



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Compte rendu 2024/044

Région des Maritimes

Compte rendu de l'examen par les pairs régional sur l'évaluation du crabe des neiges dans la région des Maritimes

Dates de la réunion : du 9 au 10 et le 20 mars 2023

Endroit : Institut océanographique de Bedford et plateforme virtuelle

Présidente : Tara McIntyre

Rapporteur : Daphne Themelis

Pêches et Océans Canada
Région des Maritimes
Case postale 1006
1, promenade Challenger
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Avant-propos

Le présent compte rendu a pour but de consigner les principales activités et discussions qui ont eu lieu au cours de la réunion. Il peut contenir des recommandations sur les recherches à effectuer, des incertitudes et les justifications des décisions prises pendant la réunion. Ce compte rendu peut aussi faire l'état de données, d'analyses ou d'interprétations passées en revue et rejetées pour des raisons scientifiques, en donnant la raison du rejet. Bien que les interprétations et les opinions contenues dans le présent document puissent être inexactes ou propres à induire en erreur, elles sont quand même reproduites aussi fidèlement que possible afin de refléter les échanges tenus au cours de la réunion. Ainsi, aucune partie du compte rendu ne doit être considérée en tant que reflet des conclusions de la réunion, à moins d'une indication précise en ce sens. De plus, un examen ultérieur de la question pourrait entraîner des changements aux conclusions, notamment si des renseignements supplémentaires pertinents, non disponibles au moment de la réunion, sont fournis par la suite. Finalement, dans les rares cas où des opinions divergentes sont exprimées officiellement, celles-ci sont également consignées dans les annexes du compte rendu.

Publié par :

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

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024

ISSN 2292-4264

ISBN 978-0-660-73687-7 N° cat. Fs70-4/2024-044F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Compte rendu de l'examen par les pairs régional sur l'évaluation du crabe des neiges dans la région des Maritimes ; du 9 au 10 et le 20 mars 2023. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2024/044

Also available in English:

DFO. 2024. *Proceedings of the Regional Peer Review of the Stock Assessment of Snow Crab in Maritimes Region; March 9-10 and 20, 2023.* DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2024/044.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	iv
INTRODUCTION	1
ÉVALUATION DU CRABE DES NEIGES.....	1
RAPPORTEUR : L. BENNETT	1
CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS	2
Présentateur : D. Brickman	2
PÊCHE DU CRABE DES NEIGES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET ÉVALUATION ..	2
Présentateurs : B. Cameron et J. Choi	2
20 MARS 2023 : TESTS EFFECTUÉS AVEC LE MODÈLE	5
Présentateur : J. Choi	5
ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE	6
ANNEXE B : LISTE DES PARTICIPANTS À LA RÉUNION.....	8
ANNEXE C : ORDRE DU JOUR.....	9
ANNEXE D : MESURES DE LA PERFORMANCE DU MODÈLE PRÉSENTÉES LE 20 MARS 2023	10

SOMMAIRE

La réunion d'examen régional par les pairs sur l'évaluation du crabe des neiges dans la région des Maritimes a eu lieu les 9 et 10 mars 2023 à l'Institut océanographique de Bedford, à Dartmouth (Nouvelle-Écosse), et virtuellement à l'aide de Microsoft Teams. La réunion a repris le 20 mars 2023 en réponse aux questions posées par les examinateurs concernant la performance du modèle. Comme l'indique le cadre de référence, les objectifs étaient les suivants : décrire l'état général des stocks de crabes des neiges de l'est de la Nouvelle-Écosse et de la division 4X à la fin de la saison de pêche 2022; faire rapport sur leur abondance relative et les taux d'exploitation relatifs pendant la saison de pêche 2022; évaluer les conséquences des divers niveaux de captures sur l'abondance des stocks pendant la saison de pêche 2023; faire rapport sur les prises accessoires d'espèces non ciblées dans le cadre de la saison de pêche 2022.

Les participants à la réunion étaient des représentants des Sciences et de la Gestion des ressources du ministère des Pêches et des Océans (MPO), de la province de Nouvelle-Écosse, de collectivités et d'organisations autochtones, de l'industrie de la pêche et d'organisations non gouvernementales, ainsi que des experts externes.

Ce compte rendu résume les présentations données, les discussions tenues et les conclusions tirées lors de la réunion. L'avis scientifique découlant de la réunion sera publié, lorsqu'il sera disponible, sur le [site web du Secrétariat canadien des avis scientifiques \(SCAS\) du MPO](#).

INTRODUCTION

Le crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*, *O. Fabricius*) est une espèce subarctique présente dans les eaux qui s'étendent du nord du Labrador aux environs du golfe du Maine. Depuis l'effondrement des stocks de poisson de fond à la fin des années 1980 et au début des années 1990, le crabe des neiges est devenu un macro-invertébré dominant dans l'écosystème du plateau néo-écossais. On l'observe en grand nombre sur des substrats meubles, à des profondeurs allant de 60 à 280 m et à des températures généralement inférieures à 6 °C. Le crabe des neiges du plateau néo-écossais se situe à la limite méridionale de sa répartition spatiale dans l'Atlantique Nord-Ouest.

La pêche du crabe des neiges sur le plateau néo-écossais est pratiquée depuis le début des années 1970, et ce, toute l'année selon la zone de pêche du crabe (ZPC). En 2005, de nombreuses zones et sous-zones de pêche du crabe ont été fusionnées, donnant ainsi naissance à la division du nord-est de la Nouvelle-Écosse (anciennes ZPC 20 à 22), à la division du sud-est de la Nouvelle-Écosse (anciennes ZPC 23 et 24) et à la division 4X de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO).

À l'appui de la pêche, la Direction de la gestion des pêches de la région des Maritimes de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences du MPO d'évaluer l'état de la ressource en vue de la prochaine saison de pêche. La dernière réunion de consultation scientifique sur le crabe des neiges a eu lieu en février 2020. Depuis, des mises à jour de l'état des stocks ont été effectuées pour fournir des avis scientifiques.

Voici les objectifs de la réunion de consultation scientifique :

- décrire l'état général des stocks de crabes des neiges de l'est de la Nouvelle-Écosse et de la division 4X à la fin de la saison de pêche 2022;
- faire rapport sur leur abondance relative et les taux d'exploitation relatifs pendant la saison de pêche 2022;
- évaluer les conséquences des divers niveaux de captures sur l'abondance des stocks et les taux d'exploitation pendant la saison de pêche 2023;
- faire rapport sur les prises accessoires d'espèces non ciblées dans le cadre de la saison de pêche 2022 et déterminer tout changement notable dans la présence des espèces capturées comme prises accessoires par rapport aux années précédentes.

La réunion a repris le 20 mars 2023 pour discuter des effets de l'application de différentes hypothèses sur la performance du modèle d'évaluation.

Le cadre de référence de la réunion figure à l'annexe A. Les participants à la réunion étaient des représentants des Sciences et de la Gestion des ressources du MPO, de la province de Nouvelle-Écosse, de collectivités et d'organisations autochtones, de l'industrie de la pêche et d'organisations non gouvernementales, ainsi que des experts externes (annexe B). La réunion s'est tenue virtuellement (à l'aide de Microsoft Teams) et en personne à l'Institut océanographique de Bedford, à Dartmouth (Nouvelle-Écosse), les 9 et 10 mars 2023 (voir l'ordre du jour à l'annexe C). La réunion a repris le 20 mars 2023 pour discuter des tests effectués et de la performance du modèle; les résultats sont présentés à l'annexe D.

ÉVALUATION DU CRABE DES NEIGES

RAPPORTEUR : L. BENNETT

La présidente, T. McIntyre, commence par se présenter, puis présente les trois examinateurs (Adam Cook, Brad Hubley et Andrew Harbicht). Elle invite les participants à

se présenter et à indiquer leur affiliation. Elle décrit ensuite brièvement le processus d'examen par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) et l'utilisation des principes et lignes directrices des avis scientifiques pour l'efficacité gouvernementale. La réunion est tenue virtuellement au moyen de la plateforme Microsoft Teams; des conseils sur son utilisation efficace sont fournis. Le cadre de référence présentant les objectifs précis de la réunion et l'ordre du jour des deux jours font l'objet d'un examen.

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS

Présentateur : D. Brickman

Les conditions du milieu physique dans le golfe du Saint-Laurent et sur le plateau néo-écossais en 2022 sont examinées et présentées dans le contexte des séries chronologiques historiques. Les données présentées comprennent les températures de l'air, les températures à la surface et au fond de l'océan, ainsi que les volumes de glace de mer. Les anomalies salines chaudes provenant de l'interaction entre le Gulf Stream et le courant du Labrador à la queue des Grands Bancs se propagent d'est en ouest le long des bordures des plateaux et pénètrent sur les plateaux par des chenaux profonds. Au cours de la dernière décennie, ces anomalies salines chaudes ont dominé, expliquant la tendance au réchauffement des températures au fond. Les températures de l'air ont eu tendance à augmenter, la glace de mer a diminué et les températures de surface de la mer étaient bien supérieures à la normale. Les températures au fond ont tendance à augmenter depuis 2005 et l'année 2022 affiche les valeurs les plus élevées jusqu'à maintenant.

Un participant demande des précisions sur le terme « concept contrefactuel ». On explique que le modèle prédit les conditions en fonction d'une concentration de CO₂ préindustrielle fixe. Puisque les simulations au moyen du modèle climatique et du modèle contrefactuel sont identiques, à l'exception de l'aspect forcé des changements climatiques, la différence peut être attribuée sans équivoque aux changements climatiques.

PÊCHE DU CRABE DES NEIGES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET ÉVALUATION

Présentateurs : B. Cameron et J. Choi

Le nombre de casiers levés a diminué dans toutes les zones de pêche en 2022 par rapport à l'année précédente. Les débarquements ont augmenté dans la division du nord-est de la Nouvelle-Écosse et diminué dans les divisions du sud-est de la Nouvelle-Écosse et 4X par rapport à l'année précédente. La majorité des crabes des neiges débarqués provenaient de la pêche côtière. On précise que la pêche côtière n'a pas été privilégiée en raison de l'insuffisance des crabes au large, mais plutôt en raison du carburant; il était plus économique d'effectuer de nombreux petits trajets. En outre, le total autorisé des captures (TAC) a été atteint avant l'ouverture des zones au large. Les secteurs de pêche de la crevette (zones fermées à la pêche du crabe des neiges pour permettre l'accès aux navires pêchant la crevette au chalut) qui se trouvent sur la ligne des ZPC 23 et 24 ont été fermés au début de la saison.

La couverture des sorties de pêche commerciale par des observateurs en mer a été faible. On s'attendait à un plus grand nombre de trajets observés dans la division du nord-est de la Nouvelle-Écosse, où les pêcheurs effectuent principalement des sorties d'une journée, que dans les divisions 4X et du sud-est de la Nouvelle-Écosse où les pêcheurs effectuent des sorties de plusieurs jours. La pêche se déroule rapidement et il est difficile d'atteindre l'objectif d'observation en mer. Il n'y a que quelques observateurs en mer formés qui sont disponibles au début de la saison, et la pêche se déroule trop rapidement pour permettre la formation d'autres observateurs en mer.

Un participant demande si les sorties observées sont réparties entre les saisons du printemps et de l'été. L'assignation des observateurs en mer est aléatoire. Il y a peu de sorties pendant lesquelles des crabes à carapace molle peuvent être observés. Il est nécessaire de mieux répartir la couverture par les observateurs en mer parce qu'elle n'est pas représentative de la pêche. Pour utiliser les données à des fins d'application de la loi ou d'avis scientifique, la couverture doit être augmentée et priorisée. Aux niveaux actuels, elle est uniquement accessoire et n'est pas utile pour la formulation d'avis.

Un participant pose une question sur la classification des crabes selon la condition de la carapace (CC), en particulier sur les critères utilisés par les observateurs en mer pour classer les crabes dans la catégorie CC5 (preuve d'une maladie de la carapace). Il s'agit d'une classification subjective par les observateurs en mer et les transformateurs ne classent pas les crabes de cette manière.

