



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 2024/073

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Points à considérer pour l'autorisation de relevés scientifiques menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond dans les aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador

R.M. Rideout, M. Warren, K. Skanes, J. Pantin, B. Neves, V. Wareham-Hayes, H. Munro,
F. Cyr, C. Pretty, B. Rogers, M. Koen-Alonso

Direction des sciences
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's, (T.-N.-L.) A1C 5X1

Avant-propos

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

Publié par :

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

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



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

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660- 73955-7 N° cat. Fs70-5/2024-073F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Rideout, R.M., Warren, M., Skanes, K., Pantin, J., Neves, B., Wareham-Hayes, V., Munro, H., Cyr, F., Pretty, C., Rogers, B. et Koen-Alonso, M. 2024. Points à considérer pour l'autorisation de relevés scientifiques menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond dans les aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Secr. can. des avis sci. du MPO. doc. de rech. 2024/073. ix + 122 p.

Also available in English :

Rideout, R.M., Warren, M., Skanes, K., Pantin, J., Neves, B., Wareham-Hayes, V., Munro, H., Cyr, F., Pretty, C., Rogers, B., and Koen-Alonso, M. 2024. Considerations for the Authorization of Bottom-Contacting Scientific Surveys Within Protected Areas in the Newfoundland and Labrador Region. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2024/073. viii + 113 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	ix
1. INTRODUCTION	1
1.1. AIRES PROTÉGÉES DANS LA RÉGION DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR.....	2
1.2. RELEVÉS SCIENTIFIQUES MENÉS À L'AIDE D'ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND DANS LA RÉGION DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR.....	3
1.2.1. Relevé automnal plurispécifique au chalut de fond.....	3
1.2.2. Relevé printanier plurispécifique au chalut de fond	4
1.2.3. Relevé du sébaste dans l'unité 2	4
1.2.4. Relevé collaboratif au casier d'après saison.....	5
1.2.5. Relevé du flétan à la palangre	5
2. EFFETS NÉGATIFS IMPORTANTS POTENTIELS DES RELEVÉS SCIENTIFIQUES SUR LES OBJECTIFS DE CONSERVATION DES AIRES PROTÉGÉES	6
2.1. EXAMEN DES EFFETS NÉGATIFS IMPORTANTS DES ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND SUR L'HABITAT BENTHIQUE.....	6
2.1.1. Vulnérabilité et rôle des taxons benthiques	6
2.1.2. Effets négatifs importants.....	8
2.2. COMPARAISON DE L'EMPREINTE DES RELEVÉS AU CHALUT DE FOND ET DE CELLE DE LA PÊCHE COMMERCIALE	10
2.3. CALCUL DE LA PROPORTION DES ZONES TOUCHÉES ET INTERVALLE DE RÉCURRENCE POUR LES RELEVÉS SCIENTIFIQUES	11
2.3.1. Proportion des zones touchées et intervalle de récurrence	11
2.3.2. Résumé des analyses.....	14
3. CONSÉQUENCES POTENTIELLES DE LA RESTRICTION OU DE L'INTERDICTION DES RELEVÉS SCIENTIFIQUES MENÉS À L'AIDE D'ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND DANS LES AIRES PROTÉGÉES.....	16
3.1. APPROCHE GÉNÉRALE/MÉTHODES	16
3.2. OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE.....	17
3.2.1. Amarres.....	18
3.2.2. Température au fond.....	18
3.3. ÉVALUATIONS DES ÉCOSYSTÈMES	20
3.3.1. Plateau du Labrador (2H).....	21
3.3.2. Plateau de Terre-Neuve (2J3K)	22
3.3.3. Grand Banc (3LNO)	22
3.3.4. Sud de Terre-Neuve (3Ps).....	23
3.3.5. Tendances générales.....	23
3.4. ÉVALUATION DES POISSONS DÉMERSAUX	24
3.4.1. Relevés plurispécifiques par navire de recherche	24
3.4.2. Relevé du sébaste dans l'unité 2 (analyse préliminaire).....	27
3.5. ÉVALUATIONS DES MOLLUSQUES ET CRUSTACÉS.....	29
3.5.1. Évaluations du crabe des neiges	29

3.5.2. Évaluations de la crevette nordique	31
3.6. CORAUX ET ÉPONGES	32
4. EXAMEN DES MESURES D'ATTÉNUATION POSSIBLES POUR LES RELEVÉS SCIENTIFIQUES	33
5. MÉTHODES ET SOURCES DE DONNÉES POUR LA SURVEILLANCE ET L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES AIRES PROTÉGÉES.....	34
5.1 RELEVÉS SCIENTIFIQUES MENÉS À L'AIDE D'ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND.....	34
5.1.1. Avantages de l'utilisation de chaluts de fond pour surveiller les aires protégées	36
5.1.2. Limites de l'utilisation de chaluts de fond pour surveiller les aires protégées.....	37
5.2. AUTRES MÉTHODES ET SOURCES DE DONNÉES POSSIBLES.....	38
6. CONCLUSION	40
7. RÉFÉRENCES CITÉES	41
8. TABLEAUX	53
9. FIGURES	64
10. ANNEXE A – LISTE DES ACRONYMES	94
11. ANNEXE B – PARCELLES D'ÉCOSYSTÈMES.....	95
12. ANNEXE C – PARCELLES DE POISSONS DÉMERSAUX.....	110

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Détails concernant les aires protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador	53
Tableau 2. Résumé des relevés actuels effectués à l'aide d'un engin entrant en contact avec le fond dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador	54
Tableau 3. Proportion de calées des relevés par navire de recherche de la région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO (1995-2019) à l'intérieur des ZBI qui sont situées dans des aires protégées de compétence canadienne et à l'intérieur d'EMV se trouvant dans des fermetures d'EMV de l'OPANO dans la ZRO. Les valeurs qui ne sont pas applicables (s.o.) indiquent qu'aucune ZBI ni aucun EMV n'est identifié pour cette zone et ce taxon.	55
Tableau 4. Superficie totale des parcours de l'engin entrant en contact avec le fond du relevé par navire de recherche et des pistes du SSN pour le chalut à panneaux de fond commercial (arrière) de 2005 à 2014 dans chacune des aires protégées. Le pourcentage de chaque aire protégée est également inclus aux fins de comparaison.	56
Tableau 5. Proportion des aires protégées touchées et intervalles de récurrence pour chaque relevé. Les portions du printemps et de l'automne du relevé par navire de recherche ont été calculées séparément, puis combinées pour obtenir les valeurs globales du relevé annuel. « S.O. » signifie que le relevé ne chevauche pas l'aire protégée correspondante.	57
Tableau 6. Résumé de la zone de relevé chevauchant chaque aire protégée et de la proportion cumulative des zones touchées et intervalles de récurrence pour tous les relevés combinés...	58
Tableau 7. Résumé du pourcentage de la zone de relevé, des strates qui se recoupent et des calées à l'intérieur des aires protégées dans chaque scénario, par UPE.....	59
Tableau 8. Liste des stocks de poissons démersaux pour lesquels des estimations stratifiées ont été recalculées en omettant les données des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche recueillies dans les aires protégées.	60
Tableau 9. Résumé des strates du relevé plurispécifique par navire de recherche utilisées dans STRAP qui ont été fusionnées, et nombre de strates fusionnées ventilées par aire protégée...	61
Tableau 10. Avantages et limites des relevés scientifiques au chalut par navire de recherche pour la recherche et les avis sur les coraux et les éponges d'eau froide dans la région de Terre-Neuve—et-Labrador.....	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte des refuges marins, des zones de protection marine (ZPM) et des zones de fermeture de l'OPANO dans lesquelles un ou plusieurs relevés scientifiques continus utilisant des engins entrant en contact avec le fond ont lieu.	64
Figure 2. Emplacement des habitats des ZBI et des EMV actuellement définis dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador.	65
Figure 3. Carte illustrant le plan de stratification des relevés plurispécifiques au chalut de fond de Terre-Neuve-et-Labrador par rapport aux aires protégées de la région.	66
Figure 4. Strates pour le relevé du sébaste de l'unité 2.	67
Figure 5. Carte montrant le plan de stratification du relevé collaboratif d'après saison du crabe par rapport aux aires protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador.	68
Figure 6. Cartes des températures moyennes au fond au printemps (à gauche) et à l'automne (à droite) de 1981 à 2010.	69
Figure 7. Échelle de couleurs utilisée pour la présentation des anomalies normalisées présentées dans les figures 8 et 9.	69
Figure 8. Tableaux de bord de la température moyenne au fond au printemps pour les divisions 3LNO (en haut) et 3Ps (en bas) de l'OPANO.	70
Figure 9. Tableaux de bord de la température moyenne au fond à l'automne pour les divisions 2H (en haut), 2J (deuxième), 3K (troisième) et 3LNO (en bas) de l'OPANO.	70
Figure 10. Résumé de l'effet potentiel sur les indices de la biomasse et du ratio BA mis à l'échelle dans 2H (automne) pour les plancto-piscivores en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1995 à 2019.	71
Figure 11. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de biomasse mis à l'échelle dans la division 2J3K au printemps lorsqu'on exclut l'activité du relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A), des fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond (C) et de la combinaison des deux (ABC) dans cinq groupes fonctionnels de poissons de 1995 à 2019.	72
Figure 12. Résumé de l'effet potentiel sur l'indice de l'abondance dans 3Ps (printemps) en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des pennatules (B) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1995 à 2019.	73
Figure 13. Résumé de la valeur moyenne absolue du rapport logarithmique, de l'écart type du rapport logarithmique et du pourcentage d'écart expliqué par année lisse dans les MAG pour chaque analyse, ventilé par UPE-saison, groupe fonctionnel de poissons et scénario de fermeture.	74
Figure 14. Résumé du nombre de relations du rapport logarithmique et de l'année qui présentent des tendances significatives, résumées par l'UPE-saison et le groupe fonctionnel de poissons, ventilées par scénario.	75
Figure 15. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé d'automne de la plie canadienne dans les divisions 3LNO.	76

Figure 16. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé d'automne de la plie grise dans les divisions 2J3KL.	77
Figure 17. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices de relevé du printemps du sébaste dans la sous-division 3Ps.	78
Figure 18. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé d'automne du flétan du Groenland dans les divisions 2J3K.	79
Figure 19. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé du printemps du flétan du Groenland dans la sous-division 3Ps.	80
Figure 20. Tableau de bord des répercussions sur les indices propres aux stocks de l'exclusion des relevés de recherche au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées dans la région de Terre-Neuve—et-Labrador.	81
Figure 21. Estimations de la biomasse exploitable du crabe des neiges avec un IC de 95 % (à gauche) et un biais (à droite) dans les DE 2HJ, 3K, 3LNO et 3Ps provenant de relevés plurispécifiques au chalut de fond.	82
Figure 22. Estimations de la biomasse exploitable du crabe des neiges avec un IC de 95 % (à gauche) et un biais (à droite) dans les DE 2HJ, 3K, 3LNO et 3Ps provenant de relevés collaboratifs d'après saison au chalut.	83
Figure 23. Estimations de la biomasse exploitable de la crevette nordique avec un IC de 95 % (à gauche) et un biais (à droite) pour les ZPC 5 (en haut) et 6 (en bas).	84
Figure 24. Biomasse interpolée à l'aide de la PID pour le relevé du sébaste de l'unité 2 par année.	85
Figure 25. Carte de la zone de relevé du sébaste de l'unité 2 avec toutes les calées (2000-2018) illustrant les calées qui se trouvent à l'extérieur de la zone d'étude et qui ont par la suite été retirées des matrices d'interpolation annuelle de la PID.	86
Figure 26. Histogramme de fréquence de toutes les calées de relevés du sébaste de l'unité 2 montrant ceux qui ont été inclus dans l'analyse (à l'intérieur de la zone de relevé; voir la figure 25 ci-dessus) et ceux qui ont été exclus lorsque les matrices interpolées ont été ajoutées au polygone de la zone d'étude.	87
Figure 27. Pourcentages annuels de biomasse provenant du relevé du sébaste de l'unité 2.	87
Figure 28. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour l'aiguillat noir, le loup à tête large et la raie à queue de velours dans la ZPM du chenal Laurentien.	88
Figure 29. Estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec un IC de 95 % pour la crevette nordique, le loup à tête large, le grenadier de roche, le crabe des neiges et le loup tacheté dans la fermeture de l'ensellement Hopedale.	89
Figure 30. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour la morue franche, la crevette nordique et le loup à tête large dans la fermeture du chenal Hawke.	90

Figure 31. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour la morue franche, la crevette nordique et la raie à queue de velours dans la fermeture de la fosse de l'île Funk.	91
Figure 32. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour la morue franche (relevé d'automne) et la morue franche (relevé du printemps) dans la zone corallienne fermée 3O.	92
Figure 33. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour le loup atlantique, le flétan du Groenland et le loup à tête large dans la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve.	93

RÉSUMÉ

Le Canada s'efforce de protéger 25 % des océans du pays d'ici 2025 et 30 % d'ici 2030 grâce à la création d'un réseau d'aires protégées. Ces zones ont été créées pour protéger les taxons benthiques sensibles et l'habitat essentiel du poisson contre les activités anthropiques, comme les effets potentiellement dommageables de la pêche commerciale au moyen de chaluts de fond et d'autres engins de pêche entrant en contact avec le fond. Pêches et Océans Canada (MPO) et ses partenaires de recherche effectuent des relevés de recherche à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond (souvent semblables). L'empreinte de ces relevés est inférieure à celle de la pêche commerciale au chalut de fond; néanmoins, les gestionnaires doivent évaluer les répercussions et les avantages des relevés scientifiques liés à ces fermetures afin de déterminer si la réalisation de ces relevés dans les aires protégées présente un risque inacceptable par rapport aux objectifs de conservation de ces zones. Nous résumons ici la recherche sur les effets potentiels de la pêche avec des engins entrant en contact avec le fond sur les taxons benthiques sensibles. Les analyses des diverses aires protégées indiquent que les activités de recherche en cours qui utilisent des engins entrant en contact avec le fond dans les aires protégées ont des répercussions minimales et ne devraient pas nuire aux objectifs de conservation de ces fermetures. Bien que les études menées à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond soient utiles pour la surveillance des taxons benthiques dans les aires protégées, il existe d'autres méthodes moins destructrices qui permettraient probablement de recueillir des données de qualité égale ou supérieure sur ces espèces. Toutefois, la perte de ces données de relevé dans les aires protégées créerait un biais variant selon le temps dans les indicateurs écosystémiques généraux et certains des indices de relevé propres aux espèces utilisés pour évaluer les ressources marines d'intérêt commercial et biologique dans l'écosystème en général. L'exclusion des données océanographiques recueillies dans les aires protégées entraîne de légères diminutions des températures estimées qui diffèrent selon les scénarios de fermeture et d'exclusion étudiés. On discute des mesures d'atténuation qui pourraient être appliquées pour atténuer les répercussions des relevés sur les aires protégées, mais certaines seraient difficiles (au mieux) à appliquer sans compromettre les séries chronologiques normalisées de relevés existantes et plusieurs années pourraient être nécessaires pour évaluer la faisabilité de leur mise en œuvre. Cette information est présentée à l'appui du processus canadien de consultation scientifique du MPO qui a eu lieu du 5 au 9 octobre 2020. Le présent rapport et le processus consultatif ne fournissent pas de décisions sur l'autorisation des activités de relevé dans les aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.); ils fournissent plutôt les renseignements de base nécessaires pour appuyer ces décisions.

1. INTRODUCTION

En réponse aux objectifs internationaux de conservation, le Canada a déjà fixé et dépassé l'objectif de protéger 10 % de ses aires marines et côtières et travaille actuellement à la protection de 25 % de ses océans d'ici 2025, et de 30 % d'ici 2030. Dans la région de Terre-Neuve—et-Labrador, un certain nombre de fermetures ont été établies pour protéger les taxons et les caractéristiques benthiques écologiquement sensibles, dont certains peuvent être facilement endommagés par les activités de pêche entrant en contact avec le fond, comme le chalutage de fond, et mettre du temps à se rétablir. D'autres fermetures dans la région visent à protéger l'habitat essentiel du poisson.

Bien que ces fermetures aient généralement été mises en œuvre dans le but d'atténuer les activités commerciales et industrielles potentiellement nuisibles, il faut reconnaître que de nombreux relevés scientifiques effectués régulièrement par Pêches et Océans Canada (MPO) et ses partenaires de recherche utilisent également des engins entrant en contact avec le fond susceptibles d'avoir des effets négatifs sur les zones benthiques sensibles et, par conséquent, d'influer sur l'atteinte des objectifs de conservation. D'autre part, ces études scientifiques ont joué un rôle important dans l'identification des zones benthiques sensibles qui sont protégées et pourraient être utiles pour la surveillance de la réussite des fermetures dans l'avenir. En outre, ils servent à recueillir des données qui sont essentielles pour déterminer l'état et les tendances des populations d'espèces commerciales et non commerciales dans l'écosystème élargi et qui sous-tendent la gestion durable des pêches du Canada (Benoît *et al.* 2020b). Les gestionnaires chargés de prendre des décisions quant à l'autorisation d'activités scientifiques dans les aires protégées devront donc évaluer non seulement les perturbations potentielles associées aux engins de relevé entrant en contact avec le fond, mais aussi les conséquences potentielles que l'interdiction des relevés dans ces aires pourraient avoir sur la prestation d'avis scientifiques sur les ressources aquatiques dans le contexte élargi de l'écosystème.

Le MPO a mis en œuvre des fermetures dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador en vertu de deux textes de loi canadiens. Les fermetures établies en vertu de la *Loi sur les océans* sont appelées zones de protection marines (ZPM) et relèvent de la Direction de la planification et de la conservation marines du MPO. Les fermetures établies en vertu de la *Loi sur les pêches* sont appelées refuges marins et relèvent de la Direction générale de la gestion des ressources et des pêches autochtones du MPO. En 2019, le gouvernement du Canada a adopté de nouvelles normes nationales de protection pour les ZPM et les RM. Dans les ZPM, ces normes interdisent quatre activités industrielles : activités pétrolières et gazières, exploitation minière, déversement et chalutage de fond mobile. Dans les refuges marins, le MPO emploiera une approche fondée sur le risque de l'interdiction ou de la limitation d'activités, qui seront évaluées au cas par cas. Dans les deux types d'aires, certaines activités peuvent être autorisées si elles cadrent avec les objectifs de conservation établis pour l'aire en question. Par exemple, les activités scientifiques proposées seront évaluées par des gestionnaires régionaux, en fonction du risque pour les objectifs de conservation, et un plan d'activités devra être approuvé. Ce plan devra décrire les méthodes d'échantillonnage, les répercussions sur l'aire protégée et les stratégies d'atténuation.

Le MPO a produit un cadre national pour orienter l'évaluation des activités scientifiques récurrentes (relevés) en cours dans les aires protégées (MPO 2018; Benoît *et al.* 2020b), et ce cadre est maintenant utilisé pour contribuer à l'élaboration des avis scientifiques à l'appui des décisions concernant le fonctionnement des relevés scientifiques dans des régions ou des fermetures particulières (MPO 2020a; Benoît *et al.* 2020a). Nous appliquons ici certains aspects de ce cadre pour examiner les fermetures dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador dans le but de fournir aux gestionnaires les avis dont ils ont besoin pour prendre des décisions

entièrement éclairées sur les activités de recherche en cours en lien avec les fermetures dans cette région.

En plus des ZPM et des refuges marins dans les eaux canadiennes, de nombreuses fermetures visant à protéger des écosystèmes marins vulnérables (EMV) ont été établies à l'extérieur de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada, dans le nez et la queue du Grand Banc (Figure 1). Ces fermetures relèvent de la compétence de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO), dont le Canada est une partie contractante. Bon nombre des ressources marines (p. ex. les stocks de poissons) que le Canada est chargé de gérer s'étendent dans ces zones fermées, et vice versa, l'aire de répartition de certains stocks gérés par l'OPANO chevauchant des zones de fermeture à l'intérieur de la ZEE canadienne. Il est également important de souligner que trois des relevés examinés ici (c.-à-d. les relevés plurispécifiques au chalut de fond du Canada et de Terre-Neuve-et-Labrador effectués au printemps et à l'automne par des navires de recherche [NR], le relevé collaboratif au casier du crabe des neiges d'après saison) s'étendent à l'extérieur de la ZEE canadienne et, dans le cas des relevés au chalut de fond, les empreintes de leurs relevés chevauchent les zones de fermeture du Canada et de l'OPANO. Tout examen des perturbations potentielles attribuables aux relevés et des conséquences de l'exclusion des relevés des aires protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador devrait donc inclure les fermetures du Canada et celles de l'OPANO. Nous considérons ici que les différences réglementaires entre les fermetures établies pour protéger les taxons benthiques sensibles à l'intérieur et à l'extérieur de la ZEE canadienne sont secondaires par rapport aux objectifs de ces fermetures. Nous incluons donc les ZPM et les refuges marins du Canada, ainsi que les fermetures d'EMV de l'OPANO, dans nos analyses et les désignons collectivement par le terme « aires protégées ».

1.1. AIRES PROTÉGÉES DANS LA RÉGION DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR

Seules les aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador qui sont visées par la zone de l'un des relevés scientifiques réguliers menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond (voir ci-dessous) sont abordées dans le présent document. Il s'agit d'une ZPM et de quatre refuges marins établis par le MPO, ainsi que quatre fermetures de l'OPANO (Figure 1; Tableau 1). Il existe d'autres aires protégées dans la région qui sont de nature plus côtière, mais elles ne chevauchent pas les relevés analysés ici.

La ZPM du chenal Laurentien (Figure 1) est située au large de la côte sud-ouest de l'île de Terre-Neuve et couvre environ 11 580 km². Elle a été officiellement désignée ZPM en avril 2019. La ZPM protège d'importantes concentrations de pennatules et a également des objectifs de conservation liés à l'aiguillat noir, à la raie à queue de velours, au requin-taupo commun, au loup à tête large et à la tortue luth. Le *Règlement sur la zone de protection marine du chenal Laurentien* interdit les activités qui perturbent, endommagent, détruisent ou éliminent des organismes marins vivants ou toute partie de leur habitat, à moins que le ministre n'approuve le plan d'activités après examen. La ZPM comprend le fond marin, le sous-sol à une profondeur de cinq mètres et la colonne d'eau au-dessus du fond marin.

En 2017, quatre refuges marins ont été établis au large des côtes de Terre-Neuve-et-Labrador (Figure 1). La fermeture de l'ensellement Hopedale (15 411 km²) dans la division 2H de l'OPANO et la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve (55 353 km²) dans les divisions 3KL de l'OPANO ont été créées pour protéger les grandes et les petites gorgones, les éponges et d'autres taxons benthiques, poissons et mollusques et crustacés (Tableau 1). Toutes les activités de pêche commerciale entrant en contact avec le fond sont interdites dans ces zones. La fermeture du chenal Hawke (8 837 km²) dans la division 2J et la fermeture de la fosse de l'île Funk (7 274 km²) dans la division 3K ont été établies pour protéger l'habitat benthique et la

morue franche. L'utilisation de chaluts de fond, de filets maillants et de palangres est interdite dans ces zones.

Bon nombre des aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador ont été établies (en partie) pour protéger les agrégations de coraux et d'éponges qui ont été localisées par la Direction des Sciences du MPO à l'appui de la Politique de gestion de l'impact de la pêche sur les zones benthiques vulnérables. Les zones benthiques importantes (ZBI) (différentes des zones benthiques vulnérables, qui sont des zones définies en fonction de leur exposition aux activités de pêche proposées ou en cours) ont été déterminées et délimitées dans toute la région de Terre-Neuve-et-Labrador à l'échelle des groupes fonctionnels (petites et grandes gorgones, pennatules et éponges) et représentent des zones où l'on trouve des regroupements denses de ces groupes (Kenchington *et al.* 2016a; Figure 2).

En 2009, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a défini le terme écosystème marin vulnérable et élaboré des critères à utiliser pour identifier ces zones (FAO 2009). On a fourni des exemples de groupes d'espèces qui peuvent contribuer à la formation d'EMV, notamment divers types de coraux et d'éponges d'eau froide. Ces travaux ont finalement mené à la délimitation éventuelle de 30 habitats d'EMV dans l'Atlantique Nord-Ouest (Figure 2), qui sont l'équivalent des ZBI du Canada. En tout, 21 de ces zones ont par la suite été fermées aux engins de pêche qui entrent en contact avec le fond dans la zone réglementée par l'OPANO (ZRO; Figure 1). Les fermetures d'EMV de l'OPANO comprennent des zones pour protéger les monts sous-marins, ainsi que des zones avec des concentrations de coraux (y compris des pennatules) et d'éponges. Les monts sous-marins ne sont pas inclus dans nos analyses parce que les relevés scientifiques dont il est question ici ne couvrent pas ces zones. De même, les fermetures d'EMV de l'OPANO sur le bonnet Flamand (division 3M de l'OPANO) qui protègent les coraux et les éponges ne sont pas incluses ici, car elles ne sont pas visées par les zones de relevés canadiens récurrents.

Au total, quatre fermetures d'EMV de l'OPANO ont été incluses dans nos analyses. La zone corallienne fermée 3O (13 999 km²) a été établie le 1^{er} janvier 2008. Cette fermeture transfrontalière se trouve en partie dans la ZRO et en partie dans la ZEE canadienne. En 2017, la partie de la fermeture se trouvant dans la ZEE canadienne (10 422 km²) a également été désignée refuge marin par le Canada. Les trois autres fermetures de l'OPANO, la fermeture de la queue du Grand Banc (144 km²), la fermeture de la passe Flamande/du canyon oriental (5 417 km²) et la fermeture de l'Éperon de Sackville (988 km²), sont entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2010 et s'inscrivent entièrement dans la ZRO (Figure 1).

1.2. RELEVÉS SCIENTIFIQUES MENÉS À L'AIDE D'ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND DANS LA RÉGION DE Terre-Neuve-et-Labrador

Il y a cinq relevés récurrents utilisant des engins entrant en contact avec le fond qui ont lieu dans une ou plusieurs des aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador (Tableau 2). D'autres relevés scientifiques récurrents ont lieu dans la région, mais ils ne sont pas inclus ici, car ils ne font pas appel à des engins entrant en contact avec le fond ou ne chevauchent aucune des aires protégées considérées.

1.2.1. Relevé automnal plurispécifique au chalut de fond

Le relevé automnal par navire de recherche a commencé en 1977 avec la couverture de la division 2J et a été élargi pour inclure la division 3K en 1978 et la division 3L en 1981. Le sud du Grand Banc (divisions 3NO) a été ajouté au relevé en 1990. La division 2H a été couverte de façon sporadique au début des années 2000 et a commencé à faire partie du relevé annuel en 2011. La conception actuelle comprend la couverture des divisions 2HJ3KLNO, une zone de

plus de 500 000 km². Le relevé a fait l'objet de nombreux changements intentionnels (p. ex. les divisions 2G et 3M, qui ont été couvertes de façon sporadique, ne sont plus incluses dans la conception des relevés actuels) et non intentionnels (c.-à-d. mécaniques, liés aux intempéries) de la couverture spatiale au fil des ans (Rideout et Ings 2020).

Le relevé utilise un plan aléatoire stratifié, le plan actuel prévoyant 674 calées réparties dans 211 strates (Figure 3) et ayant habituellement lieu entre septembre et décembre. Il s'agit habituellement d'un relevé à deux navires et, ces dernières années, ces navires ont été le NGCC *Teleost* et le NGCC *Alfred Needler*. De nombreux changements d'engins ont également eu lieu au cours de la série chronologique de relevés, le changement le plus récent ayant eu lieu en 1995. Le chalut actuellement utilisé dans le cadre de ces relevés est le chalut à crevettes Campelen 1800 équipé d'un bourrelet passe-roches (Rockhopper) et doté d'une doublure à maillage de 12,7 mm. Il s'agit d'un chalut à quatre panneaux d'une circonférence de mailles étirées de 72 m au niveau du cercle de pêche avec de grands panneaux latéraux s'étendant de l'avant de l'engin jusqu'à l'extrémité du deuxième ventre. Les brides supérieure et inférieure mesurent 40 m de long (McCallum et Walsh, 1996). Ce chalut est remorqué à une vitesse de 3,0 nœuds pendant 15 minutes pendant tous les relevés de printemps et d'automne par navire de recherche.

Les facteurs de conversion des engins (pour convertir les données sur la biomasse recueillies avant 1995 à l'aide des engins Engel en équivalents Campelen) n'existent pas pour toutes les espèces et, par conséquent, seules les séries chronologiques Campelen ont été analysées ici. Les relevés plurispécifiques permettent de recueillir de l'information sur la répartition, la biomasse et l'abondance de diverses espèces de poissons de fond, de mollusques et crustacés et d'autres invertébrés, ainsi que de l'information biologique (p. ex. rythme de croissance, calendrier de maturation, régime alimentaire) et physique (p. ex. température au fond et salinité).

1.2.2. Relevé printanier plurispécifique au chalut de fond

Le relevé printanier par navire de recherche a commencé en 1971 dans les divisions 3LNO et a été élargi pour inclure la sous-division 3Ps en 1973. Le plan de relevé actuel couvre les divisions 3LNOPs (Figure 3), une zone de plus de 320 000 km². Le relevé utilise un plan aléatoire stratifié avec le même plan de stratification que le relevé automnal. Le relevé du printemps couvre 129 strates et prévoit 478 calées. Ce relevé a généralement lieu entre avril et juin et consiste habituellement en un seul relevé par navire, à moins que des problèmes mécaniques ou de navire imprévus obligent l'utilisation d'un deuxième navire (Rideout et Ings 2020). Le passage au chalut Campelen a eu lieu en 1996 pour le relevé de printemps.

1.2.3. Relevé du sébaste dans l'unité 2

Le relevé du sébaste dans l'unité 2 est un relevé mené par l'industrie depuis la fin des années 1990 et est coordonné par le Conseil du poisson de fond de l'Atlantique en vertu de l'article 10 de la *Loi sur les pêches* dans le cadre d'une entente de collaboration avec le MPO. Il s'agit du seul relevé qui couvre l'ensemble de la zone de gestion du sébaste de l'unité 2 (Figure 4), et il est généralement effectué à la fin août et au début septembre. Bien que les navires utilisés pour le relevé aient changé au fil du temps, les relevés effectués après 2011 ont fait appel à des navires à engins mobiles de moins de 65 pi. Le relevé est effectué une fois tous les deux ans et utilise des traits aux 10 à 15 minutes à l'aide d'un filet à crevettes Campelen 1800 modifié d'une envergure de 15 à 17 m, des panneaux rectangulaires Thyborun et des disques passe-roches simples. Bien que le niveau d'effort cible soit de 140 calées dans 36 strates, les relevés plus récents ont porté sur 120 calées pour assurer une exécution en temps opportun. Les calées sont réparties de façon aléatoire dans chaque strate, l'effort étant

pondéré proportionnellement à la superficie de chaque strate (avec un effort minimum de deux calées par strate). Dans le relevé de 2020, une composante hydroacoustique a été ajoutée pour commencer à étudier des techniques d'échantillonnage moins invasives qui pourraient éventuellement être utilisées dans les zones protégées fermées aux engins entrant en contact avec le fond.

1.2.4. Relevé collaboratif au casier d'après saison

Les relevés collaboratifs d'après saison du crabe des neiges (Figure 5) ont commencé en 2003 et ont été effectués chaque année après la saison de pêche, commençant généralement au début septembre et se terminant en novembre. Ils sont menés par les pêcheurs de crabes des neiges, de concert avec des observateurs en mer, et se concentrent sur les lieux de pêche commerciale (c.-à-d. les eaux profondes) au sein des zones de gestion du crabe (ZGC) individuelles. Les stations de relevé sont fixes, suivent généralement un tracé par quadrillage et sont espacées par un maximum de 10 x 10 milles marins. À chaque station, six (zone côtière) ou dix (zone hauturière) casiers appâtés commerciaux (mailles de 133 à 140 mm) sont installés ensemble, espacés uniformément le long d'une corde. C'est ce qu'on appelle une flottille. Depuis 2016, il y a eu une expansion des casiers à petites mailles utilisés dans le cadre du relevé et, en 2020, 84 % des stations comprenaient un casier à petites mailles. Si un casier à petites mailles est utilisé à une station, la flottille serait alors composée de sept casiers (zone côtière) ou de onze casiers (zone hauturière). Les observateurs en mer effectuent un échantillonnage biologique des crabes mâles capturés dans un seul casier à grandes mailles de chaque station. Cet échantillonnage comprend la détermination de la largeur de carapace, de l'état de la carapace (molle, nouvelle, vieille), de la perte de pattes et de la présence de la maladie du crabe amer. Depuis 2016, les relevés collaboratifs au casier d'après-saison se sont tournés vers une conception partiellement aléatoire et stratifiée. En 2019, environ 50 % des stations de relevé utilisaient une approche aléatoire, et 50 % étaient demeurées fixes (choisies de façon systématique parmi les stations de base existantes). Ces modifications ont été invoquées afin d'accroître la couverture verticale et horizontale dans les zones situées au-delà des principaux lieux de pêche commerciale, et en vue d'intégrer à l'évaluation toutes les composantes de la population afin d'obtenir une représentation plus fidèle. La définition de ce qui constitue une « station de base » a été modifiée en 2018 pour tenir compte des changements, au fil du temps, de la répartition des traits où des crabes des neiges sont échantillonnés. En date de 2019, les stations de base étaient définies comme les stations échantillonnées lors de sept des dix dernières années. Cette méthode de stratification, utilisée dans le cadre de ce relevé pour estimer la biomasse, correspond étroitement à l'empreinte de la pêche et, par extension, à la répartition estimative des regroupements denses de crabes des neiges exploitables au sein des ZGC (Figure 5). Jusqu'à ce qu'une série chronologique plus longue soit établie pour les stations aléatoires, seules les données des stations des strates principales sont utilisées pour l'estimation de la biomasse.

1.2.5. Relevé du flétan à la palangre

Le relevé du flétan à la palangre est mené en collaboration par l'industrie et la région des Maritimes du MPO. Il a été lancé en 1998 sous forme de relevé aux stations fixes sur le plateau néo-écossais et dans le sud du Grand Banc (divisions 3NOPS4VWX5Zc de l'OPANO). En 2017, on a lancé un nouveau relevé aléatoire stratifié du flétan qui incluait des zones de relevé à des profondeurs qui ne sont pas bien échantillonnées selon le plan de relevé aux stations fixes. Un sous-ensemble des stations fixes (100) a continué d'être échantillonné après 2017 afin de permettre l'étalonnage avec le nouveau plan de relevé et de fournir des conseils pour les évaluations des stocks de flétan atlantique. Toutefois, ces stations seront éliminées progressivement au cours des deux prochaines années (MPO 2020b). Étant donné que le

relevé aux stations fixes ne sera pas effectué dans l'avenir, quatre années de données (2017-2020) du relevé aléatoire stratifié ont été incluses dans l'analyse pour la proportion des zones touchées et des intervalles de récurrence, car les strates du relevé chevauchent la ZPM du chenal Laurentien, la zone corallienne fermée 3O ainsi que les deux ZPM de la région des Maritimes, celle du banc de Sainte-Anne et celle du Gully. Un ensemble standard pour le relevé est une palangre de 5,5 km avec 1 000 hameçons.

2. EFFETS NÉGATIFS IMPORTANTS POTENTIELS DES RELEVÉS SCIENTIFIQUES SUR LES OBJECTIFS DE CONSERVATION DES AIRES PROTÉGÉES

2.1. EXAMEN DES EFFETS NÉGATIFS IMPORTANTS DES ENJUS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND SUR L'HABITAT BENTHIQUE

2.1.1. Vulnérabilité et rôle des taxons benthiques

En 1970, le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) a soulevé pour la première fois des préoccupations au sujet des effets potentiels des engins de pêche entrant en contact avec le fond sur les communautés benthiques (Jones, 1992). Depuis, de nombreuses données scientifiques ont été recueillies sur la gravité et la longévité des répercussions des engins de pêche entrant en contact avec le fond à l'échelle mondiale (voir Jones, 1992; Gilkinson *et al.* 2006, Ragnarsson *et al.* 2016; Clark *et al.* 2016; 2019). Les engins entrant en contact avec le fond peuvent causer des dommages aux communautés benthiques de plusieurs façons, en enlevant des espèces clés, en endommageant ou en renversant d'autres espèces, et peuvent entraîner des effets indirects comme l'étouffement d'organismes (Tranum *et al.* 2010; Larsson et Purser 2011) et le lissage du paysage marin (Puig *et al.* 2012; Paradis *et al.* 2017). Les dommages peuvent varier en fonction du type de plancher océanique et de la composition en espèces de la zone touchée. Les zones comme les EMV, qui contiennent des espèces présentant un degré élevé de complexité structurelle (p. ex. les grands coraux ramifiés, les complexes d'éponges de type *Geodia*) sont particulièrement vulnérables aux engins entrant en contact avec le fond, principalement lors du passage initial (Freiwald *et al.* 2004; Watling et Norse 1998; Neves *et al.* 2015b).

Lorsqu'ils sont physiquement touchés par l'engin entrant en contact avec le fond, les organismes vivants fixés au substrat dur (p. ex. les grandes gorgones, les coraux mous) risquent d'être retournés ou renversés, et de ne pas pouvoir se repositionner eux-mêmes, ce qui risque de nuire à leur santé ou de les faire périr sur le plancher océanique. Certaines espèces de pennatules peuvent se redresser une fois délogées, puisqu'elles vivent ancrées dans des sédiments mous par l'intermédiaire d'un pédoncule musculaire (Williams, 1995). Cette capacité à se déraciner n'a été documentée que chez quelques espèces, dont *Funiculina quadrangularis* et *Pennatula phosphorea* (Eno *et al.* 2001) et *Halopteris willemoesi* (Malecha et Stone, 2009). Dans la région du Golfe, la pennatule *Pennatula aculeata* a été considérée comme « beaucoup moins capturable et peut-être moins susceptible de subir des blessures » pendant le passage au chalut Campelen que d'autres espèces de pennatules dans la région en raison de sa capacité de se retirer dans le substrat ou de son potentiel de déracinement (Benoît *et al.* 2020a). Cependant, les taux de prises accessoires de *P. aculeata* dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador sont encore parmi les plus élevés chez les pennatules. Dans au moins six cas entre 2015 et 2018 (dans les divisions 3O et 3P), l'abondance des colonies de *P. aculeata* capturées lors des relevés par navire de recherche était supérieure à 100 colonies (comme indiqué dans les données sur les prises), dont deux cas de prises de 700 à 800 colonies par calée (V. Wareham-Hayes, données inédites) et à l'exclusion des prises importantes pour lesquelles seule la biomasse a été déclarée. Dans un cas, une prise accessoire de 10,6 kg de

cette espèce a été enregistrée, mais aucune donnée sur l'abondance n'a été associée à l'enregistrement. La prise de 880 colonies pesait 1,8 kg. Par conséquent, malgré les problèmes de capturabilité, ces pennatules sont toujours vulnérables aux engins de pêche Campelen et de grandes quantités d'entre elles peuvent être retirées de leurs populations par le chalutage. De plus, pour les pennatules, la possibilité de se déraciner elles-mêmes après une perturbation physique n'est pas sans contrainte. Il a fallu six jours aux colonies de *F. quadrangularis* déplacées pour revenir en position debout (Eno *et al.* 2001), tandis que seulement 50 % des *H. willemoesi* déplacés ont pu se rétablir. Les colonies de ce dernier dont les squelettes étaient fracturés (c.-à-d. l'axe interne) n'ont pas survécu, et les colonies délogées ont connu des niveaux plus élevés de prédation (Malecha et Stone, 2009). De plus, une fois endommagés ou blessés, les coraux peuvent devenir plus vulnérables aux espèces parasitaires (p. ex. *Paramuricea* sp. ; Bavestrello *et al.* 1997) et les répercussions peuvent avoir une incidence sur leur répartition et leur santé (p. ex. Baker *et al.* 2019).

Les temps de récupération des coraux et des éponges d'eau froide des perturbations ne sont pas encore bien compris. Cependant, il existe des preuves d'une longévité élevée et de faibles taux de croissance pour certaines espèces, ce qui peut indiquer des temps de rétablissement de plusieurs décennies. La longévité des pennatules peut varier entre 10 et 80 ans (Wilson *et al.* 2002; Neves *et al.* 2015b; Neves *et al.* 2018; Murillo *et al.* 2018), tandis que certaines grandes gorgones peuvent être âgées de 100 ans ou plus (Mortensen et Buhl-Mortensen, 2005; Sherwood et Edinger, 2009). Les calculs du temps de récupération des EMV de pennatules fondés sur les données sur la biomasse et l'effort de pêche commerciale pour la ZRO ont indiqué un temps de récupération moyen de 10,1 ans pour soutenir 50 % de la biomasse des pennatules (OPANO, 2016). Ces chiffres sont comparables aux estimations de la longévité de certaines pennatules (c.-à-d. des décennies, Neves *et al.* 2015b; Murillo *et al.* 2018).

Les renseignements sur la longévité et les taux de croissance des éponges sont encore moins courants que pour les coraux, car ils ne déposent pas d'anneaux ou de bandes de croissance comme les coraux (p. ex. Sherwood *et al.* 2005; Neves *et al.* 2015b; Neves *et al.* 2018). Kahn *et al.* (2016) ont constaté que les éponges siliceuses présentant des dommages mécaniques à petite échelle peuvent se rétablir en moins d'un an, mais que les répercussions à grande échelle (1,5x2 m²; éponges écrasées) ne montraient aucun signe de rétablissement après trois ans. Grant *et al.* (2018) ont documenté les arrêts de « bâillement » des éponges (limitant le débit de l'eau dans leur corps) qui étaient corrélés à une augmentation des concentrations de sédiments en suspension (CSS) provenant du courant de marée, lesquelles sont inférieures aux CSS connues générées par les engins entrant en contact avec le fond, comme les chaluts. Pendant les périodes d'arrêt, les éponges ne s'alimentaient plus. Grant *et al.* (2018) ont examiné les répercussions des CSS sur les récifs d'éponges siliceuses dans la ZPM du détroit d'Hécate et du détroit de la Reine-Charlotte. Les seuils de tolérance qui déclenchaient les arrêts différaient pour les trois espèces d'éponges, allant d'une réaction mineure à des arrêts qui duraient plusieurs heures. De plus, la modélisation du transport des sédiments indique que les éponges trouvées à une distance de jusqu'à 2,6 km du panache de la source peuvent être touchées, ce qui montre les répercussions potentielles des dommages non mécaniques associés au chalutage. Dans certains cas, il n'y a aucune donnée probante établissant le rétablissement plusieurs années après le fait. Par exemple, les observations vidéo d'un parcours de chalutage dans le sud-est de la baie de Baffin en 1998 n'ont montré aucun signe visible de rétablissement d'une population de coraux bambous (*Keratoisis flexibilis*, publiés sous le nom de *Keratoisis* sp.), avec des fragments de coraux encore répandus sur le fond marin et aucune trace de nouvelle croissance dans ces zones (Neves *et al.* 2015a). Ces observations corroborent les faibles taux de croissance des coraux bambous dans la région (p. ex. Sherwood et Edinger, 2009). Les échantillons de carottage par piston prélevés sur le site

indiquent que cette communauté de coraux bambous occupe continuellement la zone depuis au moins 2 000 ans (Edinger *et al.* 2017).

Les coraux et les éponges peuvent avoir un éventail diversifié d'associations avec d'autres organismes; par conséquent, l'enlèvement de ces espèces clés par des engins entrant en contact avec le fond signifie une perte d'habitat supplémentaire pour les poissons (Baillon *et al.* 2012; Kenchington *et al.* 2013; Moore *et al.* 2008), invertébrés (Klitgaard, 1995; Henry, 2001; Buhl-Mortensen et Mortensen, 2004; De Clippele *et al.* 2015; Maldonado *et al.* 2017; Neves *et al.* 2020; Wareham-Hayes *et al.* 2017), et même des communautés microbiennes (Kennedy *et al.* 2014; Kellogg *et al.* 2016; Verhoeven *et al.* 2016; Verhoeven et Dufour 2018). L'une des principales fonctions écosystémiques des éponges des grands fonds est également de fournir un habitat pour d'autres espèces (Ribeiro *et al.* 2003; Fuller *et al.* 2008) et d'accroître la biodiversité environnante (Hawkes *et al.* 2019). En fait, il a été démontré que les démosponges hébergent un éventail tellement diversifié d'invertébrés (Buhl-Mortensen *et al.* 2010; Maldonado *et al.* 2017) qu'ils ont été décrits comme étant de véritables hôtels vivants (Klitgaard, 1995). Les éponges peuvent ajouter un niveau de complexité à l'habitat, par l'intermédiaire des petits pores et canaux intérieurs de chaque éponge. Ces petits espaces peuvent protéger les œufs et les juvéniles d'autres espèces d'invertébrés et de poissons. Par exemple, des observations d'œufs de calmar de type *Rossia* à divers stades de développement ont été fréquemment documentées à l'intérieur des cavités des éponges (Mercer 1968) ou dans le corps fibreux des éponges (Aldrich et Lu 1968; Wareham-Hayes *et al.* 2017). Le calmar de type *Rossia* joue un rôle important en tant qu'espèce proie dans les réseaux trophiques de l'Arctique (Golikov *et al.* 2019).

2.1.2. Effets négatifs importants

Les effets négatifs importants sont ceux qui compromettent l'intégrité de l'écosystème (structure et fonction), c.-à-d. qui compromettent la capacité des populations touchées à se régénérer, dégradent la productivité naturelle à long terme de l'habitat, ou engendrent une perte considérable de la richesse des espèces, de l'habitat ou du type de communauté sur une base plus que temporaire (FAO 2009, 2016). Une évaluation complète des effets négatifs importants prend en compte six facteurs :

1. l'intensité ou la gravité de l'effet;
2. l'étendue spatiale de l'effet;
3. la sensibilité/vulnérabilité de l'écosystème;
4. la capacité de rétablissement d'un écosystème;
5. la mesure dans laquelle les fonctions écosystémiques peuvent être modifiées;
6. le moment et la durée de l'effet (FAO 2009).

Le Groupe de travail sur l'évaluation des sciences des écosystèmes (GTESE) de l'OPANO a élaboré une approche pour l'évaluation des effets négatifs importants des pêches commerciales à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond sur les EMV dans la zone réglementée par l'OPANO (ZRO), à l'aide d'une combinaison de données de relevés scientifiques et de données du système de surveillance des navires (SSN) de pêche. Il ressort de l'analyse du premier facteur (c.-à-d. l'intensité ou la gravité de l'effet) que les pennatules sont considérées comme vulnérables, tandis que les éponges et les gorgones sont classées comme extrêmement vulnérables. Cependant, lorsque l'analyse a tenu compte d'autres facteurs (c.-à-d. l'étendue spatiale de l'effet – y compris un indice de sensibilité des EMV), les sites d'éponges et les EMV des gorgones ont été classés comme présentant un faible risque global, tandis que les

pennatules ont été classées comme présentant un risque élevé (Durán-Muñoz *et al.* 2020). La combinaison des effets sur le niveau de la population et de la faible survie des pennatules entraîne un risque relativement élevé d'effets négatifs importants (Kenchington *et al.* 2011). Il est important de souligner que les pennatules (et les petites gorgones comme *Acanella arbuscula*) vivent principalement sur des substrats mous, qui sont plus susceptibles d'être chalutés que les fonds rocheux ou mixtes, où l'on trouve surtout de grandes gorgones et des éponges (Wareham et Edinger, 2007; Edinger *et al.* 2011; V. Wareham-Hayes, données inédites). Les évaluations des effets négatifs importants à l'échelle du groupe fonctionnel (c.-à-d. les grandes gorgones, les pennatules) pourraient également cacher le potentiel de variation interspécifique. Par exemple, Benoît *et al.* (2020a) ont estimé que la pennatule *P. aculeata* est probablement plus résistante au chalutage que les autres pennatules de la région du Golfe (c.-à-d. *Anthoptilum grandiflorum*, *Halipterus finmarchica* et *Pennatula grandis*).

Les effets négatifs importants des relevés scientifiques (c.-à-d. les relevés par navire de recherche) sur les coraux et les éponges n'ont pas été évalués dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, et il est difficile de les dissocier des répercussions de la pêche commerciale, qui était une source importante d'effets sur le fond marin avant la fermeture de ces zones (Kulka et Pitcher, 2002; Edinger *et al.* 2007). Des fractions élevées des ZBI de la région de Terre-Neuve-et-Labrador ont été exposées à diverses activités de pêche, où 20 % et 25 % de l'empreinte de la pêche hauturière chevauche des ZBI de grandes gorgones et de pennatules, respectivement (Koen-Alonso *et al.* 2018). Néanmoins, nous avons examiné le chevauchement entre les calées de relevés par navire de recherche du MPO dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador et les ZBI (grandes gorgones, petites gorgones, éponges et pennatules) à l'intérieur des zones fermées entre 1995 et 2019, afin de déterminer à quelle fréquence les calées des relevés par navire de recherche se trouvent à l'intérieur de ces zones spéciales dans les zones fermées.

Les données examinées comprennent les calées des relevés par navire de recherche (positions de départ) effectuées entre 1995 et 2019, englobant les zones 2HJ3KLNOP de l'OPANO, pour un total de 28 445 calées (Tableau 3). Pour cette période, un total de 2 035 calées se trouvaient dans les aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador (Tableau 3). Sur le nombre de calées faisant partie d'une aire protégée donnée, la proportion de ces calées faisant également partie d'une ZBI variait entre 0,3 % et 74 % (Tableau 3). Dans la zone corallienne fermée 3O et la zone de conservation des éponges fermée, 51 % et 29 % des calées se trouvaient dans une ZBI de petites gorgones ou d'éponges, respectivement. Dans la fermeture de l'île Funk, une seule calée a croisé une ZBI d'éponges adjacente à l'aire protégée (principalement à l'extérieur), et dans la fermeture du chenal Hawke, aucune ZBI n'a été identifiée (Tableau 3). Dans la fermeture de l'ensellement Hopedale, 49 % et 40 % des calées de relevés par navire de recherche se trouvaient à l'intérieur d'une ZBI d'éponges ou de grandes gorgones, respectivement, et seulement une petite proportion de calées se trouvaient à l'intérieur d'une ZBI de pennatules ou de petites gorgones (0,3 % chacune, Tableau 3). Dans la ZPM du chenal Laurentien, 61 % des calées se trouvaient à l'intérieur d'une ZBI de pennatules, et aucune autre ZBI n'a été identifiée dans cette ZPM (Tableau 3). Dans la fermeture du talus du nord-est de Terre-Neuve, 74 % des calées se trouvaient à l'intérieur d'une ZBI de pennatules, et 29 % dans une ZBI d'éponges (Tableau 3).

Le chevauchement élevé entre les calées de relevés par navire de recherche et les ZBI dans certaines régions n'est pas surprenant, car ces relevés ont servi de base aux travaux de modélisation qui ont mené à l'identification et à la délimitation de ces zones spéciales (p. ex. Kenchington *et al.* 2016a; 2016b). Néanmoins, les chiffres aident à renforcer l'idée que les relevés par navire de recherche ont souvent lieu dans des zones où les concentrations de coraux ou d'éponges sont importantes (Tableau 3). Dans certains cas, les strates des relevés

par navire de recherche se trouvent entièrement dans une aire protégée, ce qui signifie que les calées pour ces strates ne peuvent pas être déplacées à un autre endroit à l'extérieur de la zone fermée.

L'examen du poids et de l'abondance des prises peut également donner une idée de la quantité de coraux ou d'éponges prélevés pendant les relevés par navire de recherche. Bien que la biomasse de coraux et d'éponges soit enregistrée en mer pour chaque calée réussie, les abondances de coraux et d'éponges ne sont pas toujours enregistrées, en particulier pour les grosses prises, où un sous-échantillon est prélevé, et l'abondance totale est extrapolée en fonction du poids humide. Pourtant, dans plusieurs cas, l'ensemble de données du relevé par navire de recherche contient des enregistrements d'un grand nombre de pennatules dans une calée. Les pennatules sont habituellement moins endommagées que les gorgones, qui sont plus fragiles, de sorte qu'il est généralement plus facile de déterminer leur abondance. Entre 2006 et 2019, 47 calées contenaient des enregistrements de plus de 100 pennatules par calée. De ce nombre, cinq calées contenaient plus de 500 pennatules par calée (3O, 3P). Ces chiffres ne sont pas négligeables et, comme l'indiquent Kenchington *et al.* (2011), l'enlèvement de cette quantité de pennatules peut effectivement avoir des répercussions à l'échelle de la population. Les données sur l'abondance peuvent être encore plus difficiles à déterminer pour les éponges parce que les spécimens sont rarement intacts (souvent fragmentés) (p. ex. Jørgensen *et al.* 2016), ce qui fait que les poids de prises documentés sont des estimations prudentes de l'effet réel.

2.2. COMPARAISON DE L'EMPREINTE DES RELEVÉS AU CHALUT DE FOND ET DE CELLE DE LA PÊCHE COMMERCIALE

Il est difficile d'obtenir une comparaison exacte de la zone balayée pour les régions de Terre-Neuve-et-Labrador ayant fait l'objet de relevés scientifiques menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond par rapport à la zone balayée par les engins de pêche commerciale entrant en contact avec le fond. Toutefois, une analyse initiale d'un seul type d'engin de pêche commerciale à l'aide de données satellitaires donne un aperçu de l'ampleur de la différence d'échelle entre les deux. Les données du SSN ont été utilisées pour estimer l'activité de pêche pour un type d'engin mobile de chalutage à poissons de fond (chalut de fond [arrière]) dans la pêche commerciale à Terre-Neuve-et-Labrador. Les trajectoires ont été créées à l'aide des « impulsions » horaires que transmet un bateau de pêche donné (données inédites), et le temps de « pêche » par rapport au temps de « navigation » ont été séparés en fonction des vitesses de pêche prévisibles (Koen-Alonso *et al.* 2018). Les impulsions de pêche ont été converties en voies linéaires selon la méthode de la spline cubique d'Hermite (cHs) (Hintzen *et al.* 2010). Cette méthode offre une façon plus réaliste de cartographier les passages de pêche en fonction des paramètres de vitesse et de cap associés à chaque impulsion. Ces passages de pêche pour les années 2005 à 2014 ont été comparés aux passages de relevés par navire de recherche créés en utilisant les coordonnées de début et de fin pour chaque calée et une largeur moyenne de panneau de 50 m. De même, des passages ont été créés pour le relevé du sébaste de l'unité 2 à l'aide des coordonnées de début et de fin disponibles et d'une largeur moyenne de panneau de 48 m. Selon l'espèce cible de la pêche commerciale et la taille du navire, la largeur moyenne des panneaux peut varier de 10 à 100 mètres (Amoroso *et al.* 2018). La largeur du panneau a été utilisée pour la largeur de la zone balayée, car les panneaux et la patte d'oie entrent en contact avec le fond. La fonction principale des panneaux et de la patte d'oie consiste à assurer l'ouverture du chalut (force hydrodynamique et force de cisaillement sur le sol) et à aider à rassembler les poissons à l'embouchure du filet (Løkkeborg, 2005; He, 2007; 2015). Les trajectoires de relevés par navire de recherche ont été limitées à 2005-2014 pour que les données soient comparables, et toutes les trajectoires ont été fixées à

la limite de chaque aire protégée, et la superficie totale (km²) a été calculée pour chacune (Tableau 4).

