarquement était la véritable date de prise. Dans les autres cas, si l'année de prise ne correspondait pas à l'année de débarquement, on a déduit que l'année de débarquement était la véritable année de prise (seulement pour les mois autres que décembre et janvier).

Après avoir corrigé les renseignements sur la date, nous avons filtré les données pour conserver les rapports des années et des pêches d'intérêt (« principales espèces recherchées »), ainsi que par période de l'année dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (c.-à-d. que nous avons conservé que les mois de novembre à avril). Pour les pêches autres que le sébaste, nous avons conservé les années 2003 à 2021. Pour le sébaste, nous avons conservé les années 1990 à 1994, lorsqu'il y a eu une pêche commerciale du sébaste, et les années 1998 à 2021, lorsqu'il y a eu une pêche indicatrice ou expérimentale du sébaste.

Nous avons ensuite utilisé les coordonnées géographiques fournies dans chaque rapport conservé pour estimer la profondeur de l'eau (m) à chaque emplacement, en appliquant la fonction **depth** à partir du progiciel **gulf**. La fonction **depth** renvoie une estimation interpolée linéairement de la profondeur de l'eau pour un ensemble donné de coordonnées basée sur une [carte bathymétrique de référence](#). Après avoir estimé la profondeur de chaque paire de coordonnées, nous avons supprimé les rapports qui figurent sur terre (en supprimant les rapports dont la profondeur ≥ 0 m) et converti les estimations de profondeur en valeurs absolues.

Enfin, nous avons créé une « identification d'événement de pêche (ID) » pour chaque rapport afin de pouvoir comparer les poids (kg) de différentes espèces capturées ensemble. Nous avons créé l'ID d'événement de pêche en concaténant les champs suivants : numéro de bateau de pêche commerciale, date, principales espèces recherchées, classe d'engin, type d'engin (alpha), quantité d'engins, port de débarquement, coordonnées géographiques, profondeur attribuée et division désignée de l'OPANO.

Pêche du flétan de l'Atlantique

Avant l'ajustement des modèles, nous avons éliminé les événements de pêche qui se sont produits dans des eaux d'une profondeur de moins de 5 m, ainsi que les rapports qui ne mentionnaient aucune prise de flétan de l'Atlantique et de morue franche. En ce qui concerne la division 4T de l'OPANO, nous avons également supprimé les événements qui se sont produits en mars et en novembre, en raison de la faible taille des échantillons. Pour nos modèles, nous avons conservé 16 531 événements de pêche dans la division 4T de l'OPANO et 1 539 événements de pêche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (Tableau 1).

Dans la division 4T de l'OPANO, la morue franche a été observée dans 49,4 % de tous les événements, tandis que le flétan de l'Atlantique a été déclaré dans 97,0 % (Tableau 2). La proportion moyenne de morue franche dans les prises combinées des deux espèces (c.-à-d. prises accessoires) était de 12,8 % (minimum = 0, maximum = 100, médiane = 0). Les mois de juillet à septembre représentaient 78,6 % de tous les événements de pêche (Tableau 3). Les palangres ont été utilisées dans 99,4 % de tous les événements de pêche (Tableau 4). Les profondeurs de pêche variaient de 5,8 m à 505,3 m (moyenne = 168,1, médiane = 170,2); cependant, la répartition des profondeurs était bimodale, avec des concentrations moins faibles ou plus profondes que 100 m. Ce profil bimodal est probablement attribuable aux répartitions du flétan de l'Atlantique du GSL, qui évite généralement la couche intermédiaire d'eau froide entre 50 et 100 m (MPO 2023a; Galbraith *et al.* 2023). La moyenne des prises accessoires dans les eaux de moins de 100 m de profondeur était de 10,4 %, tandis que la moyenne des prises accessoires en eau plus profonde était de 20,7 %. Il y a eu des changements saisonniers dans l'effort selon la profondeur et l'espace, la majorité des événements de pêche se produisant dans des eaux extracôtières plus profondes (> 100 m) d'avril à juin, avant de se concentrer dans des eaux côtières moins profondes de juillet à octobre. Ce changement correspond aux saisons de pêche des différentes flottes de la division 4T de l'OPANO. Au cours des années 2003 à 2021, 23,0 % des événements de pêche se sont déroulés dans des eaux d'une profondeur de 100 m ou plus, attrapant 41,1 % du poids débarqué du flétan de l'Atlantique et 76,1 % du poids

débarqué de la morue franche. Les tendances sont demeurées semblables au cours des cinq dernières années, alors que 19,0 % des événements se sont produits dans des eaux à une profondeur de 100 m ou moins, capturant 39,2 % du flétan de l'Atlantique débarqué et 69,8 % de la morue franche débarquée. La majorité de la morue débarquée a été capturée à l'est de la péninsule gaspésienne (Figure 5).

Dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, la morue franche a été observée dans 51,5 % des événements, tandis que le flétan de l'Atlantique a été observé dans 99,9 %. Les prises accessoires moyennes étaient de 8,0 % (minimum = 0, maximum = 100, médiane = 0,6). Les palangres ont été utilisées dans 99,6 % des événements de pêche. Les mois d'avril, de novembre et de décembre représentaient ensemble 78,9 % des événements de pêche (Tableau 3). Les profondeurs de la sous-division 4Vn de l'OPANO variaient de 5,0 m à 496,0 m (moyenne = 60,0, médiane = 28,0). Les profondeurs de pêche étaient généralement moins profondes en novembre et en décembre que les autres mois. La majorité de la morue débarquée a été capturée dans le coin nord-ouest de la sous-division 4Vn (Figure 6).

Tableau 1 : Taille des échantillons des événements de pêche utilisés dans les modèles de répartition des espèces, indiquée par pêche, division de l'OPANO et année.

Année	Pêche du flétan de l'Atlantique, 4T de l'OPANO	Pêche du flétan de l'Atlantique, 4Vn de l'OPANO	Pêche de la plie grise, 4T de l'OPANO	Pêche du flétan du Groenland, 4T de l'OPANO	Pêche sébaste, 4T de l'OPANO	Pêche sébaste, 4Vn de l'OPANO
1990	-	-	-	-	-	109
1991	-	-	-	-	251	287
1992	-	-	-	-	235	445
1993	-	-	-	-	169	235
1994	-	-	-	-	472	294
1998	-	-	-	-	59	44
1999	-	-	-	-	263	6
2000	-	-	-	-	170	1
2001	-	-	-	-	238	30
2002	-	-	-	-	251	11
2003	376	1	213	727	208	13
2004	495	-	152	1,805	64	1
2005	382	8	199	1,697	168	10
2006	220	-	328	1,212	263	13
2007	253	7	243	735	46	6
2008	298	-	216	870	304	9
2009	396	1	128	1,004	399	4
2010	605	25	59	760	379	11
2011	828	55	55	467	414	7
2012	776	93	63	614	294	-
2013	748	162	70	643	168	-
2014	886	85	70	787	158	13
2015	1,087	86	60	568	211	-
2016	1,270	275	48	646	171	1
2017	1,529	139	46	647	166	-
2018	1,438	80	35	591	136	-
2019	1,443	69	34	690	138	12

Année	Pêche du flétan de l'Atlantique, 4T de l'OPANO	Pêche du flétan de l'Atlantique, 4Vn de l'OPANO	Pêche de la plie grise, 4T de l'OPANO	Pêche du flétan du Groenland, 4T de l'OPANO	Pêche sébaste, 4T de l'OPANO	Pêche sébaste, 4Vn de l'OPANO
2020	1,662	66	-	702	110	47
2021	1,839	387	7	409	183	18
TOTAL	16,531	1,539	2,026	15,574	6,088	1,627

Tableau 2 : Nombre total d'événements de pêche inclus dans les modèles de répartition des espèces, ainsi que le nombre d'événements qui ont capturé la morue franche et le nombre d'événements qui ont capturé la cible de pêche.

OPANO	Présence	Pêche du flétan de l'Atlantique	Pêche de la plie grise	Pêche du flétan du Groenland	Pêche sébaste
4T	Total d'événements	16,531	2,026	15,574	6,088
	Morue franche capturée	8,159	1,839	1,346	1,022
	Cible attrapée	16,041	1,992	15,573	6,062
4Vn	Total d'événements	1,539	-	-	1,627
	Morue franche capturée	792	-	-	623
	Cible attrapée	1,538	-	-	1,621

Tableau 3 : Taille des échantillons des événements de pêche utilisés dans les modèles de répartition des espèces, présentée par division de l'OPANO, pêche et mois.

OPANO	Mois	Pêche du flétan de l'Atlantique	Pêche de la plie grise	Pêche du flétan du Groenland	Pêche sébaste
4T	Avr	718	24	670	-
	Mai	732	474	2,535	54
	Jun	1,132	387	3,760	1,839
	Jul	5,793	70	3,862	2,953
	Aoû	4,485	227	2,801	995
	Sep	2,709	449	1,460	183
	Oct	962	392	486	64
	Nov	-	3	-	-
4Vn	TOTAL	16,531	2,026	15,574	6,088
	Nov	314	-	-	208
	Dec	271	-	-	198
	Jan	76	-	-	291
	Fev	79	-	-	208
	Mar	169	-	-	216
	Avr	630	-	-	506
	TOTAL	1,539	-	-	1,627

Tableau 4 : Taille des échantillons des événements de pêche utilisés dans les modèles de répartition des espèces, présentée par division de l'OPANO, pêche et classe d'engins. Les valeurs indiquent la taille finale de l'échantillon et sous-estiment probablement le nombre réel d'événements de pêche.

OPANO	Matériel de pêche	Pêche du flétan de l'Atlantique	Pêche de la plie grise	Pêche du flétan du Groenland	Pêche sébaste
4T	Filet maillant	24	-	15,574	21
	Ligne à main	18	-	-	-
	Palangre	16,430	-	-	21
	Seine	2	1,773	-	2,283
	Chalut	22	253	-	3,763
	Indéterminé	35	-	-	-
	TOTAL	16,531	2,026	15,574	6,088
4Vn	Filet maillant	2	-	-	-
	Ligne à main	2	-	-	-
	Palangre	1,533	-	-	-
	Seine	0	-	-	7
	Chalut	1	-	-	1,620
	Indéterminé	1	-	-	-
	TOTAL	1,539	-	-	1,627

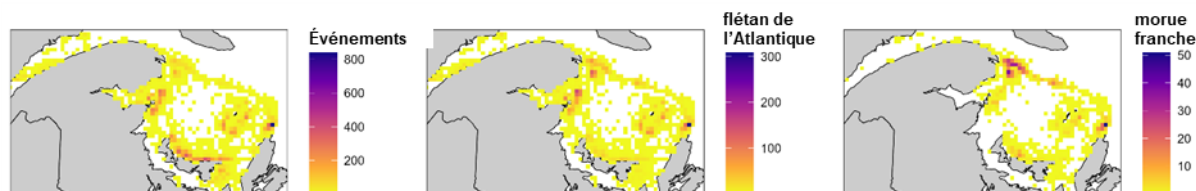


Figure 5 : Événements de pêche dirigée au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de flétan de l'Atlantique (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.

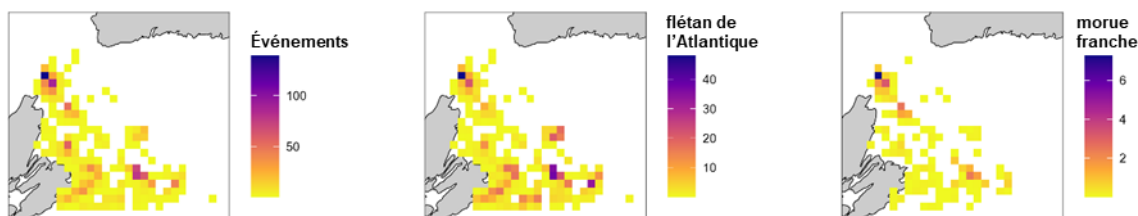


Figure 6 : Événements de pêche dirigée au flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de flétan de l'Atlantique (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.

Pêche de la plie grise

Avant l'ajustement des modèles, nous avons éliminé les événements de pêche qui se sont produits dans des eaux de moins de 100 m de profondeur, d'après la biologie de la plie grise (Powles et Kohler 1970; Ricard 2022), ainsi que les rapports qui n'indiquaient aucune prise de plie grise et de morue franche. Nous avons retenu 2 026 événements de pêche dans la division 4T de l'OPANO (Tableau 1). Il ne restait que 134 événements de pêche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, tous à partir du mois de novembre, dont 7 ont débarqué de la morue. Nous avons donc omis les événements dirigés de la plie grise dans la sous-division 4Vn de l'OPANO de l'analyse plus approfondie.

La morue franche a été observée dans 90,8 % des événements, tandis que la plie grise l'a été dans 98,3 % des événements (Tableau 2). Les prises accessoires moyennes étaient de 12,4 % (minimum = 0, maximum = 100, médiane = 5,4). Ensemble, les mois de mai et de juin représentaient 42,3 % des événements de pêche, tandis que septembre et octobre représentaient 41,5 % des événements (Tableau 3). Les seines ont été utilisées dans 87,5 % des événements de pêche, suivies des chaluts (Tableau 4). Les profondeurs variaient de 100,0 m à 507,0 m (moyenne = 153,1, médiane = 160,2). Les profondeurs de pêche étaient généralement moins grandes en novembre et en décembre que durant les autres mois. La grande majorité des événements ont eu lieu du côté nord-ouest du Cap-Breton (Figure 7).

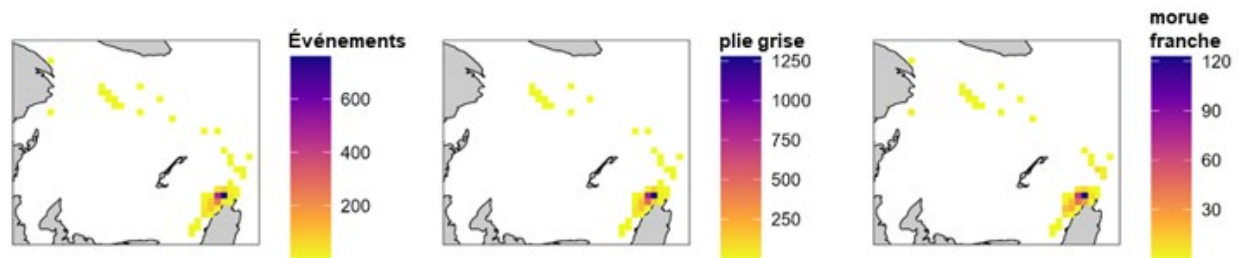


Figure 7 : Événements de pêche dirigée à la plie grise dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.

Pêche du flétan du Groenland

Avant l'ajustement des modèles, nous avons éliminé les événements de pêche qui se sont produits dans des eaux de moins de 130 m de profondeur, vu la biologie du flétan du Groenland (MPO 2021a, 2023b; Gauthier *et al.* 2021), ainsi que les rapports qui n'indiquaient aucune prise de flétan du Groenland et de morue franche. Nous avons également supprimé tous les rapports qui indiquaient avoir utilisé un type d'engin autre que le filet maillant. À ce stade, il n'y avait plus de rapports dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Enfin, nous avons supprimé les événements qui se sont produits en novembre, en raison de la faible taille de l'échantillon. Nous avons retenu 15 574 événements de pêche au flétan du Groenland aux fins de modélisation (Tableau 1).

La morue franche a été observée dans 8,6 % des événements de pêche, tandis que le flétan du Groenland l'a été dans plus de 99,9 % des événements (Tableau 2). Les mois de mai à août représentaient 83,2 % des événements de pêche (Tableau 3). Les prises accessoires moyennes étaient de 0,3 % (minimum = 0, maximum = 100, médiane = 0). Les profondeurs variaient de 130,3 m à 390,8 m (moyenne = 287,0, médiane = 288,8). La majorité des prises accessoires ont eu lieu au large de la péninsule gaspésienne, à l'est de L'Anse-à-Valleau, dans la province du Québec (Figure 8).

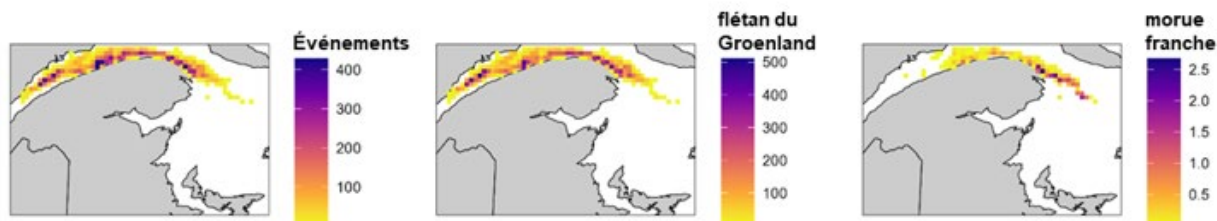


Figure 8 : Événements de pêche dirigée au flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.

Pêche du sébaste

En ce qui concerne la pêche du sébaste, nous résumons les résultats et les recommandations de Sutton *et al.* (2024). Avant l'ajustement des modèles, Sutton *et al.* (2024) ont éliminé les événements de pêche qui étaient inférieurs à 100 m de profondeur, ainsi que les rapports qui n'indiquaient aucune prise de sébaste et de morue franche. Les mois de janvier, d'avril, de novembre et de décembre ont également été omis dans la division 4T de l'OPANO, en raison de la faible taille des échantillons (aucun événement de pêche n'a été enregistré pour février et mars dans la division 4T de l'OPANO). Pour leurs modèles, ils ont conservé 6 088 événements de pêche dans la division 4T de l'OPANO et 1 627 événements de pêche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (Tableau 1).

Dans le cas de la division 4T de l'OPANO, la morue franche a été observée dans 16,8 % des événements, tandis que le sébaste l'a été dans 99,6 % des événements (Tableau 2). Les mois de juin à août représentaient 95,1 % des événements de pêche (Tableau 3). Les chaluts ont été utilisés dans 61,8 % des événements, et les seines, dans 37,5 % des événements, les filets maillants et les palangres représentant chacun 0,34 % des événements (Tableau 4). Les prises accessoires moyennes étaient de 2,1 % (minimum = 0, maximum = 100, médiane = 0). Les profondeurs de la division 4T de l'OPANO variaient de 100,5 m à 512,3 m (moyenne = 302,4, médiane = 298,8). La majorité des prises accessoires ont eu lieu le long des pentes sud du chenal Laurentien (Figure 9).

Dans le cas de la sous-division 4Vn de l'OPANO, la morue franche a été observée dans 38,3 % des événements, tandis que le sébaste l'a été dans 99,6 % des événements (Tableau 2). Le mois d'avril représentait 31,1 % des événements, les mois restants représentant chacun entre 12,8 et 17,9 % des événements (Tableau 3). Les chaluts ont été utilisés dans 99,6 % des événements, et des seines ont été utilisées dans les autres (Tableau 4). Les prises accessoires moyennes étaient de 2,7 % (minimum = 0, maximum = 100, médiane = 0). Les profondeurs de la sous-division 4Vn de l'OPANO variaient de 105,0 m à 526,9 m (moyenne = 439,3, médiane = 450,9). Pour toutes les années, la majorité des prises accessoires ont eu lieu dans le coin nord-ouest de la carte quadrillée, ce qui correspond à la zone où la plupart des événements de pêche étaient concentrés (Figure 10).

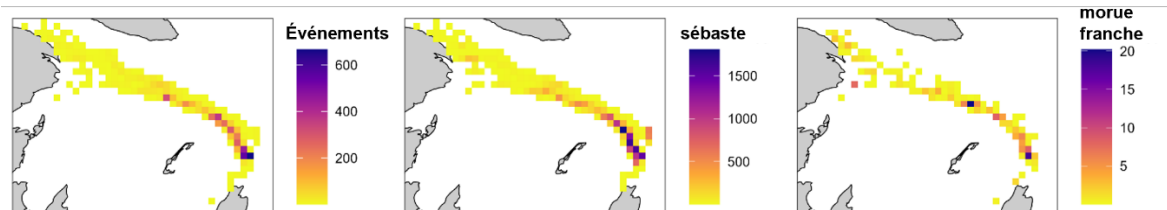


Figure 9 : Événements de pêche dirigée au sébaste dans la division 4T de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.

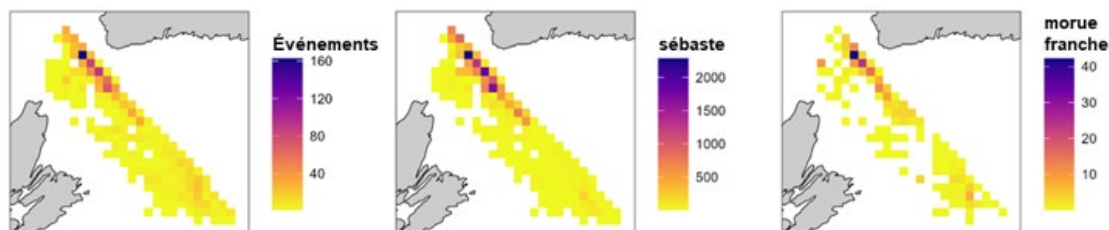


Figure 10 : Événements de pêche dirigée au sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Nombre d'événements de pêche (à gauche), poids total de plie grise (au centre) et poids total de morue franche (à droite). Chaque cellule de la carte quadrillée correspond à 10 x 10 km. Les valeurs ne représentent pas le poids total des débarquements provenant des journaux de bord.

MODÈLES DE RÉPARTITION DE L'ESPÈCE

Ajustement du modèle

Nous avons suivi les méthodes décrites dans Sutton *et al.* (2024). Pour ajuster les modèles de répartition de l'espèce du modèle linéaire généralisé à effets mixtes aux données dérivées des relevés et aux données sur les prises aux débarquements, nous avons utilisé le progiciel **R**, **sdmTMB** version 0.3.0 et versions ultérieures (Anderson *et al.* 2022). Pour construire le maillage triangulé de chaque modèle, qui est utilisé pour modéliser les composantes spatiales en tant que champs aléatoires, nous avons converti les coordonnées spatiales en zone 20N universelle transverse de Mercator (UTM) et appliqué les fonctions **make_mesh** et **add_barrier_mesh**, cette dernière définissant les obstacles côtiers. Lors de la précision des seuils pour définir la distance minimale autorisée entre les sommets de maillage, nous avons utilisé des valeurs qui garantissaient moins de sommets que de points de données (5 km pour les relevés d'été dans le nGSL, 5 à 10 km pour les relevés d'automne par NR dans le sGSL; 25 km pour les relevés hivernaux par NR; 2 à 8 km pour les modèles de débarquements [flétan de l'Atlantique, division 4T de l'OPANO = 8 km, flétan de l'Atlantique, sous-division 4Vn de l'OPANO = 5 km, plie grise = 2 km, flétan du Groenland = 4 km, les deux modèles de sébaste = 5 km]).

La formulation générale de ces modèles est la suivante :

$$g(\mu_{st}) = X_{st}\beta + \omega_s + \epsilon_{st} \quad 1$$

Où $g(\cdot)$ représente une fonction de liaison; μ_{st} est une valeur attendue (moyenne) de y , qui est une variable de réponse à l'emplacement s (c.-à-d. vecteur de coordonnées) et au temps t ; X_{st} est une matrice de covariables à effet principal; β représente un vecteur de coefficients à effets fixes; ω_s est la composante aléatoire spatiale moyenne à l'emplacement s (constante dans le

temps), et; ϵ_{st} représente l'écart de champ aléatoire spatiotemporel qui peut être indépendant pour chaque tranche de temps, ou modélisé avec δ_{st} un paramètre définissant les écarts d'un pas de temps à l'autre (Anderson *et al.* 2022).

Comparaison de modèles

Nous avons utilisé le CIA, le logarithme-vraisemblance et l'exactitude prédictive estimée à partir d'une validation croisée triple pour choisir le meilleur modèle pour chaque ensemble de données. Lors de la comparaison initiale du modèle, nous avons parfois appliqué des maillages différents de ceux utilisés lors de l'ajustement final du modèle, afin d'améliorer la vitesse de calcul. Nous avons utilisé la fonction **sdmTMB_cv** pour la validation croisée, l'organisation des plis de manière aléatoire et l'aire sous la courbe (ASC) estimée en utilisant les données non retenues et la fonction **auc** du progiciel **Metrics** version 0.1.4 (Hamner et Frasco 2018). Puisque les plis de validation croisée ne contenaient pas un nombre égal d'observations, nous avons recueilli les valeurs prédites des trois plis et estimé l'ASC à partir de l'ensemble de données (p. ex. Thompson *et al.* 2023). Nous n'avons pas effectué de comparaisons de modèles pour des modèles qui n'ont pas convergé (nous avons utilisé la fonction **sanity** de **sdmTMB** pour évaluer la convergence des modèles).

Avant d'ajuster les modèles, nous avons centré et mis à l'échelle la profondeur par son écart type, et nous avons inclus des comparaisons de modèles dans lesquels la profondeur mise à l'échelle a été précisée comme un quadratique, pour permettre des relations non linéaires (par exemple, Commander *et al.* 2022). Lorsque nous avons testé l'année ou le mois comme prédicteurs, nous les avons précisés comme facteurs afin de calculer les effets moyens annuels. Le cas échéant, nous avons également testé des modèles en une partie et en deux parties équipés de différentes distributions d'erreurs (détails dans la section suivante).

Spécification du modèle de relevés indépendants de la pêche

Nous adaptons des modèles de répartition de l'espèce propres à chaque espèce pour saisir les données des relevés par NR. Nous avons précisé les prédicteurs de la densité des prises pour chaque espèce dans des modèles distincts (Tableau 5). Pour tenir compte de la présence de nombreux zéros combinés à des estimations positives de la densité continue, nous avons soit utilisé des modèles en deux parties (c.-à-d. « hurdle »), (Pennington 1983; Mullahy 1986) soit des modèles en une partie avec une distribution d'erreurs qui pourrait prendre en charge des données à inflation nulle (c.-à-d. Tweedie) (Dunn et Smyth 2005). Pour les modèles « hurdle », nous avons utilisé la fonction de lien logit pour préciser la composante binomiale et une fonction de lien log pour préciser la composante gamma de capture positive. Pour les modèles en une partie, nous avons précisé la distribution Tweedie avec une fonction de lien log.

Précision du modèle de débarquements dépendants de la pêche

En raison des différences entre les navires, les engins, les efforts et les rapports, nous n'avons pas été en mesure de comparer les poids de capture entre les événements de pêche dans les données sur les débarquements. Selon Sutton *et al.* (2024), nous avons donc calculé la proportion de morue franche dans le poids combiné de la morue franche et de l'espèce cible pour chaque événement de pêche, et nous avons utilisé cette proportion comme variable de réponse dans les modèles de répartition de l'espèce (Tableau 5). Les valeurs de la proportion de morue franche ont été définies à l'aide d'un modèle avec excès de zéros.

Pour adapter les modèles de répartition de l'espèce aux données sur les débarquements dépendants de la pêche, nous avons utilisé des modèles de régression bêta (Kieschnick et McCullough 2003; Ferrari et Cribari-Neto 2004) mis en œuvre dans une structure de modèle

« hurdle ». La régression bêta peut expliquer l'hétéroscédasticité lorsque la variable de réponse se compose de données continues limitées par 0 et 1 (Geissinger *et al.* 2022). Parce que nos données avec excès de zéros correspondaient à peu de rapports avec des proportions de prises accessoires de 1, et parce que **sdmTMB** ne mettait pas en œuvre des modèles bêta avec excès de zéros et un au moment de cette étude, nous avons choisi de transformer les données plutôt que d'en exclure de notre analyse. Pour transformer nos proportions de prises accessoires, nous les avons multipliées par 0,99999, ce qui a maintenu nos valeurs de zéro pour la composante binomiale de nos modèles « hurdle », et a limité nos valeurs de prises positives (c.-à-d. celles > 0) à moins de 1 pour la composante bêta. Nous avons précisé à la fois la composante binomiale et la composante bêta avec une fonction de lien logit. En raison des différences spatiales dans l'effort de pêche et dans la répartition de la morue franche du sGSL tout au long de l'année, nous avons analysé les données de la division 4T et de la sous-division 4Vn de l'OPANO dans des modèles distincts.

Tableau 5 : Résumé des ensembles de données et des variables utilisés dans nos modèles spatiotemporels et spatiaux seulement, ainsi que des mesures de l'ajustement (aire sous la courbe [ASC] et des coefficients de corrélation entre les valeurs observées et prédites [cor]). Les relevés indépendants de la pêche comprennent le relevé par navires de recherche (NR) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL), le relevé par NR dans le nord du golfe du Saint-Laurent (nGSL) et le relevé hivernal par NR. La taille de l'échantillon, n, indique le nombre de traits pour les modèles de relevés et le nombre d'événements de pêche pour les modèles de pêche.

