



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifique (SCCS)

Document de recherche 2023/067

Région du Québec

Indicateurs de suivi du MPO pour l'aire marine protégée du Banc-des-Américains : révision, choix des mesures et état des connaissances

Geneviève Faille¹, Geneviève Côté¹, Marjolaine Blais¹, Renée Gagné¹,
Jean-Martin Chamberland¹, Peter S. Galbraith¹, Natasha Dazé Querry¹, Caroline Lehoux¹,
Daniel Ricard² et Michel Starr¹

¹Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
C. P. 1000, 850 Route de la Mer
Mont-Joli, Qc, G5H 3Z4

²Pêches et Océans Canada
Centre des pêches du Golfe
343 Avenue Université
Moncton, NB, E1C 9B6

Avant-propos

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

Publié par :

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

<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, 2023

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-68751-3 N° cat. Fs70-5/2023-067F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Faille, G., Côté, G., Blais, M., Gagné, R., Chamberland, J.-M., Galbraith, P.S., Dazé Querry, N., Lehoux, C., Ricard, D. et Starr, M. 2023. Indicateurs de suivi du MPO pour l'aire marine protégée du Banc-des-Américains : révision, choix des mesures et état des connaissances. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/067. xi + 151 p.

Also available in English:

Faille, G., Côté, G., Blais, M., Gagné, R., Chamberland, J.-M., Galbraith, P.S., Dazé Querry, N., Lehoux, C., Ricard, D. and Starr, M. 2023. DFO Monitoring Indicators for the Banc-des-Américains Marine Protected Area: Revision, Choice of Measures and State of Knowledge. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/067. xi + 147 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	xi
1. INTRODUCTION	1
2. ENJEUX PRIORITAIRES LIÉS AUX OBJECTIFS DE CONSERVATION.....	3
3. MISE À JOUR DES PRIORITÉS DE CONSERVATION, DES INDICATEURS ET DES PRESSIONS	4
4. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE	10
4.1. ÉCHELLE SPATIALE.....	10
4.1.1. Zone océanographique	10
4.1.2. Zone benthique	10
4.2. MÉTHODE POUR L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES INDICATEURS.....	12
4.2.1. Anomalie	12
4.2.2. Sommutation	14
5. CHOIX DES MESURES ET ÉTATS DES CONNAISSANCES POUR OC1	14
5.1. ESPÈCES INDICATRICES DES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES ET DÉMERSALES	14
5.1.1. Relevés	14
5.1.2. Traitement des données	17
5.1.3. BD1) Espèces indicatrices d'eau froide	17
5.1.4. BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude.....	22
5.1.5. BD3) Espèces dominantes/clés	23
5.1.6. BD4) Biomasse des invertébrés (non retenu).....	31
5.1.7. Limitations	32
5.2. COMMUNAUTÉS ÉPIBENTHIQUES.....	33
5.3. COMMUNAUTÉS DÉMERSALES	33
5.3.1. BD9) Communauté de poissons démersaux sur les plaines	33
5.3.2. BD10) Poissons démersaux sur la crête.....	37
5.3.3. Limitations	38
5.4. ESPÈCES COMMERCIALES BENTHIQUES ET DÉMERSALES.....	38
5.4.1. BD11) Crabe des neiges.....	38
5.4.2. BD12) Poissons de fond exploités	41
5.4.3. Limitations	46
5.5. CARACTÉRISTIQUES DU SUBSTRAT	47
5.5.1. BD13) Sédiments	47
5.6. COMMUNAUTÉS ENDOBENTHIQUES ET SUPRABENTHIQUE	47
6. CHOIX DES MESURES ET ÉTAT DES CONNAISSANCES POUR OC2	47
6.1. NUTRIMENTS.....	47
6.1.1. P1) Nutriments	47
6.2. PHYTOPLANCTON	50
6.2.1. P2) Chlorophylle a.....	50

6.3. ZOOPLANCTON	52
6.3.1. P3) Zooplancton.....	52
6.4. KRILL	55
6.4.1. P4) Biomasse du krill	55
6.5. HARENG	57
6.5.1. P5) Biomasse des stocks de hareng sGSL.....	57
6.6. CAPELAN	60
7. CHOIX DES MESURES ET ÉTAT DES CONNAISSANCES POUR OC3	60
7.1. LOUP ATLANTIQUE	60
7.1.1. EP1) Loup atlantique.....	60
7.1.2. EP2) Prises accessoires de loup atlantique.....	60
7.1.3. Limitations	65
7.2. BALEINES.....	65
7.2.1. EP3) Rorqual commun; EP4) Rorqual bleu; EP5) Baleine noire	65
7.2.2. EP6) Mortalités/accidents de cétacés	66
7.2.3. Limitations	69
8. CHOIX DES MESURES ET ÉTAT DES CONNAISSANCES POUR LES PRESSIONS	70
8.1. CHANGEMENTS CLIMATIQUES	70
8.1.1. Pr1) Conditions physiques de l'habitat pélagique	70
8.1.2. Pr2) Conditions physiques de l'habitat benthique (> 100 m).....	79
8.1.3. Pr19) Acidification de l'habitat benthique (> 100 m).....	82
8.1.4. Pr20) Oxygène dissous de l'habitat benthique (> 125 m)	85
8.2. ESPÈCES AQUATIQUES ENVAHISSANTES (EAE).....	86
8.3. COMPÉTITEURS/PRÉDATEURS	86
8.3.1. Pr4) Phoque gris	86
8.3.2. Pr5) Homard sur la crête.....	87
8.4. BRUIT	87
8.4.1. Pr6) Bruit d'origine anthropique.....	87
8.4.2. Pr7) Intensité du trafic	87
8.5. DÉRANGEMENT	92
8.5.1. Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance.....	92
8.6. COLLISIONS.....	95
8.6.1. Pr9) Vitesse des navires	95
8.7. EMPÊTREMENTS	96
8.7.1. Pr10) Nombre d'empêtements.....	96
8.8. PERTURBATIONS PHYSIQUES DU FOND	99
8.8.1. Pr11) Empreinte relative de la pêche au crabe des neiges	99
8.8.2. Pr12) Empreinte relative de la pêche au poisson de fond	102
8.8.3. Pr13) Empreinte des activités scientifiques	105
8.8.4. Pr14) Infractions – activités de pêche	108
8.8.5. Limitations.....	108

8.9. PRÉLÈVEMENTS DE BIOMASSE	109
8.9.1. Pr15) Pêche au crabe des neiges.....	109
8.9.2. Pr16) Pêche au poisson de fond.....	110
8.9.3. Pr17) Pêche faite par les activités scientifiques.....	113
8.9.4. Limitations.....	114
8.10. NOUVELLE PRESSION.....	114
8.10.1. Pr18) Nombre de nouvelles pressions.....	114
8.11. ENGIN FANTÔMES ET POLLUTION.....	114
9. INDICATEURS PRIORITAIRES ET PROCHAINES ÉTAPES.....	114
10. CONCLUSION.....	116
REMERCIEMENTS	116
RÉFÉRENCES CITÉES	117
ANNEXES.....	125

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Éléments principaux du programme de suivi écologique du MPO de l'AMP du Banc-des-Américains.....	3
Tableau 2. Liste des priorités de conservation et des indicateurs et leur évaluation en fonction de six critères de sélection.....	6
Tableau 3. Liste des pressions et des indicateurs à jour et leur évaluation en fonction de six critères de sélection.....	8
Tableau 4. Lien entre les priorités de conservation et les pressions qui les affectent (adapté de Gendreau et al. 2018).....	9
Tableau 5. Méthodes pour évaluer l'état des mesures et des indicateurs des priorités de conservation et des pressions.....	13
Tableau 6. Méthode pour évaluer l'état des mesures et des indicateurs des priorités de conservation et des pressions à l'aide d'anomalie bidirectionnelle en fonction de la moyenne et de l'écart-type (ET) de la période de référence.....	13
Tableau 7. Calcul de l'état de l'indicateur en fonction des pointages de chaque mesure pour la méthode avec les seuils.....	14
Tableau 8. Nombre de stations réalisées annuellement dans la strate 416 et dans l'AMP du Banc-des-Américains (AMP BDA) par le relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL entre 1986 et 2020.....	16
Tableau 9. Liste des espèces sténothermes d'eau froide (poissons).....	19
Tableau 10. Liste des espèces sténothermes d'eau froide (invertébrés).....	20
Tableau 11. Liste des espèces sténothermes d'eau chaude (poissons).....	24
Tableau 12. Liste des espèces sténothermes d'eau chaude (invertébrés).....	24
Tableau 13. Liste des taxons fixes et érigés récoltés dans l'AMP du Banc-des-Américains par le relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL.....	24
Tableau 14. Liste des étoiles de mer prédatrices retenues pour l'indicateur BD3.....	25
Tableau 15. Résumé des prises accessoires (kg) de loup atlantique et des voyages d'observateurs en mer dans le Banc-des-Américains à partir des données d'observateurs en mer de 1996 à 2020.....	63
Tableau 16. Nombre d'individus signalés au RQUMM pour chaque type d'incident impliquant des cétacés pour les municipalités de Percé et Gaspé de 2012 à 2020.....	68
Tableau 17. Catégorie de navires présents dans les données AIS de 2012 à 2019.....	88
Tableau 18. Résumé des données sur l'intensité des activités d'observation provenant du portrait initial du ROMM (2019a) et des rapports d'activités.....	94
Tableau 19. Nombre d'empêtements impliquant des cétacés pour les municipalités de Gaspé et Percé de 2012 à 2020 rapporté au RQUMM.....	98
Tableau 20. Nombre de traits réalisés dans l'AMP du Banc-des-Américains par les relevés de recherche scientifique entre 1985 et 2020.....	106
Tableau 21. Liste des indicateurs prioritaires proposés pour la présentation de rapports de suivi intermédiaires.....	115

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Hiérarchie des différents éléments utilisés pour le plan de suivi écologique du MPO de l'AMP du Banc-des-Américains (flèches bleues et boîtes blanches) et étapes clés dans le processus de suivi (flèches noires et boîtes grises) pour permettre une gestion adaptative de l'AMP (flèches grises).	2
Figure 2. a) Limites de l'AMP du Banc-des-Américains et des deux zones de réglementation présentes, zone 1 et zone 2 (a et b); b) limite de la zone benthique utilisée pour le calcul de l'indicateur Pr2; c) limite de la zone océanographique utilisée pour le calcul des indicateurs océanographiques P1-P2-P3 et Pr1.	11
Figure 3. Localisation des traits effectués dans l'AMP du Banc-des-Américains lors du relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL entre 1986 et 2020 ainsi que les strates utilisées pour l'échantillonnage aléatoire.	15
Figure 4. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD1 (Espèces indicatrices d'eau froide).	21
Figure 5. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour les mesures associées à l'indicateur BD1 (Espèces indicatrices d'eau froide).	22
Figure 6. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD2 (Espèces indicatrices d'eau chaude).	26
Figure 7. Biomasse moyenne (kg/trait) des huit taxons les plus abondants d'invertébrés et de poissons observés dans l'AMP entre 2004-2018 (invertébrés) et 1986-2018 (poissons).	27
Figure 8. Série temporelle des mesures (espèces clés) associées à l'indicateur BD3 (Espèces dominantes/clés).	29
Figure 9. Série temporelle des mesures (espèces abondantes) associées à l'indicateur BD3 (Espèces dominantes/clés).	30
Figure 10. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur BD3 (Espèces dominantes).	31
Figure 11. Série temporelle de la mesure associée à l'indicateur BD4 (Biomasse des invertébrés).	32
Figure 12. Série temporelle des mesures 1 (Biomasse totale) et 2 (Abondance totale) associées à l'indicateur BD9 (Communauté de poissons démersaux sur les plaines).	35
Figure 13. Série temporelle des mesures 3 (richesse spécifique), 4 (diversité de Shannon) et 5 (équitabilité de Pielou), associées à l'indicateur BD9 (Communauté de poissons démersaux sur les plaines).	36
Figure 14. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur BD9 (Communauté de poissons démersaux sur les plaines).	37
Figure 15. Biomasse totale des débarquements par espèce dans l'AMP du Banc-des-Américains entre 2004 et 2018 à partir des données de pêche des fichiers ZIFF.	38
Figure 16. Localisation des traits effectués dans l'AMP du Banc-des-Américains lors du relevé crabe des neiges au chalut de fond du sGSL entre 1989 et 2020 ainsi que les stations fixes toujours actives en 2020.	39
Figure 17. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD11 (Crabe des neiges). ..	42

Figure 18. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur BD11 (Crabe des neiges).	43
Figure 19. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur BD12 (Poissons de fond exploités).....	45
Figure 20. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur BD12 (Poissons de fond exploités).....	46
Figure 21. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur P1 (Nutriments).....	49
Figure 22. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur P1 (Nutriments).....	50
Figure 23. Série temporelle de la mesure associée à l’indicateur P2 (Chlorophylle a).....	52
Figure 24. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur P3 (Zooplancton).	54
Figure 25. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur P3 (Zooplancton).	55
Figure 26. Biomasse du stock reproducteur (BSR) de hareng de printemps (A) et d’automne (B) du sGSL selon les modèles SCA.	59
Figure 27. Somme des pointages attribués à chacune des mesures associées à l’indicateur P5 (Biomasse des stocks de hareng sGSL) pour l’ensemble de la série temporelle.....	59
Figure 28. Prises accessoires totales (en kilogramme) de loup atlantique, nombre de voyages d’observateurs en mer et proportion des événements de pêche avec prises accessoires de loup (trait bleu) par année dans l’AMP du Banc-des-Américains à partir des données d’observateurs en mer de 1996 à 2020.	63
Figure 29. Engins de pêche impliqués et espèces visées pour les prises accessoires totales (kg) de loup atlantique à l’intérieur de l’AMP du Banc-des-Américains à partir des données d’observateurs en mer de 1996 à 2020.	63
Figure 30. Localisation des voyages d’observation en mer entre 1996 et 2020 à l’intérieur de l’AMP du Banc-des-Américains par périodes d’années.....	64
Figure 31. Série temporelle de la mesure 2 associée à l’indicateur EP2 (Prises accessoires de loup atlantique).	64
Figure 32. Positionnement des signalements au RQUMM pour la période de 2012 à 2020 pour les secteurs de Gaspé et Percé.....	67
Figure 33. Nombre de cas de carcasse, d’échouage vivant et d’animal malade ou blessé pour les espèces en péril, les rorquals et les cétacés à dents répertorié par le RQUMM de 2012 à 2020 dans les municipalités de Gaspé et Percé.....	69
Figure 34. Série temporelle des mesures associées au sous-indicateur de pression Pr1 (Conditions physiques de la couche de surface).	74
Figure 35. Série temporelle des mesures associées au sous-indicateur de pression Pr1 (Conditions de glace).....	75
Figure 36. Série temporelle des mesures associées au sous-indicateur de pression Pr1 (Conditions physiques de la couche intermédiaire).	76
Figure 37. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées au sous-indicateur « Conditions physiques de la couche de surface » de l’indicateur de pression sur l’habitat pélagique Pr1.	77

Figure 38. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées au sous-indicateur « Conditions de glace » de l’indicateur de pression sur l’habitat pélagique Pr1.....	78
Figure 39. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées au sous-indicateur « Conditions physiques de la CIF » de l’indicateur de pression sur l’habitat pélagique Pr1.....	78
Figure 40. Série temporelle des sommes des valeurs absolues d’anomalie pour chacun des sous-indicateurs associés à l’indicateur de pression Pr1 (Conditions physico-chimiques de l’habitat pélagique).....	79
Figure 41. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr2 (Conditions physiques de l’habitat benthique [> 100 m]).	81
Figure 42. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr2 (Conditions physiques de l’habitat benthique [> 100 m]).....	82
Figure 43. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr19 (Acidification de l’habitat benthique près du fond [> 100 m]).....	84
Figure 44. Série temporelle des valeurs pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr19 (Acidification de l’habitat benthique [> 100 m]).	84
Figure 45. Série temporelle de la mesure associée à l’indicateur de pression Pr20 (Oxygène dissous de l’habitat benthique [> 125 m])......	86
Figure 46. Nombre total de navires par type en fonction des classes de taille.....	89
Figure 47. Nombre de passages dans l’AMP de chaque type de navire par année.....	89
Figure 48. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr7 (Intensité du trafic).....	91
Figure 49. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr7 (Intensité du trafic).....	92
Figure 50. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr9 (Vitesse des navires).....	97
Figure 51. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr9 (Vitesse des navires).....	98
Figure 52 Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr11 (Empreinte de la pêche au crabe des neiges).....	101
Figure 53. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr11 (Empreinte de la pêche au crabe des neiges).....	102
Figure 54. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr12 (Empreinte de la pêche au poisson de fond).....	104
Figure 55. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr12 (Empreinte de la pêche au poisson de fond).....	105
Figure 56 Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr13 (Empreinte des activités scientifiques).....	108
Figure 57. Série temporelle des mesures associées à l’indicateur de pression Pr15 (Biomasse récoltée par la pêche au crabe des neiges).....	111

Figure 58. Série temporelle des valeurs d’anomalie pour chacune des mesures associées à l’indicateur de pression Pr15 (Biomasse récoltée par la pêche au crabe des neiges).....	112
Figure 59. Série temporelle de la mesure associée à l’indicateur de pression Pr16 (Biomasse récoltée par la pêche au poisson de fond).....	112
Figure 60 Série temporelle de la mesure associée à l’indicateur de pression Pr17 (Biomasse récoltée par les activités scientifiques).	114

LISTE DES ANNEXES

Annexe A. Acronymes	125
Annexe B. Membres du comité scientifique de suivi du Banc-des-Américains (CSC-BDA) du MPO en date de mai 2021.	126
Annexe C. Liste des anciens indicateurs retenus lors de la revue par les pairs de 2018 (MPO 2019a) et leur correspondance avec les indicateurs mis à jour en 2021.	127
Annexe D. Liste des indicateurs supprimés évalués en fonction des critères et justifications. .	130
Annexe E. Liste des relevés présentement utilisés dans le plan de suivi basée sur la liste publiée dans SCCS 2019.....	131
Annexe F. Détail des mesures utilisées pour le calcul de chaque indicateur pour les priorités de conservation (Tableau 2).	132
Annexe G. Détail des mesures utilisées pour le calcul de chaque indicateur pour les pressions (Tableau 3).....	136
Annexe H. Biomasse et distribution des taxons inclus dans l'indicateur BD1) Espèces indicatrices d'eau froide.	139
Annexe I. Biomasse et distribution des taxons inclus dans l'indicateur BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude.....	146
Annexe J. Exemple de fiche de saisie des données pour les activités d’observation en mer autorisées par un plan d’activité du MPO dans la ZPM du Banc-des-Américains.	149

RÉSUMÉ

Suite à la revue par les pairs de 2018 portant sur les indicateurs de suivi écologique du MPO pour l'aire marine protégée (AMP) du Banc-des-Américains, un comité scientifique de suivi (CSS-BDA) du MPO a été mis en place. Le comité a travaillé à finaliser le choix des indicateurs et des mesures associées, à calculer les résultats ainsi qu'à préciser les méthodes pour évaluer l'état et les tendances de l'AMP. Pour renseigner les différents indicateurs, chaque mesure utilisée a été décrite et son utilisation justifiée. Les échelles spatiales et temporelles ainsi que les bases de données utilisées pour les calculs ont été précisées. Les résultats pour les séries temporelles disponibles ont été présentés et les tendances historiques (pré-ZPM) décrites. Pour tous les indicateurs et mesures possédant des données en quantité et qualité suffisante, l'état a été évalué. Deux méthodes sont proposées pour évaluer l'état des indicateurs et de leurs mesures associées, soit les anomalies (écart à la moyenne d'une période de référence) et les seuils fixes. L'état est décrit à l'aide de trois catégories : 1) En santé/Faible/Changement faible; 2) Moyen/Changement modéré; 3) Altéré/Élevé/Changement important. Les limitations associées aux indicateurs, aux relevés et aux bases de données associées ont été revues. Finalement, une liste d'indicateurs prioritaires, qui seraient rapportés à une fréquence élevée et régulière, a été proposée.

1. INTRODUCTION

En mars 2019, l'Accord Canada-Québec relatif au projet conjoint d'aire marine protégée (AMP) du Banc-des-Américains a été signé. Ainsi, cette AMP bénéficie d'un double statut de protection, soit la zone de protection marine en vertu de *la Loi sur les océans* du Canada ([DORS/2019-50](#)) et le statut de réserve aquatique projetée en vertu de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* du Québec. Ce secteur marin a été ciblé pour une protection à long terme puisqu'une grande diversité d'habitats y est présente, ce qui engendre un important carrefour biologique pour plusieurs espèces pélagiques, démersales et benthiques (Savenkoff *et al.* 2007, 2017; Gauthier *et al.* 2013). La mise en place de cette ZPM vise à favoriser, à long terme, la productivité biologique et la diversité des ressources halieutiques ainsi que le rétablissement des espèces en péril.

Trois objectifs de conservation (OC) ont été précisés (Gauthier *et al.* 2013) :

1. conserver et protéger les habitats benthiques;
2. conserver et protéger les habitats pélagiques et les espèces fourragères; et
3. favoriser le rétablissement des baleines et des loups de mer en péril.

Plusieurs projets et rapports ont permis à ce jour de décrire l'écosystème de l'AMP et d'en identifier les priorités de conservation (AECOM TecSult Inc. 2010; Gauthier *et al.* 2013; Savenkoff *et al.* 2015, 2017; Côté *et al.* 2021). De plus, l'évaluation des pressions agissant sur l'écosystème a été présentée dans une séquence des effets (Gendreau *et al.* 2018), ce qui a entre autres permis de soutenir le développement des mesures réglementaires pour la ZPM ([Règlement DORS/2019-50](#)).

Un plan de suivi efficace doit être conçu en fonction des objectifs de l'AMP. Des priorités de conservation, des pressions, des indicateurs et des mesures précises doivent être identifiées et directement reliées aux OC (Figure 1). Le suivi écologique du MPO, qui sera ainsi mis en place, permettra de bonifier le plan de gestion à l'aide des résultats obtenus pour les indicateurs (Figure 1). Ces informations pourront orienter au besoin des ajustements au niveau des mesures de gestion et des OC et ainsi permettre une gestion adaptative de l'AMP (Figure 1).

Suite à la désignation d'une ZPM en vertu de la *Loi sur les océans*, une étape essentielle est la mise en œuvre d'un programme de suivi visant à évaluer l'état de l'écosystème et dans quelle mesure le but et les OC sont atteints ainsi que l'efficacité globale des mesures de gestion. Pour y parvenir, plusieurs éléments ou types de suivi peuvent être envisagés dans un programme de suivi (MPA Monitoring Enterprise 2011; California Department of Fish and Wildlife and California Ocean Protection Council 2018; Noble-James *et al.* 2018). Inspiré de ces différents processus, le programme de suivi du MPO de l'AMP du Banc-des-Américains se divisera en deux éléments (Tableau 1), soit :

1. l'évaluation de l'état et des tendances de l'AMP; et
2. l'évaluation de la performance de l'AMP.

Une revue des indicateurs pour le suivi écologique du MPO de l'AMP a été soumise à un examen par les pairs en mai 2018. Durant ce processus, les composantes de l'écosystème (maintenant nommé *Priorité de conservation*), les pressions et les indicateurs qui devraient être suivis ont été révisés (Faille *et al.* 2019; MPO 2019a). Trois types d'indicateurs ont été identifiés, soit des indicateurs directs et indirects pour les composantes de l'écosystème et des indicateurs de pressions. Les indicateurs indirects permettront d'évaluer l'état et les tendances générales de l'écosystème de l'AMP tout comme les indicateurs directs, lesquels permettront en

plus possible d'évaluer la performance de l'AMP. La révision des relevés existants a également permis d'identifier les programmes en place fournissant des données pertinentes et de cibler les lacunes pour le développement de nouveaux relevés.