Environ 83 stations sur les 387 prévues n'ont pas été échantillonnées lors du relevé de 2022 en raison de problèmes mécaniques du navire. Les stations non échantillonnées étaient situées dans l'habitat côtier privilégié du crabe des neiges. L'échantillonnage détaillé du crabe des neiges a diminué de moitié environ dans le nord-est de la Nouvelle-Écosse, et seule la moitié des crabes des neiges capturés étaient de taille réglementaire. Dans le sud-est de la Nouvelle-Écosse, la partie côtière du relevé n'a pas été prise en compte. Un participant demande si les crabes âgés étaient plus susceptibles d'être présents là où l'échantillonnage a eu lieu en 2022. On ne dispose pas de suffisamment d'information pour savoir si la diminution de l'échantillonnage a entraîné un biais, car la répartition moyenne des crabes des neiges matures peut varier considérablement d'une année à l'autre.

Un participant demande si les températures moyennes ont été calculées aux stations qui ont été régulièrement échantillonnées dans le cadre du relevé. Elles n'ont pas été calculées, mais on pourrait le faire pour s'assurer que les mêmes zones sont comparées. Un participant demande si l'une ou l'autre des stations des relevés de 2021 et 2022 avait été échantillonnée à la même période de l'année. Dans la mesure du possible, on tente de procéder à l'échantillonnage à la même période de l'année.

Le recrutement a été évalué à l'aide d'histogrammes de la fréquence des tailles dans la population de crabes des neiges mâles. Les données ont été utilisées pour un sous-ensemble de stations situées à moins de cinq kilomètres des stations échantillonnées en 2022. Les distributions globales sont similaires.

Les données de relevé indiquent une population persistante dans le sud-est de la Nouvelle-Écosse qui est alimentée par le recrutement. La composante femelle de la population se porte bien dans la division 4X. La répartition spatiale des femelles matures peut varier chaque année.

Le rapport des sexes est faussé par le plan d'échantillonnage et l'engin utilisé. Les crabes femelles de petite taille sont difficiles à capturer avec un chalut, et le relevé semble privilégier les crabes mâles de grande taille. Une carte de la densité des crabes matures présente un nombre élevé de points sans information; par exemple, la limite méridionale de la division 4X. La comparaison des données de 2021 et 2022 donne à penser que les femelles vieillissent et meurent et qu'il y a une perte de femelles immatures.

Une approche bayésienne permet de fournir des estimations de la biomasse en 2021. L'indice de la biomasse montre une contraction progressive de 2020 à 2022. Le modèle prédit les données manquantes et il fournit une distribution a posteriori et des estimations d'erreur. Un participant demande si les points chauds ont été vérifiés par rapport aux données des journaux de bord. Cela pourrait être fait, bien que le moment du relevé diffère de celui de la pêche. Une recommandation de recherche est formulée pour que l'on étudie ce qu'il faut faire avec les années où il manque des données de relevé, c'est-à-dire comment interpréter les différences d'interpolation.

Les examinateurs expriment des inquiétudes quant au relevé de 2020 manquant et à la prestation d'un avis pour 2023 fondé sur le relevé incomplet de 2022 où certaines des zones les plus importantes de la biomasse commerciale n'ont pas été échantillonnées. Ils sont également préoccupés par les covariables, la biomasse et la manière dont le modèle traite les données manquantes. Ils demandent aux présentateurs de fournir une validation croisée des résultats du modèle pour voir s'ils sont biaisés à la hausse ou à la baisse. Cela pourrait se faire en comparant des données de 2021 et 2022, même s'il n'y a pas de stationnarité entre les deux années. Il s'agirait d'un test similaire à celui du modèle conditionnel, autorégressif et spatiotemporel effectué en 2020, lorsqu'il n'y a pas eu de relevé.

Un examinateur s'inquiète du fait que l'énoncé selon lequel la répartition s'est contractée n'a pas été validé. Il n'est pas clair si la contraction observée peut être due à des données de relevé manquantes et au fait que le modèle fait des prédictions pour les espaces sans valeurs observées. La biomasse n'a peut-être pas diminué.

Il est suggéré d'utiliser d'autres renseignements pour que l'on puisse se fier à la performance du modèle, par exemple les données des journaux de bord. Il est également suggéré de tester et de valider le modèle (examiner les résultats et la robustesse du modèle par rapport aux données et la manière dont il traite les données manquantes). Des inquiétudes sont exprimées quant au manque d'information recueillie par des observateurs en mer et aux lacunes dans la couverture du relevé au cours des trois ou quatre dernières années.

Un examinateur exprime des inquiétudes concernant les covariables et la biomasse. Il demande comment le modèle traite les données manquantes.

Un participant demande si l'exploitation illégale peut être abordée. Il s'agit d'une mesure de suivi que le Marine Stewardship Council a demandée au MPO.

La couverture par les observateurs en mer est insuffisante pour fournir de l'information sur le niveau de capture d'espèces non ciblées pendant la pêche du crabe des neiges. Il s'agit du quatrième objectif de la réunion.

La présidente demande que les présentateurs fournissent des résultats de tests sur la façon dont le modèle traite les données manquantes. Il faudrait entreprendre une validation croisée du modèle en supprimant une autre année ou une partie des données similaires à celles manquantes en 2022 et en évaluant les prédictions du modèle. On demande aux présentateurs de présenter quelques résultats des différentes covariables et d'expliquer leur ajustement avec les prédictions. Il faut examiner les résultats du modèle sans les composantes spatiales (prédictions sans effets aléatoires) et examiner la tendance au fil du temps.

Les participants conviennent que les résultats de ces analyses seront présentés au groupe le 20 mars 2023.

20 MARS 2023 : TESTS EFFECTUÉS AVEC LE MODÈLE

Présentateur : J. Choi

Un examen de la qualité de l'ajustement est présenté. Le responsable de l'évaluation a examiné différentes composantes afin de déterminer la variable la plus importante pour expliquer la biomasse. La profondeur est la plus importante; la composante spatiale a une importance faible et la composante temporelle, une importance relativement élevée.

La capacité de prédiction du modèle a été testée par l'examen des valeurs a posteriori. Il s'agit de résultats positifs montrant que le modèle peut produire des prédictions.

Trois scénarios sont présentés. Dans le scénario 1, l'année 2015 est choisie comme état moyen. La densité moyenne des crabes était un peu plus faible, mais la variabilité était plus élevée.

L'un des examinateurs indique que cela donne une certaine confiance dans la façon dont le modèle fonctionne. On demande si le poids moyen pouvait être modélisé de façon séparée plutôt qu'en le convertissant en biomasse. Les deux autres examinateurs sont également satisfaits, notant que le scénario montre que les prédictions du modèle sont plus prudentes que les observations.

Pour le scénario 2, un examinateur note qu'il est rassurant de constater l'importance de la température dans la division 4X, mais se dit surpris par l'importance de la profondeur. Le processus modélisé détermine la biomasse dans toutes les divisions de la même manière, mais la température dans la division 4X est à l'origine de certains changements. Le présentateur note que cette division a été dominée par des vagues de recrutement au début des années 2000. Ces vagues se sont déplacées dans le système, mais on peut constater que les effets résultants sont différents dans les zones délimitées par des eaux chaudes. Dans les zones centrales, la profondeur et la température sont confondues.

Un examinateur demande pourquoi le modèle prévoit une biomasse globale plus faible pour 2020. Il est possible qu'il y ait eu des incursions d'eau chaude. Il n'y a pas de valeurs observées pour 2020, mais il semble que la forte densité soit liée à un meilleur habitat. Les résultats du modèle sont déterminés par les covariables de 2019 et 2021.

Le scénario 3 produit des prédictions extrêmement variables lorsque l'on supprime les processus spatiaux locaux. Le résultat final est une vue très lissée de la biomasse. La température et la composition des espèces ont un effet important sur la biomasse. Les caractéristiques générales de l'effet temporel sont toujours visibles. La structure de la modélisation reflète la dynamique globale du système.

Les examinateurs sont d'avis que le modèle décrit les processus à l'origine de la biomasse du crabe des neiges. Le modèle semble robuste aux points manquants et n'est pas susceptible de prédire la biomasse en dehors de ce qui est attendu. Voir l'annexe D pour obtenir les renseignements supplémentaires présentés le 20 mars 2023 en réponse aux questions des examinateurs.

ANNEXE A : CADRE DE RÉFÉRENCE

Évaluation du crabe des neiges dans la région des Maritimes

Processus de consultation scientifique régional – Région des Maritimes

Les 9 et 10 mars 2023

Dartmouth (Nouvelle-Écosse) et Microsoft Teams

Présidente : Tara McIntyre

Contexte

Le crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*, *O. Fabricius*) est une espèce subarctique présente dans les eaux qui s'étendent du nord du Labrador aux environs du golfe du Maine. Depuis l'effondrement des stocks de poisson de fond à la fin des années 1980 et au début des années 1990, le crabe des neiges est devenu un macro-invertébré dominant dans l'écosystème du plateau néo-écossais. On l'observe en grand nombre sur des substrats meubles, à des profondeurs allant de 60 à 280 m et à des températures généralement inférieures à 6 °C. Le crabe des neiges du plateau néo-écossais se situe à la limite méridionale de sa répartition spatiale dans l'Atlantique Nord-Ouest.

La pêche du crabe des neiges sur le plateau néo-écossais est pratiquée depuis le début des années 1970, et ce, toute l'année selon la zone de pêche du crabe (ZPC). En 2005, de nombreuses zones et sous-zones de pêche du crabe ont été fusionnées, donnant ainsi naissance à la division du nord-est de la Nouvelle-Écosse (anciennes ZPC 20 à 22), à la division du sud-est de la Nouvelle-Écosse (anciennes ZPC 23 et 24) et à la division 4X de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO).

À l'appui de la pêche, la Direction de la gestion des pêches de la région des Maritimes de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences du MPO d'évaluer l'état de la ressource en vue de la prochaine saison de pêche. La dernière réunion de consultation scientifique sur le crabe des neiges a eu lieu en février 2020. Depuis, des mises à jour de l'état des stocks ont été effectuées pour fournir des avis scientifiques.

Objectifs

Voici les objectifs de la réunion de consultation scientifique :

- décrire l'état général des stocks de crabes des neiges de l'est de la Nouvelle-Écosse et de la division 4X à la fin de la saison de pêche 2022;
- faire rapport sur leur abondance relative et les taux d'exploitation relatifs pendant la saison de pêche 2022;
- évaluer les conséquences des divers niveaux de captures sur l'abondance des stocks et les taux d'exploitation pendant la saison de pêche 2023;
- faire rapport sur les prises accessoires d'espèces non ciblées dans le cadre de la saison de pêche 2022 et déterminer tout changement notable dans la présence des espèces capturées comme prises accessoires par rapport aux années précédentes.

Publications attendues

- Avis scientifique

Participants

- Sciences du MPO
- Gestion des ressources du MPO
- Collectivités et organisations autochtones

-
- Industrie de la pêche
 - Représentant provincial
 - Organisations non gouvernementales
 - Autres experts invités

ANNEXE B : LISTE DES PARTICIPANTS À LA RÉUNION

Nom	Affiliation
Anderson, Bob	Zone de pêche du crabe 24, sud-est de la Nouvelle-Écosse
Bennett, Lottie	MPO, Sciences – région de la capitale nationale
Boudreau, Ginny	Guysborough Co. Inshore Fishermen's Association
Brickman, David	MPO, Sciences – région des Maritimes
Cameron, Brent	MPO, Sciences – région des Maritimes
Cassista-DaRos, Manon	MPO, Sciences – région des Maritimes
Choi, Jae	MPO, Sciences – région des Maritimes
Clancey, Lewis	Ministère des Pêches et de l'Aquaculture de la Nouvelle-Écosse
Clarke-Doherty, Leisha	MPO, Gestion des ressources – région des Maritimes
Cook, Adam	MPO, Sciences – région des Maritimes
Cormier, Paul	Division du nord-est de la Nouvelle-Écosse
Couture, John	Océans Nord
Crouse, Rick	Pisces Consulting
Denny, Leonard	Eskasoni Fish & Wildlife Commission/Crane Cove Seafoods
d'Entremont, Dennis	Zone de pêche du crabe 24, sud-est de la Nouvelle-Écosse
Doucette, Charles	Première Nation de Potlotek
Glass, Amy	MPO, Sciences – région des Maritimes
Gould, Bobby	Waycobah Fisheries
Harbicht, Andrew	MPO Sciences – région du Golfe
Harris, Lei	MPO, Sciences – région des Maritimes
Hayman, Tim	MPO, Gestion des ressources – région des Maritimes
Hubley, Brad	MPO, Sciences – région des Maritimes
Kehoe, Andrew	Zone de pêche du crabe 24, sud-est de la Nouvelle-Écosse
Langille, Janet	MPO, Gestion des ressources – région des Maritimes
MacDonald, Gordon	Zone de pêche du crabe 23, sud-est de la Nouvelle-Écosse
MacDonald, Raphael	Université Dalhousie
MacMullin, Neil	Crab Fishermen's Association
Martin, Tim	Conseil autochtone de la Nouvelle-Écosse
McIntyre, Tara	MPO, Sciences – région des Maritimes
Mombourquette, Greg	Zone de pêche du crabe 24
Nicholas, Hubert	Première Nation de Membertou/pêche
Paul, Tyson	Institut de ressources naturelles Unama'ki
Penny, Lorne	MPO, Gestion des ressources – région des Maritimes
Risser, Winifred (Junior)	Division 4X