Source de données	Prédicteurs du modèle	Spatio-temporel	Temps	Réponse	Années	Mois	n	ASC	cor
Modèle: sGSL NR Automne, morue franche*									
Relevé	poly(depth_scaled, 2) + fyear	ar1	year	présence	2003-2021	août-oct.	2 923	0,918	-
				densité (kg/trait)	2003-2021	août-oct.	2 126	-	0,765
Modèle: sGSL NR Automne, flétan de l'Atlantique									
Relevé	poly(depth_scaled, 2)	iid	year	présence	2003-2021	août-oct.	2 923	0,943	-
				densité (kg/trait)	2003-2021	août-oct.	469	-	0,497
Modèle: sGSL NR Automne, plie grise									
Relevé	poly(depth_scaled, 2)	ar1	year	présence	2003-2021	août-oct.	2 923	0,983	-
				densité (kg/trait)	2003-2021	août-oct.	585	-	0,843
Modèle: sGSL NR Automne, flétan du Groenland									
Relevé	poly(depth_scaled, 2)	iid	year	densité (kg/trait)	2003-2021	août-oct..	2 923	-	0,978
Modèle: sGSL NR Automne, sébaste *									
Relevé	poly(depth_scaled, 2) + fyear	ar1	year	présence	2003-2021	août-oct.	2 923	0,935	-
				densité (kg/trait)	2003-2021	août-oct.	726	-	0,682
Modèle: nGSL NR Été, morue franche									
				présence	2003-2021	juil.-sept.	879	0,915	-
Relevé	depth_scaled + fyear	ar1	year	densité (kg/trait)	2003-2021	juil.-sept.	285	-	0,949
Modèle: nGSL NR Été, flétan de l'Atlantique									
Relevé	poly(depth_scaled, 2) + fyear	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2003-2021	juil.-sept.	879	-	0,416
Modèle: nGSL NR Été, plie grise									
		n/a	n/a	présence	2003-2021	juil.-sept.	879	0,995	-
Relevé	poly(depth_scaled, 2) + fyear	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2003-2021	juil.-sept.	759	-	0,761

Source de données	Prédicteurs du modèle	Spatio-temporel	Temps	Réponse	Années	Mois	n	ASC	cor
Modèle: nGSL NR Été, flétan du Groenland									
Relevé	depth_scaled + fyear	iid	year	densité (kg/trait)	2003-2021	juil.-sept.	879	-	0,917
Modèle: nGSL NR Été, sébaste									
Relevé	depth_scaled + fyear	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2003-2021	juil.-sept.	879	-	0,589
Modèle: GSL NR Hiver, morue franche*									
Relevé	poly(depth_scaled, 2)	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2022-2023	janv.-févr.	58	-	0,837
Modèle: GSL NR Hiver, flétan de l'Atlantique									
Relevé	intercept-only	n/a	n/a	présence	2022-2023	janv.-févr.	58	0,882	-
				densité (kg/trait)	2022-2023	janv.-févr..	16	-	0,973
Modèle: GSL NR Hiver, plie grise									
Relevé	poly(depth_scaled, 2	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2022-2023	janv.-févr.	58	-	0,742
Modèle: GSL NR Hiver, flétan du Groenland									
Relevé	depth_scaled	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2022-2023	janv.-févr.	58	-	0,713
Modèle: GSL NR Hiver, sébaste*									
Relevé	depth_scaled	n/a	n/a	densité (kg/trait)	2022-2023	janv.-févr.	57	-	0,725
Modèle: Débarquements, dirigé contre le flétan de l'Atlantique, OPANO 4T									
Pêche	poly(depth_scaled, 2) + month + fyear + (1 cfvn)	iid	year	présence prises accessoires	2003-2021	avr.-oct.	16 531	0,931	-
				proportion de prises accessoires	2003-2021	avr.-oct.	8 159	-	0,619
Modèle: Débarquements, dirigé contre le flétan de l'Atlantique, OPANO 4Vn									
Pêche	fmonth + (1 cfvn)	iid	year	présence prises accessoires	2003, 2005, 2007, 2009-2021	nov.-avr.	1 539	0,945	-
				proportion de prises accessoires	2005, 2007, 2010-2021	nov.-avr.	792	-	0,772

Source de données	Prédicteurs du modèle	Spatio-temporel	Temps	Réponse	Années	Mois	n	ASC	cor
Modèle: Débarquements, dirigé contre la plie grise, OPANO 4T									
Pêche	(1 cfvn)	n/a	n/a	présence prises accessoires	2003-2019, 2021	avr.-nov.	2 026	0,810	-
				proportion de prises accessoires	2003-2019, 2021	avr.-nov.	1 839	-	0,540
Modèle: Débarquements, dirigé contre flétan du Groenland, OPANO 4T									
Pêche	poly(depth_scaled, 2) + fyear + (1 cfvn)	iid	year	présence prises accessoires	2003-2021	avr.-oct.	15 574	0,958	-
				proportion de prises accessoires	2003-2021	avr.-oct.	1 346	-	0,819
Modèle: Débarquements, dirigé contre sébaste, OPANO 4T*									
Pêche	depth_scaled + fmonth + fyear + (1 cfvn)	iid	year	présence prises accessoires	1991-1994, 1998-2021	mai-oct.	6 088	0,854	-
				proportion de prises accessoires	1991-1994, 1998-2021	mai-oct.	1 022	-	0,872
Modèle: Débarquements, dirigé contre sébaste, OPANO 4Vn*									
Pêche	depth_scaled + fmonth + (1 cfvn)	iid	month	présence prises accessoires	1990-1994, 1998-2011, 2014, 2016, 2019-2021	nov.-avr.	1 627	0,933	-
				proportion de prises accessoires	1990-1994, 1998-1999, 2001-2003, 2005-2011, 2014, 2019, 2020	nov.-avr.	623	-	0,867

* Tiré de Sutton et al. (2024)

Diagnostic du modèle

Nous avons utilisé la fonction **sanity** de **sdmTMB** pour évaluer la convergence des modèles. Nous avons utilisé des valeurs résiduelles quantiles aléatoires des diagrammes Q-Q normaux et des histogrammes pour évaluer la normalité, et nous avons cartographié les résidus pour tester l'autocorrélation spatiale (Figures A1 à A21). Les coefficients du modèle sont disponibles dans les tableaux A1 à A17.

Prédictions du modèle

Pour faire des prédictions de modèle, nous avons d'abord construit une carte quadrillée de 2 x 2 km couvrant les divisions 4TVn de l'OPANO. Nous avons ensuite recadré cette carte quadrillée au besoin pour faire des prédictions associées à chaque modèle (c.-à-d. couvrant des zones géographiques couvertes par des relevés du MPO, ou se rapportant à des pêches en particulier, voir ci-dessous). Après avoir construit des cartes quadrillées de prévision, nous avons utilisé la fonction **predict** pour faire des prédictions sur les densités de chaque espèce (modèle de répartition de l'espèce des relevés par navires de recherche) ou les proportions de prises accessoires (modèle de répartition de l'espèce dans les débarquements). Pour estimer l'incertitude dans les prévisions, nous avons utilisé 100 tirages de la matrice de précision conjointe de chaque modèle pour calculer les coefficients de variation (Figures A22 à A30). Pour les modèles qui incluaient la profondeur comme prédicteur, nous avons utilisé les fonctions **visreg** du progiciel **visreg**, version 2.7.0, et (Breheny et Burchett 2017) **visreg_delta** de **sdmTMB** pour visualiser la relation entre la profondeur et nos variables de réponse, en traçant les valeurs ajustées du modèle dans le cas univarié (c'est-à-dire en maintenant les autres variables prédictives constantes). Pour évaluer les effets conditionnels, nous n'avons pris en compte que l'année de données la plus récente en raison de la complexité du modèle et de la vitesse de calcul.

Détails pour les cartes quadrillées de prédiction propres au modèle :

- Relevé d'automne par NR dans le sGSL (4T OPANO) : Étendue spatiale de 45,6825°N, 49,1600°N, 60,0995°O, 65,9306°O. Exclut la strate de relevé 402.
- Relevé d'été par NR dans le nGSL (4T OPANO) : Étendue spatiale de 45,6668°N, 49,4167°N, 57,487°O, 49,4167°O.
- Relevé d'hiver par NR (4TVn OPANO) : Étendue spatiale de 45,6668°N, 49,4167°N, 57,4870°O, 64,9951°O.
- Pêche au flétan de l'Atlantique (4T OPANO) : Étendue spatiale de 45,7626°N, 49,4157°N, 60,1595°O, 69,7030°O. Exclut huit zones réglementées (zone de conservation des coraux et des éponges du détroit de Honguedo Est, zone de conservation des coraux au nord du banc Bennett, zone de conservation des coraux du détroit de Honguedo Ouest, zone de conservation des coraux du versant du plateau madelinien, zone de conservation des coraux de l'est du golfe du Saint-Laurent, zone de protection marine du Banc-des-Américains 1, région du banc de Miscou fermée définitivement à la pêche au flétan de l'Atlantique, et la région du banc de Miscou fermée de façon saisonnière à la pêche au flétan de l'Atlantique (seulement exclue de janvier à juin). Profondeurs limitées à au moins 5 m. Les profondeurs varient de 5,00 à 505,91 m.
- Pêche au flétan de l'Atlantique (4Vn OPANO) : Étendue spatiale de 47,8111°N, 45,6667°N, 57,487°O, 60,4077°O. Exclut la zone de protection marine 1 du banc de Sainte-Anne. Profondeurs limitées à au moins 5 m. Les profondeurs varient de 5,66 à 530,76 m.

- Pêche à la plie grise (4T OPANO) : Étendue spatiale de 46,6037°N, 49,0203°N, 60,1275°O, 64,3057°O. Exclut cinq zones réglementées (zone de conservation des coraux et des éponges du détroit de Honguedo Est, zone de conservation des coraux au nord du banc Bennett, zone de conservation des coraux du versant du plateau madelinien, zone de conservation des coraux de l'est du golfe du Saint-Laurent et aire de protection marine du Banc-des-Américains). Exclut également les carrés de cartes quadrillées déconnectés. Profondeurs limitées à au moins 100 m. Les profondeurs varient de 100,01 à 510,51 m.
- Pêche au flétan du Groenland (4T OPANO) : Étendue spatiale de 48,2330°N, 49,4165°N, 62,3878°O, 69,4050°O. Exclut l'estuaire qui se trouve au sud du cap Gaspé (48,7500°N), ainsi que trois zones réglementées (zone de conservation des coraux et des éponges du détroit de Honguedo Est, zone de conservation des coraux du détroit de Honguedo Ouest, zone de protection marine du Banc-des-Américains). Profondeurs limitées à au moins 130 m. Les profondeurs varient de 130,10 à 366,31 m.
- Pêche du sébaste (4T OPANO) : Tiré de Sutton *et al.* (2024). Étendue spatiale de 47,1907°N, 48,6048°N, 62,2800°O, 60,0156°O. Exclut la zone de conservation des coraux du versant du plateau madelinien et la zone de conservation des coraux de l'est du golfe du Saint-Laurent. Profondeurs limitées à au moins 182,9 m (100 brasses). Les profondeurs varient de 182,9 à 514,9 m.
- Pêche du sébaste (4Vn OPANO) : Tiré de Sutton *et al.* (2024). Étendue spatiale de 45,6744°N, 47,8119°N, 59,0004°O, 60,3157°O. Profondeurs limitées à au moins 182,9 m (100 brasses). Les profondeurs varient de 182,9 à 532,3 m.

RISQUES LIÉS AUX PRISES ACCESSOIRES ET CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA GESTION

Pour fournir des considérations sur le risque de prises accessoires de la morue franche dans le sGSL dans la pêche au flétan de l'Atlantique, nous utilisons les prévisions d'un modèle de répartition de l'espèce adapté aux données sur les débarquements commerciaux. Nous n'avons pas utilisé de modèles adaptés aux données de relevé au chalut par NR du MPO, car le flétan de l'Atlantique adulte (> 80 cm) peut avoir une faible capacité de capture dans ces relevés (Boudreau *et al.* 2017; Shackell *et al.* 2022).

Pour fournir des considérations sur le risque de prises accessoires de la morue franche dans le sGSL dans la pêche de la plie grise, nous avons utilisé des modèles de répartition de l'espèce ajustés aux données des relevés au chalut par NR dans le sGSL du MPO. Nous n'avons pas utilisé de modèles ajustés aux données sur les débarquements commerciaux en raison de variations géographiques extrêmement limitées au cours des dernières années. Les deux relevés du MPO chevauchent des zones ouvertes à la pêche à la plie grise. Nous avons utilisé des modèles du sGSL plutôt que du nGSL, car les données du sGSL présentaient le plus grand chevauchement avec les données sur les débarquements.

Afin de fournir des considérations sur le risque de prises accessoires de morue franche dans la pêche au flétan du Groenland, nous avons utilisé des modèles de répartition de l'espèce ajustés aux données sur les débarquements commerciaux et des modèles de répartition de l'espèce adaptés aux données dérivées de relevés d'été par NR du nGSL. Le relevé par NR du nGSL chevauche la zone géographique ouverte à la pêche commerciale.

Afin de fournir des considérations sur le risque de prises accessoires de la morue franche dans la pêche du sébaste, nous résumons les conclusions de Sutton *et al.* (2024), qui ont utilisé des modèles de répartition de l'espèce ajustés aux données sur les débarquements commerciaux et aux relevés d'automne au chalut par NR dans le sGSL et aux relevés d'hiver du MPO dans le

GSL. Ici, nous avons en outre comparé les modèles de répartition de l'espèce ajustés aux données de relevé au chalut d'été dans le nGSL. Les trois relevés du MPO chevauchent des zones et des périodes qui sont d'intérêt pour la pêche commerciale du sébaste qui vient de rouvrir.

Pêche du flétan de l'Atlantique

Nous avons utilisé les prévisions faites sur la carte quadrillée de pêche pour estimer les quantités de prises accessoires de morue franche dans le cadre de scénarios comportant différents TAC du flétan de l'Atlantique et différentes restrictions de pêche. La carte quadrillée supposait un effort de pêche égal dans l'espace. Pour chaque cellule de grille, nous avons fait la moyenne des proportions de prises accessoires prévues par mois pour les années les plus récentes à partir de l'année 2017. Nous avons estimé le total de tonnes de prises accessoires de morue franche dans chaque cellule comme suit :

$$a \times b \times TAC[i] \quad 2$$

, où a est la proportion de prises accessoires prévue dans le modèle, b est la proportion prévue de prises de TAC par mois, calculée en divisant le total des débarquements de flétan de l'Atlantique par mois par le total des débarquements de flétan de l'Atlantique, et $TAC[i]$ est une allocation annuelle donnée du TAC. Nous avons ensuite additionné les résultats dans les cellules de grille.

Pour le premier scénario, nous avons estimé les prises accessoires de morue sur l'ensemble de la grille de pêche pour les mois d'avril à octobre, ce qui correspondait à la zone spatiale et aux saisons des données brutes sur les débarquements. Pour d'autres scénarios, nous avons proposé des fermetures de zones de pêche ou des restrictions de profondeur associées à un risque élevé de prises accessoires. Dans chaque scénario, nous avons supposé un effort de pêche égal dans l'espace.

Pêche de la plie grise

Nous avons utilisé les modèles de relevés d'automne par NR dans le sGSL pour la morue franche et la plie grise afin de faire des prévisions sur la densité des prises de chaque espèce sur la grille de pêche. Nous avons ensuite calculé la proportion relative de morue franche dans les prévisions combinées des deux espèces, et nous avons déduit que ces proportions sont une approximation du risque de prises accessoires fondée sur des relevés. Pour chaque cellule de grille, nous avons fait la moyenne des prévisions par mois pour les années 2017 et suivantes, et nous avons utilisé ces valeurs pour estimer les quantités prévues de prises accessoires de morue dans des scénarios avec différents TAC de la plie grise et différentes restrictions de pêche. Nous avons estimé les quantités prévues de prises accessoires de morue franche à l'aide de l'équation 2. Dans chaque scénario, nous avons supposé un effort de pêche égal dans l'espace.

Pêche du flétan du Groenland

Nous avons utilisé les modèles de relevés d'été par NR dans le nGSL pour la morue franche et le flétan du Groenland afin de faire des prévisions sur la densité des prises de chaque espèce sur la grille de pêche. Nous avons ensuite calculé la proportion relative de morue franche dans les prévisions combinées des deux espèces, et nous avons déduit que ces proportions sont une approximation du risque de prises accessoires fondée sur des relevés. Pour chaque cellule de la grille, nous avons fait la moyenne des prévisions par mois pour les années 2017 et suivantes. Nous avons comparé ces estimations des prises accessoires fondées sur les relevés par NR aux estimations du modèle de débarquements effectuées sur la même grille, en prenant la

moyenne sur les mêmes années. Nous avons estimé les quantités prévues de prises accessoires de morue franche à l'aide de l'équation 2. Dans chaque scénario, nous avons supposé un effort de pêche égal dans l'espace.

Pêche du sébaste

Nous résumons les résultats et les considérations pour la Gestion des pêches et des ports dans Sutton *et al.* (2024). Pour chaque cellule de la carte quadrillée, on a pris la moyenne des prévisions par mois pour toutes les années de données (1990 à 2021) afin de préserver les années où il y avait une pêche commerciale du sébaste existante. Les estimations des tonnes totales de prises accessoires de morue franche ont été faites avec une modification de l'équation 2, qui excluait b , la proportion prévue de TAC capturé par mois (parce que les détails n'étaient pas encore disponibles pour la réouverture de la pêche commerciale, on a supposé que le TAC annuel complet pourrait être limité à n'importe quel mois individuel). Dans chaque scénario, nous avons supposé un effort de pêche égal dans l'espace.

RÉSULTATS

PRÉVISIONS DU MODÈLE ET EFFETS DE PROFONDEUR

Relevés indépendants de la pêche

Relevés d'automne par NR dans le sGSL

Les prévisions du modèle des relevés d'automne par NR dans le sGSL pour la morue franche ont démontré un déplacement à long terme de la répartition des eaux peu profondes (côtières) vers les eaux plus profondes (au large) (Figure 11), ce qui a déjà été documenté (Swain *et al.* 2019; Sutton *et al.* 2024). Au fil du temps, il y a eu un déplacement vers le nord à partir du sud-ouest du plateau madelinien vers la péninsule gaspésienne et le long du versant sud du chenal Laurentien. Contrairement à la morue, il y a eu peu de changement dans la répartition spatiale au fil du temps des autres espèces. Pour le flétan de l'Atlantique, les densités les plus élevées prévues se sont produites à l'est de la péninsule gaspésienne, le long du versant sud du chenal Laurentien, jusqu'au Cap-Breton et, enfin, du côté est des îles de la Madeleine. Cependant, cette répartition pourrait ne pas bien représenter le flétan de l'Atlantique adulte, en raison de la faible capacité de capture susmentionnée dans les relevés au chalut par NR. On prévoyait que la plie grise serait présente presque exclusivement dans les eaux plus profondes au nord-est de la péninsule gaspésienne, le long du chenal Laurentien et dans la cuvette du Cap-Breton. Le flétan du Groenland et le sébaste étaient répartis de façon semblable dans les eaux plus profondes du chenal Laurentien, mais le flétan du Groenland était plus concentré près de la limite ouest de la grille de prévision.

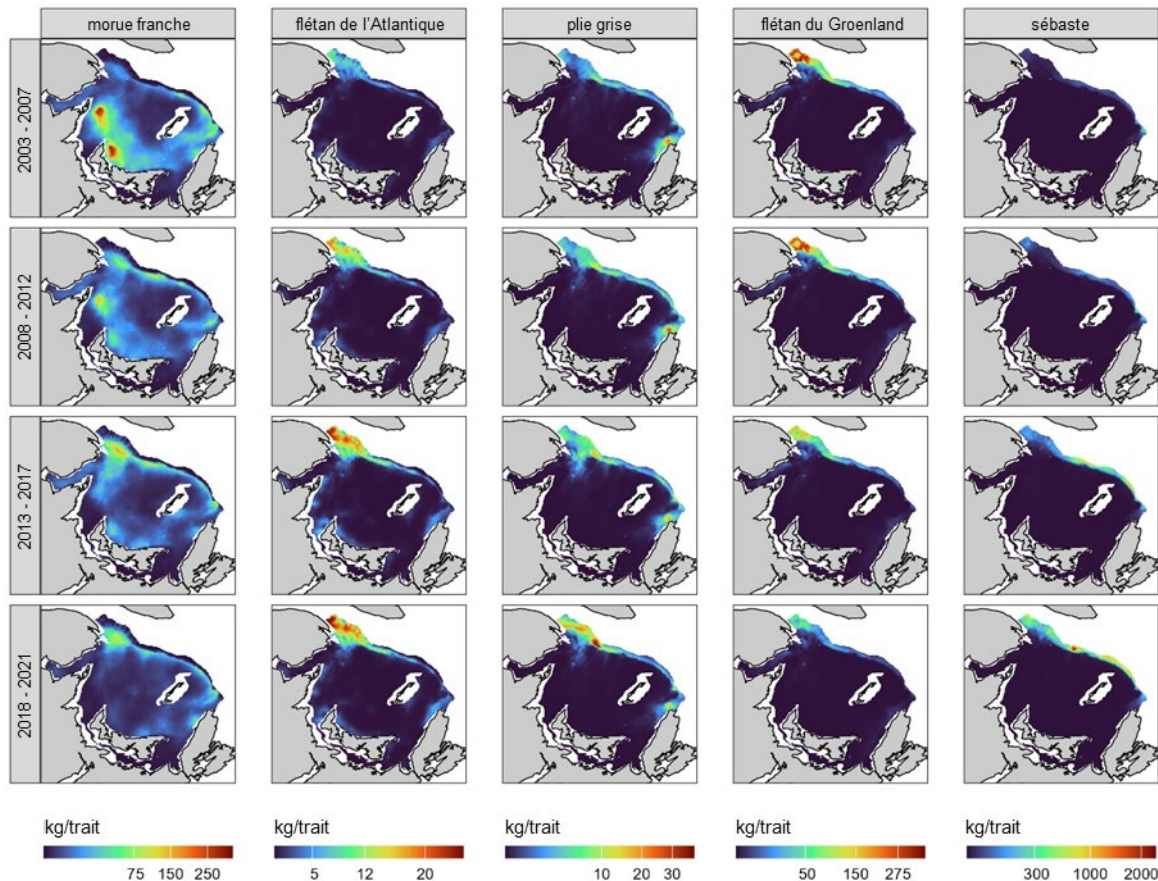


Figure 11 : De gauche à droite, répartition de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste au fil du temps, d'après les modèles de relevés d'automne par navires de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

Les graphiques de l'effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité d'occurrence des espèces et les densités de prises ont indiqué un chevauchement dans les profils d'utilisation de la profondeur de toutes les espèces (Figure 12). Les chevauchements les plus importants avec la morue franche ont été ceux du flétan de l'Atlantique. La plie grise, le flétan du Groenland et le sébaste étaient généralement davantage associés aux eaux plus profondes.

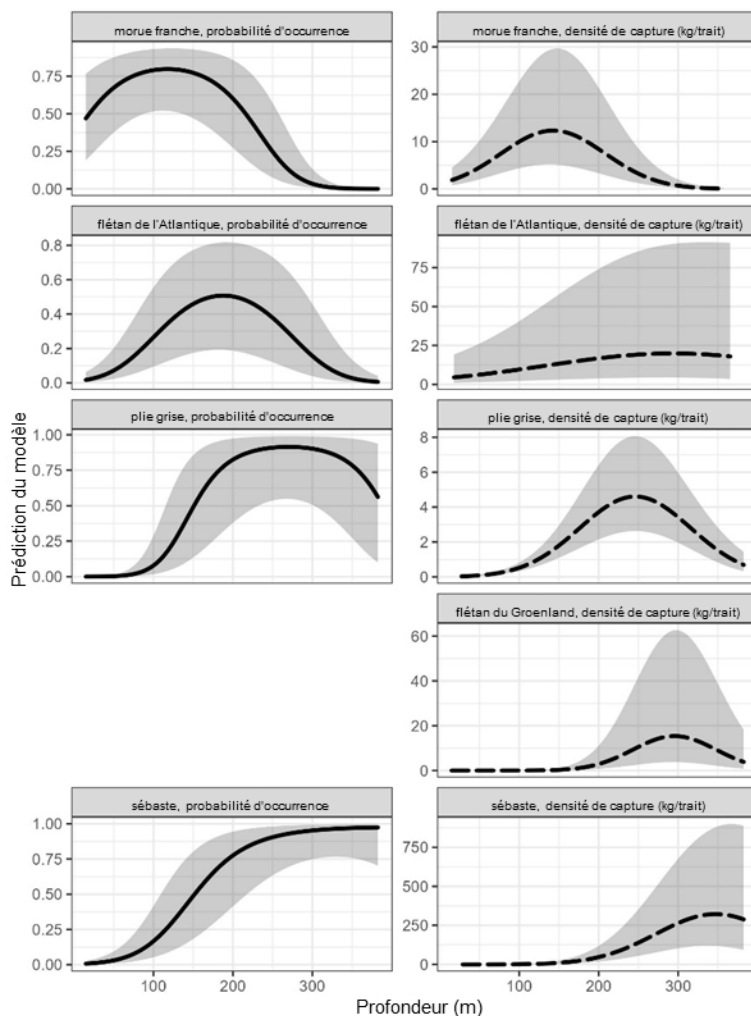


Figure 12 : Effet conditionnel de la profondeur sur la morue franche (rangée du haut), le flétan de l'Atlantique (deuxième rangée), la plie grise (troisième rangée), le flétan du Groenland (quatrième rangée) et le sébaste (rangée du bas), d'après les modèles de relevés d'automne par navires de recherche dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les panneaux de gauche indiquent la probabilité d'occurrence; les colonnes de droite indiquent la densité des prises. Les panneaux vides indiquent les modèles qui n'incluaient pas de composante binomiale.

Relevés d'été par NR dans le nGSL

Au cours de la série chronologique, il n'y a eu aucun changement dans la répartition spatiale des espèces par rapport à la grille spatiale des relevés d'été par NR dans le nGSL, bien qu'il y ait eu des changements dans les densités globales de certaines espèces (Figure 13). Les densités de morue prévues étaient les plus élevées dans les zones moins profondes, qui comprenaient des zones à l'est de la péninsule gaspésienne et au nord de la cuvette du Cap-Breton. Les densités prévues du flétan de l'Atlantique étaient concentrées le long du versant sud du chenal Laurentien, autour de la péninsule gaspésienne et dans l'estuaire. Les densités prévues de plie grise et de flétan du Groenland ont augmenté d'est en ouest. Les densités de sébaste prévues étaient les plus élevées dans les parties centre et est du chenal Laurentien.

Les graphiques de l'effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité d'occurrence des espèces et les densités de prises ont indiqué un chevauchement dans les profils d'utilisation de

la profondeur de toutes les espèces (Figure 14). Comme c'est le cas pour les modèles de relevés d'automne par NR dans le sGSL, la probabilité d'occurrence et la densité de prises de la morue franche ont semblé diminuer à de plus grandes profondeurs, et le flétan de l'Atlantique a montré le chevauchement le plus important avec la morue.

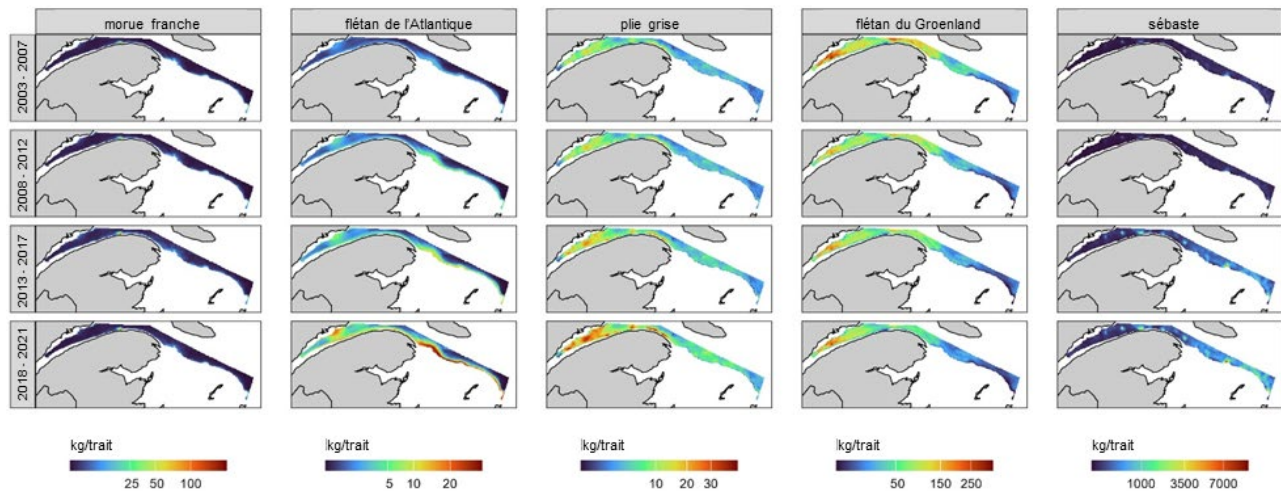


Figure 13 : De gauche à droite, répartition de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste au fil du temps, d'après les modèles de relevés d'été par navires de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent.

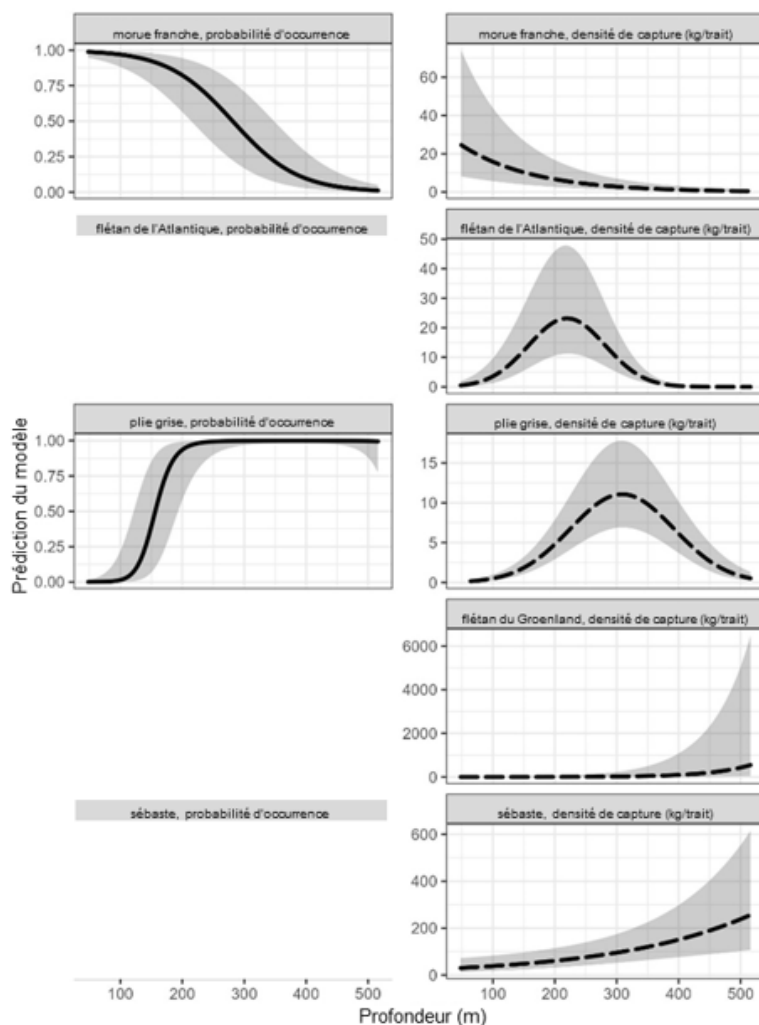


Figure 14 : Effet conditionnel de la profondeur sur la morue franche (rangée du haut), le flétan de l'Atlantique (deuxième rangée), la plie grise (troisième rangée), le flétan du Groenland (quatrième rangée) et le sébaste (rangée du bas), d'après les modèles de relevés d'été par navires de recherche dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Les panneaux de gauche indiquent la probabilité d'occurrence; les panneaux de droite indiquent la densité des prises. Les panneaux vides indiquent les modèles qui n'incluaient pas de composante binomiale.