Ces données montrent une nette différence dans l'échelle des répercussions du contact avec le fond des relevés par navire de recherche et de la pêche commerciale, même pour un seul type d'engin de pêche mobile. La plus grande zone balayée dans une seule aire protégée pour le relevé par navire de recherche et le relevé du sébaste de l'unité 2 était de 17,71 km² et de 8,452 km², respectivement, dans la ZPM du chenal Laurentien, tandis que pour le chalut de fond commercial, elle était d'environ 712 km² dans la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve. Plusieurs facteurs doivent être pris en considération lors de la comparaison de ces données. Premièrement, ces trajectoires du SSN pour un seul type d'engin ne représentent qu'une fraction de l'empreinte globale de la pêche commerciale. Les données du SSN ne sont pas nécessairement disponibles pour tous les navires et doivent être liées à des registres de bord réels pour être utilisées à cette fin; par conséquent, ces trajectoires ne représentent pas la totalité de la pêche réelle pour cet engin au cours des années précisées. De plus, selon le nombre de jours-navires, seulement 1,3 % de tous les efforts de pêche commerciale dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador sont attribuables à la pêche mobile du poisson de fond, et 98,5 % de ces activités sont géoréférencées (Koen-Alonso *et al.* 2018). Deuxièmement, étant donné que les impulsions du SSN ne sont enregistrées qu'une fois l'heure, cette méthode raterait toute activité de pêche d'une durée inférieure à une heure. Un autre facteur à prendre en considération est que ce type d'engins particuliers semble être regroupé dans certaines zones où se trouvent les espèces ciblées de poisson de fond (p. ex. le long de la bordure du plateau continental), tandis que d'autres types d'engin peuvent introduire plus d'efforts dans les zones semi-hauturières ou littorales. C'est évident quand on examine les zones touchées par la fermeture de la fosse de l'île Funk et du chenal Hawke (0 km² et 4,27 km², respectivement). Toutefois, ces deux fermetures de pêche ont été établies de 2002 à 2005, de sorte que la pêche commerciale a été restreinte pendant la période étudiée ici.

2.3. CALCUL DE LA PROPORTION DES ZONES TOUCHÉES ET INTERVALLE DE RÉCURRENCE POUR LES RELEVÉS SCIENTIFIQUES

2.3.1. Proportion des zones touchées et intervalle de récurrence

Afin de déterminer l'ampleur des effets négatifs importants potentiels des relevés scientifiques menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond, il faut évaluer la proportion des zones touchées pour chaque aire protégée. Chaque relevé couvre différentes zones de la région; par conséquent, certaines aires protégées peuvent n'être touchées que par l'un des relevés décrits ici, mais d'autres peuvent être touchées par plusieurs relevés. À l'aide des directives du document-cadre national (MPO 2018), la proportion des zones touchées et les intervalles de récurrence, tels que décrits ci-dessous, ont été calculés pour chaque aire protégée, par relevé, ainsi que les valeurs cumulatives pour de multiples relevés, le cas échéant.

La proportion de répercussions est définie comme étant la proportion moyenne par année du plancher océanique de la zone protégée qui subirait les effets de l'engin scientifique entrant en contact avec le fond dans les relevés aléatoires ou à stratification aléatoire sur toutes les strates (K : avec K = 1 pour un relevé aléatoire) pour tous les relevés (S) et est calculée comme suit :

$$Prop. Impact = \frac{\sum_S \overline{swept\ area}_s * freq_s \sum_k^K sampling\ intensity_{s,k} * protected\ area\ size_{s,k}}{protected\ area\ size} \quad (1)$$

où

- $\overline{swept\ area}_s$ est la superficie moyenne balayée (km²) pour un échantillon dans les relevés;
- $freq_s$ est la fréquence annuelle (1 pour les relevés annuels, 0,5 pour les relevés bisannuels, etc.) des relevés;
- $sampling\ intensity\ (intensité\ de\ l'échantillonnage)_{s,k}$, est le nombre moyen de stations d'échantillonnage par km² dans la strate k pour le relevé s ;
- $protected\ area\ size\ (taille\ de\ l'aire\ protégée)_{s,k}$, correspond à la superficie de l'aire protégée contenue dans la strate k (km²) pour le relevé s ;
- et le dénominateur est la taille totale de l'aire protégée (km²) (MPO 2018).

Dans le cas d'un relevé à stations fixes, idéalement, les répercussions seraient constantes dans le temps et égales à la somme des zones balayées pour tous les traits dans la zone, divisée par la superficie totale de la fermeture.

L'intervalle de récurrence \mathcal{R} est défini comme le temps moyen (années) entre les effets successifs de l'échantillonnage benthique sur un site donné, et lorsque la totalité de l'aire protégée est couverte par un relevé, l'inverse de la proportion des zones touchées est utilisé.

$$R = \frac{1}{Prop. Impact} \quad (2)$$

Lorsqu'un relevé ne couvre qu'une partie d'une aire protégée, le cadre national (MPO 2018) recommande que l'intervalle de récurrence soit calculé uniquement pour cette proportion de chevauchement, comme s'il :

$$R = \frac{protected\ area\ size * proportion\ protected\ area\ overlapped}{\sum_s \overline{swept\ area}_s * freq_s \sum_k sampling\ intensity_{s,k} * protected\ area\ size_{s,k}} \quad (3)$$

où la *proportion protected area overlapped* (proportion d'aires protégées qui se chevauchent) correspond à la superficie des strates de relevé qui font partie de l'aire protégée divisée par la taille totale de l'aire protégée. Lors du calcul des intervalles de récurrence globaux pour des relevés multiples, la proportion d'aires protégées qui se chevauchent est calculée à partir d'un polygone fusionné de strates pour tous les relevés réunis.

2.3.1.1. Relevé plurispécifique par navire de recherche

Certaines aires protégées sont échantillonnées dans le cadre des relevés plurispécifiques par navire de recherche du printemps et de l'automne, tandis que d'autres ne sont échantillonnées que dans un relevé et non dans l'autre. Pour les aires protégées qui sont échantillonnées dans les deux relevés, les analyses ont été combinées pour obtenir une proportion globale des zones touchées et l'intervalle de récurrence pour les deux relevés par navire de recherche (c.-à-d. printemps et automne combinés).

Seules des calées de la série chronologique Campelen (1995-2019) ont été utilisées pour ces analyses, et puisque ce type d'engin a été introduit pour la première fois à l'automne 1995, la série Campelen du printemps commence en 1996, ce qui donne 25 et 24 années de données, respectivement. Toutes les calées (réussies ou non) ont été incluses, et toutes les calées historiques dans la division 3M de l'OPANO ont été retirées, car le relevé par navire de recherche n'y est plus utilisé. L'engin utilisé est un chalut à crevettes Campelen 1800 avec une distance de trait standard de 1,48 km et une largeur moyenne de panneau de 50 m (McCallum

et Walsh, 1996). Sur cette base, la superficie moyenne balayée pour chaque trait est de 0,074 km².

2.3.1.2. Relevé du sébaste dans l'unité 2

Le relevé du sébaste de l'unité 2 dirigé par l'industrie est conçu comme un relevé stratifié aléatoire à l'aide d'un chalut Campelen modifié, comme celui utilisé dans les relevés plurispécifiques par navire de recherche du MPO. Il couvre plusieurs régions du MPO, y compris Terre-Neuve-et-Labrador, les Maritimes, le Golfe et le Québec, mais au moment où ces analyses ont été effectuées, il n'y avait pas de version complète accessible des polygones spatiaux des strates de relevé. Au lieu de cela, on a utilisé une combinaison de strates du relevé plurispécifique de Terre-Neuve-et-Labrador, une strate (496) provenant des strates d'évaluation des écosystèmes de la région des Maritimes et les strates 415 à 417, du nord du golfe du Saint-Laurent (Figure 4). Ces strates recoupent les aires protégées d'intérêt pour le relevé du sébaste et ont été fusionnées à partir de chacune des régions pour permettre le calcul de la proportion de chaque aire protégée touchée par le relevé (année⁻¹). Les mêmes calculs qui ont été utilisés pour le relevé plurispécifique du MPO ont été appliqués au relevé du sébaste, car il s'agit de plans de relevé stratifié aléatoire. Une superficie balayée moyenne de 0,0667 km² a été calculée en fonction d'une recommandation de Benoît *et al.* (2020b) selon laquelle la largeur des panneaux de chalut peut être estimée en utilisant un rapport de 3 de l'envergure (15-17 m) et une distance de trait standard de 0,75 nm (1,389 km). Deux ZPM supplémentaires de la région des Maritimes (banc de Sainte-Anne et Gully) ont été incluses dans ces analyses, car quelques calées se trouvaient à l'intérieur de leurs limites.

2.3.1.3. Relevé collaboratif au casier d'après saison

La configuration de l'engin pour le relevé du crabe des neiges varie selon la zone et selon le maillage du casier à crabes. Des flottilles de 6 casiers sont utilisées dans les zones côtières, avec une flottille de 7 casiers si un casier à petites mailles est ajouté. Des flottilles de 10 casiers sont utilisées dans les zones extracôtières, avec une flottille de 11 casiers si un casier à petites mailles est ajouté. Ce relevé est en voie de transition pour inclure un casier à petites mailles à chaque station, comme mentionné ci-dessus. Les instructions du pêcheur prévoient que les casiers doivent être espacés à des intervalles de 25 brasses le long de la série et qu'un poids standard de 20 livres doit être fixé aux deux câbles de descente de chaque flottille, les poids étant situés à 15 brasses du casier d'extrémité.

Afin d'obtenir une estimation de la superficie balayée pour les calées dans les aires protégées d'intérêt, le nombre moyen de casiers par station a été calculé en n'utilisant que les stations situées à l'intérieur des limites des aires protégées. On a utilisé en moyenne 10 casiers dans une flottille à des intervalles de 25 brasses avec un câble de tête et de queue lesté de 15 brasses. Au fur et à mesure que le relevé s'orientera vers l'inclusion de casiers à petites mailles, les stations extracôtières finiront toutes par avoir 11 casiers, mais pour l'instant, il s'agit de la meilleure estimation de la zone de fond potentielle touchée. Suite à une recommandation du cadre national (Benoît *et al.* 2020b), une estimation plus précise de la zone balayée pour les casiers et les engins de piégeage d'après Doherty *et al.* (2018) a été utilisée pour calculer l'empreinte du relevé du crabe des neiges. Les casiers coniques utilisés pour le relevé ont un diamètre de 1,3 m, ce qui donne une empreinte statique totale de 1,33 m². On présume alors que la zone balayée par l'ensemble de la flottille représente 36 fois l'empreinte statique d'un seul casier multipliée par 10 pour le nombre moyen de casiers dans une flottille. La superficie balayée moyenne estimée pour une seule station est de 0,0004788 km².

En raison des limites de l'ensemble de données de relevé, il a été difficile de déterminer quelles stations faisaient partie du plan de relevé aux stations fixes ou aléatoire, par conséquent, aux fins de ces calculs, seules les stations qui se trouvaient à l'intérieur des limites des aires

protégées ont été incluses. Selon la formule de la proportion des zones touchées ci-dessus (équation 1), l'intensité de l'échantillonnage a été calculée comme le nombre moyen de stations (calées) par relevé (s). La formule a été rajustée comme suit :

$$Prop. Impact = \frac{\sum_s^S \overline{swept\ area}_s * freq_s \sum_k^K \overline{mean\ number\ of\ sets}_{s,k}}{protected\ area\ size} \quad (4)$$

Où le *mean number of sets* (nombre moyen de calées_{s,k}) remplace *sampling intensity* (l'intensité d'échantillonnage_{s,k}) et la *taille de protected area size* (l'aire protégée_{s,k}). Pour les relevés stratifiés aléatoires, comme les relevés par navire de recherche plurispécifiques du printemps et de l'automne, l'intensité de l'échantillonnage est calculée par strate, divisée par la superficie de la strate pour obtenir le nombre de calées par km², puis multipliée par la superficie de cette strate qui se trouve à l'intérieur des limites de l'aire protégée. Pour le relevé du crabe, plutôt que de supposer que toutes les stations d'une strate sont aléatoires, ce qui n'est pas le cas, nous le savons, nous prenons seulement la densité réelle des stations qui entrent dans la proportion des strates dans l'aire protégée pour éviter une partie de la variabilité de la répartition spatiale observée dans les strates plus grandes ou celles qui semblent contenir plusieurs stations d'échantillonnage fixes.

2.3.1.4. Relevé du flétan à la palangre

Les calculs pour le relevé du flétan à la palangre étaient les mêmes que pour le relevé par navire de recherche et le relevé du sébaste. La zone balayée pour ce relevé est inconnue, et une valeur estimative a donc été calculée à l'aide d'une recommandation du cadre national, la longueur de l'engin multipliée par 0,1 km en supposant un balayage latéral (MPO 2018). D'après les données recueillies au cours des quatre années du relevé jusqu'à maintenant, une longueur moyenne des engins de 5,1 km a été utilisée, ce qui donne une superficie balayée moyenne de 0,51 km². Comparativement aux zones balayées pour d'autres engins pris en considération ici, cela semble relativement élevé (voir le tableau 2), mais sans enquête plus poussée sur la zone réelle étant entrée en contact avec les palangres entre le déploiement et le moment de la récupération, il s'agit de la meilleure information disponible.

2.3.2. Résumé des analyses

2.3.2.1. Relevés plurispécifiques par navire de recherche

Les deux relevés plurispécifiques par navire de recherche ont une moyenne combinée de 1 161 calées par année, et il y en a plus pendant le relevé d'automne (~691 calées par année) que pendant le relevé du printemps (~479 calées par année; Tableau 2). Avec une superficie moyenne balayée de 0,074 km² par calée, la superficie totale moyenne du fond touché par l'engin de relevé est de 35,44 km² par année pour le relevé du printemps et de 51,13 km² pour le relevé de l'automne. La proportion de la zone dans chaque aire protégée touchée par l'engin entrant en contact avec le fond a été calculée pour chacun des deux relevés (Tableau 5) et combinée pour obtenir une valeur globale pour les relevés par navire de recherche de l'automne et du printemps (année -1). Le relevé du printemps n'a touché que la ZPM du chenal Laurentien, la zone corallienne fermée 3O et une partie de la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve (division 3L de l'OPANO). Les valeurs de la proportion des zones touchées doivent être interprétées comme la proportion annuelle moyenne de chaque aire protégée qui entre en contact avec l'engin de relevé. L'intervalle de récurrence est ensuite interprété comme le nombre d'années qu'il faudrait pour un emplacement donné, dans la proportion des aires protégées faisant l'objet d'un relevé (p. ex. calées contenant des strates qui les chevauchent), avant d'être échantillonné de nouveau. De toutes les aires protégées, la ZPM du chenal

Laurentien affichait la plus forte proportion de zones touchées par le relevé par navire de recherche global (0,000173 année⁻¹) et l'intervalle de récurrence le plus bas (5 717 ans; Tableau 5). La fermeture de l'ensellement Hopedale présentait le deuxième intervalle de récurrence parmi les plus bas, soit 6 705 ans. La fermeture de l'Éperon de Sackville avait la plus faible proportion de zones touchées (0,000003 an⁻¹), mais l'intervalle de récurrence le plus élevé a été celui de la fermeture de la fosse de l'île Funk (13 461 ans).

2.3.2.2. Relevé du sébaste dans l'unité 2

La superficie totale du relevé du sébaste de l'unité 2 est plus petite que celle du relevé par navire de recherche et ne comprenait que trois aires protégées, soit la ZPM du chenal Laurentien dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador., la ZPM du banc de Sainte-Anne et la ZPM du Gully dans la région des Maritimes. Même si les deux ZPM de la région des Maritimes ne contenaient que très peu de calées (banc de Sainte-Anne, n = 25; Gully, n = 1) dans la série chronologique complète de relevés, elles ont été incluses dans l'analyse par souci de constance. La proportion de la zone touchée pour le banc de Sainte-Anne et le Gully était de 0,000018 et 0,000002 année⁻¹, respectivement, tandis que la proportion était de 0,000066 année⁻¹ pour le chenal Laurentien (Tableau 5). Le nombre moyen de calées par relevé (environ tous les deux ans) pour le sébaste de l'unité 2 était de 110 calées, et compte tenu d'une superficie moyenne balayée de 0,0667 km², la superficie totale moyenne du fond touché par l'engin de relevé était de 7,337 km² par année (Tableau 2). Les intervalles de récurrence pour le relevé du sébaste étaient relativement élevés comparativement au relevé par navire de recherche, en partie en raison de son plan biannuel.

2.3.2.3. Relevé collaboratif au casier d'après saison

Le relevé du crabe au casier a touché une proportion relativement faible de toutes les aires protégées qu'il a chevauchées. La fermeture de la fosse de l'île Funk (0,000002 an⁻¹) et la fermeture du chenal Hawke (0,000001 an⁻¹; Tableau 5) étaient les valeurs les plus élevées pour la proportion des zones touchées. Le nombre moyen de stations par relevé (année) pour le relevé complet était de 1 085 flottilles (8 986 casiers) et présentait la plus petite superficie balayée moyenne totale (0,519 km²) de tous les relevés (Tableau 2). La fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve et la ZPM du chenal Laurentien ont été très peu touchées par le relevé du crabe au casier (1,72E-8 et 2,63E-7 an⁻¹, respectivement), car seules quelques stations ont été identifiées dans chaque aire protégée (voir Figure 5 pour le chevauchement des strates de crabes). Les temps de récurrence étaient relativement élevés comparativement à tous les autres relevés; par exemple, ils étaient respectivement de 1 604 532 et de 1 179 123 ans (Tableau 5) pour la ZPM du chenal Laurentien et la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve.

2.3.2.4. Relevé du flétan à la palangre

Les strates du relevé du flétan à la palangre chevauchaient quatre aires protégées d'intérêt dans ces analyses, la ZPM du chenal Laurentien, la zone corallienne fermée 3O et les deux ZPM de la région des Maritimes du MPO, le banc de Sainte-Anne et le Gully. Il convient de souligner que sur les quatre années de données de la série chronologique de relevés à stratification aléatoire jusqu'à présent, seulement 12 calées ont été réalisées dans le chenal Laurentien, 9 dans le banc de Sainte-Anne, 3 dans le Gully, et aucune dans la zone corallienne fermée 3O. Même s'il n'y avait pas de calées dans la zone corallienne fermée 3O, il y avait encore une certaine intensité d'échantillonnage dans les strates qui chevauchaient la limite nord de la zone de fermeture, et on a donc supposé qu'il pourrait y avoir des calées assignées à cet endroit dans l'avenir en fonction du plan de relevé stratifié aléatoire. Les valeurs de la proportion de zones touchées étaient relativement élevées dans les trois ZPM, celle du banc de Sainte-Anne ayant la valeur la plus élevée, à 0,000189 an⁻¹, et les temps de récurrence se sont révélés assez faibles (4 759 à 6 994 ans; tableau 5). Toutefois, ces valeurs sont probablement

très différentes de celles des autres relevés en raison de la superficie balayée relativement élevée de l'engin (tableau 2).

2.3.2.5. Effets cumulatifs

La proportion cumulative des zones touchées et des intervalles de récurrence pour les cinq relevés est décrite dans le Tableau 6. Les valeurs cumulatives pour la proportion de zones touchées sont simplement la somme des valeurs du Tableau 5 pour chaque relevé; cependant, les intervalles de récurrence sont calculés en fonction de la proportion totale de l'aire protégée où des calées ont été attribuées (c.-à-d. la superficie des calées contenant des strates qui les chevauchent). Étant donné que ces zones se chevauchent d'un relevé à l'autre, le chevauchement cumulatif de la superficie des relevés (km²) a été calculé en fusionnant les quatre calées de strates et en obtenant la proportion totale de la superficie des relevés qui chevauche chaque aire protégée (Tableau 6). L'inverse de la proportion cumulative des répercussions pour tous les relevés a été multiplié par la proportion de l'aire protégée comportant des relevés qui se chevauchent pour obtenir l'intervalle de récurrence cumulatif tel qu'indiqué à l'équation 3 ci-dessus. La ZPM du chenal Laurentien (0,000383 an⁻¹) représente l'aire protégée ayant la plus forte proportion cumulative de zones touchées. Elle présentait également l'intervalle de récurrence cumulatif le plus bas, soit 2 612 ans. La ZPM du banc de Saint-Anne arrivait en deuxième place pour la proportion cumulative de zones touchées, tout comme la ZPM du Gully (0,000208 et 0,000104 an⁻¹, respectivement, les deux étant fortement influencées par le relevé du flétan à la palangre (Tableau 6). Ils ont aussi de faibles intervalles de récurrence, tous deux à 4 810 ans (Tableau 6).

Dans l'ensemble, la proportion de la zone touchée et les intervalles de récurrence pour ces relevés n'est pas importante par rapport à l'empreinte totale des aires protégées ou par rapport à l'empreinte de la pêche commerciale (voir la section 2.2). Certaines aires protégées sont plus touchées que d'autres par les relevés effectués à l'aide d'un engin entrant en contact avec le fond, mais les répercussions semblent minimales dans l'ensemble. Il convient de souligner que les coraux, les éponges et les autres organismes benthiques ont généralement des répartitions inégales, même à l'intérieur des aires protégées, et que les résultats de ces types d'analyses peuvent différer s'ils sont effectués à une petite échelle spatiale.

3. CONSÉQUENCES POTENTIELLES DE LA RESTRICTION OU DE L'INTERDICTION DES RELEVÉS SCIENTIFIQUES MENÉS À L'AIDE D'ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND DANS LES AIRES PROTÉGÉES

3.1. APPROCHE GÉNÉRALE/MÉTHODES

Une décision pleinement éclairée concernant l'autorisation d'effectuer des relevés de recherche dans des aires protégées ne peut pas être prise sans tenir compte des conséquences potentielles de l'absence de relevés dans ces aires. Les répercussions potentielles de l'exclusion de relevés scientifiques dans les aires protégées ont été simulées par un rééchantillonnage des données existantes des relevés afin de supprimer les données recueillies dans les aires protégées et de recalculer les indicateurs pertinents des stocks/écosystèmes de la série chronologique des relevés sous-échantillonnés.

Les répercussions potentielles de l'exclusion des données recueillies dans les aires protégées ont été évaluées en comparant les deux séries chronologiques, avec et sans exclusion. Dans certaines de ces analyses, nous avons également exploré les biais temporels potentiels créés par l'exclusion de données dans les aires protégées en examinant les tendances dans le journal annuel du ratio entre les deux séries chronologiques (c.-à-d. qu'une valeur de 0 signifierait que le modèle initial et le scénario ont des valeurs d'indice identiques pour une année donnée,

$\log(1)=0$, des valeurs négatives indiqueraient que l'exécution du scénario donne des valeurs d'indice inférieures à celles du modèle initial, et des valeurs positives indiqueraient que l'exécution du scénario donne des valeurs d'indice plus élevées que le modèle initial). Nous étions particulièrement intéressés par la possibilité de biais temporels, car ils pourraient compromettre les avis scientifiques produits à partir des relevés (voir Benoît *et al.* 2020b). À cette fin, nous intégrons un modèle additif généralisé (MAG) à la série chronologique des valeurs du rapport logarithmique. Les résultats significatifs du modèle lissé pour l'« année » covariable ont indiqué la possibilité d'un important biais variable dans le temps. Nous examinons ici les répercussions potentielles de ces données exclues sur les données océanographiques physiques, les indicateurs des tendances écosystémiques générales, ainsi que les indices utilisés pour les évaluations spécifiques des poissons démersaux et des mollusques et crustacés.

Selon Benoît *et al.* (2020a) nous n'avons pas examiné les fermetures sur une base individuelle, mais nous avons plutôt regroupé les aires protégées en fonction de leur principal objectif de conservation. Plus précisément, la fermeture de l'ensellement Hopedale, la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve, la zone corallienne fermée 3O, la fermeture de la queue du Grand Banc, la fermeture de la passe Flamande et du canyon oriental et la fermeture de l'Éperon de Sackville ont toutes été prises en considération ici comme des « fermetures de zones d'éponges et de gorgones » (même si nous faisons remarquer que certaines de ces zones avaient des objectifs de conservation supplémentaires qui n'étaient pas liés aux coraux et aux éponges). Le chenal Laurentien a été classé comme une « fermeture liée aux pennatules ». Nous faisons la distinction entre les fermetures pour la conservation des pennatules et celles concernant les gorgones (bien que les deux soient des coraux) en raison de la sensibilité distincte des gorgones par rapport aux pennatules quand il est question de perturbations benthiques. Enfin, la fermeture du chenal Hawke et la fermeture de la fosse de l'île Funk ont été regroupées en tant que fermetures visant à protéger « l'habitat du poisson ». Ces fermetures visant à protéger l'habitat du poisson ont été incluses sur demande, même si l'on considérerait qu'il n'y avait pratiquement aucune justification pour exclure les relevés scientifiques de ces zones.

L'incidence potentielle de la perte de données provenant des aires protégées a été évaluée pour chacune de ces catégories de fermeture, ainsi que pour toutes les catégories combinées, comme il est indiqué ci-dessous :

- **Scénario A** : Exclusion des calées des fermetures pour la conservation des éponges et des gorgones
- **Scénario B** : Exclusion des calées des fermetures pour la conservation des pennatules
- **Scénario C** : Exclusion des calées des fermetures visant à protéger l'habitat du poisson (il convient de souligner que ce scénario a été examiné pour les évaluations des écosystèmes et les évaluations des poissons démersaux et des mollusques et crustacés ciblant des espèces précises, mais pas pour les analyses des données océanographiques physiques)
- **Scénario ABC** : Exclusion des calées de tous les types de fermeture (il convient de souligner que, dans certains cas, on l'a appelé AB ou AC si l'un des types de fermeture n'est pas pertinent pour le relevé ou la zone examinée.

3.2. OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

Les analyses des conditions océanographiques environnementales sont des aspects inhérents des avis scientifiques fournis lors des évaluations des écosystèmes par le MPO. Bien que la plupart des données océanographiques utilisées pour ces avis soient obtenues sans contact

avec le fond marin, la collecte de certains types de données (p. ex. la température) repose également sur deux types d'engins qui entrent en contact avec le fond, soit les dispositifs d'amarrage océaniques et les capteurs de conductivité-température-profondeur (CTP) montés sur chalut.

3.2.1. Amarres

Les amarres consistent en un réseau vertical sous-marin d'instruments ancrés temporairement à un certain endroit. Les instruments sont généralement laissés sur place pendant de longues périodes (des mois à des années). Cette technologie est donc non mobile une fois déployée. En haute mer, les amarres sont généralement récupérées en détachant les instruments à l'aide d'un dispositif de déclenchement acoustique et en laissant le poids d'ancrage sur place. L'avantage des amarres est qu'elles peuvent fournir des renseignements continus de divers types (conditions environnementales physiques et biogéochimiques, présence de poissons ou de mammifères marins, etc.) et sur de longues périodes. Le déploiement d'amarres à l'intérieur des zones fermées à la pêche est parfois utilisé comme stratégie pour éviter la perte ou l'endommagement des instruments en raison d'un contact potentiel avec des engins de pêche. À l'heure actuelle, il n'existe aucune solution de rechange appropriée aux amarres océanographiques, et aucune analyse particulière relative à ces dispositifs n'est contenue dans le présent document. Bien qu'il soit reconnu que le déploiement de dispositifs d'amarrage dans les aires protégées peut avoir une certaine incidence sur les taxons benthiques, on s'attend à ce que l'empreinte de ces répercussions soit très faible (l'empreinte du poids laissé derrière peut varier, mais elle est habituellement de l'ordre d'environ 1 m² par déploiement). Dans de rares cas, par exemple lorsque le dispositif de déclenchement acoustique ne fonctionne pas, des tentatives de récupération de l'amarre au moyen de techniques de dragage (p. ex. un grappin) peuvent également être utilisées, ce qui augmente le risque d'effet négatif sur le fond marin.

3.2.2. Température au fond

Les cartes des températures au fond sont produites chaque année à l'aide de toutes les observations de fond ou près du fond recueillies au printemps (avril-juin) et à l'automne (septembre-décembre) (voir Figure 6). Ces observations servent à déterminer les conditions de fond moyennes et les habitats thermiques dans différentes zones du plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador (divisions de l'OPANO, ZPC, etc.) Ces estimations de la température au fond sont limitées à des profondeurs inférieures à 1 000 m, car la grande majorité des observations utilisées pour cette tâche sont obtenues pendant le relevé plurispécifique par navire de recherche du MPO à l'aide de CTP installés sur les engins de pêche (p. ex. Cyr *et al.* 2020).

Les scénarios mis à l'essai ici sont légèrement différents de ceux décrits précédemment pour les autres analyses : Scénario A (exclusion des calées dans les fermetures pour la conservation des éponges et des gorgones), scénario B (exclusion des calées dans les fermetures pour la conservation des pennatules), scénario AB (exclusion des calées dans les deux fermetures précédentes ensemble) et scénario ABC (exclusion des calées dans tous les types de fermeture, y compris les fermetures visant protéger l'habitat du poisson). Il convient de souligner que le scénario C n'a pas été évalué seul en ce qui concerne la perte de données de température. La stratégie élaborée ici pour évaluer l'incidence du retrait des données acquises à l'aide des engins entrant en contact avec le fond à l'intérieur des aires protégées (voir Figure 6) consiste à les retirer de toutes les analyses historiques depuis 1980 selon les scénarios présentés ci-dessus, puis à recalculer la moyenne annuelle par division de l'OPANO, et à les comparer à ceux obtenus sans aucun retrait (le scénario de référence). Cette méthode

est appliquée à l'échantillonnage utilisant les données du printemps (divisions 3LNOPs de l'OPANO) et les données d'automne (2HJ3KLNO) entre 1990 et 2019.

Les résultats de cette analyse sont présentés sous forme de tableaux de bord dans la figure 8 pour le printemps et dans la figure 9 pour les données de l'automne. Pour chaque division de l'OPANO, les cinq premières rangées représentent la température moyenne au fond pour la saison dans cette division pour le scénario de référence (sans exclusion) et les quatre scénarios d'exclusion. Chaque cellule est codée par couleur en fonction de son écart par rapport à la moyenne climatologique de 1980 à 2010 en termes d'anomalie normalisée (voir Figure 7). L'écart relatif (%) de chaque scénario par rapport à la référence est également quantifié pour chaque division de l'OPANO (quatre dernières rangées de chaque tableau, en gras). L'écart moyen de 1990 à 2019 (en utilisant des valeurs absolues) est également présenté à la fin de chaque ligne. Il convient de faire remarquer que certains scénarios ne s'appliquent pas nécessairement à toutes les divisions de l'OPANO. Ceux-ci ont été grisés dans la figure 8 et la figure 9. Il convient également de souligner que les données de certaines fermetures dans certaines divisions de l'OPANO pourraient avoir une incidence sur la température au fond dans une autre division voisine. La méthode d'interpolation 3D utilisée peut en effet propager l'information d'une zone à une autre (p. ex. un profil profond dans le chenal Laurentien peut aider à limiter la température au fond sur un talus voisin moins profond lorsque peu d'autres renseignements sont disponibles). C'est le cas pour les observations de fond du printemps dans les divisions 3Ps et 3O qui sont respectivement touchées par le scénario A (à l'exclusion de 3Ps) et B (à l'exclusion de 3O). Ces scénarios ont donc été laissés dans les tableaux de bord.

La plus grande différence entre le scénario de référence et tout autre scénario est observée dans la division 2H, la région la plus au nord du relevé stratifié, et où les observations physiques sont plus rares. Le retrait des calées dans les fermetures visant à protéger l'habitat du poisson (scénario A) a entraîné des différences, le scénario de référence variant entre -7,1 % et +5 %, pour une moyenne de 2,9 % (en valeur absolue). Pour cette division, le scénario A a également entraîné des changements dans la prestation d'avis pendant quelques années (p. ex. 2001, 2012, 2015, 2016), en ce sens que les conditions de fond caractérisées comme « normales » semblaient plus « chaudes » ou « plus froides » que la normale, ou vice versa (voir les deux premières rangées de Figure 9).

Avec la division 2H mise de côté, l'incidence du retrait des observations dans les fermetures était inférieure à 2 % en moyenne pour l'ensemble des scénarios, des divisions et des saisons, et n'a pratiquement jamais changé l'avis (ou le signe des anomalies). La plus grande différence entre le scénario de référence et tout autre scénario est observée dans la division 3Ps et est liée à l'exclusion des données de la ZPM du chenal Laurentien (scénario B dans Figure 8). En moyenne, pour la période 1990-2019, la différence variait entre -8,7 % et +0,6 %, pour une moyenne de 1,6 % (en valeur absolue). La plus grande différence (8,7 % plus froid que le scénario de référence) a été observée en 2008.

Le deuxième effet en importance est observé dans la division 2J de l'OPANO (automne) et est lié à la fermeture du chenal Hawke (apparaît dans le scénario ABC dans Figure 9). En moyenne pour la période de 1990 à 2019, ce scénario a entraîné des écarts variant entre -5,2 % et +1,3 %, avec une variation moyenne de 1 % par rapport au scénario de référence. Le troisième effet en importance est observé dans la division 3K de l'OPANO (automne) et est lié à la fermeture de l'île Funk (apparaît dans le scénario ABC dans Figure 9). En moyenne pour la période de 1990 à 2019, ce scénario a entraîné des écarts variant entre -2,8 % et +3,7 %, avec une variation moyenne de 0,8 % par rapport au scénario de référence.

Il n'est pas surprenant que le scénario B (fermetures pour la conservation des pennatules) et le scénario C (fermetures visant à protéger l'habitat du poisson) entraînent des différences plus

importantes par rapport au scénario de référence parce que, contrairement à d'autres fermetures en eau profonde (p. ex. du scénario A), ces zones sont situées bien à l'intérieur du contour bathymétrique de 1 000 m (utilisé ici pour délimiter la bordure du plateau continental) où les températures au fond sont calculées. La seule exception concerne la division 2H de l'OPANO, où la fermeture englobe une partie importante du plateau (voir Figure 6). Combiné à la rareté générale des données dans cette région (les autres relevés océanographiques sont limités dans cette région éloignée), cela explique pourquoi le retrait des calées de cette division entraîne de grandes différences d'une année à l'autre par rapport au scénario de référence. Après la division 2H, les fermetures du scénario A ont surtout touché la division 3LNO de l'OPANO à l'automne (scénario A dans Figure 9), avec une différence moyenne de 0,7 % par rapport au scénario de référence. C'est parce que ces fermetures occupent une grande partie de la pente autour du Grand Banc.

Enfin, il convient de souligner que, sauf pour la division 2H, la plupart des changements observés ici pour n'importe lequel des scénarios donnent principalement des températures plus froides que le scénario de référence (indiquées par des changements négatifs en pourcentage). Cet écart est dû au fait que la plupart des fermetures sont situées dans des dépressions, des chenaux ou le long de pentes, dans une plage de profondeur inférieure à la couche intermédiaire froide, et donc dans des eaux plus chaudes que celles du dessus du plateau continental (voir par exemple Figure 6).

3.3. ÉVALUATIONS DES ÉCOSYSTÈMES

En plus de l'océanographie environnementale, les tendances dans les communautés de poissons jouent un rôle important dans les avis scientifiques fournis dans le cadre des évaluations des écosystèmes par le MPO à Terre-Neuve-et-Labrador. Les données utilisées pour examiner ces tendances dans les communautés de poissons proviennent des relevés plurispécifiques par navire de recherche du printemps et de l'automne.

La région de Terre-Neuve-et-Labrador peut être divisée en quatre unités de production écosystémiques (UPE) : le plateau du Labrador (2GH), le plateau de Terre-Neuve (2J3K), le Grand Banc (3LNO) et le sud de Terre-Neuve (3Ps) (OPANO 2014; 2015; Pepin *et al.* 2014). Les tendances dans les communautés de poissons sont décrites en fonction de ces quatre unités, à l'exception du plateau du Labrador (2GH), où le relevé plurispécifique par navire de recherche effectue un échantillonnage limité dans la partie 2H de la région. Les zones ne font pas toutes l'objet d'un relevé à l'automne et au printemps. Les UPE les plus au nord (2H et 2J3K) ne font l'objet d'un relevé qu'à l'automne, l'UPE 3LNO fait l'objet d'un relevé au printemps et à l'automne, et l'UPE 3Ps ne fait l'objet d'un relevé qu'au printemps, ce qui donne cinq combinaisons UPE-saison et des tendances chez les poissons résumées séparément.

Les tendances sont résumées par groupes fonctionnels de poissons. Ces groupes sont définis par la taille et les habitudes alimentaires générales des poissons, soit les petits, moyens et grands benthivores, les piscivores, les plancto-piscivores, les planctonophages et les mollusques et crustacés (espèces commerciales seulement) (Wells *et al.* 2017; Wells *et al.* 2019).

Trois indices tirés des relevés par navire de recherche sont habituellement utilisés pour décrire la communauté de poissons :

1. biomasse selon les relevés par navire de recherche;
2. abondance selon les relevés par navire de recherche;
3. ratio biomasse selon les relevés par navire de recherche/abondance selon les relevés par navire de recherche (ratio BA).

La biomasse selon les relevés par navire de recherche et l'abondance selon les relevés par navire de recherche sont estimées en fonction du plan de relevé stratifié aléatoire normalisé et en utilisant un sous-ensemble de strates principales sélectionnées pour leur couverture uniforme au fil du temps. Ces strates principales ne comprennent généralement pas les zones côtières et en eau profonde parce qu'elles font l'objet de relevés moins fréquents, souvent en raison de problèmes opérationnels (bris de navires, conditions météorologiques, etc.) Le ratio BA est un indice dérivé de la biomasse et de l'abondance et est utilisé pour caractériser la taille moyenne des poissons.

Aux fins de la présente étude, les indices des relevés des écosystèmes ont été calculés comme d'habitude, y compris toutes les calées valides (modèle initial), et comparés à des séries semblables où des calées ont été exclues selon les besoins de chaque scénario (modèles des scénarios). Les analyses ici commencent en 1995-1996 et utilisent uniquement la série chronologique Campelen. Pour surmonter les réductions de la taille de l'échantillon causées par le besoin d'un minimum de deux calées par strate, certaines strates ont été fusionnées. Certaines strates qui chevauchaient des fermetures ont été fusionnées dans tous les scénarios pour examiner les fermetures afin de maximiser la zone de relevé conservée tout au long de la série chronologique. Ces fusions ont été faites systématiquement dans le but de conserver des profils de profondeur semblables et de ne pas étendre les analyses à une zone géographique plus vaste. Les strates fusionnées ont également été utilisées pour calculer des estimations stratifiées pour les poissons démersaux à partir des relevés plurispécifiques par navire de recherche (voir la section 3.4). Les strates fusionnées ont été utilisées uniquement dans les modèles des scénarios (avec des calées exclues), et non dans le modèle initial. Pour chaque combinaison UPE-saison, seuls les scénarios qui se sont produits à l'intérieur de l'UPE ont été pris en considération : 2H (A), 2J3K (A, C, ABC), 3LNO (A), 3Ps (B). Pour comparer les changements dans les tendances chez les poissons, on a examiné deux aspects de base en utilisant le rapport logarithmique et le changement de ce rapport logarithmique au fil du temps en les ajustant à l'aide d'un MAG avec l'année comme covariable. Le rapport logarithmique moyen, l'écart type (ET) du rapport logarithmique et le pourcentage d'écart expliqué par l'année par rapport aux MAG ont été utilisés pour déterminer les grandes tendances et résumer les résultats par UPE.

3.3.1. Plateau du Labrador (2H)

Le seul scénario applicable à 2H est le A, avec retrait des calées du refuge marin de l'ensellement Hopedale. Cette UPE dispose de la série chronologique la plus limitée parmi les UPE, avec la couverture d'échantillonnage la plus faible, tant sur le plan spatial que temporel. Il y avait un biais de variation temporelle important dans la biomasse selon les relevés par navire de recherche des benthivores moyens et des plancto-piscivores, dans le ratio de BA des benthivores moyens, des plancto-piscivores et des planctonophages, mais aucun biais dans le temps pour l'abondance selon les relevés par navire de recherche (annexe B). Il convient particulièrement de souligner le biais chez les benthivores moyens, où la tendance de la biomasse selon les relevés par navire de recherche diffère entre le modèle de référence et le scénario A (Figure 10). La tendance dans le modèle de référence montre une biomasse stable avec des déclinés récents, tandis que dans le scénario A, il semble y avoir une accumulation de biomasse avant les déclinés plus récents. De plus, les plancto-piscivores montrent des différences visibles dans les tendances pour la biomasse selon les relevés par navire de recherche et le ratio BA (Figure 10), et l'indice augmente avec le retrait des données de l'aire protégée. Le rapport logarithmique important et positif est causé par l'extrapolation de la biomasse dans une zone où les estimations sont traditionnellement plus faibles.

3.3.2. Plateau de Terre-Neuve (2J3K)

Dans l'UPE 2J3K, il y a de multiples aires protégées, ce qui donne trois scénarios d'exclusion des fermetures à mettre à l'essai, soit le scénario A avec le retrait des calées du refuge marin du talus nord-est de Terre-Neuve, le scénario C avec le retrait des calées des refuges marins du chenal Hawke et de la fosse de l'île Funk, et enfin une combinaison des deux (ABC).

Un biais important variable dans le temps a été observé pour la biomasse selon les relevés par navire de recherche des planctonophages et des mollusques et crustacés lorsque les calées du scénario A (fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve) sont retirées (Figure 11). Ce biais dans les deux groupes fonctionnels a un écart type faible et un rapport logarithmique moyen faible, mais la tendance est constante au fil du temps. Cependant, lorsque les calées du scénario C (fermeture du chenal Hawke et de la fosse de l'île Funk) sont également retirées, cela crée une variabilité beaucoup plus grande du rapport logarithmique, ce qui masque le biais important dans le temps du scénario A lorsque ces deux scénarios sont examinés ensemble (c.-à-d. le scénario ABC). Des tendances semblables (c.-à-d. la variabilité d'un scénario masque un biais important au fil du temps d'un autre scénario) se produisent avec l'abondance des petits et des grands benthivores, et les mollusques et crustacés présentent un biais important dans le scénario A, mais pas dans le scénario C ou ABC, et les planctonophages présentent un biais dans le scénario C, mais pas dans le scénario A ou ABC (Annexe B).

Il y a aussi des cas où un biais important dans un scénario détermine la tendance dans le scénario combiné. C'est le cas de la biomasse selon les relevés par navire de recherche des piscivores, où l'exclusion des calées dans le scénario C (fermetures du chenal Hawke et de la fosse de l'île Funk) entraîne un fort biais variable dans le temps qui est également observé dans le scénario de combinaison (ABC). Une tendance semblable est observée avec la biomasse selon les relevés par navire de recherche des moyens et des grands benthivores, mais dans ces cas, c'est le biais important dans le temps associé au retrait des calées du scénario A (fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve) qui détermine le biais dans le temps observé dans le scénario ABC (Figure 11). Ce type de tendance (c.-à-d. où le biais dans le temps d'un scénario entraîne le biais dans le temps du scénario combiné) est également observé pour l'abondance des piscivores (annexe B).

La combinaison de scénarios peut également avoir des effets cumulatifs qui entraînent des tendances importantes au fil du temps qui ne sont pas détectées dans les scénarios individuels. On peut le constater dans le ratio BA des planctonophages, où il n'y a pas de biais important dans le temps dans le scénario A ou C, mais où le scénario ABC combiné montre un biais important dans le temps (annexe B).

Enfin, le biais au fil du temps peut être important dans les trois scénarios, comme c'est le cas pour le ratio BA des benthivores moyens (annexe B).

3.3.3. Grand Banc (3LNO)

Le seul scénario applicable à l'UPE 3LNO est le A. Les fermetures ici entraînent un chevauchement très minime avec les strates principales utilisées dans l'estimation des indices pour les groupes fonctionnels de poissons (Tableau 7). Très peu de calées retirées de cette UPE sont utilisées pour décrire la structure et les tendances de la communauté de poissons, ce qui fait que peu de groupes fonctionnels présentent un biais important dans leurs indices au fil du temps, et il n'y a aucune différence mesurable dans les valeurs des indices entre les scénarios (Annexe B). Les quelques groupes fonctionnels qui présentaient un biais important étaient ceux qui se trouvaient le long de la bordure du plateau, comme les benthivores. L'abondance des piscivores dans le relevé du printemps présentait un biais important au fil du

temps, mais le rapport logarithmique moyen et la variation moyenne étaient faibles et probablement attribuables à une ou deux années.

3.3.4. Sud de Terre-Neuve (3Ps)

Le seul scénario applicable à l'UPE 3Ps est le B avec le retrait des calées de la ZPM du chenal Laurentien. Le biais au fil du temps dans cette UPE est vaste et touche plusieurs groupes fonctionnels. Un biais systématique a été observé pour la biomasse selon les relevés par navire de recherche pour 4 des 7 groupes fonctionnels, pour 5 des 7 groupes fonctionnels pour l'abondance selon les relevés par navire de recherche et pour 2 des 7 groupes fonctionnels selon le ratio de BA (Annexe B). Le biais peut être important et visible dans les tendances, par exemple l'abondance des piscivores, où l'indice augmente et diminue selon les années, et montre une augmentation générale du biais pour les grandes estimations au cours des dernières années (Figure 12).

3.3.5. Tendances générales

Bien que les répercussions sur les indices de relevé à l'échelle de l'écosystème selon les différents scénarios envisagés varient selon le groupe fonctionnel de poissons et l'UPE, les décisions de gestion touchant les activités de relevé dans les aires protégées ne peuvent pas cibler des groupes fonctionnels ou des indices particuliers. Une évaluation pratique de l'incidence de l'abandon des efforts de relevé dans les aires protégées nécessite une perspective plus intégrée du type de changements auxquels on peut s'attendre de ces mesures. Afin de générer cette évaluation générale, les résultats des différents scénarios et indices ont été résumés en fonction de mesures déterminantes, soit la valeur moyenne absolue du rapport logarithmique entre les indices pour évaluer les écarts globaux (positifs ou négatifs) par rapport au modèle de référence, l'écart type relativement au rapport logarithmique pour évaluer la variabilité de ces écarts, et l'écart expliqué par l'effet de l'année dans les MAG pour évaluer l'importance du biais dans le temps quand vient le temps de définir les changements observés dans la série chronologique du rapport logarithmique. La prise en compte des résultats de base donne également un aperçu de la fréquence à laquelle certaines répercussions particulières ont été observées.

Le rapport logarithmique moyen absolu le plus élevé, les écarts-types et l'écart expliqué par année dans les MAG ont été observés dans les UPE 2H et 3Ps (Figure 13). Ces données indiquent une plus grande différence entre les ensembles de données du modèle de référence et ceux des scénarios. L'écart type élevé démontre que, dans ces régions, il y a une plus grande variation et la différence entre les scénarios et le modèle de référence n'est pas constante. L'écart élevé expliqué par l'année dans les MAG indique qu'une composante importante de la variabilité observée correspond à un modèle temporel; il ne s'agit pas simplement de bruit. Le potentiel de répercussions sur les avis scientifiques est donc plus important dans ces régions.

Dans les deux saisons, l'UPE 3LNO a un rapport logarithmique moyen absolu et un écart type très bas. Le pourcentage d'écart expliqué par la composante de l'année du MAG affichait une tendance semblable au rapport logarithmique moyen et à l'écart type, la variabilité comparativement faible étant expliquée par le biais dans le temps.

L'ampleur des répercussions potentielles diffère pour chaque UPE en fonction de la zone qui chevauche chaque aire protégée. La zone de chevauchement entre les strates principales et les aires protégées est la plus grande dans les UPE 2H et 3Ps (Tableau 7). Ces deux UPE présentent également un fort pourcentage de strates qui se chevauchent et un grand nombre moyen de calées qui ont été retirées. La faiblesse du rapport logarithmique moyen absolu et de

l'écart-type dans l'UPE 3LNO sont le résultat d'un très petit nombre de strates et d'un petit nombre de calées se trouvant dans les aires protégées de cette UPE.

À l'exception des mollusques et crustacés et des petits benthivores, tous les groupes fonctionnels ont un rapport logarithmique moyen et un écart type variables, avec certains cas de rapport logarithmique et d'écart type élevés (Figure 13). Le rapport logarithmique moyen et l'écart type généralement faibles des mollusques et crustacés et des petits benthivores indiquent que ces groupes fonctionnels sont moins sensibles que les autres groupes fonctionnels au retrait des calées des aires protégées.

Sur les 147 tendances des indices des groupes fonctionnels de poissons examinés, 40 étaient importantes. Ces tendances se sont manifestées davantage dans certaines zones et dans certains groupes fonctionnels que dans d'autres. L'UPE 3Ps, qui n'a que la ZPM du chenal Laurentien dans le scénario B, montre un biais dans le temps pour 52 % des groupes fonctionnels de poissons dans les trois indices (Figure 14), ce qui fait de cette UPE la plus touchée par le retrait des calées, et potentiellement la plus sensible aux changements dans les avis scientifiques fondés sur des écosystèmes.

Selon le scénario A (retrait des calées des fermetures pour la conservation des éponges et des gorgones), la division 2J3K compte 38 % des groupes fonctionnels de poissons dans tous les indices, avec un biais important dans le temps, soit le plus élevé des 4 UPE-saisons auxquelles ce scénario s'applique.

Dans les groupes fonctionnels de poissons, les benthivores moyens présentent un biais dans le temps dans 48 % des comparaisons entre les indices, les scénarios et les groupes fonctionnels. C'est le plus élevé de tous les groupes fonctionnels. Par ailleurs, les mollusques et crustacés n'ont que 10 %, ce qui représente le pourcentage le plus bas.

Dans l'ensemble, les indices de la plupart des groupes fonctionnels tendent à présenter des écarts absolus relativement faibles entre le scénario et le modèle de référence, mais nombre de ces petits écarts présentent encore des biais temporels, ce qui indique que l'exclusion des calées des aires protégées peut avoir des répercussions sur les avis sur l'écosystème, notamment parce que les groupes fonctionnels de poissons sont touchés de façon disproportionnée, ce qui peut fausser la perception de la structure d'une communauté de poissons. Bon nombre de ces distorsions seraient statistiquement significatives, mais elles seraient probablement moins problématiques d'un point de vue pratique dans les UPE 2J3K et 3LNO étant donné la faible ampleur absolue des écarts observés. Elles peuvent toutefois poser des problèmes majeurs dans les UPE 2H et 3Ps. Quoiqu'il en soit, le fait que le biais au fil du temps soit une observation assez répandue parmi les groupes fonctionnels de poissons et les UPE porte à croire que les changements au fil du temps dans l'utilisation des habitats associés aux aires protégées constituent un processus écologique assez courant; si ces tendances se poursuivent dans l'avenir, même les distorsions considérées comme mineures aujourd'hui pourraient devenir plus importantes dans les années à venir.

3.4. ÉVALUATION DES POISSONS DÉMERSAUX

3.4.1. Relevés plurispécifiques par navire de recherche

Les méthodes et les scénarios utilisés pour examiner les conséquences potentielles de la restriction de la collecte de données au chalut à l'intérieur des aires protégées sont ceux décrits précédemment. Les estimations stratifiées ont été recalculées (Tableau 8) pour 47 séries chronologiques de poissons démersaux (14 espèces, 31 stocks). Certains de ces stocks de poissons sont évalués chaque année, d'autres sont évalués selon un cycle de deux à trois ans, certains ont été évalués périodiquement et quelques-uns n'ont jamais fait l'objet d'une

évaluation officielle (Tableau 8). Cette liste comprend des stocks gérés par le Canada, d'autres gérés conjointement par le Canada et la France, et d'autres encore gérés par l'OPANO. Certains sont constitués d'espèces d'intérêt commercial, tandis que d'autres sont des espèces en péril. Étant donné le nombre de stocks et de séries chronologiques de relevés analysés ici, nous ne présentons qu'un seul indice de relevé pour chacun. Pour les stocks qui ont un modèle d'évaluation structuré selon l'âge, nous présentons des analyses fondées sur le nombre moyen par trait, tandis que pour ceux qui sont fondés sur des modèles de production excédentaire ou des indices de relevés bruts, nous présentons nos analyses fondées sur des estimations de la biomasse totale.

Pour les strates qui chevauchaient partiellement une aire protégée, on a supposé que les données recueillies dans la partie de ces strates à l'extérieur de l'aire protégée étaient représentatives de la partie à l'intérieur de la zone. Tous les efforts ont été déployés pour reproduire les estimations stratifiées produites dans les évaluations respectives, c.-à-d. si l'évaluation utilisait des strates indicatrices, alors ces mêmes strates indicatrices ont été utilisées ici; toutes les années qui ont été omises de l'évaluation en raison de problèmes de couverture des relevés ont également été exclues ici. Les calées de relevés qui ont eu lieu en tout ou en partie dans les aires protégées ont été exclues. Le retrait de ces données a généralement permis de ne conserver qu'une seule calée réussie dans certaines strates. Étant donné que le calcul des estimations stratifiées exige un minimum de deux calées réussies par strate, ces strates ont été fusionnées avec les strates voisines pour produire de nouvelles « mégastrates » afin d'éviter toute perte inutile de données des analyses. Les années où une ou plusieurs strates habituellement incluses dans la formation des mégastrates ont été complètement omises dans le relevé; elles n'ont pas été incluses dans la fusion.

L'annexe C présente les résultats de toutes les analyses propres aux stocks sur les répercussions potentielles du retrait des données des relevés par navire de recherche au chalut de fond recueillies dans les aires protégées de la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Nous présentons ici des exemples précis pour démontrer les différentes répercussions sur des séries chronologiques propres aux stocks.