ANNEXE C : ORDRE DU JOUR

Jour 1 – 9 mars

9 h à 9 h 30	Accueil et présentations (présidente)
9 h 30 à 10 h (David Brickman)	Conditions océanographiques sur le plateau néo-écossais
10 h à 10 h 30	Pêche du crabe des neiges en 2022 (Brent Cameron)
10 h 30 à 10 h 45	Pause santé
10 h 45 à 12 h (Jae Choi)	Évaluation du crabe des neiges du plateau néo-écossais
12 h à 13 h	Dîner
13 h à 14 h	Examen par les examinateurs
14 h à 14 h 45	Discussion générale
14 h 45 à 15 h	Pause santé
15 h à 16 h	Examen de l'avis scientifique

Jour 2 – 10 mars

9 h à 9 h 15	Récapitulation de la première journée
9 h 15 à 10 h 15	Poursuite de l'examen de l'avis scientifique
10 h 15 à 10 h 30	Pause santé
10 h 30 à 12 h	Poursuite de l'examen de l'avis scientifique

Séance levée – reprise le 20 mars 2023

ANNEXE D : MESURES DE LA PERFORMANCE DU MODÈLE PRÉSENTÉES LE 20 MARS 2023

Étant donné que nous examinerons différents scénarios, commençons par qualifier les solutions par défaut présentées lors du processus de consultation scientifique régional comme étant le scénario 0 (ensemble de données complet).

Les paramètres de base estimés et les composantes de la variance pour l'abondance numérique sont présentés dans le tableau S0.1. La profondeur (z) est la composante de la variance la plus importante. Dans l'ensemble, les vérifications prédictives a posteriori suggèrent une performance raisonnable (figures S0.1 à S0.3, tableaux S0.1 à S0.3).

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles la validation croisée n'est pas utilisée et on utilise plutôt des critères plus traditionnels (asymptotiques) et des vérifications prédictives visuelles a posteriori. Tout d'abord, l'ajustement d'un modèle unique et la simulation a posteriori à partir de distributions conjointes nécessitent 18 heures et de 15 à 20 Go d'espace de stockage.

Une validation croisée exhaustive n'est pas réalisable d'un point de vue opérationnel, simplement pour des raisons de temps. D'un point de vue philosophique, contrairement aux méthodes du maximum de vraisemblance centrées sur un point ou aux méthodes d'optimisation ponctuelle qui peuvent très facilement se retrouver « coincées » dans de multiples sous-optima locaux, les méthodes bayésiennes explorent, en théorie, la distribution conjointe complète de l'espace des paramètres et fournissent des distributions a posteriori qui expriment cette variabilité. La validation croisée est particulièrement utile dans le premier cas en raison de son objectif d'optimisation ponctuelle.

Dans ce dernier cas, la validation croisée (VC) va à l'encontre du but en restreignant l'espace des paramètres et en réduisant l'inférence globale sur la mesure dans laquelle les données soutiennent le modèle et la compréhension de la distribution en la limitant. Cela n'est pas important s'il y a une surabondance de données, comme dans de nombreux problèmes d'apprentissage automatique, mais lorsque les données sont limitées, cela peut modifier de manière significative l'aspect du paysage des paramètres conjoints.

Tableau S0.1 Estimation des paramètres relatifs à l'abondance numérique à valeur positive. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
Point d'intersection	1 479,56099	376,00185	25,41
ET temps	0,31206	0,08658	27,74
ET cyclique	0,56676	0,19510	34,42
ET t	0,16822	0,10708	63,65
ET z	1,12992	0,41555	36,78
ET pca1	0,00000	0,00000	4,68
ET pca2	0,06075	0,04653	76,60
ET espace	0,69260	0,02900	4,19
ET espace-temps	0,53392	0,01916	3,59
Rho temps	0,79639	0,09420	11,83
GroupRho espace-temps	0,64295	0,04134	6,43
Phi espace	0,02676	0,03316	123,92
Phi espace-temps	0,07568	0,02907	38,42
Surdispersion	4,71389	0,34219	7,26
Pearson = 0,89; Spearman = 0,89; Critère d'information de déviation = 35 195; WAIC = 35 164; waic_p_eff = 1 709; vraisemblance marginale = - 7 749.65; n = 5 815			

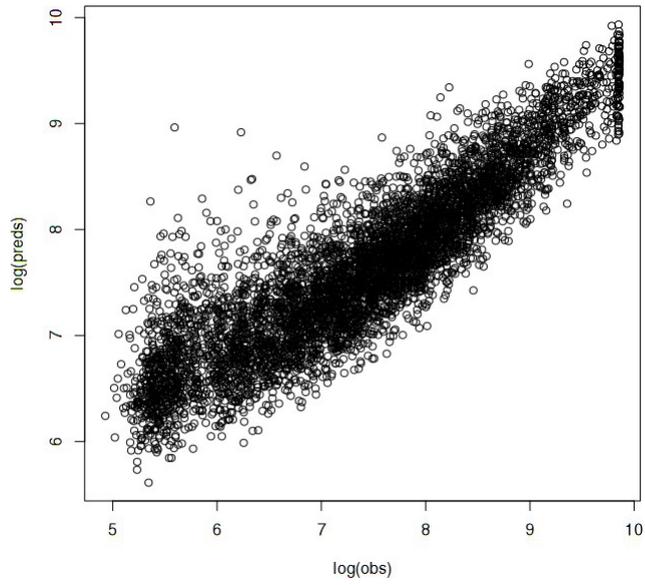


Figure S0.1 Vérification prédictive des valeurs a posteriori (abondance numérique).

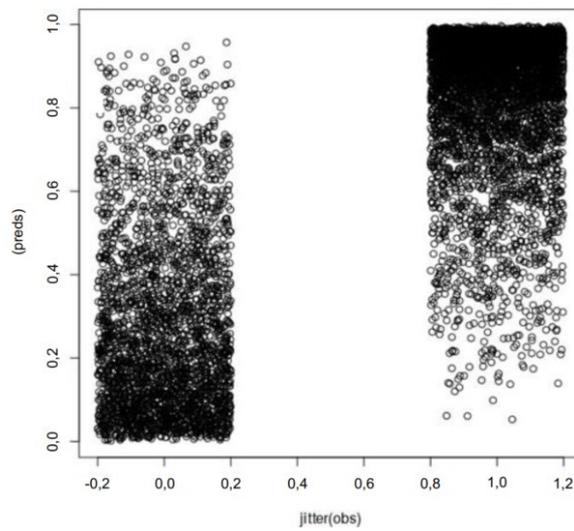


Figure S0.2 Vérification prédictive des valeurs a posteriori (probabilité de valeur positive). L'axe des x a été bruité.

Tableau S0.2 Estimation des paramètres relatifs à la probabilité d'observer une valeur positive. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
Point d'intersection	0,6577	0,06461	9,82
ET temps	0,6367	0,07630	11,98
ET cyclique	0,1938	0,06952	35,88
ET t	0,4207	0,12230	29,07
ET z	4,5975	1,11403	24,23
ET pca1	0,2421	0,07850	32,43
ET pca2	0,1653	0,05738	34,71
ET espace	1,9881	0,12260	6,17
ET espace-temps	1,2116	0,10887	8,99
Rho temps	0,6513	0,10862	16,68
GroupRho espace-temps	0,8559	0,03568	4,17
Phi espace	0,1084	0,006610	61,00
Phi espace-temps	0,1144	0,05800	50,69

Pearson = 0,8157; Spearman = 0,766; Critère d'information de déviation = 6 607; WAIC = 6 468; waic_p_eff = 796; vraisemblance marginale = -7 057; n = 8 655

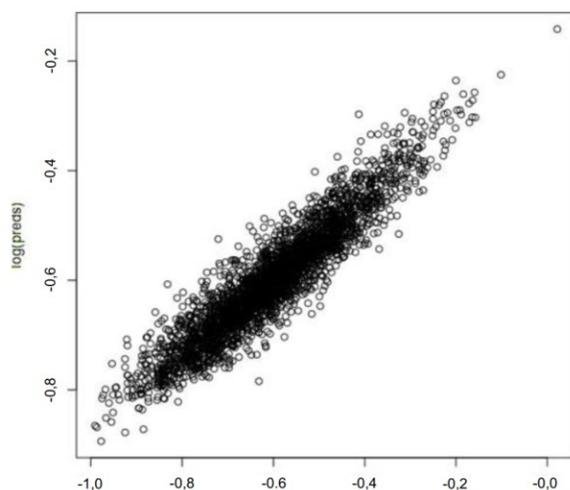


Figure S0.3. Vérification prédictive des valeurs a posteriori (masse corporelle moyenne).

Tableau S0.3 Estimation des paramètres relatifs à la masse corporelle moyenne. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
Point d'intersection	0,54397	0,19166	35,23
ET observations gaussiennes	0,04453	0,00091	2,04
ET temps	0,19753	0,07630	16,42
ET cyclique	0,00881	0,00102	11,62
ET t	0,00078	0,00029	37,09
ET z	0,16476	0,07517	45,62
ET pca1	0,00413	0,00337	81,72
ET pca2	0,1653	0,05738	20,81
ET espace	0,03639	0,00173	4,76
ET espace-temps	0,05468	0,00172	3,14
Rho temps	0,99699	0,00090	0,09
GroupRho espace-temps	0,73233	0,01517	2,07
Phi espace	0,51236	0,05272	10,29
Phi espace-temps	0,12167	0,01186	9,75
Pearson = 0,936; Spearman = 0,929; critère d'information de déviation = 9 232; WAIC = 9 269; waic_eff = 1 141; vraisemblance marginale = 14 701; n = 3 169			