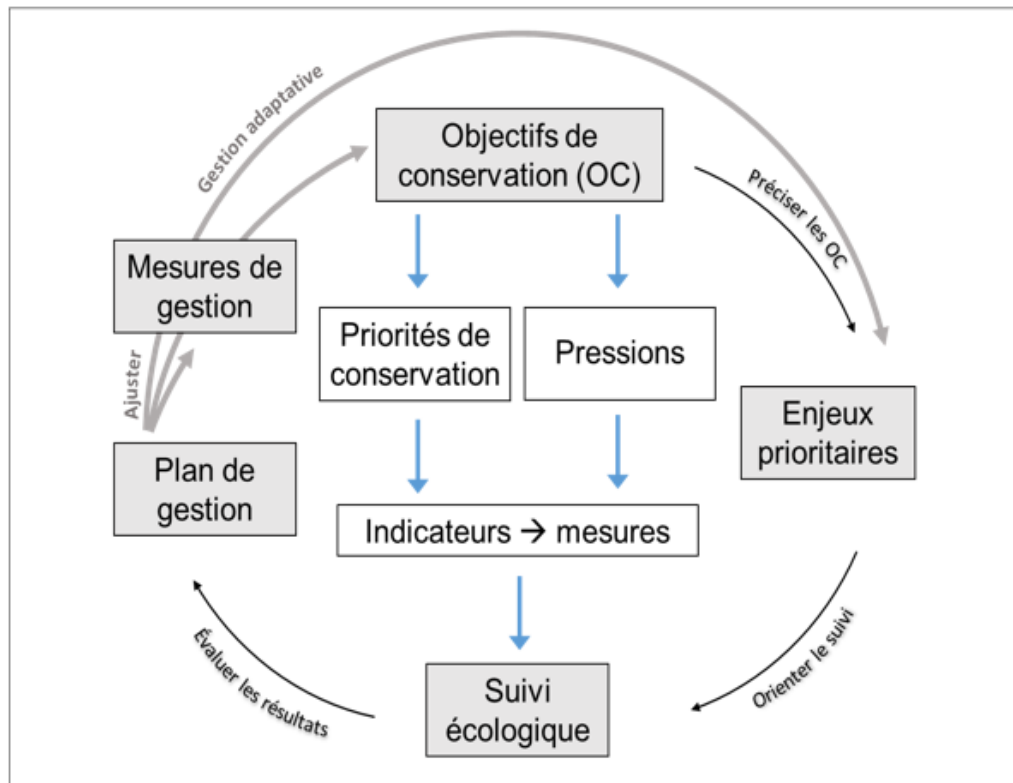


Figure 1. Hiérarchie des différents éléments utilisés pour le plan de suivi écologique du MPO de l'AMP du Banc-des-Américains (flèches bleues et boîtes blanches) et étapes clés dans le processus de suivi (flèches noires et boîtes grises) pour permettre une gestion adaptative de l'AMP (flèches grises).

Pour aider à la mise en œuvre du suivi écologique du MPO de l'AMP, un comité scientifique de suivi de l'AMP du Banc-des-Américains (CSS-BDA) du MPO a été mis en place en janvier 2019 (voir l'Annexe B pour la composition du comité). Les principaux mandats du comité sont de finaliser le plan de suivi écologique du MPO, superviser la mise en place du suivi, combler les lacunes (développement de nouveaux relevés) et produire les rapports de suivi. Le comité a tout d'abord travaillé à compléter le plan de suivi écologique du MPO et s'est attardé au premier élément du suivi : l'évaluation de l'état et des tendances de l'AMP. Pour ce faire, il était nécessaire de préciser comment (échelles spatiales et temporelles) et avec quelles bases de données chaque indicateur serait calculé. Il fallait aussi déterminer de quelle manière l'état de l'indicateur serait évalué. Au préalable, l'identification d'enjeux prioritaires permettant de préciser les OC a été effectuée et une révision des indicateurs a été nécessaire, ce qui a entraîné le retrait de certains d'entre eux et l'ajout de nouveaux.

Ainsi, le but de ce document est de préciser et de justifier le choix des mesures à calculer pour chacun des indicateurs, tout en détaillant le traitement des données, en présentant les résultats disponibles et les tendances historiques. Également, une proposition de méthodes permettant d'évaluer l'état de chaque indicateur est présentée afin d'encadrer la production des rapports de suivi et de s'assurer que les résultats présentés permettent d'informer adéquatement la Division de la Planification et de la Conservation Marines (DPCM). Finalement, une liste d'indicateurs clés/prioritaires, qui seront rapportés à une fréquence élevée et régulière, est proposée.

Tableau 1. Éléments principaux du programme de suivi écologique du MPO de l'AMP du Banc-des-Américains.

	Éléments principaux du suivi																				
	1) Évaluer l'état et les tendances de l'AMP	2) Évaluer la performance écologique de l'AMP																			
Pourquoi?	L'objectif est de mesurer l'ampleur et la direction des changements à long terme.	L'objectif est d'investiguer l'efficacité des mesures de gestion.																			
Quels indicateurs?	Indicateurs indirects, directs et de pression	Certains indicateurs directs																			
Comment?	<p>Utiliser des séries temporelles et évaluer l'état et les tendances en fonction de méthodes permettant une classification.</p> <p>Exemple O₂ dissous :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>État</th> <th>Seuil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Faible</td> <td>>70</td> </tr> <tr> <td>Moyen</td> <td>30- 70 %</td> </tr> <tr> <td>Élevé</td> <td>< 30 %</td> </tr> <tr> <td>Non évalué</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	État	Seuil	Faible	>70	Moyen	30- 70 %	Élevé	< 30 %	Non évalué		<p>Faire des comparaisons avant-après et/ou AMP – site témoin (BACI) à l'aide d'analyses statistiques.</p> <p>Exemple :</p> <table border="1"> <caption>Biomasse moyenne espèce X (kg)</caption> <thead> <tr> <th>Site</th> <th>Avant</th> <th>Après</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AMP</td> <td>~55</td> <td>~65</td> </tr> <tr> <td>Témoin</td> <td>~40</td> <td>~35</td> </tr> </tbody> </table>	Site	Avant	Après	AMP	~55	~65	Témoin	~40	~35
État	Seuil																				
Faible	>70																				
Moyen	30- 70 %																				
Élevé	< 30 %																				
Non évalué																					
Site	Avant	Après																			
AMP	~55	~65																			
Témoin	~40	~35																			
Quelles questions seront répondues?	<p>Est-ce que la biomasse de l'espèce X a varié au fil du temps?</p> <p>Est-ce que l'oxygène au fond a diminué au cours de la série temporelle existante?</p> <p>Quelle est la variation du trafic maritime depuis la mise en place de la ZPM?</p>	<p>Est-ce que la biomasse, la taille ou l'abondance de l'espèce indicatrice x est différente dans l'AMP et à l'extérieur?</p> <p>Est-ce que cette différence peut être attribuable à la mise en place de la ZPM?</p>																			

2. ENJEUX PRIORITAIRES LIÉS AUX OBJECTIFS DE CONSERVATION

Pour l'AMP du Banc-des-Américains, trois objectifs de conservation (OC) ont été établis pour permettre d'atteindre le but général qui est de favoriser la productivité et la diversité des ressources halieutiques liées à la présence du Banc-des-Américains et de ses plaines adjacentes, ainsi que le rétablissement des espèces en situation précaire (Gauthier *et al.* 2013; [Règlement DORS/2019-50](#)). Comme ces trois objectifs sont très larges, des **enjeux prioritaires** ont été développés pour guider plus précisément l'évaluation des indicateurs et le suivi de l'AMP.

Les enjeux prioritaires pour OC1 (Conserver et protéger les habitats benthiques) sont :

- Assurer le maintien dans les limites de la variabilité naturelle ou l'amélioration de la diversité et de l'état des différentes communautés associées aux habitats benthiques.
- Minimiser les effets négatifs des activités humaines sur l'habitat benthique, les communautés associées et les ressources commerciales.

L'enjeu prioritaire pour OC2 (Conserver et protéger les habitats pélagiques et les espèces fourragères) est :

- Minimiser les effets négatifs des activités humaines sur l'habitat pélagique et les espèces fourragères.

L'enjeu prioritaire pour OC3 (Favoriser le rétablissement des baleines et des loups de mer en péril) est :

- Minimiser les effets négatifs des activités humaines pour maintenir un habitat propice pour les populations de baleines en péril et les loups de mer.

Les enjeux prioritaires viennent préciser chacun des trois OC et le sens des changements attendus pour évaluer l'état des indicateurs et des mesures (Figure 1). Ainsi, ils permettent d'orienter le suivi et l'interprétation des résultats et pourront être réévalués et adaptés périodiquement lors de la révision du plan de gestion de la ZPM pour une gestion adaptative.

3. MISE À JOUR DES PRIORITÉS DE CONSERVATION, DES INDICATEURS ET DES PRESSIONS

Lors de la revue par les pairs en 2018, 15 composantes de l'écosystème (maintenant nommées priorités de conservation), six pressions anthropiques et 33 indicateurs associés avaient été identifiés (Annexe C; Faille *et al.* 2019; MPO 2019a). Suite à des réflexions au sein du CSS-BDA, les priorités de conservation et les indicateurs ont été remaniés pour être présentés dans un ordre plus logique et de façon hiérarchique sous chacun des objectifs de conservation. De plus, certains indicateurs ont été renommés ou modifiés légèrement pour qu'ils conviennent mieux aux données disponibles et aux mesures associées. Également, la pression «Pêches commerciales» est scindée en deux pressions distinctes soit la « Perturbation physique du fond » et le « Prélèvement de biomasse ». La liste des anciens indicateurs et leur correspondance avec les nouveaux est présentée en Annexe C pour permettre de faire le lien aisément entre le résultat de 2018 et la liste à jour. Suite à cette révision des indicateurs, trois pressions et cinq indicateurs associés ont été ajoutés à la liste.

Les pressions ajoutées sont :

- **Compétiteurs/prédateurs** : Cette pression regroupe l'indicateur « Homard sur la crête » (identifié en 2018) et le nouvel indicateur « Phoque gris ».
- **Nouvelle pression** : Cet ajout permettra de suivre et d'identifier toute nouvelle activité pratiquée dans l'AMP ayant la possibilité de nuire aux objectifs de conservation (p. ex. pêche autochtone, tourisme, etc.).
- **Engins fantômes** : Cette pression est ajoutée car de la pêche aux engins fixes est exercée dans l'AMP (casiers et palangre), donc le potentiel que certains de ces engins soient (ou aient été) perdus existe. Les engins fantômes avaient été identifiés par Gendreau *et al.* (2018), mais dû à l'absence de données disponibles, ils n'avaient pas été inclus dans la séquence des effets. Le ou les indicateurs pour cette pression ne sont pas encore définis.

Les indicateurs ajoutés sont :

- **Phoque gris** : Cet indicateur est ajouté puisque le phoque gris a été identifié comme un élément pouvant affecter les communautés démersales et les espèces fourragères comme le hareng par une pression de prédation (MPO 2011a).
- **Empreinte et biomasse récoltée par les activités scientifiques** : Deux indicateurs reliés aux activités scientifiques qui ont lieu dans l'AMP sont ajoutés respectivement à la pression

« Perturbation physique du fond » et à la pression « Prélèvement de biomasse ». Ces activités ont actuellement une fréquence faible et sont régies par un plan d'activité, mais d'un point de vue de transparence, il est jugé important de rapporter ces activités dans les rapports de suivi.

- **Infraction activités de pêche** : Cet indicateur est ajouté pour permettre de recenser les infractions reliées aux activités de pêche dans l'AMP qui pourraient avoir un effet négatif, par exemple en perturbant les fonds dans la zone 1 (identifiée comme plus sensible) et ainsi affecter l'atteinte de l'OC1.
- **Nombre de nouvelles pressions** : voir l'explication de la pression ci-dessus.

Des critères de sélection des indicateurs avaient été proposés lors de la revue par les pairs de 2018 basés sur différentes lignes directrices (Pomeroy *et al.* 2004; MPO 2013a), mais ceux-ci n'avaient pas été évalués individuellement (Faille *et al.* 2019; MPO 2019a). Cette étape a été partiellement complétée par le CSS-BDA en évaluant les indicateurs à l'aide de six critères. Le critère initial *Sensibilisation du grand public* n'a pas été évalué puisqu'il est considéré que tous les indicateurs ont le potentiel d'y répondre, dépendamment de la manière dont les résultats sont présentés. Également, le critère initial *Gestion facile* n'a pas été évalué pour chaque indicateur puisqu'il fait plutôt référence à l'ensemble des indicateurs dont le nombre doit rester raisonnable et permettre d'éviter la redondance. Ce critère sera évalué lors du premier rapport de suivi complet. Le critère *Mesurable* incluait beaucoup d'éléments et a donc été scindé en deux pour évaluer le *Rapport coût-bénéfice* séparément. Finalement, le critère *Soutien des chercheurs* a été remplacé par *Pérennité*. Les six critères suivants ont donc été utilisés pour évaluer chaque indicateur (Tableau 2 et 3) :

- **Base théorique / importance écologique** : les indicateurs doivent être solidement fondés sur des connaissances scientifiques.
- **Sensibilité** : les indicateurs doivent être sensibles aux actions de gestion.
- **Mesurable** : les indicateurs doivent être mesurés à l'aide de méthodes et d'équipements simples et éprouvés (en particulier des méthodes non invasives et non destructives). Les indicateurs doivent pouvoir être mesurés ou estimés sur une base régulière, et des séries chronologiques de données devraient être idéalement disponibles.
- **Rapport coût-bénéfice** : les indicateurs devraient avoir un rapport coût-bénéfice acceptable, la collecte et le traitement des données doivent être réalisables dans les limites des ressources financières existantes et dans des délais raisonnables.
- **Interprétable** : les indicateurs doivent montrer des réponses spécifiques à des causes connues et permettre une interprétation du signal pour tenter de distinguer la variabilité naturelle de celle occasionnée par les pressions anthropiques et environnementales.
- **Pérennité** : les indicateurs devraient, autant que possible, être mesurés dans le cadre de suivis assurés à long terme par des programmes existants et pérennes.

Suite à cette évaluation, cinq indicateurs ont été éliminés et sont présentés à l'Annexe D. À noter que le critère *Interprétable* a été considéré dans son sens large et non basé sur la capacité des bases de données actuelles à fournir un signal statistique clair. Des analyses de puissance pourraient, entre autres, dans le futur, aider à préciser si une mesure ou un indicateur est vraiment *Interprétable* avec les bases de données disponibles. Basé sur la séquence des effets (Gendreau *et al.* 2018), une mise à jour des liens entre les priorités de conservation et les pressions est présentée ici en fonction de la nouvelle liste (Tableau 4).

Tableau 2. Liste des priorités de conservation et des indicateurs et leur évaluation en fonction de six critères de sélection. Le ou les principaux relevés associés à chaque indicateur sont présentés. Le nom complet des relevés se trouve à l'Annexe E.

OC1 Conserver et protéger les habitats benthiques (Benthique et démersal (BD))

Priorités de conservation	Indicateurs version 2021	Relevé(s) principal	Critères					
			Base théorique	Sensibilité	Mesurable	Rapport coût-bénéfice	Interprétable	Pérennité
Espèces indicatrices des communautés benthiques et démersales	BD1) Espèces indicatrices d'eau froide	R10-Multi sGSL	•		•	•	•	•
	BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude	R10-Multi sGSL	•		•	•	•	•
	BD3) Espèces dominantes/clés	R10-Multi sGSL	•	•	•	•	•	•
	BD4) Biomasse des invertébrés*	R10-Multi sGSL	•	•	•	•	•	•
Communautés épibenthiques	BD5) Communauté épibenthique A : Crête rocheuse	RD1-Imagerie	•	•	•	•	•	
	BD6) Communauté épibenthique B : Crête mixte	RD1-Imagerie	•	•	•	•	•	
	BD7) Communauté épibenthique C : Plaine mixte	RD1-Imagerie	•	•	•	•	•	
	BD8) Communauté épibenthique D : Plaine meuble	RD1-Imagerie	•	•	•	•	•	
Communautés démersales	BD9) Communauté de poissons démersaux sur les plaines	R10-Multi sGSL	•	•	•	•	•	•
	BD10) Poissons démersaux sur la crête	RD6-Imagerie app.	•	•	•	•	•	
Espèces commerciales benthiques et démersales	BD11) Crabe des neiges	R13-Crabe sGSL	•	•	•	•	•	•
	BD12) Poissons de fond exploités	R10-Multi sGSL	•	•	•	•	•	•
Caractéristiques du substrat	BD13) Sédiments	RD1-Imagerie	•		•	•		
Communautés endobenthiques	à venir	RD2-Benne	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Communautés suprabenthiques	à venir	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

OC2 Conserver et protéger les habitats pélagiques et les espèces fourragères (Pélagique (P))

Priorités de conservation	Indicateurs version 2021	Relevé(s) principal	Critères					
			Base théorique	Sensibilité	Mesurable	Rapport coût-bénéfice	Base théorique	Pérennité
Nutriments	P1) Nutriments	R1-PMZA, R6-Hélicoptère, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
Phytoplancton	P2) Chlorophylle a	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
Zooplancton	P3) Zooplancton	R1-PMZA	•		•	•	•	•
Krill	P4) Biomasse du krill	R7-Krill, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
Hareng	P5) Biomasse des stocks de hareng sGSL	R8-Hareng sGSL	•		•	•	•	•
Capelan	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>

OC3 Favoriser le rétablissement des baleines et des loups de mer en péril (EP)

Priorités de conservation	Indicateurs version 2021	Relevé(s) principal	Critères					
			Base théorique	Sensibilité	Mesurable	Rapport coût-bénéfice	Base théorique	Pérennité
Loup atlantique	EP1) Loup atlantique	RD4-Plongée, RD5-ADNe	•	•	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	
	EP2) Prises accessoires de loup atlantique	R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL, R15-Observateurs	•	•		•		•
Baleines	EP3) Rorqual commun	R21-PAM	•		•	•	•	•
	EP4) Rorqual bleu	R21-PAM	•		•	•	•	•
	EP5) Baleine noire	R21-PAM	•		•	•	•	•
	EP6) Mortalités/accidents de cétacés	R17-RQUMM	•	•		•		•

*Indicateurs non retenus lors de la revue par les pairs (2021).

Tableau 3. Liste des pressions et des indicateurs à jour et leur évaluation en fonction de six critères de sélection. Le ou les principaux relevés associés à chaque indicateur sont présentés, le nom complet des relevés se trouve à l'Annexe E.

Pressions (Pr)	Indicateurs version 2021	Relevé(s) principal	Critères					
			Base théorique	Sensibilité	Mesurable	Rapport coût-bénéfice	Interprétable	Pérennité
Changements climatiques	Pr1) Conditions physiques de l'habitat pélagique	R3-Glaces, R4-SST, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
	Pr2) Conditions physiques de l'habitat benthique (> 100 m)	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
	Pr19) Acidification	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
	Pr20) Oxygène dissous	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	•		•	•	•	•
Espèces envahissantes (EAE)	Pr3) Présence d'EAE	RD5-ADNe	•		<i>nd</i>	<i>nd</i>		
Compétiteurs/prédateurs*	Pr4) Phoque gris*	RD7-Échoueries	•		•	•		
	Pr5) Homard sur la crête	RD4-Plongée, RD6-Imagerie app.	•		•	•	•	
Bruit	Pr6) Bruit d'origine anthropique	R21-PAM	•	•	•		•	•
	Pr7) Intensité du trafic	R18-AIS	•	•	•	•	•	•
Dérangement	Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance	R22-Rapport actv., R18-AIS	•	•	•	•	•	•
Collisions	Pr21) Nombre de collisions	<i>nd</i>	•	•		•		•
	Pr9) Vitesse des navires	R18-AIS	•	•	•	•	•	•
Empêtrements	Pr10) Nombre d'empêtrements	R17-RQUMM	•	•	•	•		•
Perturbation physique du fond	Pr11) Empreinte relative de la pêche au crabe des neiges	R14-ZIFF	•	•	•	•	•	•
	Pr12) Empreinte relative de la pêche au poisson de fond	R14-ZIFF	•	•	•	•	•	•
	Pr13) Empreinte des activités scientifiques*	R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL, RD1-Imagerie	•	•	•	•	•	•
	Pr14) Infractions – activités de pêche*	<i>Nd</i>	•	•	•	•	•	•
Prélèvements de biomasse	Pr15) Pêche au crabe des neiges	R14-ZIFF	•	•	•	•	•	•
	Pr16) Pêche au poisson de fond	R14-ZIFF	•	•	•	•	•	•
	Pr17) Pêche faite par les activités scientifiques*	R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL	•	•	•	•	•	•
Nouvelle pression*	Pr18) Nombre de nouvelles pressions*	-		•	•	•	•	•
Engins fantômes*	<i>à venir</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>
Pollution	<i>à venir</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>

* Nouvelles pressions et indicateurs ajoutés à la liste en 2021.

Tableau 4. Lien entre les priorités de conservation et les pressions qui les affectent (adapté de Gendreau et al. 2018).

OC1 Conserver et protéger les habitats benthiques (Benthique et démersal (BD))

Priorités de conservation	Changements climatiques	Espèces envahissantes	Compétiteurs/ prédateurs	Bruit	Dérangement	Collision	Empêchement	Perturbation physique du fond	Prélèvement de biomasse	Engin fantôme	Pollution (sédiments)
Espèces indicatrices des communautés benthiques et démersales	•	•						•	•	•	•
Communautés épibenthiques	•	•						•	•	•	•
Communautés démersales	•		•						•	•	•
Espèces commerciales benthiques et démersales	•		•					•	•	•	•
Caractéristiques du substrat								•			•
Communautés endobenthiques	•							•			•
Communautés suprabenthiques	•										•

OC2 Conserver et protéger les habitats pélagiques et les espèces fourragères (Pélagique (P))

Priorités de conservation	Changements climatiques	Espèces envahissantes	Compétiteurs/ prédateurs	Bruit	Dérangement	Collision	Empêchement	Perturbation physique du fond	Prélèvement de biomasse	Engin fantôme	Pollution (sédiments)
Nutriments	•										
Phytoplancton	•										
Zooplancton	•										
Krill	•										
Hareng	•		•						•		
Capelan	•								•		

OC3 Favoriser le rétablissement des baleines et des loups de mer en péril (EP)

Priorités de conservation	Changements climatiques	Espèces envahissantes	Compétiteurs/ prédateurs	Bruit	Dérangement	Collision	Empêchement	Perturbation physique du fond	Prélèvement de biomasse	Engin fantôme	Pollution (sédiments)
Loup atlantique	•		•					•	•	•	•
Baleines	•			•	•	•	•			•	

4. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

4.1. ÉCHELLE SPATIALE

Les indicateurs et leurs mesures associées ne sont pas tous évalués à la même échelle spatiale (Annexe F, voir colonne « échelles spatiales »). L'AMP du Banc-des-Américains est subdivisée en deux zones principales; la zone 1 correspondant majoritairement à la crête est soumise à un règlement plus strict que la zone 2 (a et b) qui comprend les plaines nord-est et sud-ouest (Faille *et al.* 2019; [DORS/2019-50](#); Figure 2a). Certains indicateurs sont suivis à des sites spécifiques des zones 1 et /ou 2, plusieurs autres sont suivis dans l'ensemble de l'AMP, tandis que quelques indicateurs sont suivis dans une zone plus vaste (qui inclut l'AMP).

4.1.1. Zone océanographique

Les mesures associées à certains indicateurs (P1-P2-P3-P4, Pr1; Annexe F) sont calculées à l'intérieur d'une « zone océanographique » plus large que l'AMP du Banc-des-Américains (Figure 2c) puisque : 1) les processus océaniques ont lieu à grande échelle et que 2) le nombre d'observations à l'intérieur de l'AMP est restreint. La délimitation de la zone est basée sur la représentativité de l'AMP et considère les intrants (courant de Gaspé) et les extrants (plateau Madelinien) tout en assurant une certaine robustesse des estimations de chaque mesure pour la zone grâce à l'utilisation d'un plus grand nombre d'observations. Les estimations des mesures reflètent donc un secteur plus large que l'AMP, mais permettent tout de même de renseigner sur l'évolution de l'état des paramètres océanographiques dans lequel l'écosystème de l'AMP du Banc-des-Américains évolue.

4.1.2. Zone benthique

Une zone plus large que l'AMP a aussi été délimitée pour calculer les indicateurs océanographiques en lien avec l'habitat benthique (Pr2, Pr19 et Pr20) puisque : 1) les processus océaniques ont lieu à grande échelle et que 2) le nombre de données à l'intérieur de l'AMP est restreint (Figure 2b). La délimitation de la « zone benthique » est basée sur la représentativité des fonds marins de l'AMP et vise à couvrir une plus grande portion de l'aire de distribution des organismes benthiques sujets à fréquenter le Banc-des-Américains. Un carré de 90 km² recouvrant l'AMP a été utilisé, mais il a été tronqué pour ne conserver que les profondeurs similaires à celles retrouvées dans l'AMP, soit une profondeur minimale de 13 m et maximale de 174 m (99 % des valeurs de profondeur de l'AMP se situent dans cet intervalle).