Relevés d'hiver par NR

Le modèle de relevé d'hiver par NR prévoyait que les densités de morue de l'Atlantique étaient les plus élevées près de l'extrémité nord-ouest de l'île du Cap-Breton et le long des pentes sud du chenal Laurentien vers les îles de la Madeleine (Figure 15). La répartition éparse prévue du flétan de l'Atlantique correspondait à la faible capacité de capture de l'espèce rapportée dans les relevés par NR. Les densités prédites de plie grise étaient plus élevées dans les eaux plus profondes que pour la morue franche et étaient réparties plus uniformément dans l'ensemble de la division 4TVn. Les densités prévues de flétan du Groenland étaient les plus élevées au nord-est de la péninsule gaspésienne et dans des poches discontinues dans l'ensemble de la grille. Les densités prévues pour le sébaste étaient concentrées dans les eaux plus profondes du chenal Laurentien, en particulier dans la partie est de la division 4T de l'OPANO et dans la sous-division 4Vn de l'OPANO.

Les graphiques de l'effet conditionnel de la profondeur sur les densités de capture des espèces ont indiqué un certain chevauchement dans les profils d'utilisation de la profondeur de toutes les espèces (Figure 16). Comme pour les modèles des relevés d'automne par NR dans le sGSL et des relevés d'été par NR dans le nGSL, les densités de prises de morue de l'Atlantique étaient faibles à des profondeurs plus grandes.

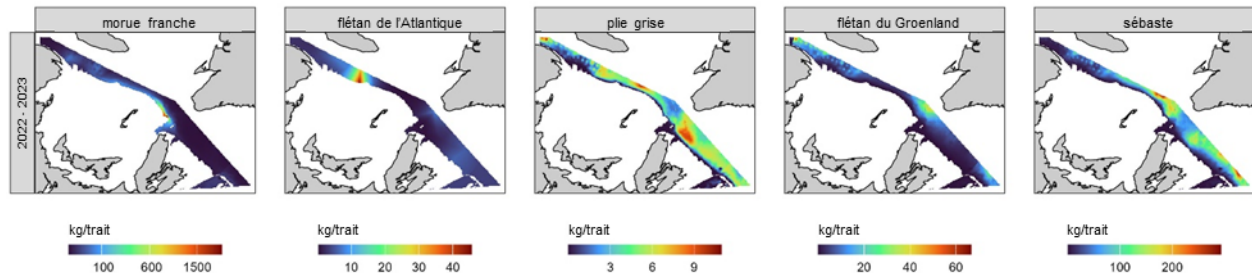


Figure 15 : Répartition de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste au fil du temps d'après les modèles de relevés d'hiver par navires de recherche dans le golfe du Saint-Laurent.

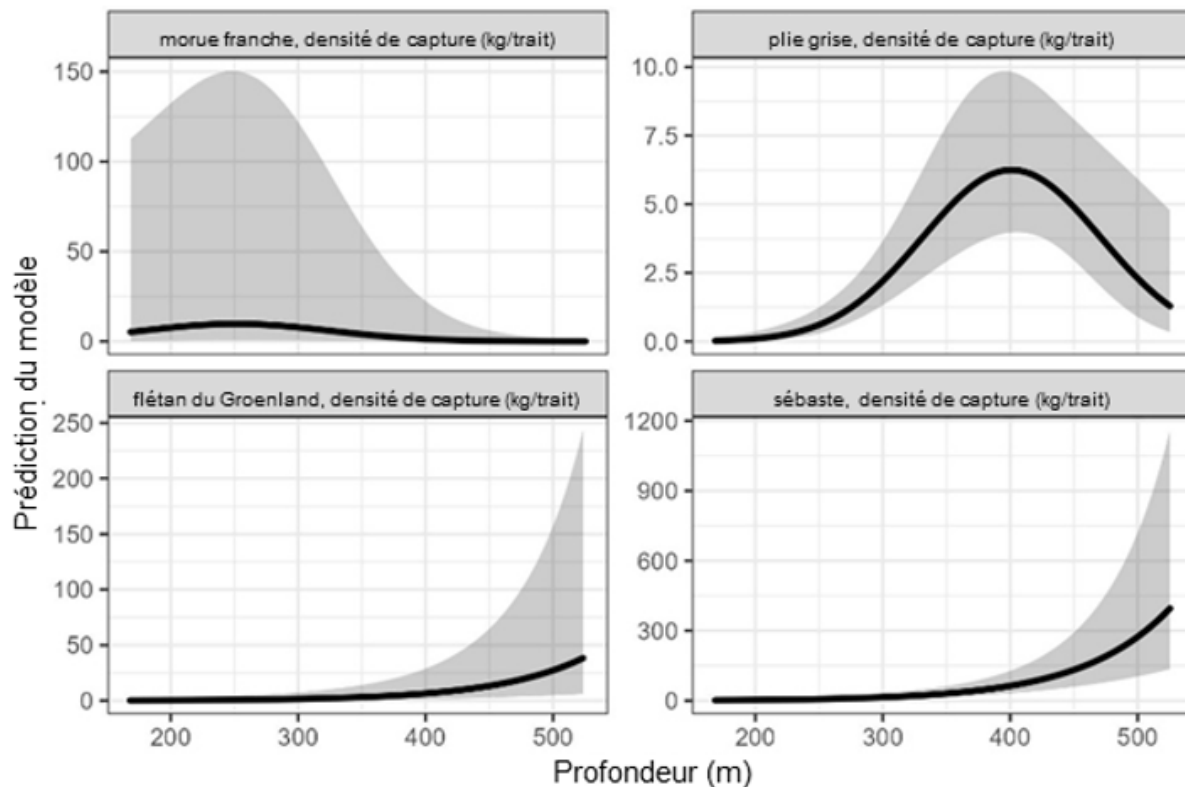


Figure 16 : Effet conditionnel de la profondeur sur les densités de prises de morue franche (en haut à gauche), de plie grise (en haut à droite), de flétan du Groenland (en bas à gauche) et de sébaste (en bas à droite) d'après les modèles de relevés d'hiver par navires de recherche dans le golfe du Saint-Laurent. Le flétan de l'Atlantique est absent de la parcelle parce que la profondeur n'était pas un facteur fixe dans le modèle. Les modèles de relevés d'hiver par NR ne comprenaient pas de composante binomiale.

Débarquements dépendants de la pêche

Pêche du flétan de l'Atlantique

En moyenne, à partir de 2017, les zones associées à des prises accessoires plus élevées prévues dans la pêche du flétan de l'Atlantique ont eu lieu à l'est de la péninsule gaspésienne, dans la région nord-est de la cuvette du Cap-Breton, immédiatement à l'est des îles de la Madeleine, au nord du centre de l'Île-du-Prince-Édouard et dans des poches le long du versant sud de la cuvette du Cap-Breton ainsi que dans le nord de la péninsule gaspésienne (Figure 17). Ces emplacements correspondaient à des zones de fortes densités de morue (Figure 11). En moyenne, d'un mois à l'autre, la probabilité de prises accessoires de morue en 2021 a atteint un sommet (c.-à-d. au moins 90 % de sa probabilité maximale) à des profondeurs d'environ plus de 202 m (Figure 18). La proportion de prises accessoires de morue était la plus élevée (c.-à-d. au-dessus de la moyenne) entre des profondeurs d'environ 53 m et de 343 m (Figure 18). Il y a eu un plus grand risque de prises accessoires de morue dans la pêche du flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO dans une zone de la région ouest de la sous-division 4Vn (Figure 19).

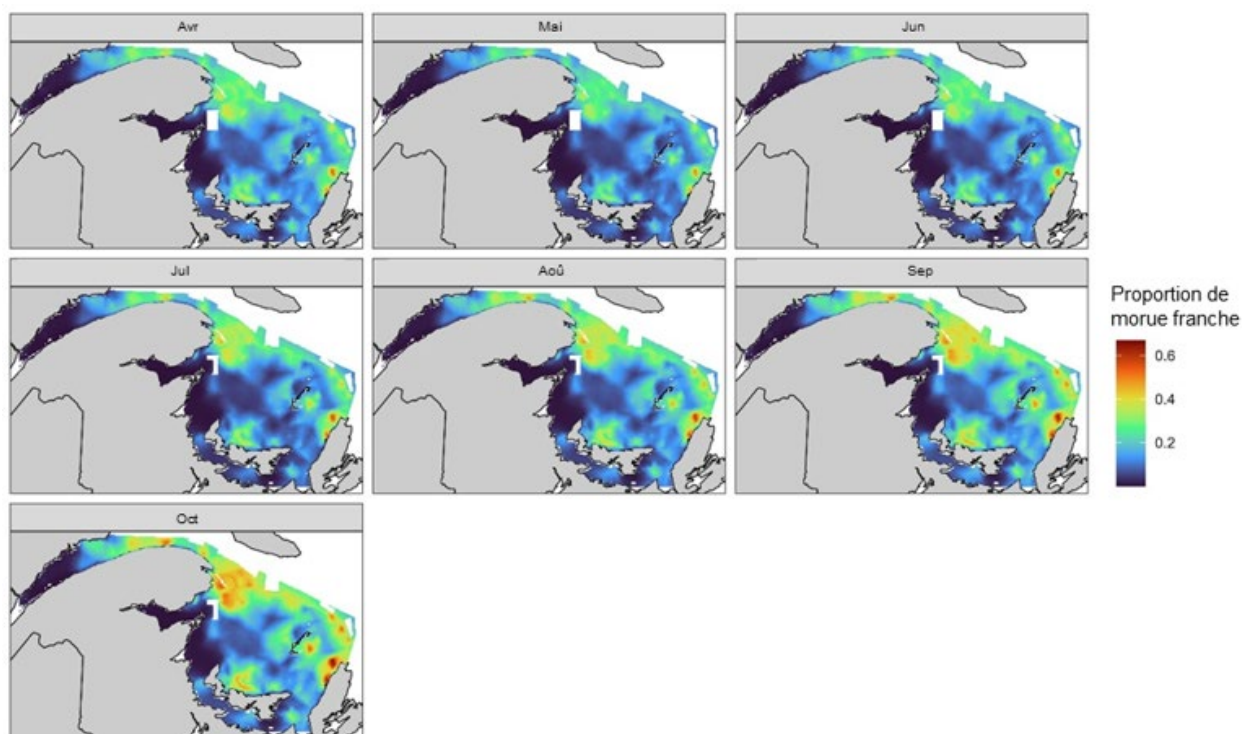


Figure 17 : Prises accessoires prévues selon les modèles de débarquements de la morue de l'Atlantique dans le cas d'une pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan de l'Atlantique est permise. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

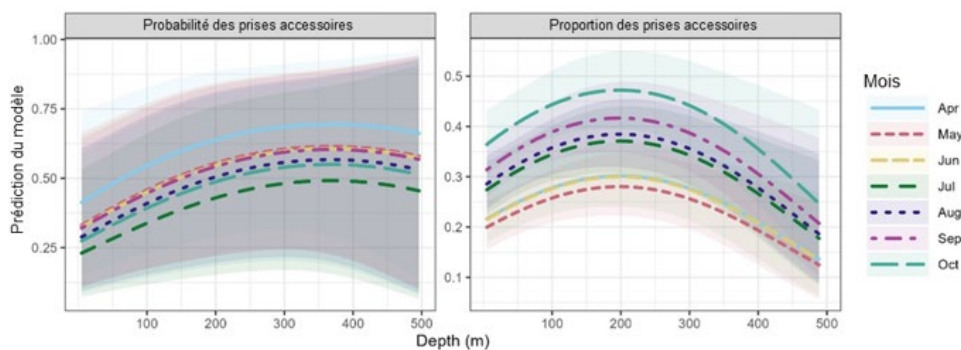


Figure 18 : Effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité (à gauche) et la proportion (à droite) des prises accessoires de morue franche dans la pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO, d'après un modèle de débarquements.

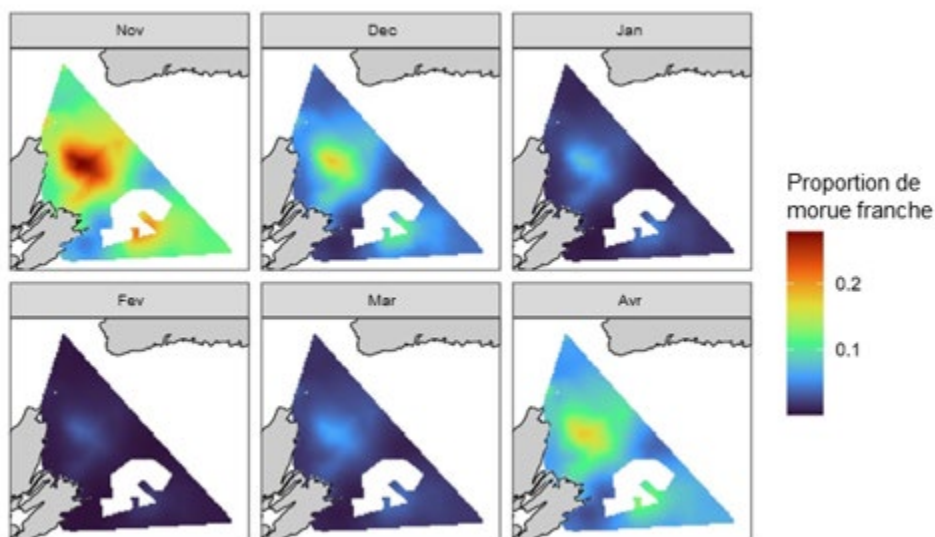


Figure 19 : Prises accessoires prévues selon les modèles de débarquements de la morue de l'Atlantique dans le cas d'une pêche du flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan de l'Atlantique est permise. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

Pêche de la plie grise

Le modèle de débarquements dans la division 4T de l'OPANO de la plie grise a obtenu de piètres résultats pour ce qui est de prédire l'ensemble de la zone spatiale associée à la grille de pêche, probablement en raison de la zone spatiale très limitée incluse dans les données brutes (Figure 20). Nous n'avons donc pas inclus ce modèle dans l'élaboration des considérations de gestion futures. À des fins de comparaison, nous avons calculé la proportion relative de morue franche dans les prévisions combinées de la morue franche et de la plie grise à partir des modèles de relevés par NR dans le sGSL et le nGSL. Les deux modèles de relevés par NR laissaient entendre que la morue franche se trouvait généralement à des densités plus élevées par rapport à la plie grise le long du versant sud du chenal Laurentien. Immédiatement au nord-ouest du Cap-Breton, où la pêche commerciale est concentrée, les densités prévues de chaque espèce étaient plus semblables, ce qui a donné lieu à des proportions intermédiaires de prises accessoires.

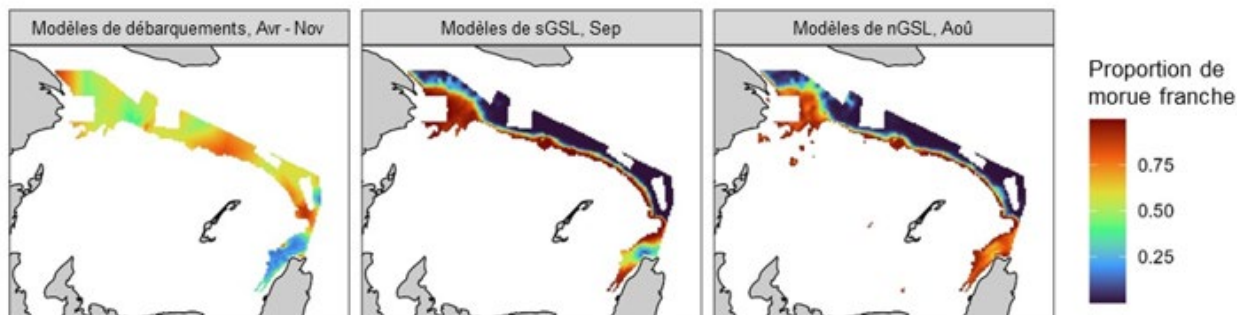


Figure 20 : Débarquements et prises accessoires prévues selon le modèle de relevé par NR pour la morue franche dans une pêche à la plie grise dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée de la plie grise est autorisée. Les résultats représentent la moyenne des prévisions de relevés par NR dans le sGSL et le nGSL commençant en 2017.

Pêche du flétan du Groenland

Le modèle de débarquements de flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO indiquait que le plus grand risque de prises accessoires de morue franche se produisait à l'est du cap Gaspé et dans les eaux peu profondes immédiatement au nord de la péninsule (Figure 21). En 2021, la probabilité de prises accessoires de morue a culminé à des profondeurs inférieures à 134 m (Figure 22), mais il convient de souligner que la profondeur minimale pour les données utilisées dans le modèle était de 130 m. La proportion de morue franche a été la plus élevée à des profondeurs inférieures à environ 199 m.

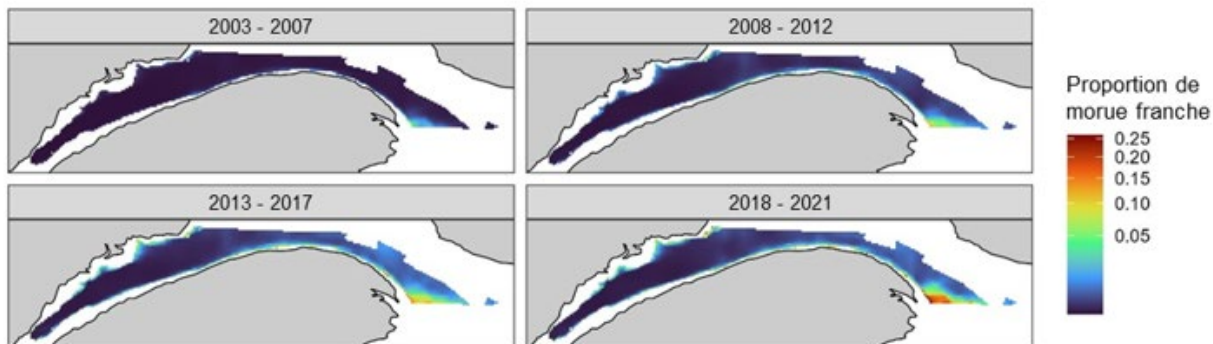


Figure 21 : Prises accessoires prévues selon les modèles de débarquements de la morue de l'Atlantique dans le cas d'une pêche du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan du Groenland est permise.

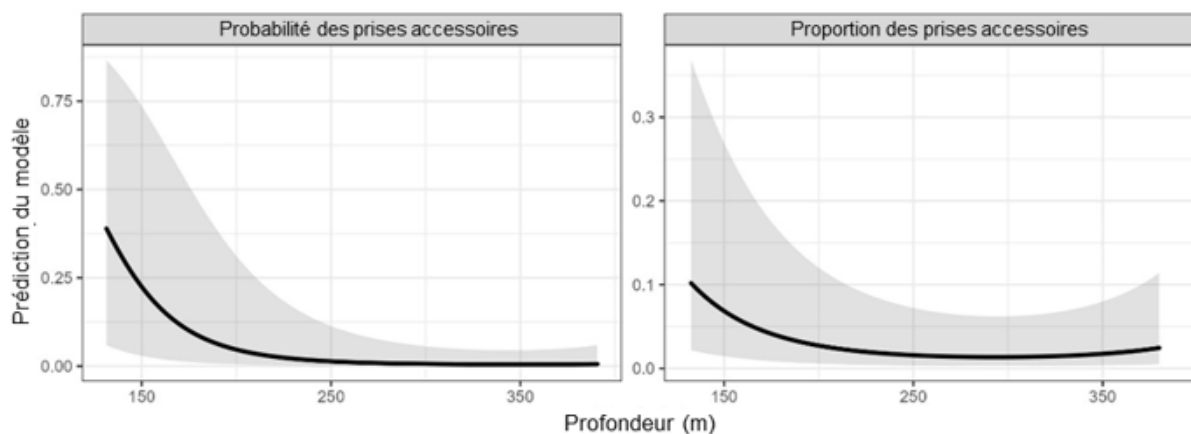


Figure 22 : Effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité (à gauche) et la proportion (à droite) des prises accessoires de morue franche dans la pêche du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO, d'après un modèle de débarquements.

Pêche du sébaste

Dans la division 4T de l'OPANO, les prévisions du modèle de débarquements indiquaient que le plus grand risque de prises accessoires de morue franche se trouvait le long du versant sud du chenal Laurentien (Figure 23). Dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, les prévisions du modèle de débarquements ont indiqué que les prises accessoires de morue franche avaient tendance à se produire dans les zones moins profondes de la grille de pêche, en particulier près du coin sud-ouest (Figure 23). Cependant, il y avait des points chauds occasionnels dans les eaux plus profondes, ce qui correspondait à d'importants événements de prises accessoires dans les données brutes.

En moyenne d'un mois à l'autre, la probabilité de prises accessoires de morue franche dans la division 4T de l'OPANO pour l'année 2021 a atteint un sommet à des profondeurs inférieures à environ 142 m (Figure 24). La proportion des prises accessoires de morue franche était plus élevée à des profondeurs inférieures à environ 295 m. En moyenne d'un mois à l'autre, la probabilité de prises accessoires de morue franche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO pour l'année 2021 a culminé entre des profondeurs approximatives de 140 m à 400 m. La proportion de prises accessoires de morue franche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO était la plus élevée à des profondeurs inférieures à environ 316 m.

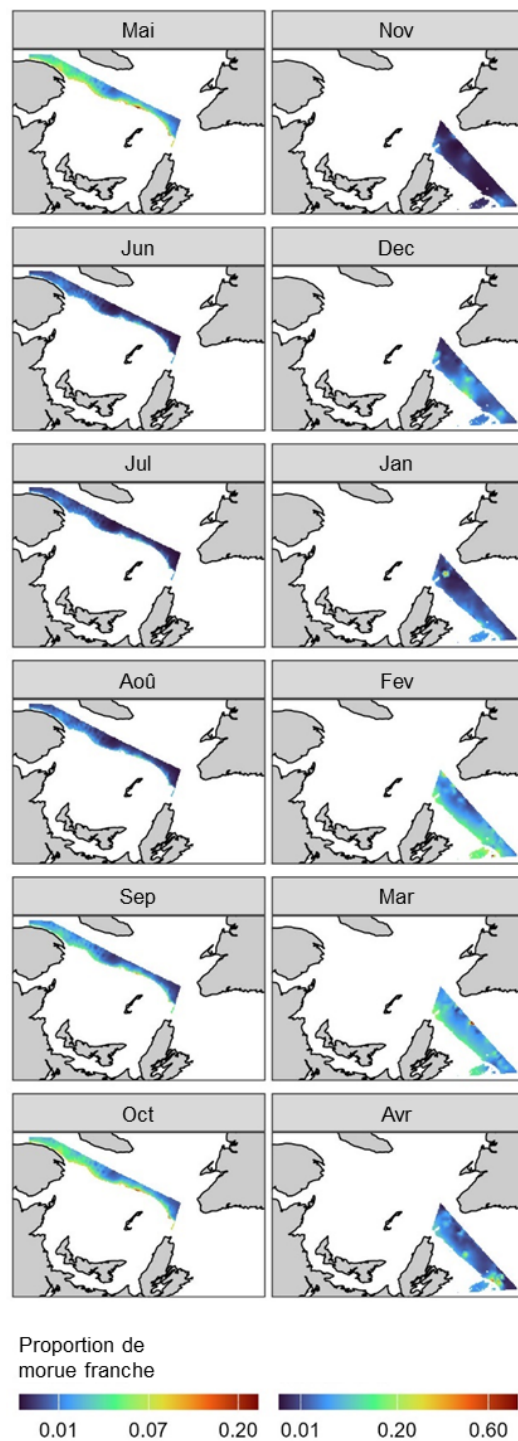


Figure 23 : Prises accessoires prévues d'après le modèle de débarquements de la morue franche dans les pêches du sébaste dans la division 4T de l'OPANO (à gauche) et dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (à droite). Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où la pêche dirigée du sébaste s'est produite historiquement. La moyenne des prédictions pour toutes les années a été calculée, afin d'inclure les années au cours desquelles la pêche commerciale a eu lieu.

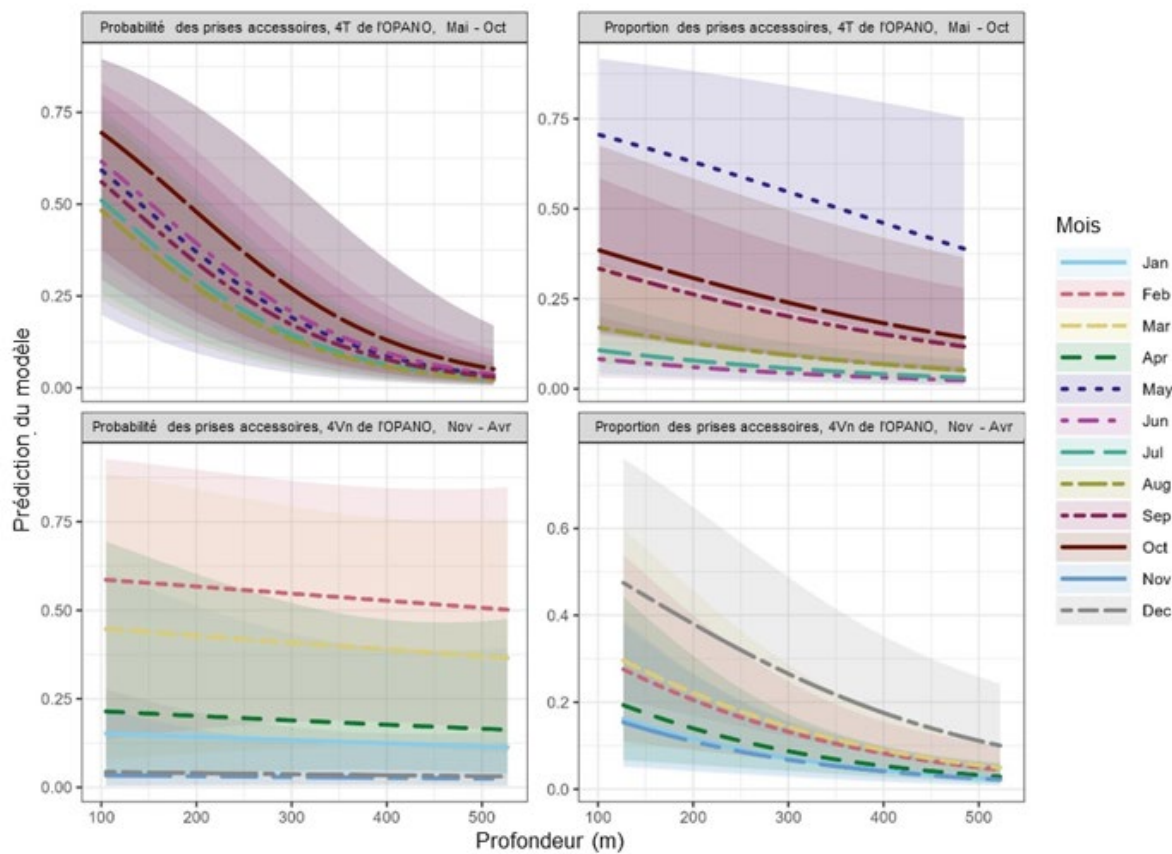


Figure 24 : Effet conditionnel de la profondeur sur la probabilité (à gauche) et la proportion (à droite) des prises accessoires de morue franche dans les pêches du sébaste dans la division 4T de l'OPANO (en haut) et du sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (en bas), d'après les modèles de débarquements.

RISQUES LIÉS AUX PRISES ACCESSOIRES ET CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA GESTION

Pêche du flétan de l'Atlantique

Flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO

Sur la base des modèles spatiaux de prises accessoires décrits ci-dessus, nous avons mis en œuvre des scénarios comportant des stratégies propres à la zone et à la profondeur pour atténuer les prises accessoires de morue franche dans la pêche du flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO (Tableau 6 et Figure 25). Nos scénarios comprenaient des fermetures de zones (zones de protection marine 2a et 2b du Banc-des-Américains et huit fermetures supplémentaires) et une restriction saisonnière de profondeur (entre 100 et 280 m pour septembre et octobre). Pour chaque scénario, nous avons examiné des TAC de 500 t, 1 000 t et 1 500 t. Toutes les prédictions étaient fondées sur le modèle des débarquements.

Comparativement à la grille de pêche actuelle, le scénario avec des fermetures de zones permanentes et une fermeture saisonnière en profondeur a réduit les prises accessoires prévues de 17,5 % en moyenne par mois. Comparativement à la grille de pêche actuelle, le scénario avec seulement des fermetures permanentes de zones a réduit les prises accessoires prévues d'une moyenne de 14,8 %. Par rapport à la grille de pêche actuelle, le scénario avec

seulement une fermeture saisonnière en profondeur a réduit les prises accessoires prévues d'une moyenne de 13,2 %.