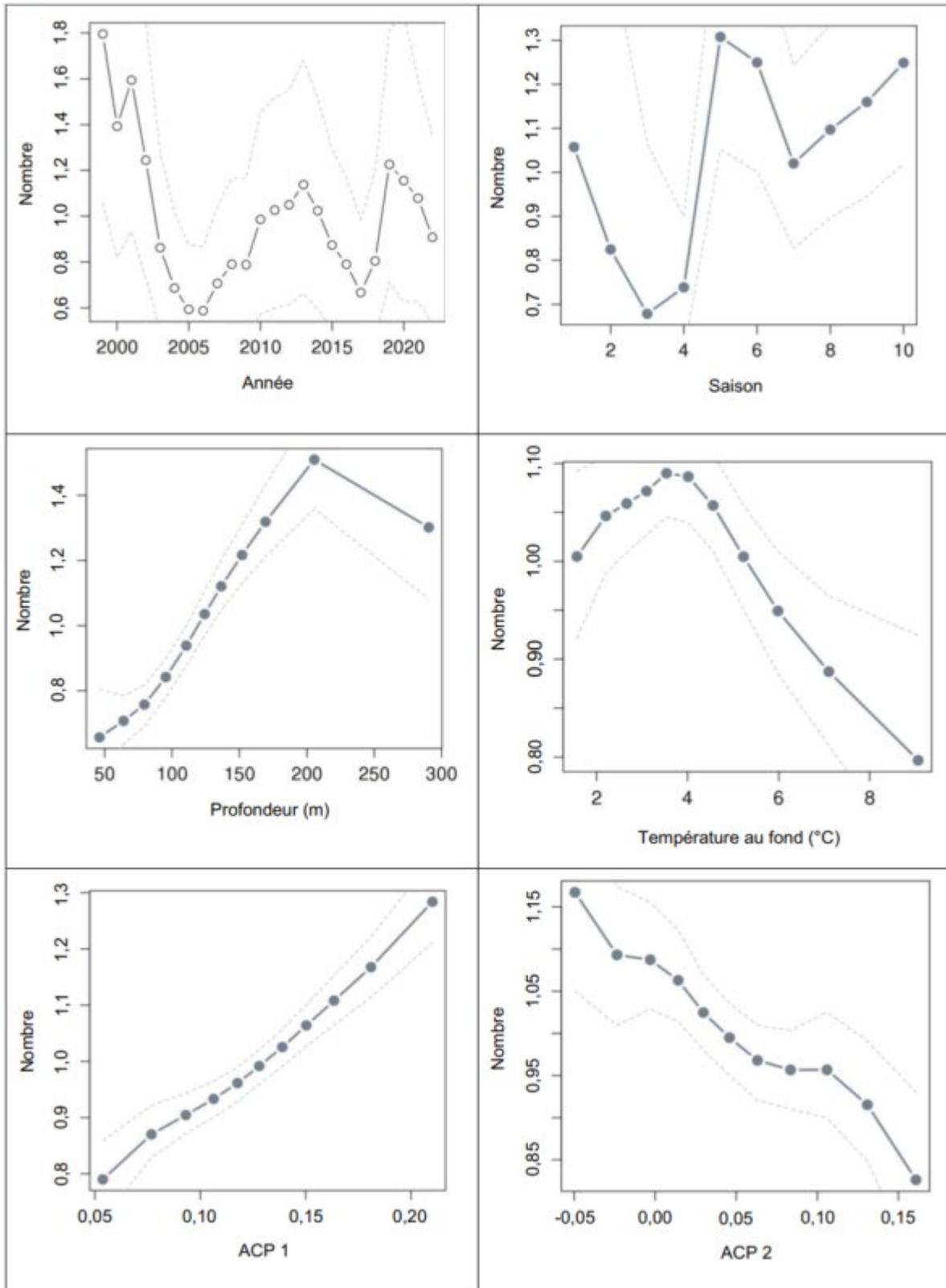


Figure S0.4 Effets des covariables pour le scénario 0. L'intervalle de confiance à 95 % est également indiqué.

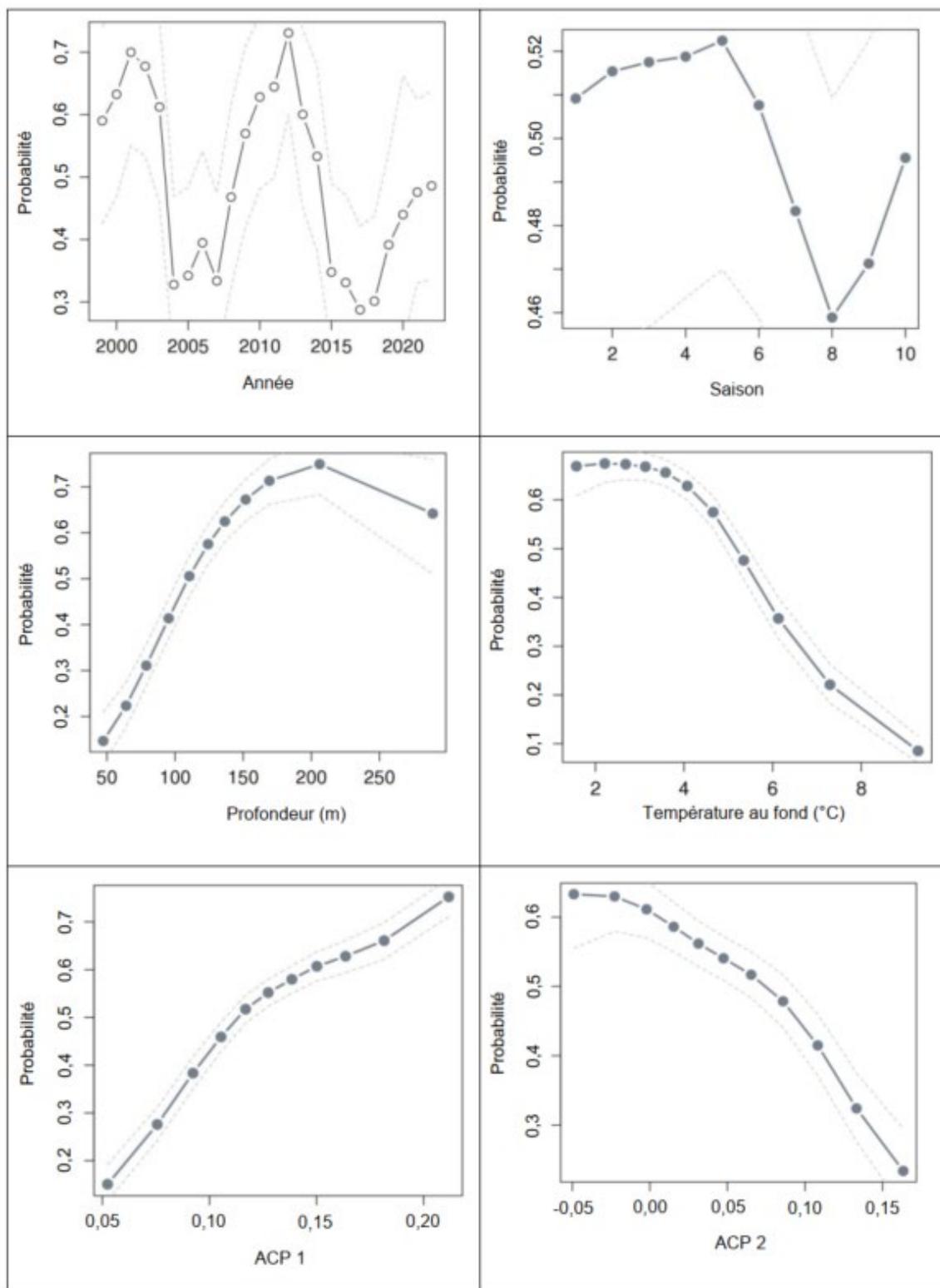


Figure S0.5 Effets des covariables pour le scénario 0 sur la présence et l'absence. L'intervalle de confiance à 95 % est également indiqué.

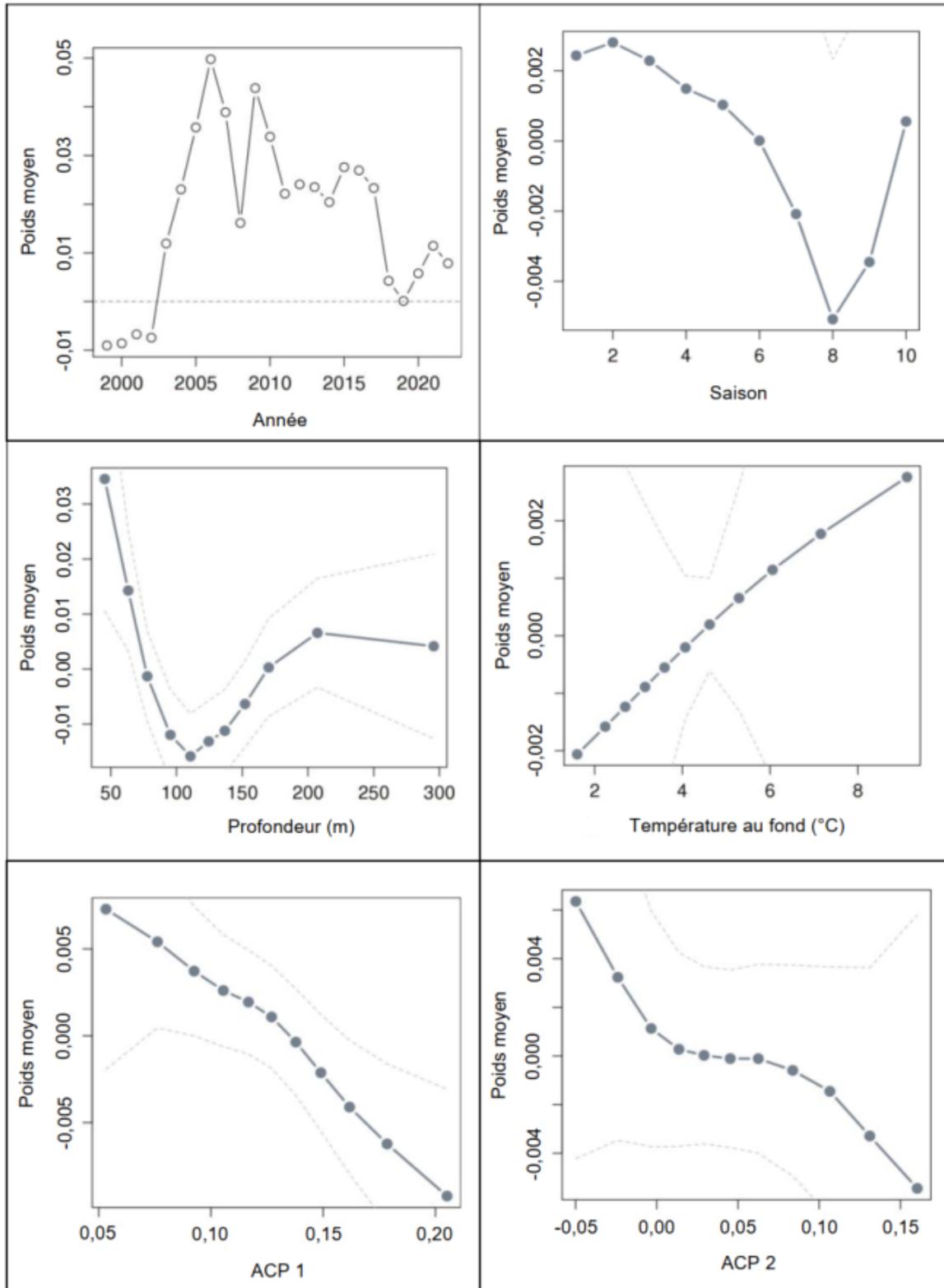


Figure S0.6 Effets des covariables du scénario 0 sur le poids moyen. L'intervalle de confiance à 95 % est également indiqué.

Scénario 1 : Suppression d'emplacements en 2015

Approche

Les 83 stations qui n'ont pas été échantillonnées en 2022 ont été retirées du relevé de 2015 et la modélisation a été refaite (scénario 1). Il s'agit d'une forme limitée de validation croisée, en ce sens qu'elle n'est pas effectuée de manière répétée ni totalement aléatoire. Toutefois, comme un examinateur a mis en doute le biais potentiel des moments de premier et de second ordre, cette méthode a été choisie comme alternative simple à une validation croisée exhaustive et longue. Nous comparerons les solutions du scénario 1 avec les prédictions fondées sur l'ensemble de données complet (scénario 0).

L'année 2015 a été choisie parce que l'échantillonnage a été complet cette année-là et qu'elle n'est pas trop éloignée dans le temps par rapport à 2022 (ce qui réduit les divergences liées au temps dans les approches d'échantillonnage et les états de l'écosystème). Un polygone a été établi et utilisé pour repérer et supprimer les stations en question (en marron dans la figure S1.01)

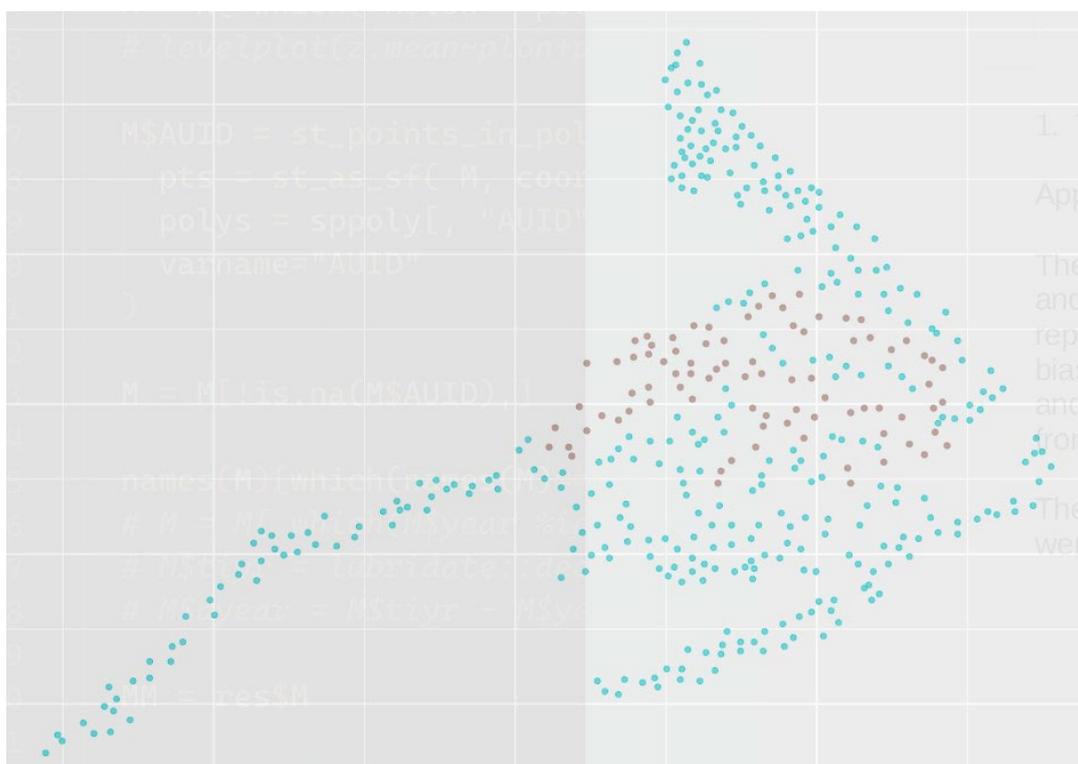


Figure S1.0. Stations échantillonnées lors du relevé de 2015; cet échantillon complet est le scénario 0. Les points bruns représentent les stations supprimées qui se trouvaient à l'intérieur du polygone des stations non échantillonnées en 2022. Les résultats obtenus après la suppression de ces stations sont le scénario 1.