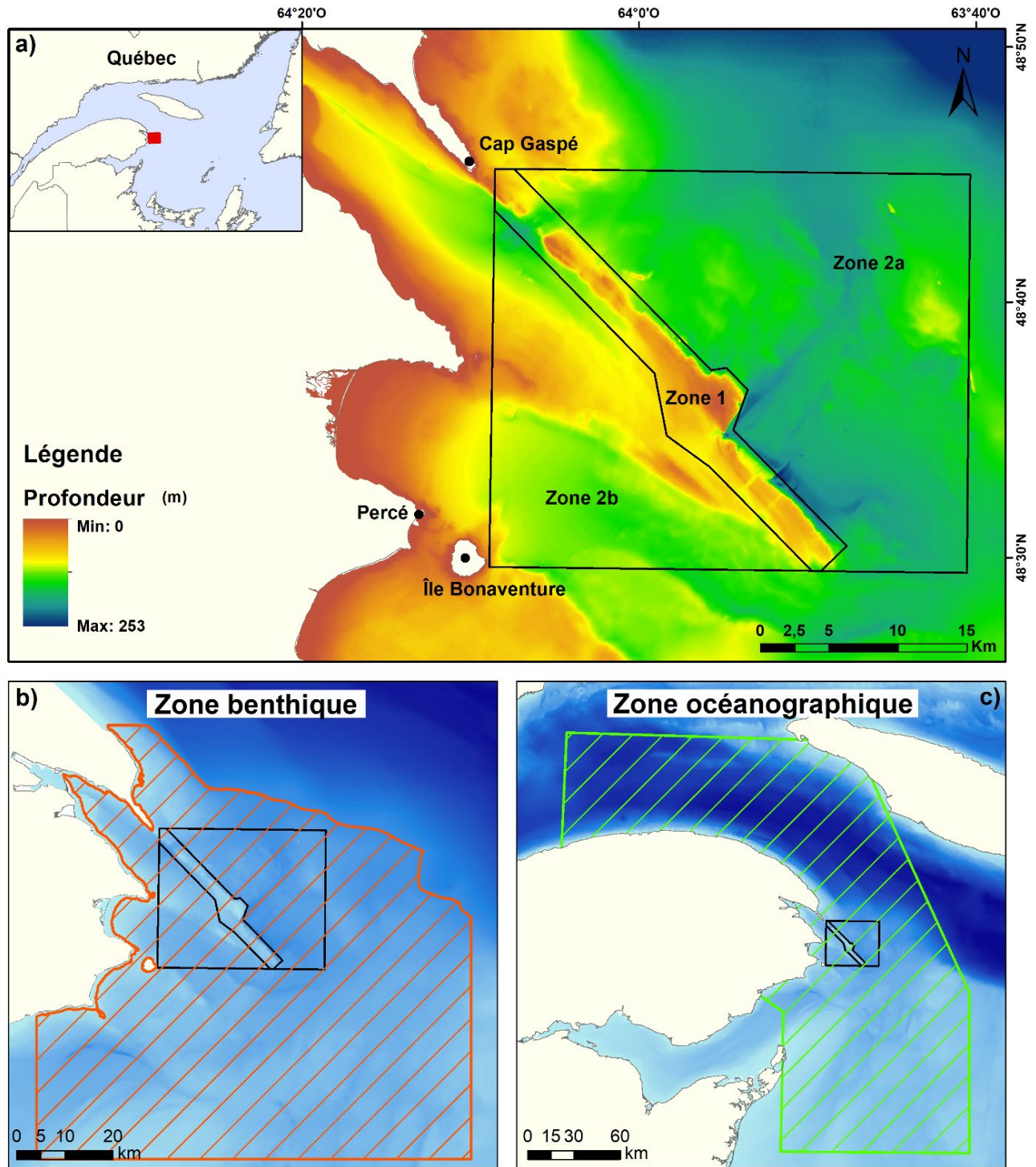


Figure 2. a) Limites de l'AMP du Banc-des-Américains et des deux zones de réglementation présentes, zone 1 et zone 2 (a et b); b) limite de la zone benthique utilisée pour le calcul de l'indicateur Pr2; c) limite de la zone océanographique utilisée pour le calcul des indicateurs océanographiques P1-P2-P3 et Pr1.

4.2. MÉTHODE POUR L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES INDICATEURS

Un des objectifs de ce document est de proposer des méthodes pour évaluer l'état des indicateurs. Ces méthodes doivent être objectives et reproductibles pour permettre d'informer efficacement la DPCM de l'état et de l'évolution de l'AMP. De plus, il est nécessaire de développer des méthodes pour que l'analyse des données et la présentation des résultats obtenus soient compréhensibles, interprétables et informatives (Park Canada Agency 2007, MPA Monitoring Enterprise 2011). Puisque les indicateurs regroupent généralement plusieurs mesures, il est proposé de combiner les résultats des différentes mesures pour résumer l'état de l'indicateur. Cependant, dans certains cas, l'indicateur possède une seule mesure. Dans ces cas, l'état de la mesure est directement reporté à l'indicateur. L'état de l'indicateur incluant différentes mesures a l'avantage de synthétiser un grand nombre de données et d'informations pour ainsi renseigner plus efficacement la DPCM et le grand public. Cependant, il importe de préciser que l'agrégation des mesures peut atténuer ou masquer les signaux de mesures individuelles importantes, ce qui peut entraîner des conclusions simplistes et conduire à des actions de gestion inappropriées. Ainsi, il importe que l'interprétation des résultats tienne compte des limites associées à cette méthode (Park Canada Agency 2007). Pour pallier à cette limite, il apparaît plus prudent de présenter à la fois l'état de chacune des mesures conjointement à l'état des indicateurs (combinaison des mesures). Différentes manières de présenter le résultat des indicateurs ont été utilisées (PNM Iroise 2010; MPA Monitoring Enterprise 2011; Sander 2018). Par ailleurs, considérant la diversité d'indicateurs et de mesures, il n'est pas possible d'avoir une seule méthode commune à tous pour évaluer leur état. L'utilisation de deux approches, soit l'anomalie et le seuil, est donc proposée et la méthode utilisée pour chaque indicateur est listée en Annexe F et G.

4.2.1. Anomalie

L'utilisation d'anomalie vise à mettre en évidence la variation de l'estimation d'une mesure par rapport à une période de référence. Une valeur d'anomalie annuelle correspond à la différence entre la valeur de la mesure pour l'année en question et la moyenne de cette mesure au cours de la période de référence. Cette différence est ensuite normalisée en la divisant par l'écart-type (ET) pour la période de référence. Lorsqu'une valeur d'anomalie est négative (ou positive), cela signifie que la valeur de la mesure pour l'année en question est inférieure (ou supérieure) à la moyenne de la période de référence. Les rapports du [programme de monitoring de la zone Atlantique](#) (PMZA) (Blais *et al.* 2021; Galbraith *et al.* 2022) et du [relevé multidisciplinaire de poissons de fond du nord du GSL](#) (Bourdages *et al.* 2021) ont entre autres recours à l'anomalie normalisée pour présenter la variabilité temporelle des différentes variables qu'ils rapportent. Certaines fiches de suivi de l'état du Saint-Laurent présentées dans le cadre du [plan d'action Saint-Laurent](#) utilisent la classification de ces anomalies normalisées pour certains de ses indicateurs afin de décrire l'état du Saint-Laurent ([Les processus océanographiques dans l'estuaire et le golfe, 3e éd.](#), 2014). C'est donc cette dernière approche qui est proposée ici.

$$\text{Anomalie} = \frac{\text{Moyenne de l'année} - \text{moyenne de la période de référence}}{\text{Écart - type de la période de référence}}$$

Les anomalies peuvent être divisées en deux types :

- **Directionnelle** : L'anomalie directionnelle est utilisée lorsque la direction du changement (positif ou négatif) peut être interprétée a priori comme étant bonne ou mauvaise. Dans ce cas, l'état est évalué à l'aide de trois classes : En santé/Faible, Moyen et Altéré/Élevé. Par exemple, pour l'intensité du trafic maritime, plus l'anomalie est positive, plus l'état des mesures et de l'indicateur est « Élevé ». Si l'intensité du trafic décroît sous la moyenne de la

période de référence, l'état serait alors « Faible » puisque la pression induite sur le milieu serait atténuée (Tableau 5).

- **Bidirectionnelle** : Parfois, la direction du changement (positif ou négatif) ne peut être interprétée comme étant bonne ou mauvaise. Par exemple, pour les mesures reliées à la glace, il est difficile de statuer si l'augmentation ou la diminution du couvert de glace a un effet négatif ou positif pour l'ensemble de l'écosystème. L'objectif est donc d'informer s'il y a eu au fil du temps de grands changements dans l'AMP. Alors, l'état est évalué en fonction de l'ampleur du changement par rapport aux données historiques en supposant qu'il soit souhaitable de préserver l'écosystème tel qu'il était au moment de la mise en place de la ZPM. Dans ce cas, l'état est évalué en fonction du niveau de changement : Changement faible, Changement modéré ou Changement important (Tableau 6).

4.2.1.1. Seuil

Dans certains cas, l'utilisation d'anomalies n'est pas adéquate, par exemple lorsque des valeurs seuils ont des effets biologiques connus selon la littérature scientifique. Ainsi l'oxygène dissous et le pH possèdent des seuils physiologiques/écologiques connus, en deçà desquels la croissance, la reproduction, voire la survie d'une ou de plusieurs espèces, sont compromises (Tableau 5). Également, pour les stocks de hareng de l'Atlantique, l'approche de précaution développée pour l'évaluation de stocks précise des points de référence limite (PRL) et supérieur (PRS) pouvant être utilisés comme seuils pour délimiter les états dits critiques, de prudence et de santé. Cependant, aux fins du suivi de l'AMP, les trois mêmes appellations d'état que pour les anomalies directionnelles seront utilisées (Tableau 5).

Tableau 5. Méthodes pour évaluer l'état des mesures et des indicateurs des priorités de conservation et des pressions. 1) anomalie directionnelle calculée en fonction de la moyenne et de l'écart-type (ET) de la période de référence; 2) seuil fixe connu.

État – Directionnel (priorité de conservation/pression)	Anomalie (Priorité de conservation)	Anomalie (Pression)	Seuil fixe O ₂ dissous	Seuil fixe Acidification	Seuil fixe Hareng
En santé / Faible (3)	Moyenne de la période de référence \pm 1 ET ou plus haut	Moyenne période de référence \pm 1 ET ou plus bas	> 70 %	> 2	> PRS
Moyen / Moyen (2)	-1 ET à -2 ET	+ 1 à + 2 ET	30-70 %	1-2	> PRL et < PRS
Altéré / Élevé (1)	< 2 ET	> 2 ET	< 30 %	< 1	< PRL
Non évalué	Données insuffisantes				

Tableau 6. Méthode pour évaluer l'état des mesures et des indicateurs des priorités de conservation et des pressions à l'aide d'anomalie bidirectionnelle en fonction de la moyenne et de l'écart-type (ET) de la période de référence.

État – Bidirectionnel	Anomalie
Changement faible (3)	Moyenne de la période de référence \pm 1 ET
Changement modéré (2)	\pm 1 à 2 ET
Changement important (1)	> ou < 2 ET
Non évalué	Données insuffisantes

4.2.2. Sommatation

Lorsque plus d'une mesure est disponible pour un indicateur, la valeur annuelle de l'indicateur est obtenue en faisant la somme des anomalies de chaque mesure associée. Dans le cas des anomalies bidirectionnelles, ce sont les valeurs absolues des anomalies qui sont additionnées. Dans le cas de seuils, la somme des pointages de chaque mesure est effectuée pour obtenir l'état final de l'indicateur (Tableau 7).

Tableau 7. Calcul de l'état de l'indicateur en fonction des pointages de chaque mesure pour la méthode avec les seuils.

État de l'indicateur	Pointage 1 mesure	Pointage 2 mesures	Pointage 3 mesures
En santé / Faible	3	6	8-9
Moyen / Moyen	2	4-5	5-6-7
Altéré / Élevé	1	2-3	3-4
Non évalué	Données insuffisantes		

Dans le présent document, ces méthodes sont appliquées pour faire un portrait initial des données existantes et analyser les tendances historiques. Pour tous les indicateurs pour lesquels des données sont disponibles, l'état des mesures et des indicateurs est calculé et présenté annuellement. Dans les rapports de suivi futurs, ces méthodes seront utilisées pour produire une **cote globale** pour chacun des indicateurs et analyser les tendances observées (stable, croissance, diminution). Cette cote globale sera pondérée en fonction du niveau de confiance (faible ou bon) vis-à-vis des données pour chacune des mesures de l'indicateur. Une évaluation sommaire du niveau de confiance a été faite qualitativement lors de la revue par les pairs, pour chaque mesure, mais cette évaluation pourrait être revue plus en profondeur par le comité scientifique de suivi du MPO. La quantité des données (fréquence, série temporelle, couverture saisonnière et spatiale, etc.) et leur qualité (sélectivité de l'engin, précision taxonomique, etc.) ont été considérées pour cette évaluation (Annexes F et G). La cote globale sera présentée lorsqu'au moins trois ans se seront écoulés depuis la mise en place de la ZPM.

Il n'y a présentement aucun cadre national au MPO concernant la manière d'évaluer l'état des indicateurs et de rapporter les résultats obtenus. Les méthodes proposées ici pourront être revues et ajustées en fonction de nouvelles connaissances ou de nouvelles lignes directrices du MPO pour uniformiser les rapports de suivi de ses AMP.

5. CHOIX DES MESURES ET ÉTATS DES CONNAISSANCES POUR OC1¹

5.1. ESPÈCES INDICATRICES DES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES ET DÉMERSALES

5.1.1. Relevés

Les données utilisées pour les quatre indicateurs proviennent du relevé multispécifique au chalut de fond du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) réalisé au mois de septembre par le MPO (Figure 3). Les données ont été récoltées à bord du *Lady Hammond* de 1985 à 1991 et du NGCC *Alfred Needler* de 1992 à 2002 puis du NGCC *Wilfred Templeman* en 2003 (Swain *et al.*

¹ L'ensemble des mesures sont listées pour chaque indicateur à l'Annexe F.

2019). En 2004 et 2005, une expérience de pêche comparative a été faite entre les navires NGCC *Alfred Needler* et NGCC *Teleost*. Depuis 2006, le relevé est réalisé par le NGCC *Teleost*. Des données sont amassées depuis 1971, mais considérant des changements apportés au protocole et des variations dans la résolution taxonomique au fil du temps, la série temporelle considérée est de 1986 à aujourd'hui pour les poissons, et à partir de 2004 pour les invertébrés benthiques.

Les stations effectuées font partie du plan d'échantillonnage aléatoire stratifié du relevé. L'AMP du Banc-des-Américains se trouve presque exclusivement dans la strate 416 (Figure 3). Une partie de l'AMP, principalement la crête, n'est pas couverte par le relevé. La position des stations étant aléatoire, elle varie annuellement et le nombre de stations effectuées dans l'AMP a lui aussi varié au cours du temps. Le nombre de stations visitées annuellement a varié entre 0 et 4 depuis 1986, pour une moyenne de 1,5 station/année. Dans le but d'augmenter le nombre d'échantillons et la robustesse, la zone est élargie à l'ensemble de la strate 416 où le nombre de stations visitées annuellement a varié entre 3 et 13, pour un nombre moyen de 7,8 stations/année (Tableau 8). Ainsi, les indicateurs (BD1, BD2, BD3, BD4, BD9 et BD12) sont basés sur tous les traits de chalut réalisés dans la strate 416 incluant l'AMP (Figure 3).

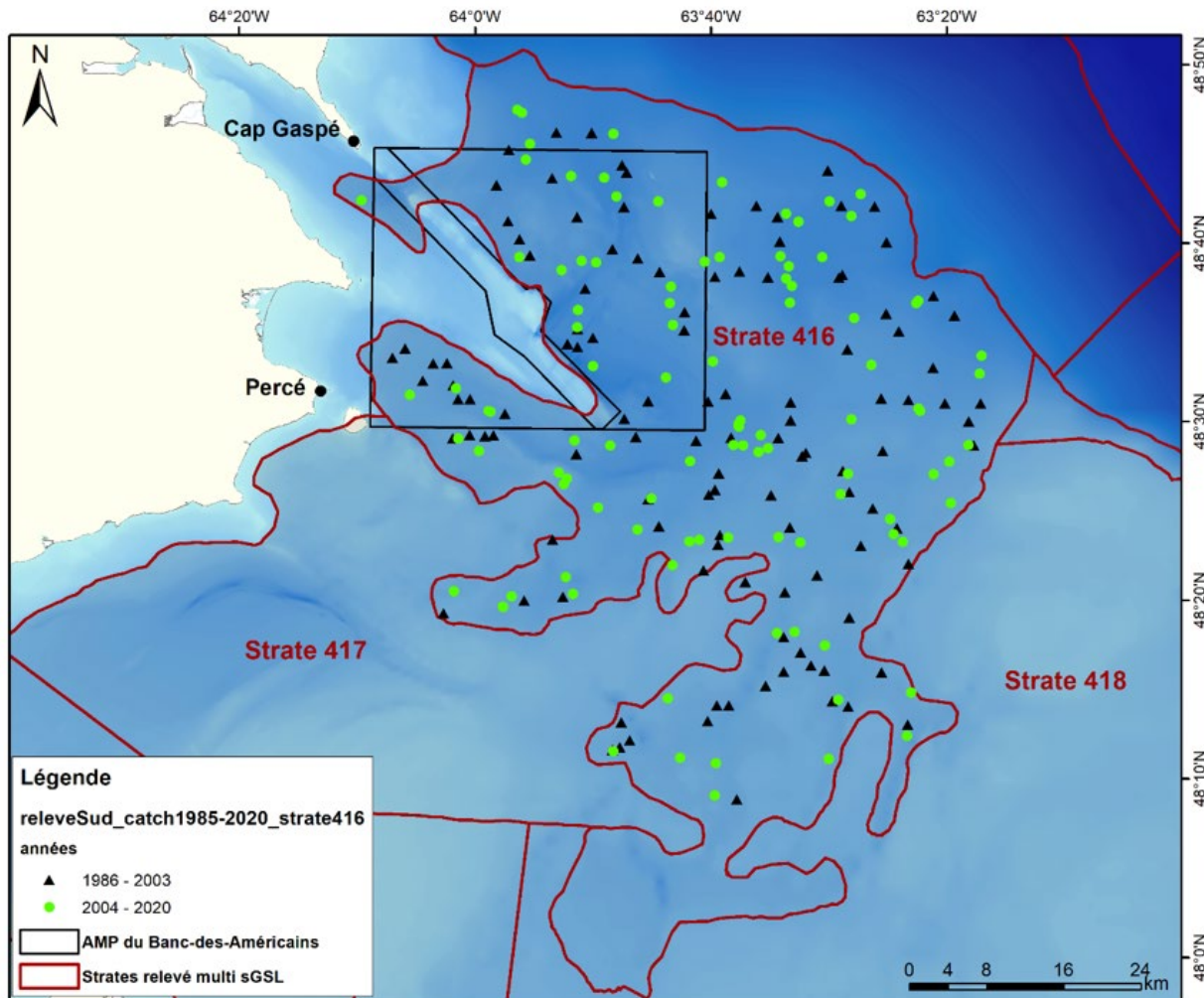


Figure 3. Localisation des traits effectués dans l'AMP du Banc-des-Américains lors du relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL entre 1986 et 2020 ainsi que les strates utilisées pour l'échantillonnage aléatoire.

Tableau 8. Nombre de stations réalisées annuellement dans la strate 416 et dans l'AMP du Banc-des-Américains (AMP BDA) par le relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL entre 1986 et 2020.

Année	Stations Strate 416	Stations AMP BDA
1986	9	3
1987	9	3
1988	13	2
1989	7	1
1990	8	2
1991	9	0
1992	10	3
1993	9	4
1994	8	2
1995	8	2
1996	9	2
1997	8	2
1998	8	3
1999	8	2
2000	8	3
2001	7	2
2002	9	3
2003	3	2
2004	12	2
2005	8	3
2006	8	0
2007	8	0
2008	8	1
2009	8	3
2010	8	2
2011	6	1
2012	5	1
2013	6	1
2014	8	1
2015	8	1
2016	8	2
2017	6	2
2018	8	2
2019	5	0
2020	4	1

5.1.2. Traitement des données

Les données de biomasse correspondent au poids en kg par trait, standardisé pour un trait de jour de 1,75 mille nautique (30 minutes à 3,5 nœuds) sur le NGCC *Teleost* avec un chalut Western IIA (Hurlbut et Clay 1990). La moyenne est calculée à partir des stations réalisées dans la strate 416 chaque année.

Pour l'ensemble des indicateurs et mesures présentées, la période de référence utilisée s'étend de 2004 à 2018 et la moyenne est calculée annuellement. La période de référence n'intègre pas toute la série temporelle disponible pour les poissons démersaux, car il y a eu un changement important dans les communautés au cours des années 90. L'écart-type serait beaucoup trop grand et l'objectif est plutôt de comparer l'évolution de la ZPM à l'état des communautés lors de sa mise en place. Ainsi, la même période de référence est utilisée pour les poissons démersaux et les invertébrés. Par contre, les données historiques sont présentées à partir de 2004 pour les mesures reliées aux invertébrés et à partir de 1986 pour les mesures reliées aux poissons.

La valeur absolue de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état des mesures associées aux indicateurs BD1 – Espèces indicatrices d'eau froide et BD2 – Espèces indicatrices d'eau chaude (anomalie bidirectionnelle), car peu importe le sens du changement, c'est plutôt l'ampleur du changement qui doit être évalué. Pour ces deux indicateurs, il est impossible de dire si une augmentation ou une diminution de la biomasse est bonne ou mauvaise pour l'AMP. Les données des indicateurs BD3 – Espèces dominantes/clés et BD4 – Biomasse des invertébrés sont présentées à l'aide d'anomalie directionnelle, car il s'agit d'espèces sensibles, clés ou dominantes. Une diminution de leur biomasse n'est pas souhaitable puisque l'objectif est de maintenir ou d'améliorer l'état initial de l'habitat benthique au moment de la mise en place de la ZPM.

5.1.3. BD1) Espèces indicatrices d'eau froide

5.1.3.1. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Biomasse des 3 espèces sténothermes d'eau froide les plus abondantes – poissons et invertébrés

Pour renseigner sur l'évolution des communautés benthiques et démersales de façon générale, deux listes d'espèces de poissons et d'invertébrés tolérantes aux eaux froides ont été développées par un taxonomiste et spécialiste de l'écologie de la faune marine du nord-ouest de l'Atlantique (Tableaux 9 et 10; Annexe H). L'objectif est de cibler des espèces plus sensibles qui pourraient montrer une réponse rapidement en lien avec les variations climatiques et l'évolution des communautés. Les espèces sténothermes d'eau plus froide sont de bons indicateurs de changements liés à la température.

La biomasse totale des poissons et des invertébrés sténothermes d'eau froide est obtenue pour chaque trait en additionnant la biomasse des trois taxons les plus abondants (surlignés en gras dans les tableaux 9 et 10). Les données de biomasse sont transformées de façon logarithmique dû à leur distribution. Ensuite, la moyenne du log de la biomasse totale des traits est calculée pour chaque année.

Mesures 3 et 4 : Biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau froide – poissons et invertébrés

Pour ces mesures, les 13 espèces de poissons et les 2 espèces d'invertébrés, non considérés dans les mesures 1 et 2, ont été utilisées (Tableaux 9 et 10) pour ne pas masquer la présence d'espèces plus rares par les espèces très abondantes. La présence de ces espèces indicatrices est évaluée dans chaque trait de la strate 416 puis la proportion des traits avec présence est

calculée par année. Puisqu'il s'agit de variables binomiales, les données sont traitées à l'aide d'un modèle prédictif de type Hurdle. Ainsi, la biomasse estimées des espèces indicatrices est obtenue en deux temps. Un premier modèle binomial dont l'inverse (1/logit) permet de prédire la proportion des traits avec présence d'espèces indicatrices tandis que la prédiction gamma tient en compte le poids des captures supérieures à zéro. Finalement, la prédiction du modèle Hurdle intègre ces deux modèles dans une seule prédiction.

Résultats

Le log de la biomasse totale des trois espèces de poissons les plus abondantes (flétan du Groenland, plie canadienne et plie grise) a progressivement diminué entre 1986 et 2003, passant respectivement de 4,0 à 1,9 (kg/trait; Figure 4). Cette différence représente une diminution des données brutes de 51 kg/trait. Malgré quelques fluctuations, le log de la biomasse a ensuite augmenté entre 2004 et 2010 pour diminuer à nouveau jusqu'en 2017. Depuis, le log de la biomasse total pour ces trois espèces est en augmentation. La biomasse estimées des espèces indicatrices de poissons sténothermes d'eau froide a quant à elle subi plusieurs fluctuations, mais l'ampleur de ces variations demeure assez faible au cours du temps, à l'exception de 2005 et 2014 où la biomasse estimées des espèces sténothermes d'eau froide était plus importante. Le log de la biomasse totale des trois espèces de poissons (*P. borealis*, *P. montagui* et crabe des neiges) a graduellement diminué depuis le début de la série temporelle, passant de 2,6 à 0,7 kg/trait entre 2004 et 2020. La biomasse (log) se situe sous la moyenne de 2 kg/trait depuis 2014 ce qui correspond à une diminution de la biomasse brute de 12,6 kg/trait. La biomasse estimées des espèces d'invertébrés sténothermes d'eau froide est demeurée très près de 0 tout au long de la série temporelle sauf en 2014 (Figure 4).

État et tendance

L'état associé à l'indicateur BD1 se situe généralement à un niveau de changement « Faible » tout au long de la série temporelle (Figure 5). En 2005, 2014 et 2020, l'ampleur du changement était plus importante et l'état de l'indicateur est passé à un « Changement modéré ». La diminution de la biomasse des crevettes du genre *Pandalus* et du crabe des neiges a contribué au changement d'état observé en 2020.

Tableau 9. Liste des espèces sténothermes d'eau froide (poissons).