Tableau 6 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents TAC de flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO et avec des profondeurs de pêche minimales. Les prédictions ont été faites à partir du modèle « Débarquements, flétan de l'Atlantique, division 4T de l'OPANO ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

Mois	Proportion attendue TAC	TAC: 750	TAC: 1,000	TAC: 1,500	Pourcentage de changement par rapport au courant
Scénario: Courant					
Avr	0.07	9	12	18	-
Mai	0.06	6	8	13	-
Juin	0.14	17	23	35	-
Juil	0.35	46	61	91	-
Août	0.21	32	43	64	-
Sept	0.12	22	30	45	-
Oct	0.06	11	15	23	-
Total		144	192	289	-
Scénario: Fermetures de zones					
Avr	0.07	8	11	16	12.8
Mai	0.06	5	7	11	14.2
Juin	0.14	15	20	30	14.3
Juil	0.35	38	51	76	16.6
Août	0.21	27	36	54	15.3
Sept	0.12	19	26	38	14.8
Oct	0.06	10	13	19	16.0
Total		122	163	244	Moyenne: 14.8
Scénario: Fermeture saisonnière en profondeur (100 – 280 m)					
Avr	0.07	9	12	18	-
Mai	0.06	6	8	13	-
Juin	0.14	17	23	35	-
Juil	0.35	46	61	91	-
Août	0.21	32	43	64	-
Sept	0.12	20	26	39	12.5
Oct	0.06	10	13	20	13.8
Total		140	187	280	Moyenne: 13.2
Scénario: Fermetures de zones et fermeture saisonnière en profondeur (100 – 280 m)					
Avr	0.07	8	11	16	12.8
Mai	0.06	5	7	11	14.2
Juin	0.14	15	20	30	14.3
Juil	0.35	38	51	76	16.6
Août	0.21	27	36	54	15.3
Sept	0.12	17	23	34	23.7
Oct	0.06	8	11	17	25.7
Total		119	159	238	Moyenne: 17.5

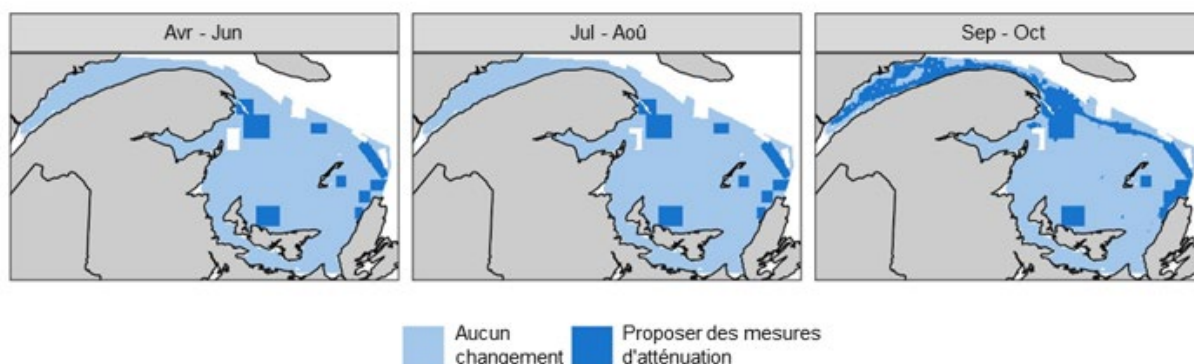


Figure 25 : Grille de la pêche dans la division 4T de l'OPANO du flétan de l'Atlantique indiquant les emplacements pris en compte dans les scénarios de prises accessoires.

Flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO

Sur la base des modèles spatiaux de prises accessoires décrits ci-dessus, nous avons mis en œuvre un scénario avec une fermeture propre à une zone afin d'atténuer les prises accessoires de morue franche dans la pêche du flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO (Tableau 7 et Figure 26). Nous avons examiné des TAC de 750 t, 1 000 t et 1 500 t. Toutes les prédictions étaient fondées sur le modèle des débarquements. Comparativement à la grille de pêche actuelle, la fermeture proposée de la zone a réduit les prises accessoires de 13,8 % en moyenne par mois.

Tableau 7 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents TAC de flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO et avec des profondeurs de pêche minimales. Les prédictions ont été faites à partir du modèle « Débarquements, flétan de l'Atlantique, sous-division 4Vn de l'OPANO ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

Scénario	Mois	TAC: 750	TAC: 1,000	TAC: 1,500	Pourcentage de changement par rapport au courant
Courant	Nov	17.1	22.7	34.1	-
	Dec	9.4	12.6	18.9	-
	Jan	0.7	1.0	1.5	-
	Fev	0.2	0.3	0.4	-
	Mar	3.7	4.9	7.4	-
	Avr	26.4	35.2	52.7	-
	Total	57.5	76.6	114.9	-
Fermeture de zone	Nov	15.3	20.4	30.7	10.1
	Dec	8.0	10.7	16.0	15.3
	Jan	0.6	0.8	1.2	16.4
	Fev	0.2	0.2	0.3	17.9
	Mar	3.2	4.3	6.4	12.8
	Avr	23.7	31.6	47.4	10.1
	Total	51.0	68.0	102.0	Moyenne 13.8

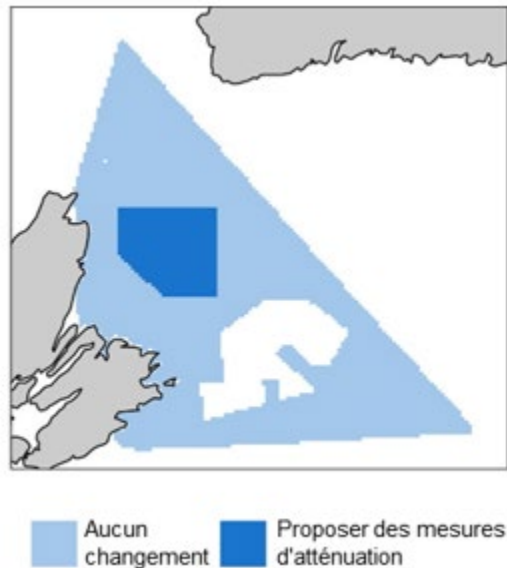


Figure 26 : Grille de la pêche dans la sous-division 4Vn de l'OPANO du flétan de l'Atlantique indiquant l'emplacement pris en compte dans le scénario de prises accessoires.

Pêche de la plie grise

Sur la base des modèles spatiaux de prises accessoires décrits ci-dessus, nous avons mis en œuvre des scénarios avec des profondeurs de pêche minimales de 100 m, 180 m, 200 m et 220 m, et des TAC de plie grise de 250 t, 500 t et 1 000 t (Tableau 8 et Figure 27). Pour chaque scénario, nous avons dérivé les prises accessoires attendues de la morue franche à partir des prévisions du modèle de la morue franche des relevés par NR dans le sGSL et de la plie grise des relevés par NR dans le sGSL. En supposant un effort égal dans l'ensemble de la grille de pêche, l'inclusion des profondeurs les plus faibles a donné lieu à des prévisions de plus de prise accessoire de morue franche que de prises de plie grise. En comparaison, les scénarios avec des profondeurs de pêche minimales plus profondes ont donné lieu à des réductions de 95 à 99 % des tonnes prévues de prises accessoires de morue.

Tableau 8 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents TAC de plie grise dans la division 4T de l'OPANO et avec des profondeurs de pêche minimales. Les prédictions ont été faites à partir des modèles « relevés d'automne par NR dans le sGSL, morue franche » et « relevés d'automne par NR dans le sGSL, plie grise ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

Scénario	TAC: 250	TAC: 500	TAC: 1,000	Pourcentage de changement par rapport au courant
Prof. min. 100 m (courant)	3,115	6,230	12,459	-
Prof. min. 180 m	147	294	588	95.3
Prof. min. 200 m	78	156	312	97.5
Prof. min. 220 m	44	88	175	98.6

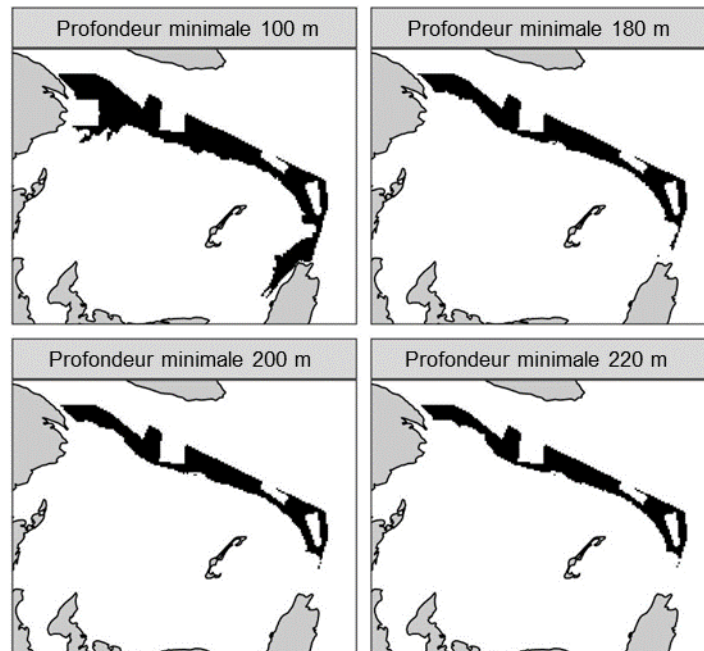


Figure 27 : Grille de pêche de la plie grise indiquant les profondeurs prises en compte dans les scénarios de prises accessoires.

Pêche du flétan du Groenland

Sur la base des modèles spatiaux de prises accessoires décrits ci-dessus, nous avons mis en œuvre des scénarios avec une fermeture de zone et des profondeurs de pêche minimales de 180 m et 200 m pour les TAC de flétan du Groenland de 750 t, 1 000 t et 1 500 t (Tableau 9 et Figure 28). La fermeture de la zone a été attribuée en déplaçant la limite de latitude est du cap Gaspé à Trois-Ruisseaux (48,9164°N). Pour chaque scénario, nous avons dérivé les prises accessoires attendues de la morue franche à partir du modèle des débarquements ainsi que des modèles de la morue franche et du flétan du Groenland des relevés d'été par NR dans le nGSL (Figure 29). En supposant un effort égal dans l'ensemble de la grille de pêche, le scénario avec la fermeture de la zone et une profondeur de pêche minimale de 200 m a donné lieu à des réductions de 81 % à 84 % des tonnes prévues de prises accessoires de morue franche. En pratique, la fermeture proposée de la zone combinée à une profondeur de pêche minimale de 200 m ne devrait avoir qu'une petite incidence sur une faible proportion des pêcheurs de flétan du Groenland, car la majorité des événements de pêche entre 2017 et 2021 se sont produits dans des endroits et des profondeurs où aucun changement aux pratiques actuelles d'atténuation des prises accessoires n'est proposé (Figure 28).

Tableau 9 : Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents scénarios de TAC du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO. Les prédictions ont été faites à partir des modèles « Débarquements, flétan du Groenland », « Relevés d'été par NR dans le nGSL, morue franche » et « Relevés d'été par NR dans le nGSL, flétan du Groenland ». Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

Modèle	Scénario	TAC: 750	TAC: 1,000	TAC: 1,500	Pourcentage de changement par rapport au courant
Débarquements	Courant	9	12	18	-
	Fermeture de zone	5	7	11	40.4
	Fermeture de zone et profondeur minimale 180	2	3	4	76.1
	Fermeture de zone et profondeur minimale 200	2	2	3	81.3
nGSL NR	Courant	92	123	184	-
	Fermeture de zone	80	106	160	13.1
	Fermeture de zone et profondeur minimale 180	39	53	79	57.2
	Fermeture de zone et profondeur minimale 200	15	20	29	84.0

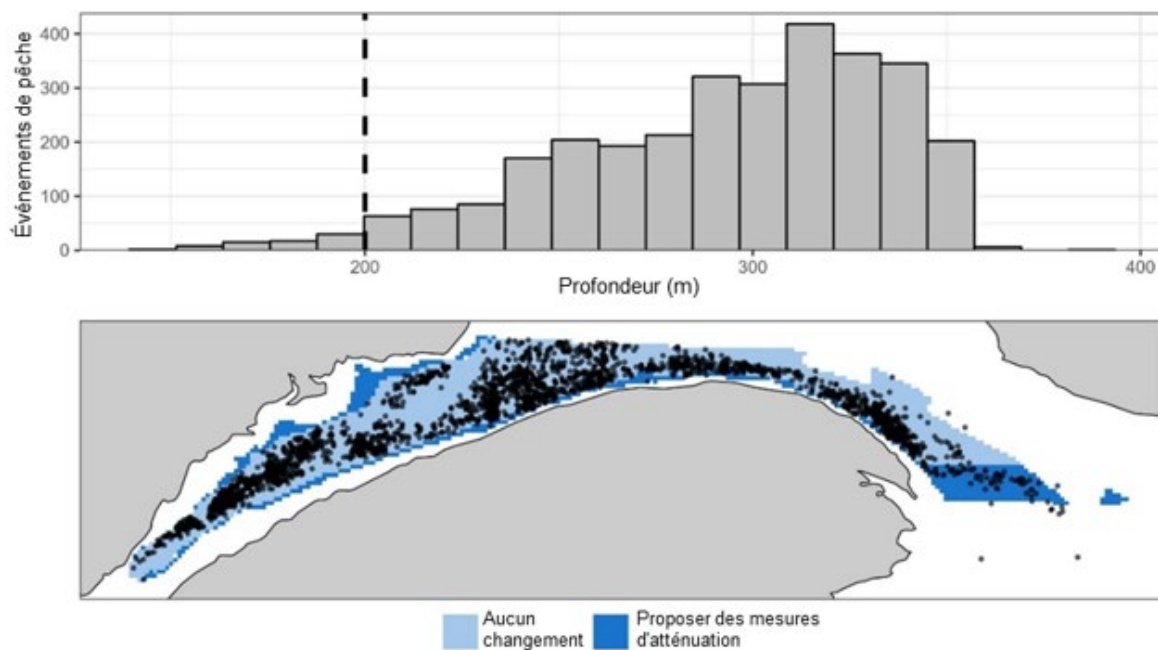


Figure 28 : Histogramme des événements de pêche du flétan du Groenland par profondeur, de 2017 à 2021, avec une ligne verticale indiquant la profondeur de pêche minimale proposée de 200 m (en haut), et une grille de pêche du flétan du Groenland indiquant un scénario d'atténuation des prises accessoires avec une fermeture de zone et une profondeur de pêche minimale de 200 m (en bas). Le panneau du bas montre également les lieux des événements de pêche de 2017 à 2021.

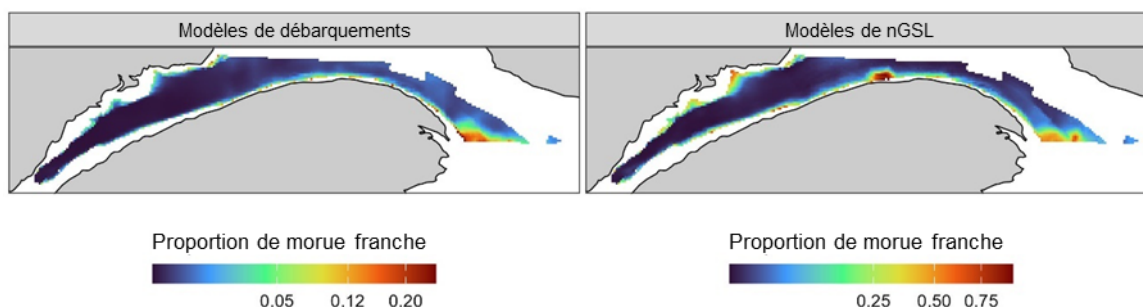


Figure 29 : Proportion prévue par le modèle de morue de l'Atlantique d'après les modèles de débarquements et des relevés d'été par NR dans le nGSL. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

Pêche du sébaste

Sébaste dans la division 4T de l'OPANO

Sutton *et al.* (2024) ont mis en œuvre un scénario actuel de prises accessoires en utilisant la zone et la saison ouvertes de pêche indicatrice de sébaste de l'unité 1 et de pêche expérimentale du sébaste (Figure 30), et un scénario de prises accessoires proposé qui limitait la pêche aux mois de juin à août et qui comprenait à la fois une fermeture de zone et une profondeur de pêche minimale de 300 m (Tableau 10 et Figure 31). Pour chaque scénario, ils ont dérivé les prises accessoires prévues de morue franche à partir de modèles de débarquements et de modèles de relevés par NR. Les prises accessoires prédites dans le scénario proposé ont été réduites d'au moins 56 % par rapport à la pêche historique et d'au moins 46 % par rapport au scénario actuel (estimations dérivées des prévisions du modèle des débarquements, moyennes sur tous les mois pris en compte). Comme les plans de pêche commerciale n'étaient pas disponibles au moment de leur étude, Sutton *et al.* (2024) ont supposé que chaque TAC pouvait être établi pour un mois donné.

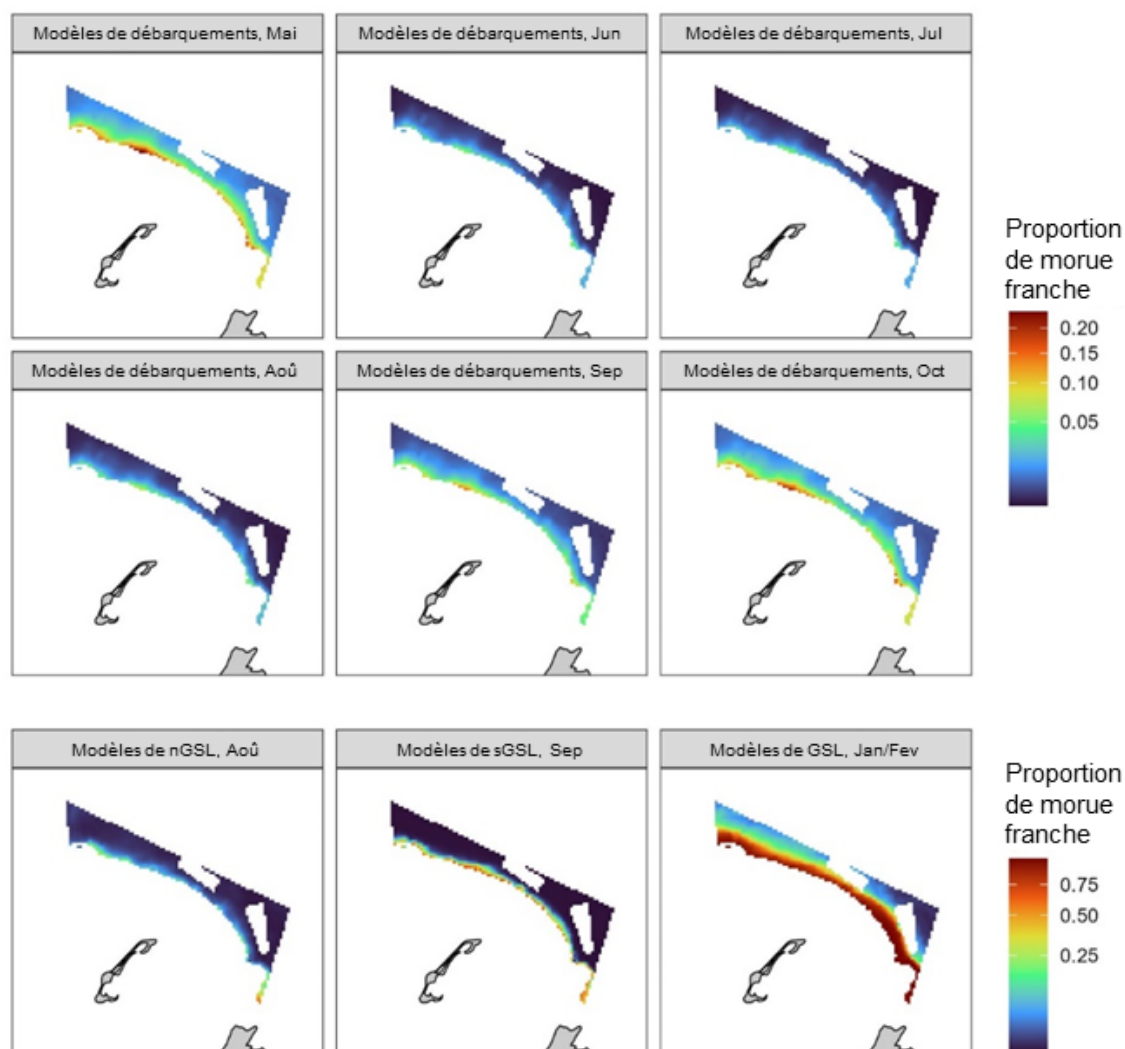


Figure 30 : Prévisions modelées de la proportion de morue franche par rapport à la grille actuelle de pêche du sébaste dans la division 4T de l'OPANO, d'après les modèles de débarquements et des relevés par NR. Toutes les années furent utilisées dans le calcul de la moyenne des prédictions.

Tableau 10 : Tiré de Sutton et al. (2024). Tonnes (t) prévues de prises accessoires de morue franche dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) avec différents scénarios de TAC du sébaste dans la division 4T de l'OPANO. Les prévisions ont été faites à partir des modèles « Débarquements, sébaste, 4T de l'OPANO », « relevés d'automne par NR, sGSL, morue franche » et « Relevés d'automne par NR, sGSL, sébaste ».

Modèle	Mois	Scénario	TAC 5,000	TAC 10,000	TAC 20,000	Pourcentage de changement entre historique et proposé	Pourcentage de changement entre l'actuel et le proposé
sGSL NR	Sep	1. Historique	696	1,392	2,784	-	-
		2. Proposé	0	0	0	100	100
		Courant	528	1,057	2,113	-	-
Débarquements	Mai	1. Historique	194	388	777	-	-
		2. Proposé	0	0	0	100	-
		Courant	0	0	0	-	-
	Jun	1. Historique	35	70	140	-	-
		2. Proposé	31	61	123	11.4	8.8
		Courant	34	68	136	-	-
	Jul	1. Historique	30	60	121	-	-
		2. Proposé	27	54	107	10.0	10.0
		Courant	30	59	119	-	-
	Aoû	1. Historique	41	81	162	-	-
		2. Proposé	36	72	144	12.2	10.0
		Courant	40	80	159	-	-
	Sep	1. Historique	93	185	371	-	-
		2. Proposé	0	0	0	100	100
		Courant	90	180	361	-	-
	Oct	1. Historique	171	342	683	-	-
		2. Proposé	0	0	0	100	100
		Courant	163	326	652	-	-

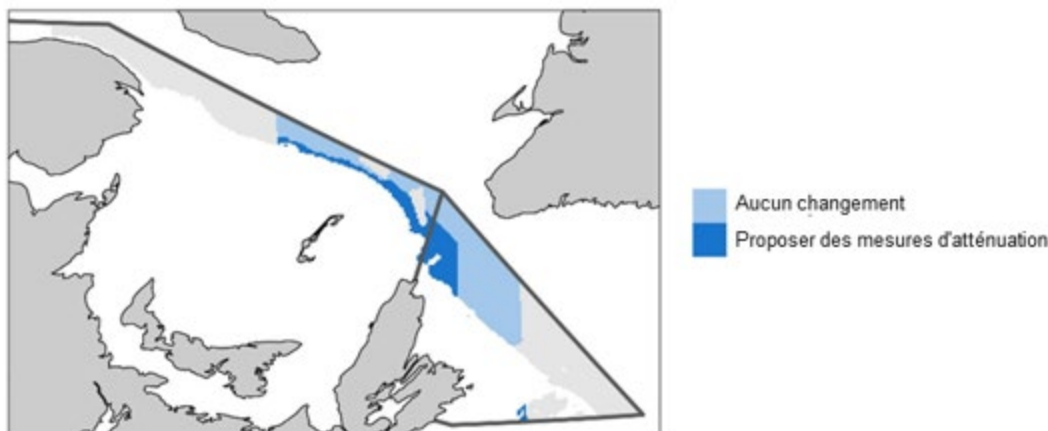


Figure 31 : Scénario d'atténuation des prises accessoires pour réduire au minimum les prises accessoires de morue franche dans le cas d'une pêche du sébaste dans la division 4TVn de l'OPANO. La partie ombrée en gris indique la zone de pêche historique d'après les rapports sur les débarquements. La partie bleu clair indique la zone ouverte à la pêche indicatrice et à la pêche expérimentale. La partie bleu foncé indique les zones de fermeture proposées. Les fermetures proposées comprennent une fermeture de zone qui chevauche une partie de la division 4T de l'OPANO et une partie de la sous-division 4Vn de l'OPANO au nord du Cap-Breton, ainsi qu'une profondeur de pêche minimale de 300 m dans la division 4T de l'OPANO. Les lignes pleines épaisses indiquent les limites des divisions de l'OPANO.

Sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO

Sutton *et al.* (2024) ont proposé de fermer la sous-division 4Vn de l'OPANO pendant les mois d'hiver (de novembre à avril). Toutefois, dans le cas d'une pêche commerciale hivernale dans la sous-division 4Vn, nous proposons de fermer la zone adjacente à l'extrémité nord-ouest du Cap-Breton, ainsi que la zone sous la latitude 45,9000°N (Figures 31 et 32). Comparativement au scénario actuel présumé, la fermeture de zone proposée a réduit d'au moins 29 % les prises accessoires prévues (estimation dérivée des prévisions du modèle des débarquements, avec une moyenne sur tous les mois pris en compte; Tableau 11).

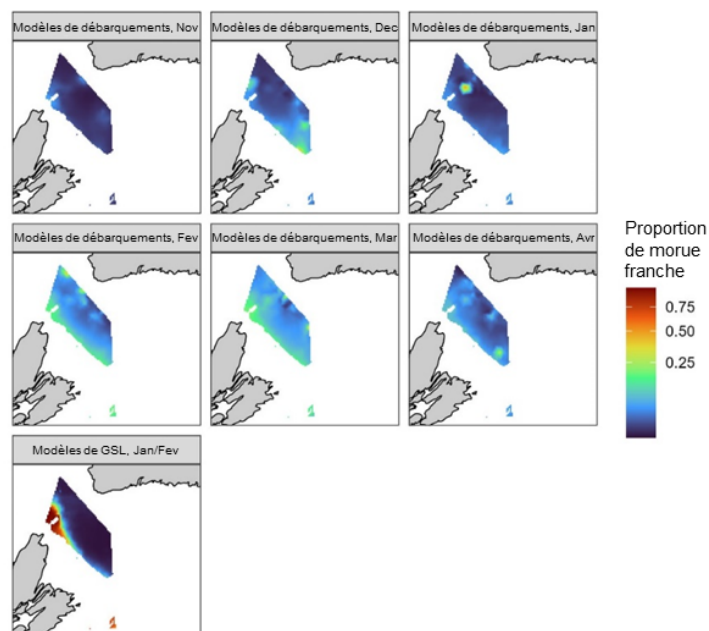


Figure 32 : Proportion de morue franche prédite par le modèle par rapport à la grille actuelle de pêche du sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, d'après les modèles de débarquements et de relevés par NR. On a calculé la moyenne des prédictions sur toutes les années.

Tableau 11 : Tonnes (t) prévues de morue franche du sGSL dans la sous-division 4Vn de l'OPANO avec des TAC mensuels de sébaste de 5 000 t, 10 000 t et 20 000 t dans les zones de pêche actuelles et proposées*. Les valeurs en caractères gras indiquent les poids des prises accessoires qui dépassent le quota annuel actuel de 152,2 t de prises accessoires de morue franche dans toutes les pêches commerciales du poisson de fond. Dans chaque scénario, les tonnes de morue franche ont été estimées en supposant que le TAC complet du sébaste a été capturé en un seul mois et que le TAC du sébaste était réparti uniformément dans l'espace disponible. Données de Sutton et al. 2024.

Modèle	Mois	Scénario	TAC 5,000	TAC 10,000	TAC 20,000	Pourcentage de changement entre l'actuel et le proposé
Hiver GSL NR	Jan/Fev	Couran	5,214	10,429	20,858	
		Proposé	9	19	37	99.8
	Nov	Couran	32	64	129	
		Proposé	20	40	80	37.5
	Dec	Couran	178	357	714	
		Proposé	146	291	583	18.0
Débarquements 4Vn	Jan	Couran	101	201	402	
		Proposé	65	129	259	35.6
	Fev	Couran	326	652	1,305	
		Proposé	236	472	943	27.6
	Mar	Couran	382	764	1,529	
		Proposé	275	549	1,098	28.0
	Avr	Couran	177	353	707	
		Proposé	131	262	524	26.0

*Dans ce scénario, on suppose que la sous-division 4Vn de l'OPANO est ouverte à une pêche d'hiver malgré sa fermeture dans les plans de récolte récents.

DISCUSSION

Malgré la mise en œuvre d'un moratoire sur la pêche commerciale depuis 2009, l'extinction fonctionnelle du stock de morue franche du sGSL est prévue d'ici le milieu du siècle (Swain *et al.* 2019). La prédation par les phoques gris (*Halichoerus grypus*) est considérée comme le principal facteur empêchant le rétablissement (Neuenhoff *et al.* 2019; Swain *et al.* 2019) des stocks, et même en l'absence de pêche, le stock devrait continuer de diminuer (Swain *et al.* 2019), ce qui rend le rétablissement peu probable. Néanmoins, conformément au cadre de l'approche de précaution (AP), le plan de rétablissement vise à préserver le stock de sorte que si les conditions existantes limitant la récupération du stock changent, le stock conserve le potentiel de rétablissement (Moritz 2002; Hutchings 2015; Wolf *et al.* 2015). À l'heure actuelle, la mesure de gestion de base proposée dans le plan de rétablissement consiste à introduire de nouvelles mesures de gestion ou des mesures de gestion plus strictes dans toutes les pêches qui interceptent la morue franche du sGSL. Même si les pêches ne sont pas le principal facteur qui empêche actuellement le rétablissement du stock, l'atténuation des prises accessoires continuera d'être importante, car à mesure que la biomasse de la morue du sGSL continuera de diminuer, la capacité du stock à soutenir les prises accessoires diminuera aussi. La présente étude visait à élaborer des recommandations visant à réduire au minimum les prises accessoires du stock de morue du sGSL épuisé, sans proposer de diminution des TAC pour les pêches ciblant d'autres stocks de poisson de fond plus sains. Pour ce faire, on a proposé des restrictions saisonnières, de superficie ou de profondeur qui devraient limiter les prises de morue du sGSL, tout en augmentant simultanément la sélectivité envers des stocks plus sains. Dans l'étude, nous avons utilisé des fermetures pour estimer la quantité de morue qui serait capturée s'il n'y avait aucune prise accessoire dans des endroits, des profondeurs ou des périodes en particulier, mais d'autres stratégies d'atténuation pourraient être appliquées.