Pour 2015

Densité de la masse moyenne aux stations abandonnées = 1 159 kg/km² (ET = 2 076; n = 83)

Densité de la masse moyenne aux stations conservées = 1 271 kg/km² (ET = 2 079; n = 330)

La performance globale du modèle est similaire à celle obtenue dans le scénario 0. Cependant, l'effet marginal de la profondeur varie (p. ex. tableaux S0.* comparativement aux tableaux S1.*).

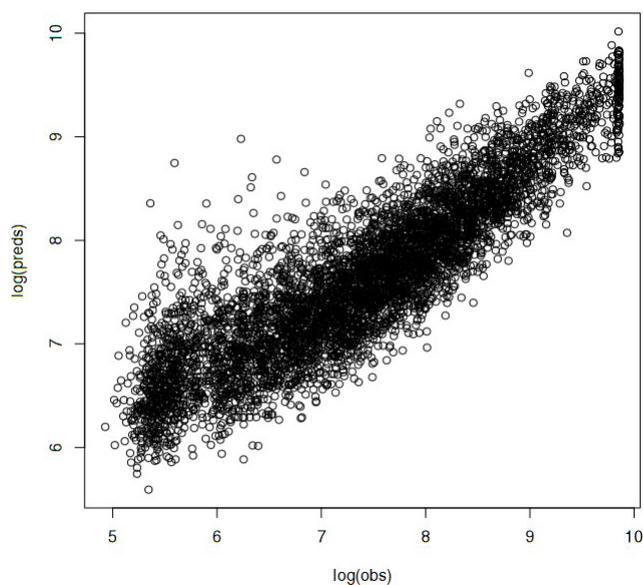


Figure S1.1 Vérification prédictive des valeurs a posteriori (abondance numérique).

Tableau S1.1 Estimation des paramètres relatifs à l'abondance numérique. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
Point d'intersection	1 521,82087	4,490e+02	2,950e+01
ET temps	0,31138	5,727e+00	1,839e+03
ET cyclique	0,31269	3,999e+00	1,279e+03
ET t	0,09509	1,941e+02	2,042e+05
ET z	0,52346	2,195e+00	4,192e+02
ET pca1	0,00011	3,003e+09	2,687e+15
ET pca2	0,11923	7,045e+01	5,909e+04
ET espace	0,64693	2,071e-01	3,201e+01
ET espace-temps	0,53476	2,376e-01	4,443e+01
Rho temps	0,80616	1,030e-01	1,278e+01
GroupRho espace-temps	0,71294	3,383e-02	4,750e+00
Phi espace	0,03581	3,767e-02	1,052e+02
Phi espace-temps	0,04263	3,414e-02	8,010e+01
Surdispersion	4,24199	2,232e-01	5,260e+00
Pearson = 0,900; Spearman = 0,882; critère d'information de déviation = 34 798; p.eff = 1 972; WAIC = 34 886; waic.p.eff = 1 628; vraisemblance marginale = 7 562; n = 5 749			

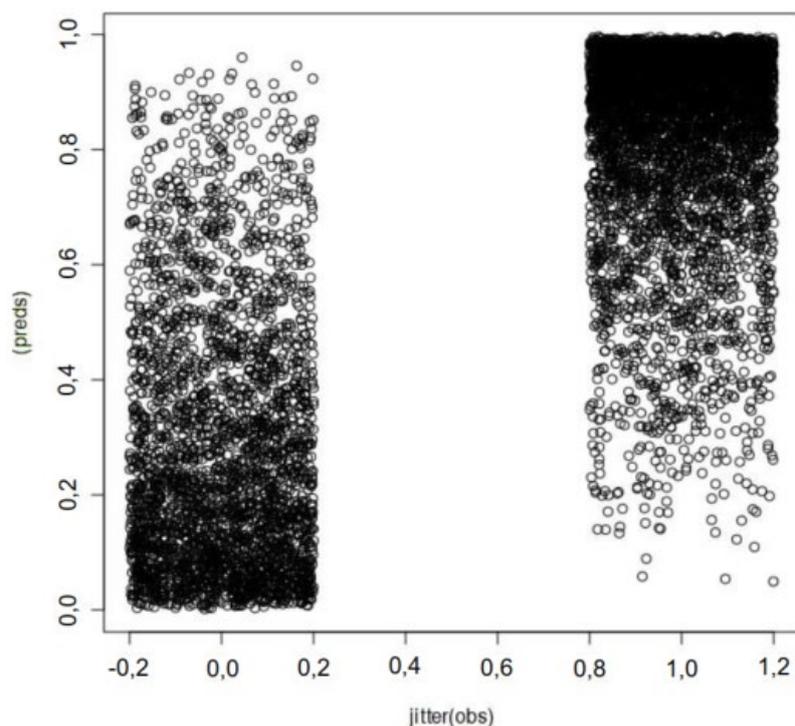


Figure S1.2 Vérification prédictive des valeurs a posteriori (probabilité de valeur positive). L'axe des x a été bruité.

Tableau S1.2 Estimation des paramètres relatifs à la présence et l'absence. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	0,6574	0,06703	10,20
ET temps	0,6471	0,14882	23,00
ET cyclique	0,2667	0,13237	49,63
ET t	0,4839	0,12353	25,53
ET z	6,1994	1,80731	29,15
ET pca1	0,2288	0,09328	40,78
ET pca2	0,1994	0,07865	39,44
ET espace	1,9140	0,10831	5,66
ET espace-temps	1,2692	0,11654	9,18
Rho temps	0,6844	0,12239	17,88
GroupRho espace-temps	0,8936	0,02774	3,10
Phi espace	0,1269	0,08246	64,96
Phi espace-temps	0,1218	0,06155	50,55
Pearson = 0,812; Spearman = 0,763; critère d'information de déviation = 6 547; p.eff = 1 818; WAIC = 6 417; waic.p.eff = 768; vraisemblance marginale = 7 089; n = 8 572			

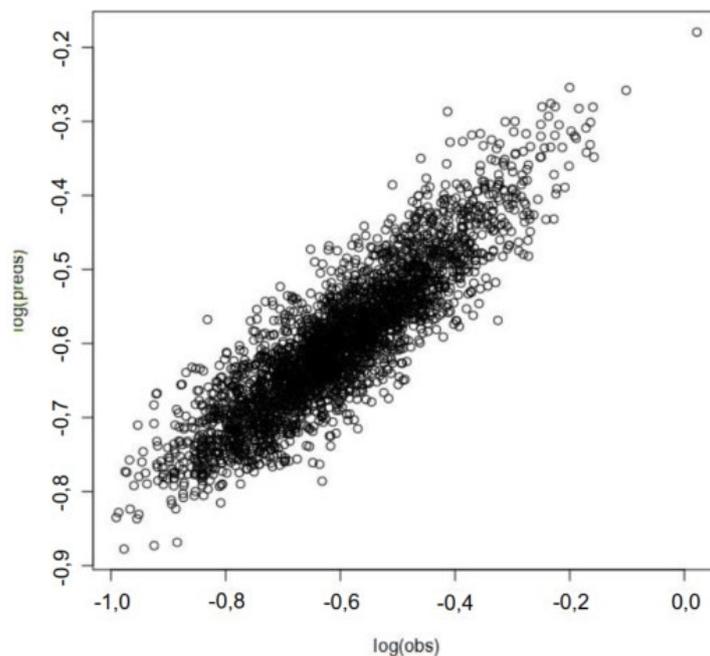


Figure S1.3. Vérification prédictive des valeurs a posteriori (masse corporelle moyenne).

Tableau S1.3 Estimation des paramètres relatifs à la masse corporelle moyenne. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	0,55592	0,01042	1,87
ET observations gaussiennes	0,05034	0,00092	1,82
ET temps	0,02417	0,00929	38,42
ET cyclique	0,00720	0,00443	61,49
ET t	0,01355	0,01510	111,47
ET z	0,15679	0,06884	43,90
ET pca1	0,00276	0,00262	94,98
ET pca2	0,00284	0,00269	94,68
ET espace	0,00602	0,00286	47,49
ET espace-temps	0,06095	0,00136	2,23
Rho temps	0,73720	0,19145	25,97
GroupRho espace-temps	0,89449	0,01072	1,20
Phi espace	0,62340	0,32316	51,84
Phi espace-temps	0,31638	0,04386	13,86
Pearson = 0,888; Spearman = 0,877; critère d'information de déviation = -8829; p.eff = 1 118; WAIC = -8 799; waic.p.eff = 9 178; vraisemblance marginale = 14 653; n = 3 136			

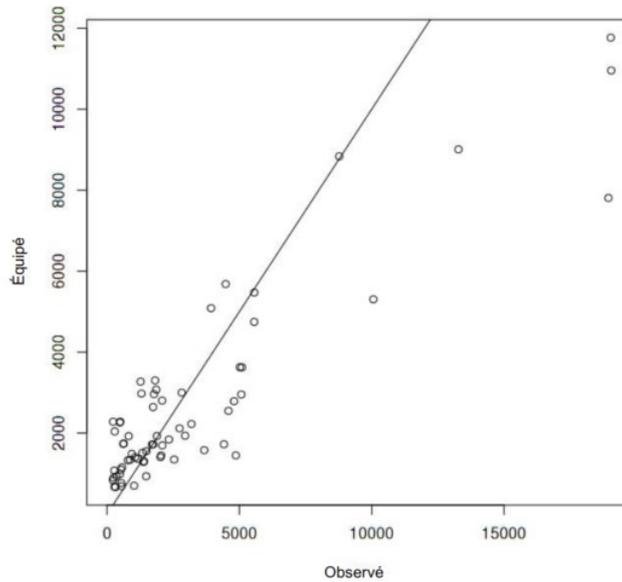


Figure S1.4. Valeurs prédites et observées de la densité numérique aux 83 stations supprimées. La corrélation de Pearson est de 0,91 et celle de Spearman est de 0,72.

La prédiction de la densité numérique à ces endroits est similaire, bien qu'il y ait une sous-estimation de l'abondance à des densités élevées (figure S1.4). La prédiction de la taille moyenne était plus variable (figure S1.5). La prédiction de la présence et de l'absence (figure S1.5) était également faible, en particulier pour l'absence de crabe des neiges.