Code Aphia*	Nom latin	Nom confirmé	Nom commun	Seuils thermiques	Références
127144	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	-	Flétan du Groenland	0-2 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
127137	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	-	Plie canadienne	0,5-5,8 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
127136	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	-	Plie grise	2-6 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
126758	<i>Anarhichas lupus</i>	-	Loup atlantique	-1,0 à 13 °C	Coad <i>et al.</i> 1995
126759	<i>Anarhichas minor</i>	-	Loup tacheté	-1,4 à 9 °C (habituellement < 5 °C)	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018; Dutil <i>et al.</i> 2014
126757	<i>Anarhichas denticulatus</i>	-	Loup à tête large	-0,2 à 11,9 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018; Dutil <i>et al.</i> 2014
126433	<i>Boreogadus saida</i>	-	Saida (morue arctique)	-1,8 à 7,9 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
254538	<i>Gadus macrocephalus</i> **	-	Ogac	~1,23 °C	Chouinard et Dutil 2004
127198	<i>Gymnocanthus tricuspis</i>	-	Tricorne arctique	-1,8 à 12,5 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
127195, 127193, 126147	<i>Artediellus uncinatus</i>	<i>Artediellus</i> spp.***	Hameçon	0,2 à 2,0 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
127235	<i>Cottunculus microps</i>	-	Cotte polaire	0,7-13,1 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2016
309268	<i>Uleina olrikii</i>	<i>Aspidophoroides olrikii</i>	Poisson-alligator arctique	0°C (rarement > 2-3 °C)	Whitehead <i>et al.</i> 1984
293624	<i>Liparis liparis</i>	<i>Liparis bathyarticus</i>	limace nébuleuse	-1,6 à 3,7 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2016
127215, 127217	<i>Eumicrotremus derjugini</i> , <i>Eumicrotremus spinosus</i>	<i>Eumicrotremus terraenovae</i>	Petite poule de mer de Terre-Neuve	-2 à 5,4 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018
229	<i>Gymnelus viridis</i>	-	Unernak caméléon	0°C	Marine species identification portal
159817	<i>Eumesogrammus praecisus</i>	-	Quatre-lignes atlantique	-1,3 à 4 °C	Mecklenburg <i>et al.</i> 2018

* Provient du Registre mondial des espèces marines (WoRMS)

** *Gadus macrocephalus*, anciennement *Gadus ogac*, changement en vigueur depuis le 2017-08-17 13:35:34Z par Bailly, Nicolas.

*** Inclut les deux espèces du genre *Artediellus* du relevé R10-Multi sGSL (*Artediellus atlanticus*, *Artediellus uncinatus* et *Artediellus* sp.).

Tableau 10. Liste des espèces sténothermes d'eau froide (invertébrés).

Code Aphia*	Nom latin	Nom confirmé	Nom commun	Position benthique	Seuils thermiques	Références
107649	<i>Pandalus borealis</i>	-	Crevette nordique	Supra	0 à 5 °C	Bergström 2000
107651	<i>Pandalus montagui</i>	-	Crevette ésope	Supra	-1 à 21 °C	Bergström 2000
107315	<i>Chionoecetes opilio</i>	-	Crabe des neiges	Épi	-1,8 à 6 °C	Shackell <i>et al.</i> 2013; Siikavuopio <i>et al.</i> 2017
140596	<i>Bathypolypus arcticus</i>	<i>Bathypolypus bairdii</i>	Poulpe boréal	Épi	2 to 8 °C	Gardiner et Dick 2010
125154	<i>Leptasterias polaris</i>	-	Étoile de mer polaire	Épi	-	-

* Provient du Registre mondial des espèces marines (WoRMS)

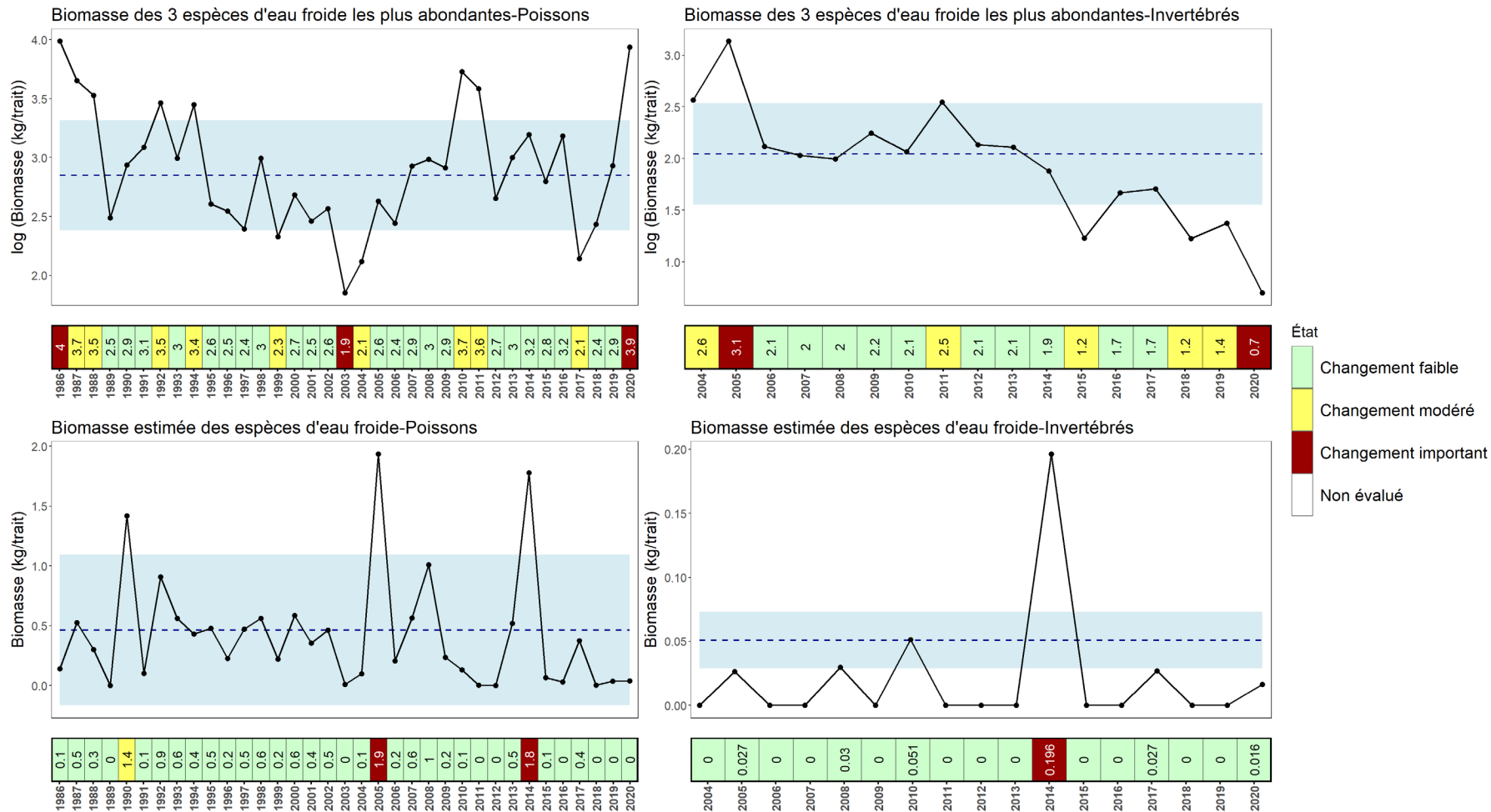


Figure 4. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD1 (Espèces sténothermes d'eau froide). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

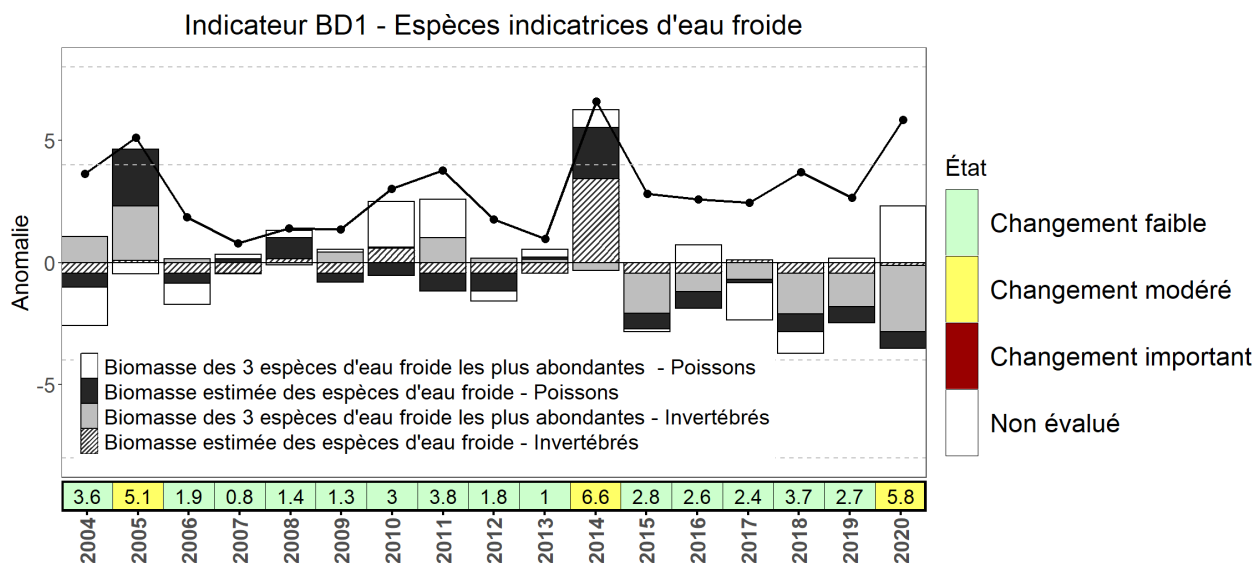


Figure 5. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour les mesures associées à l'indicateur BD1 (Espèces indicatrices d'eau froide). La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

5.1.4. BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude

5.1.4.1. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Biomasse des 3 espèces sténothermes d'eau chaude les plus abondantes – poissons et invertébrés

Comme pour les espèces d'eaux froides, une liste d'espèces indicatrices de poissons à préférence d'eau chaude a été développée pour renseigner sur l'évolution des communautés benthiques et démersales. Pour cette mesure, cinq espèces de poissons et trois espèces d'invertébrés sténothermes d'eau chaude ont été ciblées (Tableaux 11 et 12).

L'objectif est de cibler des espèces plus sensibles qui pourraient montrer une réponse rapidement en lien avec les variations climatiques et l'évolution des communautés. Les espèces sténothermes d'eau plus chaude sont aussi de bons indicateurs de changements liés à la température. Puisque les espèces identifiées sont assez rares ou peu abondantes, la biomasse totale des poissons sténothermes d'eau chaude représente la biomasse de tous les taxons indicateurs d'eau chaude listés dans le tableau 11, puis la moyenne annuelle est calculée. De la même manière, la biomasse des invertébrés sténothermes d'eau chaude inclut les trois espèces visées (Tableau 12).

Mesures 3 et 4 : Biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau chaude – poissons et invertébrés

La biomasse estimée des espèces indicatrices est obtenue en suivant la même méthode statistique que pour les espèces indicatrices d'eau froide (section 5.1.1). Puisqu'il s'agit de variables binomiales, elles sont traitées à l'aide d'un modèle prédictif de type Hurdle qui intègre la proportion des traits avec captures et la prédiction gamma qui tient en compte le poids des captures supérieures à zéro.

Résultats

Très peu d'espèces sténothermes d'eau chaude étaient abondantes dans la strate 416 au cours de la série temporelle (Figure 6 et Annexe I). Peu d'observations de poissons et d'invertébrés associés aux eaux chaudes ont été faites et leur biomasse moyenne pour la période de référence était très faible (poissons = 0,009 kg/trait et invertébrés = 0,0007 kg/trait). Aucune capture d'invertébrés sténothermes d'eau chaude n'a été réalisée dans la strate 416 depuis 2009.

État et tendance

Pour l'instant, la biomasse réelle et la biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau chaude (poissons et invertébrés) comptabilisées dans la strate 416 sont très faibles. L'état de l'indicateur BD2 n'a pu être estimé par manque de données puisqu'un nombre très faible de spécimens des espèces indicatrices d'eau chaude a été capturé. Cet indicateur est tout de même conservé et sera réévalué dans les prochains rapports de suivi afin de détecter une soudaine apparition d'espèces d'eau plus chaude dans la zone à l'étude.

5.1.5. BD3) Espèces dominantes/clés

5.1.5.1. Mesures retenues et non retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Biomasse totale des taxons fixes et érigés (non retenue)

Les taxons fixes et érigés avaient été retenus comme éléments clés à conserver dans l'AMP (MPO 2019a). Les taxons fixes et érigés, incluant les éponges, les coraux mous, les algues, et les anémones sont susceptibles d'être plus vulnérables à certaines pressions comme les engins de pêche touchant le fond (Fuller *et al.* 2008; Sciberras *et al.* 2018). Ces organismes peuvent également avoir un rôle structurant dans l'habitat benthique, particulièrement important dans les habitats constitués de plaines de sédiments fins où elles forment des structures tridimensionnelles qui fournissent une hétérogénéité spatiale dans un milieu qui, autrement, serait très homogène (Bastari *et al.* 2018; Chimienti *et al.* 2018a, 2018b). Une liste des taxons fixes et érigés a été développée à partir de la liste présentée dans Faille *et al.* (2019) et mise à jour dans le tableau 13 ci-dessous. Les éponges, environ une vingtaine d'espèces, ont été ramenées au niveau taxonomique *Porifera* puisqu'il y a eu une importante évolution dans la résolution taxonomique au cours des dernières années.

Mesure 2 : Biomasse des oursins (non retenue)

Les oursins du genre *Strongylocentrotus*, toutes espèces confondues, avaient été ciblés pour leur rôle écologique. Ce sont d'importants brouteurs et charognards et ils contribuent à la structure des communautés benthiques (Schultz *et al.* 2016). Aussi considérés comme des généralistes opportunistes, ils se nourrissent en fonction de ce qui est disponible dans l'environnement (Sainte-Marie et Paille 2020). Ils sont identifiés comme des espèces sensibles ayant un rôle trophique important (Scheibling et Hatcher 2013). De plus, les oursins représentent le quatrième taxon après les crevettes, les crabes et les gorgonocéphales à avoir la plus grande biomasse dans le relevé (Figure 7). Leur biomasse sera suivie afin de repérer rapidement des changements d'effectifs.

Mesure 3 : Biomasse des étoiles de mer prédatrices (non retenue)

Les étoiles de mer avaient été choisies car elles sont sensibles aux changements environnementaux pouvant potentiellement se traduire par des mortalités massives (Schultz *et al.* 2016; Tableau 14). De plus, elles jouent un rôle trophique important, structurant l'écosystème par la prédation (Menge et Sanford 2013; Rahman *et al.* 2018).

Tableau 11. Liste des espèces sténothermes d'eau chaude (poissons).

Code Aphia*	Nom latin	Nom commun	Position	Seuils thermiques	Références
14	<i>Merluccius bilinearis</i>	Merlu argenté	Pélagique	5 à 12 °C	MPO 2020
16	<i>Pollachius virens</i>	Goberge	Pélagique	0 à 10 °C	MPO 2019b
160	<i>Argentina silus</i>	Grande argentine	Pélagique	7 à 10 °C	Whitehead <i>et al.</i> 1984
220	<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	Pélagique	7 à 15 °C	Rose 2005
300	<i>Myoxocephalus octodecemspinosus</i>	Chaboisseau à dix-huit épines	Démersal	1,5 à 18,9 °C	Moring 2001

* Provient du Registre mondial des espèces marines (WoRMS)

Tableau 12. Liste des espèces sténothermes d'eau chaude (invertébrés).

Code Aphia*	Nom latin	Nom confirmé	Nom commun	Position	Seuils thermiques	Références
158356	<i>Dichelopandalus leptocerus</i>	-	Crevette soyeuse	Supra	5 à 20 °C	Wigley 1960
135220	<i>Cyanea capillata</i>	Scyphozoa**	Crinière de lion	Pélagique	-	-
123776	<i>Asterias rubens</i>	-	Étoile de mer commune	Épi	-	-

* Provient du Registre mondial des espèces marines (WoRMS)

** Inclut l'ensemble des méduses scyphozoaires du relevé R10-Multi sGSL

Tableau 13. Liste des taxons fixes et érigés récoltés dans l'AMP du Banc-des-Américains par le relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL.

Nom latin	Nom confirmé	Nom commun anglais	Nom commun français	Position
<i>Gorgonocephalus</i> sp.	<i>Gorgonocephalus arcticus</i>	Basket star	Gorgoncéphale	Épibenthique
<i>Boltenia</i> sp.	<i>Boltenia ovifera</i>	Sea potato unspecified	Patate de mer non spécifiée	Épibenthique
<i>Anthozoa</i>	Actiniaria	Anthozoans	Anémones de mer	Épibenthique
<i>Anthozoa</i>	Actiniaria	Sea anemone unspecified	Anémone de mer non spécifiée	Épibenthique
<i>Bolocera</i> sp.	Actiniaria	Deeplet sea anemone	Anémone aplatie	Épibenthique
Pennatulacea	-	Sea pen	Plume de mer	Épibenthique
<i>Gersemia rubiformis</i>	-	Sea strawberry / soft coral	Framboise de mer	Épibenthique
<i>Drifa glomerata</i>	-	Sea cauliflower	Chou-fleur de mer	Épibenthique
Porifera	-	Sponge	Éponges	Épibenthique

Tableau 14. Liste des étoiles de mer prédatrices retenues pour l'indicateur BD3.

Nom latin	Nom confirmé	Nom commun anglais	Nom commun français	Position
<i>Asterias</i> sp.	-	Starfish unspecified	Étoile de mer non spécifiée	épibenthique
<i>Asterias vulgaris</i>	<i>Asterias rubens</i>	Common sea star	Étoile de mer commune	épibenthique
<i>Leptasterias polaris</i>	-	Polar sea star	Étoile de mer polaire	épibenthique
<i>Hippasteria phrygiana</i>	-	Horse star	Étoile coussin	épibenthique
<i>Solaster endeca</i>	-	Purple sunstar	Soleil de mer pourpre	épibenthique
<i>Crossaster papposus</i>	-	Spiny sun star	Soleil de mer épineux	épibenthique
<i>Pteraster militaris</i>	-	Winged star	Étoile-coussin boréal	épibenthique
<i>Diplopteraster multipes</i>	-	Pincushion star	-	épibenthique

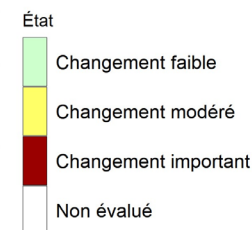
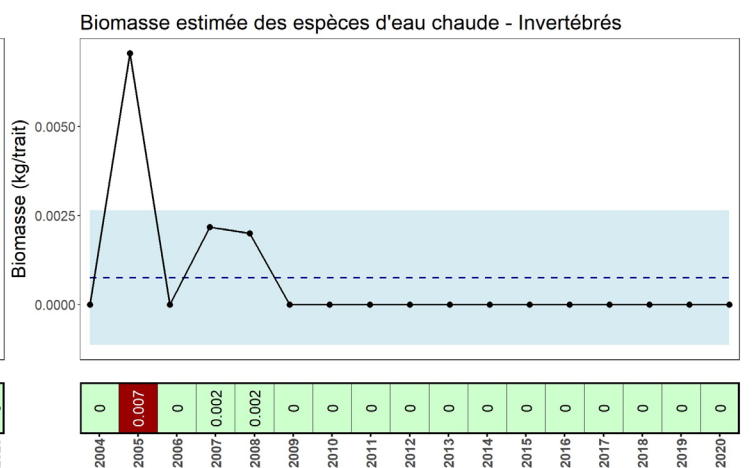
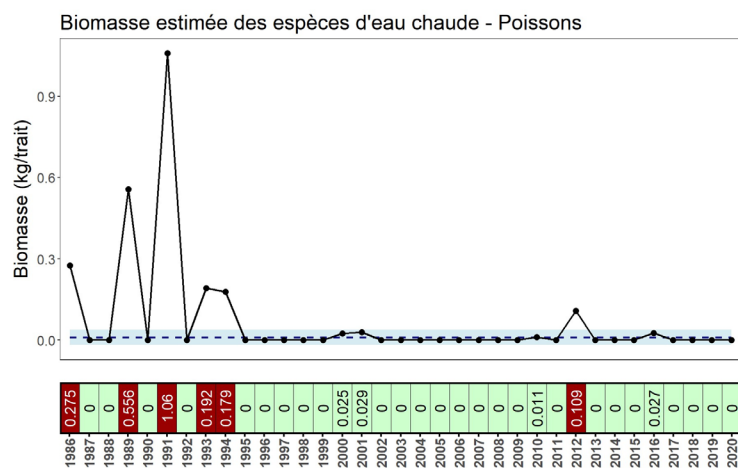
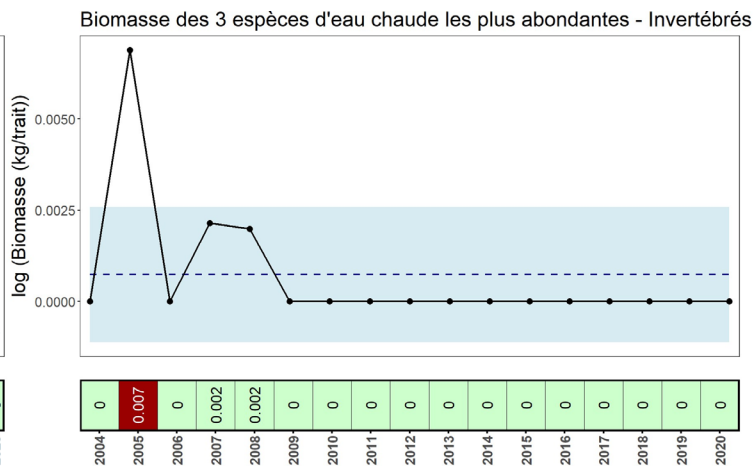
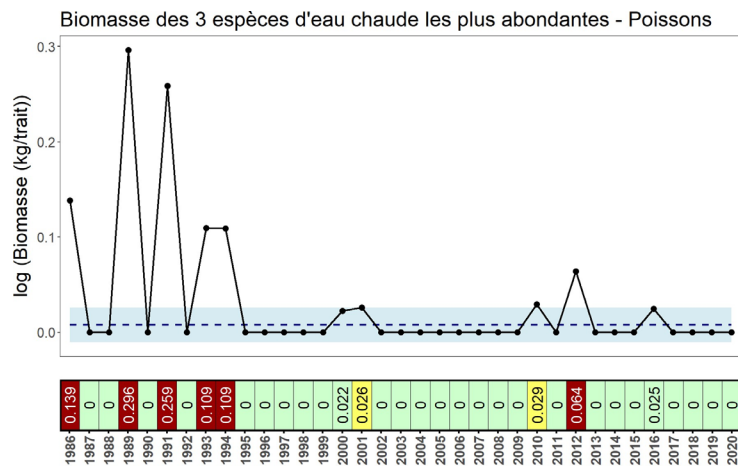


Figure 6. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD2 (Espèces sténothermes d'eau chaude). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

Les étoiles de mer sont d'importants prédateurs et ciblent des proies comme les bivalves, les éponges et les concombres de mer (Himmelman et Dutil 1991; Gale *et al.* 2013). Elles étaient conservées comme espèces clés et leur biomasse devait être notée afin de repérer rapidement des changements d'effectifs. Dans l'AMP, huit espèces d'étoiles de mer prédatrices ont été dénombrées et étaient considérées pour cette mesure (Tableau 14).

Mesures 4-5-6 : Biomasse des Pandalus, des plies canadiennes et des flétans du Groenland

Pour cibler les taxons dominants, une sélection des espèces de poissons et d'invertébrés basée sur le poids des captures dans le relevé multispécifique sGSL (R10-Multi sGSL) a été réalisée (Figure 7). La fréquence d'occurrence des taxons a aussi été prise en compte afin de retirer les taxons plus rares. Selon les données du relevé, pour les invertébrés se sont les crevettes du genre *Pandalus* (qui inclut *P. montagui* et *P. borealis*) et les crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) qui représentent les captures (kg) les plus importantes. Le crabe des neiges étant déjà suivi par l'indicateur BD1 en lien avec les espèces sténothermes et BD11 en lien avec la priorité de conservation touchant les espèces commerciales, il n'est donc pas retenu ici. Pour ce qui est des poissons, ce sont la morue franche, la plie canadienne, le flétan du Groenland et le flétan atlantique qui décrivent les biomasses moyennes les plus élevées. La morue et le flétan atlantique sont suivis par l'indicateur BD12 en lien avec la priorité de conservation touchant les espèces commerciales, ils ne sont donc pas retenus pour l'indicateur BD3. Les biomasses de la plie canadienne et du flétan du Groenland sont retenues comme mesures. Les données de biomasse sont d'abord transformées de façon logarithmique dû à leur distribution. Ensuite, la moyenne de la biomasse totale des traits est calculée pour chaque année.