Pour les stocks du Grand Banc (divisions 3LNO), l'exclusion des données des relevés par navire de recherche au chalut de fond qui ont été recueillies dans les zones de protection des coraux et des éponges n'a généralement pas eu d'incidence importante sur les indices de relevé. Dans certains cas, comme la série chronologique de relevés d'automne pour la plie canadienne des divisions 3LNO (Figure 15), le retrait des données recueillies dans les zones de protection des coraux et des éponges a donné lieu à un important biais variant dans le temps, mais les différences entre les séries chronologiques étaient très faibles. Pour certains stocks situés sur le talus nord-est de Terre-Neuve, l'exclusion des données des zones de protection des coraux et des éponges est plus problématique. Par exemple, pour la plie grise dans les divisions 2J3KL, l'exclusion de ces données a entraîné des différences plus importantes dans la série chronologique des données et un important biais variant dans le temps (Figure 16).

L'exclusion des données des relevés par navire de recherche dans des aires protégées contenant des pennatules (c.-à-d. la ZPM du chenal Laurentien) a entraîné un important biais variant dans le temps dans la série chronologique des relevés pour plusieurs stocks, y compris le sébaste dans la sous-division 3Ps (Figure 17). Pour ce stock, la perte de données à l'intérieur de la fermeture pour la conservation des pennatules a entraîné un biais positif au milieu de la série chronologique et un biais négatif à la fin de la série chronologique. Le biais négatif le plus important de la dernière année de la série est intéressant étant donné la récente augmentation rapide du sébaste dans les unités 1 et 2 (qui comprend la division 3Ps) qui devrait se poursuivre. L'exclusion de la fermeture pour la conservation des pennatules du relevé par

navire de recherche pourrait poser problème en ce qui concerne la prestation d'avis scientifiques si ce biais négatif récent est associé à l'augmentation des stocks.

Dans le cas des stocks qui chevauchent spatialement plus d'un type d'aire protégée (p. ex. fermetures pour la conservation des coraux et des éponges, fermetures visant à protéger l'habitat du poisson), le scénario d'exclusion des données des relevés par navire de recherche de toutes les aires protégées rend habituellement compte des biais créés par l'exclusion des aires protégées d'un seul type. Par exemple, pour la plie grise dans les divisions 2J3KL, il n'est pas surprenant que l'exclusion des données de toutes les fermetures entraîne un biais important dans la série chronologique, étant donné qu'il en va de même pour l'exclusion de chacun des types de fermeture individuellement (Figure 16). Dans d'autres cas, l'exclusion d'un seul type de fermeture individuel peut ne pas créer un biais important, même si leur exclusion commune peut le faire (Figure 18).

Il est important de faire remarquer ici que, même si les biais variant dans le temps introduits par l'exclusion des données recueillies à l'intérieur des aires protégées sont très préoccupants pour la prestation d'avis scientifiques, il faut également tenir compte des répercussions qui n'entraînent pas de biais. Par exemple, bien que la perte de ces données n'ait pas créé un important biais variant dans le temps dans la série chronologique de relevés par navire de recherche pour le flétan noir dans la sous-division 3Ps (Figure 19), il y a eu une influence relativement importante sur les indices de relevé qui devraient encore être pris en considération dans l'évaluation de ce stock, le calcul des points de référence, etc.

Pour les analyses propres aux stocks de poissons démersaux effectuées ici, il y avait un total de 22 séries chronologiques – des combinaisons de scénarios qui ont démontré un important biais variant dans le temps (Figure 20). Sur les 38 séries chronologiques de relevés qui chevauchaient les zones de protection des coraux et des éponges, l'exclusion des données de ces zones (c.-à-d. le scénario A) a entraîné un important biais variant dans le temps pour 6 des séries chronologiques (16 %). Le stock pour lequel l'exclusion des données des zones de protection des coraux et des éponges a eu la plus grande incidence est le stock de plie grise des divisions 2J3K (Figure 20).

Dans le cas des analyses relatives à l'exclusion des relevés par navire de recherche des aires protégées de pennatules (c.-à-d. le scénario B), le retrait des données de l'aire protégée a donné lieu à un important biais variant dans le temps (Figure 20) pour 5 des 12 séries chronologiques (c.-à-d. 42 %). Les différences moyennes pour ces comparaisons étaient plus importantes que pour les aires de protection des coraux et des éponges, cinq des séries chronologiques présentant une différence de 5 à 20 % par rapport au modèle de référence et deux différant de plus de 20 % par rapport à ce modèle. Neuf séries présentaient une différence maximale de plus de 20 % par rapport au modèle de référence au cours d'au moins une année.

Pour les analyses qui excluaient les données des aires protégées liées à l'habitat du poisson (c.-à-d. le scénario C), 4 des 10 comparaisons (40 %) ont donné lieu à un important biais variant dans le temps pour la série chronologique du relevé. Les différences moyennes entre les estimations du scénario C et les estimations du modèle de référence étaient généralement faibles, mais elles étaient de 13 % pour le flétan noir dans les divisions 2J3K. On craint également que le biais causé par le retrait des données des fermetures visant à protéger l'habitat du poisson pour la plie grise des divisions 2J3KL continue de s'agrandir à mesure que le stock continue de croître.

Pour les stocks et les séries chronologiques où les relevés par navire de recherche chevauchaient plus d'une fermeture, l'exclusion de toutes les fermetures (scénario ABC) a entraîné un important biais variant dans le temps dans 7 des 14 séries chronologiques. Dans presque tous ces cas, l'exclusion des données de l'un des types de fermeture individuels, et

parfois de chacun d'eux, a également introduit un biais important, ce qui fait que le biais observé en excluant tous les types de fermeture n'est pas surprenant. Dans un cas cependant (plie canadienne dans les divisions 2J3K), l'exclusion des données des aires de protection des coraux et des éponges (scénario A) à elle seule n'a pas donné lieu à un biais important, pas plus que l'exclusion des zones de protection de l'habitat du poisson (scénario C), mais les effets cumulatifs du retrait des données des deux types d'aires protégées (scénario ABC) a introduit un important biais variant dans le temps. De tels résultats portent à croire que les répercussions de l'exclusion des relevés scientifiques des aires protégées devraient être examinées non pas seulement en ce qui concerne des types de fermeture précis, mais aussi en ce qui concerne les effets cumulatifs des exclusions des divers types de fermeture.

3.4.2. Relevé du sébaste dans l'unité 2 (analyse préliminaire)

Le stock de sébaste de l'unité 2 couvre plusieurs régions du MPO, et l'évaluation de ce stock est effectuée en collaboration par les régions du Québec et de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO. Il a été décidé que les deux régions doivent participer à toutes les analyses concernant les changements possibles dans le relevé du sébaste de l'unité 2, car il s'agit d'une source de données très importante pour l'évaluation des stocks. Une telle collaboration n'a pu avoir lieu à temps pour cette réunion et est plutôt proposée pour la prochaine évaluation du sébaste de l'unité 2. Ainsi, au lieu des exercices de rééchantillonnage des données entrepris ici pour d'autres relevés, l'approche pour le relevé du sébaste de l'unité 2 consistait simplement à obtenir un aperçu préliminaire de la répartition de la biomasse capturée au cours de chaque année de relevé, dans les aires protégées. Cette approche servira à évaluer les risques manifestes de biais dans le processus d'évaluation des stocks en raison de la perte de calées à l'intérieur des limites des aires protégées. L'intention est d'utiliser les résultats comme première étape, mais seulement en recommandant que la perte potentielle de calées dans les relevés soit évaluée de façon plus exhaustive lors des prochaines réunions régulières d'évaluation des stocks de sébaste de l'unité 2.

Le relevé du sébaste se fait dans des parties des divisions 3Pn, 3Ps, 4Vn et 4Vs de l'OPANO et est adjacent non pas seulement à la ZPM du chenal Laurentien, mais aussi à deux aires protégées dans la région des Maritimes du MPO, soit la ZPM du Gully et la ZPM du banc de Sainte-Anne, ou les chevauche. Seulement quelques calées dans le relevé du sébaste entrent dans ces deux ZPM, mais elles sont incluses dans l'analyse par souci de cohérence.

L'ensemble de données du relevé du sébaste de l'unité 2 contenait les détails des relevés effectués en moyenne tous les deux ans, de 2000 à 2018, pour un total de 1 103 calées sur 10 ans de relevés. Les données ont été examinées visuellement, et 17 valeurs aberrantes (coordonnées géographiques erronées) ont été cernées et retirées de l'ensemble de données en fonction de leur emplacement spatial. Les 1 086 calées restantes ont été utilisées pour créer des ensembles de données annuels pour l'interpolation.

Une interpolation de la pondération inverse à la distance (PID) a été utilisée pour créer des matrices continues de biomasse du sébaste (kg/trait) à partir des données ponctuelles. Les paramètres optimaux pour la PID ont été calculés dans R (version 3.6.3). Le rayon de recherche a été choisi en fonction du nombre moyen de voisins par calée (idéalement de 5 à 10). La fonction de puissance et le nombre d'entrées de paramètres voisins ont été choisis sur la base d'une fonction d'erreur quadratique moyenne utilisant un rayon de recherche de 40 km. Bien que ces valeurs de paramètres aient été calculées pour chaque année individuelle, par souci de simplicité, une seule valeur a été appliquée pour chaque paramètre qui a produit des erreurs quadratiques moyennes relativement faibles pour chaque ensemble de données et pour toutes les années. Les matrices de la PID ont été réalisées pour chaque année à l'aide d'un

rayon de recherche variable (où le nombre de points = 8 et la distance maximale = 40 km) et d'une puissance de 1. La taille des cellules de sortie a été fixée à 5 km.

Les matrices annuelles (Figure 24) ont été fixées au polygone de la zone de relevé du sébaste. Nous n'avions pas de polygone à jour pour la zone de relevé complète et, par conséquent, certaines zones avec des calées de relevés ont été retirées de l'analyse à ce stade (Figure 25). Les zones exclues étaient généralement des zones à faible biomasse et ne chevauchaient aucune aire protégée (Figure 26). Bien que cette approche ait été jugée acceptable pour ces analyses préliminaires, une analyse plus approfondie devrait être effectuée pour la prochaine réunion d'évaluation de ce stock.

Pour calculer la proportion de biomasse à l'intérieur des trois aires protégées (ZPM du Gully, ZPM du chenal Laurentien, ZPM du banc de Sainte-Anne), la somme de la biomasse à l'intérieur de quatre zones, la superficie totale des relevés et de chacune des trois ZPM ont été calculées pour chaque matrice annuelle. La règle de base pour attribuer ou non une cellule à une zone dépendait du fait que plus de 50 % de la cellule se trouvait ou non dans le polygone d'une zone. Par exemple, si seulement un coin d'une cellule (c.-à-d. < 50 %) se trouvait dans le polygone d'une ZPM, la valeur de la biomasse de cette cellule n'a pas été prise en considération dans la biomasse totale des ZPM. La proportion annuelle de biomasse à l'intérieur de l'aire protégée a été calculée en divisant la somme de la biomasse à l'intérieur d'une aire protégée par la somme de la biomasse pour la totalité de la zone de relevé et a été déclarée en pourcentage de la biomasse de la zone totale de relevé annuel (Figure 27). Le pourcentage moyen de biomasse pour toutes les années, dans chaque aire protégée, a également été montré pour illustrer les écarts annuels par rapport à la moyenne.

Les matrices annuelles de la Figure 24 sont affichées sur la même échelle de couleurs pour toutes les années afin d'indiquer les années pendant lesquelles la biomasse capturée pendant le relevé était plus élevée ou plus faible que les autres. Par exemple, 2018 montre une zone beaucoup plus grande couverte par les classes de biomasse plus élevées (p. ex. orange et rouge). Cette tendance a été prédite dans l'évaluation des stocks des unités 1 et 2 de 2015 (MPO 2016) en raison des cohortes importantes de 2011 à 2013. Une grande partie de cette biomasse élevée se trouve dans la partie plus au nord de la zone d'étude de l'unité 2, qui chevauche les ZPM du chenal Laurentien et du banc de Sainte-Anne. Le banc de Sainte-Anne est également un point d'intérêt en 2016, tandis que les années précédentes dans la série chronologique montrent des points d'intérêt le long de la partie sud de la zone d'étude, le long du bord du plateau continental (Figure 24).

La ZPM du chenal Laurentien semble aussi contenir des quantités modérées de biomasse de sébaste tout au long de la série chronologique (c.-à-d. 2000, 2007, 2009, 2014).

Le pourcentage annuel moyen de biomasse trouvé dans la ZPM du chenal Laurentien était de 15,9 % au cours de la série chronologique complète (Figure 24).

La ZPM du banc de Sainte-Anne affichait un pourcentage annuel moyen de 4,8 %, mais cette valeur semble être principalement attribuable à la forte biomasse capturée à cet endroit en 2016 et en 2018. Si cette biomasse élevée pour le stock de sébaste de l'unité 2 continue d'augmenter ou de changer rapidement, l'influence du retrait des calées dans la ZPM du banc de Sainte-Anne pourrait créer un certain biais dans les estimations globales de la biomasse. Il convient de souligner qu'il n'y a qu'un nombre limité de calées qui entrent dans cette ZPM également (n=25; 2000–18). Une enquête plus approfondie serait nécessaire pour évaluer l'incidence réelle de l'exclusion de ces calées à l'aide des méthodes d'évaluation des stocks appropriées. La ZPM de Gully ne contenait qu'une seule calée dans la série chronologique et affichait un pourcentage annuel moyen global de biomasse de 0,1 %. Tout retrait de calées de

cette aire protégée n'est pas susceptible d'avoir une incidence sur les résultats des évaluations du sébaste de l'unité 2.

3.5. ÉVALUATIONS DES MOLLUSQUES ET CRUSTACÉS

La crevette nordique (*Pandalus borealis*) et le crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) sont évalués annuellement pour la plupart des zones de gestion de la région de Terre-Neuve-et-Labrador. La crevette nordique est évaluée à l'échelle de la zone de pêche à la crevette (ZPC), et les avis scientifiques sont fournis à la même échelle (MPO, 2019a). Le crabe des neiges est évalué à l'échelle de la Division d'évaluation, et des avis scientifiques sont fournis à cette échelle (MPO, 2019b).

Les indices de biomasse de la crevette nordique et du crabe des neiges tirés des données du relevé plurispécifique au chalut du MPO sont générés à l'aide de méthodes de cartographie par ogive (OgMap) (Evans *et al.* 2000). Cette méthode utilise un domaine (points de sommet avec latitude, longitude et profondeur connues) couvrant une zone d'évaluation afin d'intégrer les taux de prises de relevé sur cette zone. L'OgMap s'appuie sur la superficie balayée par un chalut pour générer des indices de biomasse à partir des données des relevés. Aux fins de la présente étude, les domaines utilisés dans les évaluations (Mullowney *et al.* 2019) sont demeurés les mêmes, tandis que les points de relevé à l'intérieur des aires protégées ont été exclus pour chaque scénario applicable. Les données du relevé au chalut de 2006 dans la division 3Ps de l'OPANO ont été exclues des analyses, car elles étaient incomplètes. De plus, les données des relevés au chalut de 2000, 2002, 2003, 2005, 2007 et 2009 dans la ZPC 5 ont été exclues, car le relevé ne couvrait pas la partie 2H de cette ZPC.

Les indices de la biomasse du crabe des neiges pour les données des relevés au casier sont générés à l'aide d'une version modifiée d'OgMap (« OgTrap ») et intègrent les données des relevés collaboratifs d'après-saison au casier, des relevés au casier côtier du MPO (baie White, baie Notre-Dame, baie Bonavista, baie Trinity, baie Conception, baie St. Mary's et baie Fortune) et le relevé au casier du Secrétariat de l'Office Torngat mixte des pêches dans la division 2H de l'OPANO. Les taux de prises des relevés sont intégrés à certains polygones dans OgTrap, et la zone balayée est modifiée pour correspondre à la zone de pêche effective d'un casier à crabes. Les données de relevé suivantes ont été exclues de l'analyse du relevé collaboratif au casier d'après saison en raison de relevés incomplets : DE 2HJ (2005, 2017, 2018 et 2019), et DE 3Ps (2015 et 2016). L'année 2019 a également été exclue de l'analyse des données du relevé au casier pour la DE 3Ps, car les stations ont été délibérément retirées de l'intérieur de la ZPM du chenal Laurentien cette année-là.

Pour la crevette nordique, l'estimation de la biomasse était limitée à la biomasse exploitable (>17 mm de longueur de carapace), et pour le crabe des neiges, l'estimation de la biomasse était limitée à la biomasse exploitable (au moins 95 mm de largeur de carapace pour le crabe des neiges mâle). Les données du relevé au casier étaient limitées au crabe des neiges de taille exploitable provenant de casiers à grandes mailles.

3.5.1. Évaluations du crabe des neiges

3.5.1.1. Relevés plurispécifiques par navire de recherche

Seules les DE 2HJ, 3K, 3LNO et 3Ps ont été examinées, car le relevé plurispécifique au chalut ne couvre pas les DE 3L côtières et 4R3Pn. Comme pour d'autres espèces, les estimations de la biomasse de référence et du scénario ont été comparées, et le rapport logarithmique a fait l'objet d'un MAG pour déterminer s'il y avait d'importants biais variant dans le temps.

Dans la DE 2HJ, l'exclusion des calées des fermetures visant à protéger l'habitat du poisson (c.-à-d. la fermeture du chenal Hawke) entraîne un biais variant dans le temps pour l'indice de biomasse exploitable, le biais devenant plus négatif tout au long de la série chronologique (Figure 21). L'exclusion des calées du scénario A à elle seule ne se traduit pas par un important biais variant dans le temps; cependant, en combinaison avec la fermeture du canal Hawke, un biais négatif variant dans le temps très similaire se produit. Depuis la fin des années 2000, les prises des relevés de crabes des neiges de taille exploitable dans la DE 2HJ se sont contractées le long du plateau jusqu'aux bassins, en particulier dans les chenaux Hawke et Cartwright. Par conséquent, l'exclusion des calées de relevés dans ces zones a une incidence sur les estimations de la biomasse exploitable pour cette DE. Dans la DE 3K, l'exclusion des calées du scénario ABC (en particulier la fermeture de la fosse de l'île Funk et la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve) entraîne un biais variant dans le temps pour l'indice de biomasse exploitable, avec des biais légèrement positifs au début et à la fin des séries chronologiques et un biais négatif dans la plupart des séries chronologiques, qui a culminé en 2003 et 2004 (Figure 21). L'exclusion des calées des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve) a tendance à donner lieu à une estimation plus élevée de la biomasse exploitable, tandis que l'exclusion des calées des fermetures visant à protéger l'habitat du poisson (la fermeture de la fosse de l'île Funk) a tendance à donner lieu à une estimation plus faible de la biomasse exploitable. En effet, les calées situées à l'intérieur de la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve ne contiennent pas de crabes des neiges de taille exploitable et ceux auxquels il manque des zéros gonflent l'estimation de la biomasse exploitable, tandis que les calées dans la zone de fermeture de la fosse de l'île Funk contiennent du crabe des neiges de taille exploitable et que les poids manquants réduisent l'estimation de la biomasse exploitable. L'établissement des fermetures du chenal Hawke et de la fosse de l'île Funk a été dicté par les pêcheurs, car il s'agit de zones de pêche de choix pour le crabe des neiges (Figure 21). Dans la DE 3LNO, l'exclusion des calées dans les fermetures pour la conservation des éponges et des gorgones entraîne un biais variant dans le temps pour l'indice de biomasse exploitable, avec un biais positif plus élevé au début de la série chronologique. Il n'y avait pas de biais variant dans le temps pour l'indice de biomasse exploitable dans la DE 3Ps. Les calées à l'intérieur de la ZPM du chenal Laurentien ne contiennent pas de crabes des neiges de taille exploitable, et les zéros manquants n'ont pas d'incidence importante sur l'estimation de la biomasse exploitable. Même si le retrait de ces calées n'entraîne pas un important biais variant dans le temps, le retrait entraîne constamment une augmentation de l'estimation de la biomasse exploitable dans l'ensemble des séries chronologiques.

3.5.1.2. Relevé collaboratif au casier d'après saison

Seules les DE 2HJ, 3K, 3LNO et 3Ps ont été examinées, car il n'y a pas de fermetures dans les eaux côtières de la DE 3L et dans la DE 4R3Pn. Comme pour d'autres espèces, nous avons comparé les estimations de la biomasse de référence et celles des scénarios, et le rapport logarithmique a fait l'objet d'un MAG afin de déterminer s'il y avait d'importants biais variant dans le temps. Les combinaisons de DE et de fermeture suivantes ont fait l'objet d'une enquête :

- DE 2HJ – Scénario C
- DE 3K – Scénario C
- DE 3LNO – Scénario A
- DE 3Ps – Scénario B

Étant donné que les estimations de la biomasse provenant du relevé collaboratif au casier d'après saison sont générées à l'aide de polygones ou de strates spécifiques dans OgTrap plutôt qu'à partir de l'étendue complète du relevé, toutes les fermetures présentes dans une DE n'ont pas été évaluées parce qu'elles ne chevauchaient pas les polygones d'OgTrap ou qu'elles n'étaient pas adjacentes à ceux-ci.

Dans la DE 2HJ, l'exclusion des calées de la fermeture du canal Hawke (scénario C) n'a pas donné lieu à un important biais variant dans le temps (Figure 22). Toutefois, le retrait de ces calées a tendance à donner lieu à des estimations de la biomasse exploitable plus élevée et moins élevée dans la plupart des séries chronologiques, allant de l'estimation de la biomasse exploitable étant 46 % inférieure à l'estimation de référence jusqu'à 23 % supérieure à l'estimation de référence. La réalisation du relevé collaboratif au casier d'après saison est particulièrement médiocre dans la DE 2HJ et, pendant de nombreuses années, la couverture du relevé n'est pas adéquate pour l'analyse, comme c'est le cas pour les trois dernières années. Cette situation est également aggravée par le fait que le relevé dans la DE 2HJ a été effectué sur une biomasse gravement appauvrie pendant la plupart des séries chronologiques. Dans la DE 3K, l'exclusion des calées des fermetures visant à protéger l'habitat du poisson (c.-à-d. la fermeture de la fosse de l'île Funk) entraîne un biais variant dans le temps pour l'indice de la biomasse exploitable, avec un biais négatif au début de la série chronologique et un biais positif pour le reste de la série chronologique (Figure 22). L'établissement des fermetures du chenal Hawke et de la fosse de l'île Funk a été dicté par les pêcheurs, car il s'agit de zones de pêche de choix pour le crabe des neiges. Il n'y avait pas de biais variant dans le temps pour l'indice de la biomasse exploitable dans les DE 3LNO et 3Ps. Dans la DE 3LNO, les polygones utilisés dans OgTrap pour le calcul de l'estimation de la biomasse ne chevauchent pas les fermetures et, dans la DE 3PS, un seul des polygones d'OgTrap est adjacent à la ZPM du chenal Laurentien, mais très peu de calées ont eu lieu dans la ZPM au cours de la série chronologique.

Il faut faire preuve de prudence dans l'interprétation des résultats du relevé collaboratif au casier d'après saison, car la couverture du relevé présente des problèmes constants qui influent sur l'interprétation des tendances de l'état des stocks, y compris le biais spatial et l'abandon des zones de relevé en période de piètre rendement des pêches. Les indices de la biomasse exploitable tirés des relevés au casier sont également touchés par la variation annuelle de la capturabilité du crabe. Une incertitude entoure l'interprétation des tendances dérivées du relevé collaboratif au casier d'après-saison du fait que la couverture spatiale est limitée. En outre, les taux de prise dans ce relevé peuvent être sensibles à de mauvaises conditions météorologiques et à d'autres facteurs qui touchent la durée d'immersion et l'efficacité des casiers.

À l'heure actuelle, les estimations de la biomasse sont limitées aux strates principales (Figure 5) afin de se conformer au plan de relevé précédent, qui se limitait aux zones de pêche commerciale. Depuis 2016, le plan de relevé est passé au plan actuel de 50 % de stations fixes et de 50 % de stations aléatoires. Par conséquent, bien que le relevé puisse actuellement avoir lieu dans certaines zones fermées ou à proximité, l'exclusion des calées n'a pas d'incidence sur l'estimation de la biomasse exploitable, car ces données ne sont pas utilisées à cette fin. Toutefois, les données sont présentées pour d'autres aspects de l'évaluation des stocks de crabe des neiges. Les données des stations aléatoires qui pourraient se trouver dans ces zones fermées seront, espérons-le, utilisées dans de futures estimations de la biomasse exploitable à mesure que la série chronologique sera établie pour les stations aléatoires.

3.5.2. Évaluations de la crevette nordique

Les analyses pour la crevette nordique étaient fondées sur les indices de la biomasse exploitable tirés du relevé plurispécifique au chalut de fond par navire de recherche effectué par le MPO à l'automne. Seules les ZPC 5 et 6 ont été examinées pour cet exercice. L'exclusion

des relevés dans la zone du chenal Laurentien n'aurait aucune incidence sur les évaluations de la crevette dans les ZPC 5 et 6, étant donné que seules les données des relevés d'automne sont utilisées pour ces ZPC.

Bien que les estimations de la biomasse exploitable selon divers scénarios d'exclusion entraînent des différences par rapport au niveau de référence allant jusqu'à 11 % dans la ZPC 5 ou 9 % dans la ZPC 6, il n'y avait pas de biais variant dans le temps statistiquement significatif (Figure 23). Les points de référence de l'approche de précaution sont fondés sur la moyenne géométrique des indices de la biomasse femelle. Si de futures évaluations de la crevette doivent être effectuées à partir de relevés qui excluent les calées dans les aires protégées, alors les points de référence de l'approche de précaution seraient rajustés jusqu'à 6 % dans la ZPC 5 et jusqu'à 5 % dans la ZPC 6.

3.6. CORAUX ET ÉPONGES

Dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, plusieurs zones d'importance écologique et biologique (ZIEB), ainsi que de nombreuses aires de conservation principales ont été établies en fonction des agrégations de coraux et d'éponges à l'aide des données du relevé par navire de recherche au chalut du MPO (Wareham et Edinger, 2007; Kenchington *et al.* 2011; Guijarro *et al.* 2016; Kenchington *et al.* 2016a; 2016b; Wells *et al.* 2017; Wells *et al.* 2019). Les données des relevés par navire de recherche ont également été utilisées en collaboration avec des chercheurs qui ne sont pas des employés du MPO et leurs étudiants, ce qui a entraîné une augmentation considérable des connaissances sur la biologie et la répartition des coraux et des éponges dans cette région au cours des dernières années. Les résultats de plusieurs de ces études ont directement contribué à l'avis scientifique (p. ex. Wareham et Edinger, 2007; Sherwood *et al.* 2007; Sherwood et Edinger 2009; Baillon *et al.* 2012; Gullage *et al.* 2017). De plus, les données du relevé par navire de recherche de la région de Terre-Neuve—et-Labrador du MPO ont été utilisées à l'OPANO comme données d'entrée pour l'identification des EMV et la délimitation et la réévaluation des fermetures de pêche à l'extérieur des territoires de compétence canadiens dans le Nord-Ouest de l'Atlantique (p. ex. OPANO 2007-2011; 2013; 2015-2019). Malgré les réalisations impressionnantes de notre compréhension de la science des coraux et des éponges dans cette région d'après les données des relevés par navire de recherche au chalut, le retrait des calées des chaluts des aires protégées n'empêcherait pas la collecte future de données à l'intérieur des zones au moyen d'engins moins invasifs (voir la section 4). De plus, il n'y a pas d'évaluation des stocks pour les coraux et les éponges, et le retrait des calées à l'intérieur de ces zones ne causerait pas une importante perturbation de la collecte de données, car des échelles de temps plus longues sont plus pertinentes pour ces taxons en raison de leur longévité importante et de leur nature sessile.

Le retrait des calées des relevés par navire de recherche de l'intérieur des aires protégées pourrait avoir une incidence sur les avis scientifiques concernant ces taxons en ce qui a trait à la surveillance (voir la section 4), à la modélisation future (p. ex. la répartition des espèces) ou à l'examen des limites des fermetures. Le retrait des calées des relevés par navire de recherche de l'intérieur des aires protégées entraînerait moins de nouveaux points de données pour les exercices de modélisation, dans l'éventualité où les modèles actuels seraient révisés dans l'avenir (p. ex. ZBI; Gullage *et al.* 2017). Étant donné que les aires protégées représentent des sites où l'on s'attend à ce que les agrégations de coraux et d'éponges soient plus élevées qu'ailleurs, le retrait des calées de ces zones pourrait potentiellement entraîner une tendance vers un plus grand nombre de points de données de calées nuls et à une diminution des biomasses (Sciberras *et al.* 2018). Si la modélisation future ou l'examen des limites des fermetures peuvent être effectués en combinant différentes sources de données (p. ex. les anciennes données des relevés par navire de recherche et les nouvelles données de relevé par

imagerie), ces contraintes sont donc moins importantes, et le retrait des calées des relevés par navire de recherche à l'intérieur des aires protégées n'aurait pas une grande incidence sur les avis relatifs à ces taxons.

4. EXAMEN DES MESURES D'ATTÉNUATION POSSIBLES POUR LES RELEVÉS SCIENTIFIQUES

Benoît *et al.* (2020b) a présenté un examen des mesures d'atténuation susceptibles de réduire les répercussions des activités de relevé dans les aires protégées. Il s'agissait notamment d'un changement dans le plan du relevé, d'un changement pour un engin ayant moins de répercussions et d'une réduction de l'empreinte de chaque calée. Cependant, ils n'ont pas été en mesure de trouver d'autres méthodes de relevé qui peuvent remplacer le chalutage dans un contexte plurispécifique touchant des espèces démersales mobiles ou lorsqu'un large éventail d'organismes de tailles variées doivent être échantillonnés. Les relevés vidéo pourraient remplacer certains types de relevés (p. ex. les relevés par dragage), mais il pourrait être problématique d'obtenir le même niveau d'information sur les attributs physiologiques et le cycle de vie des individus (Cryer, 2015). On pourrait envisager la possibilité de faire des relevés vidéo pour remplacer les stations échantillonnées dans les aires protégées par le relevé au casier d'après saison du crabe des neiges, étant donné que seuls les crabes des neiges plus gros sont échantillonnés. Cependant, le coût des relevés, le fait qu'ils sont effectués par l'industrie en collaboration avec le MPO à l'aide de navires qui ne sont peut-être pas adaptés pour le déploiement de caméras, et la nécessité d'étalonner les densités des relevés échantillonnés par des casiers à l'extérieur des aires protégées (Benoît *et al.* 2020b) font en sorte que cette option n'est pas viable actuellement. De plus, la plupart des données biologiques actuellement recueillies par échantillonnage en mer dans le cadre de ce relevé et utilisées dans l'évaluation des stocks (état de la coquille, hauteur de la pince des mâles pour déterminer la maturité, maturité des femelles et couvées d'œufs des femelles) ne pourraient pas être recueillies avec les relevés vidéo.

Il serait peut-être possible de raccourcir les traits de chalut des relevés pour réduire l'empreinte des activités dans les aires protégées, bien que ces réductions devraient demeurer dans les limites des durées et des distances de trait acceptables, qui ont tendance à être d'au moins 70 % des valeurs pour un trait standard cible. (p. ex. Hurlbut et Clay, 1990). Cependant, la réduction systématique de la durée du trait nécessiterait des essais d'étalonnage poussés, car les taux de prises ne sont probablement pas à l'échelle linéaire de la longueur du trait et peuvent être propres à une espèce (p. ex. Somerton *et al.* 2002). De plus, les comparaisons des prises de coraux et d'éponges dans les traits de recherche entre les relevés par navire de recherche canadiens et de l'UE/Espagne, dont la durée de trait est de 15 et 30 minutes, respectivement, n'ont essentiellement révélé aucune différence dans les quantités prises entre ces relevés (OPANO, 2008; 2009). Ces données indiquent que la quantité capturée par les chaluts de recherche correspond davantage à la probabilité de heurter une agrégation de coraux ou d'éponges, qui serait grossièrement semblable entre un trait de recherche de 15 à 30 minutes, que si l'on suppose que les taux de capture sont linéairement liés à la durée du trait, ce qui justifierait la réduction de la durée de trait actuelle de 15 minutes à environ 10 minutes.

On pourrait réduire l'empreinte cumulative des relevés multiples qui se chevauchent dans l'espace en limitant le nombre de relevés qui échantillonnent les mêmes zones. Dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, cela s'appliquerait particulièrement à la zone 3LNO, qui est couverte par les relevés par navire de recherche effectués par le MPO au printemps et à l'automne, ainsi qu'à la partie de cette zone se trouvant dans les eaux internationales (la zone réglementée par l'OPANO, qui comprend le nez et la queue du Grand Banc), qui fait l'objet de

relevés par navire de recherche canadiens et de l'UE/Espagne. Tous ces relevés peuvent avoir une incidence sur les agrégations de coraux et d'éponges dans les aires protégées. À l'heure actuelle, les relevés canadiens ne se rendent qu'à des profondeurs de 730 m dans les divisions 3NO, alors que les relevés de l'EU/Espagne prélèvent des échantillons jusqu'à 1 500 m. Il serait difficile d'interétalonner tous ces relevés pour l'ensemble des espèces surveillées, car cela nécessiterait effectivement l'intégration des relevés canadiens et de l'UE/Espagne, mais cela pourrait réduire les répercussions potentielles sur les zones benthiques sensibles. Il convient également de souligner qu'il y a un processus continu au sein de l'OPANO pour évaluer les répercussions des relevés dans les zones fermées, et qu'une entente volontaire est suivie par les relevés du Canada et de l'UE/Espagne pour éviter les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges dans la ZRO jusqu'à ce que ce processus soit terminé.

L'un des aspects qui n'a pas été abordé dans l'examen de Benoît *et al.* (2020b) des mesures d'atténuation potentielles est la possibilité d'élargir légèrement les aires protégées afin de couvrir un plus grand nombre de zones benthiques sensibles en contrepartie de toute répercussion potentielle découlant de l'autorisation d'activités de recherche entrant en contact avec le fond dans les aires protégées. La plupart des aires protégées ayant des objectifs de conservation benthique (p. ex. protection des coraux et des éponges, zones benthiques d'importance) ne comprennent pas la totalité de l'habitat désigné par la Direction des sciences du MPO. De nombreuses limites ont été explicitement tracées pour éviter les répercussions sur les activités commerciales (p. ex. pêche, exploitation pétrolière et gazière), laissant des parties de ces habitats exposées aux répercussions de ces activités commerciales. Ainsi, ces habitats sont actuellement exposés en partie à des activités commerciales dont les répercussions sont acceptables de facto selon les pratiques de gestion actuelles. Si l'exclusion des relevés des aires protégées représente un risque inacceptable pour la fiabilité et la qualité des avis scientifiques, une mesure d'atténuation potentielle à envisager est la compensation. Les répercussions des relevés dans les zones fermées peuvent être quantifiées, tout comme celles des activités commerciales sur les fractions de l'habitat qui ne sont pas protégées actuellement. D'après ces renseignements, les fermetures peuvent être proportionnellement élargies pour compenser les répercussions des relevés à l'intérieur des fermetures, tout en maintenant constant le niveau de facto de répercussions acceptable. Compte tenu de la différence considérable dans l'ampleur des relevés de recherche et, par exemple, de la pêche commerciale, on peut prévoir qu'une légère expansion des fermetures suffirait pour obtenir une compensation.

5. MÉTHODES ET SOURCES DE DONNÉES POUR LA SURVEILLANCE ET L'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES AIRES PROTÉGÉES

5.1 RELEVÉS SCIENTIFIQUES MENÉS À L'AIDE D'ENGINS ENTRANT EN CONTACT AVEC LE FOND

La surveillance et la gestion des aires protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador relèvent de la Direction de la planification et de la conservation marines (ZPM) et de la Direction générale de la gestion des ressources et des pêches autochtones (refuges marins) du MPO. Un accord sur les niveaux de service (ANS) existe actuellement entre ces deux directions générales et la Direction des sciences du MPO pour fournir des avis sur divers indices pour chacune des régions. Selon l'ANS de 2019-2020, les produits livrables liés aux relevés effectués à l'aide d'un engin entrant en contact avec le fond comprennent l'analyse des données du relevé plurispécifique par navire de recherche pour les espèces ou les groupes cibles associés à chaque aire protégée (Tableau 1). Ceux-ci comprennent des cartes de

répartition spatiale et des statistiques sommaires, qui ont été fournies pour de multiples espèces, y compris des poissons, des mollusques et crustacés, des coraux et des éponges. En général, les avis ont été fournis en fonction du poids moyen par trait ou du nombre moyen par trait dans chacune des aires protégées, et les estimations de la biomasse ou de l'abondance ne sont pas calculées en raison du manque de conformité entre les strates des relevés plurispécifiques par navire de recherche du MPO, les limites des divers stocks et les limites des aires protégées.

Une autre approche possible pour la surveillance et la gestion de ces aires protégées à l'aide des données du relevé par navire de recherche est l'utilisation d'OgMap pour calculer les estimations de la biomasse et de l'abondance en fonction des calées qui ont été effectuées à l'intérieur de chaque aire protégée. OgMap est habituellement utilisé dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador pour les évaluations des stocks de crevettes nordiques et de crabes des neiges décrites ci-dessus. Cependant, son approche non paramétrique suppose que les calées des relevés au chalut sont des échantillons aléatoires indépendants de la distribution de probabilité à des emplacements déterminés et que les distributions à proximité sont liées. Une simulation Monte Carlo est utilisée pour déterminer la distribution de probabilité, et les intervalles de confiance (IC) à 95 % sont tirés de la distribution de probabilité (Evans *et al.* 2000; Orr *et al.* 2004). Cette méthodologie permet d'estimer la biomasse et l'abondance en fonction du choix d'une zone particulière (p. ex. une seule aire protégée) et ne dépend pas de la distribution de probabilité sous-jacente dans de multiples strates sous-jacentes.

Les estimations de la biomasse (en milliers de tonnes) et de l'abondance (en milliers d'individus) de l'OgMap ont été calculées pour plusieurs des espèces cibles énumérées dans Tableau 1 pour leur ZPM ou leur refuge marin respectif (Figures 28 à 33). Il s'agit d'espèces inscrites comme objectifs de conservation ainsi que d'autres espèces d'intérêt dans l'aire protégée. Les données des relevés par navire de recherche du printemps et de l'automne (1995-2019) ont été utilisées au besoin, mais les groupes de coraux et d'éponges ont été exclus de cette analyse, car l'OgMap n'a pas été jugé approprié pour ces données, puisqu'il ne s'agit pas d'espèces mobiles. Les surfaces interpolées comme les estimations de la densité par la méthode des noyaux (EDN) seraient une méthode plus appropriée pour examiner les groupes de coraux et d'éponges.

Ce type d'analyse n'est pas utilisé à l'heure actuelle dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador et est présenté ici comme une utilisation potentielle des données des relevés par navire de recherche pour la surveillance et la gestion des aires protégées. Le principal avantage est qu'il fournit une vue historique de la biomasse et de l'abondance propres à chaque aire protégée et peut permettre une étude plus poussée des avantages potentiels du maintien de la ZPM ou du refuge marin. Toutefois, il faut tenir compte des influences à plus grande échelle (population ou écosystème) dans l'interprétation de ces tendances. Par exemple, s'il y a un changement évident dans la biomasse et l'abondance vers 2012-2013, qui augmentent pour la morue franche et diminuent pour la crevette nordique (voir MPO, 2019a; 2019c), dans ce cas, il est nécessaire de comprendre les changements à plus grande échelle dans l'écosystème, plutôt que d'examiner uniquement les tendances actuelles dans la fermeture du chenal Hawke.

Il est malheureux qu'il ne soit pas approprié d'utiliser cette méthode pour les coraux et les éponges, car plusieurs des aires protégées ont des habitats benthiques ou des communautés comme des coraux et des éponges qui sont inscrits comme objectifs de conservation. D'autres méthodes devront être utilisées pour surveiller les communautés de coraux et d'éponges dans les aires protégées. Une autre limite est que certaines des aires protégées n'ont que quelques calées le long d'un côté de la fermeture, par exemple, la zone corallienne fermée 3O. Les estimations de la biomasse et de l'abondance pour ces zones ne tiennent pas compte de la totalité de l'aire protégée, seulement une partie de celle-ci étant échantillonnée, et ces

estimations peuvent donc dans certains cas être fondées sur un très petit nombre de calées. Une étude plus approfondie de l'utilisation de cette analyse pour la surveillance des aires protégées est nécessaire, mais elle pourrait fournir une meilleure résolution des tendances de la biomasse et de l'abondance propres aux zones fermées.

5.1.1. Avantages de l'utilisation de chaluts de fond pour surveiller les aires protégées

Malgré les limites, la biomasse de coraux et d'éponges et les données sur la présence provenant des relevés par navire de recherche ont été utilisées avec succès comme intrants dans les modèles de répartition des espèces (Guijarro *et al.* 2016; Kenchington *et al.* 2016a; 2016b; Gullage *et al.* 2017; Yesson *et al.* 2017, Beazley *et al.* 2018) et les estimations de la densité (Kenchington *et al.* 2014). Les données sur la présence sont particulièrement utiles, car elles permettent de visualiser la répartition des taxons, tout en reconnaissant que les calées nulles peuvent ne pas représenter de véritables absences pour certains taxons (Wareham, 2009). L'ensemble de données du relevé par navire de recherche sur la présence de coraux dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador représente un ensemble de données impressionnant avec une vaste couverture géographique et bathymétrique (Wareham et Edinger, 2007). Bien que dans cette région les coraux aient été identifiés à de faibles niveaux taxonomiques (p. ex. genre, espèce), les éponges ont été principalement identifiées au niveau du phylum en raison d'un traitement d'échantillon plus long et d'une expertise taxonomique plus limitée, en particulier en mer. Les données sur la biomasse des relevés par navire de recherche ont également aidé à localiser des agrégations importantes de coraux et d'éponges dans la région, comme on l'a déjà souligné (Kenchington *et al.* 2016a).

Les relevés par navire de recherche représentent une occasion de recueillir un grand nombre de spécimens, ce qui peut être avantageux dans les études écologiques. La collecte de spécimens permet d'identifier plus précisément les espèces (Beisiegel *et al.* 2017) et d'obtenir des échantillons destinés à des analyses écologiques (Williams *et al.* 2015), y compris les associations d'espèces (Baillon *et al.* 2012; Wareham-Hayes *et al.* 2017; Neves *et al.* 2020), la reproduction (Sun *et al.* 2009; Sun *et al.* 2010; Hamel *et al.* 2020), la génétique (Saucier 2016), les isotopes stables (Sherwood *et al.* 2007; Salvo *et al.* 2018), la morphométrie (Baillon *et al.* 2016) et la santé des coraux (Baker *et al.* 2019).

Les données des relevés par navire de recherche peuvent être utilisées pour obtenir certaines mesures de surveillance. Kenchington et ses collaborateurs (2012) ont évalué six indicateurs de coraux ou d'éponges qui peuvent être calculés à partir des données sur les prises accessoires au chalut, soit : la biomasse moyenne, la superficie des parcelles, la densité des parcelles, l'isolement ou la proximité des sites d'éponges, la connectivité entre les sites d'éponges, et la dispersion des sites d'éponges et des champs de pennatules. Ces indicateurs géospatiaux ont été suggérés par ces auteurs en tant que groupe d'indicateurs pouvant utiliser des données des relevés par navire de recherche avec un niveau de confiance moyen à élevé. Bien qu'ils soient utiles, ces indicateurs géospatiaux sont axés sur les agrégations à grande échelle (p. ex. les sites d'éponges et les pennatules), à l'exclusion des espèces dont la répartition est plus clairsemée. Dans la ZPM du chenal Laurentien, les indicateurs directs recommandés pour surveiller l'état des pennatules comprennent la biomasse, l'abondance et la densité, la répartition des tailles, les indicateurs géospatiaux, la diversité taxonomique et la richesse (DFO 2015). On a proposé des estimations de l'abondance et de la densité fondées sur des relevés scientifiques et des taux de prises (DFO 2015). Cependant, la section 5.1.2 ci-dessous fait connaître les limites de l'utilisation des données des relevés par navire de recherche pour estimer l'abondance (et la densité) des coraux et leur structure des tailles. La diversité taxonomique peut être déterminée à l'aide d'échantillons prélevés pendant les relevés par

navire de recherche, mais elle doit être complétée par une collecte ou une imagerie ciblées en raison de la faible capturabilité de certaines pennatules communes (p. ex. *Kophobelemnon* sp. – section 5.1.2).

En ce qui concerne la surveillance des communautés de poissons dans les aires protégées, on sait qu'un chalut de fond est l'un des moyens les plus efficaces d'échantillonner plusieurs espèces à la fois et permet le prélèvement de spécimens afin d'obtenir divers types de mesures biologiques (p. ex. données sur la longueur, le poids et le régime alimentaire, renseignements génétiques, etc.) Le chalut à crevettes Campelen 1800 est l'un des chaluts de fond les plus efficaces pour capturer des poissons plus petits, ce qui permet une meilleure représentation des classes d'âge et des espèces de petite taille (Warren, 1996).

5.1.2. Limites de l'utilisation de chaluts de fond pour surveiller les aires protégées

La limite la plus évidente des relevés par navire de recherche à l'intérieur des aires protégées est leur nature destructrice (Probert *et al.* 1997; Fosså *et al.* 2002; Hall-Spencer *et al.* 2002; Althaus *et al.* 2009; Neves *et al.* 2015b). Les relevés au chalut sont également limités quand vient le temps de déterminer l'abondance des coraux et des éponges (Kenchington *et al.* 2012; Kenchington *et al.* 2016a; 2016b), étant donné la capturabilité inconnue du chalut pour certains taxons et la nature fragile des spécimens, qui sont souvent fragmentés pendant le processus de chalutage. De plus, les coraux et les éponges peuvent présenter une répartition éparse, et il est donc difficile de déterminer si des spécimens ont été trouvés dans tout le parcours du chalut ou à des endroits plus précis. Pour cette raison, il est difficile pour nous de comprendre si les populations sont naturellement éparses ou façonnées par la pêche historique (Watling et Norse, 1998; Kulka et Pitcher, 2002; Anderson et Clark, 2003; Stone, 2006). Kenchington et ses collaborateurs (2011) ont calculé que l'engin présente une efficacité de seulement 5,2 % pour la capturabilité des pennatules avec un chalut Campelen dans le chenal Laurentien, comparativement aux données d'imagerie. D'autres études ont également mis en évidence la faible efficacité des autres chaluts et dragues par rapport aux relevés par caméra (p. ex. Williams *et al.* 2015; Ayma *et al.* 2016; Chimienti *et al.* 2018a).

Certaines pennatules communes dans la ZPM du chenal Laurentien (p. ex. *Kophobelemnon* sp.) peuvent être abondantes selon les observations d'imagerie, mais sont rarement capturées ou retenues dans les chaluts en raison de leur petite taille ou de leur comportement (Wareham, 2009; V. Wareham-Hayes, données inédites). D'autres espèces de pennatules peuvent complètement se retirer dans les sédiments mous (*Pennatula* spp. et *Protoptilum* sp.; Langton *et al.* 1990; Chimienti *et al.* 2018b), ce qui peut limiter leur capturabilité (voir la section 2.1 sur la biomasse élevée de la pennatule *Pennatula aculeata*). Par conséquent, les mesures de la répartition et de la diversité (p. ex. la richesse) de ces pennatules peuvent être grandement sous-estimées dans les prises au chalut, et d'autres méthodes sont nécessaires pour bien inclure ces taxons dans les plans de surveillance (voir la section 4).

Les relevés au chalut par navire de recherche sont également limités quand vient le temps de fournir des renseignements sur la taille des coraux et des éponges d'eau froide, qui peuvent être utilisés comme substituts pour le recrutement et la récupération. Le maillage de la doublure du cul du chalut Campelen est de 40 mm (Walsh *et al.* 2009), ce qui peut permettre le passage de coraux juvéniles et de petites éponges. Dans le cas du relevé du sébaste, cette situation est d'autant plus compliquée par l'absence d'une doublure du cul de chalut (Walsh *et al.* 2016). De plus, la détermination de la taille des coraux ou des éponges ne fait pas actuellement partie du protocole de relevés au chalut en mer de la région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO, et à moins que des échantillons ne soient conservés pour une analyse plus poussée, l'information sur l'ontogénie n'est pas systématiquement documentée. En outre, dans le cas des éponges, les spécimens sont trop fragmentés pour être dénombrés avec précision. Dans la ZPM du

chenal Laurentien, des relevés d'imagerie à balayage descendant ont permis de capturer de fortes densités de pennatules juvéniles (*Pennatula* sp.; Miles et Edinger, 2016). Il est possible que, dans le cadre d'un relevé au chalut seulement, ces juvéniles ne soient pas capturés par le chalut (bien qu'ils puissent être retirés) ou soient capturés, mais ne soient pas déclarés comme juvéniles, ce qui entraîne des sous-estimations de l'abondance fondées sur la biomasse. Des sacs à petites mailles attachés à la partie extérieure du filet sont utilisés dans certains relevés par navire de recherche (p. ex. relevé de la crevette nordique; Siferd, 2015). Ces sacs servent à recueillir les animaux qui sont trop petits pour être retenus dans le filet. Siferd (2015) a relevé des différences dans les fréquences de longueur des crevettes lorsqu'il a comparé les échantillons des sacs à petites mailles aux échantillons de cul de chalut, ce qui a aidé à détecter les signatures des pré-recrues parmi les animaux qui ne sont pas capturés dans le cul de chalut standard. L'ajout de sacs à petites mailles aux chaluts Campelen pourrait faciliter la détection de coraux et d'éponges juvéniles dans une zone. Néanmoins, l'efficacité de la capturabilité des juvéniles pourrait être encore plus faible que celle des adultes, et cette question n'a pas encore été évaluée.

Dans l'ensemble, les relevés au chalut par navire de recherche fournissent des renseignements limités sur l'abondance, la richesse, la biomasse et la structure des tailles des coraux et des éponges, car le niveau de confiance pour ces paramètres est faible (p. ex. Kenchington *et al.* 2011). Des relevés par imagerie (p. ex. vidéos, photos) sont recommandés pour la collecte de données afin d'évaluer ces paramètres (voir la section 4). Les relevés par navire de recherche ont sans aucun doute été très utiles dans la reconnaissance initiale de la répartition des coraux et des éponges dans cette région. Cependant, depuis le début du programme des coraux et éponges d'eaux froides de la région de Terre-Neuve—et-Labrador du MPO en 2007, nos connaissances ont considérablement augmenté. Plusieurs des lacunes actuelles en matière de connaissances ne peuvent pas nécessairement être évaluées au moyen d'échantillons de relevés par navire de recherche (p. ex. comportement, études *in situ*, répercussions de l'exploration pétrolière et gazière et des activités d'aquaculture, compréhension de leur habitat, structure communautaire, associations, etc.) Une comparaison des avantages et des limites des relevés par navire de recherche fondés sur les échantillons de coraux et d'éponges de la région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO est présentée dans Tableau 10.

En ce qui concerne l'échantillonnage des communautés de poissons, le chalut de fond Campelen, comme de nombreux chaluts de fond, a ses limites. Aucun chalut ne capture tous les poissons sur son parcours, ce qui fait que les estimations de la densité fournies par les échantillons prélevés au chalut ne correspondent pas à la densité réelle des poissons (Fraser *et al.* 2007). De nombreux facteurs influent sur la capturabilité d'un chalut et varient à la fois selon l'espèce et selon les différentes tailles des congénères, ce qui peut nuire à notre compréhension des interactions entre les proies et les prédateurs et de l'abondance relative de différentes espèces et classes de taille de poissons à n'importe quel moment ou n'importe quel endroit. Des estimations de la capturabilité de chaque classe de taille de chaque espèce échantillonnée dans un relevé donné seraient nécessaires pour obtenir des densités d'échantillons de chalut plus précises (Fraser *et al.* 2007).

5.2. AUTRES MÉTHODES ET SOURCES DE DONNÉES POSSIBLES

Dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, les aires protégées dont les objectifs de conservation visent à protéger les coraux et les éponges ont une profondeur d'eau moyenne d'environ 363 à 1 892 m (données bathymétriques de la GEBCO, 2019), ce qui limite le type d'engins de rechange qui peuvent être utilisés pour la surveillance. La recherche sur les coraux et les éponges d'eau froide des grands fonds est de plus en plus effectuée à l'aide de la technologie de l'imagerie, qui est une solution de rechange moins invasive que les relevés au

chalut (Dayton *et al.* 2013; Wynn *et al.* 2014; Pirtle *et al.* 2015; Yoklavich *et al.* 2015; Ayma *et al.* 2016; Sward *et al.* 2019). L'utilisation de telles technologies a également été préconisée pour la surveillance des aires de conservation en eaux profondes (Huvenne *et al.* 2016) et pour obtenir des mesures des coraux et des éponges d'eau froide qui ne peuvent pas être déterminées avec précision à l'aide de données de relevés au chalut, comme l'abondance et la taille (p. ex. Kenchington *et al.* 2012). Les véhicules sous-marins téléguidés (VTG), les véhicules sous-marins autonomes, les submersibles avec équipage, les plateformes remorquées et les systèmes de caméra lestée ont tous le potentiel de produire des images à haute résolution du fond marin, qui peuvent à leur tour être utilisées pour déterminer l'abondance et la densité des coraux et des éponges, (p. ex. Langton *et al.* 1990; Mortensen et Buhl-Mortensen 2004; Beazley *et al.* 2013; Martinelli *et al.* 2013; Porporato *et al.* 2014; Long *et al.* 2020; Dinn *et al.* 2020), la taille (Watanabe *et al.* 2009; Bennecke et Metaxas 2017), et pour les estimations de la diversité (Beisiegel *et al.* 2017). Des systèmes de surveillance des images à intervalles ont également été appliqués dans différentes régions du monde (p. ex. Roberts *et al.* 2005; Juniper *et al.* 2019; Aguzzi *et al.* 2020) et peuvent être utiles pour la surveillance de la croissance *in situ* des coraux et des éponges, ainsi que pour l'observation du comportement animal. Certains systèmes peuvent offrir différents angles de vue du fond marin par caméra (p. ex. vue vers l'avant et vers le bas, distances variables par rapport au fond marin), ce qui permet des analyses à différentes échelles et résolutions spatiales (p. ex. Stone 2006; Lacharité et Metaxas 2017).