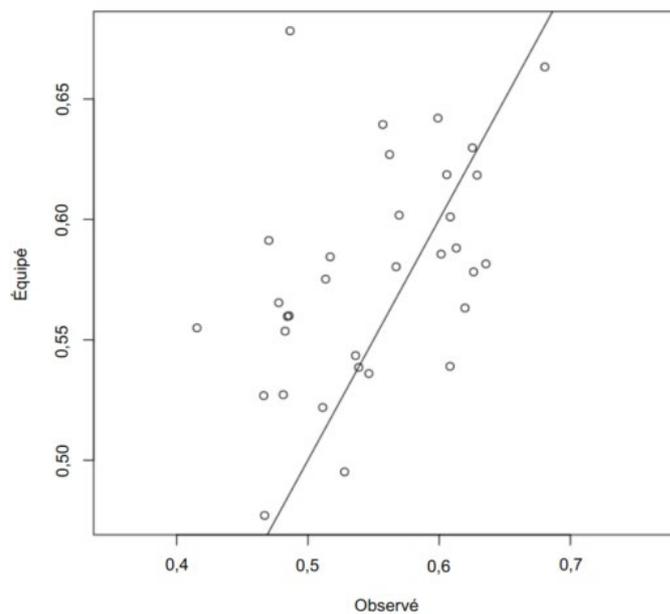


Figure S1.5. Valeurs prédites et observées de la taille moyenne des crabes aux 83 stations supprimées. La corrélation de Pearson est de 0,48 et celle de Spearman est de 0,52.

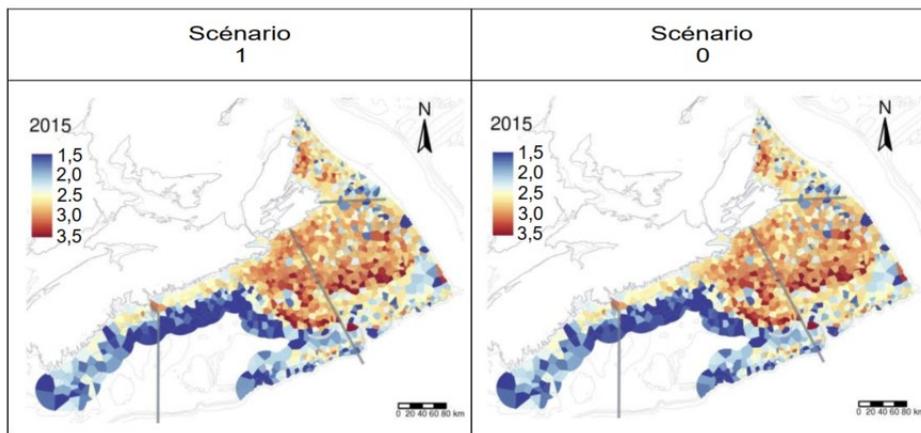


Figure S1.6 Biomasse des crabes exploitables après la suppression de stations et le réajustement du modèle (scénario 1; à gauche) par rapport à l'ensemble de données complet (scénario 0; à droite).

Les différences entre les scénarios 0 et 1 montrent que l'effet global (agrégé) de la suppression des stations est faible (figures S2.6 et S2.7). Le schéma temporel global a été peu affecté, bien que la variabilité ait augmenté (figure S2.7). Les estimations globales de la biomasse dans le sud-est de la Nouvelle-Écosse (figure S1.8) et la zone d'intérêt (figure S1.9) suggèrent un faible biais.

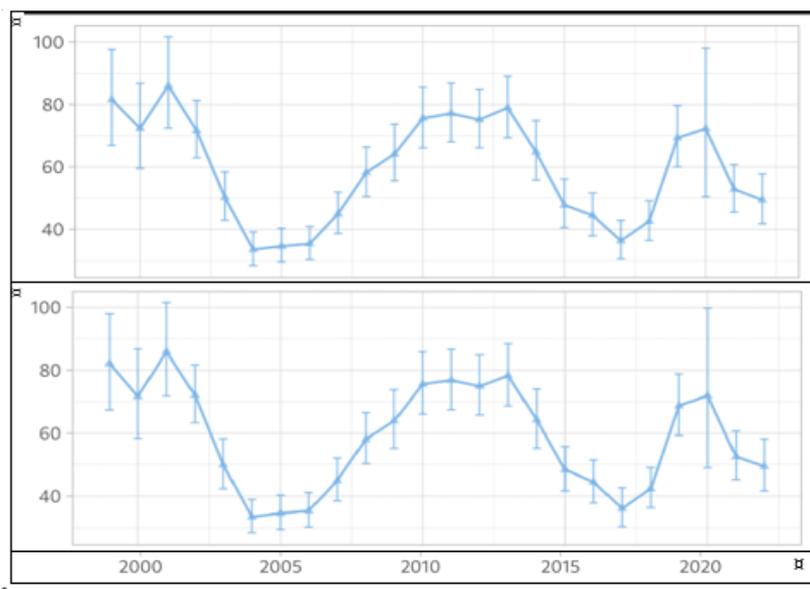


Figure S1.7. Estimations de la biomasse globale dans le sud-est de la Nouvelle-Écosse par année et intervalle de confiance à 95 %. Le scénario 1 est présenté en haut et le scénario 0, en bas. Un biais mineur dans l'abondance et une variabilité élevée sont évidents pour 2015 dans le scénario 1.

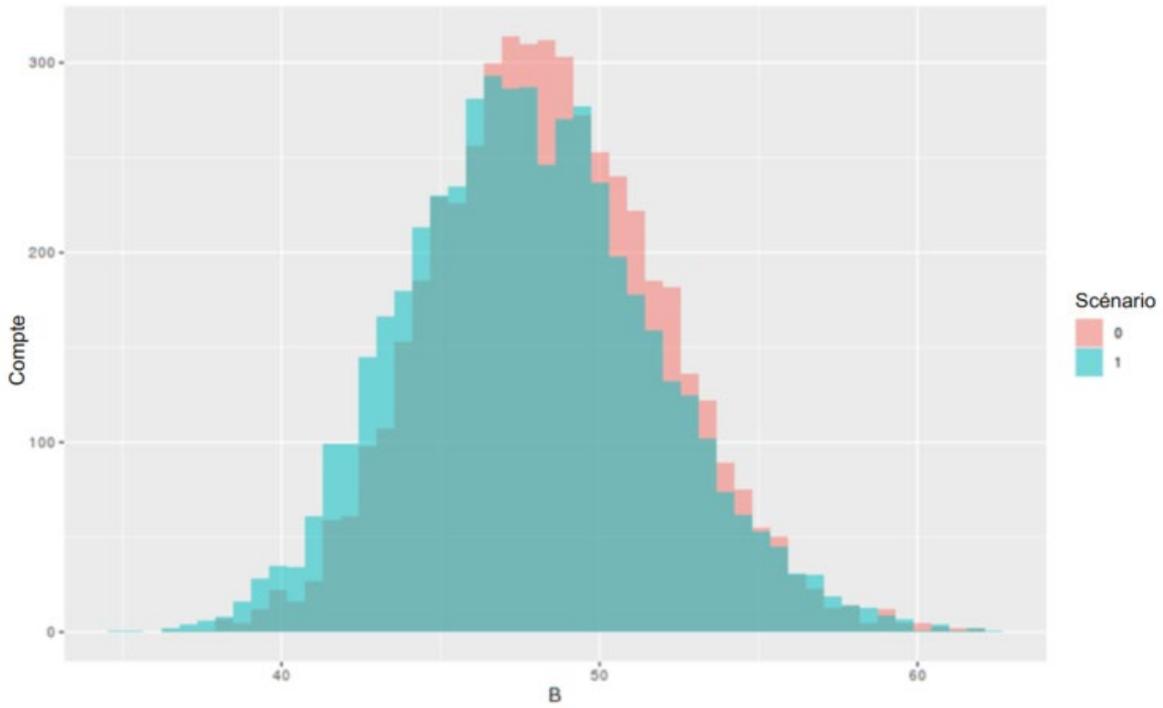


Figure S1.8. Distributions a posteriori des estimations de la biomasse dans le sud-est de la Nouvelle-Écosse pour l'année 2015 avec l'ensemble de données complet (scénario 0) et les 83 stations supprimées (scénario 1). Un certain biais vers des valeurs inférieures est évident dans la queue inférieure et un biais vers des valeurs supérieures est évident dans la queue supérieure. En d'autres termes, la variabilité est plus élevée dans le scénario 1 que dans le scénario 0.

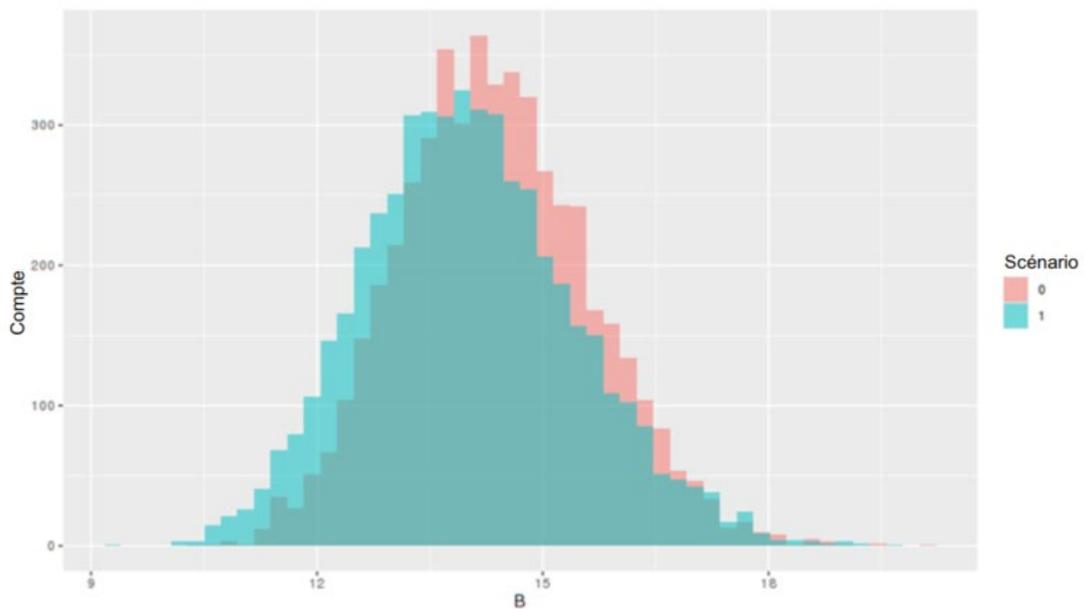


Figure S1.9. Distributions a posteriori des estimations de la biomasse exploitable, à l'intérieur du polygone de 2022 avec les données manquantes déduites pour 2015. Il y a un chevauchement et un biais plus faible dans le scénario 1 par rapport au scénario 0.

Scénario 2 : Suppression des effets de la température et de la composition des espèces

La suppression des effets de la température et de la composition des espèces aboutit à des solutions de modèle similaires, mais légèrement moins bonnes que celles du scénario 0 (figures S2.1 à S2.3; tableaux S2.1 à S2.3). La profondeur reste le facteur le plus informatif. La division 4X est la plus touchée par cette modification; les divisions du sud-est et du nord-est de la Nouvelle-Écosse sont moins touchées (figure S2.4). La forme générale des séries chronologiques des zones de pêche est semblable (sauf pour la division 4X; figure S2.5). Le scénario 2 aboutit à des intervalles de crédibilité à 95 % plus larges ainsi qu'à des estimations de l'abondance plus élevées, en particulier le long des marges de la division 4X. Les trajectoires de la période la plus récente (2021-2022) suggèrent des tendances à la baisse plus marquées dans le scénario 2, par rapport à une tendance plus stable dans le scénario 0 (figure S2.5).

Tableau S2.1. Estimation des paramètres relatifs à l'abondance numérique. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	1 510,2529	245,74112	16,27
ET temps	0,2991	0,05735	19,18
ET cyclique	0,2934	0,06311	21,51
ET z	0,7488	0,25009	33,40
ET espace	0,6926	0,03254	4,70
ET espace-temps	0,5512	0,01913	3,47
Rho temps	0,6527	0,15077	23,10
GroupRho espace-temps	0,6519	0,03680	5,64
Phi espace	0,0318	0,03672	115,47
Phi espace-temps	0,0676	0,02665	39,42
Surdispersion	4,5084	0,29891	6,63
Pearson = 0,89; Spearman = 0,89; critère d'information de déviation = 35 234; p.eff = 2 173; WAIC = 35 238; waic.p.eff = 1 710; vraisemblance marginale = -7 759; n = 5 815			

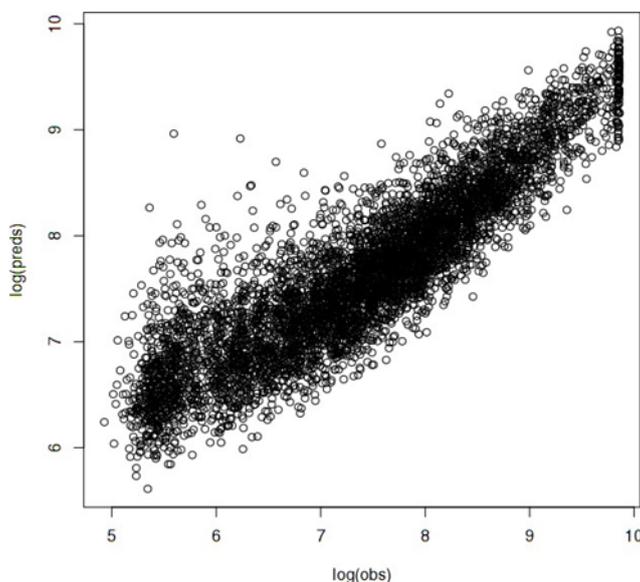


Figure S2.1. Vérification prédictive des valeurs a posteriori (abondance numérique).