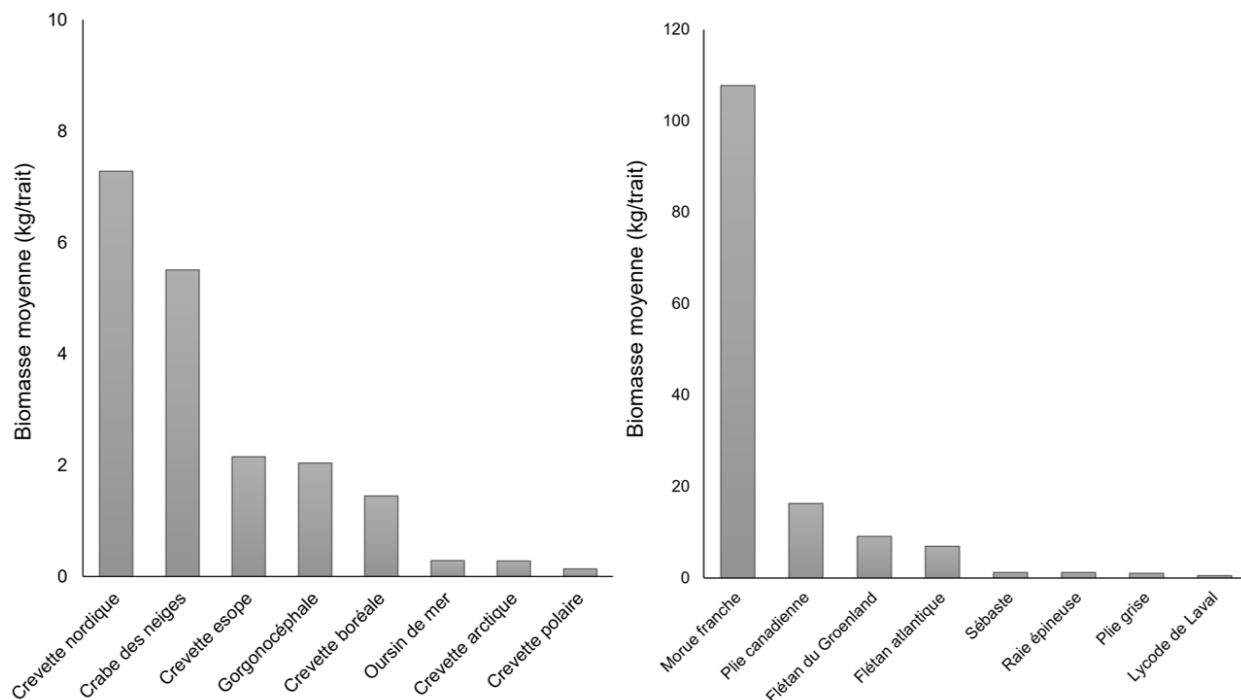


Figure 7. Biomasse moyenne (kg/trait) des huit taxons les plus abondants d'invertébrés et de poissons observés dans l'AMP entre 2004-2018 (invertébrés) et 1986-2018 (poissons). Les données proviennent du relevé multispécifique sGSL.

Résultats

Les captures des trois espèces clés sont demeurées très variables au cours de la série temporelle. Une augmentation marquée des espèces fixes et érigées a été observée en 2006 et s'explique principalement par une seule grande capture de *Pennatulacea* (46 kg). La biomasse des oursins semble avoir subi une diminution entre 2004 et 2012, mais s'est rétablie par la suite. Finalement, les étoiles de mer prédatrices ont démontré de faibles captures au fil du temps avec plusieurs oscillations de part et d'autre de la moyenne de la période de référence. Les mesures 1, 2 et 3 ont finalement été retirées de l'indicateur BD3 lors de la revue par les pairs puisque l'échelle spatiale à laquelle les données sont utilisées a été élargie à la strate 416 du relevé multispécifique sGSL (R10-Multi sGSL) pour augmenter le nombre de stations visitées annuellement (Figure 8). L'information recueillie au niveau de la strate 416 est moins pertinente et peu représentative de l'AMP pour les espèces clés (taxons fixes et érigés, les oursins et les étoiles de mer prédatrices). De plus, en élargissant la zone, ces mesures deviennent indirectes. Le suivi de ces taxons sera assuré par le relevé d'imagerie (RD1-Imagerie) à l'aide des indicateurs BD5 à BD8. Considérant le retrait de ces trois mesures, le nom de l'indicateur BD3 devient Espèces dominantes uniquement.

Concernant les mesures de biomasse, la biomasse des crevettes du genre *Pandalus* a progressivement diminué au fil du temps (Figure 9). Le log de la biomasse maximale (2,6 kg/trait) a été observé en 2005 suivit d'une baisse des captures se situant sous la moyenne de la période de référence (1,0 kg/trait) à partir de 2011. Les captures de plies canadiennes ont été très variables tout au long de la série temporelle avec une valeur moyenne de 2,5 kg/trait pour la période de référence. Malgré cette variabilité, une tendance à la baisse a été observée en début de série temporelle jusqu'en 2003. Par la suite, le log de la biomasse a augmenté jusqu'en 2011 puis a diminué de nouveau. Depuis 2017, les captures de plies canadiennes sont en augmentation. Le log de la biomasse du flétan du Groenland est en hausse au début de la série historique jusqu'en 2000. Depuis, d'importantes fluctuations ont été observées et plus aucune tendance globale à la hausse ou à la baisse n'est identifiable. La biomasse moyenne (log) pour la période de référence est de 1,0 kg/trait.

État et tendance

L'état associé à l'indicateur BD3, n'incluant maintenant que les trois espèces dominantes, est jugé « En santé » pour l'ensemble de la série temporelle (Figure 10). Entre 2011 et 2019, des valeurs d'anomalies négatives ont été observées et c'est en 2019 que la valeur la plus faible a été notée. La diminution de la biomasse des *Pandalus* et du flétan du Groenland en 2019 se reflète par une baisse des anomalies sans toutefois influencer l'état de l'indicateur pour cet intervalle. De façon générale, l'état de l'indicateur BD3 est demeuré assez stable.

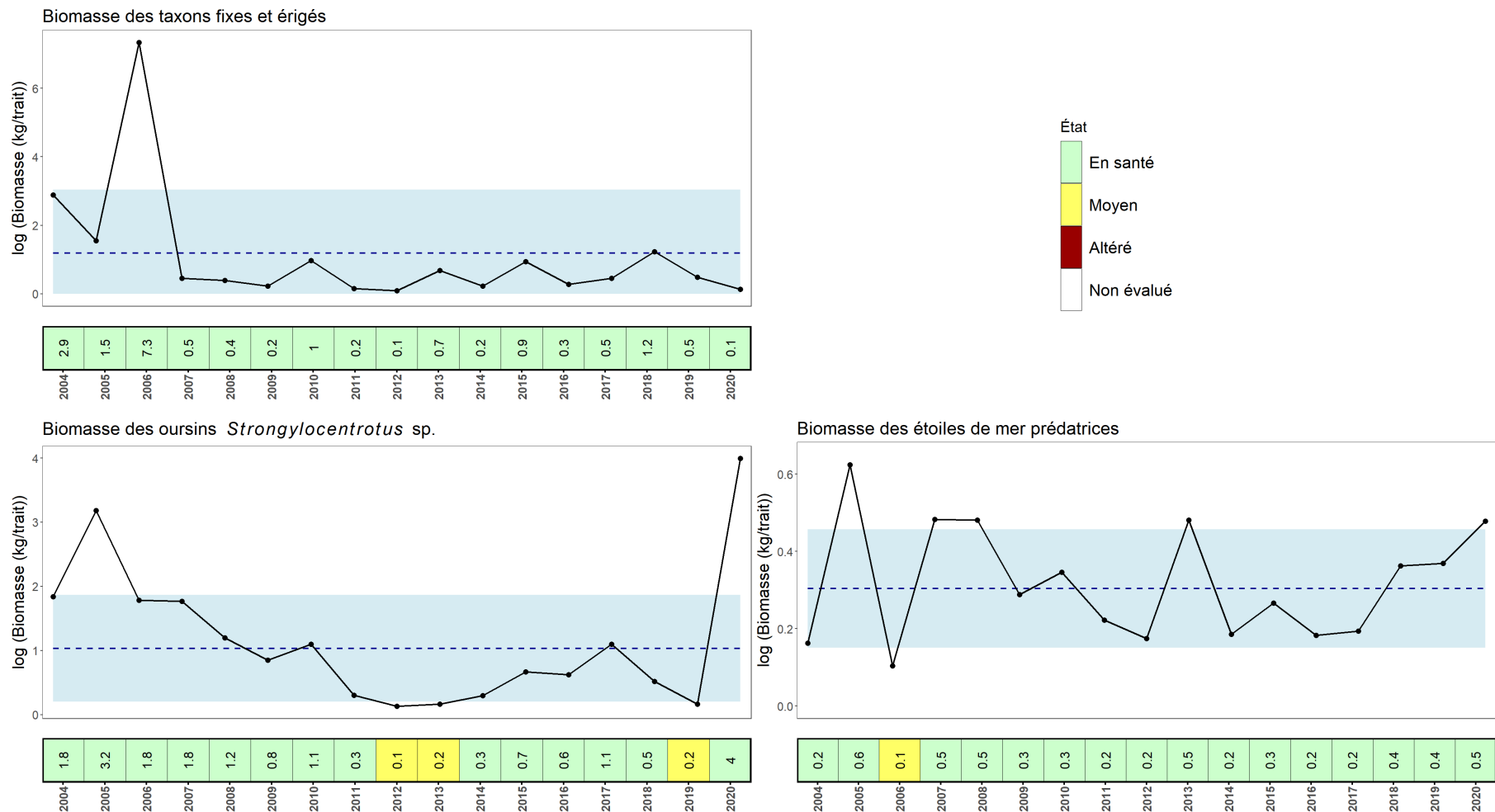


Figure 8. Série temporelle des mesures (espèces clés) associées à l'indicateur BD3 (Espèces dominantes/clés). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur moyenne obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et le sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

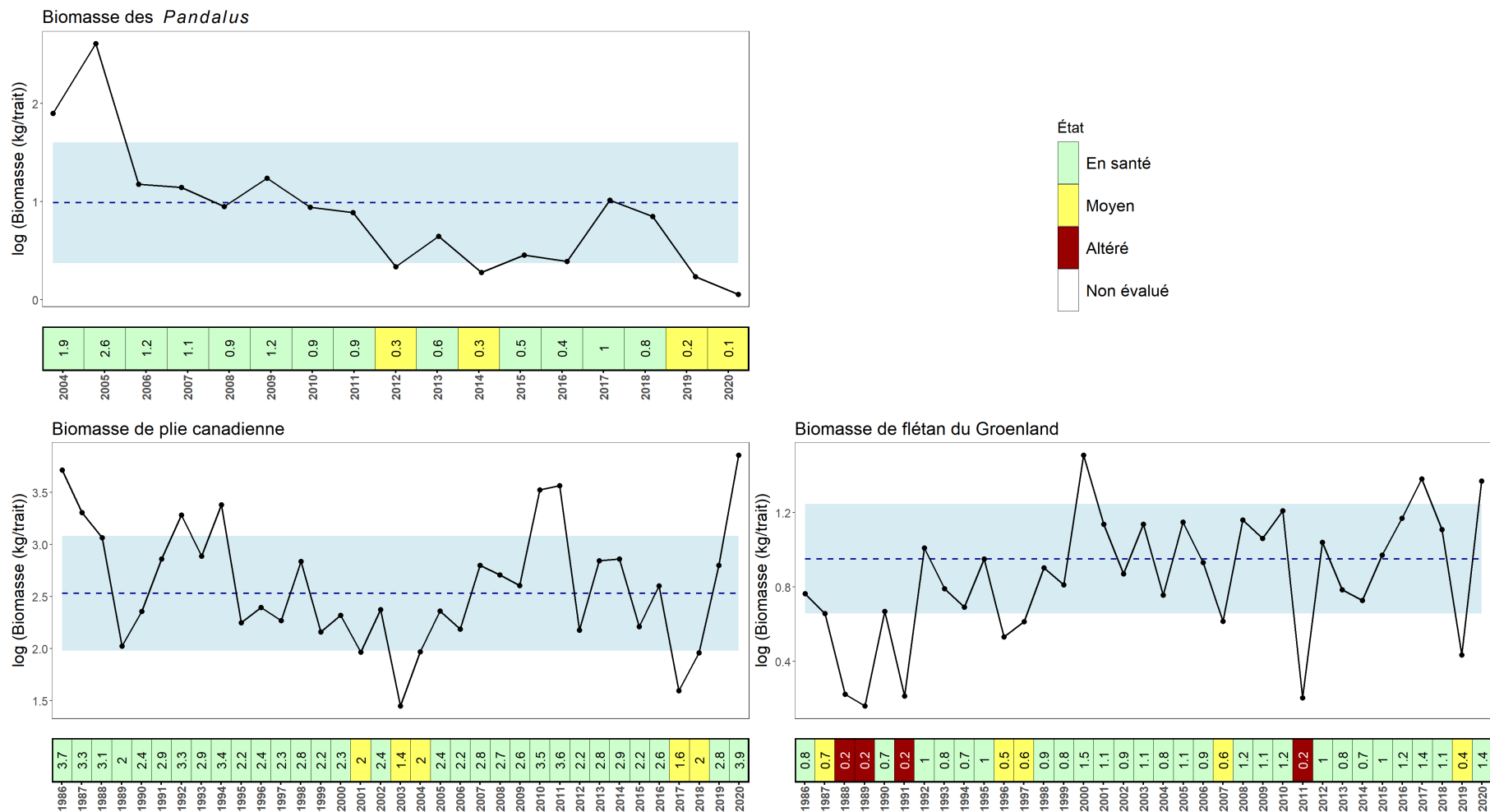


Figure 9. Série temporelle des mesures (espèces abondantes) associées à l'indicateur BD3 (Espèces dominantes/clés). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur moyenne obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et le sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

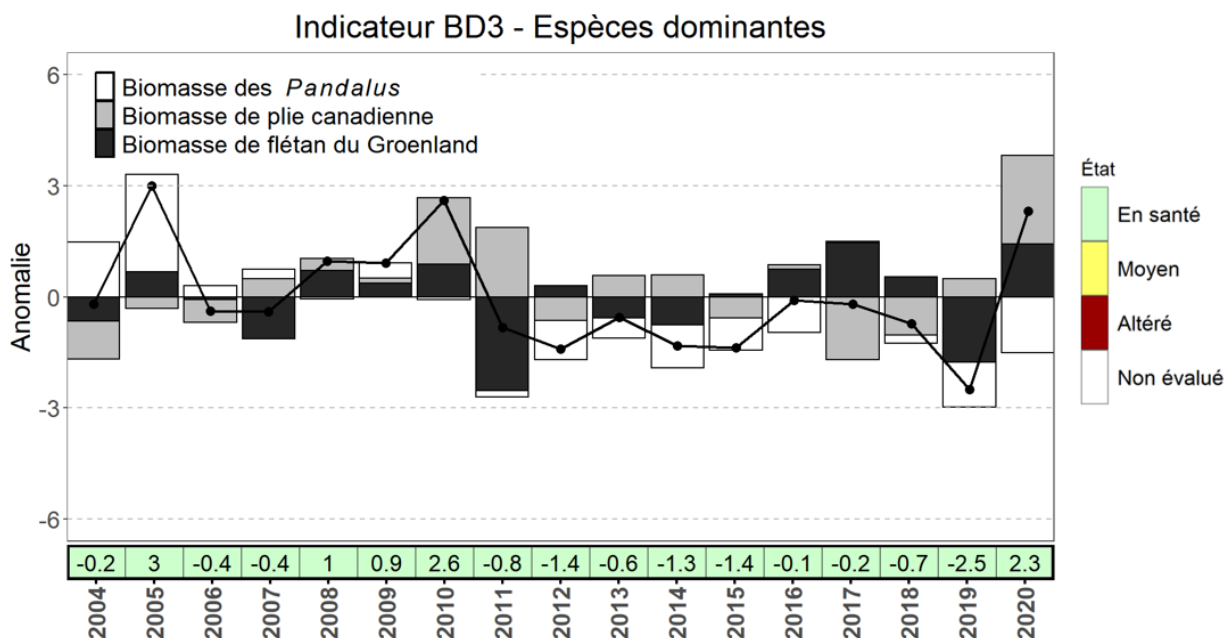


Figure 10. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur BD3 (Espèces dominantes). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

5.1.6. BD4) Biomasse des invertébrés (non retenu)

5.1.6.1. Mesure non retenue et état des connaissances

Cet indicateur n'a pas été retenu lors de la revue par les pairs car, tout comme pour les mesures 1, 2 et 3 de l'indicateur BD3, l'évaluation de la biomasse totale des invertébrés récoltée à l'aide du chalut à l'échelle de la strate 416 devient moins pertinente et peu représentative de l'AMP. La biomasse des invertébrés sera évaluée à l'aide du relevé d'imagerie. Puisqu'il est difficile d'obtenir des données de biomasses par imagerie sous-marine, la mesure liée à l'indicateur BD4 sera plutôt évaluée par l'abondance totale des invertébrés épibenthiques.

Mesure 1 : Biomasse totale des invertébrés (non retenue)

Cette mesure avait été sélectionnée pour informer de manière générale sur l'état de l'écosystème et plus précisément les communautés benthiques visées par l'OC1. Le relevé au chalut de fond (R10-Multi sGSL) est conçu pour échantillonner les espèces benthiques et démersales, mais n'est pas l'engin idéal pour les invertébrés benthiques fixes. Les prises peuvent aussi inclure des espèces pélagiques qui présentent un faible taux de capture par cet engin de pêche. Les taxons pélagiques avaient été exclus du calcul de la biomasse totale des invertébrés. L'utilisation de la biomasse plutôt que l'abondance permet de tenir compte des organismes épibenthiques coloniaux et de plusieurs taxons comme les éponges qui sont souvent pesés, mais non dénombrés lors du relevé multispécifique sGSL.

Résultats

Globalement, la biomasse totale des invertébrés a diminué de façon graduelle au fil du temps (Figure 11). La biomasse moyenne pour la période de référence est de 27,7 kg/trait. Les valeurs

de biomasses les plus faibles (un peu plus de 9 kg/trait) ont été recensées en 2015 (n=8) et 2020 (n=4) (Figure 11).

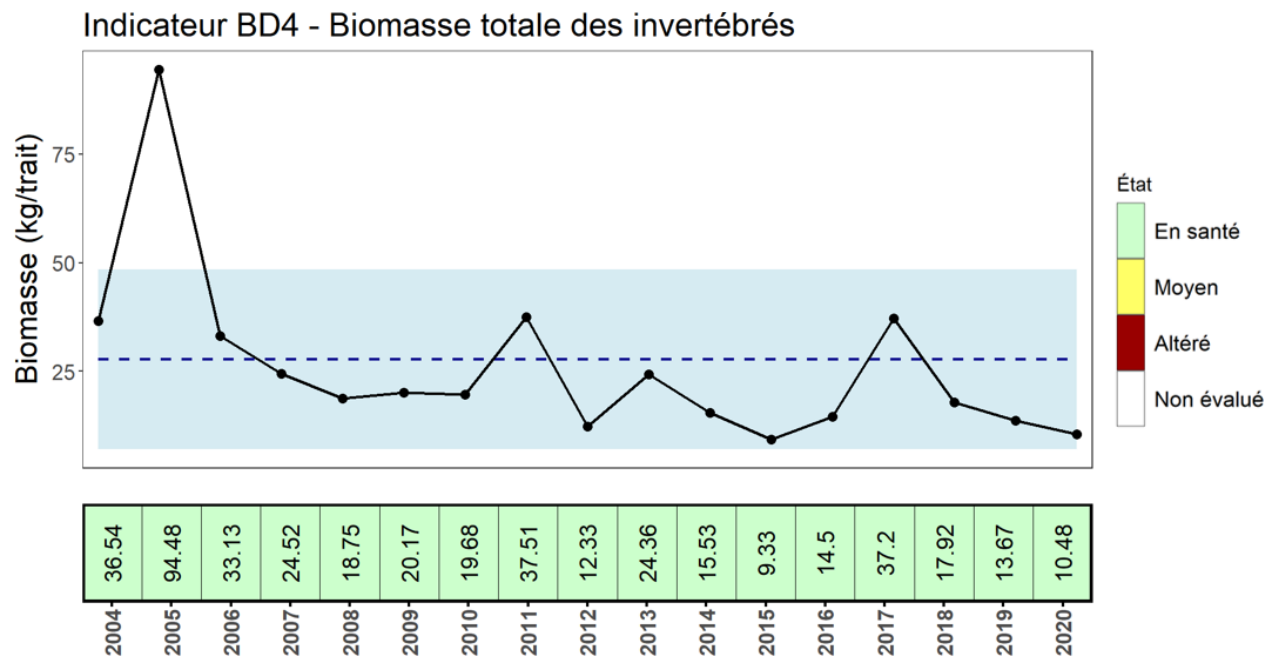


Figure 11. Série temporelle de la mesure associée à l'indicateur BD4 (Biomasse des invertébrés). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

5.1.7. Limitations

Les données utilisées pour ces quatre indicateurs proviennent du relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL (R10-Multi sGSL) et sont limitées. Une partie de l'AMP, principalement la crête, mais également une section de la plaine sud-ouest, n'est pas couverte par ce relevé (Figure 3). Également, depuis la mise en place de la ZPM, il n'est plus permis d'effectuer un relevé scientifique au chalut dans la zone 1 de l'AMP qui correspond à la crête, mais également à une certaine proportion des plaines adjacentes. Bien que l'écosystème des deux plaines semble similaire, il est difficile de présumer qu'un trait de chalut au cours d'une année est représentatif des communautés de poissons et d'invertébrés présents. D'autant plus que les plaines ont des profondeurs légèrement différentes; la plaine nord-est a une profondeur moyenne de 140 m (min. = 55, max. = 206), tandis que la plaine sud-ouest a une profondeur moyenne de 94 m (min. = 27, max. = 154). De plus, l'intensité d'échantillonnage dans l'AMP est faible avec un nombre moyen de 1,5 trait par année. C'est pourquoi la zone a dû être élargie à la strate 416 et la moyenne annuelle a été utilisée, mais la question se pose à savoir si cette méthode permettra d'identifier des tendances claires à long terme qui pourront être suffisamment représentatives des processus se produisant dans les limites de l'AMP.

Le relevé crabe des neiges au chalut de fond du sGSL, pourrait être une alternative puisqu'il présente plus de traits par année dans l'AMP et que les mêmes stations sont visitées année après année (voir la section 5.4.1.1). Pour l'ensemble des espèces, autres que le crabe,

l'abondance a été recensée à chaque trait depuis 1989 et à partir de 2013, des données d'abondance et de biomasse sont recensées à tous les traits. Par contre, un effort de validation et de standardisation devrait être pratiqué avant de pouvoir utiliser ces données. Il serait possible pour le futur d'avoir l'ensemble des données pour les stations réalisées dans l'AMP, mais les comparaisons historiques seront difficiles puisqu'un effort supplémentaire au niveau de la résolution taxonomique a été appliqué à partir de 2018.

Pour l'indicateur BD2 (Espèces indicatrices d'eau chaude), il y a un manque de données important ainsi l'état n'a pu être évalué. Cet indicateur sera réévalué dans les prochains rapports de suivi afin de détecter l'apparition d'espèces à préférence d'eau chaude. La liste pourra être revue pour s'assurer de bien inclure tous les taxons d'eaux chaudes potentiels. L'apparition de poissons ou d'invertébrés d'eau chaude dans le futur serait en soi une indication de changement, puisqu'ils sont quasiment complètement absents de l'AMP.

Il est à noter que les différentes mesures proposées pour ces quatre indicateurs seront ajustées et bonifiées en fonction des résultats émergeant du processus régional d'Approche Écosystémique. Cette approche, qui vise à intégrer diverses données (océanographie physique, espèces benthiques et démersales, indices de productivité et d'état des stocks, de pressions écologiques et de communautés), à faire des regroupements avec les traits fonctionnels des espèces et à développer des indicateurs, pourrait informer sur le choix de mesures clés adaptées à la région du GSL.

5.2. COMMUNAUTÉS ÉPIBENTHIQUES

Quatre communautés ont été définies par l'analyse multivariée des données d'imagerie existantes (2012-2016) en fonction de l'occurrence des taxons. Ainsi, quatre indicateurs (BD5, BD6, BD7 et BD8), un pour chacune des communautés, sont proposés. Les mesures choisies pour le suivi seront basées sur l'abondance et le rôle écologique de certains taxons clés dans chacune de ces communautés et des indices de diversité. Ces mesures seront évaluées dans l'AMP et dans des sites témoins extérieurs à l'AMP à partir d'un relevé d'imagerie en développement à l'aide du système déposé et du traîneau benthique (RD1-Imagerie; Annexe E). Le protocole d'échantillonnage détaillé est en développement et sera présenté dans un rapport technique séparément tout comme les mesures retenues ainsi que la méthode d'évaluation de l'état des indicateurs.