La pêche du flétan de l'Atlantique maintient le plus grand chevauchement spatial et de profondeur avec la morue franche du sGSL et représente donc sans surprise la grande majorité des prises accessoires. Dans le cas de la pêche dans la division 4T de l'OPANO du flétan de l'Atlantique, qui a un profil de profondeur bimodale, une fermeture des profondeurs intermédiaires, sans aucune autre restriction, pourrait entraîner une réduction notable des prises accessoires. Cependant, les fermetures saisonnières de profondeur combinées aux fermetures de zones ont donné de meilleurs résultats pour réduire les prises accessoires par rapport aux seules restrictions de profondeur permanentes. Dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, l'établissement d'une fermeture de zone où le risque de prises accessoires était élevé a entraîné une réduction semblable des prises accessoires. Cependant, en raison de la taille limitée des échantillons qui nous a empêchés d'inclure des informations temporelles dans le modèle de la sous-division 4Vn de l'OPANO, nous n'avons pas été en mesure de faire des inférences sur le risque saisonnier. Puisque le flétan de l'Atlantique n'est peut-être pas capturé efficacement dans les relevés par NR, les données sur les débarquements pourraient demeurer préférables pour évaluer les prises accessoires dans les analyses futures. Toutefois, il convient de faire remarquer que la probabilité d'occurrence dans les relevés par NR (MPO 2021b) correspondait à la répartition du flétan de l'Atlantique dans les données sur les débarquements utilisées ici. Les travaux futurs pourraient viser à modéliser les données sur les débarquements côtiers/eau peu profonde et les débarquements extracôtiers/eau profonde séparément, ou à inclure la flotte comme variable modèle, si les données le permettent. Si les données sur les débarquements étaient recueillies ou tenues à jour dans un format différent (p. ex., par événement de pêche plutôt que par espèce capturée), il pourrait également être possible d'inclure une mesure de l'effort de pêche dans les modèles.

La pêche de la plie grise était la plus petite pêche à l'étude, aussi bien sur le plan de l'échelle spatiale que des débarquements annuels. De plus, au cours des dernières années, très peu de

pêcheurs ciblaient cette espèce. Néanmoins, cette pêche représente la deuxième en termes de quantité de prises accessoires de morue. Cette pêche présente un potentiel latent élevé de prises accessoires de morue du sGSL, car le TAC n'a pas été entièrement capturé au cours des dernières années et la participation à la pêche a été faible (Ricard 2022). Si la biomasse de la plie grise continue d'augmenter, l'intérêt pour cette pêche pourrait être renouvelé, en particulier si le TAC devait augmenter, et le nombre de pêcheurs pourrait également augmenter. Par conséquent, le risque de prises accessoires de morue pourrait augmenter considérablement. En outre, on ne sait toujours pas si la pêche continuerait de fonctionner au-dessus de l'échelle spatiale restreinte actuellement observée, ou si l'effort de pêche serait plus largement réparti. Comme la plie grise est généralement plus abondante dans les eaux plus profondes de la division 4T de l'OPANO, on pourrait atténuer le risque de prises accessoires par des restrictions de profondeur. On prévoit que les restrictions de profondeur de pêche minimales entraîneraient de faibles prises accessoires de morue combinées à d'importants débarquements de plie grise. Si un plus grand nombre de pêcheurs participent à la pêche dans la division 4T, cela augmenterait probablement les données disponibles pour un modèle de débarquement de plie grise, afin d'améliorer les prévisions du modèle à l'extérieur de la zone où la pêche est actuellement concentrée.

La pêche du flétan du Groenland se déroule principalement dans l'estuaire du Saint-Laurent et dans la partie ouest du golfe au large du nord de Gaspé, et occupe le troisième rang pour ce qui est de la quantité de prises accessoires de morue. Bien que les prévisions des prises accessoires obtenues à partir des modèles de relevés d'été par NR dans le nGSL aient été considérablement plus importantes que celles du modèle des débarquements, on s'attend à ce que les différences dans les engins et le comportement de pêche contribuent aux différences dans les prévisions faites à partir de modèles ajustés à différents ensembles de données (c.-à-d. débarquements par rapport aux données de relevé). L'ensemble de données sur les débarquements n'aurait pas indiqué la morue potentiellement rejetée en mer ni la morue qui pourrait s'être désintégrée dans les filets maillants, selon les durées d'immersion des engins (p.ex., Chamberland et Benoît 2024). Comme la morue franche est un poisson rond par opposition aux poissons plats comme le flétan du Groenland, il est possible que la morue franche se décompose plus rapidement que le flétan du Groenland, ce qui signifie qu'avec des durées d'immersion plus longues, une partie des prises accessoires ou de la mortalité pourrait passer inaperçue, ce qui entraînerait des proportions plus faibles de morue par rapport au flétan du Groenland.

La pêche commerciale du sébaste de l'unité 1 a fait l'objet d'un moratoire de 1995 à 2024. Avec la réouverture de la pêche commerciale, on s'inquiète de la pression supplémentaire exercée sur la morue du sGSL. Sutton *et al.* (2024) ont examiné les tendances spatiales et temporelles de chevauchement entre ces stocks en combinant les prévisions des débarquements et des modèles de relevé par NR. Au moment de l'étude de Sutton *et al.* (2024), les paramètres en vertu desquels la nouvelle pêche commerciale serait exploitée étaient inconnus. Sutton *et al.* (2024) ont formulé plusieurs recommandations pour la gestion de la pêche du sébaste, que nous continuons d'appuyer. De plus, nous avons envisagé la possibilité qu'une pêche commerciale du sébaste puisse être exploitée dans la sous-division 4Vn de l'OPANO pendant les mois d'hiver, et nous avons donc proposé une fermeture de zone dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Avec la réouverture de la pêche commerciale, les données utilisées dans les futurs modèles de débarquements n'ont peut-être pas besoin d'inclure les années antérieures examinées dans Sutton *et al.* (2024) et ici. En pratique, les taux de prises accessoires dans la pêche future du sébaste pourraient être inférieurs aux prévisions pour diverses raisons, y compris l'amélioration de la technologie de pêche, le calendrier de pêche, l'emplacement des lieux de pêche et les restrictions de profondeur. Au fur et à mesure que la pêche du sébaste se développera, il sera nécessaire de surveiller de près les prises accessoires de morue du sGSL.

La distribution de la morue chevauche plusieurs espèces de poisson de fond et plusieurs pêches dans le sGSL. Cependant, il existe certaines différences dans l'utilisation spatiale des espèces et de leurs profils d'utilisation de la profondeur, ainsi que dans les profils de risque de prises accessoires. Ces modèles peuvent offrir des solutions pour atténuer les prises accessoires de morue sans réduire les TAC de pêche des autres espèces. La plupart des données que nous avons examinées ont été recueillies dans la division 4T de l'OPANO au printemps à l'automne (d'avril à octobre). Comme il est décrit ailleurs, il s'agit de la période où la morue du sGSL est la plus dispersée (Swain *et al.* 1998, 2019). La morue et d'autres espèces hivernent dans les eaux profondes du chenal Laurentien et, pour la morue, dans la sous-division 4Vn de l'OPANO. Au cours de la période d'hivernage, un comportement en banc dense peut entraîner des événements de prises accessoires sporadiques et importants. De plus, le chenal Laurentien représente également l'habitat d'hivernage de plusieurs autres espèces déjà en faible abondance, y compris la merluche blanche (*Urophycis tenuis*), la plie canadienne (*Hippoglossoides platessoides*) et le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*); c'est pourquoi nous réitérons les mises en garde formulées ailleurs au sujet de l'exploitation d'une pêche dans les milieux d'hivernage (Rolland *et al.* 2022; Sutton *et al.* 2024). Enfin, nous recommandons de revoir régulièrement ces analyses spatiotemporelles afin de tenir compte des changements possibles dans la répartition.

RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS

Pêche	Recommandations	Justification
Flétan de l'Atlantique, OPANO 4T, avril à octobre	- Fermeture des zones 2a et 2b de l'aire marine protégée du Banc-des-Américains. - Huit nouvelles fermetures permanentes de zones. - Fermeture saisonnière de la profondeur de pêche entre 100 et 280 m pour les mois de septembre et octobre.	Les prises accessoires prévues par le modèle ont été réduites de 17,5 %.
Flétan de l'Atlantique, OPANO 4Vn, novembre à avril.	Une nouvelle fermeture permanente de zone.	Les prises accessoires prévues par le modèle ont été réduites de 13,8 %.
Plie grise, OPANO 4T, avril à novembre	Profondeur de pêche minimale de 200 m.	Les prises accessoires prévues par le modèle ont été réduites de 97,5 %.
Flétan du Groenland, OPANO 4T, avril à octobre	Profondeur minimale de pêche de 200 m.	Les prises accessoires prévues par le modèle ont été réduites de 81,3 % à 84,0 %.

Pêche	Recommandations	Justification
	Déplacer la limite de latitude de Cap Gaspé à Les Trois-Ruisseaux (48.9164°N).	
Sébaste, OPANO 4T, mai à octobre	D'après Sutton <i>et al</i> (2024) : - Fermeture d'une nouvelle zone - Profondeur de pêche minimale de 300 m - Limitation de la saison de pêche aux mois de juin à août	Les prises accessoires prévues par le modèle ont été réduites de 45,8 %.
Sébaste, OPANO 4Vn, novembre à avril	D'après Sutton <i>et al</i> (2024) : - Fermeture de l'OPANO 4Vn pendant les mois de novembre à avril. Solution alternative proposée ici : - Une nouvelle fermeture de zone permanente - Pas de pêche en dessous de la latitude 45.9000°N	Les prises accessoires prévues par le modèle ont été réduites de 28,8 %.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le personnel du MPO qui a participé aux relevés par navires de recherche et le personnel de la Garde côtière à bord de ces navires, ainsi que les pêcheurs commerciaux qui ont fourni des données sur les débarquements. Nous remercions Daniel Ricard, Nicolas Rolland et Pablo Vergara d'avoir fourni les scripts nécessaires pour accéder aux données hébergées au MPO et pour leur aide dans le traitement initial des données. Nous remercions également Denis Bernier et Hugo Bourdages d'avoir fourni l'accès aux données dérivées de relevés d'été et d'hiver par navire scientifique du MPO dans le nGSL.

Merci aux évaluateurs du SCAS Tim Barret, Tyler Eddy, Isabelle Jubinville et Melissa Olmstead pour leurs commentaires constructifs qui ont amélioré le document, ainsi qu'à tous les participants à la réunion du SCAS de février 2024, en particulier Jean-Martin Chamberland et Caroline Senay.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Anderson, S.C., Ward, E.J., English, P.A., and Barnett, L.A.K. 2022. [sdmTMB: an R package for fast, flexible, and user-friendly generalized linear mixed effects models with spatial and spatiotemporal random fields](#). *bioRxiv* 2022.03.24: 1–17.
- Benoît, H.P. 2006. [Standardizing the southern Gulf of St. Lawrence bottom trawl survey time series: Results of the 2004-2005 comparative fishing experiments and other recommendations for the analysis of the survey data](#). *Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc.* 2006/008: iii + 127 p.
- Boudreau, S., Shackell, N., Carson, S., and Heyer, C. 2017. [Connectivity, persistence, and loss of high abundance areas of a recovering marine fish population in the northwest atlantic ocean](#). *Ecology and Evolution*, 7(22), 9739-9749.
- Bourdages, H., Brassard, C., Chamberland, J.-M., Desgagnés, M., Galbraith, P., Isabel, L. et Senay, C. 2022. [Résultats préliminaires du relevé écosystémique d'août 2021 dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent](#). *Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.* 2022/011. iv + 96 p.
- Bourdages, H., and Savard, L. 2007. Results from the August 2004 and 2005 comparative fishing experiments in the northern Gulf of St. Lawrence between the CCGS *Alfred Needler* and the CCGS *Teleost*. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2750: ix + 57 p.
- Brassard, C., Bourdages, H., Duplisea, D., Gauthier, J., et Valentin, A. 2017. [L'état des stocks de sébaste \(*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*\) de l'unité 1 \(golfe du Saint-Laurent\) en 2015](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech.* 2017/023. ix + 54 p.
- Breheny, P., and Burchett, W. 2017. Visualization of Regression Models Using visreg. *R J.* 9(2): 56–71.
- Chamberland, J.-M. et Benoît H. 2024. [L'état du stock de flétan du Groenland du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2022](#). *Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.* 2024/001. v + 149 p.
- Commander, C., Barnett, L., Ward, E., Anderson, S., Essington, T. 2022. [The shadow model: how and why small choices in spatially explicit species distribution models affect predictions](#). *PeerJ* 10:e12783.
- COSEWIC. 2010. COSEWIC assessment and status report on the Atlantic Cod *Gadus morhua* in Canada. *Comm. Status Endanger. Wildl. Canada*. Ottawa.: xiii + 105 p.
- Dunn, P.K., and Smyth, G.K. 2005. Series evaluation of Tweedie exponential dispersion model densities. *Stat. Comput.* 15(4): 267–280.
- Ferrari, S.L.P., and Cribari-Neto, F. 2004. [Beta regression for modelling rates and proportions](#). *J. Appl. Stat.* 31(7): 799–815.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Shaw, J.-L., Dumas, J., Lefavre, D., and Bourassa, M.-N. 2023. [Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence during 2022](#). *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.* 354: v + 88 p.
- Gauthier, J., Marquis, M.-C. et Isabel, L. 2021. [L'état du stock de flétan du Groenland du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2020 : données de la pêche commerciale et des relevés de recherche](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech.* 2021/059. v + 140 p.
- Geissinger, E.A., Khoo, C.L.L., Richmond, I.C., Faulkner, S.J.M., and Schneider, D.C. 2022. [A case for beta regression in the natural sciences](#). *Ecosphere* 13(2): 1–16.

-
- Hamner, B. and Frasco, M. 2018. Metrics: Evaluation metrics for machine learning.
- Hurlbut, T., and Clay, D. 1990. [Protocols for research vessel cruises within the Gulf Region \(demersal fish\) \(1970-1987\)](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2082: vi + 141 p.
- Hutchings, J.A. 2015. [Thresholds for impaired species recovery](#). Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 282: 20150654.
- Kieschnick, R., and McCullough, B.D. 2003. [Regression analysis of variates observed on \(0, 1\): Percentages, proportions and fractions](#). Stat. Model. 3: 193–213.
- McAllister, M.K., Duplisea, D.E., Licandeo, R., Marentette, J.R., and Senay, C. 2021. [Units 1 and 2 redfish management strategy evaluation](#). Can. Sci. Advis. Secr. Res. Doc. 2021/066.
- McAllister, M.K., Duplisea, D.E., Licandeo, R., Marentette, J.R., et Senay, C. 2021. [Évaluation des stratégies de gestion des sébastes des unités 1 et 2](#). Secr. can. de consul. sci. du MPO Avis. sci. 2021/066. vii + 171 p.
- McCallum, B.R., and Walsh, S.J. 2002. An update on the performance of the Campelen 1800 during bottom trawl surveys in NAFO subareas 2 and 3 in 2001. NAFO SCR Doc. 02/36: 16 p.
- Moritz, C. 2002. [Strategies to protect biological diversity and the evolutionary processes that sustain it](#). Syst. Biol. 51(2): 238–254.
- MPO. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#).
- MPO. 2018a. [Évaluation des stocks de sébaste \(*Sebastes mentella* et *S. fasciatus*\) des unités 1 et 2 en 2017](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis Sci. 2018/032.
- MPO. 2018b. [Évaluation des stratégies de gestion du sébaste des unités 1 et 2](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. Sci. 2018/033.
- MPO. 2020. [Tendances dans les relevés d'hiver par navire de recherche sur le banc de Georges dans la région des maritimes en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/011.
- MPO. 2021a. [Plan de gestion intégrée de la pêche du flétan du Groenland dans les divisions 4RST de l'OPANO](#).
- MPO. 2021b. [Évaluation du stock de flétan atlantique du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/034.
- MPO. 2022. [Évaluation des stocks de Sébastes \(*Sebastes mentella* et *Sebastes fasciatus*\) des Unités 1 et 2 en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/039.
- MPO. 2023a. [Évaluation du stock de flétan atlantique du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/036.
- MPO. 2023b. [Évaluation du stock de flétan du Groenland du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/022.
- Mullahy, J. 1986. [Specification and testing of some modified count data models](#). J. Econom. 33(3): 341–365.
- Neuenhoff, R.D., Swain, D.P., Cox, S.P., McAllister, M.K., Trites, A.W., Walters, C.J., and Hammill, M.O. 2019. [Continued decline of a collapsed population of Atlantic cod \(*Gadus morhua*\) due to predation-driven allee effects](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 76(1): 168–184.
- Pennington, M. 1983. [Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys](#). Biometrics 39(1): 281–286.
-

-
- Powles, P.M., and Kohler, A.C. 1970. [Depth distributions of various stages of witch flounder \(*Glyptocephalus cynoglossus*\) off Nova Scotia and in the Gulf of St. Lawrence](#). J. Fish. Res. Board Canada 27(11): 2053–2062.
- R Core Team. 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Ricard, D. 2022. [Évaluation de la plie grise \(*Glyptocephalus cynoglossus*\) dans le golfe du Saint-Laurent \(divisions 4RST de l'OPANO\), mars 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/054. v + 130 p.
- Rolland, N., McDermid, J.L., Swain, D.P., Senay, C. 2022. [Impact de l'expansion de la pêche au sébaste \(*Sebastes spp.*\) sur la merluche blanche \(*Urophycis tenuis*\) du sud du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/005. ix + 73 p.
- Senay, C., Rousseau, S., Brûlé, C., Chavarria, C., Isabel, L., Parent, G.J., Chabot, D., et Duplisea, D. 2023. [État des stocks des sébastes \(*Sebastes mentella* et *S. fasciatus*\) de l'unité 1 en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/036. xii + 130 p.
- Shackell, N., Fisher, J., den Heyer, C., Hennen, D., Seitz, A., Le Bris, A., Robert, D., Kersula, M., Cadrin, S., McBride, R., McGuire, C., Kess, T., Ransier, K., Liu, C., Czich, A., Frank, K. 2021. [Spatial Ecology of Atlantic Halibut across the Northwest Atlantic: A Recovering Species in an Era of Climate Change](#). Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 30(3), 281–305.
- Sutton, J.T., McDermid, J.L., Landry, L., and Turcotte, F. 2024. Spatiotemporal analysis provides solutions to mitigate bycatch of southern Gulf of St. Lawrence Atlantic Cod in an expanding Redfish fishery. Fish. Res. 2(107038).
- Swain, D.P., Chouinard, G.A., Morin, R., and Drinkwater, K.F. 1998. [Seasonal variation in the habitat associations of Atlantic cod \(*Gadus morhua*\) and American plaice \(*Hippoglossoides platessoides*\) from the southern Gulf of St. Lawrence](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55(12): 2548–2561.
- Swain, D.P., Ricard, D., Rolland, N. et Aubry, É. 2019. [Évaluation du stock de morue franche \(*Gadus morhua*\) du sud du golfe du Saint-Laurent, divisions 4T et 4Vn \(novembre à avril\) de l'OPANO, mars 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/038. iv + 108 p.
- Thompson, P., Anderson, S., Nephin, J., Robb, C., Proudfoot, B., Park, A., Haggarty, D., and Rubidge, E. 2023. [Integrating trawl and longline surveys across British Columbia improves groundfish distribution predictions](#). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 80(1): 195-210.
- Turcotte, F., McDermid, J.L., Ricard, D. 2024. [Scientific Requirements for the Rebuilding Plan of Southern Gulf of St. Lawrence \(NAFO Division 4T and 4Vn November to April\) Atlantic Cod \(*Gadus morhua*\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2024/053. v + p.51.
- Vergara, P., Surette, T., and Ricard, D. 2023. gulf: Access, manipulate, display and analyze southern gulf data.
- Wolf, S., Hartl, B., Carroll, C., Neel, M.C., and Greenwald, D.N. 2015. [Beyond PVA: Why recovery under the Endangered Species Act is more than population viability](#). Bioscience 65(2): 200–207.
-

ANNEXE 1

TABLEAUX À L'APPUI

Tableau A1 : Coefficients à effets fixes du modèle de relevé d'automne par NR de la morue franche du sGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	1.3680	0.6858	0.0239	2.7121
poly(depth_scaled, 2)1	-53.0531	7.7484	-68.2397	-37.8666
poly(depth_scaled, 2)2	-48.8517	6.4737	-61.5399	-36.1634
fyear2004	0.1880	0.4870	-0.7665	1.1425
fyear2005	0.7489	0.5564	-0.3416	1.8393
fyear2006	0.0684	0.6027	-1.1129	1.2497
fyear2007	0.4855	0.6468	-0.7821	1.7531
fyear2008	0.2265	0.6641	-1.0750	1.5281
fyear2009	0.1137	0.6899	-1.2384	1.4658
fyear2010	0.4206	0.7133	-0.9774	1.8187
fyear2011	0.1148	0.7268	-1.3097	1.5393
fyear2012	0.6660	0.7447	-0.7935	2.1256
fyear2013	0.3812	0.7583	-1.1051	1.8675
fyear2014	-0.3722	0.7469	-1.8361	1.0917
fyear2015	-0.2887	0.7548	-1.7682	1.1908
fyear2016	-1.0050	0.7579	-2.4904	0.4804
fyear2017	-2.0996	0.7663	-3.6015	-0.5978
fyear2018	0.2949	0.7932	-1.2597	1.8495
fyear2019	-1.9195	0.7766	-3.4416	-0.3975
fyear2020	-1.1337	0.7987	-2.6991	0.4318
fyear2021	-0.9013	0.7779	-2.4259	0.6233
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	1.3578	0.4276	0.5197	2.1959
poly(depth_scaled, 2)1	-20.8624	6.4694	-33.5422	-8.1826
poly(depth_scaled, 2)2	-39.9724	4.4430	-48.6805	-31.2643
fyear2004	0.2970	0.2946	-0.2805	0.8745
fyear2005	0.0111	0.3386	-0.6526	0.6748
fyear2006	0.1118	0.3729	-0.6191	0.8428
fyear2007	0.0290	0.3950	-0.7453	0.8033
fyear2008	-0.1527	0.4105	-0.9573	0.6519
fyear2009	-0.3858	0.4291	-1.2267	0.4551
fyear2010	-0.4130	0.4362	-1.2679	0.4418
fyear2011	-0.6849	0.4459	-1.5587	0.1890
fyear2012	-0.4491	0.4497	-1.3305	0.4323
fyear2013	0.2481	0.4590	-0.6515	1.1478
fyear2014	0.0977	0.4642	-0.8121	1.0075
fyear2015	-0.0032	0.4632	-0.9111	0.9047
fyear2016	-0.2816	0.4742	-1.2110	0.6477

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear2017	-1.1423	0.4920	-2.1065	-0.1780
fyear2018	-1.1949	0.4817	-2.1390	-0.2508
fyear2019	-0.9781	0.4984	-1.9549	-0.0014
fyear2020	-0.5096	0.4988	-1.4872	0.4679
fyear2021	0.1366	0.4843	-0.8127	1.0859

Tableau A2 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'automne par NR du flétan de l'Atlantique du sGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-2.1786	0.5906	-3.3361	-1.0210
poly(depth_scaled, 2)1	23.3859	10.6518	2.5087	44.2630
poly(depth_scaled, 2)2	-46.8685	7.8256	-62.2064	-31.5305
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	2.0211	0.7310	0.5883	3.4539
poly(depth_scaled, 2)1	19.3914	4.7700	10.0424	28.7403
poly(depth_scaled, 2)2	-6.7194	3.3799	-13.3438	-0.0949

Tableau A3 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'automne par NR de la plie grise du sGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-4.3681	0.7596	-5.8568	-2.8794
poly(depth_scaled, 2)1	135.6343	16.8042	102.6987	168.5700
poly(depth_scaled, 2)2	-57.6215	9.4691	-76.1806	-39.0623
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	-1.7128	0.2435	-2.1901	-1.2355
poly(depth_scaled, 2)1	63.5201	6.0077	51.7452	75.2949
poly(depth_scaled, 2)2	-35.0337	3.8319	-42.5441	-27.5233

Tableau A4 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'automne par NR du flétan du Groenland du sGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	-5.9101	0.6916	-7.2656	-4.5546
poly(depth_scaled, 2)1	184.5318	8.8042	167.2758	201.7878
poly(depth_scaled, 2)2	-62.9842	4.3613	-71.5323	-54.4362
fyear2004	-0.0733	0.4667	-0.9880	0.8414
fyear2005	0.2558	0.4582	-0.6422	1.1538
fyear2006	-0.0149	0.4674	-0.9309	0.9011
fyear2007	0.8800	0.4601	-0.0217	1.7818
fyear2008	0.6736	0.4535	-0.2153	1.5624
fyear2009	-0.0730	0.4729	-0.9998	0.8538
fyear2010	0.1302	0.4743	-0.7994	1.0598
fyear2011	0.5938	0.4683	-0.3241	1.5116
fyear2012	0.3385	0.4673	-0.5774	1.2545
fyear2013	0.1906	0.4734	-0.7373	1.1185
fyear2014	-0.1627	0.4699	-1.0836	0.7583
fyear2015	-0.1284	0.4645	-1.0387	0.7820
fyear2016	0.4051	0.4644	-0.5051	1.3152
fyear2017	0.2288	0.4804	-0.7129	1.1704
fyear2018	-0.7226	0.4957	-1.6942	0.2490
fyear2019	-0.3994	0.4887	-1.3572	0.5584
fyear2020	-0.3968	0.4909	-1.3589	0.5652
fyear2021	-0.5840	0.4717	-1.5085	0.3406

Tableau A5 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'automne par NR du sébaste du sGSL. Les valeurs se trouvent sur l'échelle de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-2.6355	0.7060	-4.0192	-1.2518
poly(depth_scaled, 2)1	104.0310	12.7162	79.1078	128.9542
poly(depth_scaled, 2)2	-18.7940	8.5008	-35.4552	-2.1327
fyear2004	-0.7336	0.6230	-1.9547	0.4875
fyear2005	0.3914	0.5923	-0.7695	1.5523
fyear2006	0.5575	0.6239	-0.6654	1.7804
fyear2007	0.2410	0.6484	-1.0298	1.5117
fyear2008	0.2782	0.6478	-0.9915	1.5478
fyear2009	0.7045	0.6556	-0.5804	1.9894
fyear2010	1.5428	0.6518	0.2653	2.8203
fyear2011	0.2299	0.6904	-1.1232	1.5831
fyear2012	1.1530	0.6626	-0.1458	2.4517
fyear2013	2.3524	0.6655	1.0480	3.6568
fyear2014	1.7970	0.6582	0.5070	3.0870
fyear2015	1.4483	0.6646	0.1458	2.7508

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear2016	1.2382	0.6717	-0.0783	2.5547
fyear2017	1.0044	0.6960	-0.3598	2.3685
fyear2018	1.1367	0.7114	-0.2576	2.5310
fyear2019	0.7358	0.7102	-0.6561	2.1277
fyear2020	0.1897	0.7496	-1.2795	1.6590
fyear2021	0.1392	0.7052	-1.2430	1.5213
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	-2.2501	0.6294	-3.4837	-1.0164
poly(depth_scaled, 2)1	125.4551	5.4147	114.8425	136.0678
poly(depth_scaled, 2)2	-30.6137	3.8899	-38.2377	-22.9896
fyear2004	-0.9397	0.6706	-2.2541	0.3747
fyear2005	-1.6402	0.6426	-2.8998	-0.3807
fyear2006	-0.6024	0.6708	-1.9171	0.7124
fyear2007	-1.4792	0.6951	-2.8416	-0.1169
fyear2008	-0.7671	0.6948	-2.1289	0.5947
fyear2009	-1.2998	0.6993	-2.6703	0.0708
fyear2010	-1.0025	0.6940	-2.3626	0.3576
fyear2011	-0.2608	0.7438	-1.7187	1.1970
fyear2012	-0.4831	0.7035	-1.8619	0.8956
fyear2013	-0.4289	0.6928	-1.7867	0.9290
fyear2014	-0.1330	0.6969	-1.4990	1.2330
fyear2015	0.1951	0.7024	-1.1815	1.5717
fyear2016	0.8748	0.7104	-0.5175	2.2672
fyear2017	0.5589	0.7349	-0.8815	1.9993
fyear2018	0.3437	0.7371	-1.1011	1.7885
fyear2019	0.8161	0.7460	-0.6461	2.2782
fyear2020	1.1371	0.7789	-0.3895	2.6637
fyear2021	1.3453	0.7680	-0.1598	2.8505

Tableau A6 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'été par NR de la morue franche du nGSL.
Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-2.3802	0.8003	-3.9488	-0.8116
depth_scaled	-1.8457	0.1870	-2.2122	-1.4793
fyear2004	1.1739	0.8135	-0.4205	2.7683
fyear2005	0.5572	0.7750	-0.9618	2.0763
fyear2006	0.6149	0.8499	-1.0509	2.2807
fyear2007	0.9658	0.8278	-0.6567	2.5882
fyear2008	1.2177	0.8079	-0.3658	2.8012
fyear2009	1.3600	0.8172	-0.2416	2.9617
fyear2010	1.1956	0.8475	-0.4656	2.8567
fyear2011	1.3288	0.8156	-0.2698	2.9273
fyear2012	2.0541	0.8313	0.4247	3.6835
fyear2013	2.3001	0.8301	0.6730	3.9271
fyear2014	2.4528	0.8545	0.7779	4.1276
fyear2015	2.8680	0.8442	1.2135	4.5225
fyear2016	3.4401	0.8704	1.7341	5.1461
fyear2017	1.8753	0.8678	0.1744	3.5763
fyear2018	1.5489	0.8771	-0.1702	3.2681
fyear2019	0.8497	0.9079	-0.9298	2.6291
fyear2020	0.9091	0.9249	-0.9036	2.7218
fyear2021	2.3330	0.8730	0.6220	4.0441
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	2.5874	1.0162	0.5957	4.5791
depth_scaled	-0.8388	0.1514	-1.1355	-0.5420
fyear2004	-1.3836	1.1835	-3.7031	0.9360
fyear2005	-1.8255	1.1706	-4.1198	0.4688
fyear2006	-1.7381	1.2307	-4.1503	0.6740
fyear2007	-1.1125	1.2039	-3.4721	1.2471
fyear2008	-0.7698	1.1114	-2.9480	1.4084
fyear2009	-1.9316	1.0965	-4.0806	0.2175
fyear2010	-2.1333	1.1244	-4.3370	0.0704
fyear2011	-2.0046	1.1119	-4.1839	0.1748
fyear2012	-1.7006	1.0945	-3.8457	0.4446
fyear2013	-1.5744	1.0764	-3.6842	0.5353
fyear2014	-1.3751	1.0904	-3.5123	0.7621
fyear2015	-1.1639	1.0754	-3.2716	0.9438
fyear2016	-1.9673	1.0802	-4.0845	0.1500
fyear2017	-1.6872	1.1063	-3.8556	0.4811
fyear2018	-1.8199	1.1592	-4.0919	0.4520
fyear2019	-1.8982	1.1705	-4.1923	0.3959
fyear2020	-1.9930	1.1912	-4.3276	0.3416
fyear2021	-1.4065	1.1028	-3.5678	0.7549