Les technologies de VTG ont l'avantage d'avoir une grande précision de position et des capacités de prélèvement d'échantillons, y compris des spécimens ciblés (ou une partie d'un spécimen), des sédiments environnants et de l'eau de mer. Certains traîneaux benthiques adaptés et munis de caméras peuvent également comprendre un filet à cul de chalut pour la collecte de spécimens. Dans les cas où les systèmes de caméra n'ont pas de capacité d'échantillonnage, cela peut être surmonté s'ils sont associés au déploiement de petits engins entrant en contact avec le fond, comme un chalut Agassiz, qui peut être remorqué pendant une moyenne de trois minutes, mais avec une réduction considérable de l'empreinte par rapport à un chalut Campelen. De plus, des échantillonneurs de sédiments (p. ex. carottiers à boîte, grappins) peuvent également être utilisés comme complément pour obtenir des mesures de la biodiversité (p. ex. Van Soest et Lavaleye 2005; Dinn *et al.* 2020). Dans leur étude, Van Soest et Lavaleye (2005) ont signalé 95 espèces d'éponges recueillies dans 20 déploiements de carottiers à boîte et ont conclu que ces efforts de carottage donnaient une richesse semblable à celle du dragage et du chalutage dans leur zone d'étude. Le type de fond est un facteur limitatif dans le choix de l'engin, car l'utilisation de chaluts et de carottiers dans les zones à fond dur n'est pas recommandée. En fait, plusieurs études ont souligné la nécessité de recourir à des types d'engins complémentaires afin de mieux évaluer la diversité benthique, car les différents types d'engins, comme les caméras et les traîneaux benthiques, ne sont pas interchangeables, mais seulement complémentaires (p. ex. Williams *et al.* 2015; Ayma *et al.* 2016; Clark *et al.* 2019).

Des technologies d'imagerie ont été utilisées pour la surveillance des aires protégées au Canada (p. ex. le Gully; Allard *et al.* 2015), au Royaume-Uni (Sheehan *et al.* 2010; Bicknell *et al.* 2016; Huvenne *et al.* 2016; Sheehan *et al.* 2016), aux États-Unis (Stone 2006) et en Nouvelle-Zélande (Tracey *et al.* 2019). Ils ont également servi à étudier l'efficacité des aires de conservation (p. ex. Huvenne *et al.* 2016; Bennecke et Metaxas 2017). Par conséquent, des technologies munies de caméra devraient être intégrées aux programmes de surveillance, de même qu'un plan et un budget pour le personnel compétent et le temps-navire. Malgré les coûts associés à ces technologies, des programmes de surveillance peuvent être mis en place tous les trois à cinq ans ou plus (p. ex. Kenchington *et al.* 2012). Il convient également de mentionner que même si les relevés au chalut par navire de recherche se poursuivent à

l'intérieur des aires protégées, les technologies d'imagerie sont toujours recommandées pour une meilleure surveillance. Dans la ZPM du chenal Laurentien, par exemple, l'abondance des pennatules a été suggérée comme étant l'un des indicateurs directs de la surveillance (DFO 2015); cependant, les chaluts ne sont pas des engins appropriés pour ces évaluations.

L'utilisation de l'ADN environnemental (ADNe) pour la surveillance des aires protégées suscite également un intérêt croissant (Rees *et al.* 2014; Aylagas *et al.* 2018; Ruppert *et al.* 2019). Cependant, l'utilisation de l'ADNe pour l'identification en particulier des coraux et des éponges à de faibles niveaux taxonomiques (c.-à-d. haute résolution) en est encore à ses balbutiements (p. ex. Everett et Park 2018) et d'autres recherches sont nécessaires. Néanmoins, l'ADNe peut être utilisé pour explorer les changements dans les tendances globales de la diversité (p. ex. Aylagas *et al.* 2018) et devrait être considéré comme un outil potentiel pour la surveillance des aires protégées, en combinaison avec d'autres méthodes d'échantillonnage, comme les technologies d'imagerie décrites ci-dessus (p. ex. Stat *et al.* 2019).

6. CONCLUSION

On sait que les engins d'échantillonnage scientifique entrant en contact avec le fond peuvent avoir sur les taxons benthiques vulnérables des effets dommageables comparables à ceux des engins de pêche commerciale, bien qu'à des échelles très réduites. Toutefois, les analyses présentées ici ne soutiennent pas une exclusion générale des relevés de recherche de toutes les aires protégées. Les intervalles de récurrence des relevés par rapport aux temps de rétablissement prévus suggèrent que les relevés scientifiques à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond ne constituent pas une menace majeure à long terme pour les écosystèmes benthiques. En outre, la décision d'exclure complètement les relevés scientifiques serait susceptible de biaiser les sources de données qui jouent un rôle crucial dans la surveillance des écosystèmes et l'évaluation des ressources pour les stocks de poissons démersaux et de mollusques et crustacés. Ces relevés scientifiques jouent également un rôle important dans le suivi de certains des objectifs de conservation des aires protégées. Bien que les relevés menés à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond ne soient pas la meilleure option pour surveiller les taxons benthiques vulnérables, des efforts doivent être faits pour améliorer les protocoles d'échantillonnage afin de maximiser les données recueillies lors de ces relevés relatifs aux taxons benthiques dans les aires protégées. Et bien que les relevés scientifiques effectués à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond décrits ici ne constituent pas une menace à long terme pour les taxons benthiques, on devrait étudier des mesures d'atténuation (p. ex. éviter les petites zones de fortes densités de taxons benthiques dans les aires protégées) afin de réduire les dommages à un minimum.

7. RÉFÉRENCES CITÉES

- Aguzzi, J., Iveša, N., Gelli, M., Costa, C., Gavrilovic, A., Cukrov, N., Cukrov, M., Cukrov, N., Omanovic, D., Štifanić, M., Marini, S., Piria, M., Azzurro, E., Fanelli, E., and Danovaro, R. 2020. Ecological video monitoring of Marine Protected Areas by underwater cabled surveillance cameras. *Mar. Policy*. 119: 104052.
- Aldrich, F.A., and Lu, C.C. 1968. [Report on the larva, eggs, and egg mass of *Rossia* sp. \(Decapoda, Cephalopoda\) from Bonavista Bay, Newfoundland](#). *Can. J. Zool.* 46(3): 369–371.
- Allard, K., Cochrane, N., Curran, K., Fenton, D., Koropatnick, T., Gjerdrum, C., Greenan, B.J.W., Head, E., Macnab, P., Moors-Murphy, H., Serdynska, A., Trzcinski, M.K., Vaughan, M., and Whitehead, H. 2015. [The Gully Marine Protected Area Data Assessment](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/056. vi + 167 p.
- Althaus, F., Williams, A., Schlacher, T.A., Kloser, R.J., Green, M.A., Barker, B.A., Bax, N.J., Brodie, P., and Schlacher-Hoenlinger, M.A. 2009. [Impacts of bottom trawling on deep-coral ecosystems of seamounts are long-lasting](#). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 397: 279–294.
- Amoroso, R.O., Pitcher, C.R., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Parma, A.M., Suuronen, P., Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Althaus, F., Baird, S.J., Black, J., Buhl-Mortensen, L., Campbell, A.B., Catatrina, R., Collie, J., Cowan, J.H., Durholtz, D., Engstrom, N., Fairweather, T.P., Fock, Heino O., Ford, R., Gálvez, P.A., Gerritsen, H., Góngora, M.E., González, J.A., Hiddink, J.G., Hughes, K.M., Intelmann, S.S., Jenkins, C., Jonsson, P., Kainge, P., Kangas, M., Kathena, J.N., Kavadas, S., Leslie, R.W., Lewis, S.G., Lundy, M., Makin, D., Martin, J., Mazor, T., Gonzalez-Mirelis, G., Newman, S.J., Papadopoulou, N., Posen, P. E., Rochester, W., Russo, T., Sala, A., Semmens, J.M., Silva, C., Tsolos, A., Vanellander, B., Wakefield, C.B., Wood, B.A., Hilborn, R., Kaiser, M.J., and Jennings, S. 2018. [Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves](#). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 115(43): E10275–E10282.
- Anderson, O.F., and Clark, M.R. 2003. [Analysis of bycatch in the fishery for orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, on the South Tasman Rise](#). *Mar. Freshw. Res.* 54(5): 643–652.
- Aylagas, E., Borja, Á., Muxika, I., and Rodríguez-Ezpeleta, N. 2018. [Adapting metabarcoding-based benthic biomonitoring into routine marine ecological status assessment networks](#). *Ecol. Indic.* 95(Part 1): 194–202.
- Ayma, A., Aguzzi, J., Canals, M., Lastras, G., Bahamon, N., Mecho, A., and Company, J.B. 2016. [Comparison between ROV video and Agassiz trawl methods for sampling deep water fauna of submarine canyons in the Northwestern Mediterranean Sea with observations on behavioral reactions of target species](#). *Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap.* 114: 149–159.
- Baillon, S., Hamel, J.-F., Wareham, V.E., and Mercier, A. 2012. Deep cold-water corals as nurseries for fish larvae. *Front. Ecol. Environ.* 10(7): 351–356.
- Baillon, S., English, M., Hamel, J.-F., and Mercier, A. 2016. Comparative biometry and isotopy of three dominant pennatulacean corals in the Northwest Atlantic. *Acta Zool.* 97(4): 475–493.
- Baker, K.D., Snelgrove, P.V.R., Fifield, D.A., Edinger, E.E., Wareham, V.E., Haedrich, R.L., and Gilkinson, K.D. 2019. [Small-Scale Patterns in the Distribution and Condition of Bamboo Coral, *Keratoisis grayi*, in Submarine Canyons on the Grand Banks, Newfoundland](#). *Front. Mar. Sci.* 6(374): 10 p.

-
- Bavestrello, G., Cerrano, C., Zanzi, D., and Cattaneo-Vietti, R. 1997. [Damage by fishing activities to the Gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea](#). *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 7(3): 253–262.
- Beazley, L.I., Anstey, L.J., and Kenchington, E.R. 2013. Summary of the location of VME indicators on the Flemish Cap slope based on in situ benthic imagery analysis. NAFO SCR Doc. 13/076. Serial No. N6274. 18 p.
- Beazley, L., Wang, Z., Kenchington, E., Yashayaev, I., Rapp, H.T., Xavier, J.R., Murillo, F.J., Fenton, D., and Fuller, S. 2018. [Predicted distribution of the glass sponge *Vazella pourtalesi* on the Scotian Shelf and its persistence in the face of climatic variability](#). *PLoS ONE* 13(10): e0205505.
- Beisiegel, K., Darr, A., Gogina, M., and Zettler, M.L. 2017. [Benefits and shortcomings of non-destructive benthic imagery for monitoring hard-bottom habitats](#). *Mar. Pollut. Bull.* 121(1–2): 5–15.
- Bennecke, S., and Metaxas, A. 2017. [Effectiveness of a deep-water coral conservation area: Evaluation of its boundaries and changes in octocoral communities over 13 years](#). *Deep Sea Res. Part II: Top. Stud. Oceanogr.* 137: 420–435.
- Benoît, H.P., Asselin, N.C., Surette, T., et Juillet, C. 2020. [Évaluation visant à soutenir les décisions liées à l'autorisation des relevés scientifiques avec des engins entrant en contact avec le fond dans des zones benthiques protégées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech.* 2020/007. xii + 86 p
- Benoît, H.P., Dunham, A., Macnab, P., Rideout, R., Wareham, V., Clark, D., Duprey, N., Maldemay, É.-P., Richard, M., Clark, C., et Wilson, B. 2020. [Éléments d'un cadre visant à soutenir les décisions liées à l'autorisation des relevés scientifiques avec des engins entrant en contact avec le fond dans des zones benthiques protégées ayant des objectifs de conservation définis](#). *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech.* 2020/011. ix + 109 p.
- Bicknell, A.W.J., Godley, B.J., Sheehan, E.V., Votier, S.C., and Witt, M.J. 2016. [Camera technology for monitoring marine biodiversity and human impact](#). *Front. Ecol. Environ.* 14(8): 424–432.
- Buhl-Mortensen, L., and Mortensen, P.B. 2004. Symbiosis in Deep-Water Corals. *Symbiosis.* 37: 33–61.
- Buhl-Mortensen, P., Klungsøyr, J., Meier, S., Purser, A., Tenningen, E., and Thomsen L. 2010. Environmental Monitoring Report: Morvin 2009-2010. Institute of Marine Research. 125 p.
- Chimienti, G., Angeletti, L., Rizzo, L., Tursi, A., and Mastrototaro, F. 2018a. ROV vs trawling approaches in the study of benthic communities: The case of *Pennatula rubra* (Cnidaria: Pennatulacea). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 98: 1859–1869.
- Chimienti, G., Angeletti, L., and Mastrototaro, F. 2018b. [Withdrawal behaviour of the red sea pen *Pennatula rubra* \(Cnidaria: Pennatulacea\)](#). *Eur. Zool. J.* 85(1): 64–70.
- Clark, M.R., Althaus, F., Schlacher, T.A., Williams, A., Bowden, D.A., and Rowden, A.A. 2016. [The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review](#). *ICES J. Mar. Sci.* 73(Supp. 1): i51–i69.
- Clark, M.R., Bowden, D.A., Rowden, A.A., and Stewart, R. 2019. [Little Evidence of Benthic Community Resilience to Bottom Trawling on Seamounts After 15 Years](#). *Front. Mar. Sci.* 6(63): 16 p.
-

-
- Cryer, M. 2015. Center for Independent Experts (CIE) Individual Peer Review Report on a Review of Sea Scallop Survey Methodologies and their Integration for Stock Assessment and Fishery Management (17–19 March 2015, New Bedford, Massachusetts, USA). 43 p.
- Cyr, F., Colbourne, E., Galbraith, P.S., Gibb, O., Snook, S., Bishop, C., Chen, N., Han, G., et D. Sencill. 2020. [Conditions océanographiques physiques sur le plateau continental de Terre-Neuve et Labrador en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/018 iv + 50 p.
- Dayton, P.K., Kim, S., Jarrell, S.C., Oliver, J.S., Hammerstrom, K., Fisher, J.L., O'Connor, K., Barber, J.S., Robilliard, G., Barry, J., Thurber, A.R., and Conlan, K. 2013. [Recruitment, Growth and Mortality of an Antarctic Hexactinellid Sponge, *Anoxycalyx joubini*](#). PloS ONE 8(2): e56939.
- De Clippele, L. H., Buhl-Mortensen, P., and Buhl-Mortensen, L. 2015. [Fauna associated with cold water gorgonians and sea pens](#). Cont. Shelf Res. 105: 67–78.
- DFO. 2015. [Proceedings of the Regional Peer Review on Monitoring Indicators, Protocols and Strategies for the Proposed Laurentian Channel Marine Protected Area \(MPA\); June 24-26, 2014](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2014/032.
- Dinn, C., and Leys, S. 2018. [Field Guide to Sponges of the Eastern Canadian Arctic](#). Dept. of Biological Sciences. University of Alberta. Edmonton, AB. 102 p.
- Dinn, C., Zhang, X., Edinger, E., and Leys, S.P. 2020. [Sponge communities in the eastern Canadian Arctic: species richness, diversity and density determined using targeted benthic sampling and underwater video analysis](#). Polar Biol. 43: 1287–1305.
- Doherty, B., Johnson, S.D.N., and Cox, S.P. 2018. [Using autonomous video to estimate the bottom-contact area of longline trap gear and presence-absence of sensitive benthic habitat](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 75(5): 797–812.
- Durán-Muñoz, P., Sacau, M., García-Alegre, A., and Román, E. 2020. [Cold-water corals and deep-sea sponges by-catch mitigation: Dealing with groundfish survey data in the management of the northwest Atlantic Ocean high seas fisheries](#). Mar. Policy. 116: 103712.
- Edinger, E., Baker, K., Devillers, R., and Wareham, V. 2007. Coldwater Corals off Newfoundland and Labrador: Distribution and Fisheries Impacts. World Wildlife Fund (WWF) report. 41 p.
- Edinger, E.N., Sherwood, O.A., Piper, D.J., Wareham, V.E., Baker, K.D., Gilkinson, K.D., and Scott, D.B. 2011. [Geological features supporting deep-sea coral habitat in Atlantic Canada](#). Cont. Shelf Res. 31(2): S69–S84.
- Edinger, E., Neves, B.M., Belanger, D., Wareham-Hayes, V., Sherwood, O., and Campbell, C. 2017. Arctic bamboo coral forests as millennium-scale ecosystem engineers. Oral presentation. Arctic Change 2017. Québec. P 121.
- Eno, N.C., MacDonald, D.S., Kinnear, J.A.M., Amos, S.C., Chapman, C.J., Clark, R.A., Bunker, F.S.P.D., and Munro, C. 2001. [Effects of crustacean traps on benthic fauna](#). ICES J. Mar. Sci. 58(1): 11–20.
- Evans, G.T., Parsons, D.G., Veitch, P.J., and Orr, D.C. 2000. [A Local-influence Method of Estimating Biomass from Trawl Surveys, with Monte Carlo Confidence Intervals](#). J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27: 133–138.
- Everett, M.V., and Park, L.K. 2018. [Exploring deep-water coral communities using environmental DNA](#). Deep Sea Res. Part II: Top. Stud. Oceanogr. 150: 229–241.
-

-
- FAO. 2009. International Guidelines for the Management of Deep-Sea Fisheries in the High Seas. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 73 p.
- FAO. 2016. Vulnerable Marine Ecosystems: Processes and Practices in the High Seas. Thompson, A.B., Sanders, J., Tandstad, M., Carocci, F., and Fuller, J.L. Eds. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. No. 595. 200 p.
- Fosså, J., Mortensen, P., and Furevik, D. 2002. [The deep-water corals *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impacts](#). Hydrobiologia. 471: 1–12.
- Fraser, H.M., Greenstreet, S.P.R., and Piet, G.J. 2007. [Taking account of catchability in groundfish survey trawls: implications for estimating demersal fish biomass](#). ICES J. Mar. Sci. 64(9): 1800–1819.
- Freiwald, A., Fosså, J.H., Grehan, A., Koslow, T., and Roberts, J.M. 2004. Cold Water Coral Reefs: Out of Sight, No longer out of Mind. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.
- Fuller, S.D., Murillo, F.J., Wareham, V., and Kenchington, E. 2008. Vulnerable Marine Ecosystems Dominated by Deep-Water Corals and Sponges in the NAFO Convention Area. NAFO SCR Doc. 08/22. Serial No. N5524. 24 p.
- GEBCO Compilation Group. 2019. GEBCO 2019 Grid.
- Gilkinson, K., Dawe, E., Forward, B., Hickey, B., Kulka, D., and Walsh, S. 2006. [A Review of Newfoundland and Labrador Region Research on the Effects of Mobile Fishing Gear on Benthic Habitat and Communities](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/055. iii + 26 p.
- Golikov, A.V., Ceia, F.R., Sabirov, R.M., Belyaev, A.N., Blicher, M.E., Arboe, N.H., Zakharov, D.V., and Xavier, J.C. 2019. [Food spectrum and trophic position of an Arctic cephalopod, *Rossia palpebrosa* \(Sepiolida\), inferred by stomach contents and stable isotope \(\$\delta^{13}\text{C}\$ and \$\delta^{15}\text{N}\$ \) analyses](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 632: 131–144.
- Grant, N., Matveev, E., Kahn, A.S., and Leys, S.P. 2018. [Suspended sediment causes feeding current arrests *in situ* in the glass sponge *Aphrocallistes vastus*](#). Mar. Environ. Res. 137: 111–120.
- Guijarro, J., Beazley, L., Lirette, C., Kenchington, E., Wareham, V., Gilkinson, K., Koen-Alonso, M., and Murillo, F.J. 2016. Species Distribution Modelling of Corals and Sponges from Research Vessel Survey Data in the Newfoundland and Labrador Region for Use in the Identification of Significant Benthic Areas. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3171: vi + 126 p.
- Gullage, L., Devillers, R., and Edinger, E. 2017. [Predictive distribution modelling of cold-water corals in the Newfoundland and Labrador region](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 582: 57–77.
- Hall-Spencer, J., Allain, V., and Fosså, J.H. 2002. [Trawling Damage to Northeast Atlantic Ancient Coral Reefs](#). Proc: Biol. Sci. 269(1490): 507–511.
- Hamel, J.-F., Wareham-Hayes, V.E., and Mercier, A. 2020. [Reproduction of a bathyal pennatulacean coral in the Canadian Arctic](#). Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap. 162: 103321.
- Hawkes, N., Korabik, M., Beazley, L., Rapp, H.T., Xavier, J.R., and Kenchington, E. 2019. [Glass sponge grounds on the Scotian Shelf and their associated biodiversity](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 614: 91–109.

-
- He, P. 2007. [Technical Measures to Reduce Seabed Impact of Mobile Fishing Gears](#). In: S.J. Kennelly (Ed.). *By-catch Reduction in the World's Fisheries. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*, vol 7. Springer, Dordrecht. 141–179.
- He, P. 2015. Systematic Research to Reduce Unintentional Fishing-Related Mortality: Example of the Gulf of Maine Northern Shrimp Trawl Fishery. In: G.H. Kruse, H.C. An, J. DiCosimo, C.A. Eischens, G.S. Gislason, D.N. McBride, C.S. Rose, and C.E. Siddon (Eds.). *Fisheries Bycatch: Global Issues and Creative Solutions*. Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks. 113–130.
- Henry, L.A. 2001. [Hydroids associated with deep-sea corals in the boreal north-west Atlantic](#). *J. Mar. Biol.* 81(1): 163–164.
- Hintzen, N.T., Piet, G.J., and Brunel, T. 2010. [Improved estimation of trawling tracks using cubic Hermite spline interpolation of position registration data](#). *Fish. Res.* 101(1–2): 108–115.
- Hurlbut, T., and Clay, D. 1990. [An Investigation of White Hake \(*Urophycis tenuis*\) Population Structure in the Southern Gulf of St. Lawrence NAFO Division 4T Using Morphometric and Meristic Characters](#). CAFSAC Res. Doc. 90/68. 58 p.
- Huvenne, V.A.I., Bett, B.J., Masson, D.G., Le Bas, T.P., and Wheeler, A.J. 2016. [Effectiveness of a deep-sea cold-water coral Marine Protected Area, following eight years of fisheries closure](#). *Biol. Conserv.* 200: 60–69.
- Jones, J.B. 1992. [Environmental impact of trawling on the seabed: A review](#). *N.Z. J. Mar. Freshwat. Res.* 26(1): 59–67.
- Jørgensen, L.L., Planque, B., Thangstad, T.H., and Certain, G. 2016. [Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea](#). *ICES J. Mar. Sci.* 73(Supp.1): i84–i97.
- Juniper, S.K., Thornborough, K., Douglas, K., and Hillier, J. 2019. [Remote monitoring of a deep-sea marine protected area: The Endeavour Hydrothermal Vents](#). *Aquat. Conserv.* 29(S2): 84–102.
- Kahn, A.S., Vehring, L.J., Brown, R.R., and Leys, S.P. 2016. [Dynamic change, recruitment and resilience in reef-forming glass sponges](#). *J. Mar. Biolog. Assoc. U.K.* 96(2): 429–436.
- Kellogg, C.A., Ross, S.W., and Brooke, S.D. 2016. [Bacterial community diversity of the deep-sea octocoral *Paramuricea placomus*](#). *PeerJ.* 4:e2529.
- Kenchington, E., Murillo, F.J., Cogswell, A., and Lirette, C. 2011. Development of Encounter Protocols and Assessment of Significant Adverse Impact by Bottom Trawling for Sponge Grounds and Sea Pen Fields in the NAFO Regulatory Area. NAFO SCR Doc. 11/75. Serial No. N6005. 53 p.
- Kenchington, E., Siferd, T., and Lirette, C. 2012. [Arctic Marine Biodiversity: Indicators for Monitoring Coral and Sponge Megafauna in the Eastern Arctic](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/003: v + 37p.
- Kenchington, E., Power, D., and Koen-Alonso, M. 2013. [Associations of demersal fish with sponge grounds on the continental slopes of the northwest Atlantic](#). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 477: 217–230.
- Kenchington, E., Murillo, F.J., Lirette, C., Sacau, M., Koen-Alonso, M., Kenny, A., Ollerhead, N., Wareham, V., and Beazley, L. 2014. [Kernel Density Surface Modelling as a Means to Identify Significant Concentrations of Vulnerable Marine Ecosystem Indicators](#). *PLoS ONE.* 9(10): e109365.
-

-
- Kenchington, E., Beazley, L., Lirette, C., Murillo, F.J., Guijarro, J., Wareham, V., Gilkinson, K., Koen-Alonso, M., Benoît, H., Bourdages, H., Sainte-Marie, B., Treble, M., and Siferd, T. 2016a. [Delineation of Coral and Sponge Significant Benthic Areas in Eastern Canada Using Kernel Density Analyses and Species Distribution Models](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/093. vi + 178 p.
- Kenchington, E., Lirette, C., Murillo, F.J., Beazley, L., Guijarro, J., Wareham, V., Gilkinson, K., Koen Alonso, M., Benoît, H., Bourdages, H., Sainte-Marie, B., Treble, M., and Siferd, T. 2016b. [Kernel Density Analyses of Coral and Sponge Catches from Research Vessel Survey Data for Use in Identification of Significant Benthic Areas](#). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3167: viii + 207p.
- Kennedy, J., Flemer, B., Jackson, S.A., Morrissey, J.P., O’Gara, F., and Dobson, A.D.W. 2014. [Evidence of a Putative Deep-Sea Specific Microbiome in Marine Sponges](#). PloS ONE. 9(3): e91092.
- Klitgaard, A.B. 1995. [The fauna associated with outer shelf and upper slope sponges \(*Porifera, Demospongiae*\) at the Faroe Islands, northeastern Atlantic](#). Sarsia. 80(1): 1–22.
- Koen-Alonso, M., Favaro, C., Ollerhead, N., Benoît, H., Bourdages, H., Sainte-Marie, B., Treble, M., Hedges, K., Kenchington, E., Lirette, C., King, M., Coffen-Smout, S. and Murillo, J. 2018. [Analysis of the overlap between fishing effort and Significant Benthic Areas in Canada’s Atlantic and Eastern Arctic marine waters](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/015. xvii + 270 p.
- Kulka, D.W., and Pitcher, D.A. 2002. Spatial and Temporal Patterns in Trawling Activity in the Canadian Atlantic and Pacific. ICES CM 2001/R:02. 55 p.
- Lacharité, M., and Metaxas, A. 2017. [Hard substrate in the deep ocean: How sediment features influence epibenthic megafauna on the eastern Canadian margin](#). Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap. 126: 50–61.
- Langton, R.W., Langton, E.W., Theroux, R.B. and Uzmann, J.R. 1990. [Distribution, behavior and abundance of sea pens, *Pennatula aculeata*, in the Gulf of Maine](#). Mar. Biol. 107: 463–469.
- Larsson, A.I., and Purser, A. 2011. [Sedimentation on the cold-water coral *Lophelia pertusa*: Cleaning efficiency from natural sediments and drill cuttings](#). Mar. Pollut. Bull. 62(6): 1159–1168.
- Løkkeborg, S. 2005. Impacts of trawling and scallop dredging on benthic habitats and communities. FAO Fisheries Tech. Paper. No. 472. Rome, FAO. 58 p.
- Long, S., Sparrow-Scinocca, B., Blicher, M.E., Hammeken Arboe, N., Fuhrmann, M., Kemp, K. M., Nygaard, R., Zinglensen, K., and Yesson, C. 2020. [Identification of a Soft Coral Garden Candidate Vulnerable Marine Ecosystem \(VME\) Using Video Imagery. Davis Strait, West Greenland](#). Front. Mar. Sci. 7: 460 p.
- Maldonado, M., Aguilar, R., Bannister, R.J., Bell, J.J., Conway, K.W., Dayton, P.K., Diaz, C., Gutt, J., Kelly, M., Kenchington E.L.R., Leys, S.P., Pomponi, S.A., Rapp, H.T., Rützler, K., Tendal, O.S., Vacelet, J. Young, C.M. 2017. [Sponge Grounds as Key Marine Habitats: A Synthetic Review of Types, Structure, Functional Roles, and Conservation Concerns](#). In: Rossi, S., Bramanti, L., Gori, A., and Orejas, C. (Eds.) Marine Animal Forests. Springer International Publishing, Switzerland. Pp. 1–39.

-
- Malecha, P.W. and Stone, R.P. 2009. [Response of the sea whip *Halipteris willemoesi* to simulated trawl disturbance and its vulnerability to subsequent predation](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 388: 197–206.
- McCallum, B.R., and Walsh, S.J. 1996. Groundfish Survey Trawls Used at the Northwest Atlantic Fisheries Centre, 1971 to Present. NAFO Sci. Coun. Studies. 29: 93–104.
- Martinelli, M., Morello, E.B., Isajlović, I., Belardinelli, A., Lucchetti, A., Santojanni, A., Atkinson, R.J.A., Vrgoc, N., and Arneri, E. 2013. Towed underwater television towards the quantification of Norway lobster, squat lobsters and sea pens in the Adriatic Sea. Acta Adriat. 54(1): 3–12.
- Mercer, M.C. 1968. Systematics and biology of the sepiolid squids of the genus *Rossia* Owen, 1835 in Canadian waters with a preliminary review of the genus. MSc. Thesis, Memorial University of Newfoundland. St. John's, NL.
- Miles, L.L., and Edinger, E. 2016. Epibenthic Megafauna of the Laurentian Channel. Identified from drop camera and drop video Transects from the Hudson 2015 011 Mission. Unpublished Report to Fisheries and Oceans Canada.
- Moore, J.A., Auster, P.J., Calini, D., Heinonen, K., Barber, K., and Hecker, B. 2008. [False Boarfish *Neocyttus helgae* in the Western North Atlantic](#). Bull. Peabody Muse. Nat. Hist. 49(1): 31–41.
- Mortensen, P.B., and Buhl-Mortensen, L. 2004. [Distribution of deep-water gorgonian corals in relation to benthic habitat features in the Northeast Channel \(Atlantic Canada\)](#). Mar. Biol. 144: 1223–1238.
- Mortensen, P.B., and Buhl-Mortensen, L. 2005. [Morphology and growth of the deep-water gorgonians *Primnoa resedaeformis* and *Paragorgia arborea*](#). Mar. Biol. 147: 775–788.
- MPO. 2016. [Évaluation des stocks de sébastes \(*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*\) des unités 1 et 2 en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/047.
- MPO. 2018. [Cadre visant à soutenir les décisions liées à l'autorisation des relevés scientifiques avec des engins scientifiques entrant en contact avec le fond dans des zones benthiques protégées ayant des objectifs de conservation définis](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2018/043.
- MPO. 2019a. [Évaluation de la crevette nordique \(*Pandalus borealis*\) dans les zones de pêche à la crevette 4 à 6 et de la crevette ésope \(*Pandalus montaqui*\) dans la zone de pêche à la crevette 4 en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/027.
- MPO. 2019b. [Évaluation du crabe des neiges de Terre-Neuve-et-Labrador \(Divisions 2HJ3KLNOP4R\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2019/041.
- MPO. 2019c. [Évaluation du stock de morue du nord \(divisions 2J3KL de l'OPANO\) en 2019](#). secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/050.
- MPO. 2020a. [Évaluation à l'appui des décisions liées à l'autorisation des relevés scientifiques à l'aide d'engins entrant en contact avec le fond dans les aires protégées de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/013.
- MPO. 2020b. [Mise à jour de l'état du stock de flétan \(*Hippoglossus hippoglossus*\) de la plateforme Néo-Écossais et du sud des grands bancs dans les divisions 3NOPs4VWX5Zc de l'OPANO](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/017.
-

-
- Mullowney, D., Baker, K., Coffey, W., Pedersen, E., Colbourne, E., Koen-Alonso, M. et N. Wells. 2019. [Évaluation du stock de crabes des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) de Terre-Neuve-et-Labrador en 2017](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/003. viii + 181 p.
- Murillo, F.J., MacDonald, B.W., Kenchington, E., Campana, S.E., Sainte-Marie, B., and Sacau, M. 2018. [Morphometry and growth of sea pen species from dense habitats in the Gulf of St. Lawrence, eastern Canada](#). Mar. Biol. Res. 14(4): 366–382.
- NAFO. 2007. Report of the Fisheries Commission. 29th Annual Meeting, 24–28 September 2007. Lisbon, Portugal. NAFO/FC Doc. 07/24. Serial No. N5479. 89 p.
- NAFO. 2008. Report of the NAFO SC Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management (WGEAFM). Response to Fisheries Commission Request 9.a. NAFO SCS Doc. 08/24. Serial No. N5592. 19 p.
- NAFO. 2009. Report of the Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management (WGEAFM). NAFO SCS Doc. 09/6. Serial No. N5627. 26 p.
- NAFO. 2010. Report of the 3rd Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management (WGEAFM). NAFO SCS Doc. 10/24. Serial No. N5868. 75 p.
- NAFO. 2011. Report of the 4th Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Approach to Fisheries Management (WGEAFM). NAFO SCS Doc. 11/22. Serial No. N6006. 126 p.
- NAFO. 2013. Report of the 6th Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WGESA) [Formerly WGEAFM]. NAFO SCS Doc. 13/24. Serial No. N6277. 209 p.
- NAFO. 2014. Report of the 7th Meeting of the NAFO Scientific Council (SC) Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WGESA) [Formerly SC WGEAFM]. NAFO SCS Doc. 14/023. Serial No. N6410. 126 p.
- NAFO. 2015. Report of the 8th Meeting of the NAFO Scientific Council (SC) Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WGESA) [Formerly SC WGEAFM]. NAFO SCS Doc. 15/19. Serial No. N6549. 176 p.
- NAFO. 2016. Report of the 9th Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WG-ESA). NAFO SCS Doc. 16/21. Serial No. N6655. 105 p.
- NAFO. 2017. Report of the 10th Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WG-ESA). NAFO SCS Doc. 17/21. Serial No. N6774. 166 p.
- NAFO. 2018. Report of the 11th Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WG-ESA). NAFO SCS Doc. 18/23. Serial No. N6900. 112 p.
- NAFO. 2019. Report of the 12th Meeting of the NAFO Scientific Council Working Group on Ecosystem Science and Assessment (WG-ESA). NAFO SCS Doc. 19/25. Serial No. N7027. 135 p.
- Neves, B.M., Edinger, E., Hillaire-Marcel, C., Saucier, E.H., France, S.C., Treble, M.A. and Wareham, V.E. 2015a. [Deep-water bamboo coral forests in a muddy Arctic environment](#). Mar. Biodivers. 45: 867–871.

-
- Neves, B.d.M., Edinger, E., Layne, G.D., and Wareham, V.E. 2015b. [Decadal longevity and slow growth rates in the deep-water sea pen *Halimeter finmarchica* \(Sars, 1851\) \(Octocorallia: Pennatulacea\): implications for vulnerability and recovery from anthropogenic disturbance](#). *Hydrobiologia*. 759: 147–170.
- Neves, B.M., Edinger, E., Wareham Hayes, V., Devine, B., Wheeland, L.J., and Layne, G.D. 2018. [Size metrics, longevity, and growth rates in *Umbellula encrinus* \(Cnidaria: Pennatulacea\) from the eastern Canadian Arctic](#). *Arctic Sci*. 4(4): 722–749.
- Neves, B.M., Wareham Hayes, V., Herder, E., Hedges, K., Grant, C., and Archambault, P. 2020. [Cold-Water Soft Corals \(Cnidaria: Nephtheidae\) as Habitat for Juvenile Basket Stars \(Echinodermata: Gorgonocephalidae\)](#). *Front. Mar. Sci*. 7: 547896.
- Orr, D.C., Veitch, P.J., and Sullivan, D.J. 2004. OGIVE MAPping (ogmap) as an Alternative Means of Estimating Indices and Setting TACs. NAFO SCR Doc. 04/80. Serial No. N5050. 20 p.
- Paradis, S., Puig, P., Masqué, P., Juan-Díaz, X., Martín, J., and Palanques, A. 2017. [Bottom-trawling along submarine canyons impacts deep sedimentary regimes](#). *Sci. Rep*. 7: 43332.
- Pepin, P., Higdon, J., Koen-Alonso, M., Fogarty, M., and Ollerhead, N. 2014. Application of ecoregion analysis to the identification of Ecosystem Production Units (EPU) in the NAFO Convention Area. NAFO SCR Doc. 14/069. Serial No. N6412. 13 p.
- Pirtle, J.L., Weber, T.C., Wilson, C.D., and Rooper, C.N. 2015. [Assessment of trawlable and untrawlable seafloor using multibeam-derived metrics](#). *Method. Oceanogr*. 12: 18–35.
- Porporato, E.M.D., Mangano, M.C., De Domenico, F., Giacobbe, S., and Spanò, N. 2014. [First observation of *Pteroeides spinosum* \(Anthozoa: Octocorallia\) fields in a Sicilian coastal zone \(Central Mediterranean Sea\)](#). *Mar. Biodiv*. 44: 589–592.
- Probert, P.K., McKnight, D.G., and Grove, S.L. 1997. [Benthic invertebrate by-catch from a deep-water trawl fishery, Chatham Rise, New Zealand](#). *Aquat. Conserv*. 7(1): 27–40.
- Puig, P., Canals, M., Company, J.B., Martín, J., Amblas, D., Lastras, G., Palanques, A., and Calafat, A.M. 2012. [Ploughing the deep sea floor](#). *Nature*. 489: 286–289.
- Ragnarsson, S.Á., Burgos, J.M., Kutti, T., van der Beld, I., Egilsdóttir, H., Arnaud-Haond, S., and Grehan, A. 2016. [The Impact of Anthropogenic Activity on Cold-Water Corals](#). In: Rossi, S., Bramanit, L., Gori, A., and Orejas, C. (Eds.) *Marine Animal Forests*. Springer International Publishing. Pp. 989–1023.
- Rees, H.C., Maddison, B.C., Middleditch, D.J., Patmore, J.R.M., and Gough, K.C. 2014. [REVIEW: The detection of aquatic animal species using environmental DNA – a review of eDNA as a survey tool in ecology](#). *J. Appl. Ecol*. 51(5): 1450–1459.
- Ribeiro, S.M., Omena, E.P., and Muricy, G. 2003. [Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* \(Porifera, Demospongiae\) in Rio de Janeiro State, SE Brazil](#). *Estuar. Coast. Shelf Sci*. 57(5–6): 951–959.
- Rideout, R.M., and Ings, D.W. 2020. Temporal And Spatial Coverage Of Canadian (Newfoundland And Labrador Region) Spring And Autumn Multi-Species RV Bottom Trawl Surveys, With An Emphasis On Surveys Conducted In 2019. NAFO SCR Doc. 20/002 Serial No. N7041. 50 p.

-
- Roberts, J.M., Peppe, O.C., Dodds, L.A., Mercer, D.J., Thomson, W.T., Gage, J.D., and Meldrum, D.T. 2005. [Monitoring environmental variability around cold-water coral reefs: the use of a benthic photolander and the potential of seafloor observatories](#). In: Freiwald, A., and Roberts, J.M. (Eds.) Cold-Water Corals and Ecosystems. Erlangen Earth Conference Series. Springer. Pp. 483–502.
- Roberts, J., Wheeler, A., Freiwald, A., and Cairns, S. 2009. [Cold-Water Corals: The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats](#). Cambridge University Press. New York, USA.
- Ruppert, K.M., Kline, R.J., and Rahman, M.S. 2019. [Past, present, and future perspectives of environmental DNA \(eDNA\) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA](#). Glob. Ecol. Conserv. 17: e00547.
- Salvo, F., Hamoutene, D., Wareham Hayes, V.E., Edinger, E.N., and Parrish, C.C. 2018. [Investigation of trophic ecology in Newfoundland cold-water deep-sea corals using lipid class and fatty acid analyses](#). Coral Reefs. 37: 157–171.
- Sciberras, M., Hiddink, J.G., Jennings, S., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Kneafsey, B., Clarke, L.J., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C.R., Amoroso, R.O. Parma, A.M., Suuronen, P. Kaiser, M.J. 2018. [Response of benthic fauna to experimental bottom fishing: A global meta-analysis](#). Fish. Fish. 19(4): 698–715.
- Saucier, E.H. 2016. Phylogenetic studies of the deep-sea bamboo corals (Octocorallia: Isididae: Keratoisidinae). Doctor of Philosophy Dissertation, Graduate Faculty of the University of Louisiana at Lafayette. ProQuest Number: 10163340.
- Sheehan, E.V., Stevens, T.F., and Attrill, M.J. 2010. [A Quantitative, Non-Destructive Methodology for Habitat Characterisation and Benthic Monitoring at Offshore Renewable Energy Developments](#). PloS ONE. 5(12): e14461.
- Sheehan, E.V., Vaz, S., Pettifer, E., Foster, N.L., Nancollas, S.J., Cousens, S., Holmes, L., Facq, J.-V., Germain, G., and Attrill, M.J. 2016. [An experimental comparison of three towed underwater video systems using species metrics, benthic impact and performance](#). Methods Ecol. Evol. 7(7): 843–852.
- Sherwood, O.A., and Edinger, E.N. 2009. [Ages and growth rates of some deep-sea gorgonian and antipatharian corals of Newfoundland and Labrador](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 66(1): 142–152.
- Sherwood, O.A., Scott, D.B., Risk, M.J., and Guilderson, T.P. 2005. [Radiocarbon evidence for annual growth rings in the deep-sea octocoral *Primnoa resedaeformis*](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 301:129–134.
- Sherwood, O.A., Jamieson, R.E., Edinger, E.N., and Wareham, V.E. 2007. [Stable C and N isotopic composition of cold-water corals from the Newfoundland and Labrador continental slope: Examination of trophic, depth and spatial effects](#). Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap. 55(10): 1392–1402.
- Siferd, T.D. 2015. [2015 Assessment of Northern Shrimp \(*Pandalus borealis*\) and Striped Shrimp \(*Pandalus montagui*\) in the Eastern and Western Assessment Zones \(SFAs Nunavut, Nunavik and Davis Strait\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/010. v + 70 p.
- Somerton, D.A., Otto, R.S., and Syrjala, S.E. 2002. [Can changes in tow duration on bottom trawl surveys lead to changes in CPUE and mean size?](#) Fish. Res. 55(1–3): 63–70.
- Stat, M., John, J., DiBattista, J.D., Newman, S.J., Bunce, M., and Harvey, E.S. 2019. [Combined use of eDNA metabarcoding and video surveillance for the assessment of fish biodiversity](#). Conserv. Biol. 33(1): 196–205.
-

-
- Stone, R.P. 2006. [Coral habitat in the Aleutian Islands of Alaska: depth distribution, fine-scale species associations, and fisheries interactions.](#) Coral Reefs. 25: 229–238.
- Sun, Z., Hamel, J.F., Edinger, E., and Mercier, A. 2009. [Reproduction biology of the deep-sea octocoral *Drifa glomerata* in the Northwest Atlantic.](#) Mar. Biol. 157: 863–873.
- Sun, Z., Hamel, J.-F., and Mercier, A. 2010. [Planulation periodicity, settlement preferences and growth of two deep-sea octocorals from the northwest Atlantic.](#) Mar. Ecol. Prog. Ser. 410: 71–87.
- Sward, D., Monk, J., and Barrett, N. 2019. [A systematic Review of Remotely Operated Vehicle Surveys for Visually Assessing Fish Assemblages.](#) Front. Mar. Sci. 6: 134.
- Tracey, D.M., and Hjørvarsdóttir, F. (Eds.) 2019. The State of Knowledge of Deep-Sea Corals in the New Zealand Region. NIWA Sci. Tech. Series No. 84. 140 p.
- Trannum, H.C., Nilsson, H.C., Schaanning, M.T., and Øxnevad, S. 2010. [Effects of sedimentation from water-based drill cuttings and natural sediment on benthic macrofaunal community structure and ecosystem processes.](#) J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 383(2): 111–121.
- Van Soest, R.W.M., and Lavaleye, M.S.S. 2005. [Diversity and abundance of sponges in bathyal coral reefs of Rockall Bank, NE Atlantic, from boxcore samples.](#) Mar. Biol. Res. 1(5): 338–349.
- Verhoeven, J.T.P., and Dufour, S.C. 2018. [Microbiomes of the Arctic carnivorous sponges *Chondrocladia grandis* and *Cladorhiza oxeata* suggest a specific, but differential involvement of bacterial associates.](#) Arctic Sci. 4(2): 186–204.
- Verhoeven, J.T.P., Kavanagh, A.N., and Dufour, S.C. 2016. [Microbiome analysis shows enrichment for specific bacteria in separate anatomical regions of the deep-sea carnivorous sponge *Chondrocladia grandis*.](#) FEMS Microbiol. Ecol. 93(1): fiw214.
- Walsh, S.J., Hickey, W.H., Porter, J., Delouche, H., and McCallum, B.R. 2009. NAFC Survey Trawl Operations Manual: Version 1.0. Fisheries and Oceans, Northwest Atlantic Fisheries Centre, Newfoundland Region, St. John's.
- Walsh, S.J., Kelly, D., Delouche, H., Petten, L., Power, D., and O'Connor, M. 2016. GEAC redfish survey trawl operations manual for the Campelen 1800 shrimp trawl: Version 2.0. Groundfish Enterprise Allocation Council, Ottawa Ontario, Canada.
- Wareham, V.E. 2009. Updates on deep-sea coral distributions in the Newfoundland Labrador and Arctic Regions, Northwest Atlantic. Pp. 4–22. In: Gilkinson, K., and Edinger, E. (Eds.) [The ecology of deep-sea corals of Newfoundland and Labrador waters: biogeography, life history, biogeochemistry, and relation to fishes.](#) Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2830: vi + 136 p.
- Wareham, V.E., and Edinger, E.N. 2007. Distributions of deep-sea corals in the Newfoundland and Labrador region, Northwest Atlantic Ocean. In: George, R.Y., and Cairns, S.D. (Eds). Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems.. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami. Miami, Florida. Pp. 289–313.
- Wareham-Hayes, V.E., Fuller, S., Shea, E., Tucker, K., and Baker, K. 2017. Egg deposition by *Rossia palpebrosa* (Cephalopoda: Rossiinae) in deep-sea sponges, in temperate Northwest Atlantic and fringes of polar Canadian Arctic. Poster, 10th World Sponge Conference, Galway, Ireland. June 25–30, 2017.

-
- Warren, W.G. 1996. Report on the Comparative Fishing Trial Between the *Gadus Atlantica* and *Teleost*. NAFO SCR Doc. 96/28. Serial No. N2701. 16 p.
- Watanabe, S., Metaxas, A., Sameoto, J., and Lawton, P. 2009. [Patterns in abundance and size of two deep-water gorgonian octocorals, in relation to depth and substrate features off Nova Scotia](#). Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap. 56(12): 2235–2248.
- Watling, L., and Norse, E.A. 1998. [Special Section: Effects of Mobile Fishing Gear on Marine Benthos](#). Conserv. Biol. 12(6): 1178–1179.
- Wells, N.J., Stenson, G.B., Pepin, P., and Koen-Alonso, M. 2017. [Identification and Descriptions of Ecologically and Biologically Significant Areas in the Newfoundland and Labrador Shelves Bioregion](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/013. v + 87 p.
- Wells, N., K. Tucker, K. Allard, M. Warren, S. Olson, L. Gullage, C. Pretty, V. Sutton-Pande et K. Clarke. 2019. [Réévaluation de la zone de la baie Placentia et des Grands Bancs de la biorégion des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador pour déterminer et décrire les zones d'importance écologique et biologique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/049. ix + 168 p
- Williams, G.C. 1995. [Living genera of sea pens \(Coelenterata: Octocorallia: Pennatulacea\): illustrated key and synopses](#). Zool. J. Linn. Soc. 113(2): 93–140.
- Williams, A., Althaus, F., and Schlacher, T.A., 2015. [Towed camera imagery and benthic sled catches provide different views of seamount benthic diversity](#). Limnol. Oceanogr. Methods. 13(2): 62–73.
- Wilson, M.T., Andrews, A.H., Brown, A.L., and Cordes, E.E. 2002. [Axial rod growth and age estimation of the sea pen, *Halipteris willemoesi* Kölliker](#). Hydrobiologia. 471:133–142.
- Wynn, R.B., Huvenne, V.A.I., Le Bas, T.P., Murton, B.J., Connelly, D.P., Bett, B.J., Ruhl, H.A., Morris, K.J., Peakall, J., Parsons, D.R., Summer, E.J., Darby, S.E., Dorrell, R.M., and Hunt, J.E. 2014. [Autonomous Underwater Vehicles \(AUVs\): Their past, present and future contributions to the advancement of marine geoscience](#). Mar. Geol. 352: 451–468.
- Yoklavich, M., Reynolds, J., and Rosen, D. 2015. [A comparative assessment of underwater visual survey tools : results of a workshop and user questionnaire](#). Southw. Fish. Sci. Center (US). NOAA-TM-NMFS-SWFSC. 547.
- Yesson, C., Bedford, F., Rogers, A.D., and Taylor, M.L. 2017. [The global distribution of deep-water Antipatharian habitat](#). Deep Sea Res. Part II: Top. Stud. Oceanogr. 145: 79–86.

8. TABLEAUX

Tableau 1. Détails concernant les aires protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador

Aire protégée	Administration	Taille approximative (km ²)	Type de fermeture	Espèce/groupe cible surveillé	Scénario
Chenal Laurentien	Canada	11 580	ZPM	Pennatules**, raie à queue de velours, aiguillat noir, loup à tête large, requin-taube commun***, tortue luth***	B : Fermeture pour la conservation des ux pennatules
Ensellement Hopedale	Canada	15 411	Refuge marin	Grandes et petites gorgones**, éponges**, loup à tête large et loup tacheté, grenadier de roche, crevette nordique, crabe des neiges	A : Fermeture pour la conservation des éponges/gorgones
Talus nord-est de Terre-Neuve	Canada	55 353	Refuge marin	Grandes et petites gorgones**, éponges**, pennatules*, loup à tête large et loup atlantique, flétan du Groenland	A : Fermeture pour la conservation des éponges/gorgones
Zone corallienne fermée 3O	OPANO	13 999*	OPANO	Grandes et petites gorgones**, pennatules**, morue franche	A : Fermeture pour la conservation des éponges/gorgones
Chenal Hawke	Canada	8 837	Refuge marin	Habitat benthique, morue franche, crevette nordique, loup à tête large	C : Habitat du poisson
Fosse de l'île Funk	Canada	7 274	Refuge marin	Habitat benthique, morue franche, crevette nordique, raie à queue de velours	C : Habitat du poisson
Queue du Grand Banc	OPANO	144	OPANO	Éponges	A : Fermeture pour la conservation éponges/gorgones
Passe Flamande/canyon oriental	OPANO	5 417	OPANO	Éponges, grandes gorgones	A : Fermeture pour la conservation éponges/gorgones
Éperon de Sackville	OPANO	988	OPANO	Éponges	A : Fermeture pour la conservation des éponges/gorgones

* Une partie de la zone corallienne fermée 3O (10 422 km²) est située dans la ZEE canadienne et a été désignée comme refuge marin en 2017.

** Espèces exclues de l'analyse de l'OgMap à la section 5.1.

*** Espèces qui ne sont généralement pas capturées dans le relevé par navire de recherche.

Tableau 2. Résumé des relevés actuels effectués à l'aide d'un engin entrant en contact avec le fond dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador

Relevé	Espèces cibles	Engin	Conception des relevés	Fréquence	Nombre moyen de calées par relevé	Superficie moyenne balayée par trait/calée (km ²)	Superficie moyenne balayée par relevé (km ²)
Relevé plurispécifique par navire de recherche du printemps	Espèces variées	Chalut de fond Campelen	Stratifié aléatoire	Annuel	479	0,074	35,446
Relevé plurispécifique par navire de recherche de l'automne	Espèces variées	Chalut de fond Campelen	Stratifié aléatoire	Annuel	691	0,074	51,134
Relevé du sébaste dans l'unité 2	Sébaste	Chalut de fond Campelen	Stratifié aléatoire	Biennal	110*	0,0667	7,337
Relevé au casier après saison du crabe	Crabe des neiges	Casiers à crabes	À stations fixes/aléatoires	Annuel	1 085 (8 986 casiers)	0,000479	0,519
Relevé du flétan à la palangre	Flétan de l'Atlantique	Palangre	Stratifié aléatoire	Annuel	146*	0,51	74,46

* Les calées ne relèvent pas toutes de la région de Terre-Neuve-et-Labrador.

Tableau 3. Proportion de calées des relevés par navire de recherche de la région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO (1995-2019) à l'intérieur des ZBI qui sont situées dans des aires protégées de compétence canadienne et à l'intérieur d'EMV se trouvant dans des fermetures d'EMV de l'OPANO dans la ZRO. Les valeurs qui ne sont pas applicables (s.o.) indiquent qu'aucune ZBI ni aucun EMV n'est identifié pour cette zone et ce taxon.

Aire protégée	Administration	Pennatules	Éponges	Grandes gorgones	Petites gorgones	Total de calées
Fermeture de la fosse de l'île Funk	Canada	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	174
Fermeture du chenal Hawke	Canada	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	263
Fermeture de l'ensellement Hopedale	Canada	0,32	49,37	40,19	0,32	316
ZPM du chenal Laurentien	Canada	61,08	s. o.	s.o.	s.o.	609
Fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve	Canada	73,74	28,68	9,87	6,33	537
Zone corallienne fermée 30 (complète) ¹	OPANO ¹	1,41	s. o.	s.o.	s.o.	142
Zone corallienne fermée 30 (fermeture partielle, ZEE) ²	OPANO ²	14,71	s. o.	28,68	50,74	136
Passé Flamande/canyon oriental	OPANO	1,46	80,29	67,88	s. o.	137
Éperon de Sackville	OPANO	s.o.	66,67*	s.o.	s.o.	3
Queue du Grand Banc	OPANO	s.o.	100*	s.o.	s.o.	1

¹ Analyses basées sur la fermeture complète de la zone corallienne 30;

² Analyses basées sur une partie seulement de la zone corallienne fermée 30 dans la ZEE canadienne

* Notez le très petit nombre total de calées.

Tableau 4. Superficie totale des parcours de l'engin entrant en contact avec le fond du relevé par navire de recherche et des pistes du SSN pour le chalut à panneaux de fond commercial (arrière) de 2005 à 2014 dans chacune des aires protégées. Le pourcentage de chaque aire protégée est également inclus aux fins de comparaison.

Aire protégée	Superficie des parcours des relevés par navire de recherche (km²)	Superficie des parcours des relevés du sébaste de l'unité 2 (km²)	Superficie des parcours de pêche du SSN (chalut à panneaux de fond [arrière]) (km²)
ZPM du chenal Laurentien	17,71 (0,153 %)	8,452 (0,073 %)	599,409 (5,164 %)
Zone corallienne fermée 3O	4,38 (0,031 %)	0 (0 %)	43,936 (0,312 %)
Fermeture de la passe Flamande/du canyon oriental	3,48 (0,064 %)	0 (0 %)	2,645 (0,048 %)
Fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve	15,39 (0,028 %)	0 (0 %)	711,942 (1,279 %)
Fermeture de la fosse de l'île Funk	4,99 (0,068 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Fermeture du chenal Hawke	6,63 (0,075 %)	0 (0 %)	4,270 (0,048 %)
Fermeture de l'ensellement Hopedale	9,80 (0,064 %)	0 (0 %)	18,823 (0,122 %)

Tableau 5. Proportion des aires protégées touchées et intervalles de récurrence pour chaque relevé. Les portions du printemps et de l'automne du relevé par navire de recherche ont été calculées séparément, puis combinées pour obtenir les valeurs globales du relevé annuel. « S.O. » signifie que le relevé ne chevauche pas l'aire protégée correspondante.