5.3. COMMUNAUTÉS DÉMERSALES

5.3.1. BD9) Communauté de poissons démersaux sur les plaines

5.3.1.1. Relevés

Les données utilisées pour cet indicateur proviennent du relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL (R10-Multi sGSL; Annexe E). Pour plus de détail, se référer à la section 5.1.1.

5.3.1.2. Traitement des données

La biomasse totale des poissons démersaux est obtenue en combinant la biomasse (kg) de toutes les espèces normalisées pour un trait standard. L'abondance totale est quant à elle mesurée par la somme des abondances de toutes les espèces démersales normalisées pour un trait. Le nombre de stations visitées annuellement dans l'AMP étant très faible, la moyenne des données est calculée pour l'ensemble des traits de la strate 416 de chaque année.

La période de référence utilisée s'étend de 2004 à 2018. L'ensemble de la série historique disponible pour les poissons, soit de 1986 à aujourd'hui, est présentée. Les données de l'indicateur BD9 sont représentées à l'aide d'anomalies directionnelles, car le but général de l'AMP est entre autres de favoriser la productivité biologique et la diversité des ressources

halieutiques. Ainsi, une perte importante de diversité de la communauté de poissons démersaux ou une baisse des abondances n'est pas souhaitable.

5.3.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 et 2 : Biomasse totale et abondance totale des poissons démersaux

La biomasse et l'abondance permettent de détecter des variations spatiales et temporelles des communautés (Grall et Coïc 2005). Le suivi de ces deux mesures contribue à dresser un portrait général de l'évolution de la communauté de poissons démersaux sur les plaines. La biomasse et l'abondance totale des poissons démersaux sont obtenues pour chaque trait en additionnant la biomasse (ou l'abondance) de toutes les espèces de poissons démersaux. Les données de biomasse et d'abondance sont ensuite transformées de façon logarithmique afin d'obtenir une distribution normale. On calcule ensuite la moyenne annuelle du log de la biomasse et de l'abondance totale de tous les traits.

Mesure 3-4-5 : Richesse, diversité de Shannon et équitabilité de Pielou

Les variations des indices de diversité échelonnées dans le temps permettent de caractériser globalement l'évolution et les modifications dans la structure de la communauté de poissons démersaux au cours d'une période donnée. Les mesures de richesse et de diversité spécifique sont fréquemment utilisées dans la littérature et sont simples à mesurer (Clarke et Warwick 2001). Ils tiennent compte non seulement du nombre d'espèces, mais également de la distribution des individus au sein de ces espèces (Grall et Coïc 2005). La richesse spécifique correspond au nombre total de taxons recensés dans chaque trait de chalut. L'étendue des coefficients de diversité (Shannon et Pielou) varie entre 0 et 1 (ou log S dans le cas de la diversité de Shannon). Plus la valeur de l'indice se rapproche de 0, plus la communauté semble être dominée par une espèce. Cependant, ces indices (diversité de Shannon et équitabilité de Pielou) sont peu sensibles et généralement peu variables, à l'exception d'endroits très contrastés ou fortement perturbés, ce qui n'est actuellement pas le cas de l'AMP du Banc-des-Américains. De plus, ils dépendent fortement de la taille des échantillons et du type d'habitat échantillonné (Clarke et Warwick 2001; Grall et Coïc 2005). Leur pertinence sera réévaluée en fonction de leur évolution au fil des prochains rapports de suivi.

Autres mesures à venir

À noter que des mesures additionnelles sont en développement et devraient être intégrées dans les prochains rapports de suivi. L'une de ces mesures est le remplissage stomacal, soit le poids des estomacs de poissons récoltés par le relevé multispécifique (R10-Multi sGSL). Les contenus stomacaux renseignent sur l'alimentation et la condition des individus ainsi que sur la disponibilité des proies dans le milieu. Des mesures plus précises visant certaines guildes trophiques sont aussi envisagées lorsque la classification des taxons par leurs traits fonctionnels sera complétée dans le cadre de l'Approche écosystémique.

Résultats

Le logarithme de la biomasse totale des poissons démersaux sur les plaines a subi une diminution en début de série historique, mais depuis 2004, les captures sont en constante augmentation. En 2009, 2012 et 2017, les valeurs observées étaient légèrement inférieures à la moyenne de la période de référence de 3,8 kg/trait et depuis 2018, elle se maintient au-dessus de cette valeur de référence. Ces résultats cadrent avec l'effondrement des stocks de poissons de fond observé dans les années 90 à plus grande échelle pour l'ensemble du golfe (MPO 2011b). L'augmentation de la biomasse dans la strate 416 au cours des dernières années semble cependant plus marquée que pour l'ensemble du golfe. Un scénario similaire, mais moins marqué est observé à partir des données d'abondance totale transformées en log.

L'abondance la plus forte a été observée en 2020 (Figure 12). Les captures élevées réalisées dans la strate 416 en 2020 étaient principalement composées de morues franches (*Gadus morhua*) de petite taille et de plies canadiennes (*Hippoglossoides platessoides*).

L'indice de richesse spécifique était très variable, mais variait avec de faibles amplitudes tout au long de la série historique et ne semble pas décrire de tendance à la hausse ou à la baisse au fil du temps. La richesse a principalement varié entre 8 et 12 espèces de poissons de fond dénombrées dans le relevé (Figure 13). Pour ce qui est de la diversité de Shannon et l'équitabilité de Pielou, leurs valeurs ont fluctué fréquemment, mais avec une faible amplitude. Cependant, une certaine tendance ressortait pour ces deux indices qui se situaient au-dessus de la moyenne de 1995 à 2009, tandis qu'avant et après cette période leurs valeurs étaient majoritairement sous la moyenne. Ces baisses de diversité peuvent indiquer des captures plus importantes d'une (ou de quelques) espèce pour ces années.

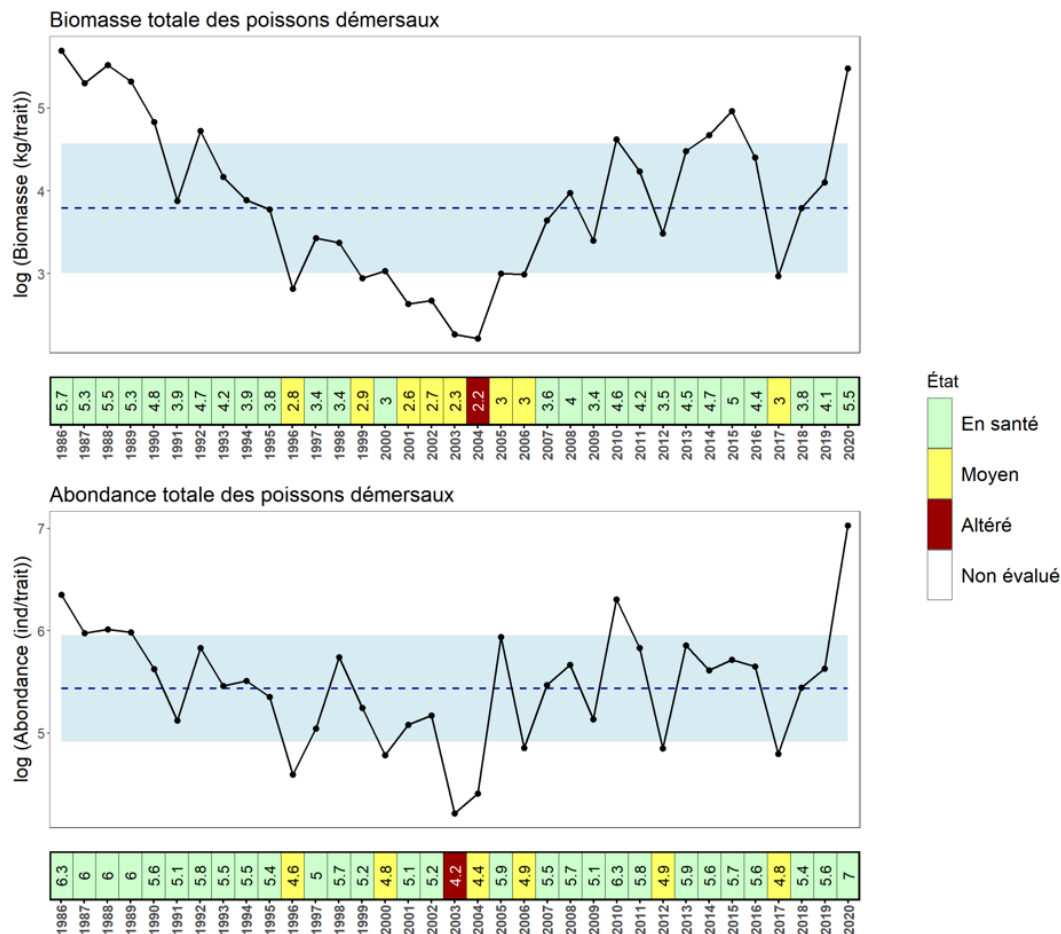


Figure 12. Série temporelle des mesures 1 (Biomasse totale) et 2 (Abondance totale) associées à l'indicateur BD9 (Communauté de poissons démersaux sur les plaines). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

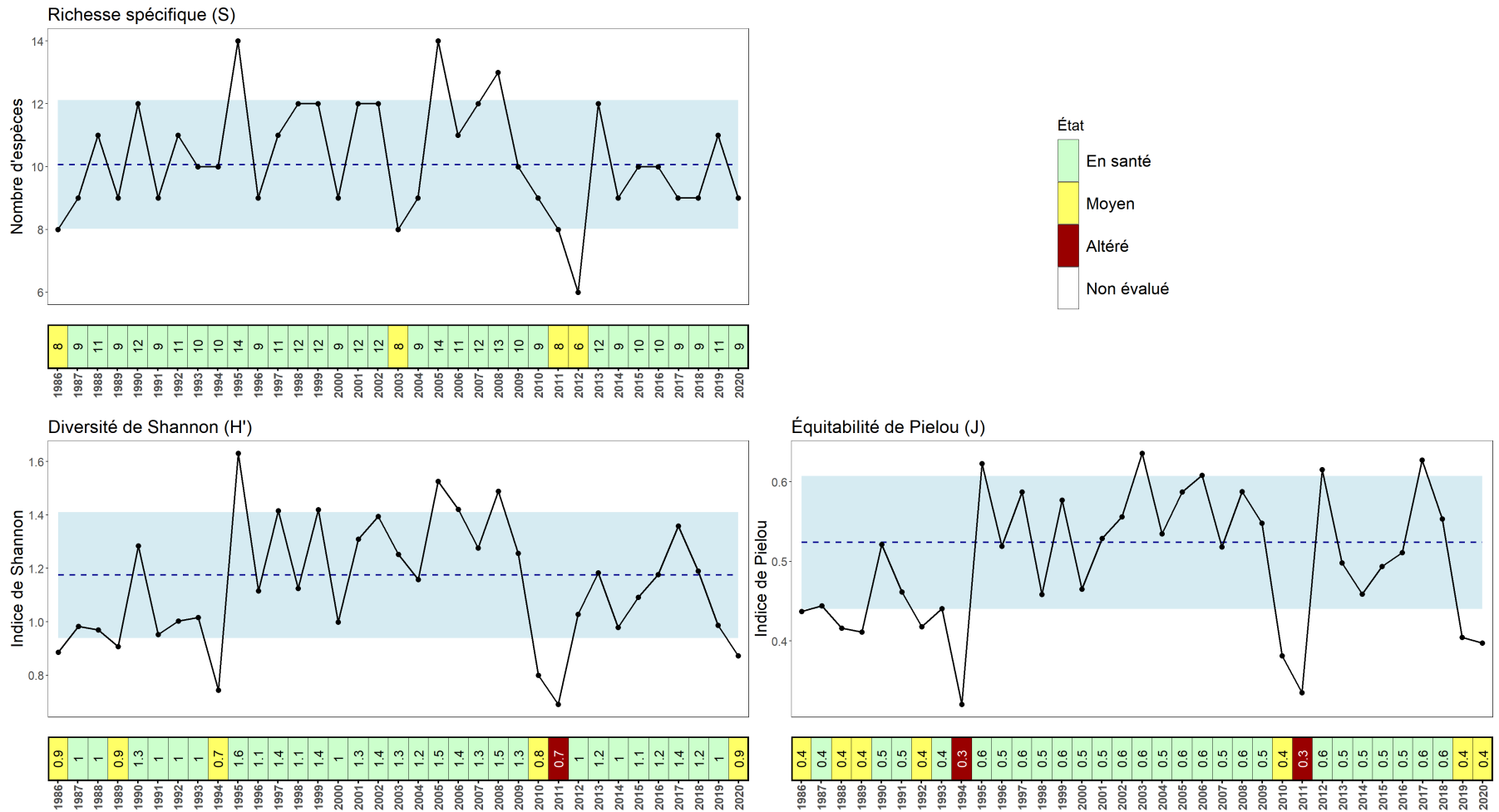


Figure 13. Série temporelle des mesures 3 (richesse spécifique), 4 (diversité de Shannon) et 5 (équitabilité de Pielou), associées à l'indicateur BD9 (Communauté de poissons démersaux sur les plaines). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

État et tendance

L'indicateur BD9 portant sur les communautés démersales sur les plaines, additionnant les cinq mesures, se voit attribuer un état « En santé » tout au long de la série temporelle malgré plusieurs variations de faible amplitude (Figure 14). C'est en 1994 et en 2011 que les valeurs d'anomalie de l'indicateur étaient les plus basses, se trouvant juste sous la limite de l'état « Moyen ». Dans les deux cas, une baisse des indices de diversité et d'équitabilité de Pielou importante a été observée. Il est important de mentionner qu'une tendance opposée est observée pour les deux mesures reliées à l'abondance/biomasse et les trois mesures reliées à la diversité. En effet, avant 1994 l'abondance et la biomasse décrivent majoritairement des anomalies positives contrairement aux mesures de diversité ayant des anomalies négatives, et ces tendances s'inversent par la suite jusqu'en 2009. Cette observation permet d'expliquer que malgré des changements importants dans les communautés démersales depuis 40 ans, l'indicateur semble avoir un état stable et remet en question la pertinence de faire la sommation de ces cinq mesures pour un seul indicateur. Ce point devra être revu au sein du comité CSC-BDA.

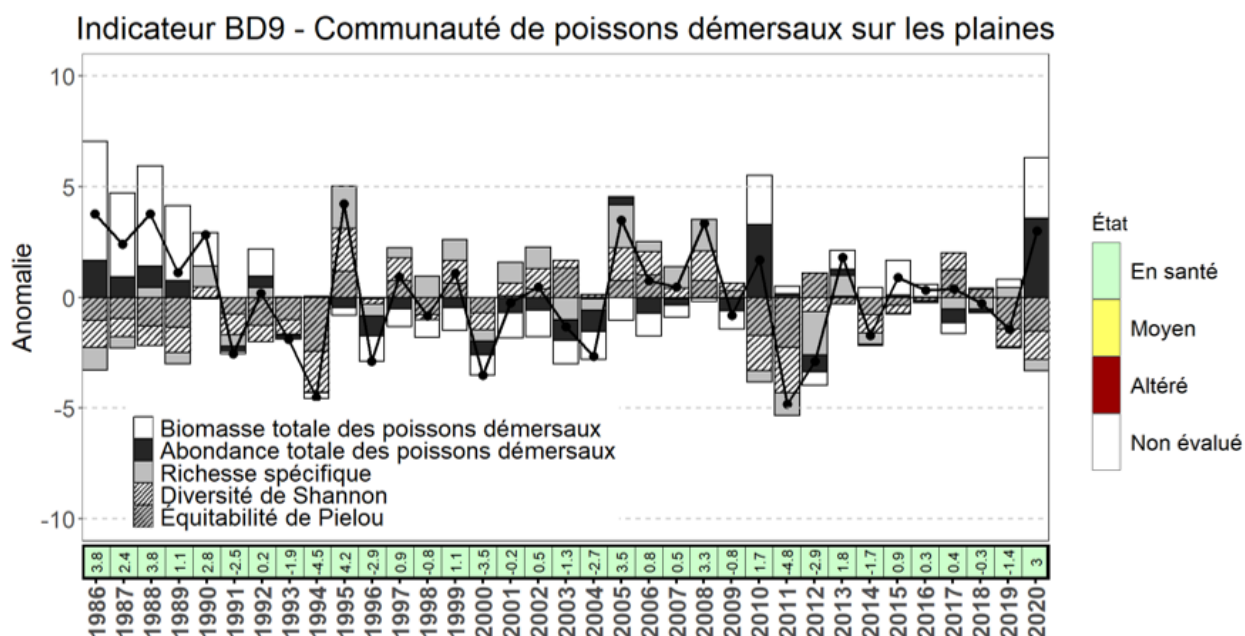


Figure 14. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur BD9 (Communauté de poissons démersaux sur les plaines). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

5.3.2. BD10) Poissons démersaux sur la crête

Aucune donnée n'est disponible actuellement. Un relevé en imagerie appâtée est en développement et une caractérisation de base sera effectuée au cours des prochaines années. Suite à cette caractérisation, les mesures associées à l'indicateur BD10 (Poissons démersaux sur la crête) seront précisées.

5.3.3. Limitations

Pour l'indicateur BD9, les mêmes préoccupations reliées au faible échantillonnage par le relevé multispécifique au chalut du sGSL s'appliquent (voir section 5.1.7.). Il est important également de mentionner que les indices de diversité sont directement reliés au niveau taxonomique des identifications. Il sera nécessaire de valider les variations du niveau taxonomique employé au cours de la série temporelle et, si nécessaire, des regroupements d'espèces à un niveau supérieur devront être effectués pour ramener toutes les observations à un niveau similaire, par exemple au genre ou à la famille.

5.4. ESPÈCES COMMERCIALES BENTHIQUES ET DÉMERSALES

Entre 2004 et 2018, la pêche au crabe des neiges a largement dominé les activités de pêche commerciales dans l'AMP du Banc-des-Américains (Figure 15). La pêche à la palangre est la seconde pêche en importance dans l'AMP après la pêche aux casiers (crabe des neiges) et elle vise le flétan atlantique (94 % de la pêche à la palangre) ainsi que la morue franche dans une plus faible proportion (6 %) (Figure 15). Ainsi, les trois espèces retenues pour cette priorité de conservation sont le crabe des neiges, la morue franche et le flétan atlantique.

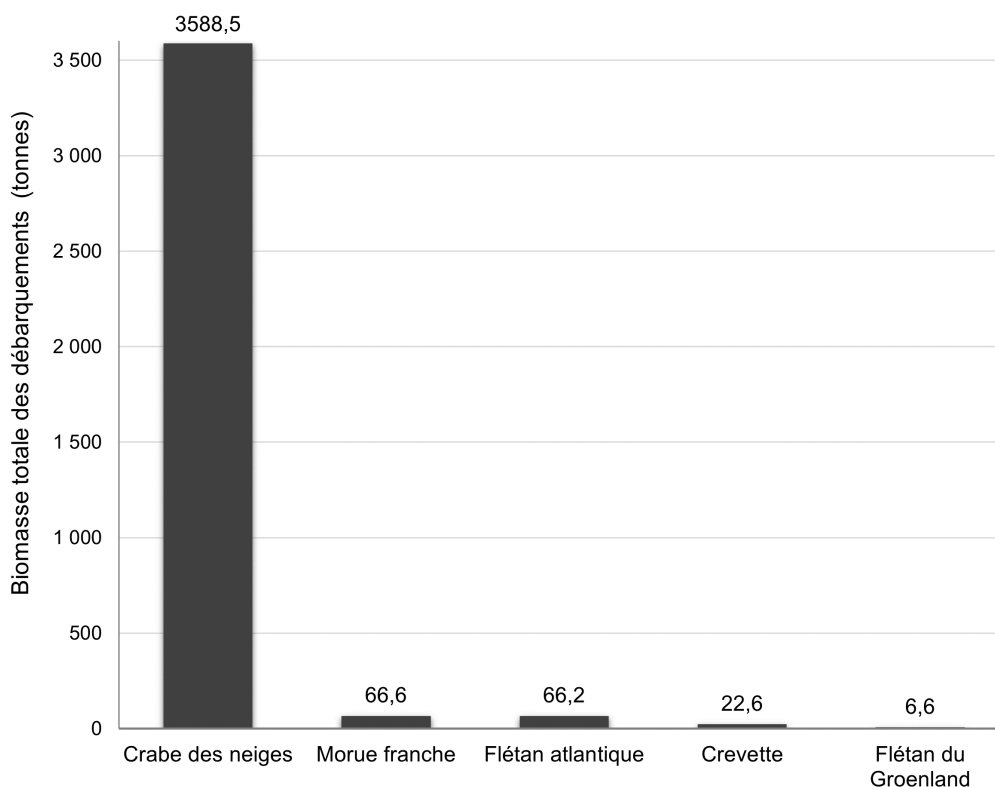


Figure 15. Biomasse totale des débarquements par espèce dans l'AMP du Banc-des-Américains entre 2004 et 2018 à partir des données de pêche des fichiers ZIFF.

5.4.1. BD11) Crabe des neiges

5.4.1.1. Relevés

Le relevé du crabe des neiges au chalut de fond du sGSL couvre annuellement l'AMP du Banc-des-Américains depuis 1988 (R13-Crabe sGSL, Annexe E). Un chalut à langoustine est remorqué durant 4 à 6 minutes (Wade *et al.* 2018). Chaque crabe capturé est décrit selon divers critères biologiques comme la taille (largeur de la carapace), le sexe, la maturité et le

statut reproducteur des femelles matures. Depuis 1989, les prises de poissons et autres espèces d'invertébrés sont triées à chaque trait par espèce ou groupe taxonomique (p. ex. anémones, ophiures) et dénombrées. Depuis 2013, la biomasse de ces prises accessoires est aussi recensée (Hébert *et al.* 2018). À partir de 2009, les fréquences de longueurs pour les poissons sont obtenues à cent stations préalablement choisies au hasard pour l'ensemble du relevé.

Le plan d'échantillonnage est à stations fixes, choisies initialement de façon aléatoire sur une grille régulière, cependant les stations fixes ont tout de même changé de localisation à quelques reprises (Figure 16). Depuis 1989, 4 à 7 stations (en moyenne 6/année) sont échantillonnées dans la zone 2 de l'AMP (Figure 16). Ce relevé fournit des données antérieures à la mise en place de la ZPM et à l'extérieur de ses limites. La série temporelle présentée couvre la période de 1989 à 2020.

Les données relatives aux pêches sont stockées dans la base de données ZIFF. Les fichiers informatisés sur les échanges entre les zones (ZIFF) intègrent les informations provenant des journaux de bord remplis par les pêcheurs commerciaux et fournissent les positions de pêche, les captures ainsi que les données de débarquements des différentes espèces provenant du programme de vérification à quai (PVQ).

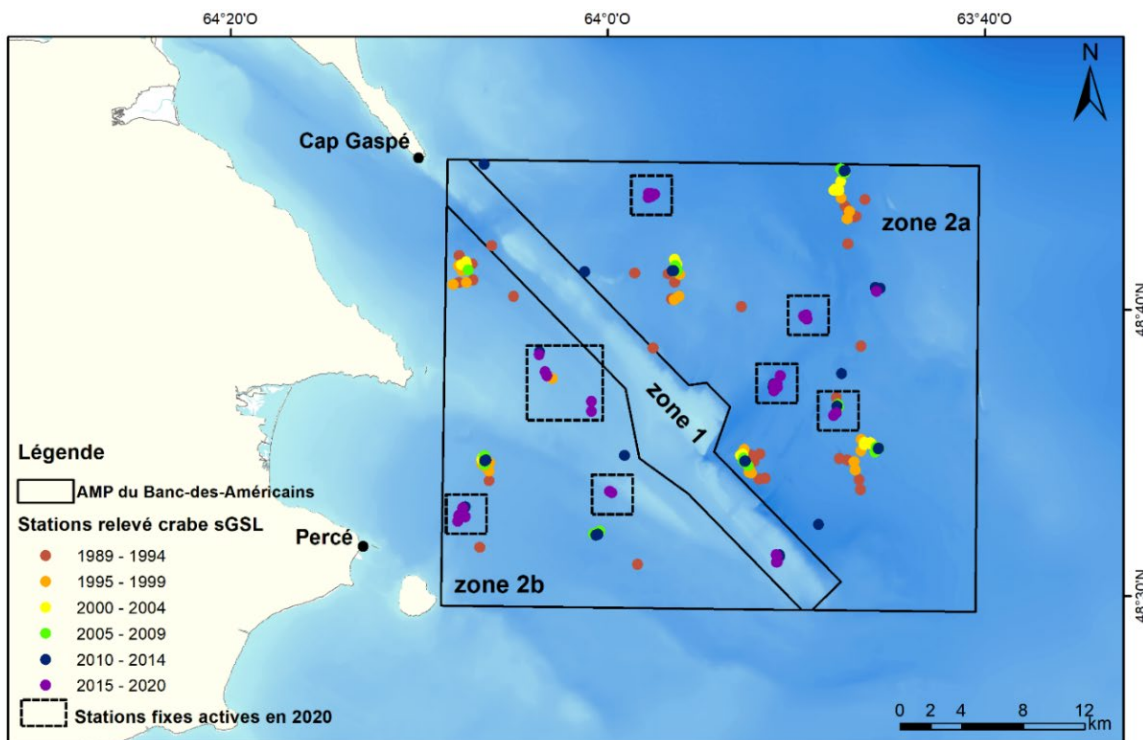


Figure 16. Localisation des traits effectués dans l'AMP du Banc-des-Américains lors du relevé crabe des neiges au chalut de fond du sGSL entre 1989 et 2020 ainsi que les stations fixes toujours actives en 2020.