Tableau A7 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'été par NR du flétan de l'Atlantique du nGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison. Modèle temporaire.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	-2.4127	0.7648	-3.9117	-0.9136
poly(depth_scaled, 2)1	-35.6273	4.3297	-44.1133	-27.1413
poly(depth_scaled, 2)2	-51.9177	5.5295	-62.7553	-41.0800
fyear2004	1.3644	0.8675	-0.3360	3.0647
fyear2005	1.4099	0.8062	-0.1701	2.9900
fyear2006	0.8801	0.9063	-0.8963	2.6565
fyear2007	1.1129	0.8851	-0.6218	2.8477
fyear2008	1.9769	0.8087	0.3918	3.5619
fyear2009	2.1083	0.8085	0.5237	3.6929
fyear2010	2.3359	0.8136	0.7412	3.9306
fyear2011	1.6792	0.8284	0.0555	3.3029
fyear2012	1.9291	0.8239	0.3143	3.5438
fyear2013	1.9003	0.8265	0.2804	3.5203
fyear2014	3.3745	0.7819	1.8420	4.9070
fyear2015	2.7843	0.7903	1.2353	4.3332
fyear2016	1.8167	0.8532	0.1445	3.4889
fyear2017	1.8818	0.8695	0.1777	3.5860
fyear2018	3.5919	0.7829	2.0575	5.1263
fyear2019	3.1425	0.7990	1.5764	4.7085
fyear2020	3.4472	0.8020	1.8754	5.0190
fyear2021	3.7707	0.7768	2.2481	5.2933

Tableau A8 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'été par NR de la plie grise du nGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	3.2739	1.0727	1.1714	5.3765
poly(depth_scaled, 2)1	101.5665	21.2606	59.8965	143.2366
poly(depth_scaled, 2)2	-58.4192	16.3519	-90.4683	-26.3701
fyear2004	2.5219	1.6958	-0.8019	5.8456
fyear2005	1.5718	1.2740	-0.9252	4.0688
fyear2006	3.0550	1.6801	-0.2379	6.3478
fyear2007	3.1241	1.8113	-0.4260	6.6743
fyear2008	11.7628	3.7212	4.4694	19.0562
fyear2009	4.4428	1.6749	1.1600	7.7256
fyear2010	6.5461	2.1441	2.3438	10.7485
fyear2011	4.4528	1.6916	1.1373	7.7683
fyear2012	5.2313	1.9193	1.4696	8.9930
fyear2013	1.8858	1.3210	-0.7033	4.4750
fyear2014	0.8195	1.2193	-1.5703	3.2093
fyear2015	0.9542	1.2784	-1.5514	3.4597

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear2016	5.5330	2.0617	1.4920	9.5739
fyear2017	2.8454	1.9066	-0.8914	6.5823
fyear2018	4.1883	1.7777	0.7042	7.6725
fyear2019	1.3106	1.4349	-1.5016	4.1229
fyear2020	1.2049	1.4046	-1.5480	3.9578
fyear2021	1.5578	1.2979	-0.9859	4.1016
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	1.5780	0.2312	1.1248	2.0313
poly(depth_scaled, 2)1	17.2798	2.7374	11.9145	22.6451
poly(depth_scaled, 2)2	-28.0706	2.9718	-33.8953	-22.2460
fyear2004	-0.6521	0.2314	-1.1057	-0.1985
fyear2005	-0.6232	0.1997	-1.0146	-0.2317
fyear2006	-0.7435	0.2147	-1.1644	-0.3226
fyear2007	-0.6256	0.2150	-1.0468	-0.2043
fyear2008	-0.6643	0.2069	-1.0698	-0.2587
fyear2009	-0.8050	0.2120	-1.2205	-0.3895
fyear2010	-0.1811	0.2210	-0.6143	0.2522
fyear2011	-0.4318	0.2118	-0.8470	-0.0166
fyear2012	-0.2148	0.2092	-0.6249	0.1953
fyear2013	0.2339	0.2175	-0.1924	0.6603
fyear2014	-0.2401	0.2212	-0.6736	0.1934
fyear2015	-0.3505	0.2191	-0.7798	0.0789
fyear2016	-0.2251	0.2222	-0.6607	0.2105
fyear2017	-0.2684	0.2278	-0.7148	0.1781
fyear2018	-0.1175	0.2294	-0.5672	0.3322
fyear2019	0.7476	0.2418	0.2737	1.2215
fyear2020	-0.0630	0.2341	-0.5219	0.3959
fyear2021	0.1091	0.2338	-0.3492	0.5674

Tableau A9 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'été par NR du flétan du Groenland du nGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	3.5617	1.2297	1.1516	5.9718
depth_scaled	1.4739	0.0726	1.3315	1.6163
fyear2004	-0.2420	0.2012	-0.6363	0.1524
fyear2005	-0.3139	0.1909	-0.6881	0.0604
fyear2006	-0.3455	0.1968	-0.7312	0.0402
fyear2007	-0.3819	0.1982	-0.7702	0.0065
fyear2008	-0.3637	0.1997	-0.7550	0.0277
fyear2009	-0.9563	0.2035	-1.3551	-0.5575
fyear2010	-0.5480	0.2058	-0.9514	-0.1447
fyear2011	-0.5524	0.1992	-0.9427	-0.1621
fyear2012	-0.7317	0.1996	-1.1229	-0.3406

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear2013	-0.8595	0.2060	-1.2631	-0.4558
fyear2014	-0.5197	0.2017	-0.9151	-0.1243
fyear2015	-0.5999	0.2007	-0.9932	-0.2066
fyear2016	-0.6803	0.2082	-1.0884	-0.2721
fyear2017	-1.0080	0.2093	-1.4183	-0.5977
fyear2018	-0.9198	0.2096	-1.3307	-0.5090
fyear2019	-1.0497	0.2208	-1.4824	-0.6170
fyear2020	-0.9814	0.2147	-1.4023	-0.5606
fyear2021	-0.7676	0.2122	-1.1835	-0.3516

Tableau A10 : Coefficients d'effets fixes du modèle de relevé d'été par NR du sébaste du nGSL. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: densité de capture				
(Intercept)	2.5282	0.3492	1.8437	3.2126
depth_scaled	0.4455	0.1343	0.1823	0.7087
fyear2004	-0.5508	0.3347	-1.2068	0.1052
fyear2005	-0.6024	0.2898	-1.1704	-0.0343
fyear2006	-0.3671	0.3166	-0.9875	0.2534
fyear2007	-0.6893	0.3214	-1.3193	-0.0593
fyear2008	-0.1494	0.3092	-0.7555	0.4566
fyear2009	-1.1600	0.3163	-1.7800	-0.5401
fyear2010	-1.3036	0.3299	-1.9501	-0.6571
fyear2011	-0.6706	0.3080	-1.2742	-0.0670
fyear2012	-0.6489	0.3093	-1.2552	-0.0426
fyear2013	0.2604	0.2977	-0.3231	0.8438
fyear2014	0.4400	0.3072	-0.1621	1.0422
fyear2015	1.2228	0.2932	0.6481	1.7975
fyear2016	2.3673	0.2962	1.7868	2.9477
fyear2017	2.4900	0.2908	1.9200	3.0600
fyear2018	2.3735	0.2881	1.8089	2.9381
fyear2019	2.7545	0.2951	2.1760	3.3330
fyear2020	2.1160	0.3035	1.5210	2.7109
fyear2021	1.9566	0.2887	1.3908	2.5225

Tableau A11 : Coefficients d'effets fixes des modèles de relevé d'hiver par NR de la morue franche, du flétan de l'Atlantique, de la plie grise, du flétan du Groenland et du sébaste. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Espèces	Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Morue franche	Réponse: densité de capture				
	(Intercept)	0.3784	1.4099	-2.3850	3.1418
	poly(depth_scaled, 2)1	-11.8243	3.7611	-19.1959	-4.4528
	poly(depth_scaled, 2)2	-5.9634	2.4182	-10.7029	-1.2238
Flétan de l'Atlantique	Réponse: présence				
	(Intercept)	-1.1089	0.5067	-2.1020	-0.1159
	Réponse: densité de capture				
	(Intercept)	2.6603	0.6367	1.4123	3.9082
Plie grise	Réponse: densité de capture				
	(Intercept)	0.7519	0.2151	0.3302	1.1736
	poly(depth_scaled, 2)1	8.7840	1.6567	5.5369	12.0312
	poly(depth_scaled, 2)2	-6.6681	1.6928	-9.9859	-3.3503
Flétan du Groenland	Réponse: densité de capture				
	(Intercept)	1.2974	0.7596	-0.1913	2.7861
	depth_scaled	1.3687	0.3630	0.6573	2.0801
Sébaste	Réponse: densité de capture				
	(Intercept)	3.6148	0.3537	2.9215	4.3081
	depth_scaled	1.3711	0.2731	0.8358	1.9064

Tableau A12 : Coefficients d'effets fixes du modèle des débarquements du flétan de l'Atlantique dans la division 4T. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse variable: présence				
(Intercept)	-0.0772	0.6025	-1.2580	1.1035
poly(depth_scaled, 2)1	37.1913	18.0797	1.7557	72.6270
poly(depth_scaled, 2)2	-5.9470	6.7285	-19.1346	7.2407
May	-0.3526	0.2082	-0.7607	0.0554
June	-0.3834	0.2026	-0.7805	0.0138
July	-0.8540	0.2343	-1.3132	-0.3947
August	-0.5499	0.2361	-1.0126	-0.0873
September	-0.3993	0.2414	-0.8724	0.0738
October	-0.6202	0.2548	-1.1195	-0.1208
2004	0.5321	0.5137	-0.4747	1.5389
2005	-0.4864	0.5312	-1.5275	0.5546
2006	-0.3708	0.5484	-1.4457	0.7040
2007	-0.4652	0.5493	-1.5419	0.6115
2008	-0.9664	0.5343	-2.0136	0.0808
2009	-1.1674	0.5229	-2.1923	-0.1425
2010	-0.5189	0.5168	-1.5318	0.4941
2011	-0.8781	0.5092	-1.8761	0.1200
2012	-0.3385	0.4938	-1.3063	0.6293
2013	-0.8383	0.5011	-1.8204	0.1439

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
2014	-0.9990	0.4946	-1.9683	-0.0297
2015	-0.7007	0.4872	-1.6557	0.2542
2016	-0.5546	0.4841	-1.5034	0.3942
2017	-0.6883	0.4809	-1.6309	0.2543
2018	-1.1355	0.4823	-2.0807	-0.1902
2019	-1.0443	0.4807	-1.9865	-0.1021
2020	-1.3051	0.4837	-2.2531	-0.3571
2021	-1.0462	0.4773	-1.9817	-0.1107
Réponse variable: proportion				
(Intercept)	-0.1139	0.1993	-0.5046	0.2768
poly(depth_scaled, 2)1	16.6717	6.1748	4.5694	28.7741
poly(depth_scaled, 2)2	-7.9570	2.7202	-13.2885	-2.6255
May	-0.1030	0.0825	-0.2647	0.0588
June	-0.0067	0.0795	-0.1625	0.1490
July	0.3114	0.0934	0.1283	0.4946
August	0.3694	0.0942	0.1847	0.5541
September	0.5030	0.0996	0.3078	0.6982
October	0.7279	0.1181	0.4963	0.9594
2004	-0.0299	0.2101	-0.4416	0.3819
2005	-0.1292	0.2355	-0.5908	0.3324
2006	-0.0969	0.2391	-0.5656	0.3717
2007	-0.9090	0.2362	-1.3720	-0.4460
2008	-0.7667	0.2346	-1.2265	-0.3069
2009	-1.1850	0.2317	-1.6392	-0.7309
2010	-0.7282	0.2167	-1.1530	-0.3033
2011	-0.5944	0.2127	-1.0113	-0.1775
2012	-0.6220	0.2066	-1.0270	-0.2170
2013	-1.1512	0.2137	-1.5701	-0.7322
2014	-0.8224	0.2086	-1.2312	-0.4136
2015	-1.0571	0.2029	-1.4549	-0.6594
2016	-1.0307	0.2026	-1.4279	-0.6336
2017	-0.8592	0.1998	-1.2507	-0.4676
2018	-1.1271	0.2051	-1.5291	-0.7252
2019	-0.9677	0.2026	-1.3649	-0.5706
2020	-1.0203	0.2055	-1.4229	-0.6176
2021	-1.0021	0.2000	-1.3942	-0.6100

Tableau A13 : Coefficients d'effets fixes du modèle des débarquements du flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-1.4543	0.6864	-2.7997	-0.1090
fmonth2	-0.3888	0.5805	-1.5267	0.7490
fmonth3	1.1035	0.5117	0.1006	2.1065
fmonth4	1.9312	0.5228	0.9064	2.9559
fmonth11	1.9537	0.5403	0.8948	3.0127
fmonth12	0.3094	0.5260	-0.7216	1.3403
Réponse: proportion				
(Intercept)	-2.5983	0.3186	-3.2228	-1.9738
fmonth2	-0.7433	0.3225	-1.3753	-0.1113
fmonth3	-0.5601	0.2755	-1.1001	-0.0201
fmonth4	0.5115	0.2770	-0.0315	1.0545
fmonth11	1.1328	0.2796	0.5848	1.6808
fmonth12	0.8836	0.3040	0.2878	1.4793

Tableau A14 : Coefficients d'effets fixes du modèle des débarquements de la plie grise. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	2.4885	0.2993	1.9019	3.0751
Réponse: proportion				
(Intercept)	0.4054	0.4251	-0.4278	1.2386

Tableau A15 : Coefficients d'effets fixes du modèle des débarquements du flétan du Groenland. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison.

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-5.8320	0.8520	-7.5019	-4.1622
poly(depth_scaled, 2)1	-75.5121	12.4786	-99.9698	-51.0545
poly(depth_scaled, 2)2	28.7412	7.3870	14.2630	43.2194
fyear2004	-0.2183	0.8655	-1.9147	1.4781
fyear2005	-1.1118	0.8828	-2.8419	0.6184
fyear2006	-0.5766	0.9151	-2.3701	1.2170
fyear2007	0.1155	0.9034	-1.6551	1.8861
fyear2008	0.0017	0.9190	-1.7996	1.8030
fyear2009	0.7483	0.8716	-0.9600	2.4567
fyear2010	1.3825	0.8669	-0.3167	3.0816
fyear2011	1.3349	0.8800	-0.3898	3.0596
fyear2012	3.3954	0.8501	1.7292	5.0616
fyear2013	4.1406	0.8364	2.5014	5.7799
fyear2014	3.0752	0.8470	1.4151	4.7353

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear2015	3.1785	0.8598	1.4933	4.8637
fyear2016	2.9322	0.8637	1.2394	4.6249
fyear2017	3.0262	0.8552	1.3500	4.7023
fyear2018	3.5419	0.8481	1.8796	5.2042
fyear2019	2.3392	0.8773	0.6198	4.0587
fyear2020	1.7763	0.8796	0.0523	3.5004
fyear2021	0.5144	1.1235	-1.6876	2.7164
Réponse: proportion				
(Intercept)	-4.0542	0.4340	-4.9049	-3.2035
poly(depth_scaled, 2)1	-12.0071	8.4491	-28.5670	4.5527
poly(depth_scaled, 2)2	23.1710	4.7746	13.8131	32.5290
fyear2004	0.4263	0.5355	-0.6233	1.4759
fyear2005	-0.0836	0.5752	-1.2110	1.0438
fyear2006	0.0220	0.6137	-1.1808	1.2248
fyear2007	-0.2570	0.6140	-1.4604	0.9464
fyear2008	0.1801	0.5361	-0.8708	1.2309
fyear2009	0.5683	0.5357	-0.4816	1.6182
fyear2010	0.6316	0.5077	-0.3635	1.6267
fyear2011	0.5312	0.5192	-0.4864	1.5488
fyear2012	0.3678	0.4608	-0.5354	1.2710
fyear2013	0.6197	0.4571	-0.2761	1.5155
fyear2014	0.2359	0.4594	-0.6644	1.1362
fyear2015	0.2064	0.4667	-0.7083	1.1210
fyear2016	0.2726	0.4719	-0.6524	1.1976
fyear2017	0.8001	0.4675	-0.1162	1.7165
fyear2018	1.5317	0.4598	0.6306	2.4329
fyear2019	1.6299	0.5148	0.6209	2.6389
fyear2020	0.3776	0.4982	-0.5989	1.3541
fyear2021	-0.0864	0.8986	-1.8477	1.6749

Tableau A16 : Coefficients d'effets fixes du modèle des débarquements du sébaste dans la division 4T. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison. Reproduit de Sutton et al. (2024).

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-3.8508	0.8320	-5.4814	-2.2201
depth_scaled	-0.6116	0.0782	-0.7649	-0.4583
fmonth6	0.0990	0.7148	-1.3020	1.5000
fmonth7	-0.3325	0.7140	-1.7320	1.0670
fmonth8	-0.4418	0.7184	-1.8498	0.9663
fmonth9	-0.1301	0.7533	-1.6064	1.3463
fmonth10	0.4464	0.8044	-1.1302	2.0231
fyear1992	0.6543	0.5710	-0.4649	1.7735
fyear1993	1.5636	0.6109	0.3663	2.7609
fyear1994	1.5395	0.5635	0.4351	2.6440

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear1998	4.2454	0.6600	2.9518	5.5390
fyear1999	2.9861	0.6150	1.7808	4.1914
fyear2000	0.5463	0.7404	-0.9048	1.9975
fyear2001	1.7139	0.6718	0.3973	3.0306
fyear2002	3.0597	0.6194	1.8457	4.2737
fyear2003	2.5992	0.6247	1.3749	3.8235
fyear2004	3.4812	0.6822	2.1442	4.8182
fyear2005	2.8397	0.6493	1.5671	4.1123
fyear2006	2.6166	0.6277	1.3863	3.8468
fyear2007	0.6558	1.0820	-1.4648	2.7764
fyear2008	1.4593	0.6871	0.1127	2.8059
fyear2009	1.8408	0.6226	0.6206	3.0610
fyear2010	1.7668	0.6334	0.5253	3.0082
fyear2011	1.5276	0.6526	0.2485	2.8067
fyear2012	1.9699	0.6535	0.6891	3.2507
fyear2013	1.4813	0.6983	0.1126	2.8500
fyear2014	3.0729	0.7065	1.6883	4.4576
fyear2015	2.3627	0.6760	1.0378	3.6876
fyear2016	1.4042	0.6758	0.0798	2.7287
fyear2017	0.2086	0.7914	-1.3424	1.7597
fyear2018	-0.3210	0.8293	-1.9464	1.3045
fyear2019	0.8471	0.7359	-0.5952	2.2894
fyear2020	1.3556	0.7350	-0.0851	2.7962
fyear2021	1.4310	0.6942	0.0703	2.7916
Réponse: proportion				
(Intercept)	0.7972	0.6506	-0.4779	2.0724
depth_scaled	-0.2329	0.0781	-0.3860	-0.0798
fmonth6	-3.2778	0.6041	-4.4617	-2.0938
fmonth7	-2.9945	0.6010	-4.1724	-1.8165
fmonth8	-2.4589	0.6006	-3.6361	-1.2816
fmonth9	-1.5654	0.6304	-2.8010	-0.3298
fmonth10	-1.3430	0.6822	-2.6801	-0.0059
fyear1992	-0.6356	0.5850	-1.7822	0.5110
fyear1993	-0.7139	0.6350	-1.9585	0.5307
fyear1994	-0.2128	0.5444	-1.2798	0.8542
fyear1998	-0.7372	0.5927	-1.8989	0.4244
fyear1999	0.4716	0.5150	-0.5378	1.4810
fyear2000	0.0401	0.7701	-1.4693	1.5494
fyear2001	0.1479	0.6005	-1.0291	1.3249
fyear2002	1.2683	0.5306	0.2284	2.3082
fyear2003	0.7781	0.5712	-0.3414	1.8975
fyear2004	1.2080	0.5784	0.0743	2.3416
fyear2005	0.9532	0.5881	-0.1994	2.1058
fyear2006	0.4927	0.5647	-0.6142	1.5996

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
fyear2007	2.1350	0.9349	0.3025	3.9674
fyear2008	1.1140	0.5565	0.0233	2.2048
fyear2009	0.5700	0.5120	-0.4335	1.5734
fyear2010	0.4264	0.5232	-0.5991	1.4519
fyear2011	0.2721	0.5392	-0.7847	1.3289
fyear2012	0.2040	0.5411	-0.8565	1.2645
fyear2013	-0.2373	0.6474	-1.5061	1.0315
fyear2014	-0.1154	0.5954	-1.2825	1.0516
fyear2015	-0.7815	0.5582	-1.8756	0.3126
fyear2016	-0.5975	0.5734	-1.7214	0.5264
fyear2017	-0.4642	0.7916	-2.0158	1.0873
fyear2018	-0.3330	0.8596	-2.0178	1.3517
fyear2019	-1.2728	0.6253	-2.4983	-0.0473
fyear2020	-1.4704	0.6895	-2.8218	-0.1190
fyear2021	-0.6185	0.6028	-1.8000	0.5630

Tableau A17 : Coefficients d'effets fixes du modèle des débarquements du sébaste dans la sous-division 4Vn. Les valeurs sont exprimées sur l'échelle de la fonction de liaison. Reproduit de Sutton et al. (2024).

Terme	Estimation	Erreur standard	95Inférieur	95Supérieur
Réponse: présence				
(Intercept)	-2.1660	0.7426	-3.6216	-0.7104
depth_scaled	-0.0555	0.1772	-0.4027	0.2918
fmonth2	2.0616	0.9486	0.2024	3.9208
fmonth3	1.5033	0.9542	-0.3670	3.3735
fmonth4	0.4157	0.8992	-1.3467	2.1782
fmonth11	-1.6338	0.9314	-3.4594	0.1917
fmonth12	-1.3829	0.9748	-3.2936	0.5277
Réponse: proportion				
(Intercept)	-3.2993	0.4141	-4.1109	-2.4877
depth_scaled	-0.3628	0.1174	-0.5929	-0.1327
fmonth2	0.6784	0.4575	-0.2182	1.5750
fmonth3	0.7772	0.4755	-0.1547	1.7092
fmonth4	0.2154	0.4545	-0.6754	1.1062
fmonth11	-0.0617	0.5762	-1.1911	1.0677
fmonth12	1.5440	0.5557	0.4549	2.6330

FIGURES À L'APPUI

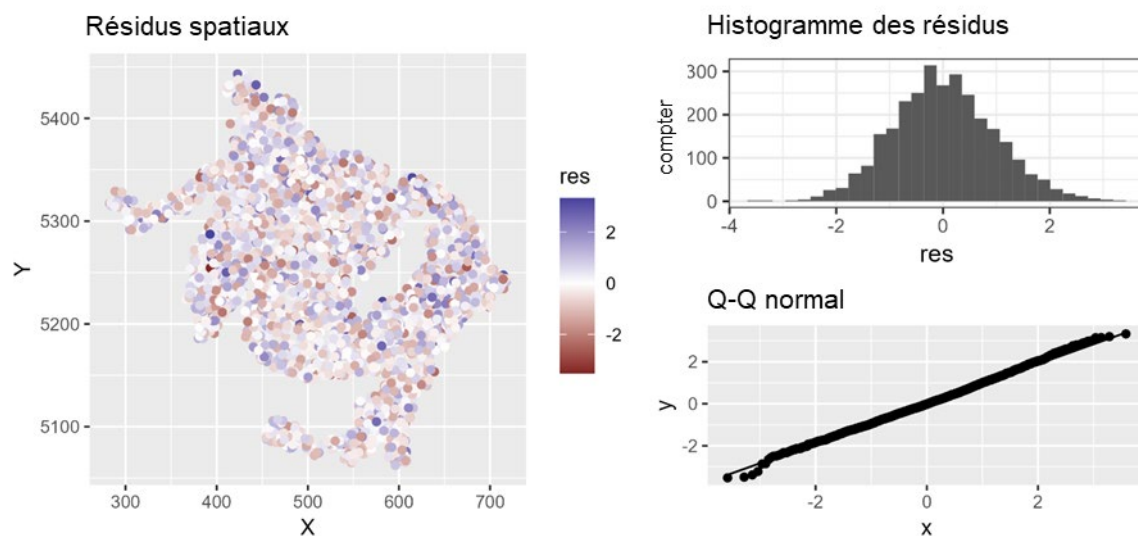


Figure A1 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'automne par NR de la morue franche du sGSL.

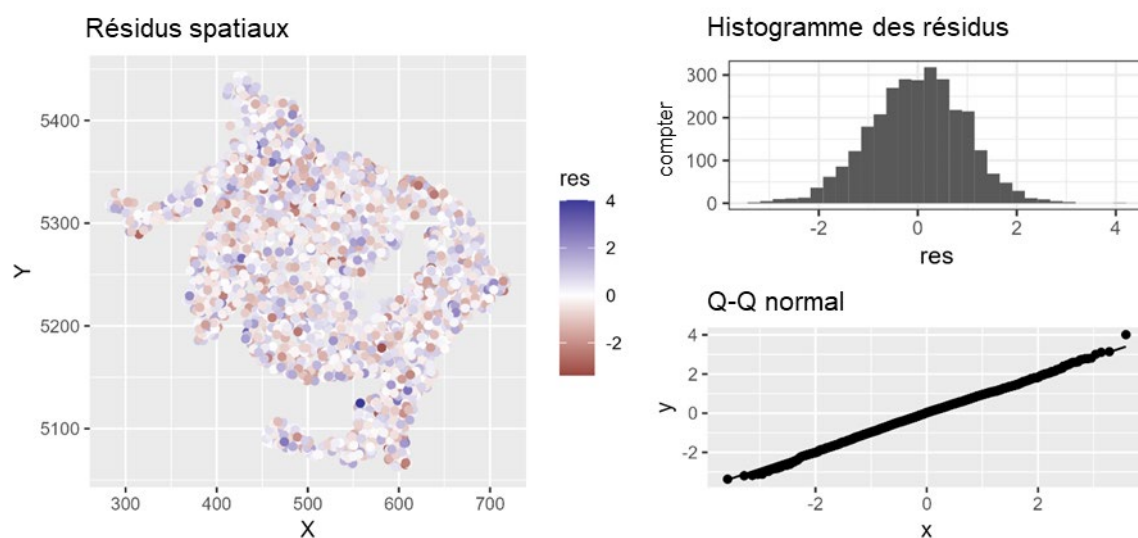


Figure A2 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'automne par NR du flétan de l'Atlantique du sGSL.

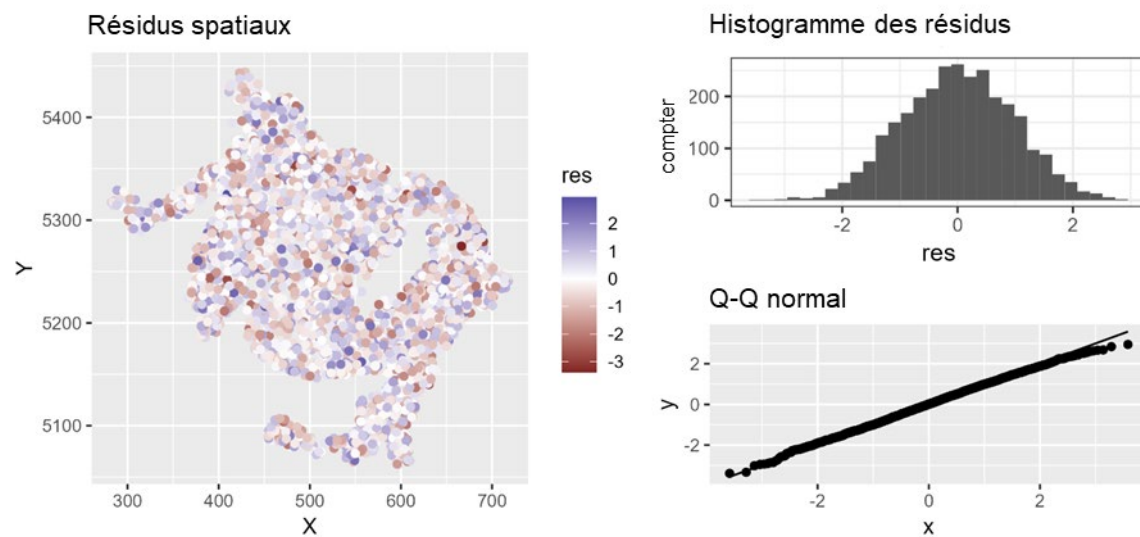


Figure A3 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'automne par NR de la plie grise du sGSL.