Aire protégée	Administration	Relevé par navire de recherche du printemps		Relevé par navire de recherche d'automne		Relevé par navire de recherche global		Relevé du sébaste dans l'unité 2		Relevé du crabe au casier		Relevé du flétan à la palangre	
		Prop. zone touchée (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence (années)	Prop. zone touchée (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence (années)	Prop. zone touchée (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence (années)	Prop. zone touchée (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence (années)	Prop. zone touchée (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence (années)	Prop. zone touchée (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence (années)
Fermeture de la fosse de l'île Funk	Canada	S. O.	S. O.	0,000074	13 461	0,000074	13 461	S. O.	S. O.	0,000002	590 047	S. O.	S. O.
Fermeture du chenal Hawke	Canada	S. O.	S. O.	0,000087	11 508	0,000087	11 508	S. O.	S. O.	0,000001	924 386	S. O.	S. O.
Fermeture de l'ensellement Hopedale	Canada	S. O.	S. O.	0,000069	6 705	0,000069	6 705	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
ZPM du chenal Laurentien	Canada	0,000173	5 717	S. O.	S. O.	0,000173	5 717	0,000066	14 916	2.63E-7	1 604 532	0,000143	6 994
Fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve	Canada	0,0000001	4 819	0,000029	9 658	0,000029	9 634	S. O.	S. O.	1.72E-8	1 179 123	S. O.	S. O.
ZPM du banc de Sainte-Anne	Canada	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	0,000018	17 548	S. O.	S. O.	0,000189	5 278
ZPM du Gully	Canada	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	0,000002	12 035	S. O.	S. O.	0,000102	4 759
Zone corallienne fermée 3O (complète) ¹	OPANO ¹	0,000003	2 757	0,000025	10 704	0,000028	9 475	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	0,000002	6 033
Zone corallienne fermée 3O (fermeture partielle, ZEE) ²	OPANO ²	0,000004	2 757	0,000031	10 343	0,000035	9 086	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	0,000002	6 033
Passe Flamande/canyon oriental	OPANO	0,000014	3 674	0,000058	13 322	0,000072	10 695	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
Éperon de Sackville	OPANO	S. O.	S. O.	0,000003	11 612	0,000003	11 612	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
Queue du Grand Banc	OPANO	S. O.	S. O.	0,000024	11 891	0,000024	11 890	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

¹ Analyses basées sur la fermeture complète de la zone corallienne 3O;

² Analyses basées sur une partie seulement de la zone corallienne fermée 3O dans la ZEE canadienne

Tableau 6. Résumé de la zone de relevé chevauchant chaque aire protégée et de la proportion cumulative des zones touchées et intervalles de récurrence pour tous les relevés combinés.

Aire protégée	Administration	Superficie totale (km ²)	Chevauchement du relevé du sébaste (km ²)	Chevauchement du relevé du crabe au casier (km ²)	Chevauchement du relevé par navire de recherche (km ²)	Chevauchement du relevé du flétan à la palangre (km ²)	Superficie du chevauchement cumulatif du relevé (km ²)	Prop. chevauchement du relevé	Prop. cumulative zones touchées (année ⁻¹)	Intervalle de récurrence cumulatif (années)
Fermeture de la fosse de l'île Funk	Canada	7 284,3	S. O.	7 162,9	7 284,3	S. O.	7 287,3	1,00	0,000076	13 171
Fermeture du chenal Hawke	Canada	8 838,3	S. O.	8 678,7	8 838,3	S. O.	8 850,9	1,00	0,000088	11 385
Fermeture de l'ensellement Hopedale	Canada	15 374,5	S. O.	S. O.	7 138,2	S. O.	7 138,2	0,46	0,000069	6 705
ZPM du chenal Laurentien	Canada	11 607,9	11 513,1	4 882,2	11 489,9	11 607,9	11 607,9	1,00	0,000383	2 612
Fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve	Canada	55 654,9	S. O.	1 128,7	15 699,8	S. O.	15 680,0	0,28	0,000029	9 616
ZPM du banc de Sainte-Anne	Canada	4 363,2	1 414,9	S. O.	S. O.	4 361,4	4 361,8	1,00	0,000208	4 810
ZPM du Gully	Canada	2 362,9	62,7	S. O.	S. O.	1 144,9	1 182,3	0,50	0,000104	4 810
Zone corallienne fermée 30 (complète) ¹	OPANO ¹	14 091,1	S. O.	S. O.	3 716,9	156,9	3 716,9	0,26	0,000030	8 884
Zone corallienne fermée 30 (fermeture partielle, ZEE) ²	OPANO ²	10 453,2	S. O.	S. O.	3 464,8	156,9	3 464,8	0,33	0,000038	8 734
Passe Flamande/canyon oriental	OPANO	5 471,8	S. O.	S. O.	4 196,6	S. O.	4 196,6	0,77	0,000072	10 695
Éperon de Sackville	OPANO	1 005,8	S. O.	S. O.	30,0	S. O.	30,0	0,03	0,000003	11 612
Queue du Grand Banc	OPANO	144,9	S. O.	S. O.	40,7	S. O.	40,7	0,28	0,000024	11 891

¹ Analyses basées sur la fermeture complète de la zone corallienne 30;

² Analyses basées sur une partie seulement de la zone corallienne fermée 30 dans la ZEE canadienne

Tableau 7. Résumé du pourcentage de la zone de relevé, des strates qui se recoupent et des calées à l'intérieur des aires protégées dans chaque scénario, par UPE.

UPE	Scénario	Pourcentage de l'UPE dans les aires protégées	Pourcentage de strates qui recoupent des aires protégées	Pourcentage de calées dans les aires protégées
2H	A	17,6%	57,1%	23,7%
2J3K	A	6,1%	21,3%	13,5%
-	C	7,5%	20,0%	7,0%
-	ABC	16,6%	41,3%	20,5%
3LNO	A	0,2%	4,7%	Printemps – 1,4 % Automne – 1,4 %
3Ps	B	18,8%	24,2%	16,8%

Tableau 8. Liste des stocks de poissons démersaux pour lesquels des estimations stratifiées ont été recalculées en omettant les données des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche recueillies dans les aires protégées.

Espèce	Stock/division	Administration	Relevé/série chronologique
Plie canadienne	2J3K	MPO	Automne
Plie canadienne	3LNO	OPANO	Automne, printemps
Plie canadienne	3Ps	MPO	Printemps
Morue franche	2J3KL	MPO	Automne
Morue franche	3NO	OPANO	Automne, printemps
Morue franche	3Ps	MPO	Printemps
Sébaste	2J3K	MPO	Automne
Sébaste	3LN	OPANO	Automne, printemps
Sébaste	3O	OPANO	Automne, printemps
Sébaste	3Ps	MPO	Printemps
Flétan du Groenland ²	2J3K	OPANO	Automne
Flétan du Groenland ²	3LNO	OPANO	Automne, printemps
Flétan du Groenland	3Ps	MPO	Printemps
Plie grise	2J3KL	MPO	Automne
Plie grise	3NO	OPANO	Automne, printemps
Plie grise	3Ps	MPO	Printemps
Limande à queue	3LNO	OPANO	Automne, printemps
Limande à queue	3Ps	MPO	Printemps
Raie épineuse	2J3K	MPO	Automne
Raie épineuse	3LNOP	MPO/OPAN	Automne, printemps
Raie à queue de	2J3K	MPO	Automne
Raie à queue de	3LNOP	MPO	Automne, printemps
Merluche blanche	3NOPs	OPANO	Automne, printemps
Loup atlantique	2J3K	MPO	Automne
Loup atlantique	3LNO	MPO	Automne, printemps
Loup atlantique	3Ps	MPO	Printemps
Loup tacheté	2J3K	MPO	Automne
Loup tacheté	3LNO	MPO	Automne, printemps
Loup tacheté	3Ps	MPO	Printemps
Aiglefin	3LNO	MPO	Automne, printemps
Aiglefin	3Ps	MPO	Printemps
Grenadier berglax	2J3K	OPANO	Automne
Baudroie	3NOPs	MPO	Automne, printemps

¹ Dans certains cas, les divisions utilisées pour évaluer le stock ne correspondent pas à la zone totale du stock;

² L'évaluation de ce stock utilise les données des relevés canadiens divisés en deux regroupements de divisions.

Tableau 9. Résumé des strates du relevé plurispécifique par navire de recherche utilisées dans STRAP qui ont été fusionnées, et nombre de strates fusionnées ventilées par aire protégée.

Administration	Aire protégée	Nombre de strates fusionnées	Nombre de nouvelles strates
MPO	Fermeture de la Division 3O de conservation des coraux et des éponges	14	5
MPO	Fermeture de la fosse de l'île Funk	5	2
MPO	Fermeture du chenal Hawke	7	2
MPO	Fermeture de l'ensellement Hopedale	18	3
MPO	ZPM du chenal Laurentien	9	3
MPO	Fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve	23	5
OPANO	Passe Flamande/canyon oriental	13	5
OPANO	Éperon de Sackville	3*	1*
OPANO	Queue du Grand Banc	2*	1*

* Les strates fusionnées qui chevauchent l'Éperon de Sackville recoupent également la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve, de même que les strates fusionnées qui chevauchent la queue du banc recoupent la passe Flamande et le canyon oriental. Les deux sont pris en considération dans les dénombrements pour les deux aires protégées.

Tableau 10. Avantages et limites des relevés scientifiques au chalut par navire de recherche pour la recherche et les avis sur les coraux et les éponges d'eau froide dans la région de Terre-Neuve—et-Labrador.

Échantillons des relevés par navire de recherche	Avantages	Limites
Abondance	<ul style="list-style-type: none"> Indication de points d'intérêt potentiels ou de zones de concentrations importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> En raison de la faible capturabilité de ces taxons au chalut, les données sur l'abondance peuvent représenter des sous-estimations de l'abondance réelle.
Répartition	<ul style="list-style-type: none"> Grande couverture spatiale. 	<ul style="list-style-type: none"> Limité aux données sur la présence. Limité aux profondeurs inférieures à 1 500 m.
Taxonomie et richesse des espèces	<ul style="list-style-type: none"> Grand nombre d'échantillons disponibles pour l'identification des espèces (dissection, génétique, échanges avec d'autres chercheurs). Échantillonnage supplémentaire avec des espèces d'éponges échantillonnées à l'intérieur de fourrés de <i>K. flexibilus</i> ou sur ceux-ci (Dinn et Leys 2018; Dinn <i>et al.</i> 2020). 	<ul style="list-style-type: none"> Il est difficile de déterminer la morphologie des espèces (fragmentée, dégonflée, comprimée). Aucune information sur la morphologie et l'habitat <i>in situ</i>. La capturabilité du chalut limite la collecte de certaines espèces (p. ex. les pennatules qui ont un comportement de retrait) et se limite aux fonds chalutables.
Détermination des zones clés	<ul style="list-style-type: none"> Les relevés peuvent fournir des renseignements sur les zones de concentrations importantes (p. ex. <i>Keratoisis flexibilus</i>). Disko Fan, sud-est de la baie de Baffin (Neves <i>et al.</i> 2015a). Sites d'éponges de type <i>Geodia</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> La communauté a été en partie décimée. Répercussions inconnues à l'échelle de la communauté. Ne permet pas de capturer diverses communautés d'éponges composées d'espèces d'éponges « plus légères ».
Comportement	<ul style="list-style-type: none"> Limités. Possible si les spécimens sont examinés immédiatement après le prélèvement et maintenus en vie pendant une certaine période (en fonction des taxons). 	<ul style="list-style-type: none"> La plupart du temps, les spécimens ne sont pas maintenus en vie.
Écologie	<ul style="list-style-type: none"> Études écologiques (reproduction, croissance) possibles, grand nombre de spécimens disponibles avantageux. 	<ul style="list-style-type: none"> Spécimens mélangés à d'autres dans le chalut (contamination pour certaines études comme les microbiomes).

Échantillons des relevés par navire de recherche	Avantages	Limites
Rôle(s) fonctionnel(s) <ul style="list-style-type: none"> • Fourniture d'un habitat • Fonctionnement de l'écosystème • Couplage benthique-pélagique 	<ul style="list-style-type: none"> • Des échantillons ont attiré notre attention sur la relation. • Limités. Possible pour les endobiontes, les spécimens ancrés, intégrés ou solidement fixés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficile à quantifier en raison de la fragmentation des matériaux. • Difficile pour les associés mobiles, qui pourraient s'échapper pendant le chalutage.

9. FIGURES

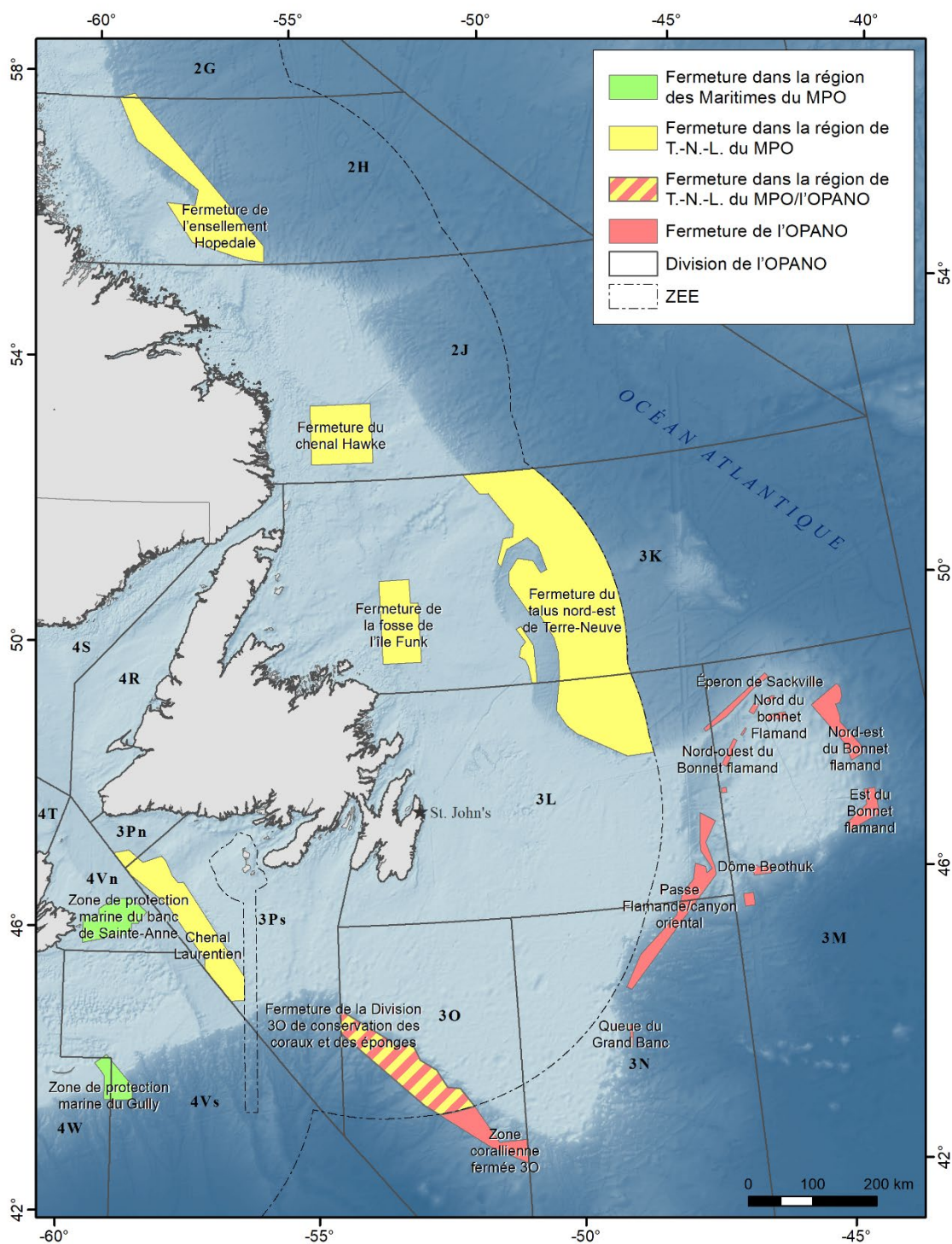


Figure 1. Carte des refuges marins, des zones de protection marine (ZPM) et des zones de fermeture de l'OPANO dans lesquelles un ou plusieurs relevés scientifiques continus utilisant des engins entrant en contact avec le fond ont lieu.

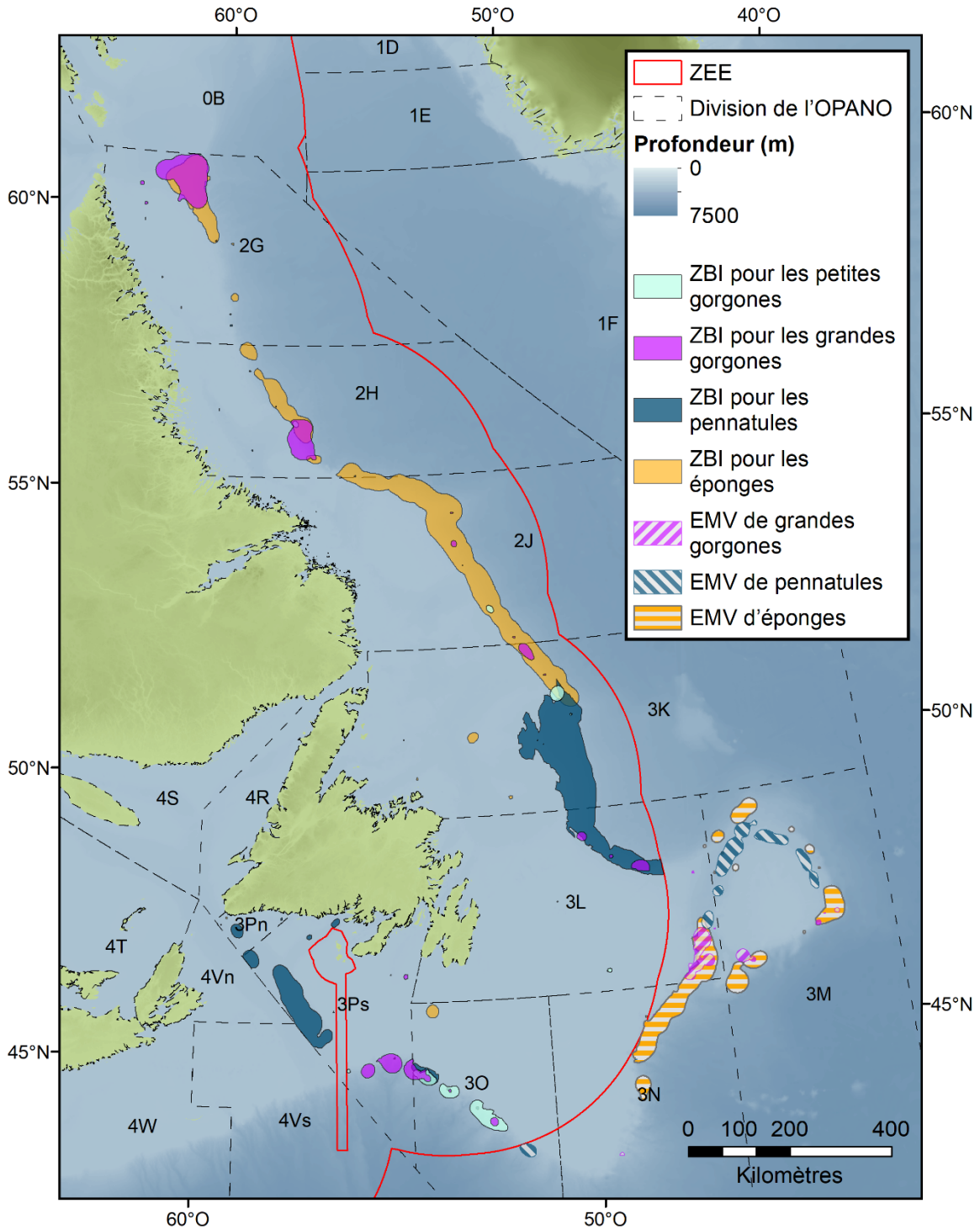


Figure 2. Emplacement des habitats des ZBI et des EMV actuellement définis dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador.

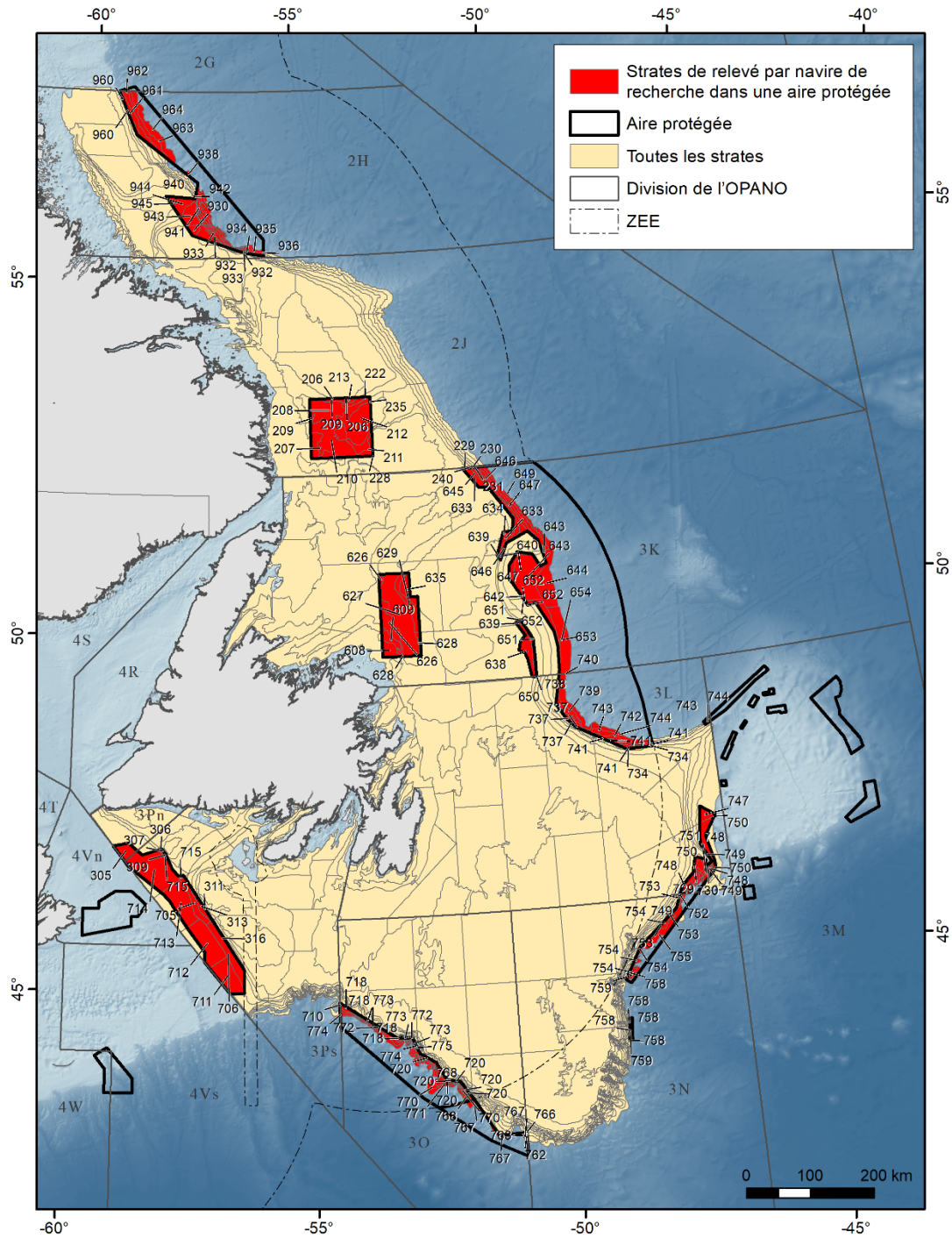


Figure 3. Carte illustrant le plan de stratification des relevés plurispécifiques au chalut de fond de Terre-Neuve-et-Labrador par rapport aux aires protégées de la région. Le relevé d'automne couvre les divisions 2HJ3KLNO. Le relevé de printemps couvre les divisions 3LNOPS. Le chevauchement entre l'empreinte des relevés et les zones fermées est surligné en rouge, et les strates qui chevauchent la totalité ou une partie d'une aire protégée sont indiquées.

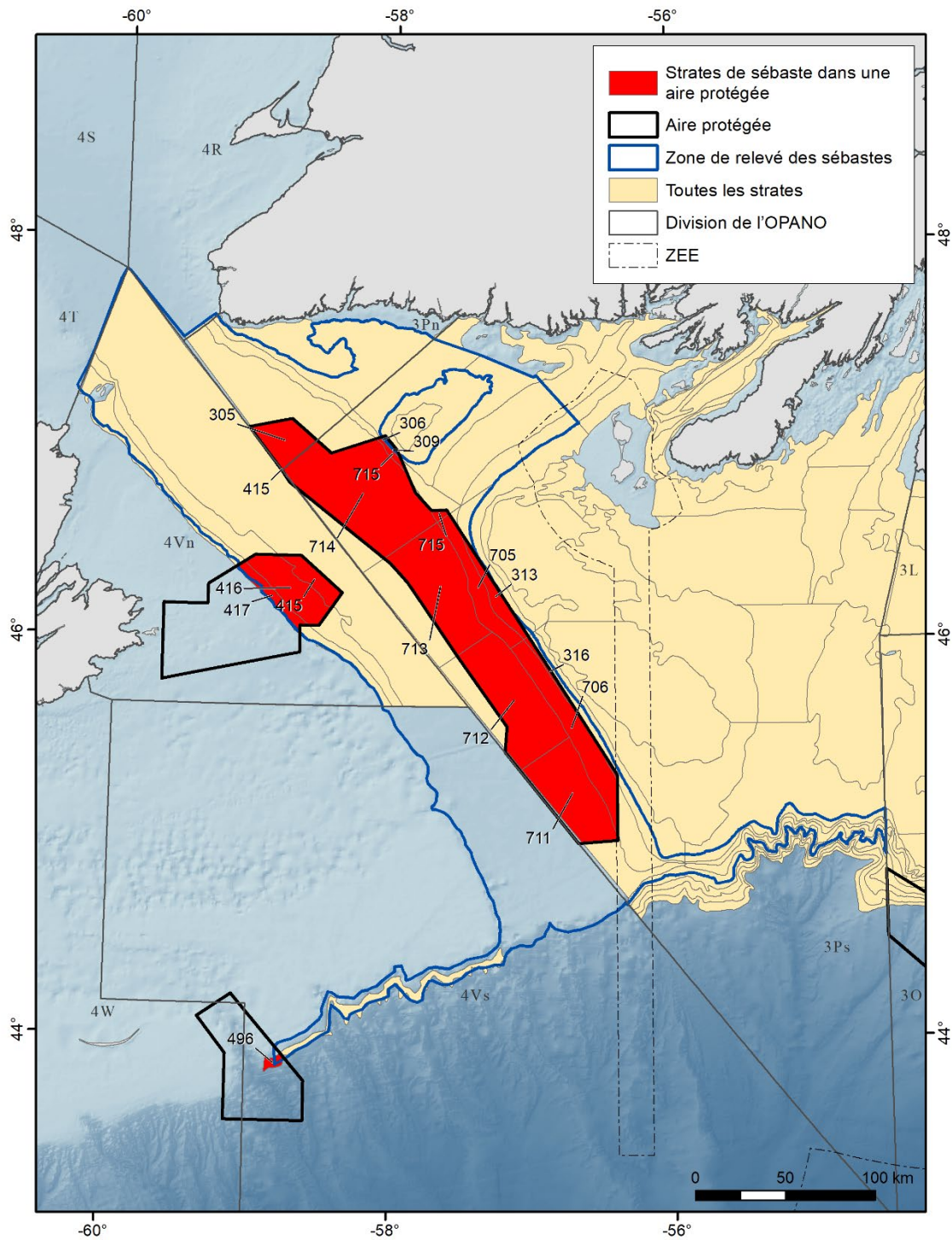


Figure 4. Strates pour le relevé du sébaste de l'unité 2. *Il convient de souligner qu'il ne s'agit pas d'une image complète des strates pour ce relevé, car un fichier contenant tous les polygones spatiaux de la strate n'était pas disponible au moment où ces analyses ont été effectuées. Quatre strates à l'extérieur de la région de Terre-Neuve-et-Labrador ont été incluses ici, qui contiennent des calées de relevés à l'intérieur des limites des aires protégées pertinentes.

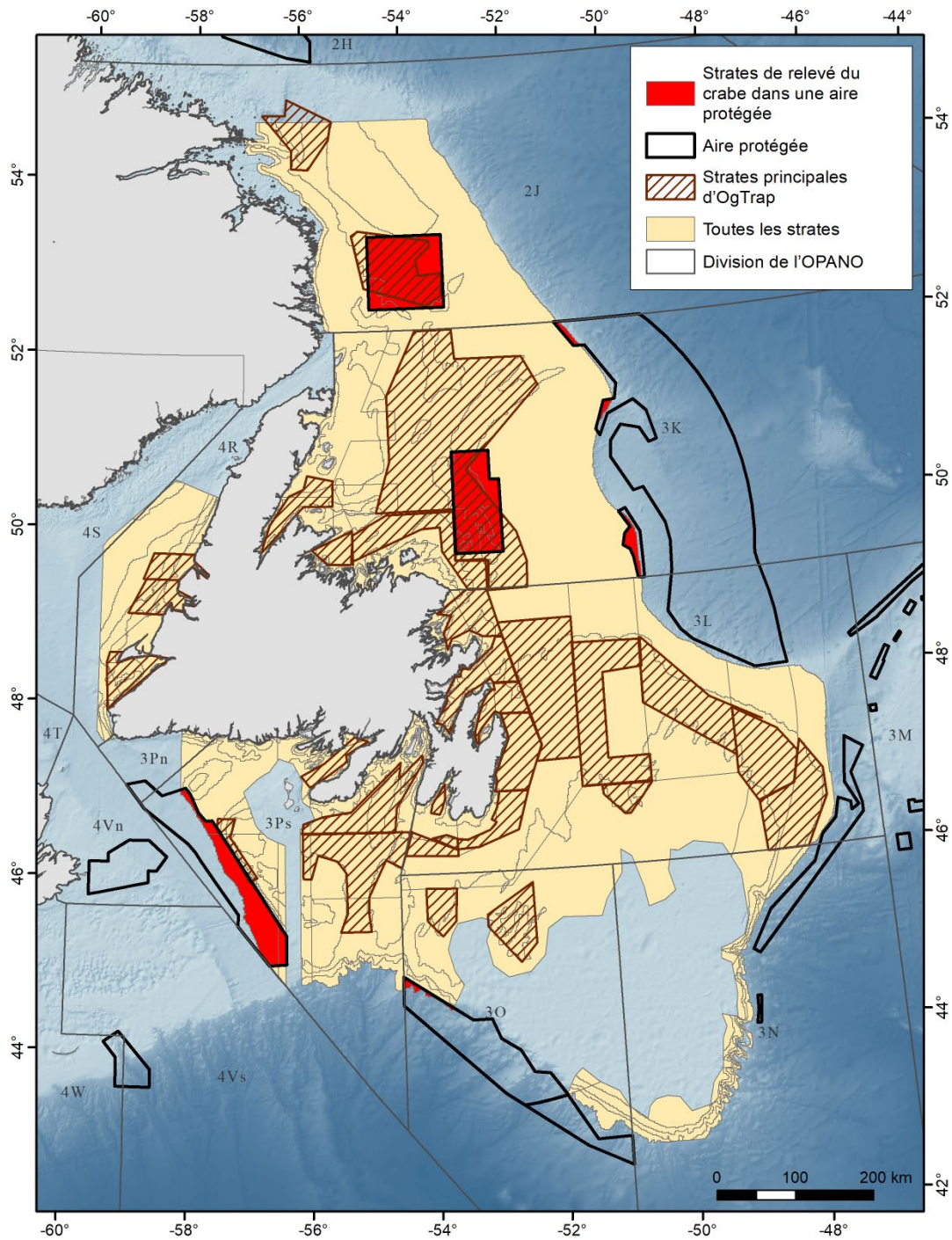


Figure 5. Carte montrant le plan de stratification du relevé collaboratif d'après saison du crabe par rapport aux aires protégées dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Le chevauchement entre l'empreinte du relevé et les zones fermées est surligné en rouge. Les zones hachurées représentent les strates principales utilisées pour l'estimation de la biomasse exploitable dans OgTrap.

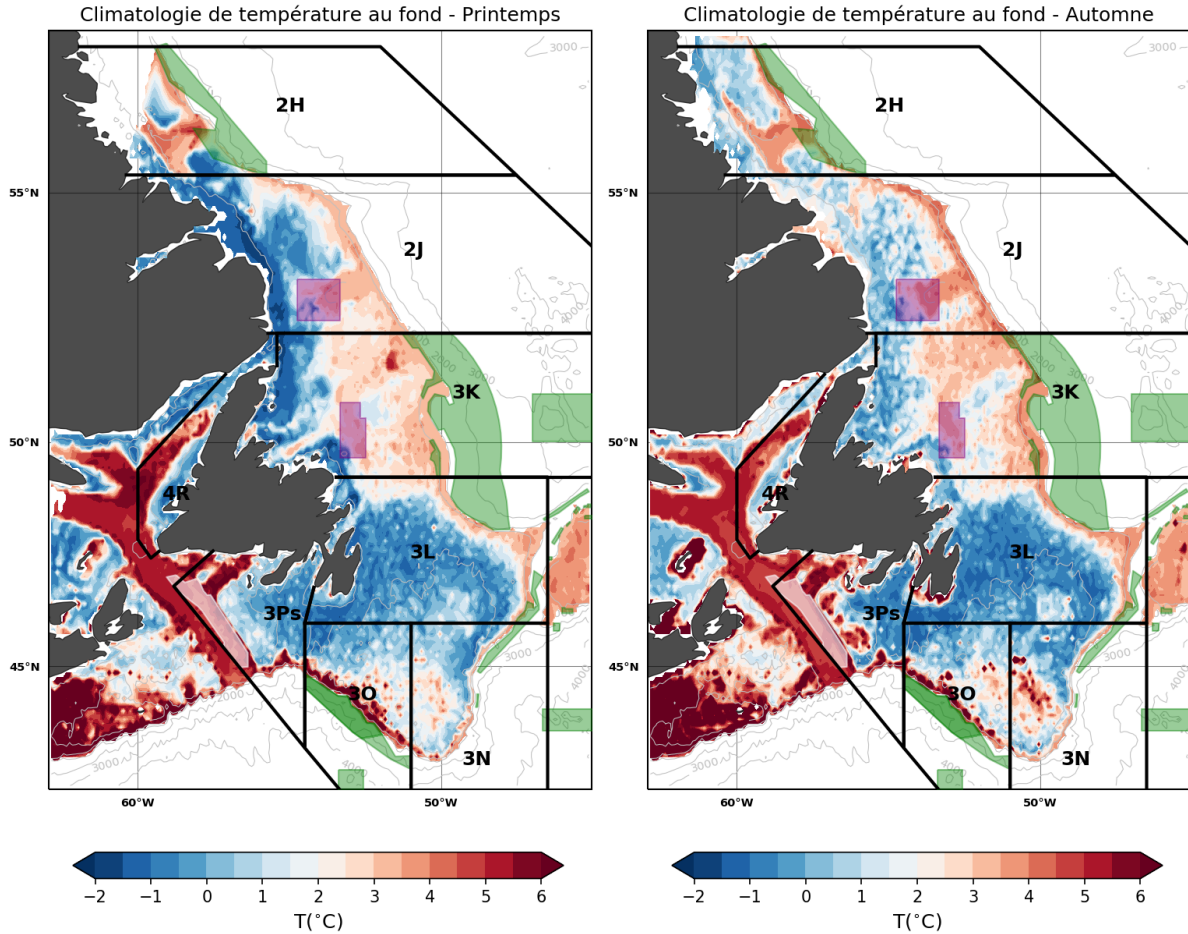


Figure 6. Cartes des températures moyennes au fond au printemps (à gauche) et à l'automne (à droite) de 1981 à 2010. Le groupe des fermetures est composé de vert translucide (groupe A; fermetures pour la conservation des gorgones et des éponges), de blanc (groupe B; fermeture pour la conservation des pennatules) et de violet (groupe C; fermetures visant à protéger l'habitat du poisson). Les divisions de l'OPANO sont également indiquées à des fins de référence. Les températures au fond ne sont calculées que pour des profondeurs inférieures à 1000 m.

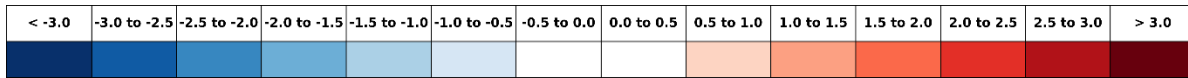


Figure 7. Échelle de couleurs utilisée pour la présentation des anomalies normalisées présentées dans les figures 8 et 9. Les niveaux de couleur sont augmentés d'un ET de 0,5, où le bleu est au-dessous de la normale et le rouge au-dessus de la normale. Les valeurs comprises entre un ET de 0 et $\pm 0,5$ restent en blanc, ce qui indique des conditions normales.

		-- Division 3LNO de l'OPANO --																																
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	̄	ET	
T _{fond} (°C) – Référence		-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.2		1.1	0.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.5	1.8	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.6	2.3	1.9	1.7	0.8	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2	1.0	0.6	
T _{bot} (°C) – Scénario A		-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.2		1.1	0.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.5	1.8	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.6	2.3	1.9	1.7	0.8	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2	1.0	0.6	
T _{bot} (°C) – Scénario B		-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.2		1.1	0.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.5	1.8	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.6	2.3	1.9	1.7	0.8	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2	1.0	0.6	
T _{bot} (°C) – Scénario AB		-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.2		1.1	0.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.5	1.8	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.6	2.3	1.9	1.7	0.8	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2	1.0	0.6	
T _{bot} (°C) – Scénario ABC		-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.2		1.1	0.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.5	1.8	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.6	2.3	1.9	1.7	0.8	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2	1.0	0.6	
Sc. A (% changem.)		-0.6	-0.3	-2.0	0.0	-2.6		-0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
Sc. B (% changem.)		-0.6	-0.3	-2.0	0.0	-4.0		-0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
Sc. AB (% changem.)		-0.6	-0.3	-2.0	0.0	-4.0		-0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
Sc. ABC (% changem.)		-1.6	-0.2	-1.9	0.0	-4.0		-0.2	0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.4	0.8
		-- Division 3Ps de l'OPANO --																																
T _{fond} (°C) – Référence				1.8	1.8	2.0	2.3	1.8	2.3	2.8	2.9	1.8	2.1	1.4	2.2	2.6		1.7	2.3	2.5	2.6	3.0	2.9	2.7	2.5	2.6	3.1	2.5	2.9	2.7	2.2	0.4		
T _{bot} (°C) – Scénario A				1.8	1.8	2.0	2.3	1.8	2.3	2.8	2.9	1.8	2.1	1.4	2.2	2.6		1.7	2.3	2.5	2.6	3.0	2.9	2.7	2.5	2.6	3.1	2.5	2.9	2.7	2.2	0.4		
T _{bot} (°C) – Scénario B				1.8	1.8	2.0	2.3	1.8	2.2	2.8	2.9	1.8	2.1	1.4	2.2	2.6		1.7	2.1	2.5	2.6	3.0	2.9	2.7	2.5	2.6	3.0	2.5	2.9	2.6	2.1	0.4		
T _{bot} (°C) – Scénario AB				1.8	1.8	2.0	2.3	1.8	2.2	2.8	2.9	1.8	2.1	1.4	2.2	2.6		1.7	2.1	2.5	2.6	3.0	2.9	2.7	2.5	2.6	3.0	2.5	2.9	2.6	2.1	0.4		
T _{bot} (°C) – Scénario ABC																																		
Sc. A (% changem.)				0.0	-1.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2		
Sc. B (% changem.)				-1.1	-0.8	0.6	0.2	-3.6	-1.6	-0.1	-0.2	-2.1	0.0	-2.4	-2.6	-0.2		-2.2	-8.7	-1.1	-1.2	-0.2	-1.3	0.3	-2.4	-0.5	-2.5	-1.6	0.4	-3.2	1.6	1.9		
Sc. AB (% changem.)				-1.2	-1.9	0.6	0.0	-3.6	-1.6	-0.1	-0.2	-2.1	0.0	-2.4	-2.6	-0.2		-2.2	-8.7	-1.1	-1.2	-0.2	-1.3	0.3	-2.4	-0.5	-2.5	-1.6	0.4	-3.2	1.6	1.9		
Sc. ABC (% changem.)																																		

Figure 8. Tableaux de bord de la température moyenne au fond au printemps pour les divisions 3LNO (en haut) et 3Ps (en bas) de l'OPANO. La rangée supérieure de chaque panneau représente le scénario de référence (aucun retrait) et est suivie des quatre scénarios d'exclusion étudiés ici. Ces cellules sont codées par couleur en fonction de leur anomalie normalisée par rapport à la climatologie de 1980 à 2010 (code de couleur de la figure 7). La moyenne climatologique et l'ET sont indiqués dans les deux dernières colonnes. Les quatre rangées du bas de chaque panneau (en gras) représentent la variation en pourcentage de chaque scénario par rapport au scénario de référence. Pour ces rangées, seules les valeurs inférieures ou supérieures à ±5 % sont colorées, les deux dernières colonnes correspondant à la variation en pourcentage de la valeur absolue moyenne et à son écart type. Les cellules grises indiquent l'absence de données.

		-- Division 2H de l'OPANO --																																	
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	̄	ET		
T _{fond} (°C) – Référence																																			
T _{bot} (°C) – Scénario A																																			
T _{bot} (°C) – Scénario B																																			
T _{bot} (°C) – Scénario AB																																			
T _{bot} (°C) – Scénario ABC																																			
Sc. A (% changem.)																																			
Sc. B (% changem.)																																			
Sc. AB (% changem.)																																			
Sc. ABC (% changem.)																																			
		-- Division 2J de l'OPANO --																																	
T _{fond} (°C) – Référence																																			
T _{bot} (°C) – Scénario A																																			
T _{bot} (°C) – Scénario B																																			
T _{bot} (°C) – Scénario AB																																			
T _{bot} (°C) – Scénario ABC																																			
Sc. A (% changem.)																																			
Sc. B (% changem.)																																			
Sc. AB (% changem.)																																			
Sc. ABC (% changem.)																																			
		-- Division 3K de l'OPANO --																																	
T _{fond} (°C) – Référence																																			
T _{bot} (°C) – Scénario A																																			
T _{bot} (°C) – Scénario B																																			
T _{bot} (°C) – Scénario AB																																			
T _{bot} (°C) – Scénario ABC																																			
Sc. A (% changem.)																																			
Sc. B (% changem.)																																			
Sc. AB (% changem.)																																			
Sc. ABC (% changem.)																																			
		-- Division 3LNO de l'OPANO --																																	
T _{fond} (°C) – Référence																																			
T _{bot} (°C) – Scénario A																																			
T _{bot} (°C) – Scénario B																																			
T _{bot} (°C) – Scénario AB																																			
T _{bot} (°C) – Scénario ABC																																			
Sc. A (% changem.)																																			
Sc. B (% changem.)																																			
Sc. AB (% changem.)																																			
Sc. ABC (% changem.)																																			

Figure 9. Tableaux de bord de la température moyenne au fond à l'automne pour les divisions 2H (en haut), 2J (deuxième), 3K (troisième) et 3LNO (en bas) de l'OPANO. La rangée supérieure de chaque panneau représente le scénario de référence (aucun retrait) et est suivie des quatre scénarios d'exclusion étudiés ici. Ces cellules sont codées par couleur en fonction de leur anomalie normalisée par rapport à la climatologie de 1980 à 2010 (code de couleur de la figure 7). La moyenne climatologique et l'ET sont indiqués dans les deux dernières colonnes. Les quatre rangées du bas de chaque panneau (en gras) représentent la variation en pourcentage de chaque scénario par rapport au scénario de référence. Seules les valeurs supérieures à ±5 % sont colorées. Pour ces rangées, les deux dernières colonnes correspondent à la variation en pourcentage de la valeur absolue moyenne et à son écart type. Les cellules grises indiquent l'absence de données.

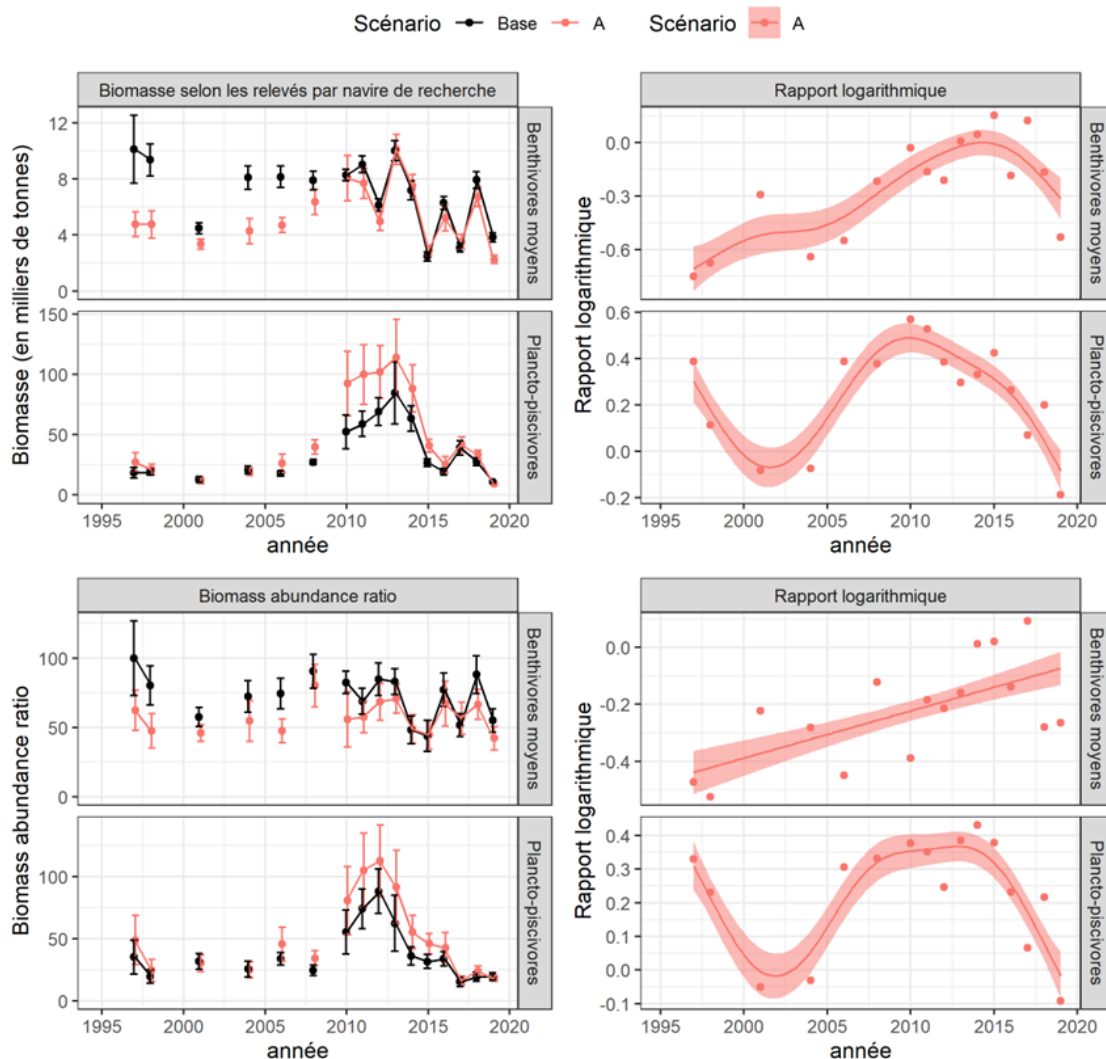


Figure 10. Résumé de l'effet potentiel sur les indices de la biomasse et du ratio BA mis à l'échelle dans 2H (automne) pour les plancto-piscivores en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de la biomasse (en haut) et du ratio BA (en bas) mis à l'échelle, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, rouge) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont l'IC à 95 % et le lissage d'un MAG lorsque le lissage était statistiquement significatif.

2J3K_Automne

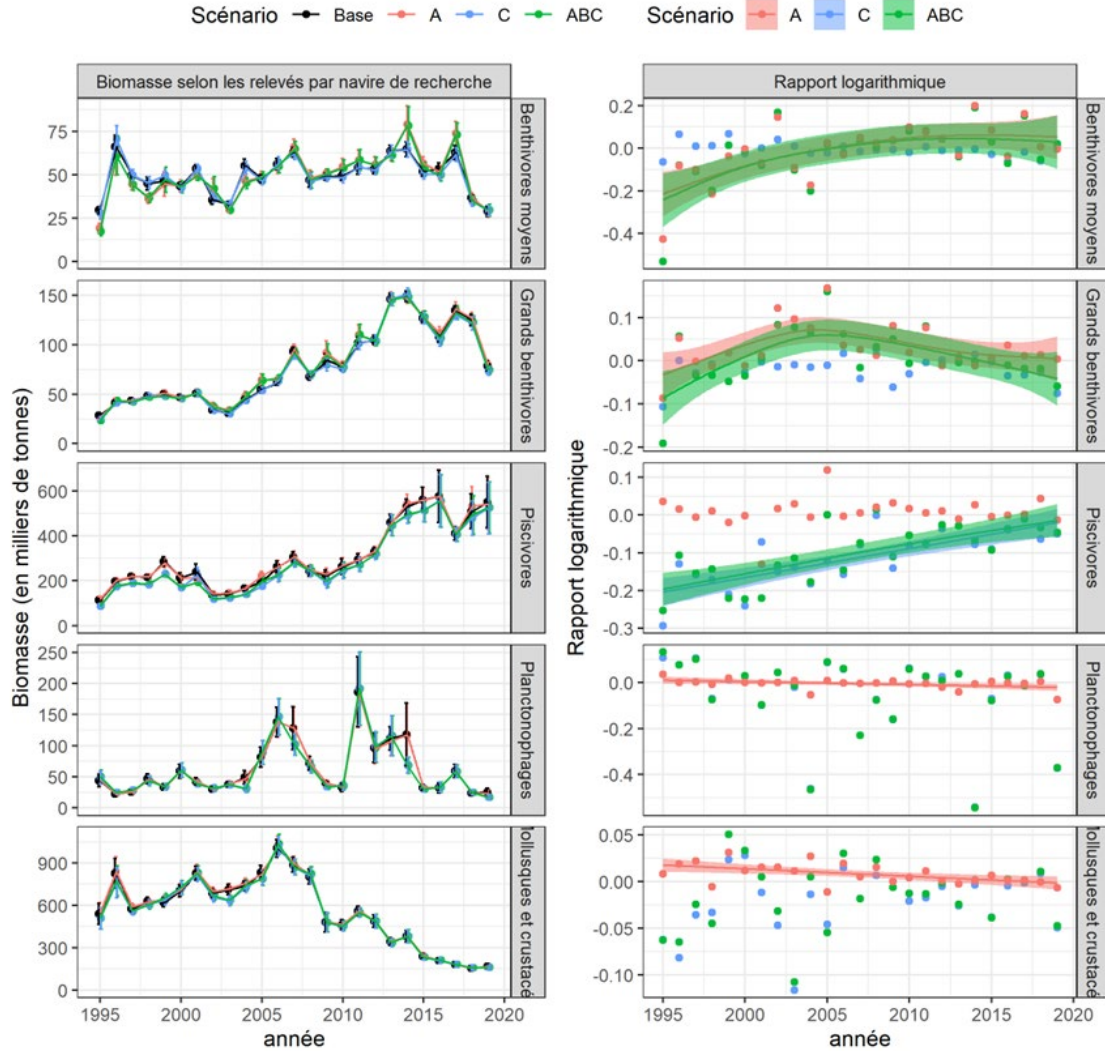


Figure 11. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de biomasse mis à l'échelle dans la division 2J3K au printemps lorsqu'on exclut l'activité du relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A), des fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond (C) et de la combinaison des deux (ABC) dans cinq groupes fonctionnels de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de la biomasse mis à l'échelle, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario, les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, rouge), les fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond (C, bleu) et la combinaison des deux (ABC, vert) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont l'IC à 95 % et le lissage d'un MAG lorsque le lissage était statistiquement significatif. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3Ps_Printemps

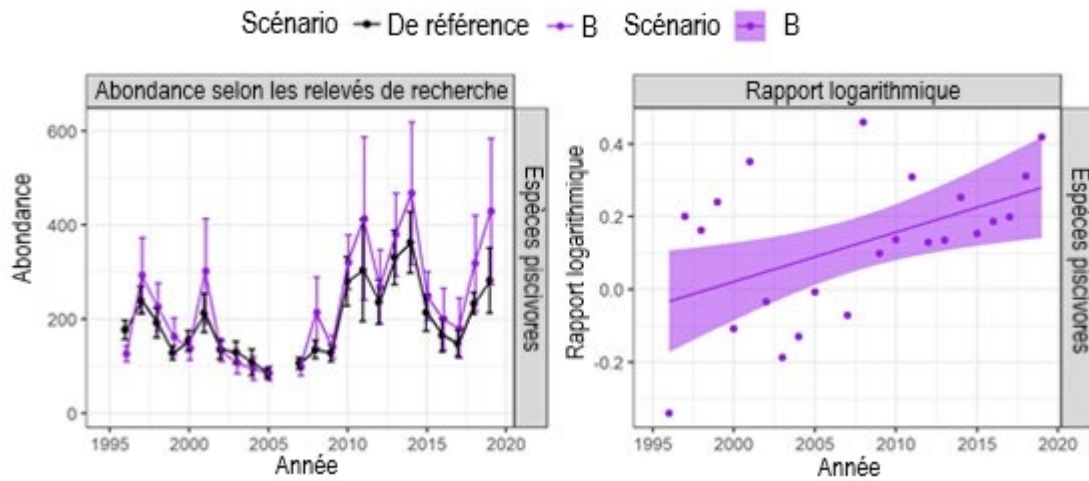


Figure 12. Résumé de l'effet potentiel sur l'indice de l'abondance dans 3Ps (printemps) en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des pennatules (B) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1995 à 2019. La parcelle à gauche représente des séries chronologiques d'indices de l'abondance, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario, les fermetures pour la conservation des pennatules (B, violet) avec un ET. La parcelle à droite représente le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice exclu les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont l'IC à 95 % et le lissage d'un MAG lorsque le lissage était statistiquement significatif.