5.4.1.2. Traitement des données

L'abondance de crabe des neiges est obtenue en calculant la moyenne de leur abondance à toutes les stations de l'AMP pour chaque année. La série temporelle couvre de 1989 à 2020.

Les captures par unité d'effort (CPUE) sont calculées directement à partir des données de pêche des journaux de bord (fichiers ZIFF) et elle correspond au rapport entre les

débarquements totaux (kg) de la pêche et l'effort total (nombre de casiers levés). Les données sont disponibles pour la période de 2004 à 2018.

Les anomalies annuelles pour l'ensemble de ces mesures sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (2004-2018) standardisée par l'écart-type de la période de référence. La valeur de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie directionnelle).

5.4.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Abondance de crabe des neiges mâles commerciaux et des femelles matures

La pêche au crabe des neiges est la principale pêche commerciale dans l'AMP. Elle est dirigée strictement vers les mâles matures ayant une largeur de carapace ≥ 95 mm (MPO 2021). Il est donc important de suivre l'abondance des crabes des neiges mâles commerciaux. Les femelles matures représentent le second stade le plus important à suivre, vu leur importance pour le potentiel reproducteur de la population. Le crabe des neiges connaît des fluctuations naturelles et "cycliques" d'abondance. La mise en contexte des observations à l'intérieur de l'AMP par rapport à la dynamique du stock du sGSL est donc très importante pour l'interprétation des mesures et de l'indicateur.

Mesure 3 : Captures par unité d'effort (CPUE) du crabe des neiges

La capture par unité d'effort (CPUE) permet d'évaluer la performance de la pêche et représente la biomasse (kg) par casier levé. Elle est calculée directement à partir des données de pêche des fichiers ZIFF (journaux de bord). La CPUE correspond au rapport entre les débarquements totaux (kg) de la pêche et l'effort total (casiers levés). Comme il y a un cycle naturel d'abondance du crabe des neiges, une diminution de la CPUE n'est pas alarmante à moins qu'elle n'atteigne des niveaux très faibles, en particulier si le prérecrutement s'annonce faible. De la même manière, une CPUE élevée démontre des signes positifs que la population de crabe est en santé et qu'il y a une grande disponibilité de crabes.

Résultats

L'abondance de crabes des neiges mâles de taille commerciale (≥ 95 mm) a fluctué autour de la moyenne de la période de référence de 2 811 ind/km² tout au long de la série temporelle (Figure 17). À partir de 2008, l'abondance diminue graduellement et depuis 2014, elle est inférieure à la moyenne référence. Selon l'évaluation du stock de crabes des neiges du sGolfe, entre 2008 et 2019, les concentrations géographiques des crabes mâles de taille commerciale semblent s'être déplacées plus au sud de l'AMP du Banc-des-Américains (MPO 2020a). Selon l'évaluation de 2019, l'abondance de crabes mâles commerciaux du stock du sGSL tend à augmenter depuis 2009 (MPO 2020a).

Pour l'abondance des femelles matures, on observe un épisode de recrutement au début de la série temporelle suivi d'une forte diminution puis d'un deuxième épisode de recrutement entre 1998 et 2004 (Figure 17). Depuis 2013, l'abondance des femelles matures se maintient sous la moyenne de la période de référence de 10 246 ind/km². La dynamique à plus large échelle (stock du sud du golfe) est différente et l'abondance des femelles matures montre plutôt une tendance à l'augmentation depuis 2006.

Entre 2004 et 2007, les captures par unité d'effort ont graduellement augmenté puis la CPUE a oscillé de part et d'autre de la moyenne de la période de référence de 59 kg/casier levé (Figure 17). Suite à un accroissement observé jusqu'en 2013, la CPUE annuelle démontre une décroissance et depuis 2016, elle se situe sous la moyenne de la période de référence. Entre 2011 et 2015, les valeurs de la CPUE observées dans l'AMP du Banc-des-Américains étaient

légèrement supérieures à celles enregistrées pour l'ensemble de la zone 12, mais, depuis 2016, elles sont inférieures (MPO 2020a).

État et tendance

L'état de l'indicateur BD11 est majoritairement « En santé » tout au long de la série temporelle (Figure 18). À partir de 2013, la somme des valeurs d'anomalies démontre une décroissance graduelle. En 2018, l'état est estimé « Moyen ». Ce changement d'état s'explique par la diminution synchrone des valeurs des trois mesures associées à l'indicateur BD11. Ainsi, de façon générale, dans les dernières années, les abondances de crabes mâles commerciaux, de femelles matures et les captures par unité d'effort tendent à diminuer dans l'AMP du Banc-des-Américains. À plus large échelle, les résultats de l'évaluation du stock de crabes des neiges du sGSL indiquent que la biomasse des crabes mâles de taille commerciale se situe dans la zone saine de leur approche de précaution et l'abondance des femelles y est élevée. De plus, ils y ont observé des signes positifs de recrutement.

5.4.2. BD12) Poissons de fond exploités

5.4.2.1. Relevés

Les données utilisées pour l'indicateur BD12 proviennent du relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL (R10-Multi sGSL, Annexe E) et des données relatives aux pêches stockées dans la base de données ZIFF. Pour plus de détail, se référer aux sections 5.1.1. et 5.4.1.1.

5.4.2.2. Traitement des données

La biomasse estimée du flétan atlantique et l'abondance de la morue franche correspondent respectivement au poids en kilogrammes et au nombre d'individus standardisé pour un trait de jour de 1,75 mille nautique (30 minutes à 3,5 nœuds) sur le NGCC *Teleost* avec un chalut Western IIA. Puisque le nombre de stations visitées annuellement dans l'AMP est très faible, les données proviennent de l'ensemble de la strate 416 et la moyenne est calculée annuellement.

Dû à un grand nombre de valeurs nulles dans la distribution des données d'abondance de flétan atlantique, elles ont été traitées à l'aide d'un modèle prédictif de type Hurdle. Ainsi, la biomasse estimée du flétan est une prédiction du modèle « Hurdle » obtenue en deux temps. Un premier modèle binomial (avec lien logit) permet de prédire la proportion des traits avec capture de flétan atlantique tandis que la prédiction gamma tient en compte le poids des captures supérieures à zéro. La prédiction du modèle Hurdle intègre ces deux modèles dans une seule prédiction de biomasse présentée en kg/trait).

Les données d'abondance de la morue franche ont été favorisées par rapport aux données de biomasse pour tenir compte du nombre d'individus indépendamment de leur taille. Les données d'abondances ont été transformées en log de façon à obtenir une distribution normale. L'abondance (log) moyenne annuelle des traits a ensuite été évaluée.

Les captures par unité d'effort (CPUE) ont été calculées directement à partir des données de pêche des fichiers ZIFF et elles correspondent au rapport entre les débarquements totaux (kg) de la pêche à la palangre et l'effort total (nombre d'hameçons). La pêche à la palangre vise presque exclusivement le flétan atlantique et la morue dans l'AMP. Les données sont disponibles pour la période de 2004 à 2018. La période de référence utilisée couvre cette même période et la moyenne est calculée pour l'ensemble des traits réalisés chaque année. Les données de l'indicateur BD12 sont présentées à l'aide d'anomalies directionnelles car le but est de maintenir ou d'améliorer l'état initial de l'habitat benthique au moment de la mise en place de la ZPM. Ainsi, une perte de biomasse des poissons démersaux commerciaux n'est pas souhaitable.

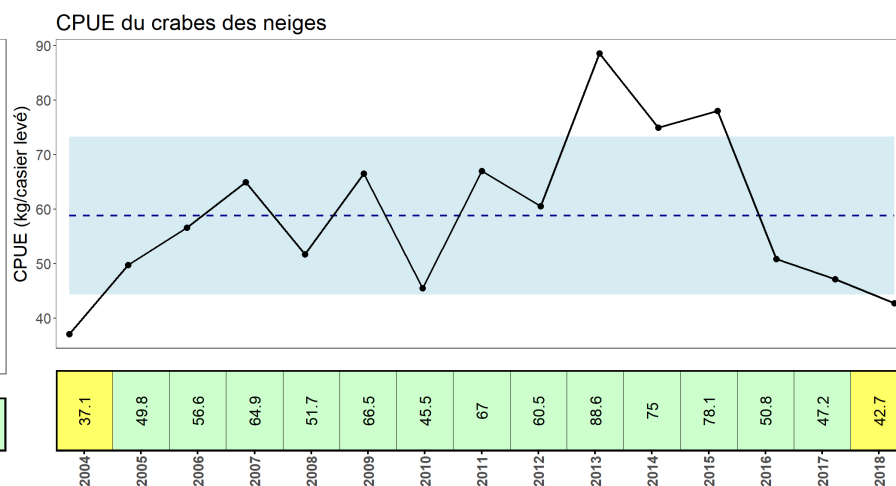
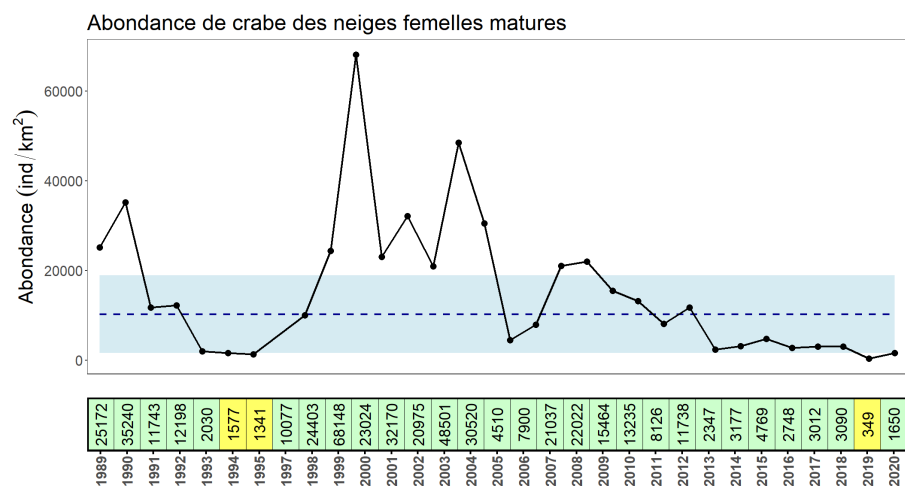
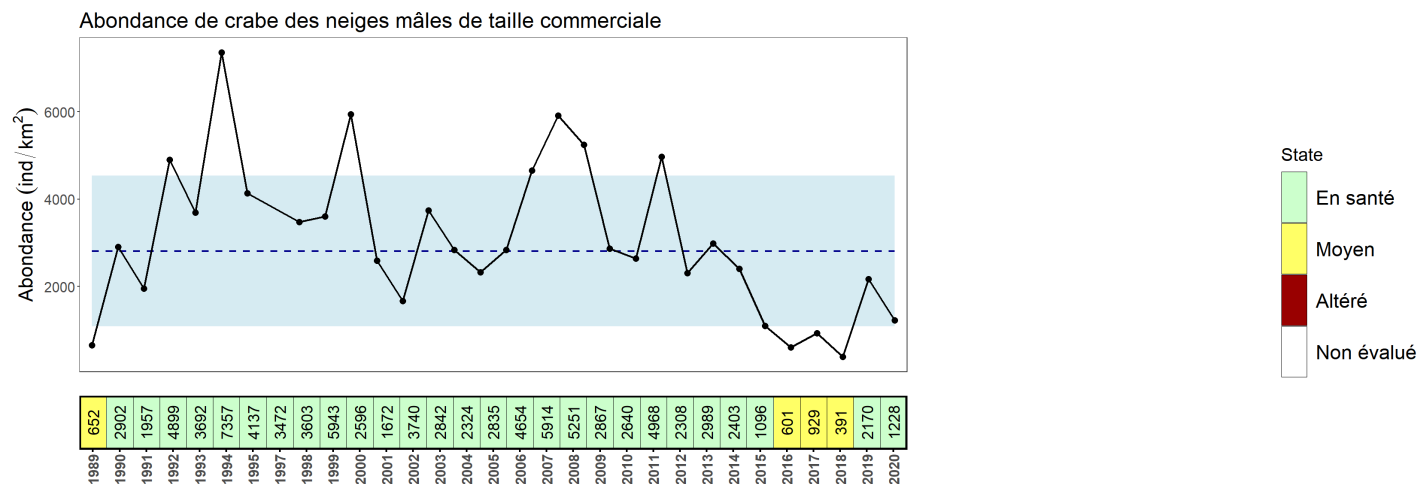


Figure 17. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD11 (Crabe des neiges). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et au sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

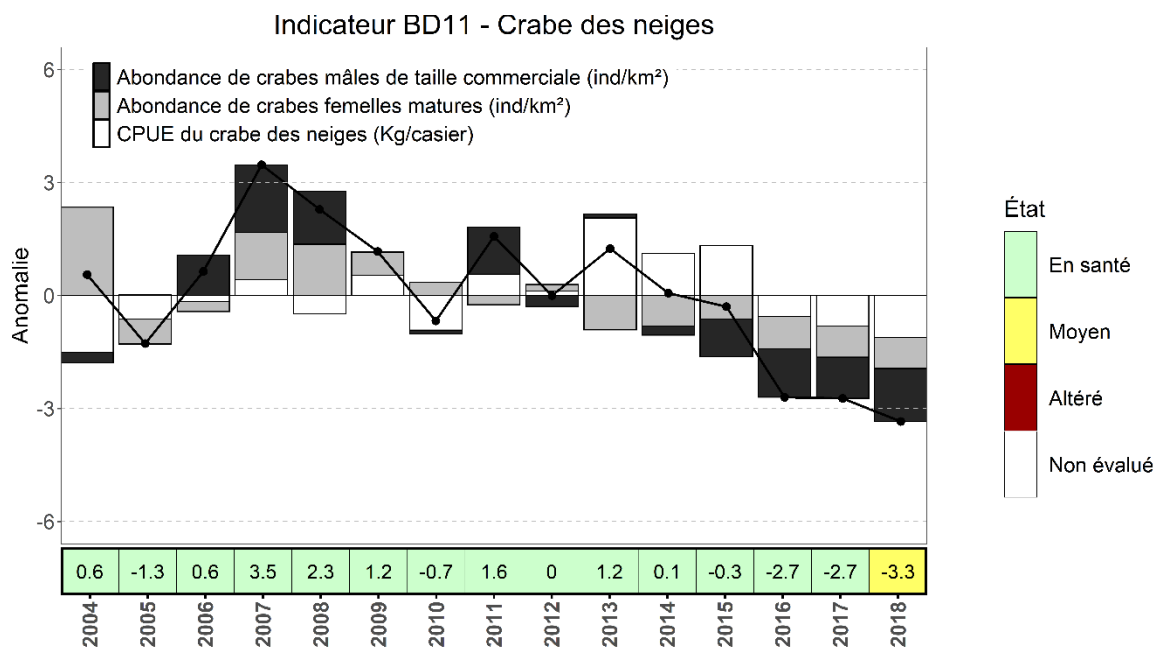


Figure 18. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur BD11 (Crabe des neiges). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

5.4.2.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Biomasse estimée du flétan atlantique

La population de flétan atlantique est en augmentation (MPO 2019c) et la pêche à la palangre est toujours permise dans la zone 2 de l'AMP. La pêche au flétan atlantique représente la seconde pêche en importance dans l'AMP même si elle représente de faibles débarquements (en moyenne 5,5 tonnes/année), il semble donc important de suivre l'évolution de cette espèce.

Mesure 2 : Abondance de morue franche

La pêche à la morue franche est marginale dans l'AMP, cependant, vu l'importance historique de l'espèce, il est décidé de la suivre dans l'AMP. De plus, son suivi permettra d'évaluer si le rétablissement de la population est différent entre l'intérieur et l'extérieur de l'AMP en raison des mesures de gestion mises en place dans l'AMP.

Mesure 3 : Captures par unité d'effort (CPUE) des poissons de fond

Les captures par unité d'effort (CPUE) sont utilisées comme un indicateur du succès de la pêche à la palangre. Elles représentent la biomasse totale des débarquements (kg) par hameçon pour toutes les espèces de poissons de fond. De la même manière que pour le crabe, la CPUE informe de manière indirecte sur l'état de santé du stock de poissons de fond.

Résultats

La biomasse estimée du flétan atlantique est demeurée très près de zéro jusqu'en 2007 puis elle a lentement augmenté jusqu'en 2010. Une brusque augmentation est par la suite observée, passant de 4,2 en 2010 à 36,5 kg/trait en 2011 (Figure 19). Suite à une diminution en 2012, la biomasse du flétan atlantique a subi quelques variations, mais de façon globale, elle s'est stabilisée au-delà de la moyenne de la période de référence de 10,9 kg/trait (Figure 19). Selon

l'évaluation du stock de flétan atlantique du golfe du Saint-Laurent (MPO 2019d), en 2017 et 2018, l'abondance du flétan de taille commerciale (plus de 85 cm) estimée par les relevés scientifiques au chalut de fond a atteint des niveaux supérieurs aux années précédentes.

L'abondance moyenne de la morue franche a quant à elle subi un fort déclin entre 1986 et 2011, mais c'est entre 2001 et 2004 que les abondances les plus faibles ont été enregistrées. Ces résultats sont cohérents avec l'effondrement des stocks de poissons de fond observé dans les années 90 à plus grande échelle pour l'ensemble du golfe (MPO 2011b). Les abondances ont par la suite augmenté entre 2004 et 2020, passant de 0,5 à 6,2 ind/trait (log). Cette augmentation équivaut à une différence d'abondance non transformée de 517 ind/trait. En 2020, l'abondance de morues franches était supérieure aux abondances observées au début de la série historique (Figure 19). Un examen plus approfondi des données de biomasse de 2020 montre la présence de plusieurs individus de petite taille, un signe positif potentiel de recrutement. Les valeurs de la CPUE de la pêche à la palangre ont elles aussi fluctué au cours de la série historique, démontrant une tendance progressive à la hausse. Il est à noter qu'aucune pêche à la palangre n'a été pratiquée dans l'AMP en 2004 et en 2006 (Figure 19). Depuis 2015, les valeurs mesurées se situent au-dessus de la moyenne de la période de référence de 0,2 kg/hameçon et varient entre 0,3 kg et 0,4 kg/hameçon. Des valeurs de CPUE similaires ont aussi été observées pour la pêche à la palangre dans l'ensemble de la zone 4RST (MPO 2019d).

État et tendance

L'état de l'indicateur BD12 a été mesuré à partir de la série temporelle la plus longue commune aux trois mesures, soit de 2004 à 2018. Aucune pêche à la palangre n'a été recensée dans l'AMP en 2004 et 2006. Ainsi la mesure reliée à la CPUE n'a pas été calculée et l'état n'a pu être évalué pour ces années. L'état de l'indicateur est qualifié « En santé » tout au long de la série temporelle (Figure 20), mais une tendance claire à l'amélioration peut être observée. La somme des anomalies décrit des valeurs négatives au début de la série historique puis, au fur et à mesure de l'augmentation constante au fil du temps, elle devient graduellement positive à partir de 2011. Cette progression s'explique par l'augmentation simultanée de la biomasse estimée du flétan atlantique, de l'abondance de la morue franche, qui remonte progressivement suite à son effondrement de 1986 à 2004, et de la CPUE des poissons de fond récoltée par la pêche à la palangre.

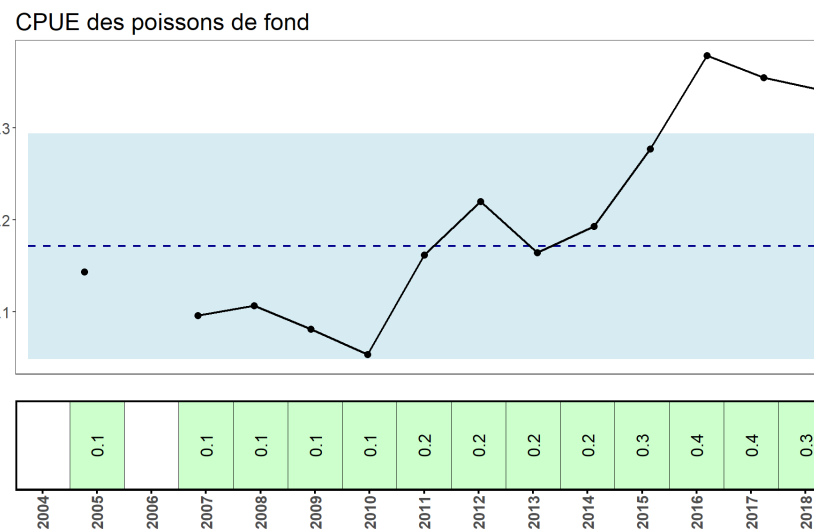
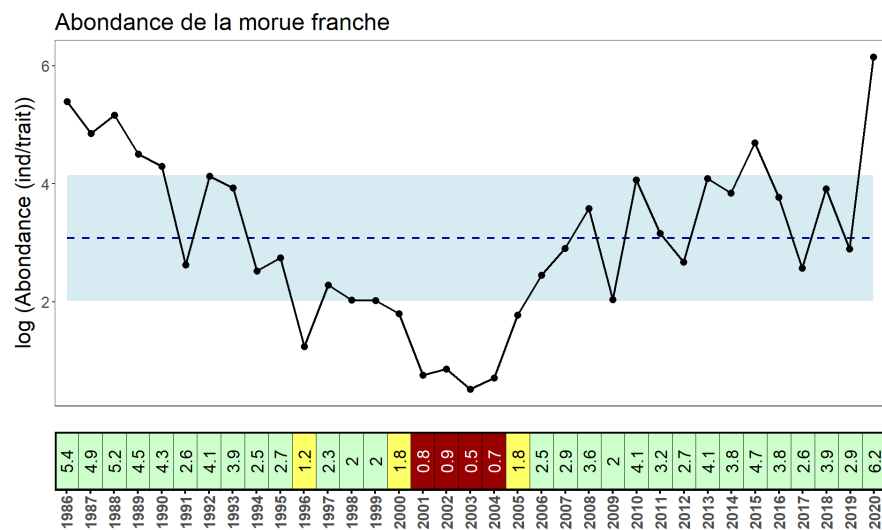
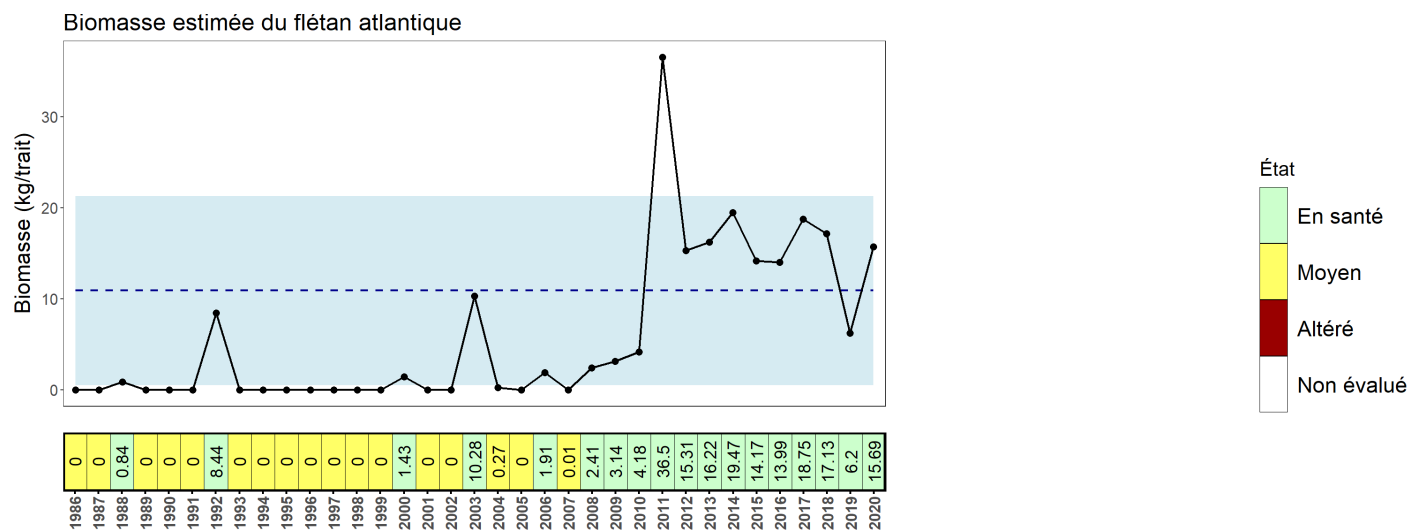


Figure 19. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur BD12 (Poissons de fond exploités). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

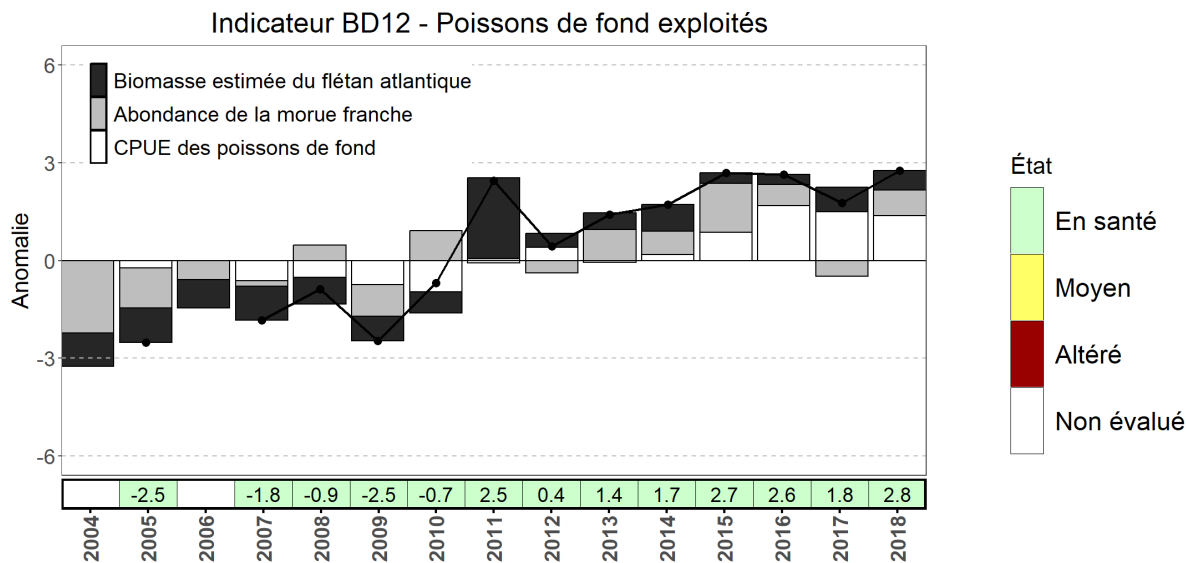


Figure 20. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur BD12 (Poissons de fond exploités). Seules les mesures d'abondance et de taille de la morue franche sont présentées puisque très peu de données sont disponibles pour le flétan atlantique. La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

5.4.3. Limitations

Les mesures présentées pour évaluer l'état de l'indicateur BD11 ne tiennent pas compte du recrutement. La possibilité d'ajouter une mesure supplémentaire devrait être considérée : l'abondance des crabes mâles (catégories de prérecrues R4, R3 et R2) qui seraient recrutés par la pêche dans l'avenir. Ces catégories visent les crabes mâles dont la largeur de la carapace se situe entre 56 mm et plus de 83 mm. Une partie de ces crabes pourrait être recrutée à la pêche d'ici 2 à 4 ans (MPO 2020a).