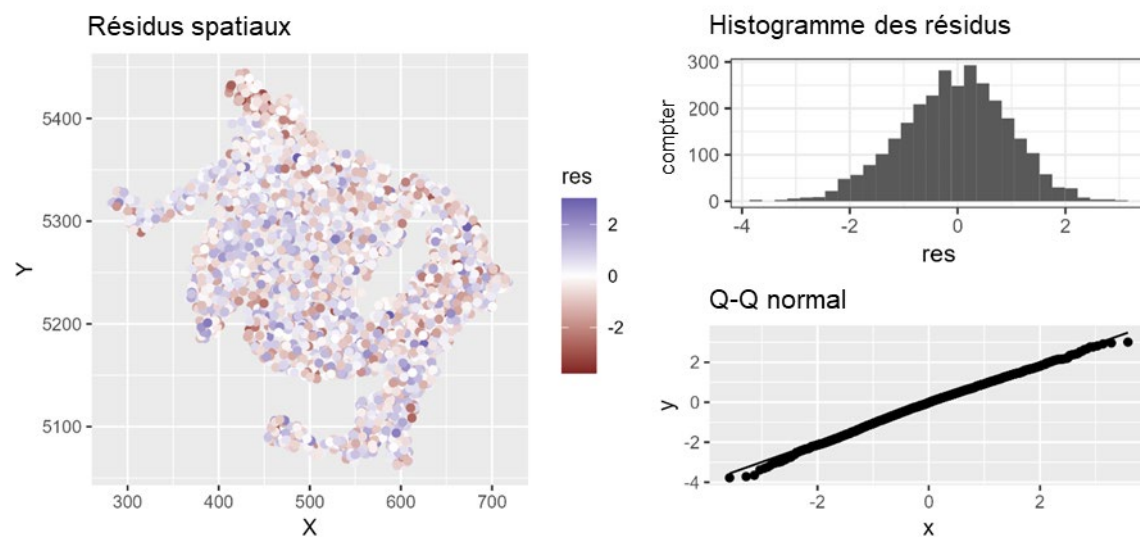


Figure A4 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'automne par NR du flétan du Groenland du sGSL.

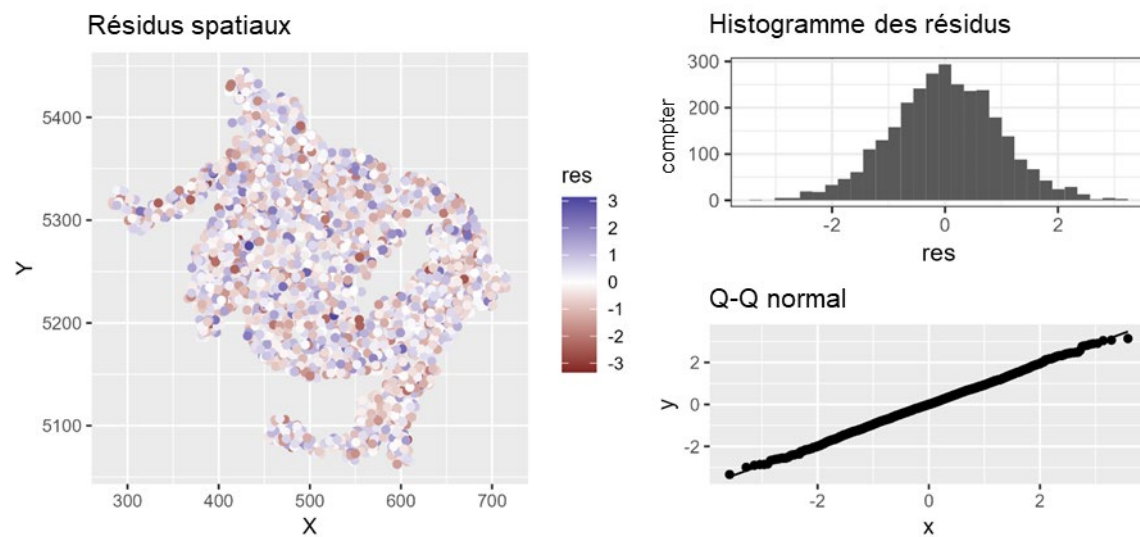


Figure A5 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'automne par NR du sébaste du sGSL.

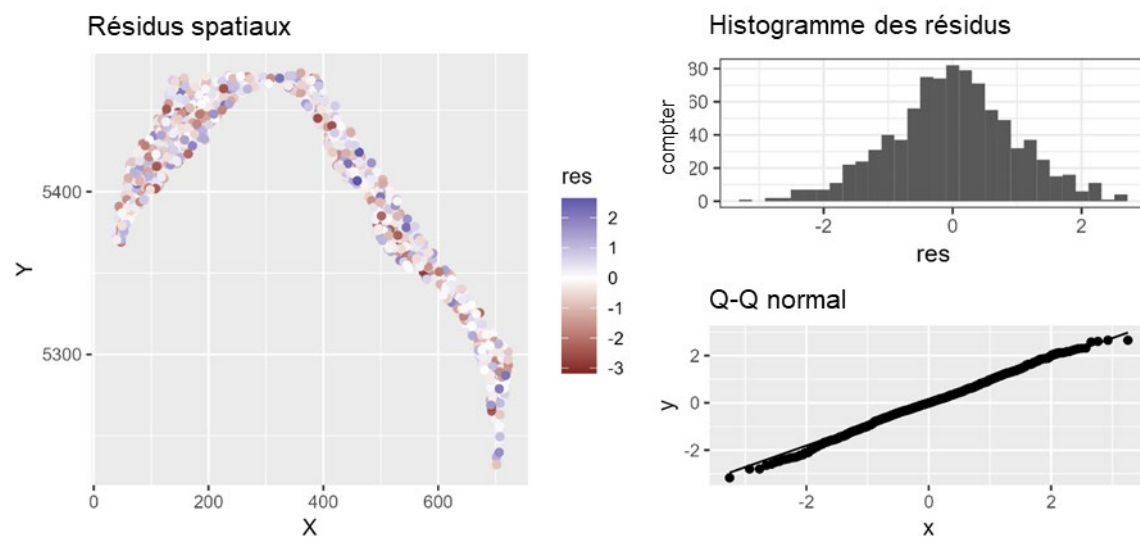


Figure A6 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'été par NR de la morue franche du nGSL.

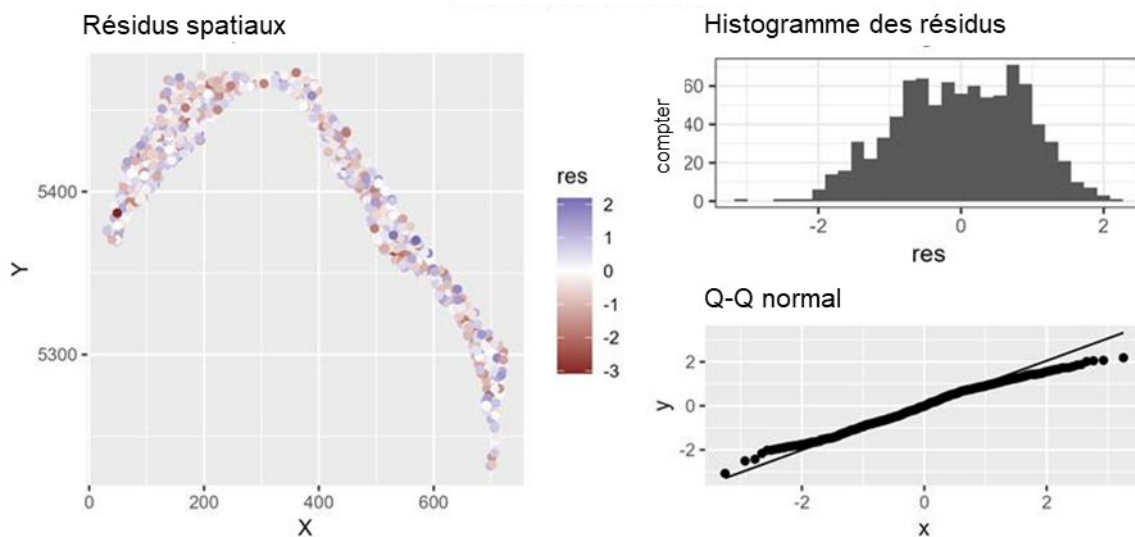


Figure A7 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'été par NR du flétan de l'Atlantique du nGSL.

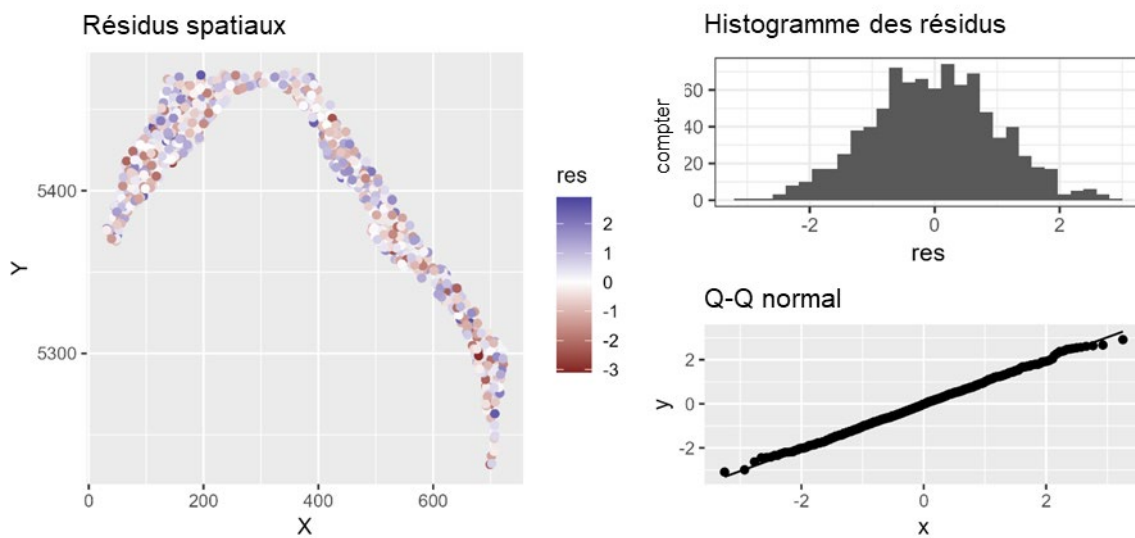


Figure A8 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'été par NR de la plie grise du nGSL.

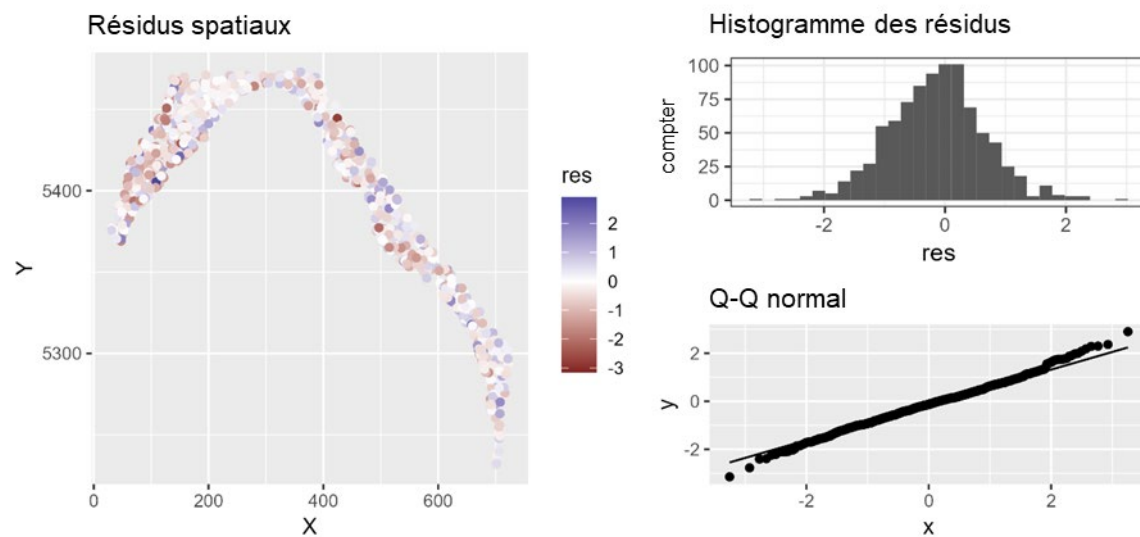


Figure A9 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'été par NR du flétan du Groenland du nGSL.

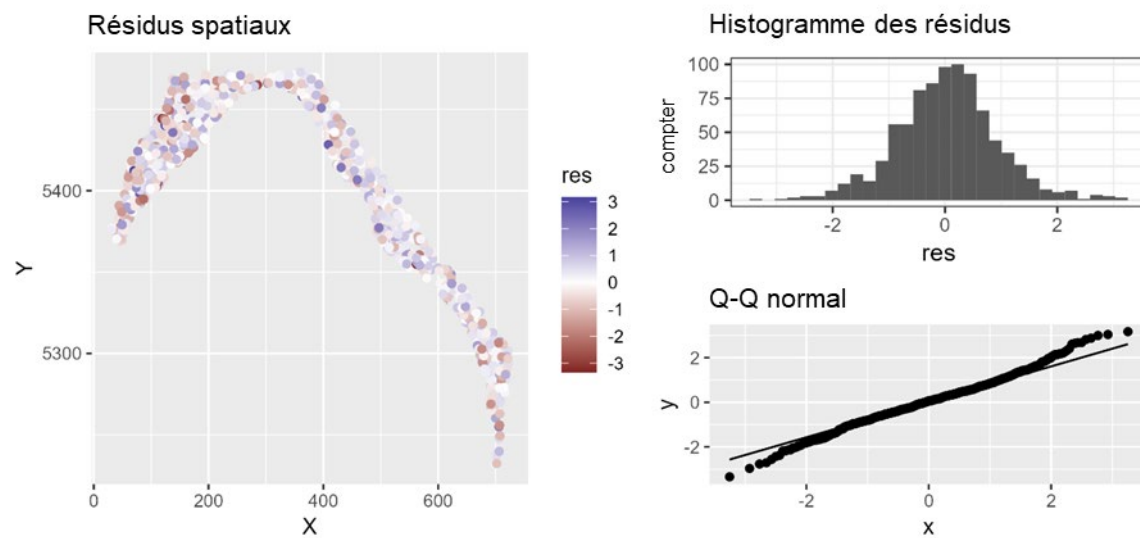


Figure A10 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'été par NR du sébaste du nGSL.

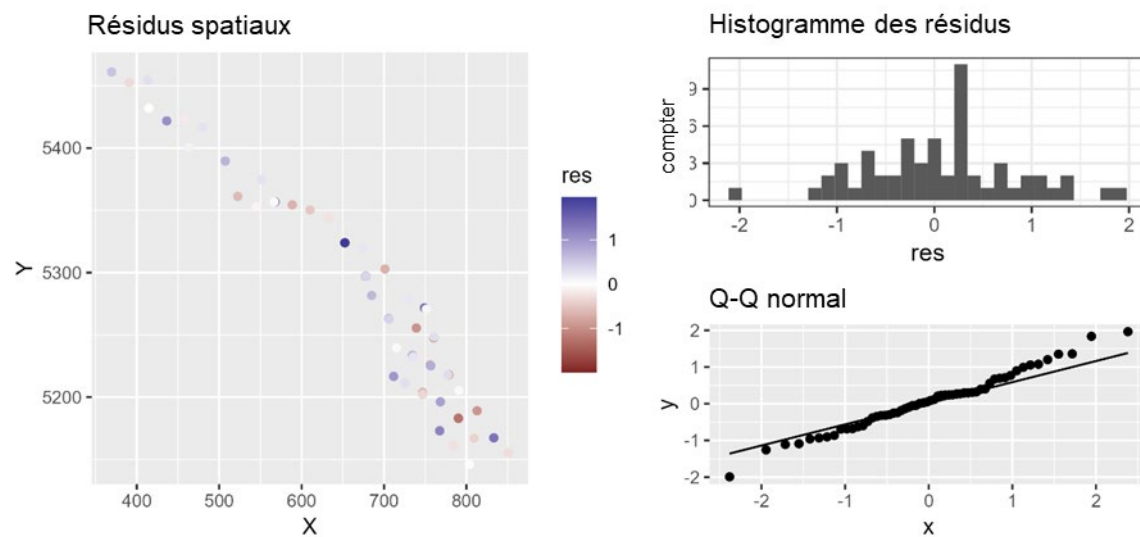


Figure A11 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'hiver par NR de la morue franche.

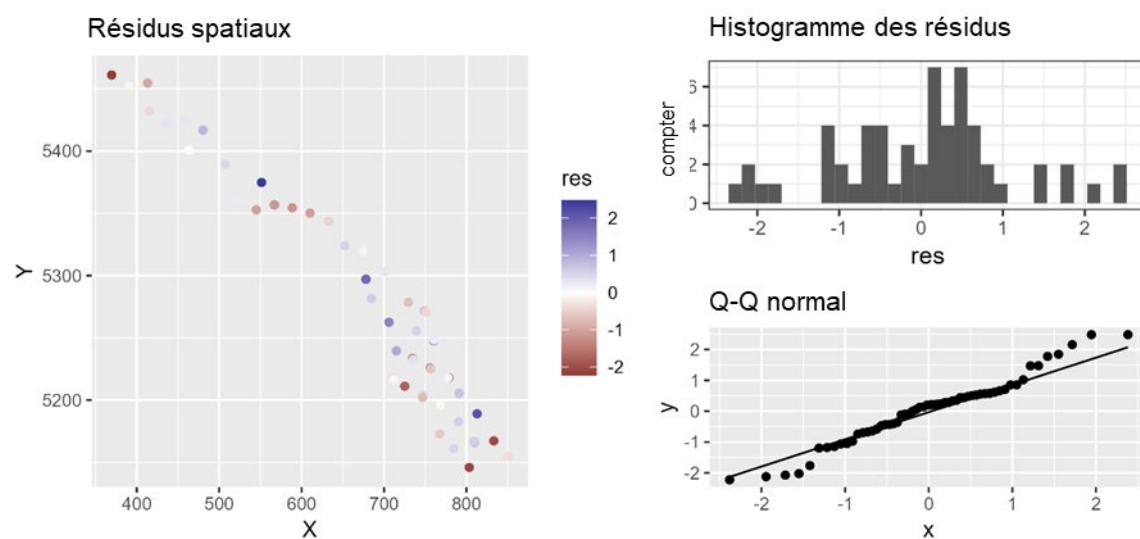


Figure A12 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'hiver par NR du flétan de l'Atlantique.

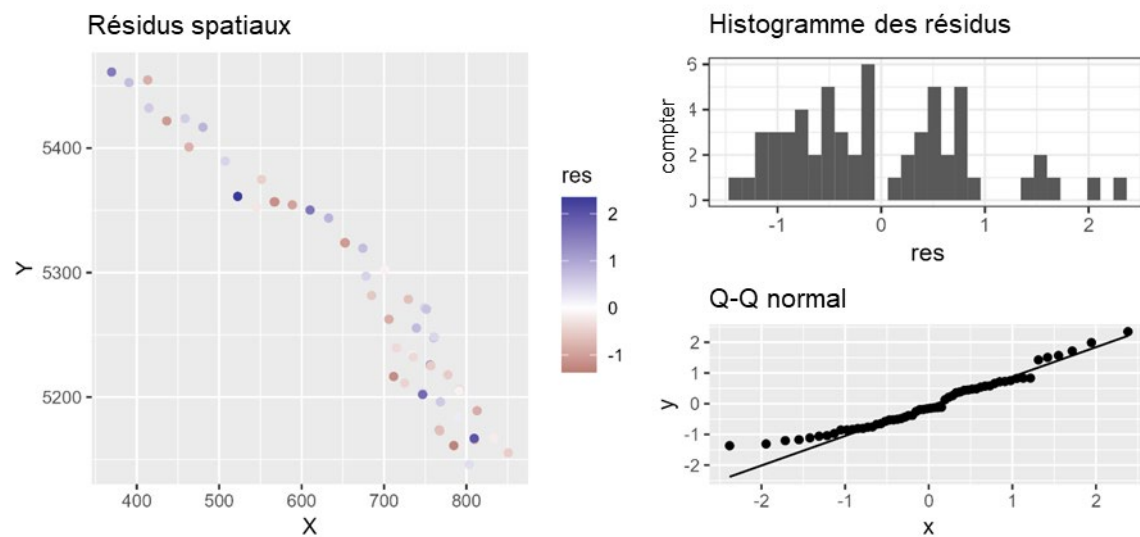


Figure A13 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'hiver par NR de la plie grise.

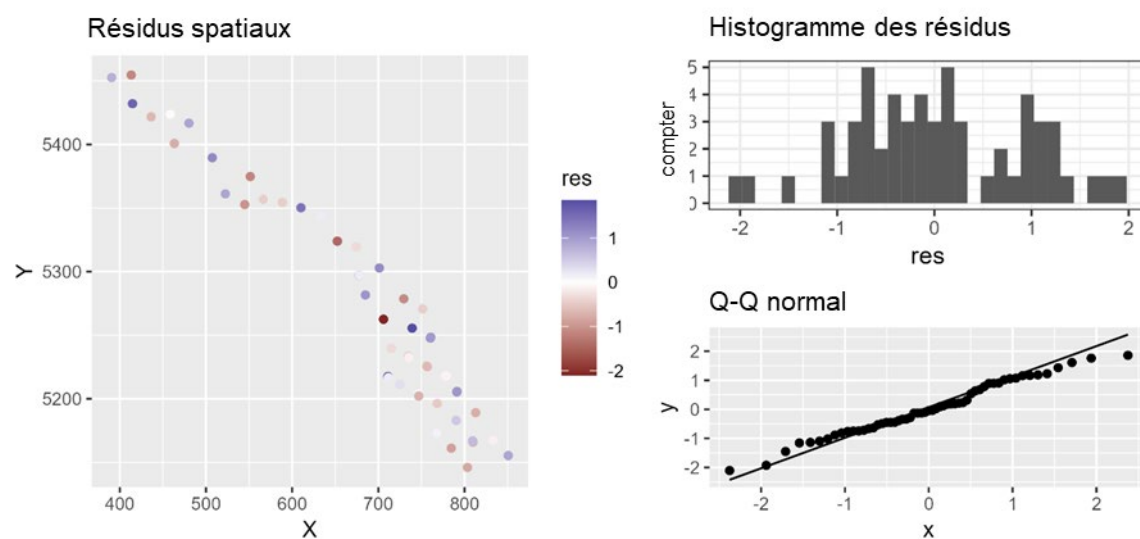


Figure A14 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'hiver par NR du flétan du Groenland.

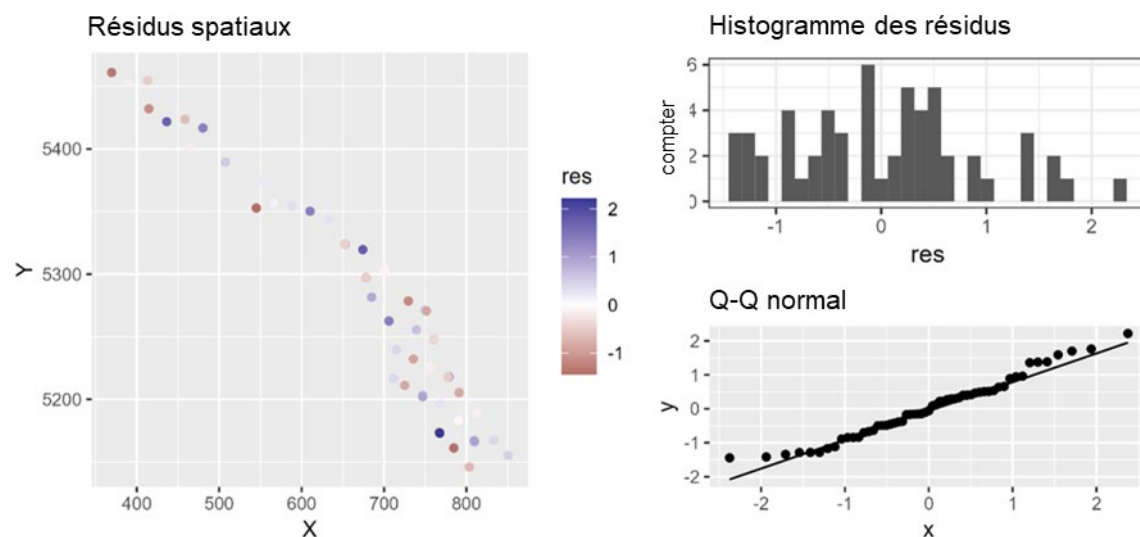


Figure A15 : Diagnostics modélisés pour le modèle de relevé d'hiver par NR du sébaste.

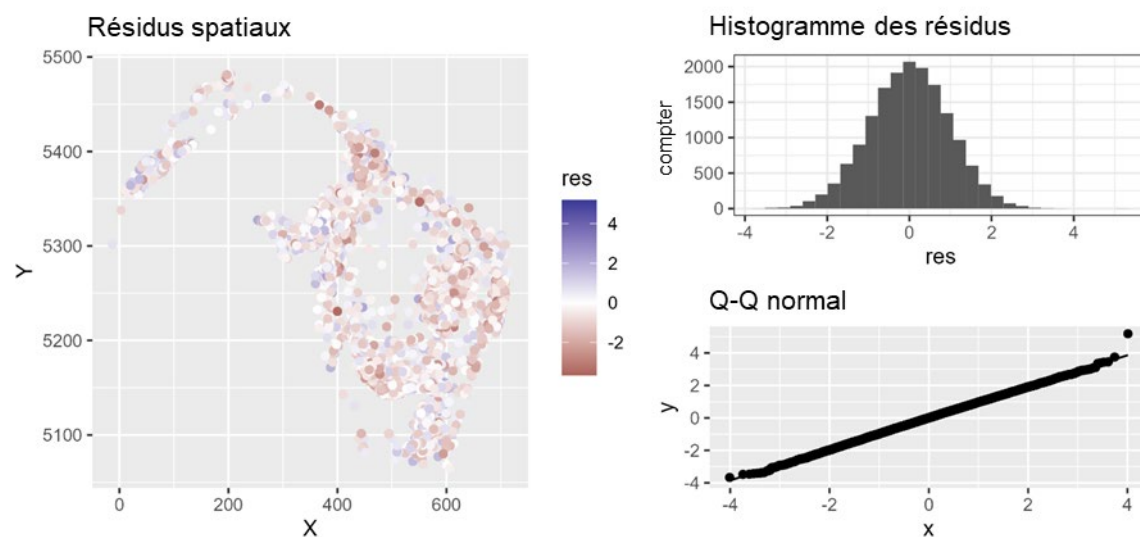


Figure A16 : Diagnostics modélisés pour le modèle des débarquements de pêche dirigée du flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO.

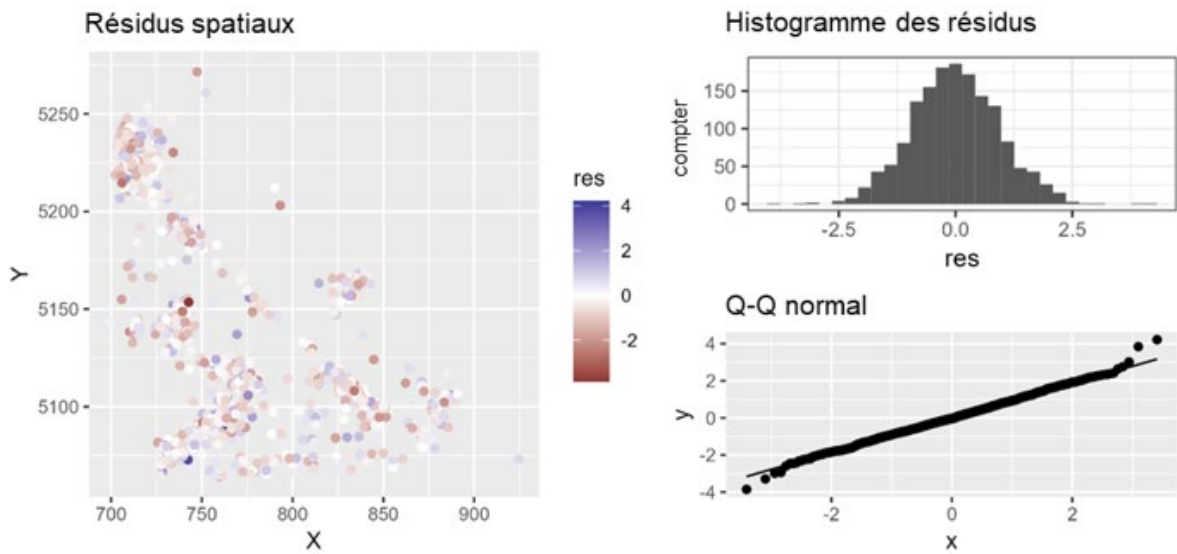


Figure A17 : Diagnostics modélisés pour le modèle des débarquements de pêche dirigée du flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO.

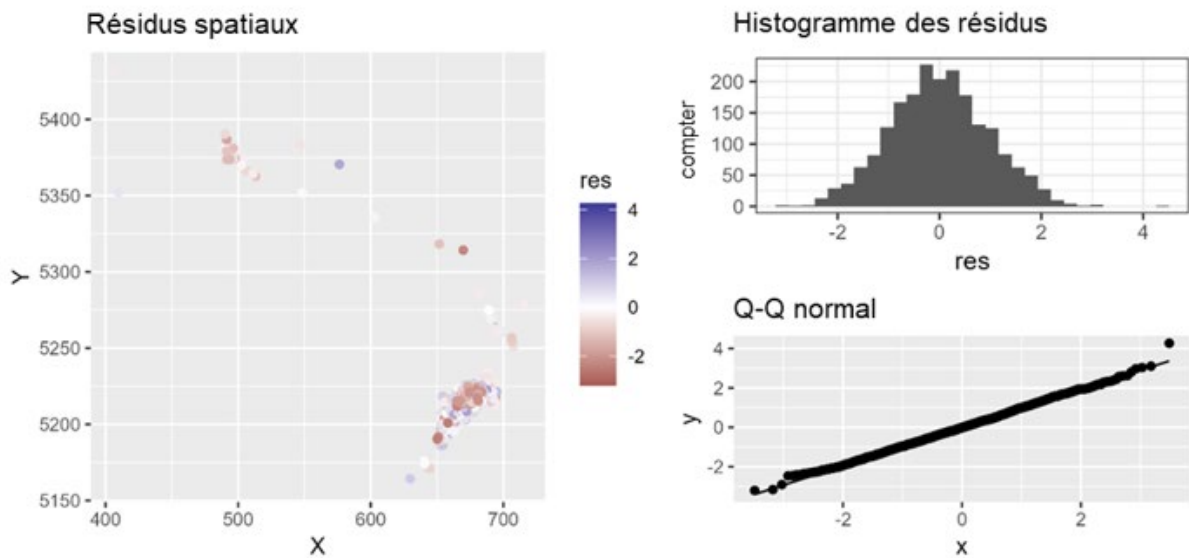


Figure A18 : Diagnostics modélisés des débarquements de pêche dirigée de la plie grise dans la division 4T de l'OPANO.