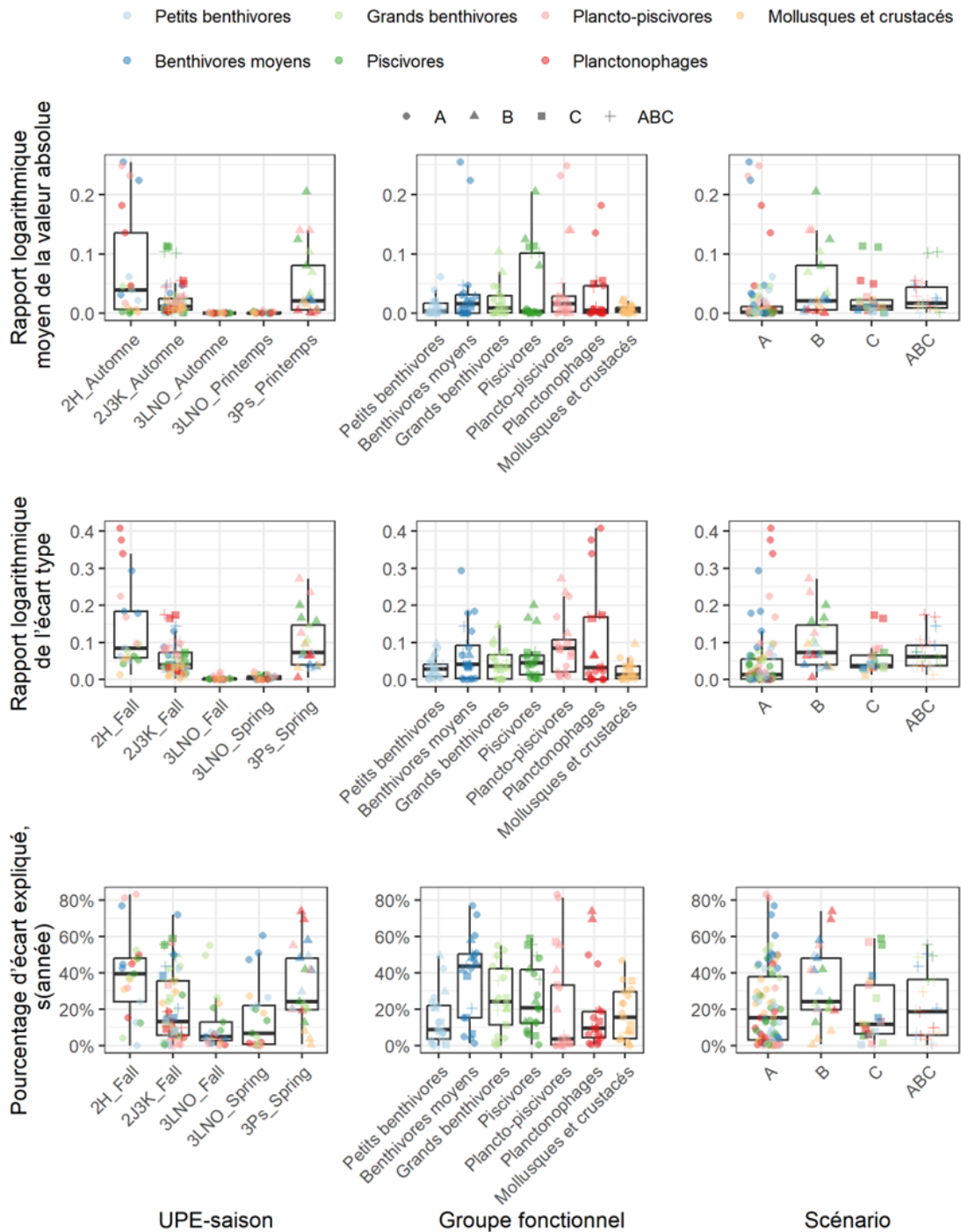


Figure 13. Résumé de la valeur moyenne absolue du rapport logarithmique, de l'écart type du rapport logarithmique et du pourcentage d'écart expliqués par année lisse dans les MAG pour chaque analyse, ventilé par UPE-saison, groupe fonctionnel de poissons et scénario de fermeture. Les diagrammes de quartile décrivent la répartition, les points pour chaque analyse sont présentés avec une couleur représentant le groupe fonctionnel de poissons et une forme représentant les scénarios de fermeture.

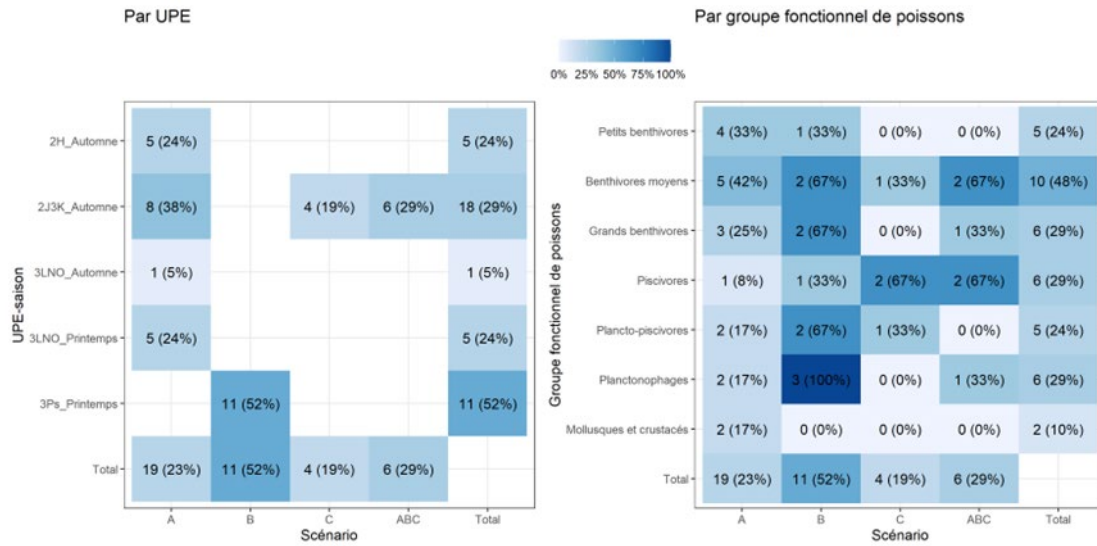


Figure 14. Résumé du nombre de relations du rapport logarithmique et de l'année qui présentent des tendances significatives, résumées par l'UPE-saison et le groupe fonctionnel de poissons, ventilées par scénario. Les profils comprennent tous les indices (biomasse, abondance et ratio BA) et comprennent un résumé total pour l'ensemble de l'UPE-saison ou du groupe fonctionnel le long du fond, un résumé complet pour tous les scénarios le long de la droite. Le pourcentage de profils significatifs est présenté entre parenthèses et dans la couleur du bloc.

Plie canadienne des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne

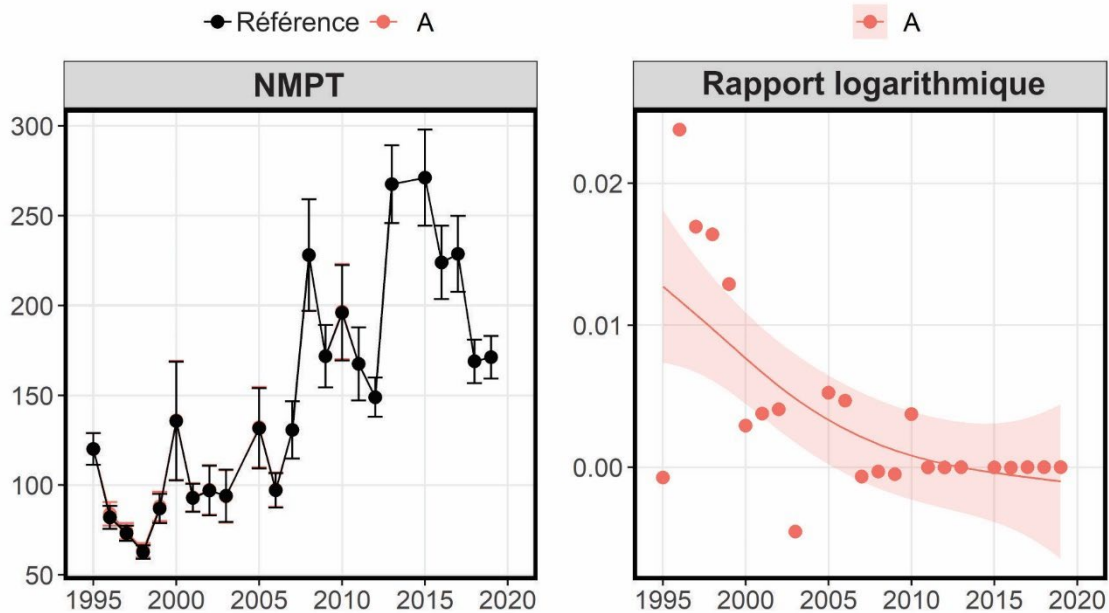


Figure 15. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé d'automne de la plie canadienne dans les divisions 3LNO. Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c. à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Plie grise des divisions 2J3KL - Relevé de recherche d'automne

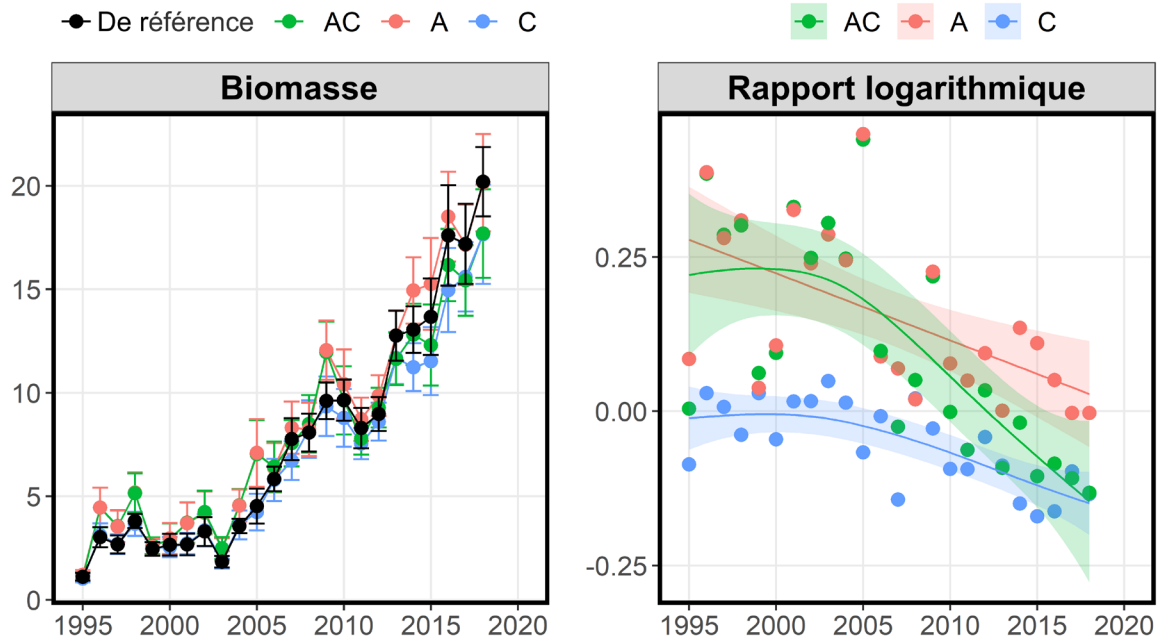


Figure 16. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé d'automne de la plie grise dans les divisions 2J3KL. Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Sebaste atlantique des division 3Ps - Relevé de recherche du printemps

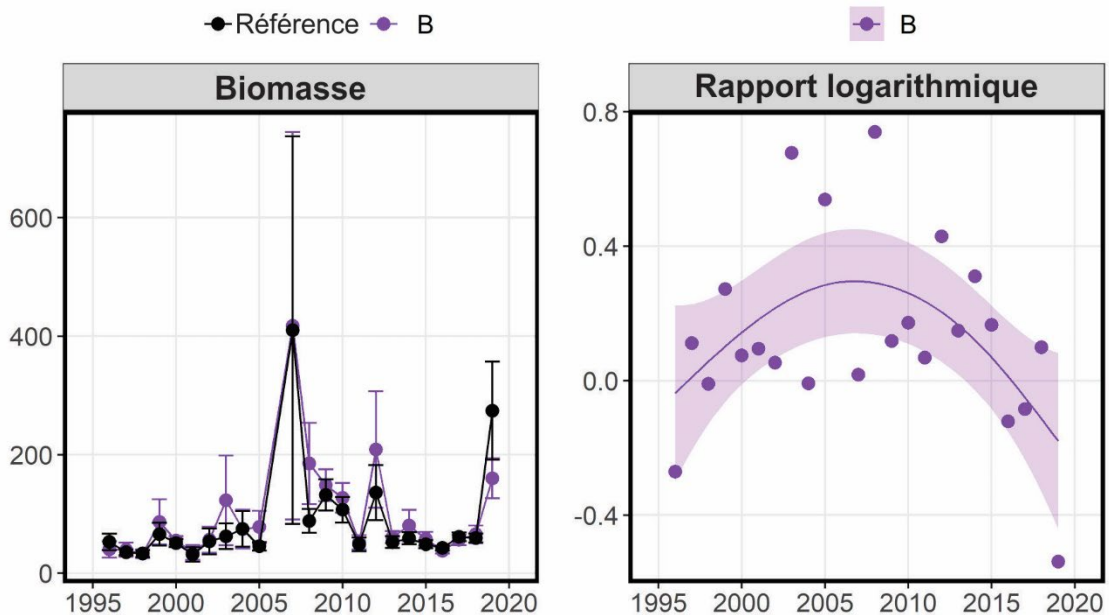


Figure 17. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices de relevé du printemps du sébaste dans la sous-division 3Ps. Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Plie canadienne des divisions 2J3KL - Relevé de recherche d'automne

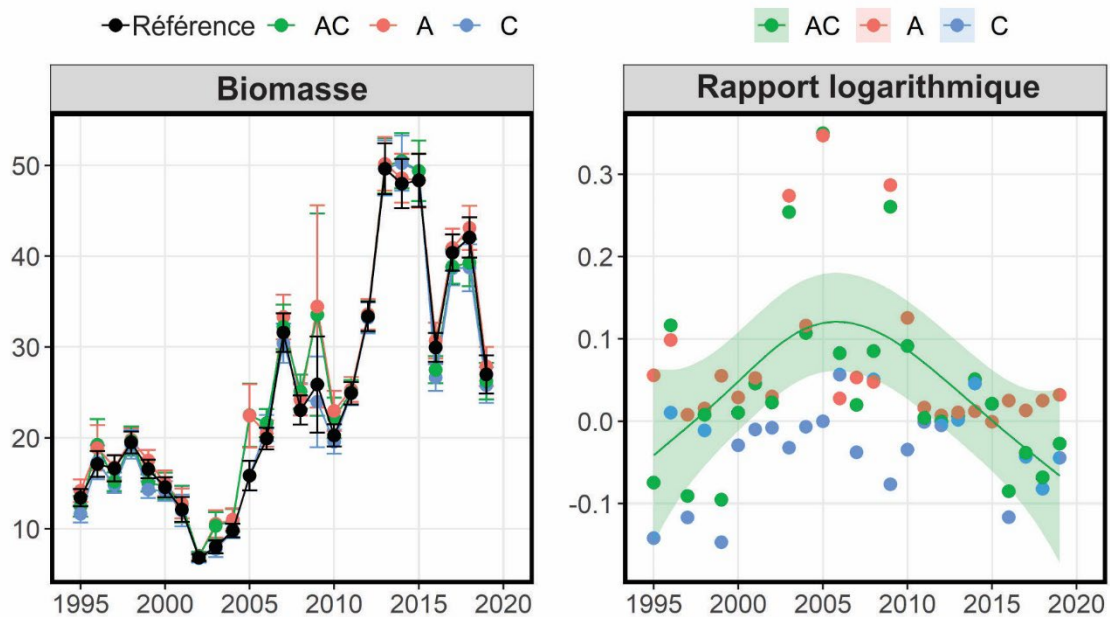


Figure 18. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé d'automne du flétan du Groenland dans les divisions 2J3K. Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Flétan du Groenland des division 3Ps - Relevé de recherche du printemps

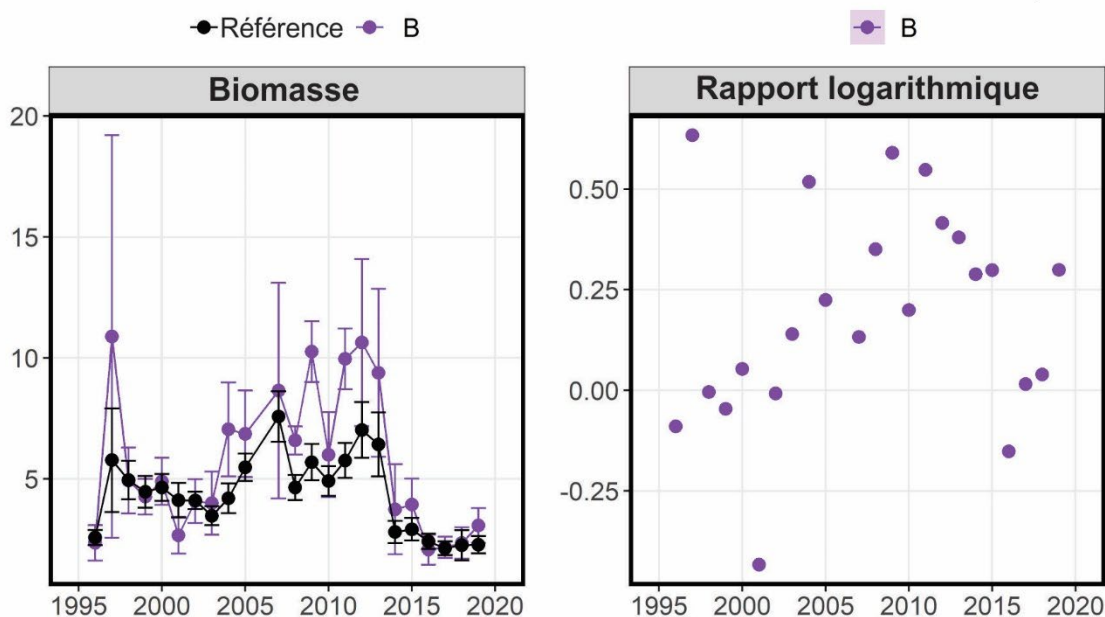


Figure 19. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Indices du relevé du printemps du flétan du Groenland dans la sous-division 3Ps. Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c. -à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Espèce	Divisions	Saison	A			B			C			ABC		
			Biais	Différence moyenne	Différence maximale	Biais	Différence moyenne	Différence maximale	Biais	Différence moyenne	Différence maximale	ABC Biais	ABC Différence moyenne	ABC Différence maximale
Morue franche	2J3KL	Automne												
Morue franche	3NO	Printemps												
Morue franche	3NO	Automne												
Morue franche	3Ps	Printemps												
Aiglefin	3LNO	Printemps												
Aiglefin	3LNO	Automne												
Aiglefin	3Ps	Printemps												
Plie canadienne	2J3K	Automne												
Plie canadienne	3LNO	Printemps												
Plie canadienne	3LNO	Automne												
Plie canadienne	3Ps	Printemps												
Plie grise	2J3KL	Automne												
Plie grise	3NO	Printemps												
Plie grise	3NO	Automne												
Plie grise	3Ps	Printemps												
Limande à queue jaune	3LNO	Printemps												
Limande à queue jaune	3LNO	Automne												
Limande à queue jaune	3Ps	Printemps												
Flétan du Groenland	3LNO	Printemps												
Flétan du Groenland	3LNO	Automne												
Flétan du Groenland	2J3K	Automne												
Flétan du Groenland	3Ps	Printemps												
Sébaste atlantique	2J3K	Automne												
Sébaste atlantique	3LN	Printemps												
Sébaste atlantique	3LN	Automne												
Sébaste atlantique	3O	Printemps												
Sébaste atlantique	3O	Automne												
Sébaste atlantique	3Ps	Printemps												
Loup atlantique	2J3K	Automne												
Loup atlantique	3LNO	Printemps												
Loup atlantique	3LNO	Automne												
Loup atlantique	3Ps	Printemps												
Loup atlantique	2J3K	Automne												
Loup atlantique	3LNO	Printemps												
Loup atlantique	3LNO	Automne												
Baudroie	3NOPs	Printemps												
Baudroie	3NO	Automne												
Raie épineuse	3LNOPs	Printemps												
Raie épineuse	3LNO	Automne												
Raie épineuse	2J3K	Automne												
Merluche blanche	3NOPs	Printemps												
Merluche blanche	3NO	Automne												
Grenadier berglax	2J3K	Automne												
Raie à queue de velours	3LNOPs	Printemps												
Raie à queue de velours	3LNO	Automne												
Raie à queue de velours	2J3K	Automne												

Figure 20. Tableau de bord des répercussions sur les indices propres aux stocks de l'exclusion des relevés de recherche au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées dans la région de Terre-Neuve—et-Labrador. Le scénario A est l'exclusion des relevés des aires de protection des coraux et des éponges, le scénario B est l'exclusion des relevés des aires de protection des pennatules, le scénario C est l'exclusion des relevés des aires de protection de l'habitat du poisson, et le scénario ABC est l'exclusion des relevés de toutes les aires de protection. Le biais représente les valeurs p pour le lissage du MAG intégré dans les rapports logarithmiques annuels du scénario par rapport au modèle initial (rouge=significatif, vert=non-significatif). Le ratio moyen représente le ratio moyen des indices sur l'ensemble de la série chronologique, et le ratio maximal représente le plus grand écart observé du scénario par rapport au modèle initial (vert = une différence de moins de 5 %, jaune = de 5 à 20 %, rouge = >20 %).

Crabe des neiges – Relevé de recherche au chalut

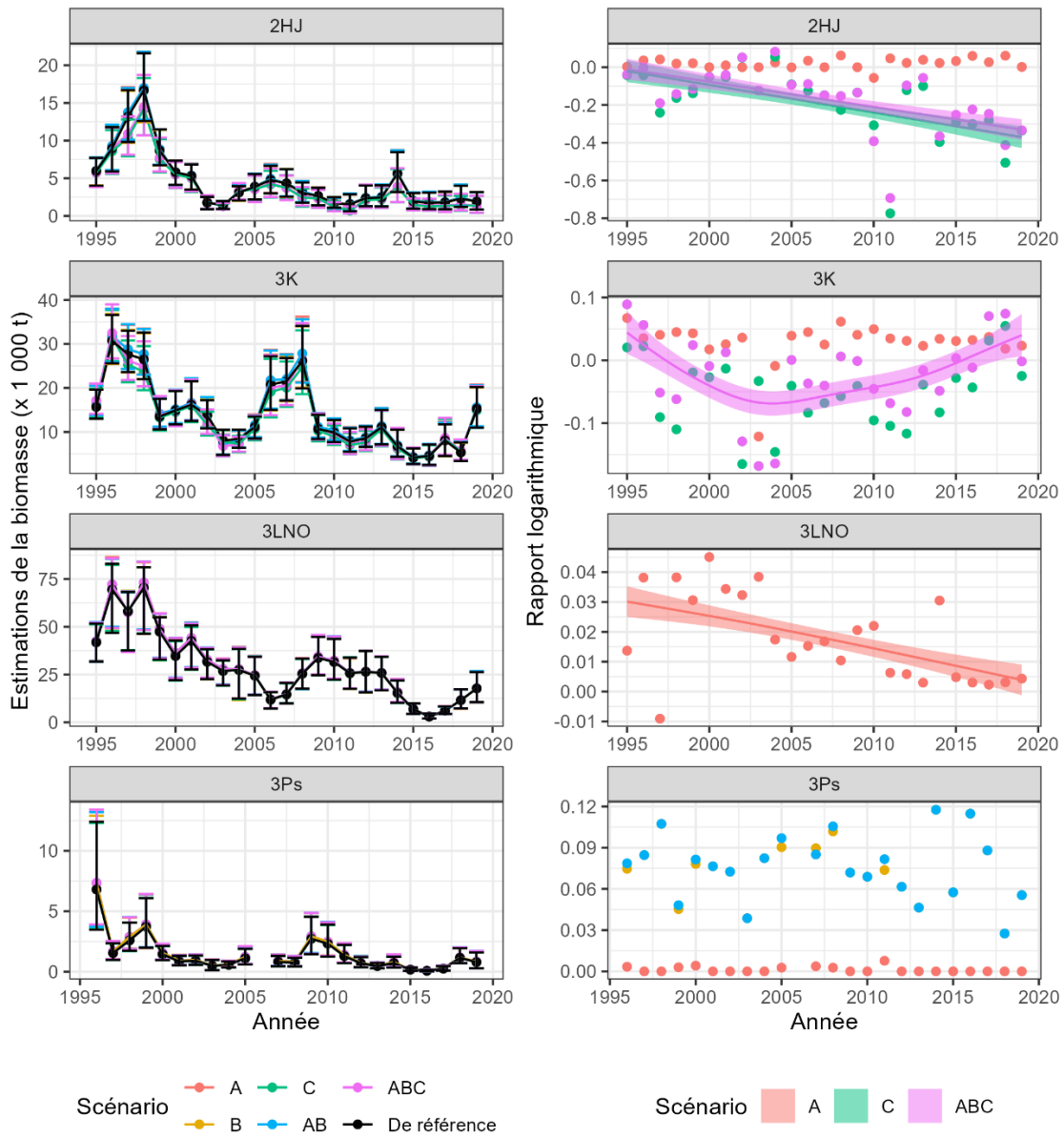


Figure 21. Estimations de la biomasse exploitable du crabe des neiges avec un IC de 95 % (à gauche) et un biais (à droite) dans les DE 2HJ, 3K, 3LNO et 3Ps provenant de relevés plurispécifiques au chalut de fond. La ligne noire représente les estimations de la biomasse fondées sur la couverture actuelle du relevé, tandis que différentes couleurs représentent l'exclusion de différentes aires protégées. Seuls les lissages (ruban de couleur) dont la valeur p est inférieure ou égale à 0,05 sont affichés.

Crabe des neiges – Relevé collaboratif d'après-saison au casier

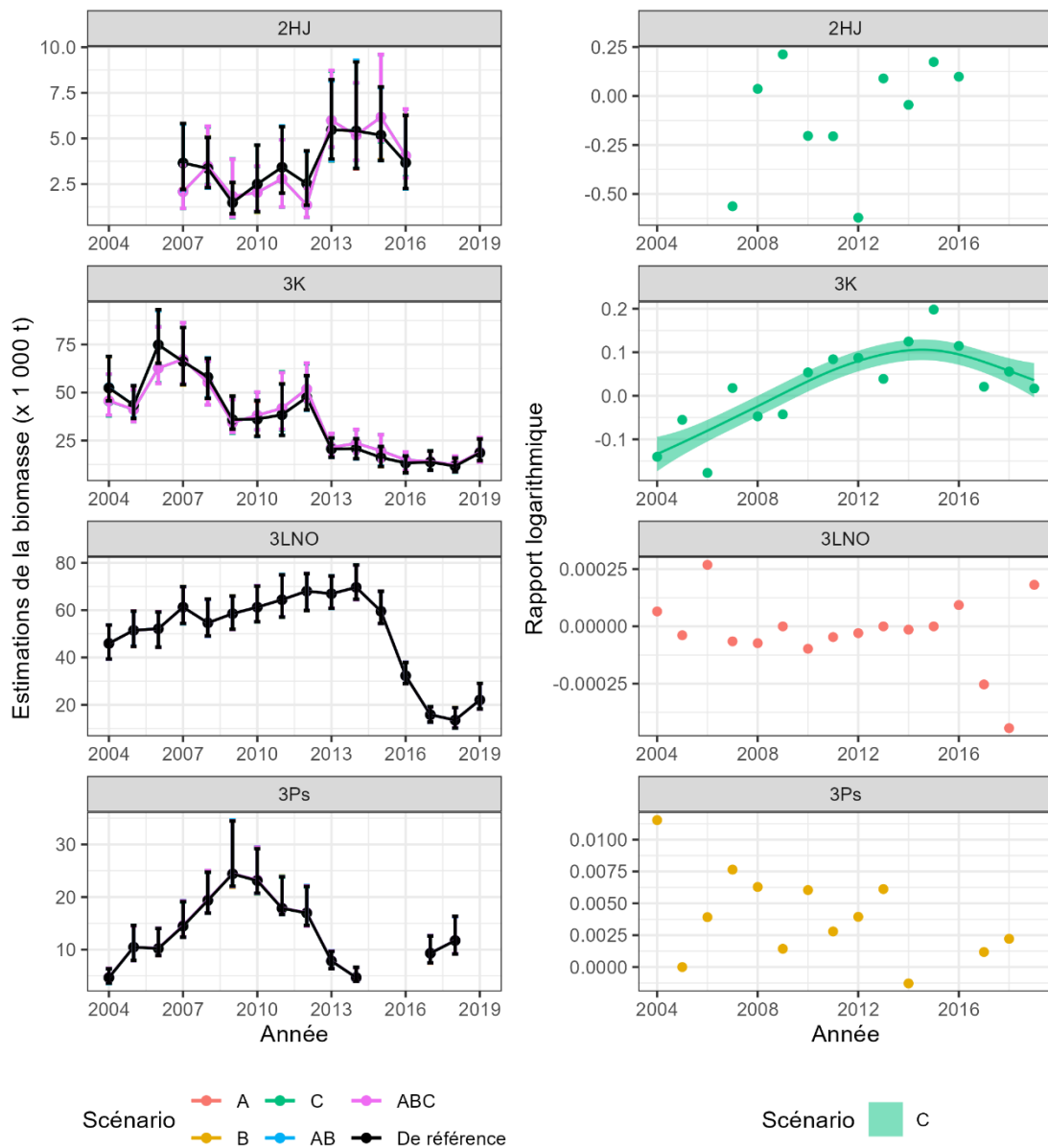


Figure 22. Estimations de la biomasse exploitable du crabe des neiges avec un IC de 95 % (à gauche) et un biais (à droite) dans les DE 2HJ, 3K, 3LNO et 3Ps provenant de relevés collaboratifs d'après saison au chalut. La ligne noire représente les estimations de la biomasse fondées sur la couverture actuelle du relevé, tandis que différentes couleurs représentent l'exclusion de différents refuges marins ou EMV. Seuls les lissages (ruban de couleur) dont la valeur p est inférieure ou égale à 0,05 sont affichés.

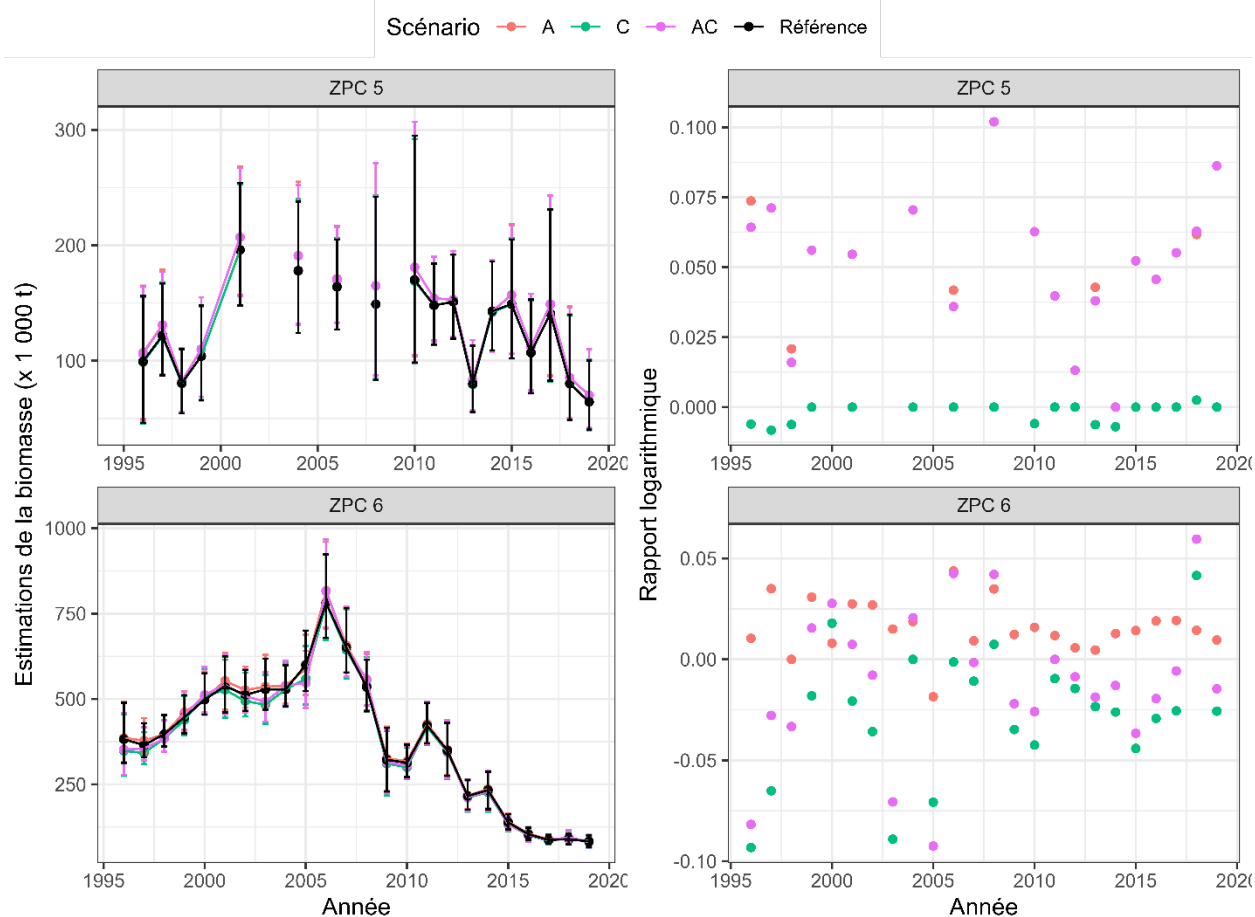


Figure 23. Estimations de la biomasse exploitable de la crevette nordique avec un IC de 95 % (à gauche) et un biais (à droite) pour les ZPC 5 (en haut) et 6 (en bas). La ligne noire représente les estimations de la biomasse fondées sur la couverture actuelle du relevé, tandis que différentes couleurs représentent l'exclusion de différents refuges marins ou EMV (A : Exclusion de l'ensellement Hopedale, du talus nord-est d'Avalon, de la zone corallienne 30 et des EMV de l'OPANO, C : Exclusion de la zone de Hawke et de la zone de la fosse de l'île Funk, AC : Exclusion de A et C). Aucune des tendances du biais relatif n'était significative, de sorte que les lissages ne sont pas affichés.

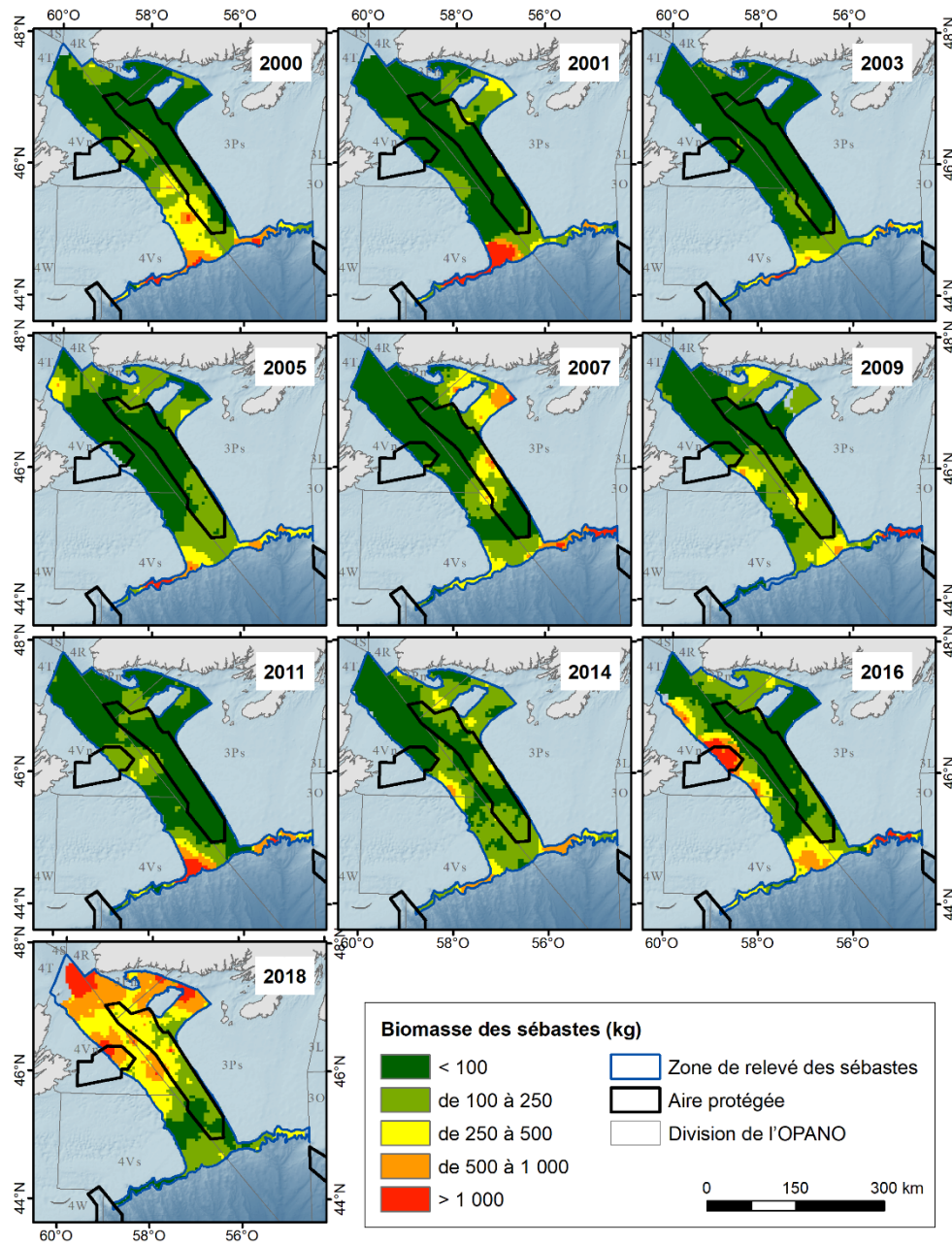


Figure 24. Biomasse interpolée à l'aide de la PID pour le relevé du sébaste de l'unité 2 par année.

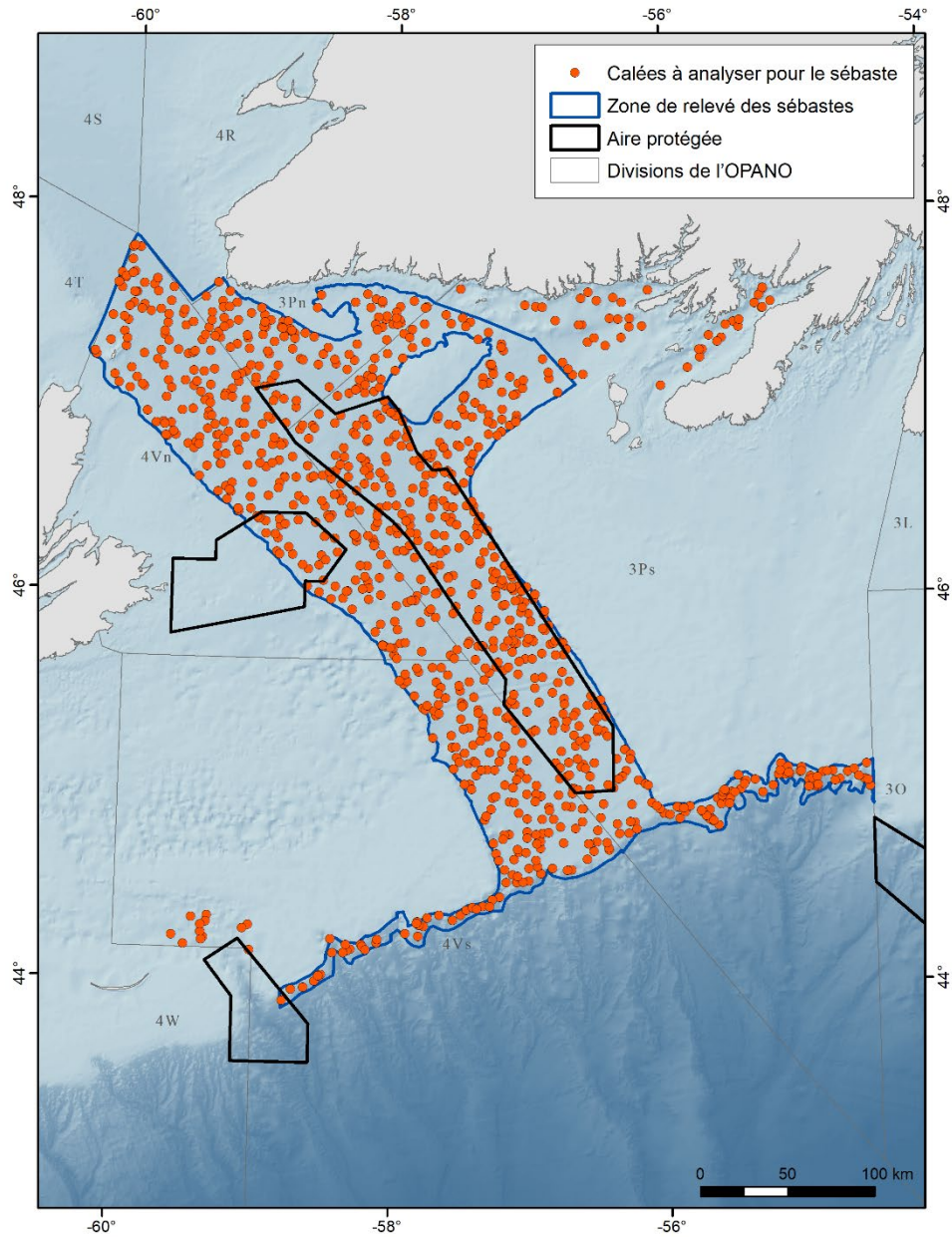


Figure 25. Carte de la zone de relevé du sébaste de l'unité 2 avec toutes les calées (2000-2018) illustrant les calées qui se trouvent à l'extérieur de la zone d'étude et qui ont par la suite été retirées des matrices d'interpolation annuelle de la PID.

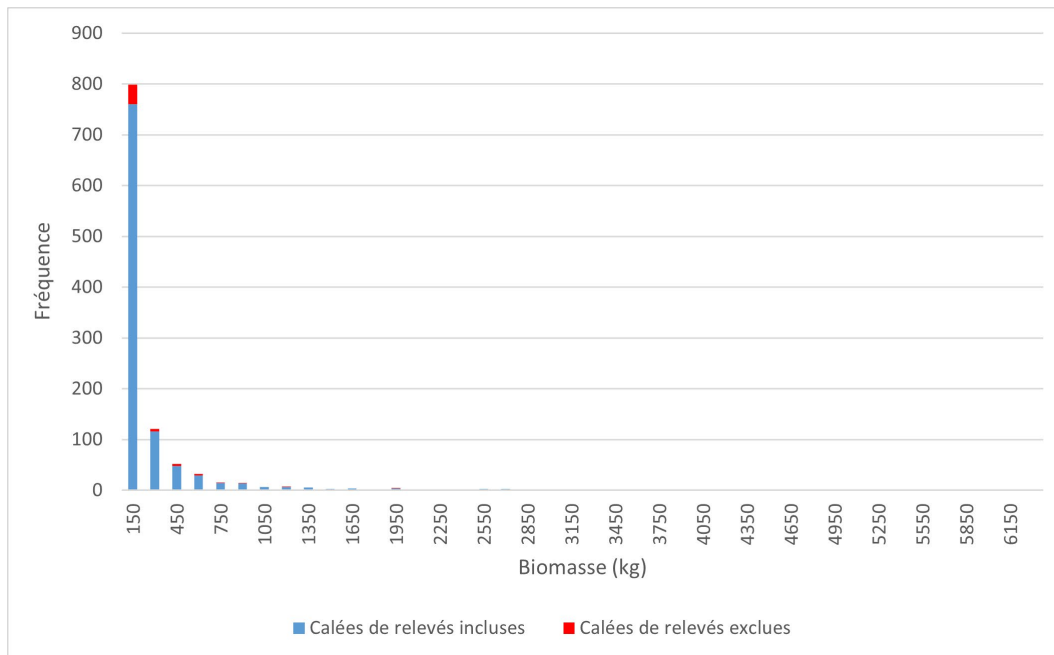


Figure 26. Histogramme de fréquence de toutes les calées de relevés du sébaste de l'unité 2 montrant ceux qui ont été inclus dans l'analyse (à l'intérieur de la zone de relevé; voir la figure 25 ci-dessus) et ceux qui ont été exclus lorsque les matrices interpolées ont été ajoutées au polygone de la zone d'étude.

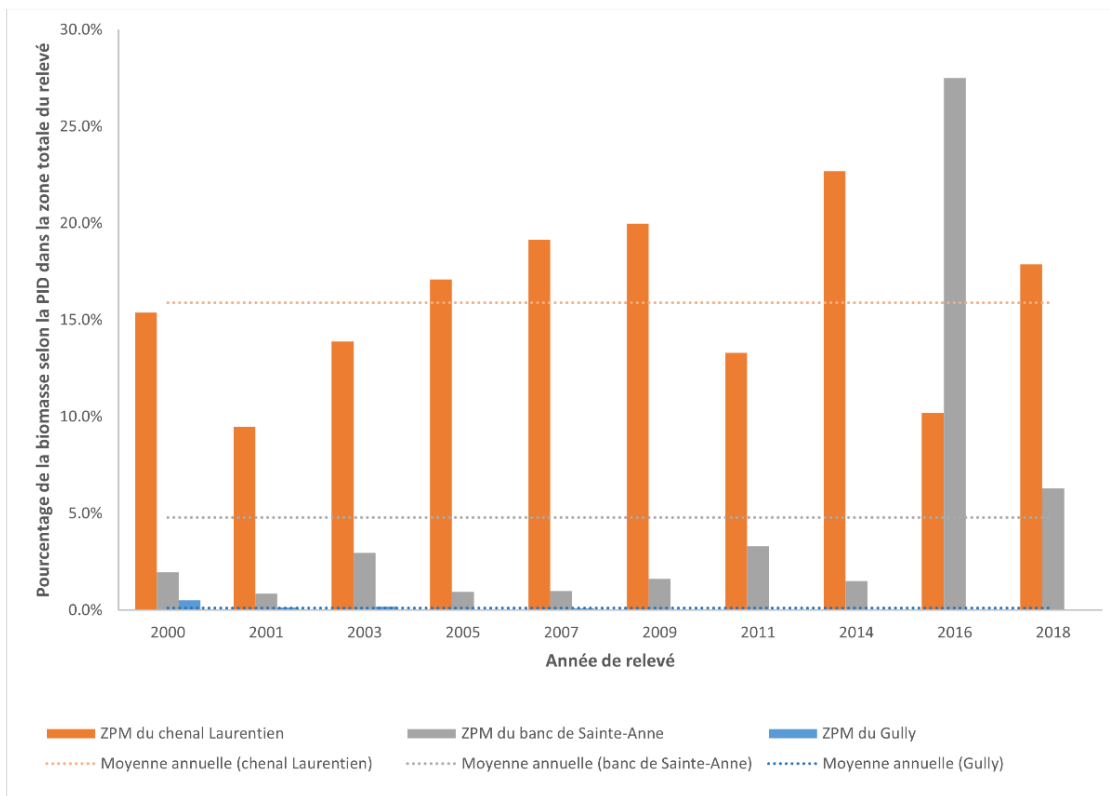


Figure 27. Pourcentages annuels de biomasse provenant du relevé du sébaste de l'unité 2. Les valeurs moyennes annuelles sont présentées sous forme de lignes pointillées pour indiquer les écarts annuels par rapport à la moyenne sur toute la série chronologique des relevés.

Zone de protection marine du chenal Laurentien

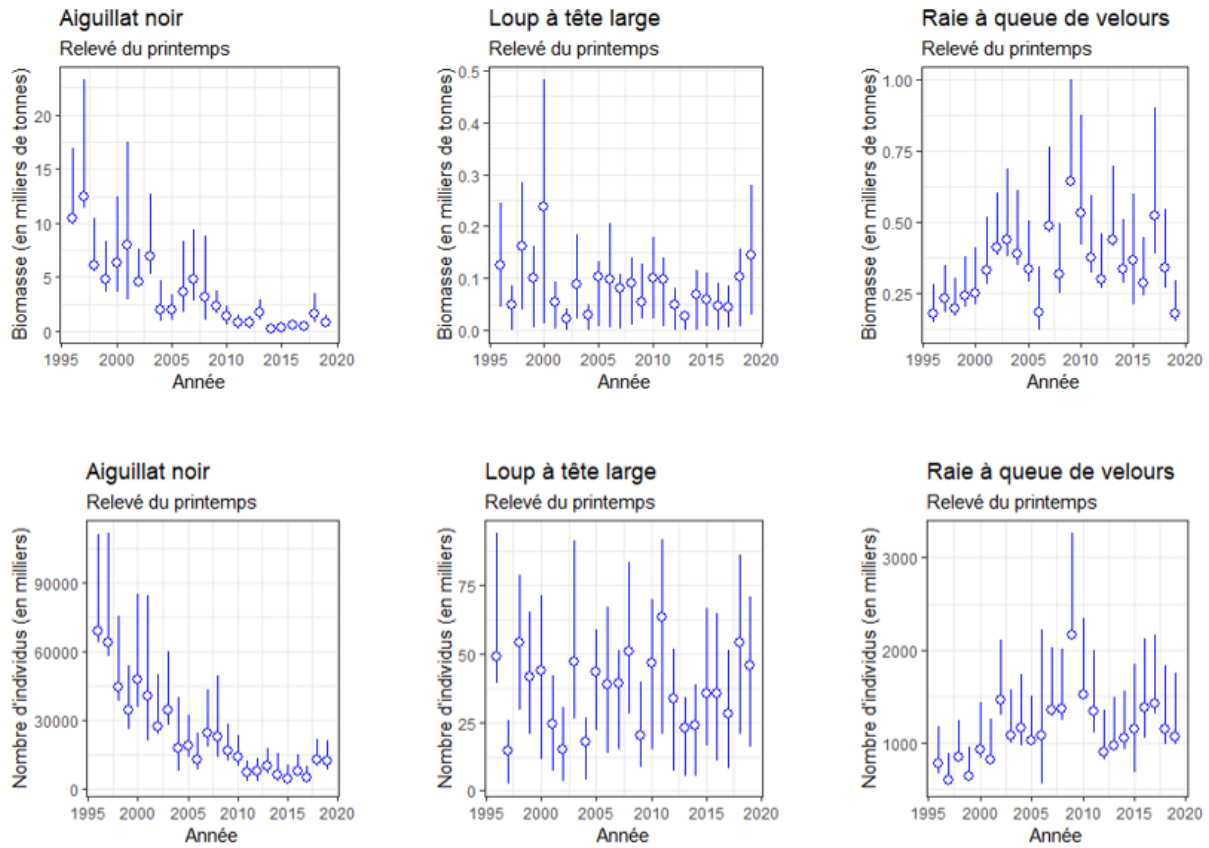


Figure 28. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour l'aiguillat noir, le loup à tête large et la raie à queue de velours dans la ZPM du chenal Laurentien.

Fermeture de l'ensellement Hopedale

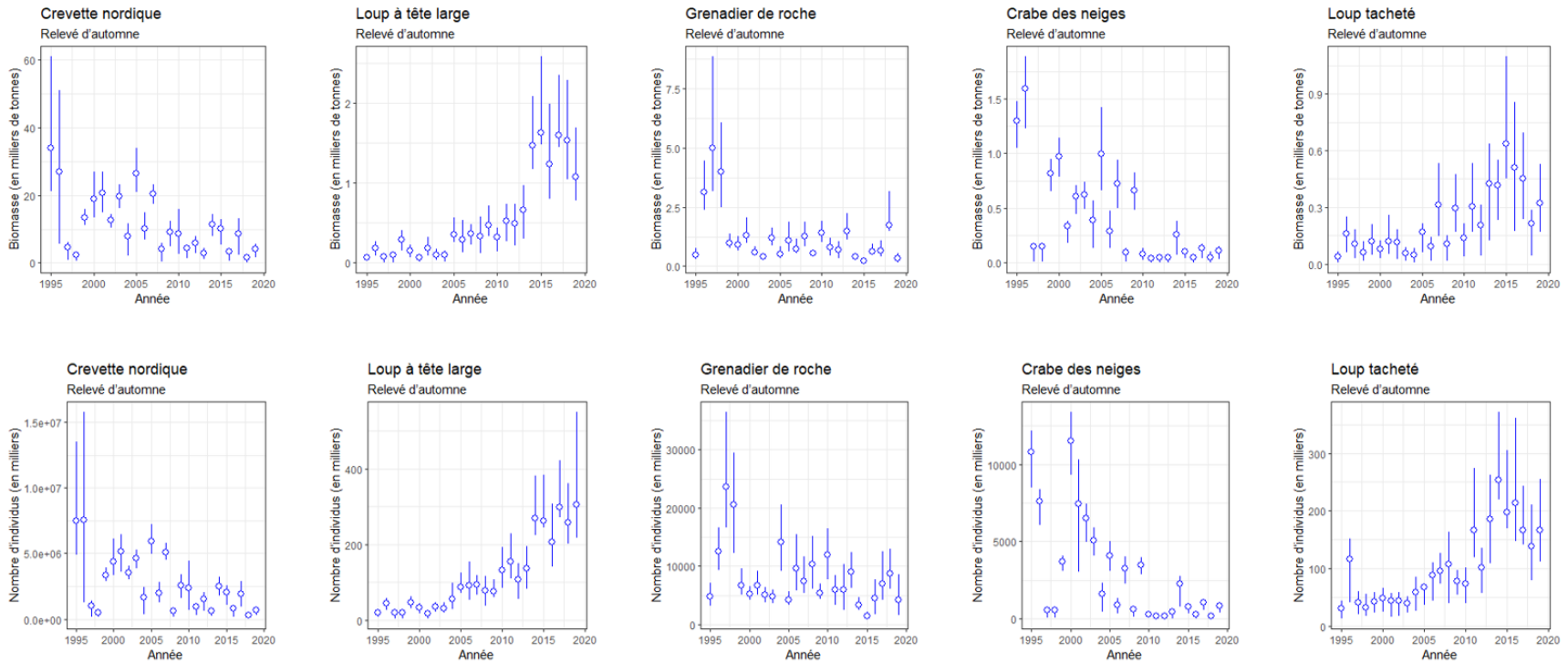


Figure 29. Estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec un IC de 95 % pour la crevette nordique, le loup à tête large, le grenadier de roche, le crabe des neiges et le loup tacheté dans la fermeture de l'ensellement Hopedale.