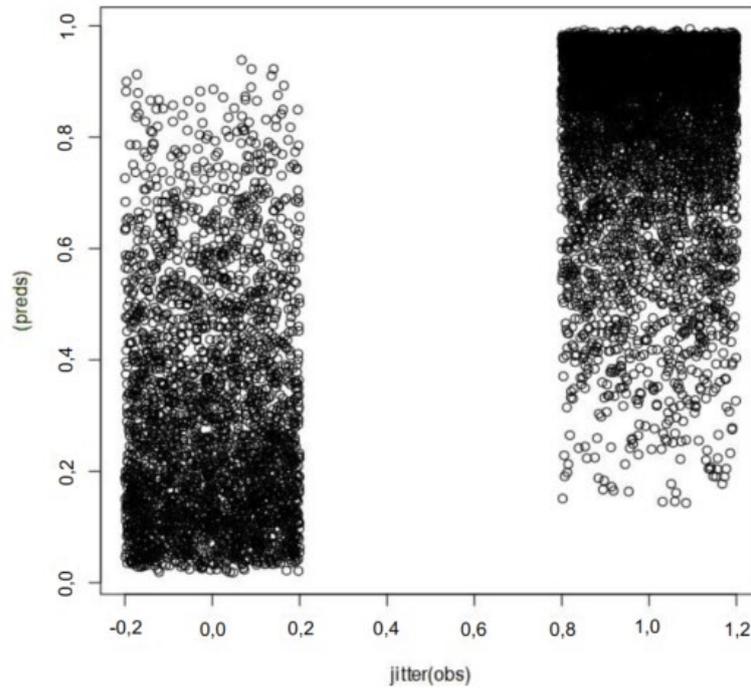


Figure S2.2. Vérification prédictive des valeurs a posteriori (probabilité d'une valeur positive). L'axe des x a été bruité.

Tableau S2.2. Estimation des paramètres relatifs à la probabilité d'une valeur positive. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	0,67934	0,09869	14,53
ET temps	0,78621	0,15497	19,71
ET cyclique	0,27097	0,04652	17,17
ET z	6,83368	2,44591	35,79
ET espace	2,70506	0,17003	6,29
ET espace-temps	1,68504	0,18391	10,91
Rho temps	0,79735	0,08737	10,96
GroupRho espace-temps	0,92324	0,02150	2,33
Phi espace	0,01475	0,01112	75,40
Phi espace-temps	0,19470	0,06845	35,16
Pearson = 0,824; Spearman = 0,773; critère d'information de déviation = 6 946; p.eff = 1 276; WAIC = 6 755; waic.p.eff = 913; vraisemblance marginale = -6 855; n = 8 655			

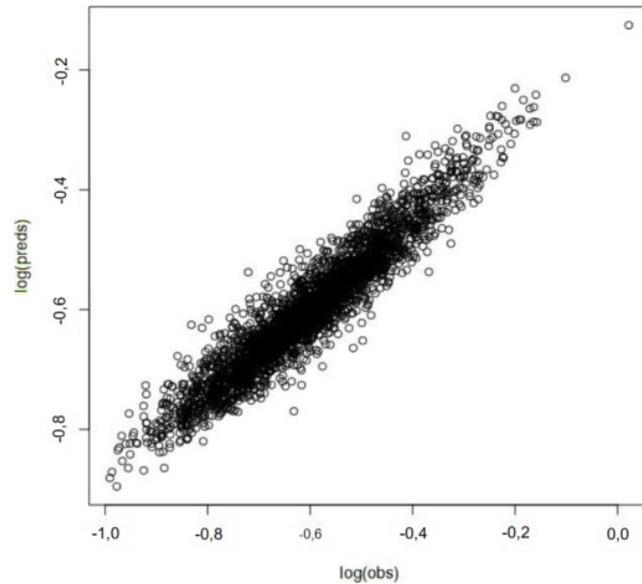


Figure S2.3. Vérification prédictive des valeurs a posteriori (masse corporelle moyenne).

Tableau S2.3 Estimation des paramètres relatifs à la masse corporelle moyenne. Les critères habituels de la qualité de l'ajustement sont également indiqués.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	0,55584	0,01022	1,84
ET observations gaussiennes	0,04227	0,00200	4,72
ET temps	0,02142	0,00724	33,82
ET cyclique	0,00953	0,00509	53,43
ET z	0,16159	0,07411	45,86
ET espace	0,04212	0,00338	8,03
ET espace-temps	0,05094	0,00208	4,09
Rho temps	0,73174	0,17833	24,37
GroupRho espace-temps	0,62041	0,04483	7,23
Phi espace	0,39511	0,14363	36,35
Phi espace-temps	0,11254	0,04221	37,51
Pearson = 0,951; Spearman = 0,945; critère d'information de déviation = -9 431; p.eff = 1 669; WAIC = 9 487; waic.p.eff = 1 228; vraisemblance marginale = -14 755; n = 3 169			

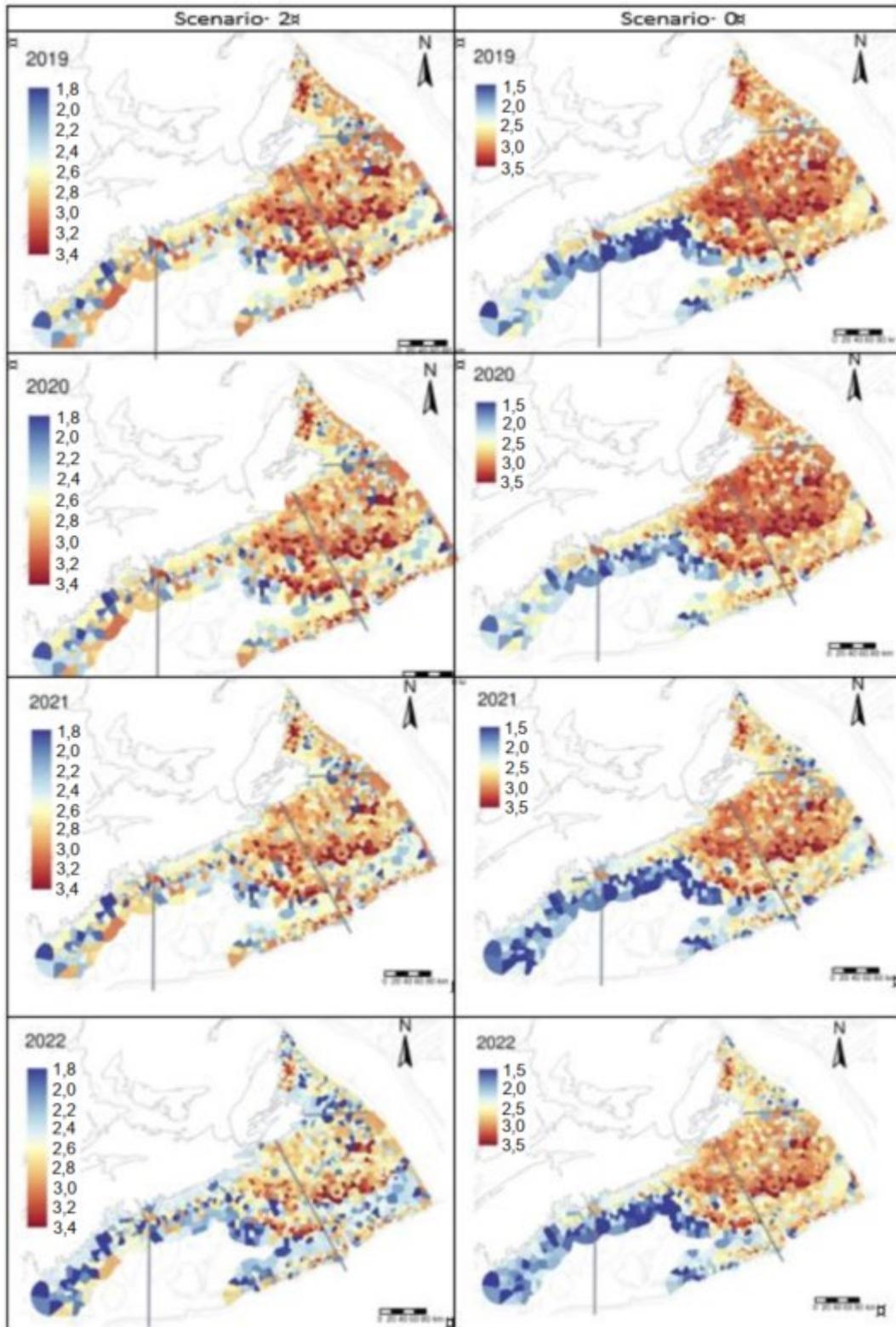


Figure S2.4. Distributions spatiotemporelles de la biomasse selon le scénario 2 (à gauche) et le scénario 0 (à droite).

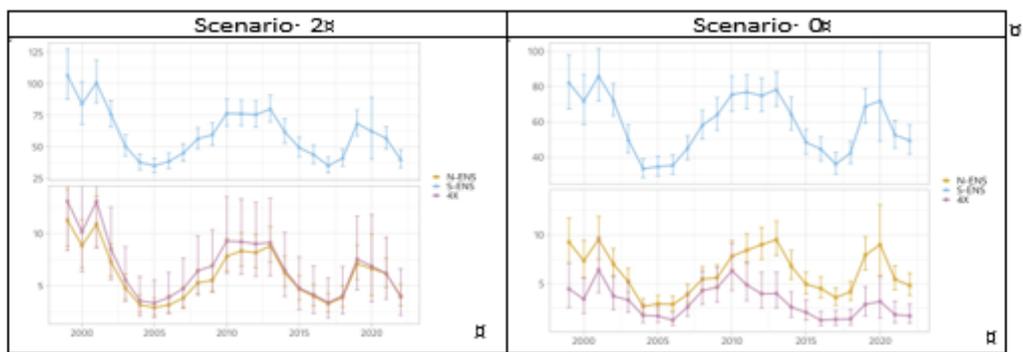


Figure S2.5. Séries chronologiques agrégées comparant le scénario 2 (à gauche) et le scénario 0 (à droite).

Scénario 3 : Suppression des effets aléatoires spatiaux et spatiotemporels

La suppression des effets aléatoires spatiaux et spatiotemporels revient à éliminer les structures ou processus spatiotemporels locaux. Il en résulte des solutions spatiales plus homogènes, car elles sont davantage influencées par les covariables spatiotemporelles sous-jacentes (température, composition des espèces) qui tendent à agir sur des échelles spatiotemporelles plus grandes (plus lisses). La conséquence globale sur la capacité de prédiction a posteriori est d'augmenter la variabilité (figures S3.1 à S3.4). La forme générale des séries chronologiques des zones de pêche est similaire à celle dans le scénario 0 (figure S3.5). La trajectoire des estimations de l'abondance entre 2021 et 2022 est stable ou augmente dans le scénario 3, tandis que celle dans le scénario 0 a tendance à diminuer dans cet intervalle de temps. La variabilité suggère toutefois que ces différences ne sont pas très marquées.