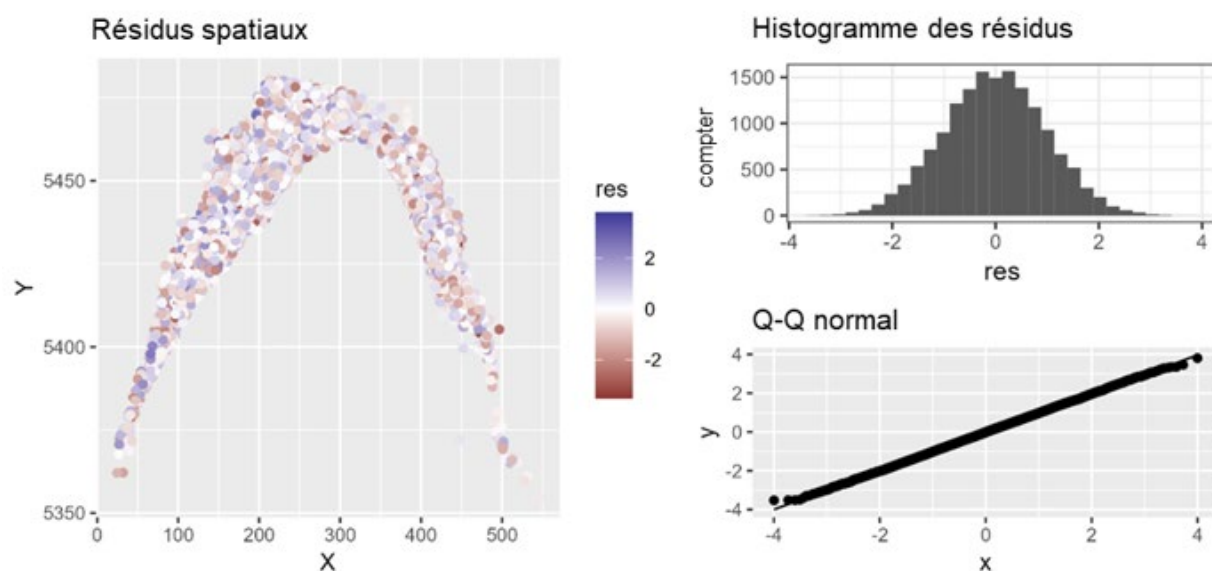


Figure A19 : Diagnostics modélisés pour le modèle des débarquements de pêche dirigée du flétan du Groenland dans la division 4T de l'OPANO.

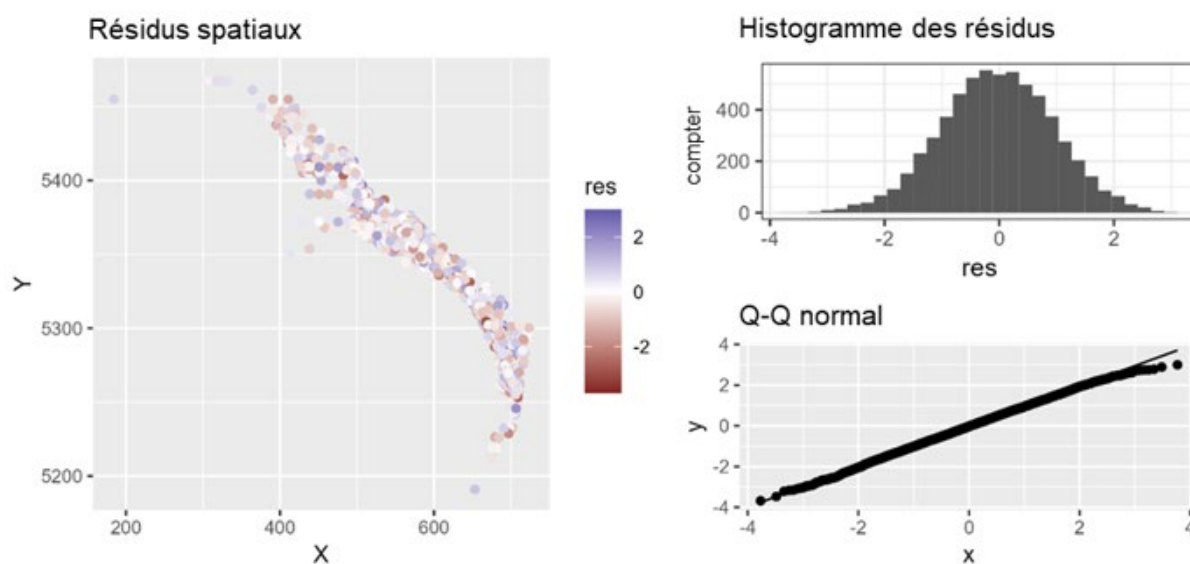


Figure A20 : Diagnostics modélisés pour le modèle des débarquements de pêche dirigée du sébaste dans la division 4T de l'OPANO.

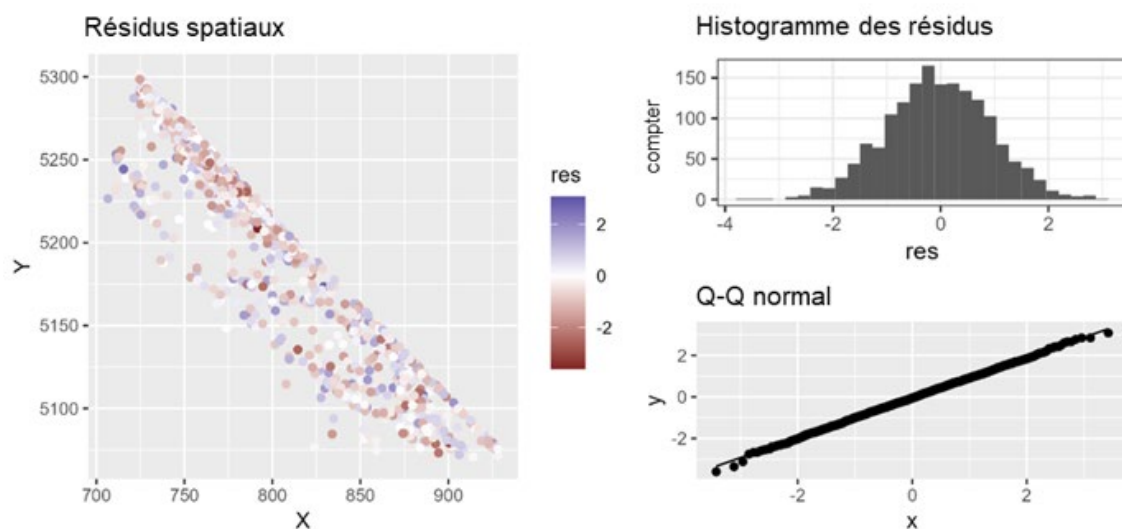


Figure A21 : Diagnostics modélisés pour le modèle des débarquements de pêche dirigée du sébaste dans la sous-division 4Vn de l'OPANO.

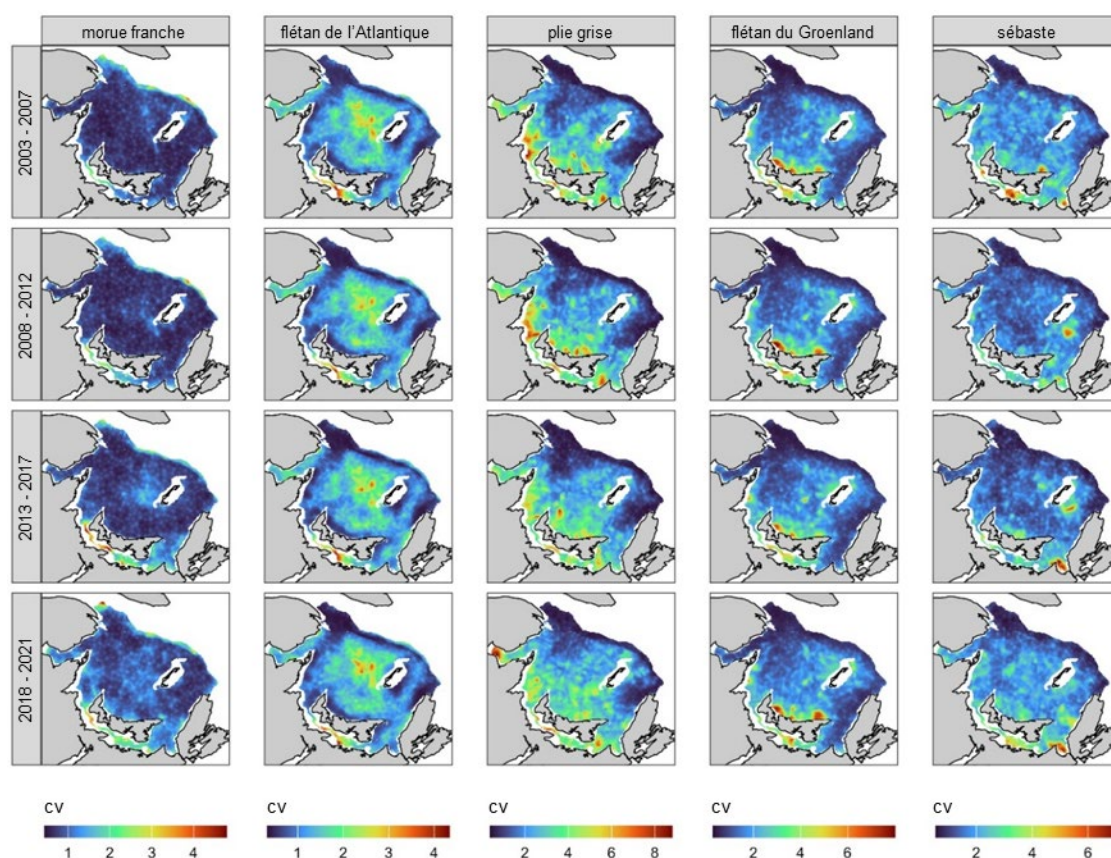


Figure A22 : Incertitude des relevés d'automne dans le sGSL dans les prévisions du modèle (coefficient de variation). Les légendes sont transformées en racine carrée. Les couleurs de la carte représentent les moyennes pour les périodes indiquées.

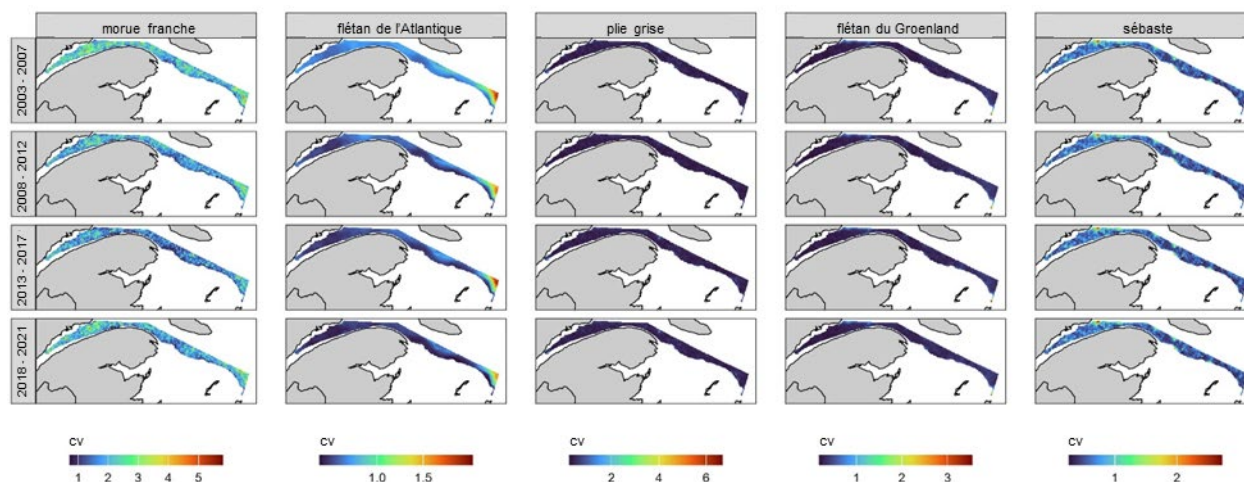


Figure A23 : Incertitude des relevés d'été dans le nGSL dans les prévisions du modèle (coefficient de variation). Les légendes sont transformées en racine carrée. Les couleurs de la carte représentent les moyennes pour les périodes indiquées.

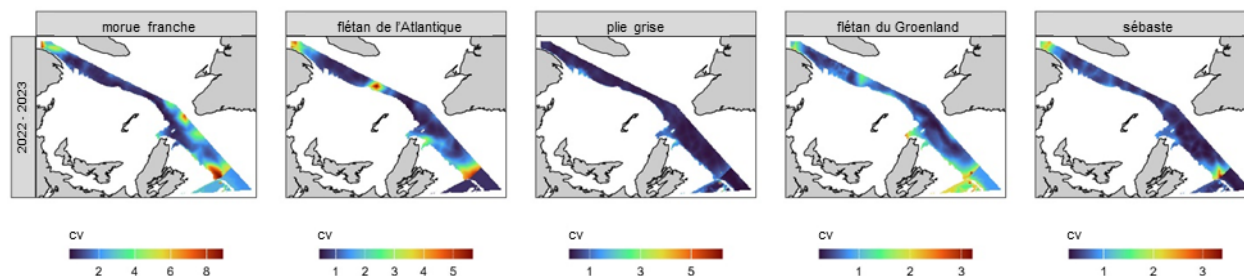


Figure A24 : Incertitude des relevés d'hiver dans les prévisions du modèle (coefficient de variation). Les légendes sont transformées en racine carrée. Les couleurs des cartes représentent les moyennes pour les années 2022 et 2023.

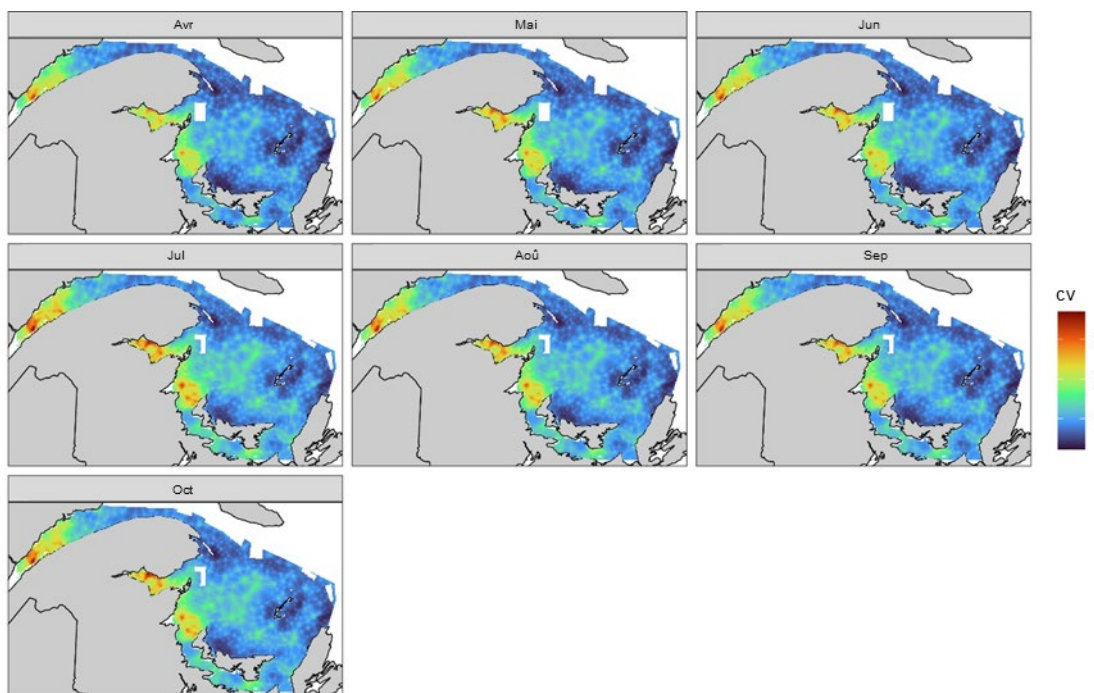


Figure A25 : Incertitude (coefficient de variation) dans les prévisions du modèle de la morue franche dans une pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO, d'après le modèle des débarquements. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

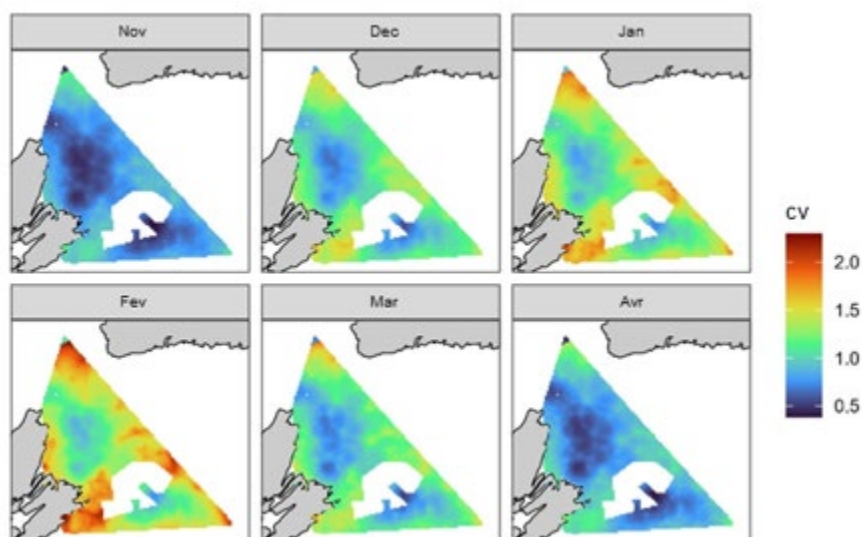


Figure A26 : Incertitude (coefficient de variation) dans les prévisions du modèle de la morue franche dans une pêche au flétan de l'Atlantique dans la sous-division 4Vn de l'OPANO, d'après le modèle des débarquements. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

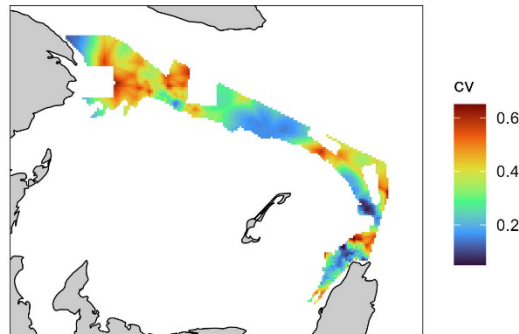


Figure A27 : Incertitude (coefficient de variation) dans le modèle de prises accessoires prédites de la morue franche dans une pêche de la plie grise dans la division 4T de l'OPANO d'après le modèle des débarquements. Les prévisions ont été faites sur une grille spatiale où la pêche dirigée de la plie grise est présumée être autorisée.

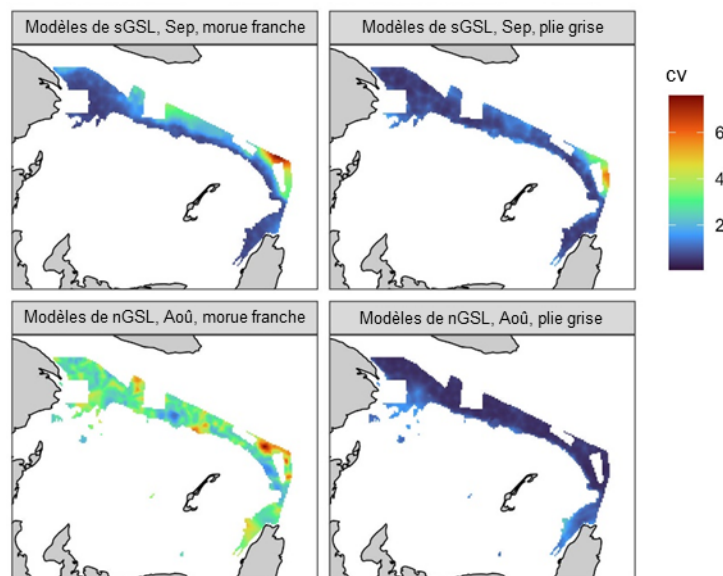


Figure A28 : Incertitude (coefficient de variation) dans les densités de prises prévues dans le modèle de morue franche (à gauche) et de plie grise (à droite) d'après les modèles de relevés par NR dans le sGSL (en haut) et le nGSL (en bas). Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée de la plie grise est autorisée. Les prévisions ont été calculées en utilisant les moyennes d'à partir de 2017.

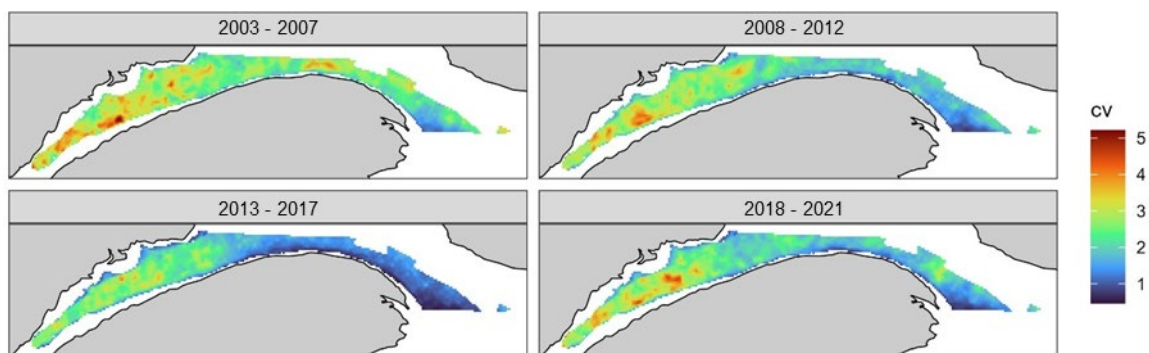


Figure A29 : Incertitude (coefficient de variation) dans les prises accessoires prédites du modèle de la morue franche dans une pêche au flétan de l'Atlantique dans la division 4T de l'OPANO, d'après le modèle des débarquements. Les prévisions ont été faites selon une grille spatiale où l'on suppose que la pêche dirigée du flétan du Groenland est permise.

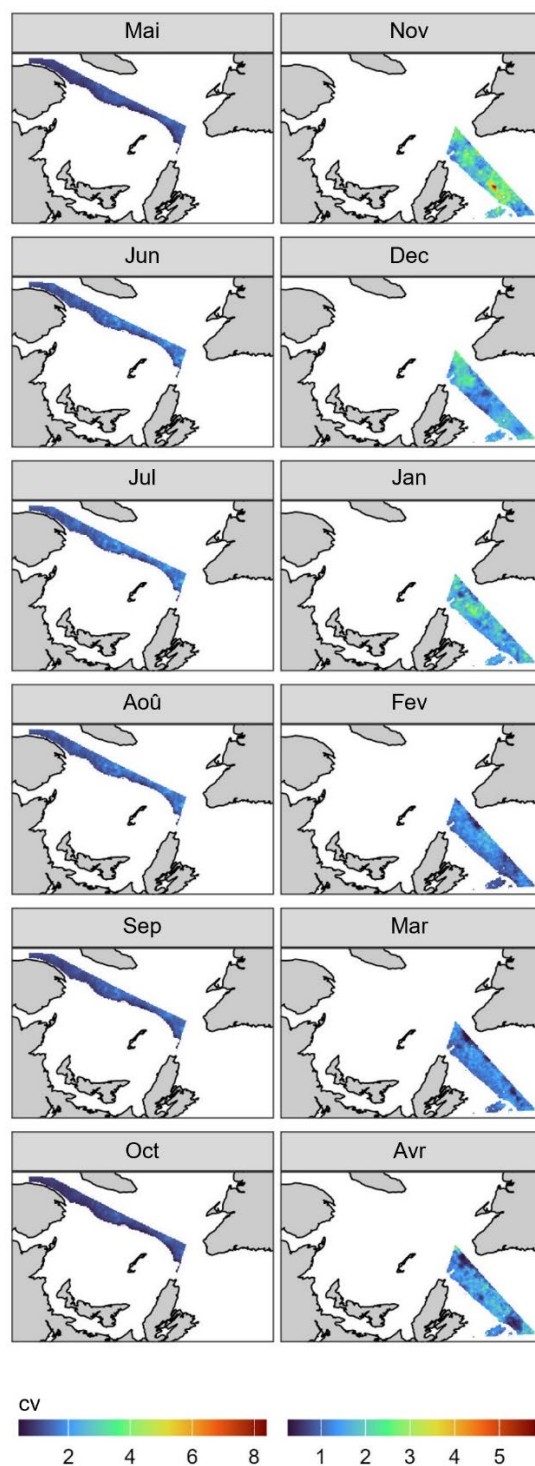


Figure A30 : Incertitude (coefficient de variation) dans les prises accessoires prédites du modèle de morue franche dans une pêche du sébaste dans la division 4T de l'OPANO (à gauche) et la sous-division 4Vn de l'OPANO (à droite) d'après les modèles des débarquements. On a calculé la moyenne des prédictions sur toutes les années.

ANNEXE 2

Aperçu des principales révisions apportées depuis la réunion du SCAS de février 2024

- Mise à jour du processus de sélection du modèle
- Mise à jour de l'équation 2
- Mise à jour de la référence bathymétrique pour les débarquements de flétan du Groenland (détails ci-dessous) et révision des avis scientifiques connexes dans un erratum à l'avis scientifique.

Révision de la référence bathymétrique

Au cours de la réunion du SCAS de février 2024 pour le plan de rétablissement de la morue franche dans la division 4TVn, il a été déterminé que la référence bathymétrique utilisée par le progiciel **gulf** était désuète ([GEBCO 2014](#)). Les profondeurs attribuées à la partie ouest de l'estuaire du Saint-Laurent, qui ont eu une incidence importante sur les données sur les débarquements de flétan du Groenland ainsi que sur la grille de prévision de la zone de pêche du flétan du Groenland, ont été particulièrement préoccupantes (Figure A31).

Pour répondre à ces préoccupations, nous avons appliqué une référence bathymétrique actualisée ([GEBCO 2023](#)) aux données sur les débarquements de flétan du Groenland et à la grille de prévision des zones de pêche du flétan du Groenland. À l'aide des données actualisées sur les débarquements, nous avons répété toutes les analyses associées en commençant par le contrôle de la qualité des données et la sélection du modèle, et nous avons fait des prédictions de modèles sur la grille de pêche mise à jour. Nous avons également fait des prévisions sur la grille de pêche actualisée à l'aide des modèles de relevé par NR dans le nGSL pour le flétan du Groenland et la morue franche. Le document précédent a été mis à jour pour tenir compte de ces changements.

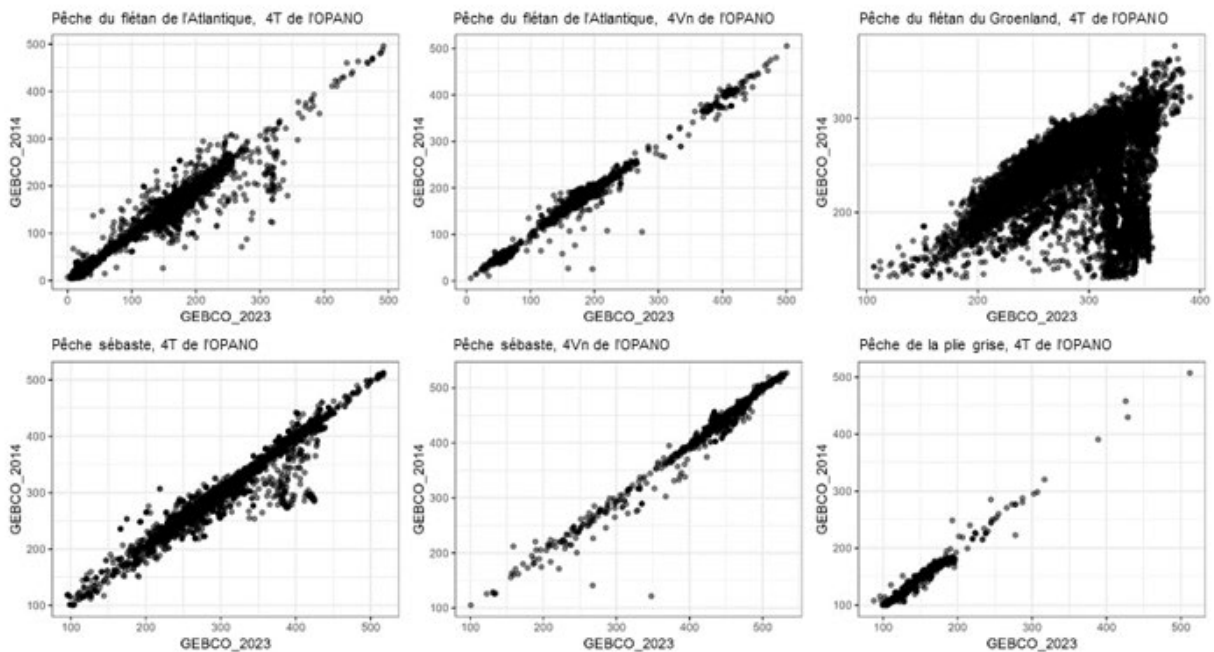


Figure A31 : Profondeurs attribuées aux coordonnées des données de débarquements à l'aide des références de GEBCO_2014 et de la bathymétrie GEBCO_2023.