Fermeture du chenal Hawke

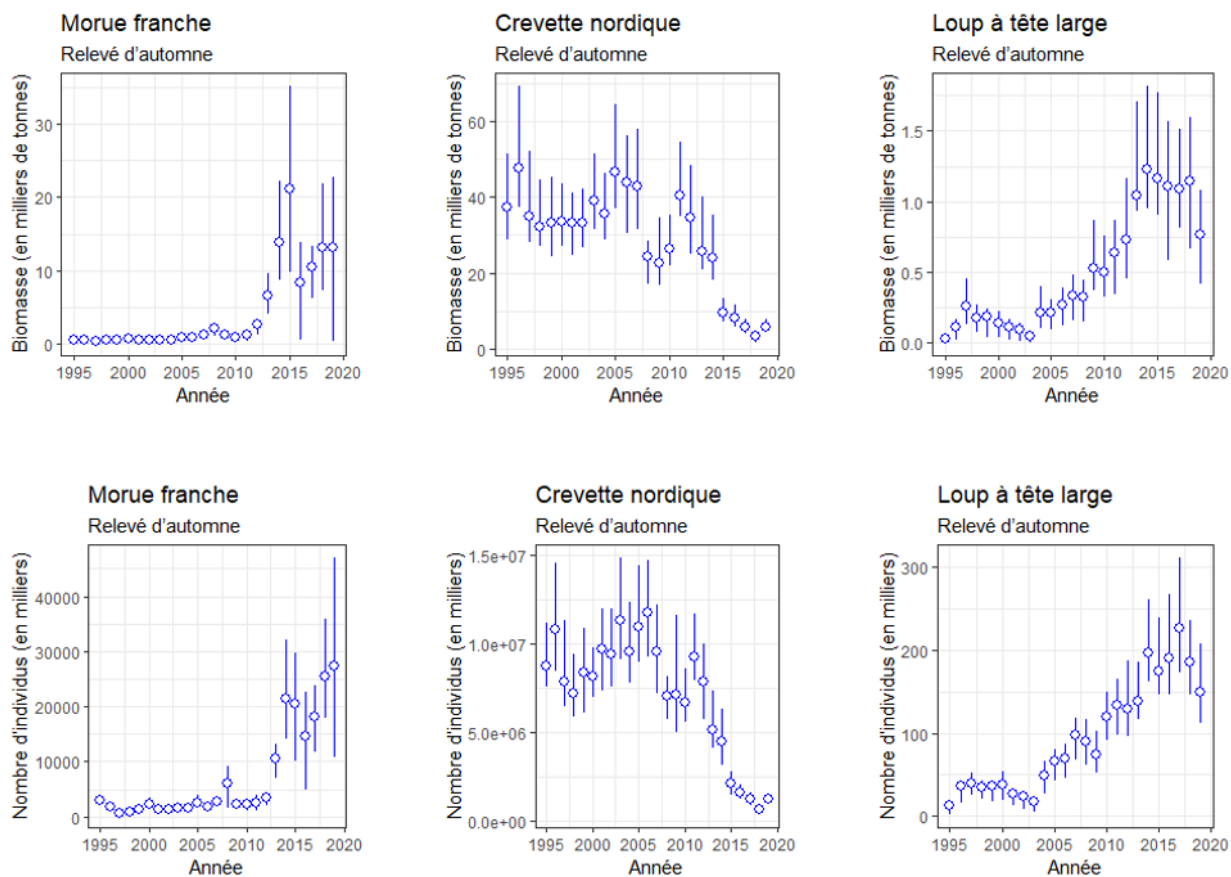


Figure 30. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour la morue franche, la crevette nordique et le loup à tête large dans la fermeture du chenal Hawke.

Fermeture de la fosse de l'île Funk

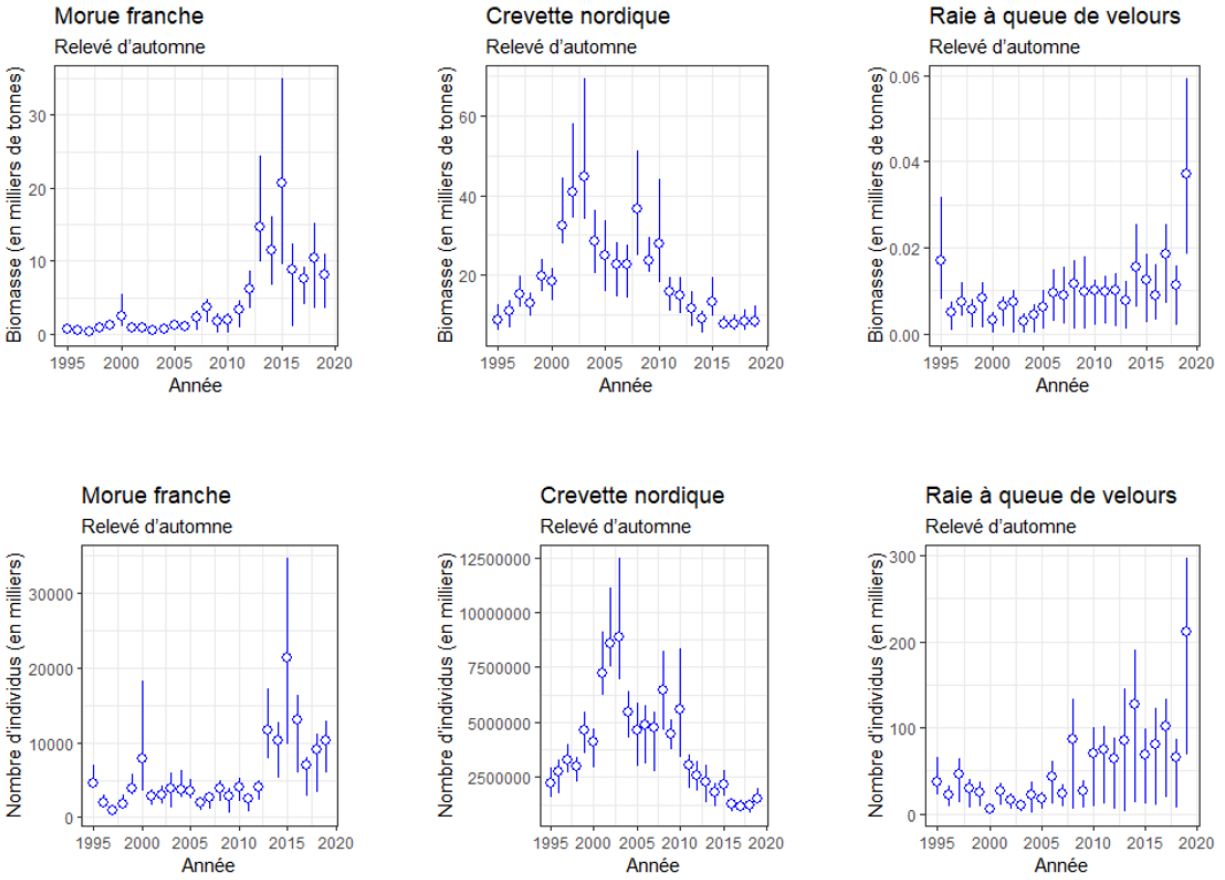


Figure 31. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour la morue franche, la crevette nordique et la raie à queue de velours dans la fermeture de la fosse de l'île Funk.

Zone corallienne fermée 30

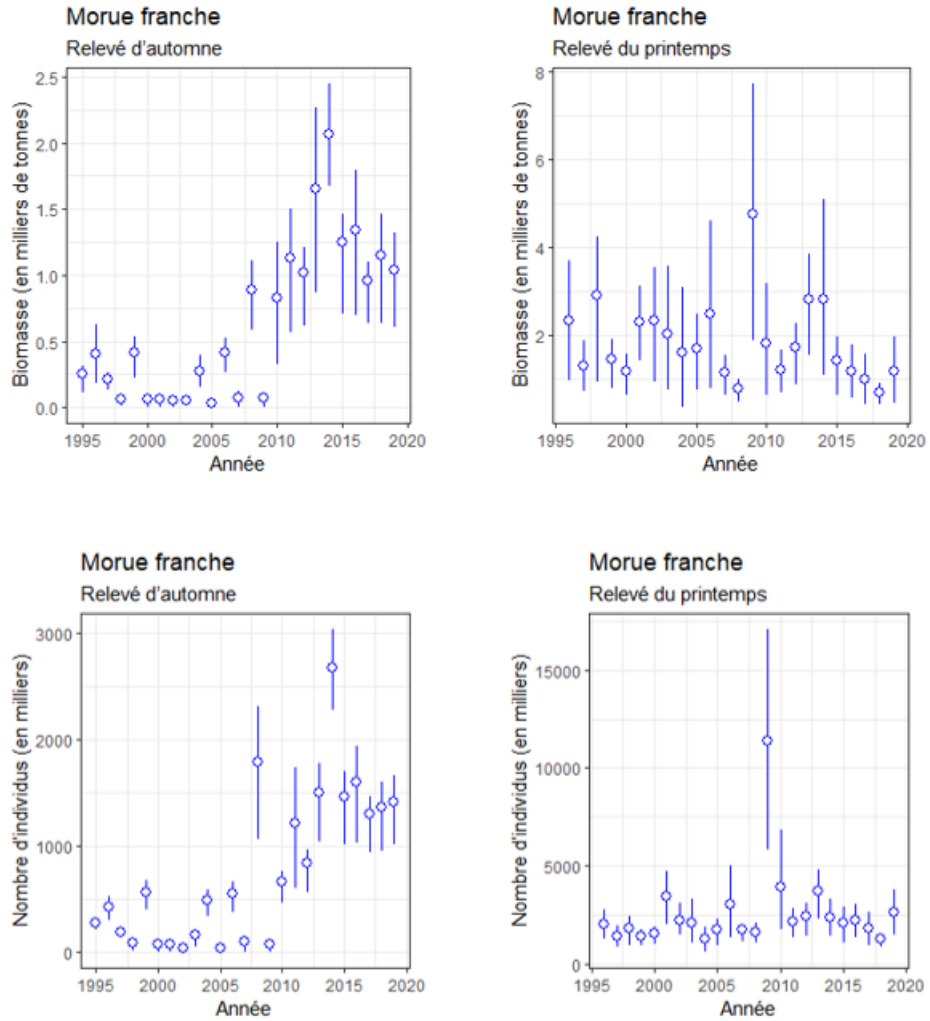


Figure 32. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour la morue franche (relevé d'automne) et la morue franche (relevé du printemps) dans la zone corallienne fermée 30.

Fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve

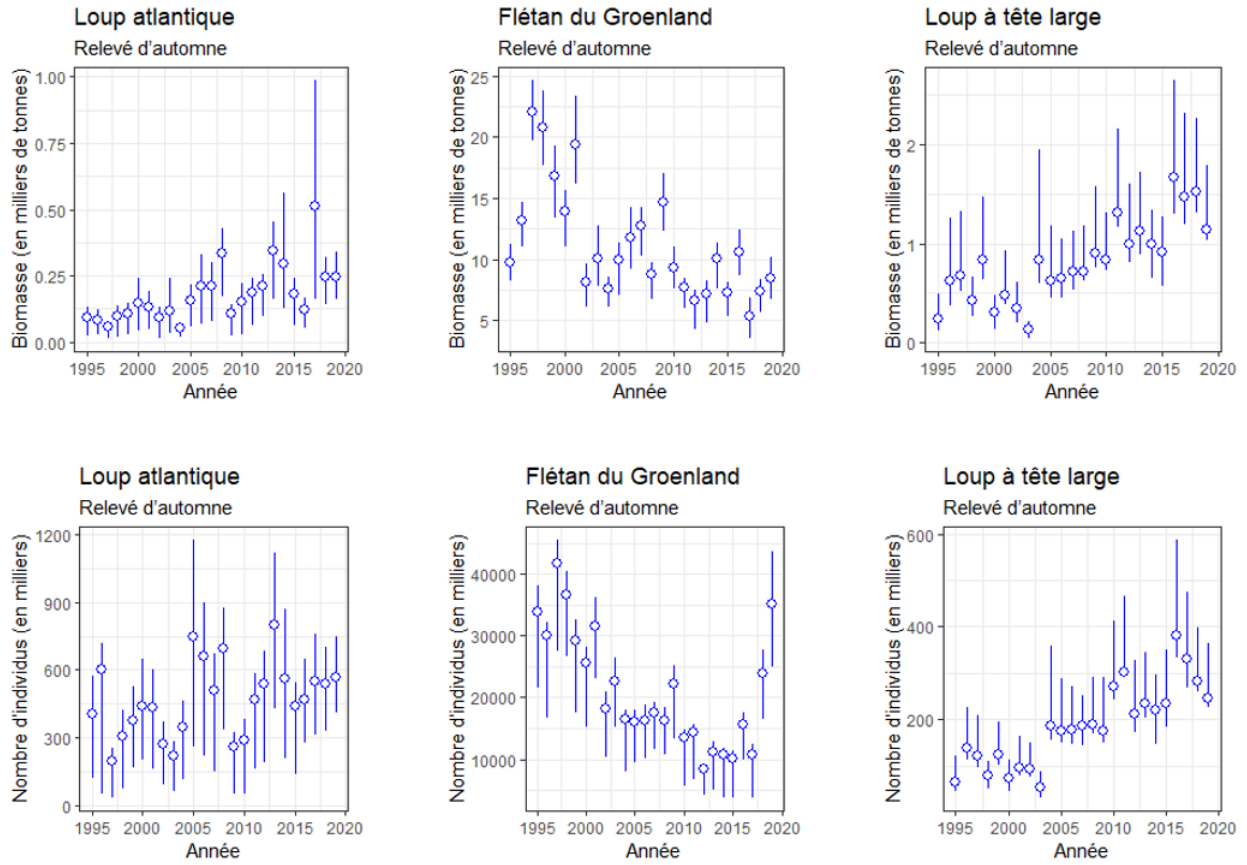


Figure 33. Les estimations de la biomasse (en haut) et de l'abondance (en bas) de l'OgMap avec des IC de 95 % pour le loup atlantique, le flétan du Groenland et le loup à tête large dans la fermeture du talus nord-est de Terre-Neuve.

10. ANNEXE A – LISTE DES ACRONYMES

Acronyme	Définition
CTP	Capteur de conductivité-température-profondeur
DE	Division d'évaluation
EMV	Écosystèmes marins vulnérables
MPO	Pêches et Océans Canada
OPANO	Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
VTG	Véhicule téléguidé
ZBI	Zone benthique importante
ZEE	Zone économique exclusive
ZGC	Zone de gestion du crabe
ZIEB	Zone d'importance écologique et biologique
ZPC	Zone de pêche à la crevette
ZPM	Zone de protection marine
ZRO	Zone réglementée par l'OPANO

11. ANNEXE B – PARCELLES D'ÉCOSYSTÈMES

2H_Automne

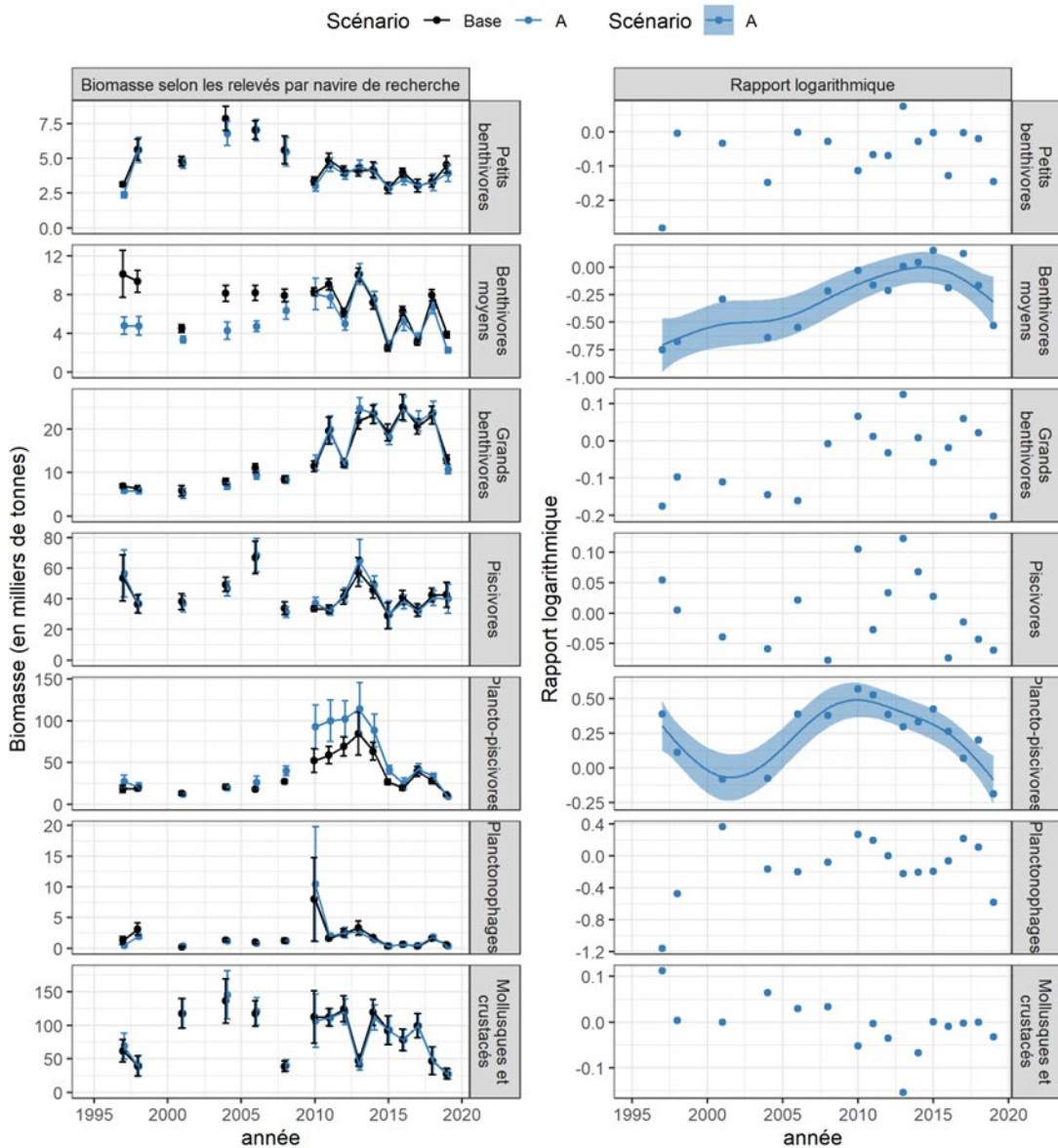


Figure B1. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de biomasse des relevés par navire de recherche d'automne dans la zone 2H en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1997 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de la biomasse des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

2H_Automne

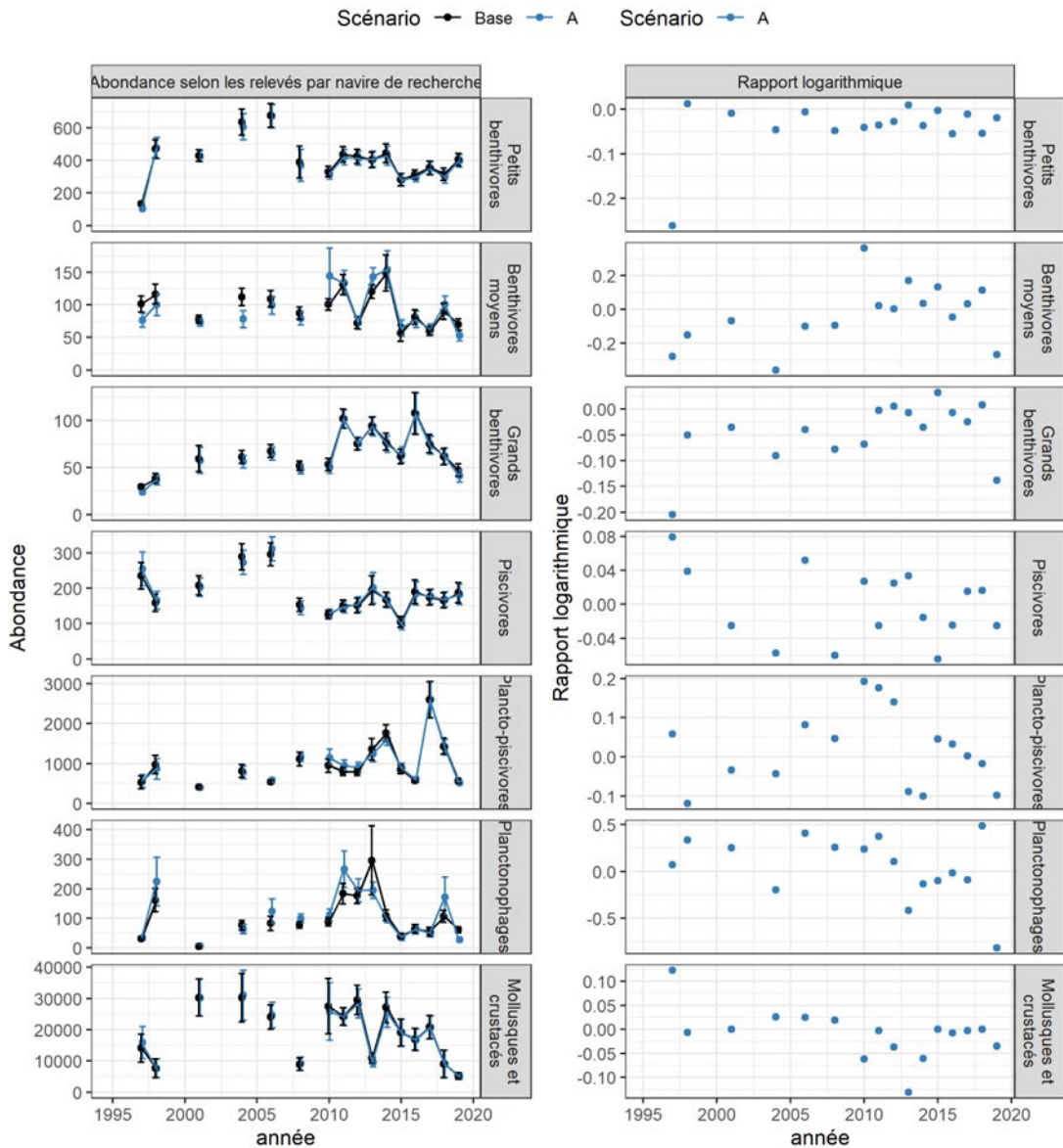


Figure B2. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de l'abondance des relevés par navire de recherche d'automne dans la zone 2H en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1997 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de l'abondance des relevés par navire de recherche, y compris toutes les cales (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

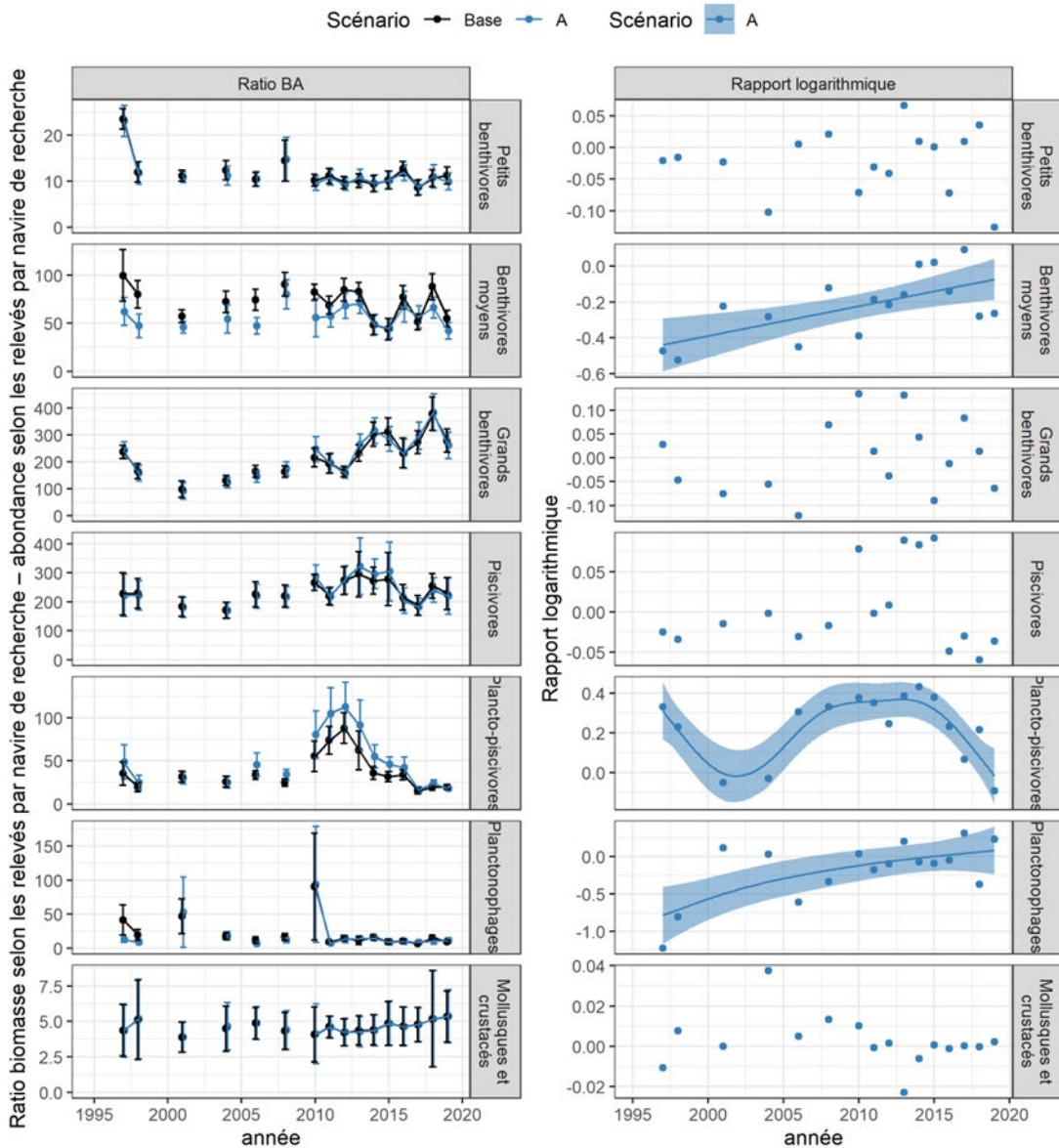


Figure B3. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice du ratio BA des relevés par navire de recherche d'automne dans la zone 2H en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1997 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices du ratio BA des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (\log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

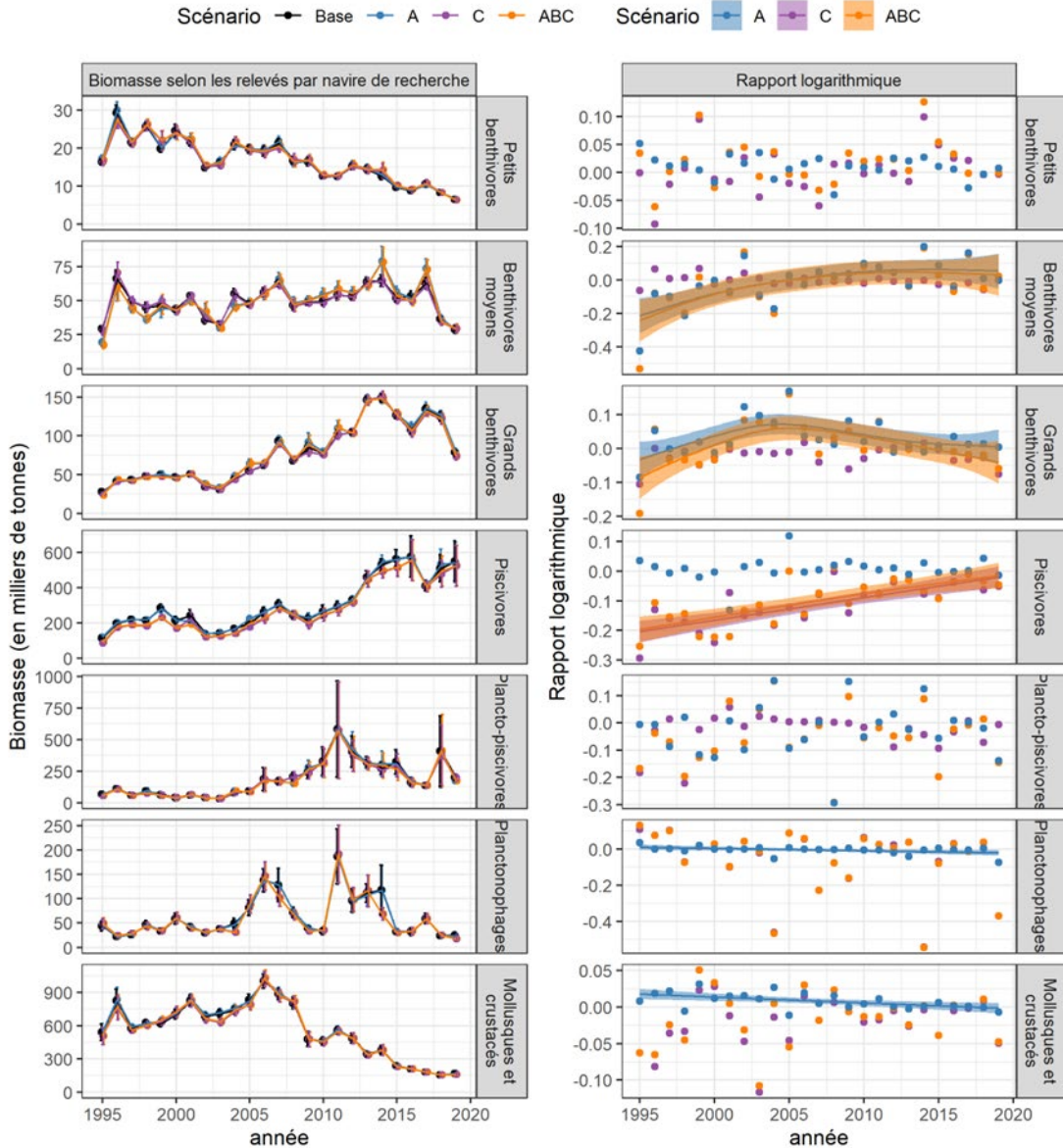


Figure B4. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de la biomasse des relevés par navire de recherche d'automne dans la division 2J3K lorsqu'on exclut l'activité des relevés par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A), des fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond et de la combinaison des deux (ABC) dans cinq groupes fonctionnels de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de biomasse de la biomasse des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario : les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu), les fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond et la combinaison des deux (ABC, orange) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

2J3K_Automne

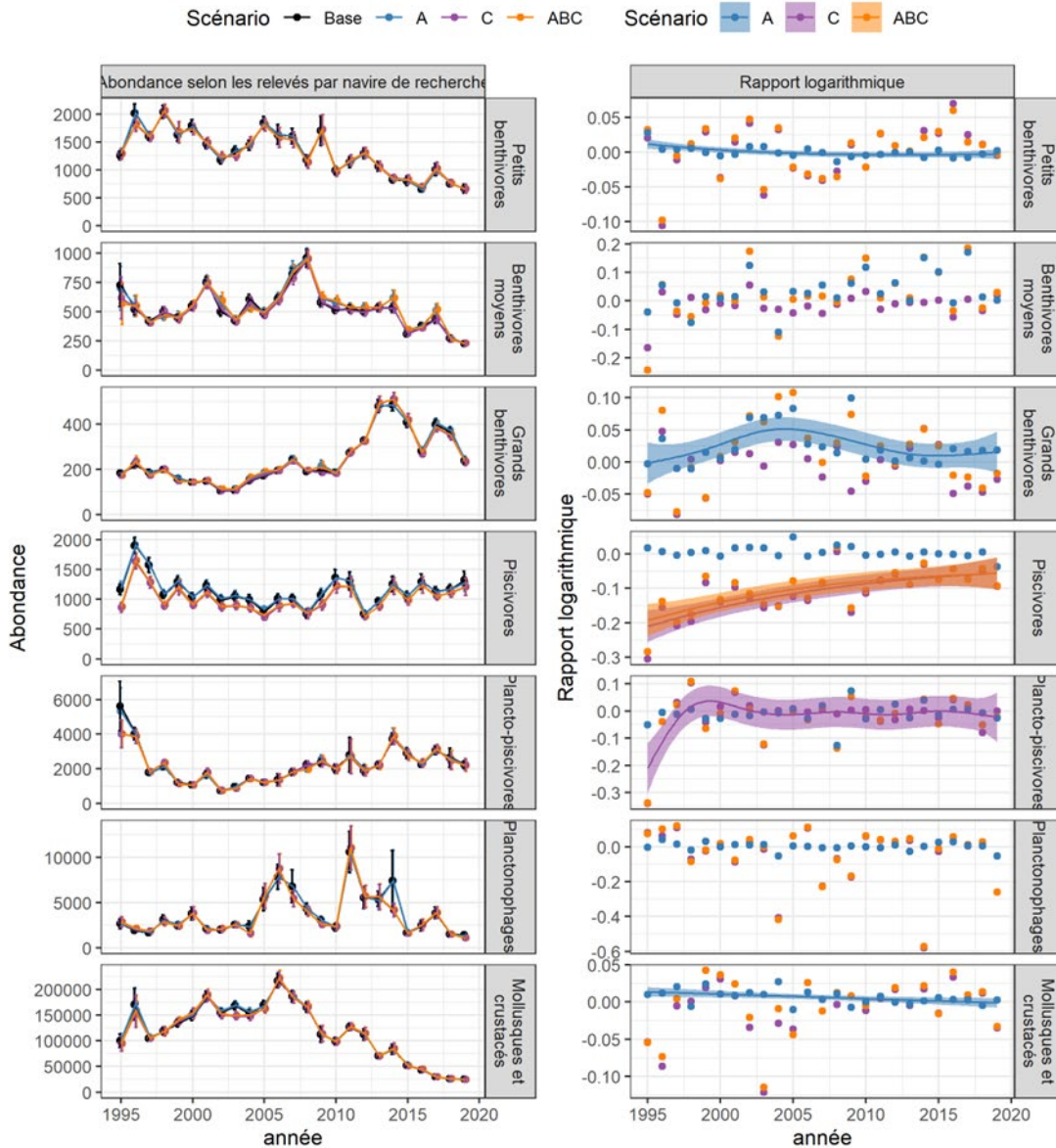


Figure B5. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de l'abondance des relevés par navire de recherche d'automne dans la division 2J3K lorsqu'on exclut l'activité des relevés par navire de recherche dans les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A), dans les fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond et dans la combinaison des deux (ABC) dans cinq groupes fonctionnels de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de l'abondance des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario : les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu), les fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond et la combinaison des deux (ABC, orange) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

2J3K_Automne

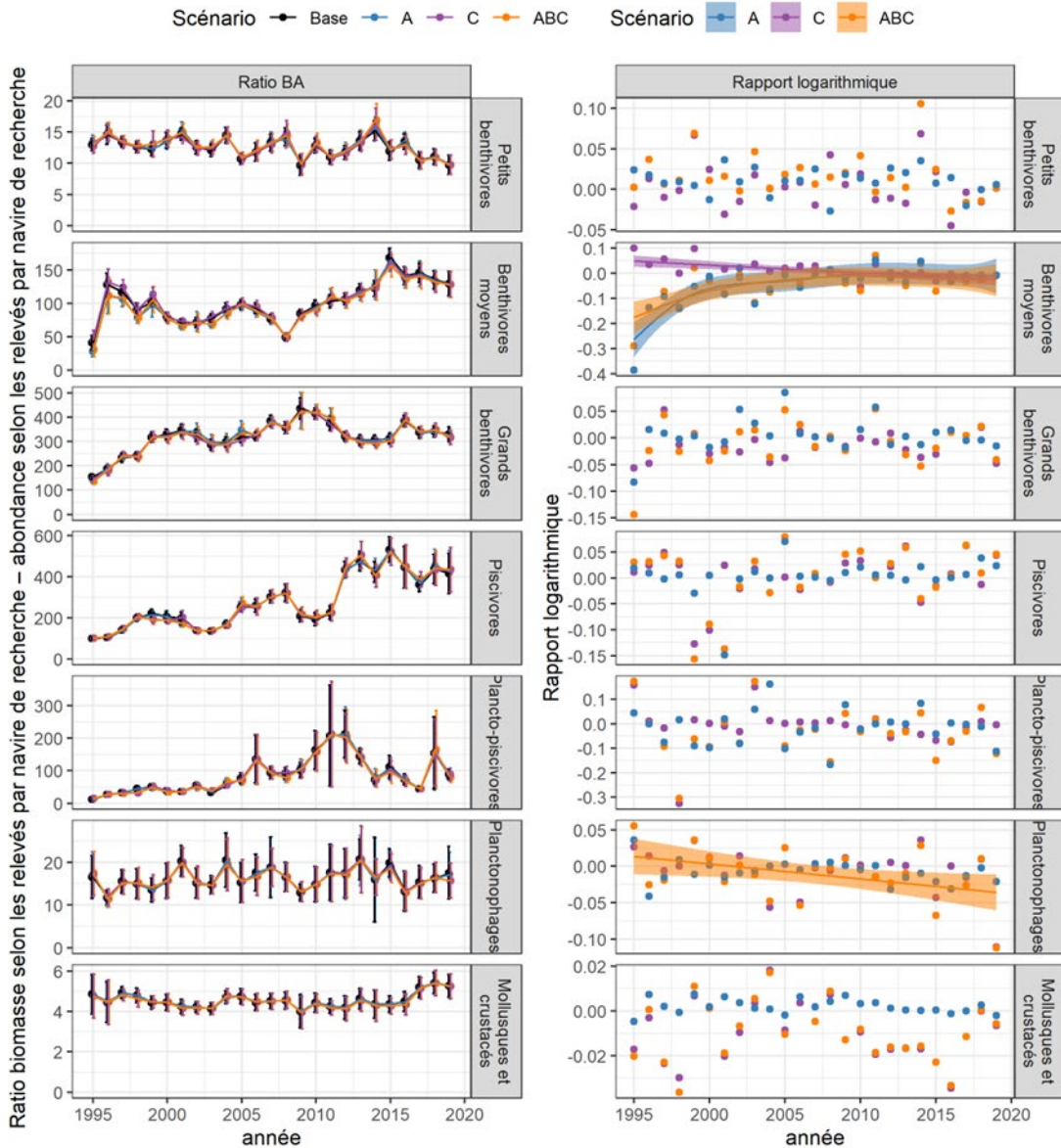


Figure B6. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice du ratio BA d'automne dans la division 2J3K lorsqu'on exclut l'activité des relevés par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A), des fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond et de la combinaison des deux (ABC) dans cinq groupes fonctionnels de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices du ratio BA, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario : les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu), les fermetures visant à protéger l'habitat de reproduction du poisson de fond et la combinaison des deux (ABC, orange) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice exclu les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3LNO_Automne

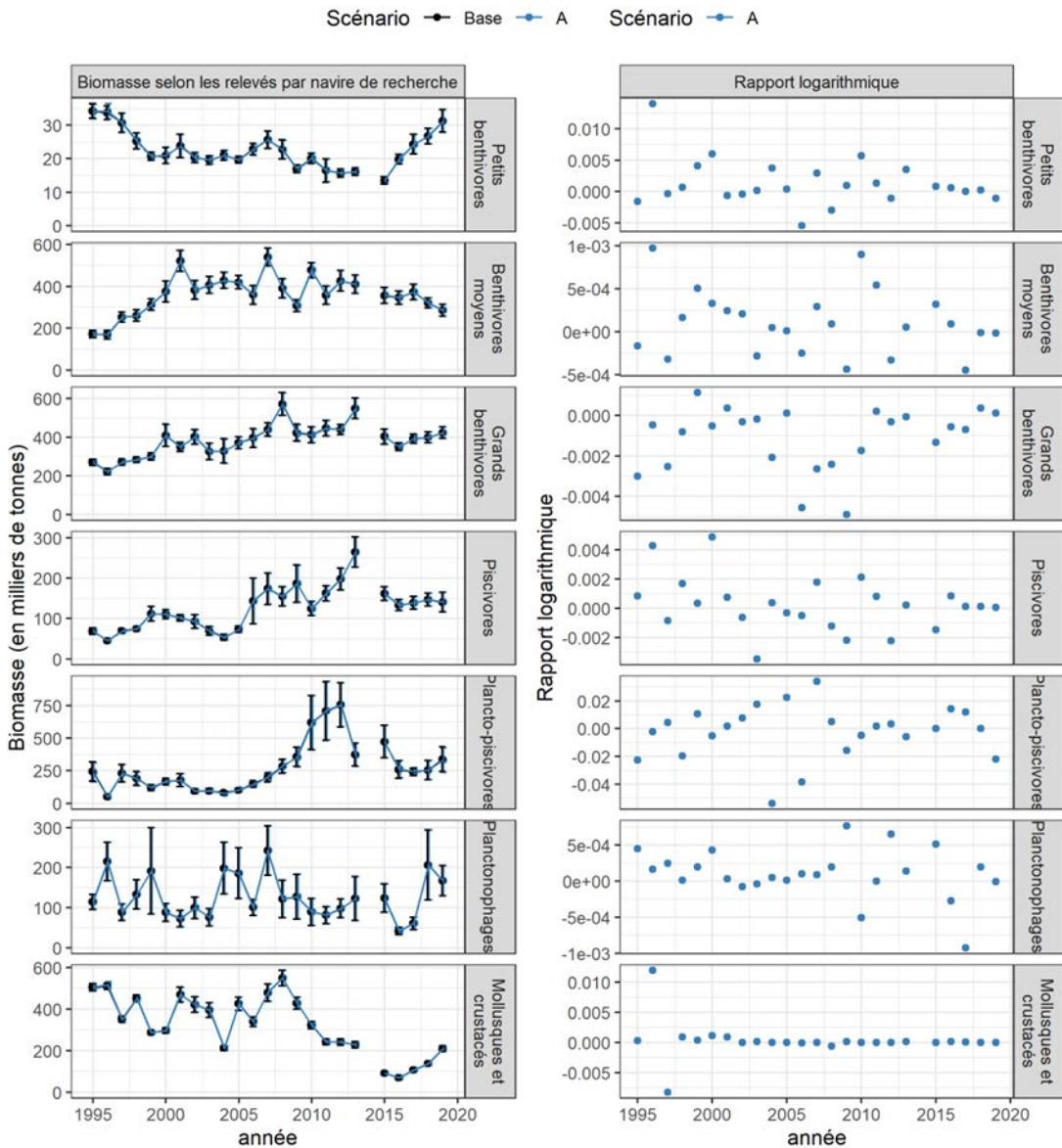


Figure B7. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de biomasse des relevés par navire de recherche d'automne dans la division 3LNO en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de la biomasse des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3LNO_Automne

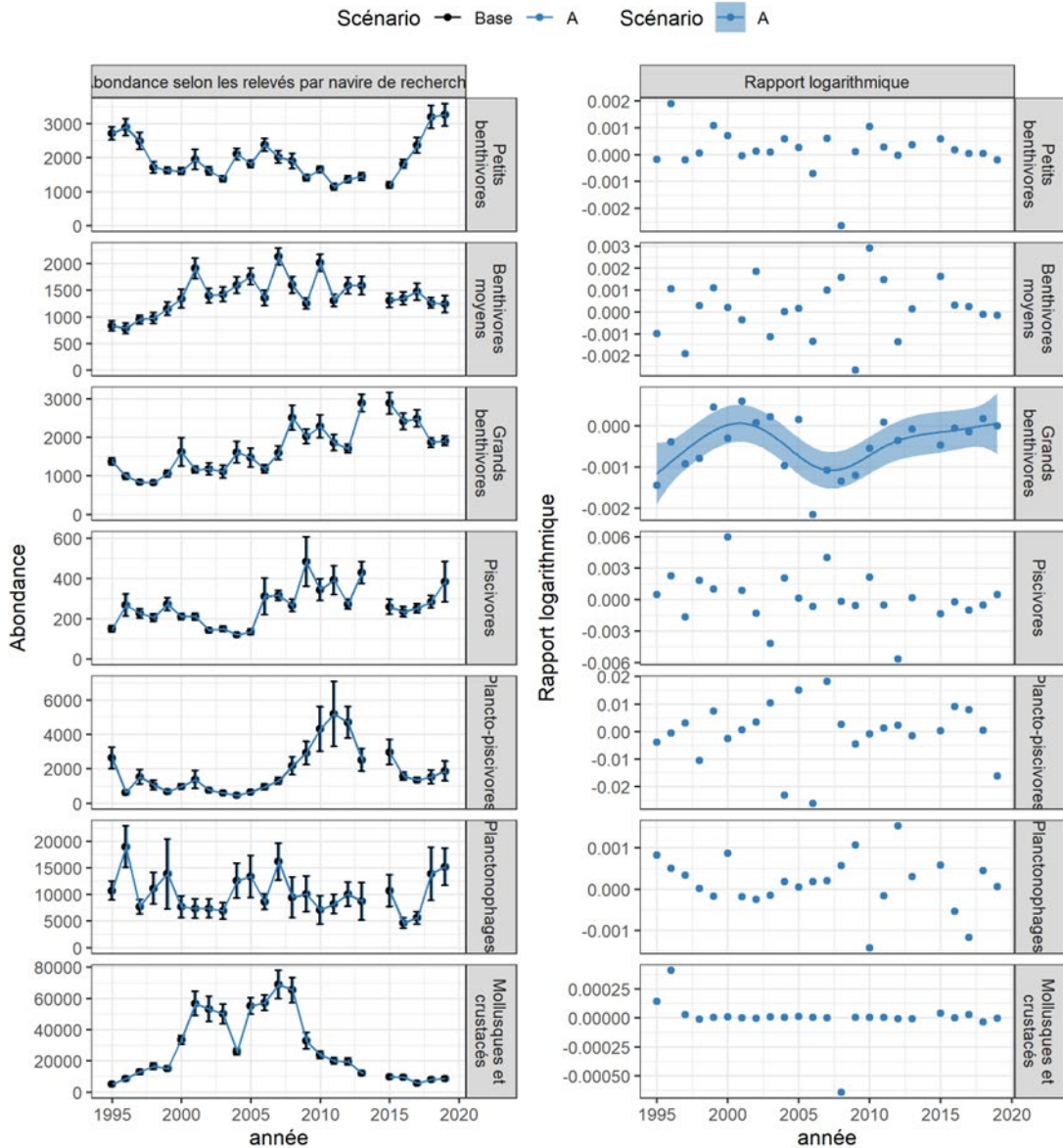


Figure B8. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de l'abondance des relevés par navire de recherche d'automne dans la division 3LNO en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de l'abondance des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3LNO_Automne

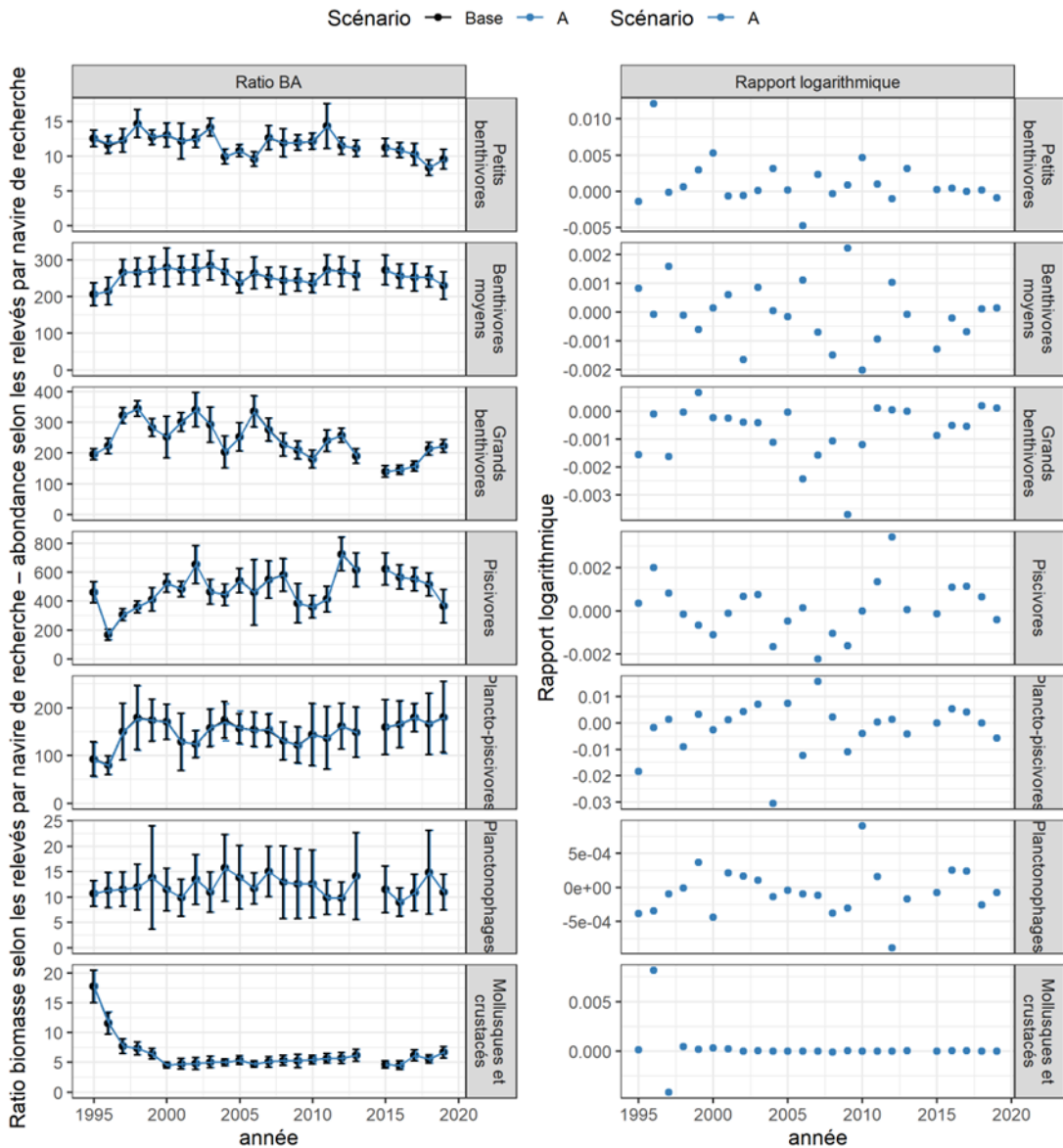


Figure B9. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice du ratio BA des relevés par navire de recherche d'automne dans la division 3LNO en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1995 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices du ratio BA des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3LNO_Printemps

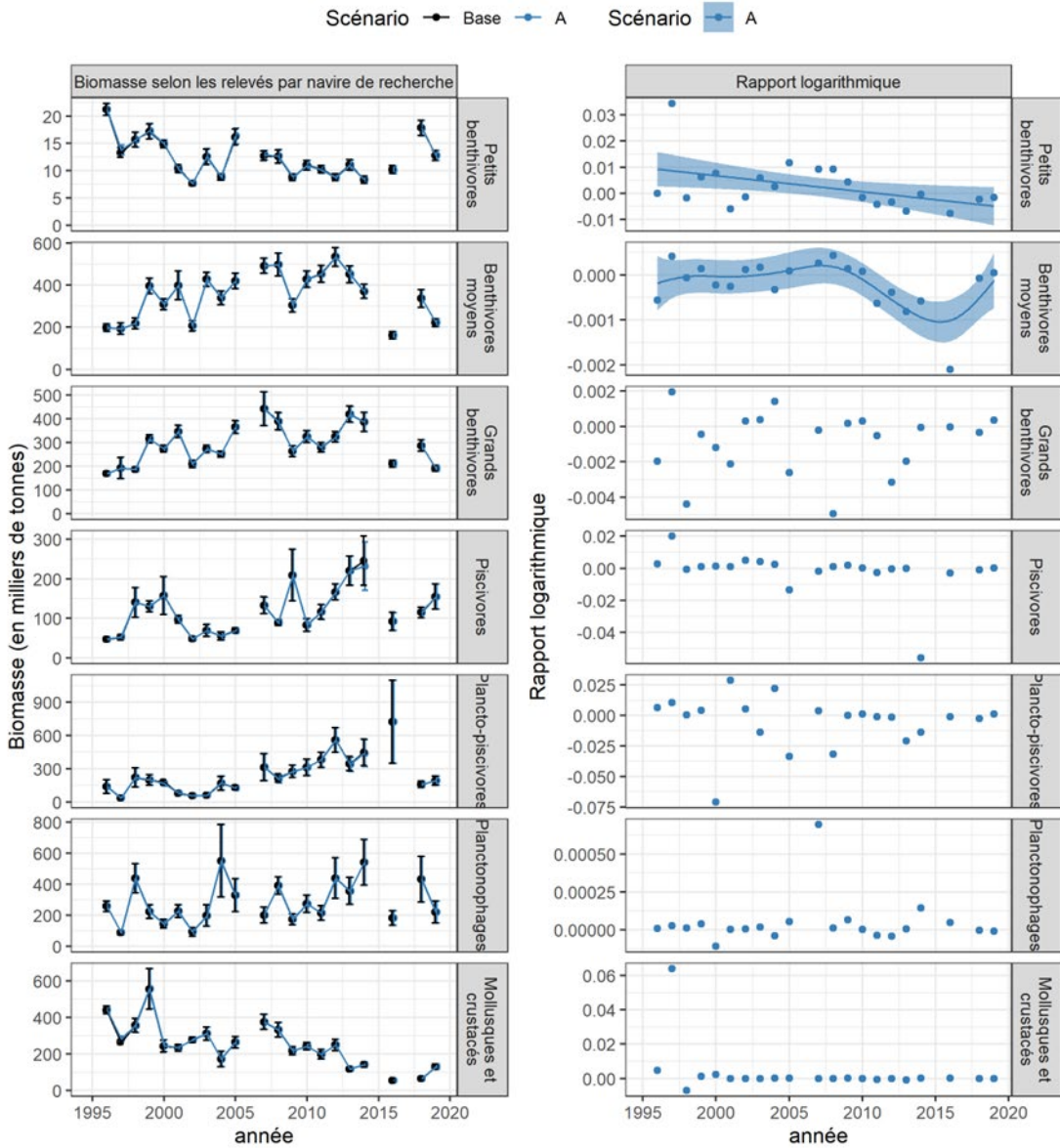


Figure B10. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de biomasse des relevés par navire de recherche de printemps dans la division 3LNO en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1996 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de la biomasse des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (\log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3LNO_Printemps