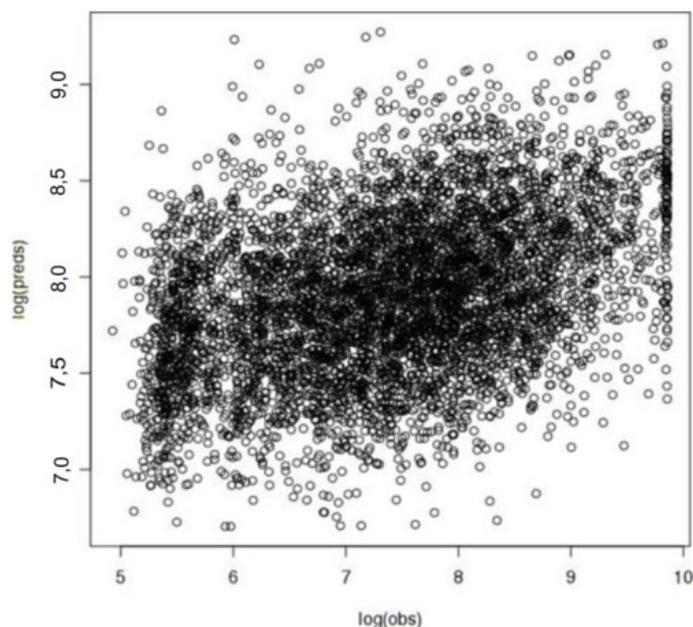


Figure S3.1 Vérification prédictive des valeurs a posteriori (abondance numérique).

Tableau S3.1 Estimation des paramètres relatifs à l'abondance numérique.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	2 506,65964	500,34049	19,96
ET temps	0,31511	0,07556	23,98
ET cyclique	0,80772	0,29778	36,87
ET t	0,25467	0,20874	81,97
ET z	2,30189	0,90322	39,24
ET pca1	0,08193	0,06117	74,66
ET pca2	0,09694	0,07406	76,40
Rho temps	0,65853	0,16445	24,97
nbin 1/dispersion	1,22352	0,02426	1,98

Pearson = 0,356; Spearman = 0,375; critère d'information de déviation = -39 191; p.eff = 50; WAIC = 39 212; waic.p.eff = 68; vraisemblance marginale = -19 733; n = 5 815

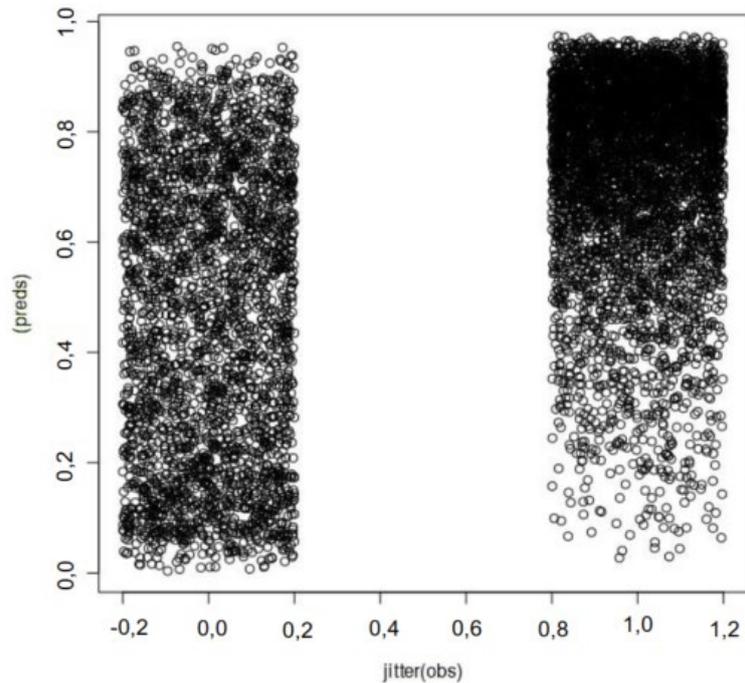


Figure S3.2 Vérification prédictive des valeurs a posteriori (probabilité de valeur positive). L'axe des x a été bruité.

Tableau S3.2 Estimation des paramètres relatifs aux valeurs moyennes de la présence et de l'absence.

Facteur	Moyenne	ET	VC
Point d'intersection	0,5907	0,046	7,79
ET temps	0,3909	0,09726	24,88
ET cyclique	0,8539	0,37762	44,22
ET t	0,5783	0,26117	45,16
ET z	7,5133	2,88706	38,43
ET pca1	0,2109	0,10243	48,57
ET pca2	0,1578	0,07236	45,85
Rho temps	0,6721	0,14805	22,03
Pearson = 0,520; Spearman = 0,498; critère d'information de déviation = -8 913; p.eff = 42; WAIC = 8 913; waic.p.eff = 42; vraisemblance marginale = -4 581; n = 8 655			

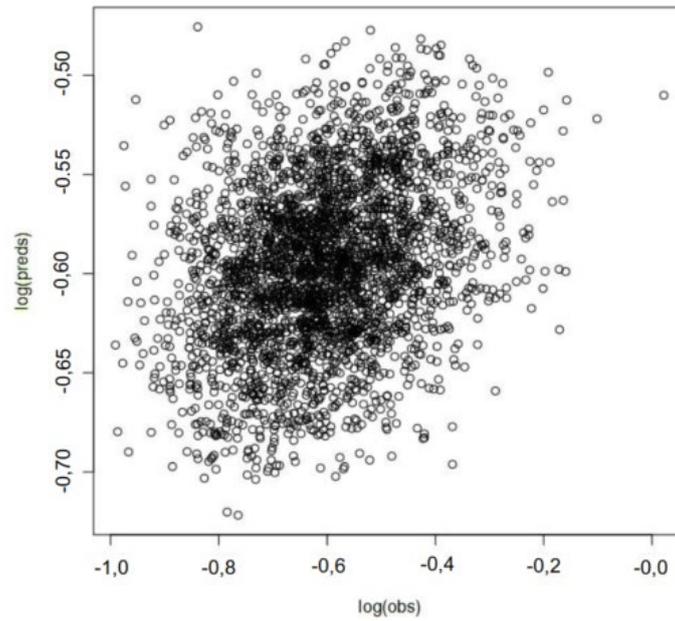


Figure S3.3. Vérification prédictive des valeurs a posteriori (masse corporelle moyenne).

Tableau S3.3 Estimation des paramètres relatifs à la masse corporelle moyenne.

Facteur	Moyenne	ET	VC
(Point d'intersection)	0,55577	0,00780	1,40
ET observations gaussiennes	0,07552	0,00007	0,09
ET temps	0,01013	0,00141	13,90
ET cyclique	0,00001	0,00000	6,21
ET t	0,00377	0,00034	9,07
ET z	0,19325	0,00684	3,54
ET pca1	0,00122	0,00011	8,95
ET pca2	0,00013	0,00003	26,43
Rho temps	0,80537	0,03147	3,91
Pearson = 0,319; Spearman = 0,306; critère d'information de déviation = -7 369; p.eff = 27; WAIC = -73 698 913; waic.p.eff = 27; vraisemblance marginale = 3 554; n = 3 169			

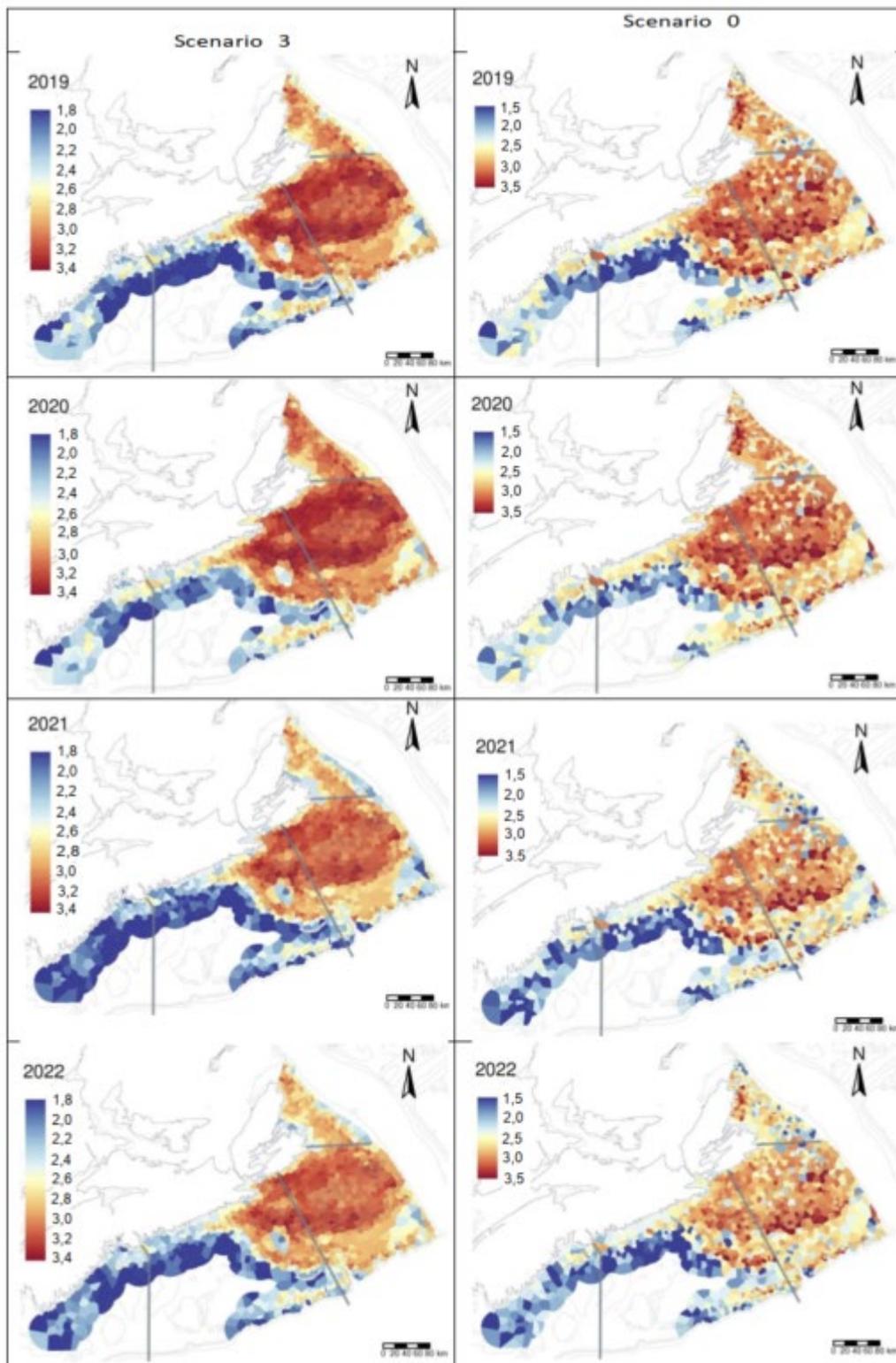


Figure S3.4. Distributions spatiotemporelles de la biomasse selon le scénario 3 (à gauche) et le scénario 0 (à droite).

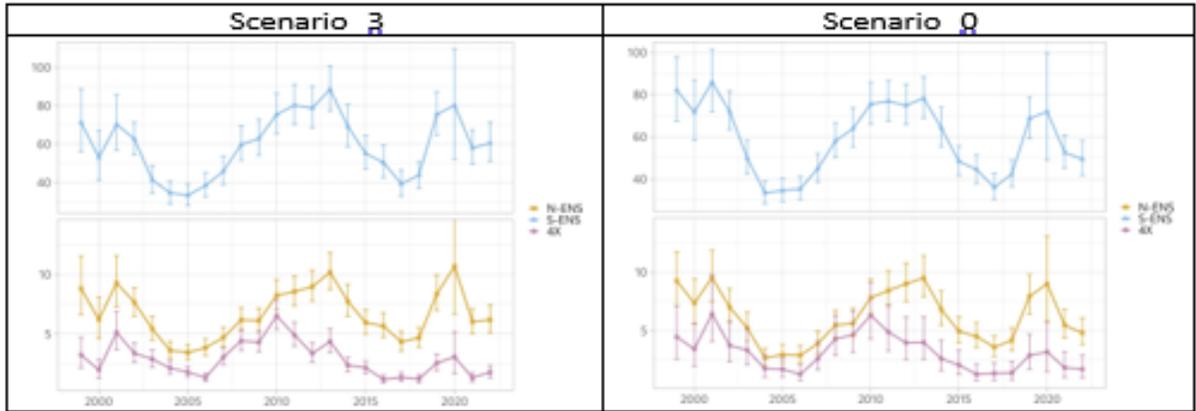


Figure S3.5. Séries chronologiques agrégées comparant le scénario 3 (à gauche) et le scénario 0 (à droite).