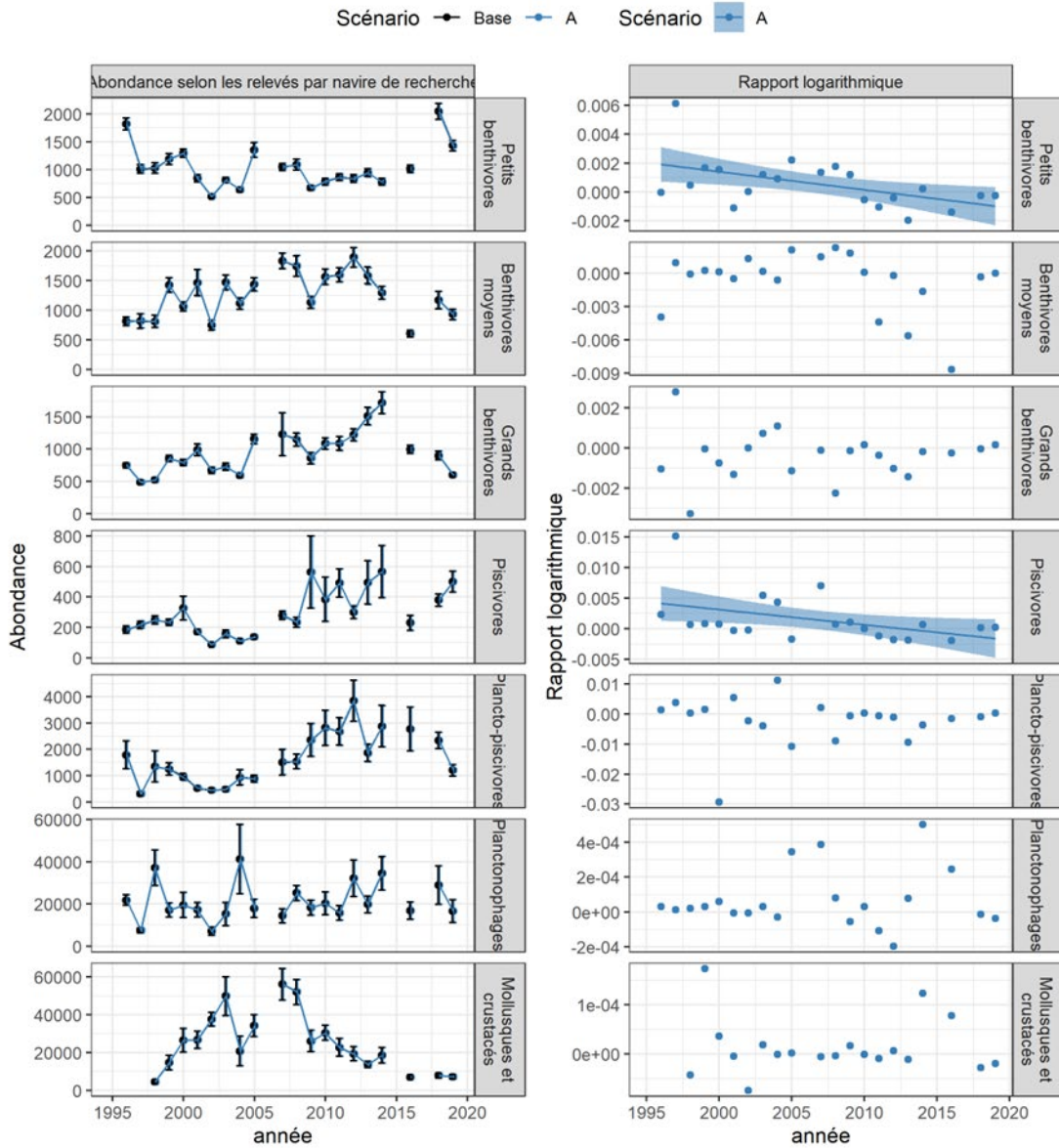


Figure B11. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de l'abondance des relevés par navire de recherche de printemps dans la division 3LNO en excluant l'activité de relevé par navire de recherche des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1996 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de l'abondance des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (\log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3LNO_Printemps

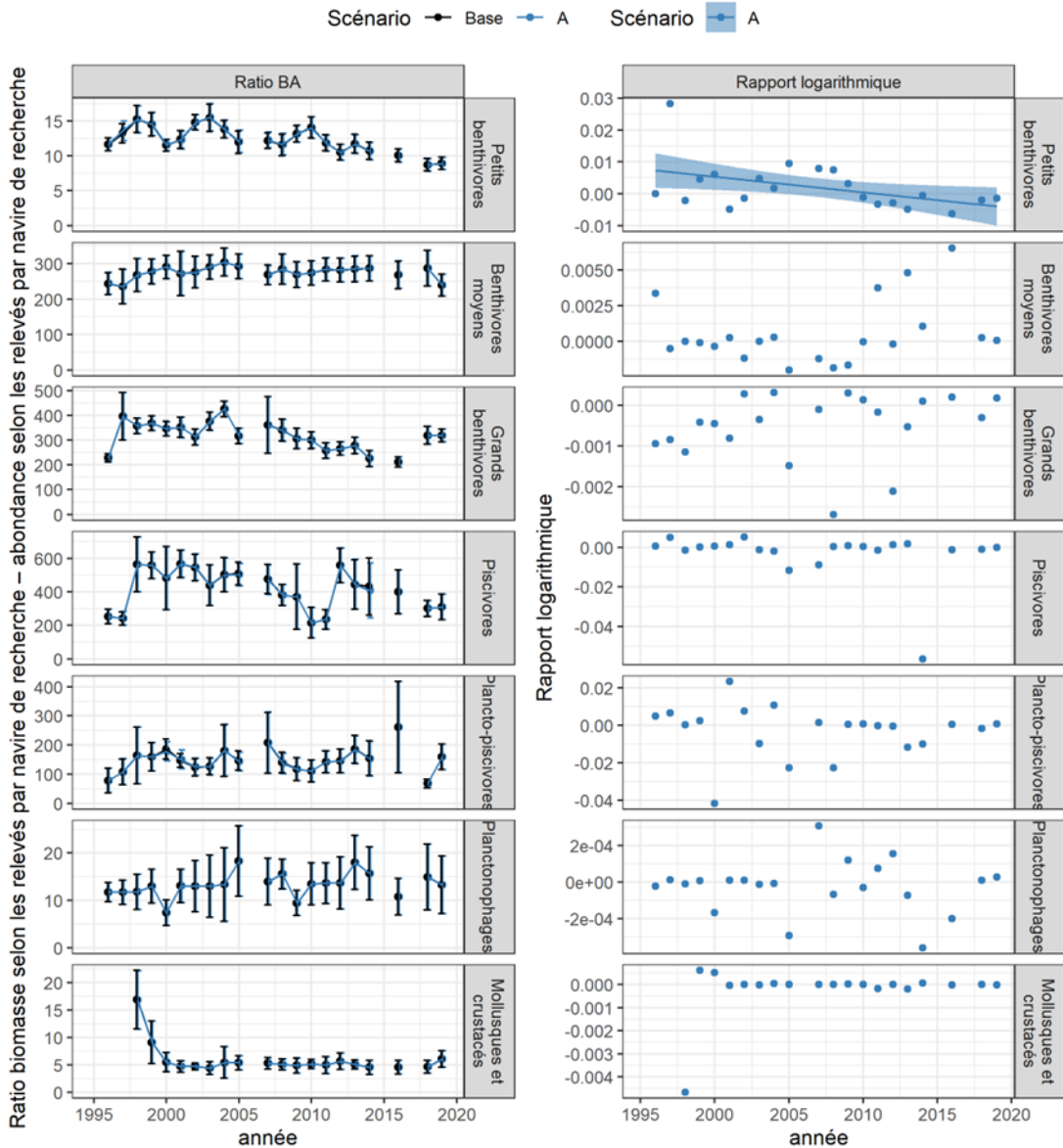


Figure B12. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice du ratio BA dans la division 3LNO (printemps) en excluant l'activité des relevés par navire de recherche dans les fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A) dans l'ensemble du groupe fonctionnel de poissons de 1996 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices du ratio BA, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans chaque scénario incluant des fermetures pour la conservation des coraux et des éponges (A, bleu) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3Ps_Printemps

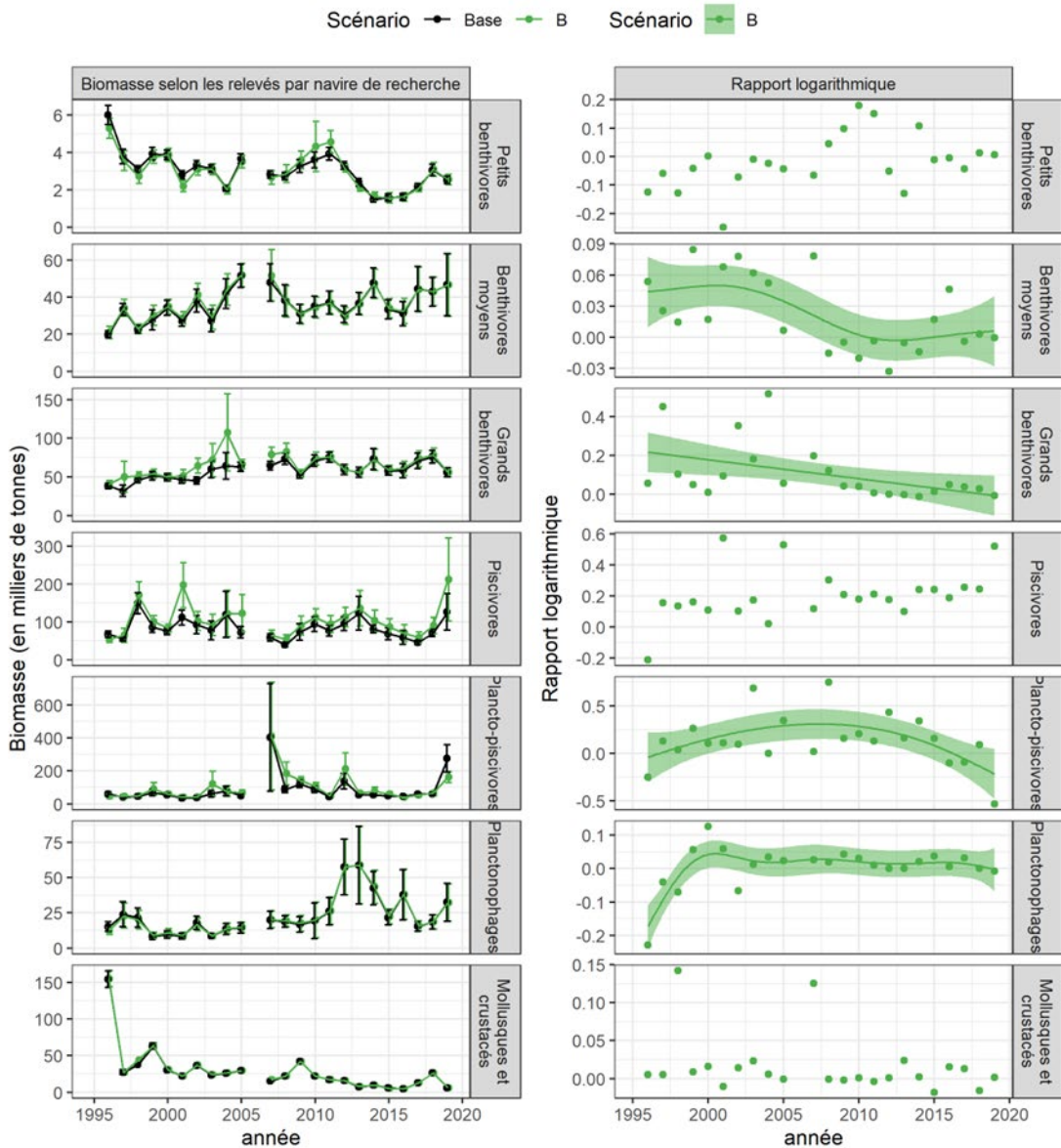


Figure B13. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de la biomasse selon les relevés par navire de recherche dans la sous-division 3Ps (printemps) en excluant l'activité des relevés par navire de recherche dans les fermetures pour la conservation des pennatules (B) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1996 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de la biomasse des relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans le scénario incluant la fermeture pour la conservation des pennatules (B, vert) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3Ps_Printemps

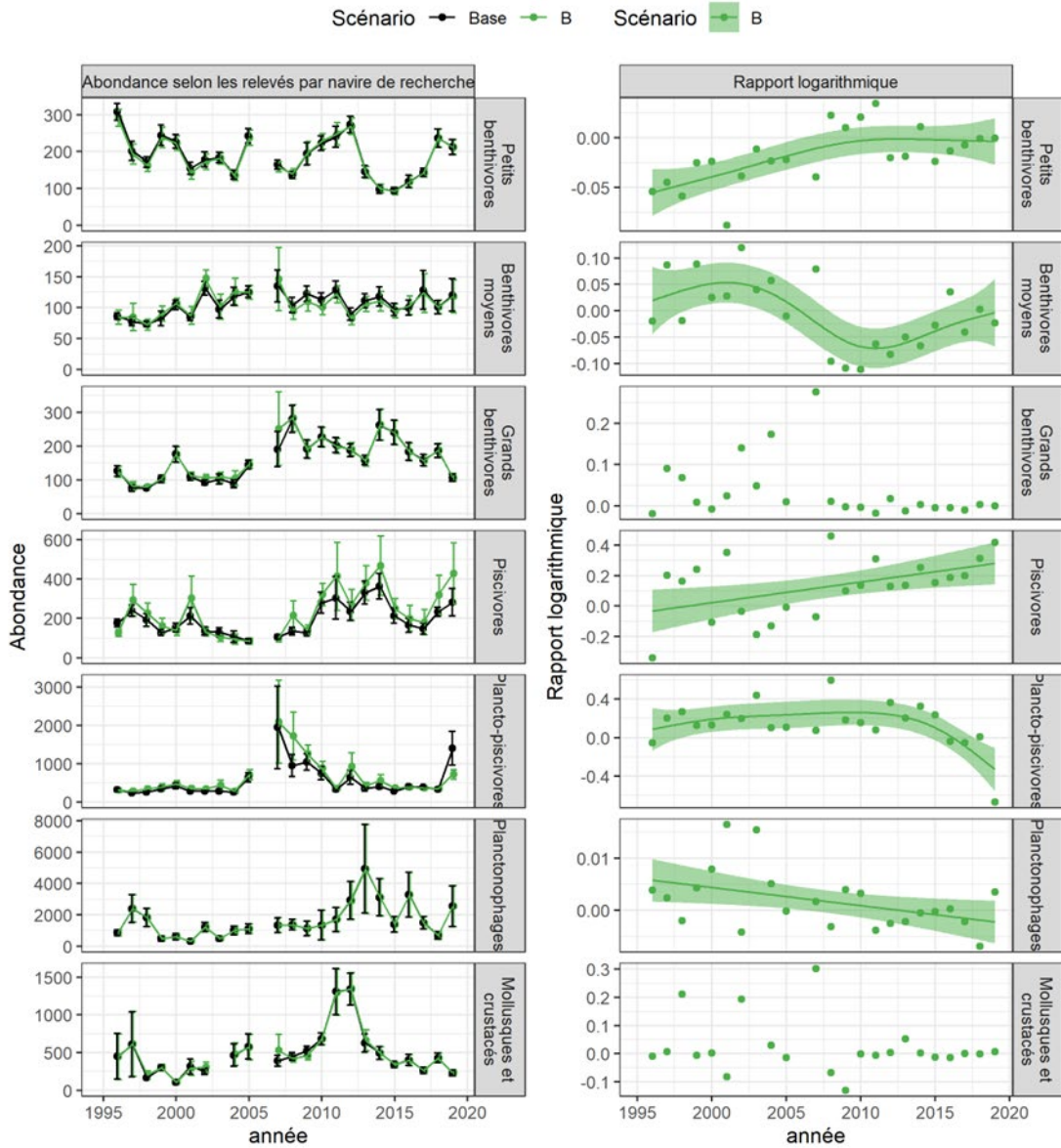


Figure B14. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice de l'abondance selon les relevés par navire de recherche dans la sous-division 3Ps (printemps) en excluant l'activité des relevés par navire de recherche dans les fermetures pour la conservation des pennatules (B) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1996 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices de l'abondance selon les relevés par navire de recherche, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans le scénario incluant la fermeture pour la conservation des pennatules (B, vert) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

3Ps_Printemps

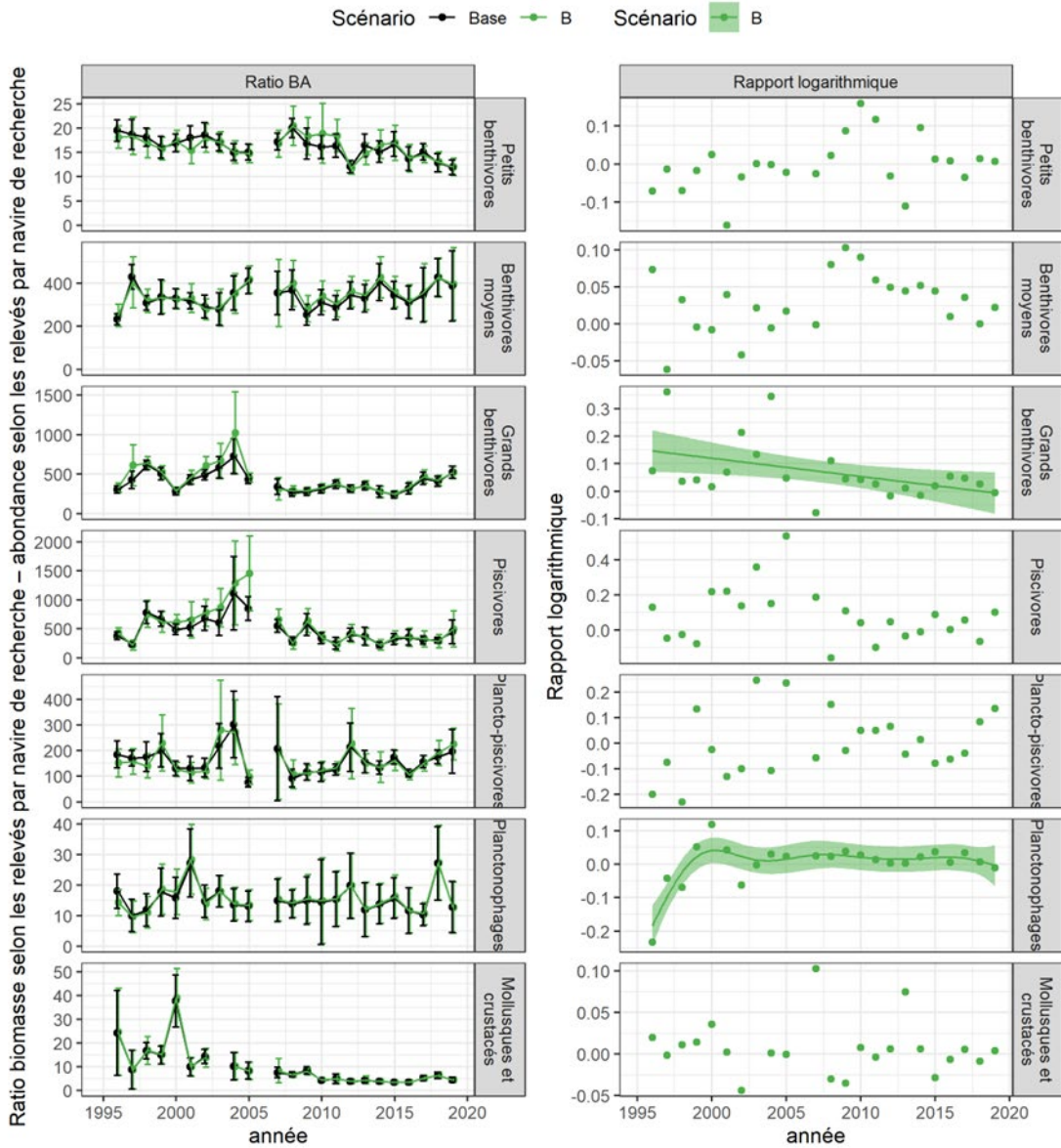
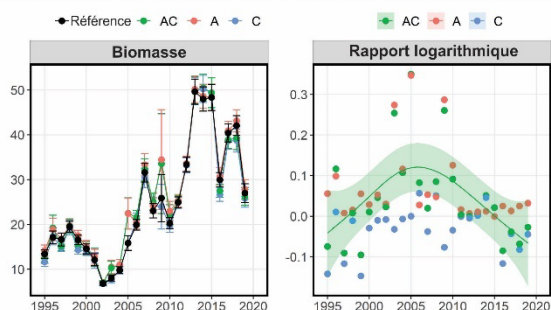


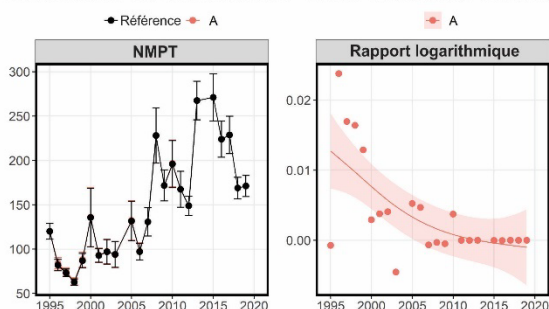
Figure B15. Résumé de l'incidence potentielle sur l'indice du ratio BA dans la sous-division 3Ps (printemps) en excluant l'activité des relevés par navire de recherche dans les fermetures pour la conservation des pennatules (B) dans l'ensemble du groupe fonctionnel des poissons de 1996 à 2019. Les parcelles à gauche représentent des séries chronologiques d'indices du ratio BA, y compris toutes les calées (référence, points noirs) et excluant les calées dans le scénario incluant la fermeture pour la conservation des pennatules (B, vert) avec un ET. Les parcelles à droite représentent le biais relatif, le rapport logarithmique (log de l'indice excluant les calées par rapport à la référence), où les points sont des valeurs de données et la ligne et le ruban sont le lissage et l'ET d'un MAG lorsque l'année était statistiquement significative. Chaque rangée représente un groupe fonctionnel de poissons.

12. ANNEXE C – PARCELLES DE POISSONS DÉMERSAUX

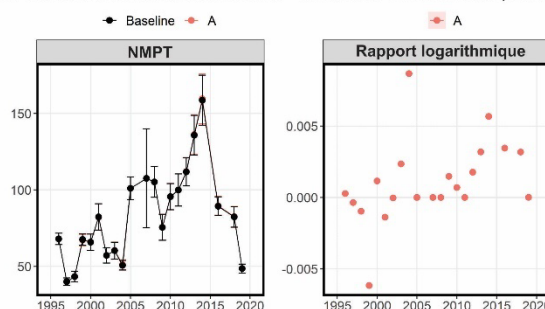
Plie canadienne des divisions 2J3KL - Relevé de recherche d'automne



Plie canadienne des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne



Plie canadienne des divisions 3LNO - Relevé de recherche du printemps



Plie canadienne des divisions 3Ps - Relevé de recherche du printemps

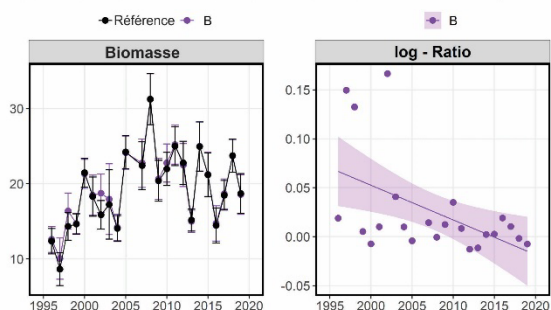
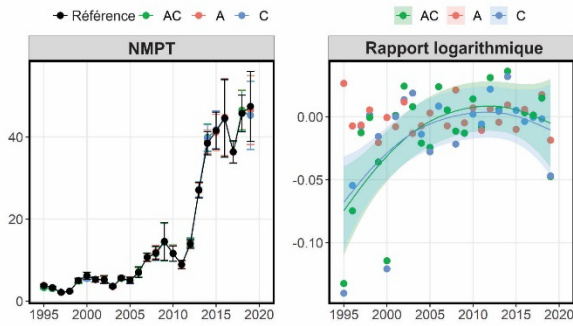
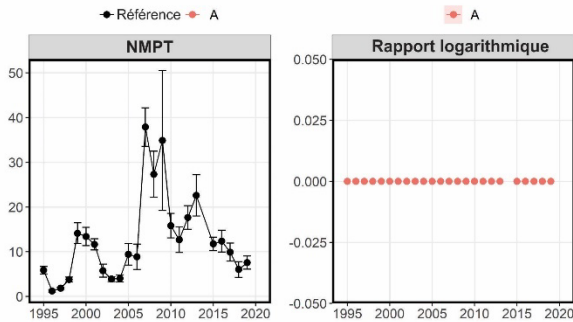


Figure C1. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Plie canadienne (divisions 2J3K, divisions 3LNO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

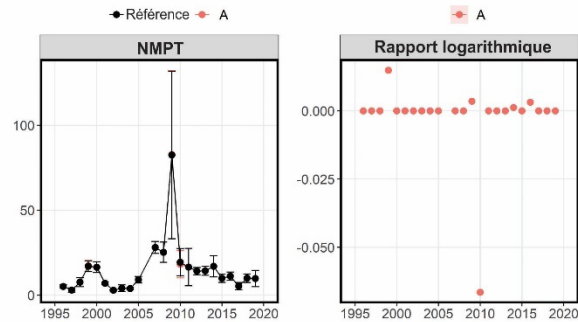
Morue franche des divisions 2J3KL - Relevé de recherche d'automne



Morue franche des divisions 3NO - Relevé de recherche d'automne



Morue franche des divisions 3NO - Relevé de recherche du printemps



Morue franche des divisions 3Ps - Relevé de recherche du printemps

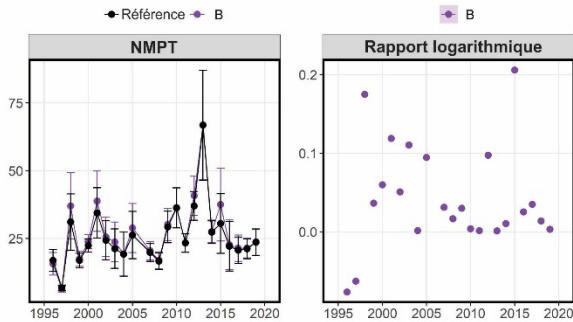
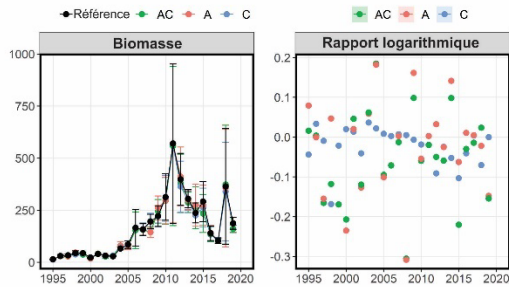
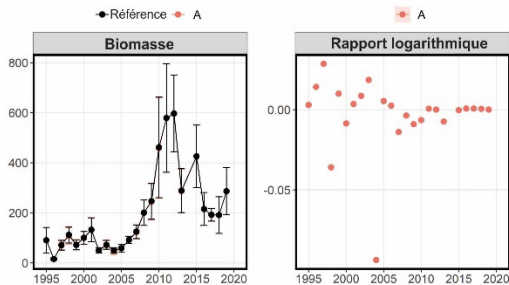


Figure C2. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Morue franche (divisions 2J3KL, divisions 3NO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

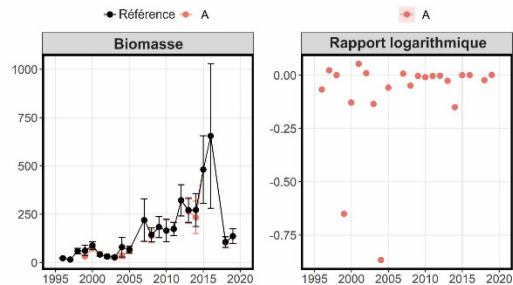
Sebaste atlantique des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne



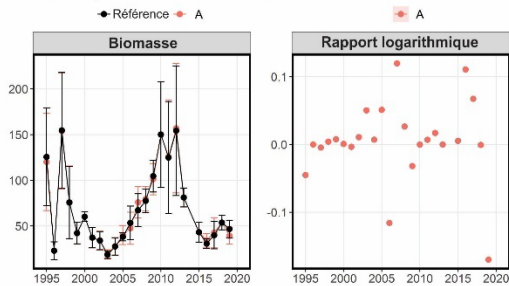
Sebaste atlantique des divisions 3LN - Relevé de recherche d'automne



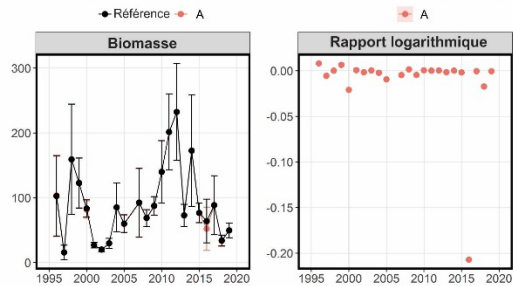
Sebaste atlantique des divisions 3LN - Relevé de recherche du printemps



Sebaste atlantique des division 3O - Relevé de recherche d'automne



Sebaste atlantique des division 3O - Relevé de recherche du printemps



Sebaste atlantique des division 3Ps - Relevé de recherche du printemps

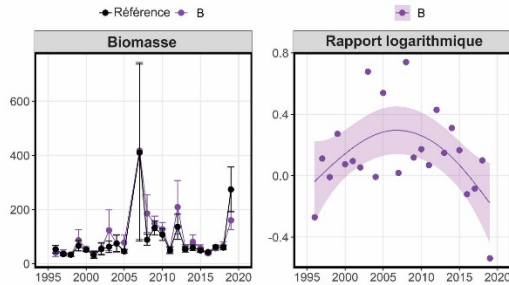
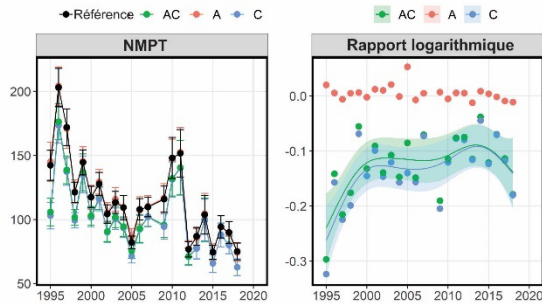
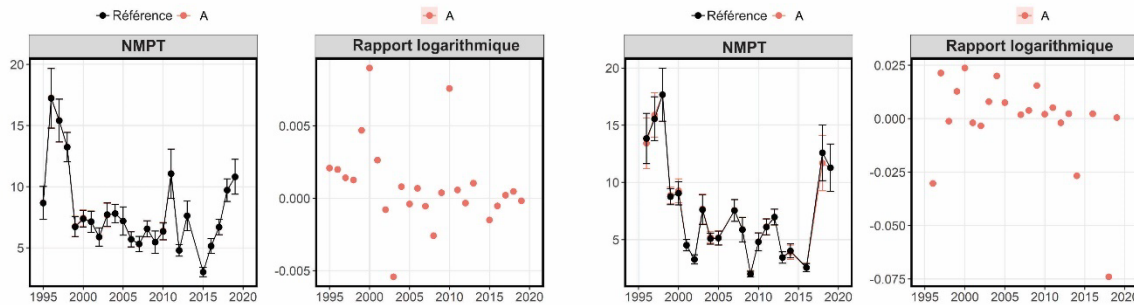


Figure C3. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Sébaste (divisions 2J3K, divisions 3LN, division 3O, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c. à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Flétan du Groenland des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne



Flétan du Groenland des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne Flétan du Groenland des divisions 3LNO - Relevé de recherche du printemps



Flétan du Groenland des divisions 3Ps - Relevé de recherche du printemps

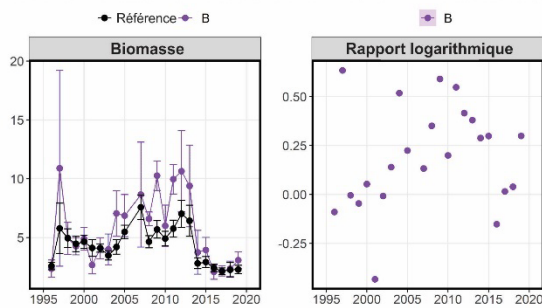
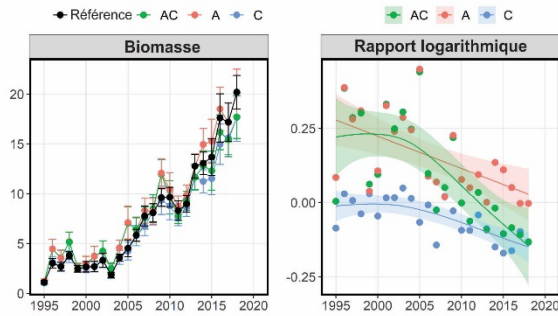
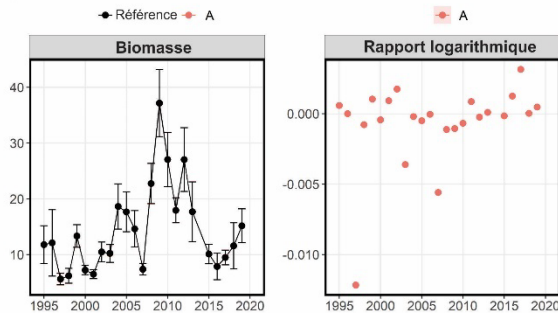


Figure C4. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Flétan du Groenland (divisions 2J3K, divisions 3LNO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c. à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

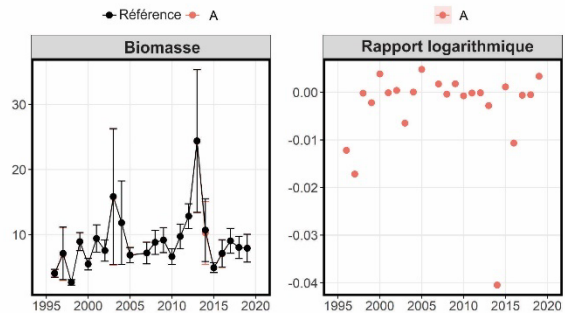
Plie grise des divisions 2J3KL - Relevé de recherche d'automne



Plie grise des divisions 3NO - Relevé de recherche d'automne



Plie grise des divisions 3NO - Relevé de recherche du printemps



Plie grise des division 3Ps - Relevé de recherche du printemps

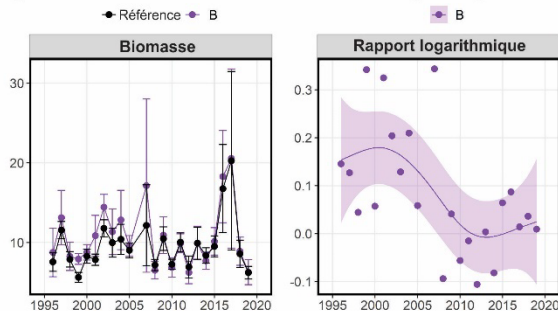
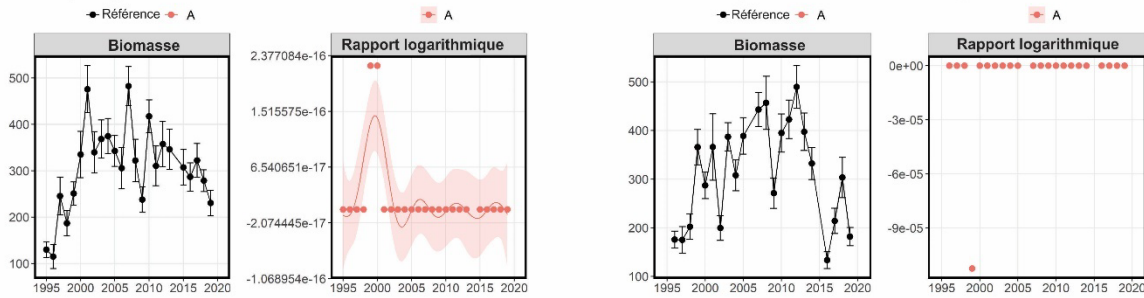


Figure C5. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Plie grise (divisions 2J3KL, divisions 3NO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Limande à queue jaune des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne Limande à queue jaune des divisions 3LNO - Relevé de recherche du printemps



Limande à queue jaune des division 3Ps - Relevé de recherche du printemps

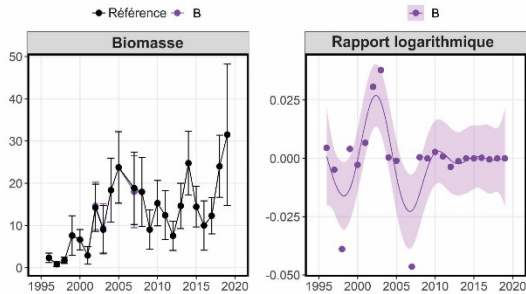
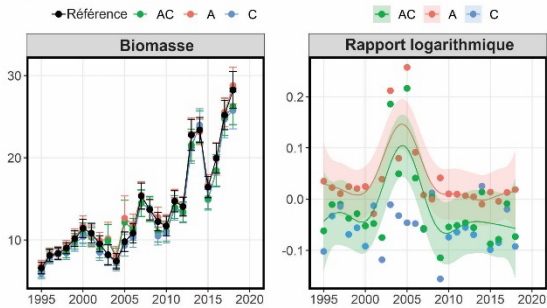
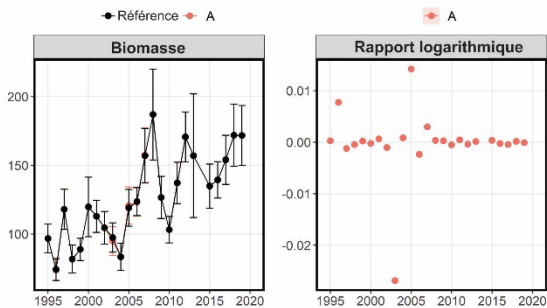


Figure C6. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Limande à queue jaune (divisions 3LNO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c. -à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Raie épineuse des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne



Raie épineuse des divisions 3LNOPs - Relevé de recherche d'automne



Raie épineuse des divisions 3LNOPs - Relevé de recherche du printemps

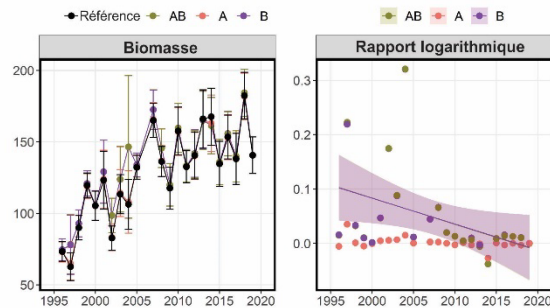
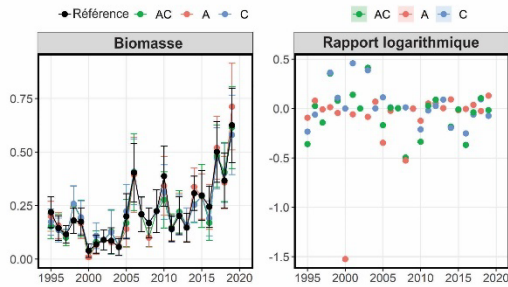


Figure C7. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Raie épineuse (divisions 2J3K, divisions 3LNOPs). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Raie à queue de velours des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne



Raie à queue de velours des divisions 3LNOPs - Relevé de recherche d'automne Raie à queue de velours des divisions 3LNOPs - Relevé de recherche du printemps

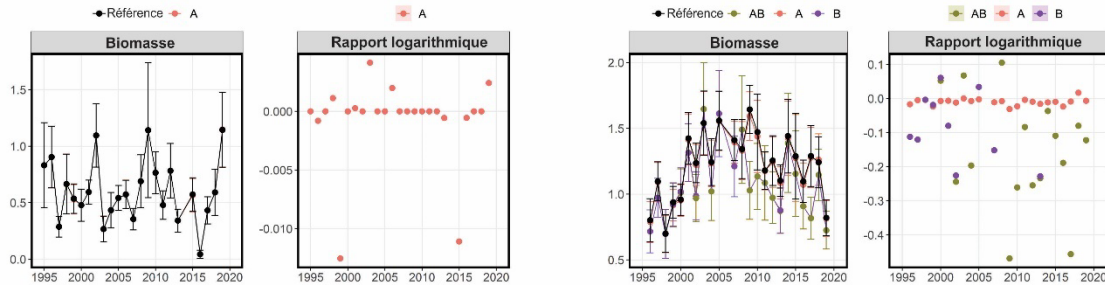
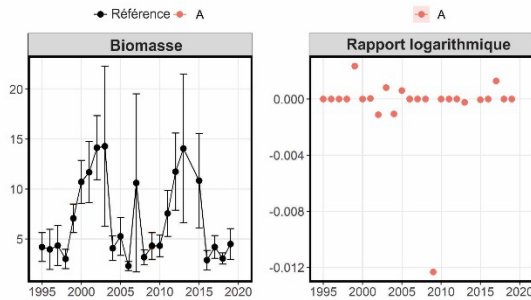


Figure C8. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Raie à queue de velours (divisions 2J3K, divisions 3LNOPs). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Merluche blanche des divisions 3NOPS - Relevé de recherche d'automne



Merluche blanche des divisions 3NOPS - Relevé de recherche du printemps

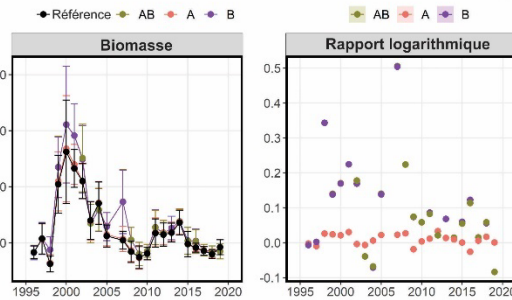
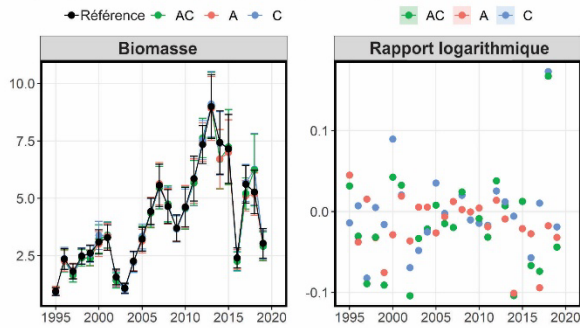
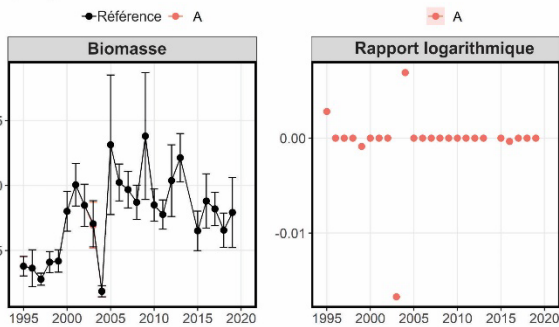


Figure C9. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Merluche blanche (divisions 3NOPS). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

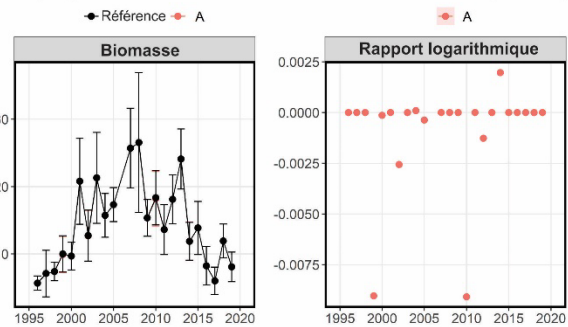
Loup rayé des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne



Loup rayé des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne



Loup rayé des divisions 3LNO - Relevé de recherche du printemps



Loup rayé des divisions 3Ps - Relevé de recherche du printemps

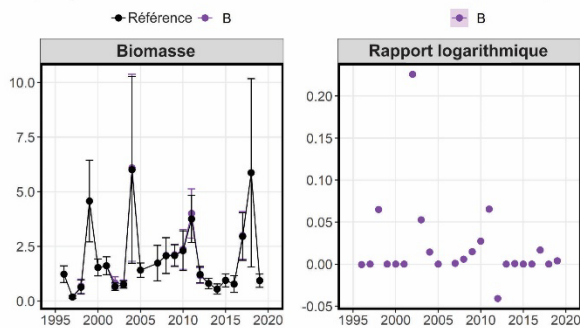
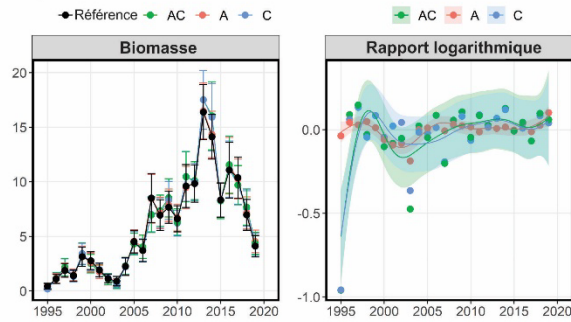
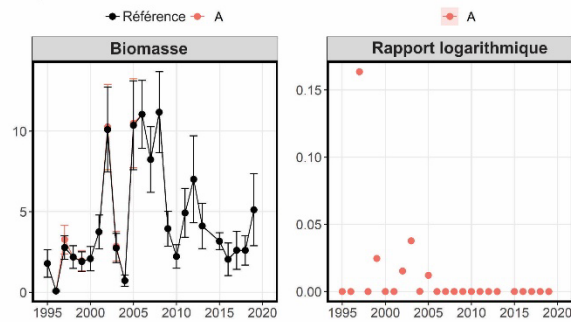


Figure C10. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Loup atlantique (divisions 2J3K, divisions 3LNO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c. -à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

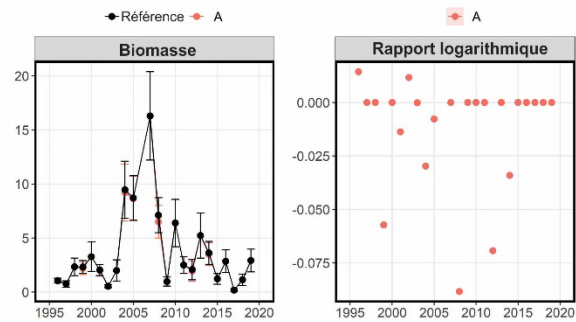
Loup tacheté des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne



Loup tacheté des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne



Loup tacheté des divisions 3LNO - Relevé de recherche du printemps



Loup tacheté des divisions 3Ps - Relevé de recherche du printemps

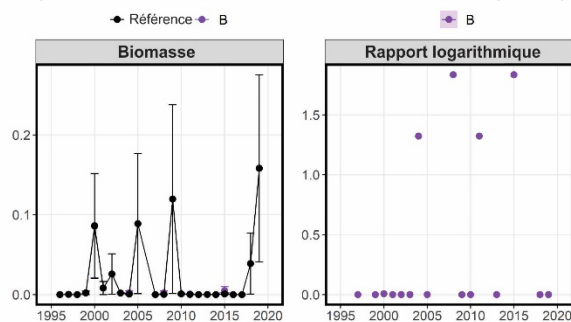
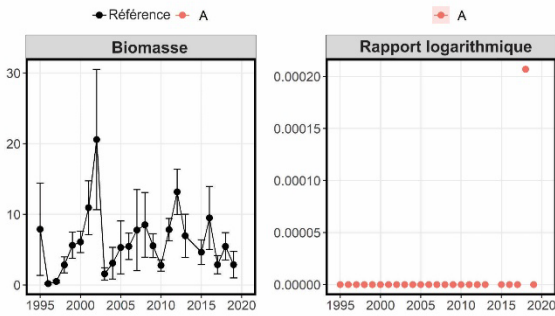
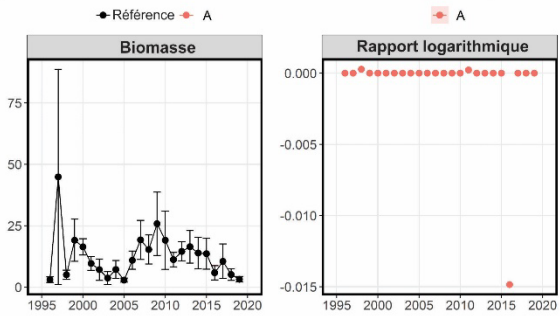


Figure C11. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Loup tacheté (divisions 2J3K, divisions 3LNO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Aiglefin des divisions 3LNO - Relevé de recherche d'automne



Aiglefin des divisions 3LNO - Relevé de recherche du printemps



Aiglefin des division 3Ps - Relevé de recherche du printemps

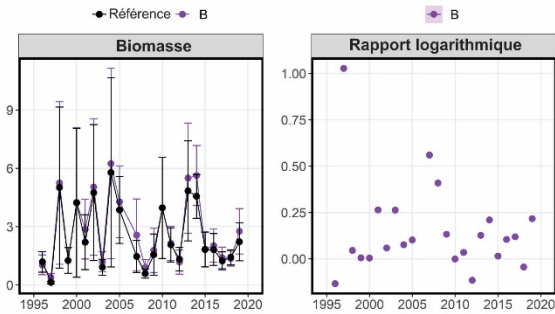


Figure C12. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Aiglefin (divisions 3LNO, sous-division 3Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Grenadier berglax des divisions 2J3K - Relevé de recherche d'automne

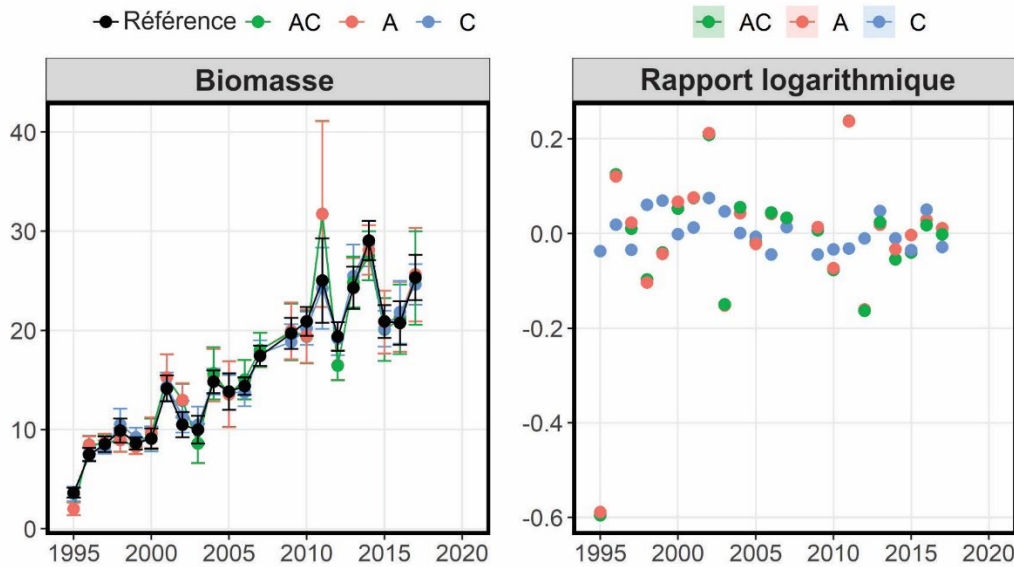
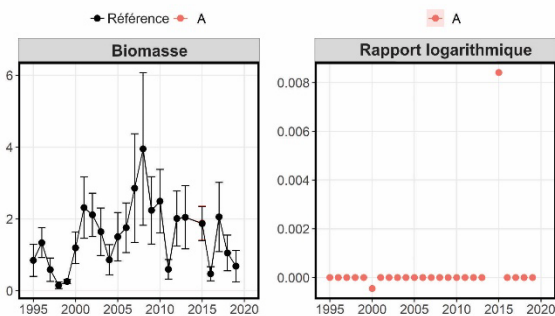


Figure C13. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Grenadier berglax (divisions 2J3K). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.

Baudroie des divisions 3N0Ps - Relevé de recherche d'automne



Baudroie des divisions 3N0Ps - Relevé de recherche du printemps

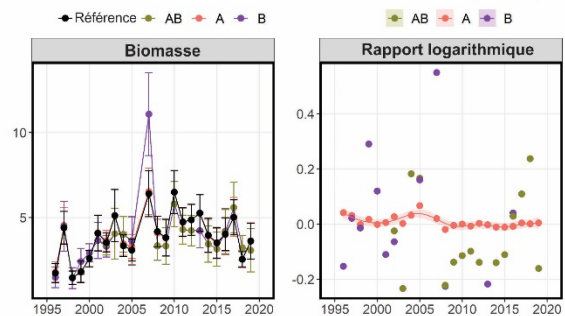


Figure C14. Répercussions possibles de l'exclusion des relevés plurispécifiques au chalut de fond par navire de recherche des aires protégées de Terre-Neuve-et-Labrador : Baudroie (divisions 3LN0Ps). Les indices de relevé présentés sont ceux qui sont actuellement utilisés dans les évaluations respectives. Le scénario « de référence » représente l'approche du statu quo (c.-à-d. aucune exclusion des relevés dans les zones fermées) et les autres scénarios représentent la suppression des données recueillies à l'intérieur des zones fermées (où A = aires de protection des éponges et des gorgones, B = aires de protection des pennatules, et C = aires de protection de l'habitat du poisson). Les barres d'erreur dans les parcelles de l'indice sont un ET de ± 1 . Les parcelles du rapport logarithmique indiquent le biais relatif causé par le retrait des données des aires protégées, et la ligne de tendance et les IC à 95 % sont indiqués lorsqu'un lissage du MAG dans les points était statistiquement significatif.