Le relevé multispécifique au chalut de fond capture mal le flétan atlantique, plus particulièrement les individus de plus grande taille, mais semble mieux récolter les flétans de taille inférieure à la limite commerciale de 85 cm (flétans de 50-60 cm) (M. Desgagné, MPO, comm. pers., 1er avril 2021). Un relevé scientifique à la palangre et un programme de marquage pour l'ensemble du golfe du Saint-Laurent sont en place depuis 2017, mais, peu ou pas de stations sont visitées dans l'AMP du Banc-des-Américains annuellement (MPO 2019d). Il y aurait la possibilité d'étendre la zone à la strate entourant l'AMP du Banc-des-Américains, mais cette mesure demeure très relative puisque très peu de données sont disponibles pour définir l'état des mesures du flétan atlantique.

Les informations des fichiers Ziff peuvent être incomplètes concernant le positionnement de chaque évènement de pêche. Le pourcentage de géoréférencement a augmenté substantiellement depuis les dernières années, mais un certain nombre d'évènements restent sans position et n'ont donc pas été considérés pour les calculs de CPUE.

5.5. CARACTÉRISTIQUES DU SUBSTRAT

5.5.1. BD13) Sédiments

Les types de substrats influencent directement les communautés benthiques associées, principalement par la taille et la nature des grains des sédiments. Bien caractériser les substrats et suivre leur évolution permet de faire le lien avec le suivi du benthos et l'OC1 plus large de « conserver les habitats benthiques ». Comme pour BD5, BD6, BD7 et BD8, un relevé d'imagerie est en développement à l'aide du système déposé et du traîneau benthique (RD1-Imagerie, Annexe E). Le protocole d'échantillonnage détaillé est en développement et sera présenté dans un rapport technique séparément tout comme les mesures retenues ainsi que la méthode d'évaluation de l'état de l'indicateur. Un relevé à l'aide d'une benne sera possiblement mis en place permettant également de recueillir des échantillons physiques pour permettre des analyses de granulométrie (RD2-Benne, Annexe E).

5.6. COMMUNAUTÉS ENDOBENTHIQUES ET SUPRABENTHIQUE

Actuellement aucun indicateur n'a été précisé pour ces deux priorités de conservation puisqu'aucune donnée n'a été analysée à ce jour. Une caractérisation de base est nécessaire pour valider la pertinence de suivre ces priorités et informer sur le choix d'indicateur et de mesures. Des relevés sont en développement pour amasser des données de base, par exemple la collecte de contenus stomacaux et l'utilisation d'une benne pour recueillir des sédiments et des échantillons d'endobenthos.

6. CHOIX DES MESURES ET ÉTAT DES CONNAISSANCES POUR OC2²

6.1. NUTRIMENTS

6.1.1. P1) Nutriments

6.1.1.1. Relevés

Les données de nutriments proviennent de la mission Convection (R6-relevé héliporté du mois de mars), des missions PMZA de juin et d'octobre-novembre (R1-PMZA), ainsi que des relevés multispécifiques des mois d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL; Annexe E). Pour les indices nutritifs liés à la couche intermédiaire (50-150 m), les données de la mission hivernale ne sont pas utilisées puisque l'échantillonnage des nutriments au cours de cette mission ne se fait qu'en surface. La série temporelle débute en 1999. Le nombre total de stations où des échantillons de nutriments ont été récoltés dans la zone océanographique varie annuellement entre 32 (en 2020) et 96 (en 2012), pour une moyenne de 66 stations à chaque année dans cette zone.

6.1.1.2. Traitement des données

Les données brutes de nutriments récoltées à chaque profondeur sont intégrées verticalement (intégration trapézoïdale) sur la couche d'eau d'intérêt (surface : 0-50 m; intermédiaire : 50-150 m). L'estimation de la concentration annuelle dans la zone océanographique utilise le modèle linéaire général (GLM) suivant :

$$\log_{10}(\text{Concentration} + 1) = \alpha + \beta_{\text{ANNÉE}} + \delta_{\text{STATION}} + \gamma_{\text{SAISON}} + \varepsilon$$

² L'ensemble des mesures sont listées pour chaque indicateur à l'Annexe F.

tel que présenté dans Pepin *et al.* (2013) et Johnson *et al.* (2016). La variable α est l'ordonnée à l'origine, la variable ϵ est l'erreur et les variables β , δ et γ tiennent compte de l'effet de l'année, de la station et de la saison, respectivement. Ce même modèle est utilisé pour l'estimation de la moyenne hivernale de nitrates en retirant simplement la variable γ (saison).

Les anomalies annuelles sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (1999-2018), cet écart étant normalisé en le divisant par l'écart-type de la période de référence. La valeur absolue de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie bidirectionnelle). L'état de l'indicateur correspond quant à lui à la somme des valeurs absolues d'anomalie pour chacune des mesures.

6.1.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Moyenne hivernale des nitrates dans la couche de surface (0-50 m)

Le nitrate est l'élément nutritif limitant la croissance du phytoplancton en milieu marin. La concentration moyenne des nitrates à l'hiver dans la couche 0-50 m permet de connaître la quantité de nitrates disponible pour le phytoplancton lors de la saison de croissance à venir dans la portion de la colonne d'eau où se concentrent les producteurs primaires. Les concentrations hivernales de nitrates dans la colonne d'eau sont fortement liées à l'intensité du brassage hivernal (Levasseur *et al.* 1984) et ne sont pas influencées par la consommation biologique. Ainsi, des tendances interannuelles peuvent émerger plus facilement et leur interprétation en est simplifiée en comparaison avec les inventaires de sels nutritifs dans la couche de surface qui ont lieu au cours de la saison de production.

Mesure 2 : Moyenne annuelle des nitrates dans la couche intermédiaire (50-150 m)

Les nitrates dans la couche 50-150 m constituent en quelque sorte une réserve de nutriments pour le phytoplancton, lesquels pourront être rendus disponibles suivant certains épisodes sporadiques de forts vents et de brassage intensif en cours de saison, ou encore suivant le brassage par la convection hivernale au début de l'année suivante. De manière générale, puisque le phytoplancton n'a pas un accès direct à cette ressource, celle-ci n'est pas influencée par la consommation journalière. La moyenne annuelle des nitrates dans la couche intermédiaire, qui prend en compte la saison de production, est donc un indice plus stable que cette même moyenne dans la couche de surface et peut servir d'indicateur pour la productivité du système de l'année suivante.

Mesure 3 : Ratio N:P moyen annuel dans la couche intermédiaire (50-150 m)

Le ratio N:P permet d'interpréter les changements dans le contenu de nitrates en relation avec les changements du contenu en phosphate qui a également une incidence sur la composition des communautés de phytoplancton (Egge 1998) et qui influence la productivité du système par le fait même. Des changements dans le ratio N:P de la couche intermédiaire, qui est peu influencée par la consommation journalière de nutriments par le phytoplancton, témoignent plus directement de changements dans les masses d'eau, dans l'apport riverain de nutriments ou dans les processus microbiologiques impliqués dans les cycles biogéochimiques (Pahlow et Riebesell 2000; Arrigo 2005) que le contenu en nitrates à lui seul.

Résultats

Pour la zone océanographique, l'inventaire de nitrates dans la couche de surface à l'hiver est en moyenne de 515 mmol m⁻² pour la période de référence. Un creux historique est observé en 2010-2011, où les concentrations atteignent environ 350 mmol m⁻² (Figure 21). Les concentrations sont relativement stables autour de la moyenne historique depuis.

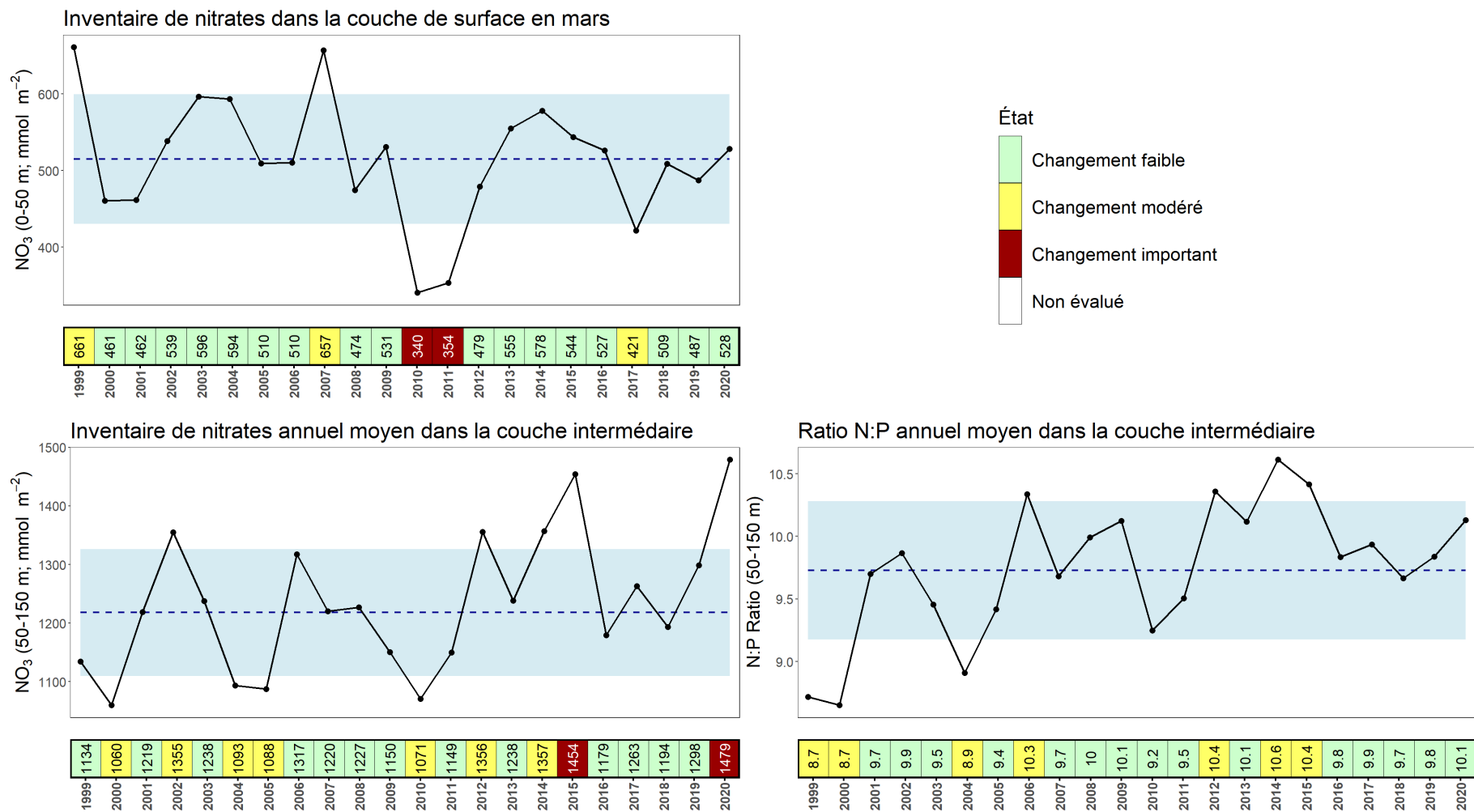


Figure 21. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur P1 (Nutriments). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (1999-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

La moyenne annuelle de l'inventaire de nitrates dans la couche intermédiaire est de 1 218 mmol m⁻² pour la zone océanographique. Les concentrations de nitrates semblent y être légèrement à la hausse considérant que les concentrations les plus fortes ont été enregistrées en 2012, 2014, 2015 et 2020, alors que les concentrations les plus faibles sont plutôt enregistrées au début de la série temporelle (2000, 2004, 2005 et 2010). La valeur annuelle moyenne du ratio N:P dans la couche intermédiaire semble d'ailleurs être également à la hausse, passant de 8,7 au début de la série temporelle à une valeur de 10,1 en 2020. Sa valeur moyenne au cours de la période de référence est de 9,7 (Figure 21).

État et tendance

Au cours de la série temporelle, l'état associé à l'indicateur P1 correspond à un changement qui varie de « Faible » à « Modéré ». Depuis 2016, l'indicateur est relativement stable et près de la moyenne de la période de référence, sauf en 2020 où le niveau de changement est « Modéré » en raison des fortes concentrations de nitrates dans la couche intermédiaire (Figure 22).

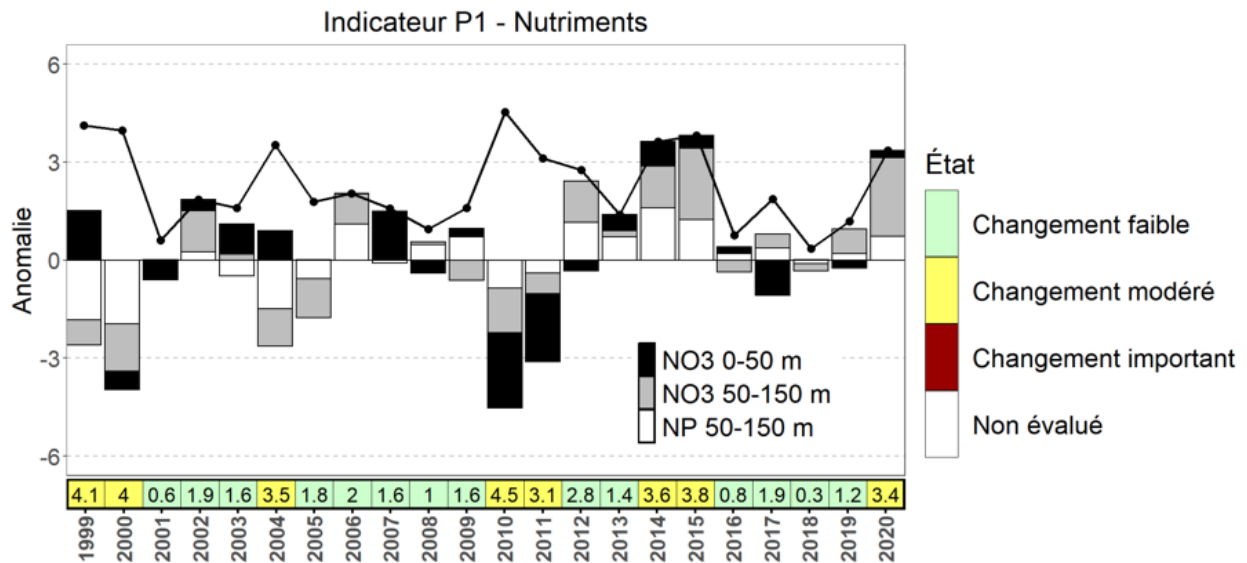


Figure 22. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur P1 (Nutriments). La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

6.1.1.4. Limitations

Les relevés en place semblent permettre une bonne caractérisation de la zone océanographique.

6.2. PHYTOPLANCTON

6.2.1. P2) Chlorophylle *a*

6.2.1.1. Relevés

Les données de chlorophylle *a* proviennent des missions PMZA de juin et d'octobre-novembre, ainsi que des relevés multispécifiques du mois d'août et septembre (R1 PMZA, R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL; Annexe E). La série temporelle débute en 1999. Le nombre total de stations où des échantillons de chlorophylle *a* ont été récoltés dans la zone océanographique varie

annuellement entre 15 (en 2020) et 42 (en 1999), pour une moyenne de 33 échantillons à chaque année dans cette zone.

6.2.1.2. Traitement des données

Les données de chlorophylle récoltées à chaque profondeur sont intégrées verticalement (intégration trapézoïdale) sur la couche d'eau d'intérêt (0-100 m). L'estimation de la concentration annuelle dans la zone océanographique utilise le modèle linéaire général (GLM) suivant :

$$\log_{10}(\text{Concentration} + 1) = \alpha + \beta_{ANNÉE} + \delta_{STATION} + \gamma_{SAISON} + \varepsilon$$

tel que présenté dans Pepin *et al.* (2013) et Johnson *et al.* (2016). La variable α est l'ordonnée à l'origine, la variable ε est l'erreur et les variables β , δ et γ tiennent compte de l'effet de l'année, de la station et de la saison, respectivement.

Les anomalies annuelles sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (1999-2018), cet écart étant normalisé en le divisant par l'écart-type de la période de référence. La valeur absolue de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie bidirectionnelle). Puisque l'indicateur P2 (chlorophylle *a*) n'est basé que sur une seule mesure, l'état annuel de la mesure caractérise également l'état annuel de l'indicateur.

6.2.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Moyenne annuelle de la chlorophylle a dans la couche 0 – 100 m

La concentration en chlorophylle *a* est un indicateur de la biomasse du phytoplancton et informe donc sur la quantité d'énergie disponible dans le système à la base de la chaîne trophique. De plus, il semble que la chlorophylle *a* soit un prédicteur de la distribution de la baleine noire (Pendleton *et al.* 2012). L'intégration sur les 100 premiers mètres de la colonne d'eau permet de considérer l'ensemble du phytoplancton présent dans la colonne d'eau. Les données relatives au bloom printanier ne sont pas disponibles, mais les données récoltées couvrent tout de même la majeure partie de la saison de production (juin-novembre) et fournissent donc un indice général de la biomasse de phytoplancton disponible en moyenne au cours de cette période.

Résultats

Pour la zone océanographique, la valeur moyenne annuelle de chlorophylle *a* intégrée verticalement entre 0 et 100 m est de 50,1 mg m⁻² pour la période de référence. Entre 2002 et 2011, l'inventaire de chlorophylle *a* connaît une diminution marquée d'environ 50 %. Depuis 2011, les inventaires annuels moyens de chlorophylle *a* ont été en dents de scie, oscillant entre des valeurs près des minimums et des valeurs près des maximums de la série temporelle (Figure 23).

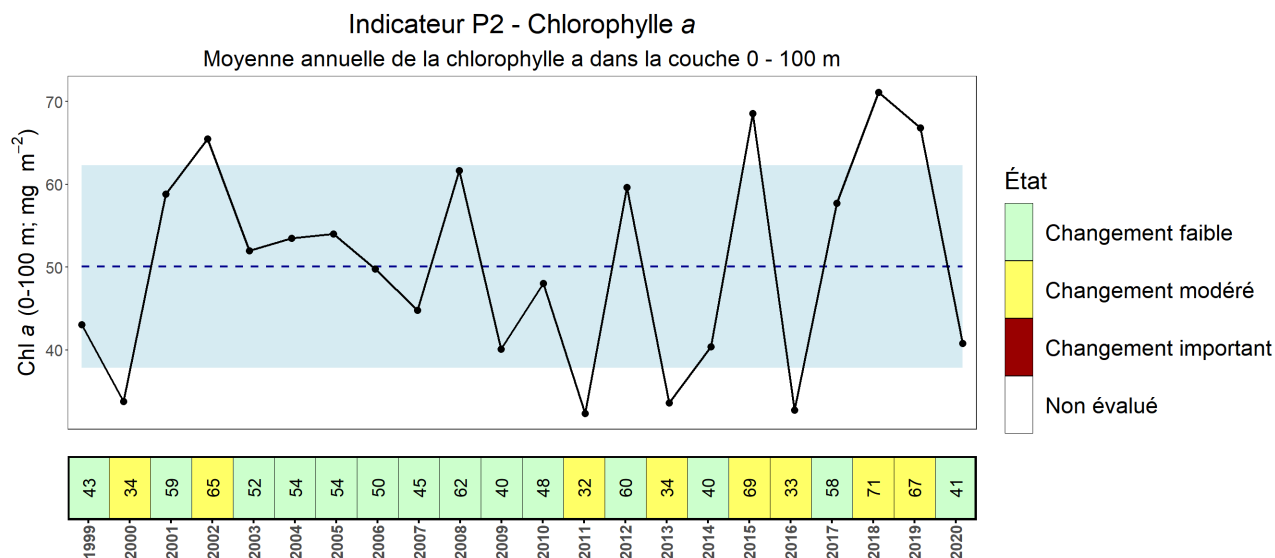


Figure 23. Série temporelle de la mesure associée à l'indicateur P2 (Chlorophylle a). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (1999-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous du graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

État et tendance

Alors que l'indicateur a connu une période de relative stabilité entre 2003 et 2007, à partir de 2011 l'état associé aux grandes oscillations de l'inventaire annuel moyen de chlorophylle a correspond principalement à un changement de niveau « Modéré » (Figure 23).

6.2.1.4. Limitations

Les relevés en place semblent permettre une bonne caractérisation de la zone océanographique. Il serait cependant intéressant d'avoir de l'information sur les caractéristiques du bloom printanier de phytoplancton pour le secteur de l'AMP du Banc-des-Américains via la couverture satellitaire. Cependant, les données de couleur de l'océan en zones côtières sont associées à des biais importants qui les rendent difficilement utilisables dans ces zones.

6.3. ZOOPLANCTON

6.3.1. P3) Zooplancton

6.3.1.1. Relevés

Les données de biomasse et d'abondance du mésozooplancton (< 1 cm) proviennent des missions PMZA de juin et d'octobre-novembre (R1-PMZA, Annexe E). La série temporelle débute en 2000 pour toutes les mesures sauf pour le poids sec pour lequel la série débute en 2001. Lors de chacune de ces missions, ce sont 13 stations qui sont échantillonnées à l'intérieur de la zone océanographique, pour un total de 26 échantillons de zooplancton récoltés annuellement.

6.3.1.2. Traitement des données

Les échantillons de mésozooplancton sont récoltés via un filet vertical (200 μ m) tiré du fond jusqu'à la surface et représentent donc le mésozooplancton présent dans toute la colonne

d'eau. L'estimation de la concentration annuelle dans la zone océanographique utilise le modèle linéaire général (GLM) suivant :

$$\log_{10}(\text{Concentration} + 1) = \alpha + \beta_{\text{ANNÉE}} + \delta_{\text{STATION}} + \gamma_{\text{SAISON}} + \varepsilon$$

tel que présenté dans Pepin *et al.* (2013) et Johnson *et al.* (2016). La variable α est l'ordonnée à l'origine, la variable ε est l'erreur et les variables β , δ et γ tiennent compte de l'effet de l'année, de la station et de la saison, respectivement.

Les anomalies annuelles sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (2000-2018, ou 2001-2018), cet écart étant normalisé en le divisant par l'écart-type de la période de référence. La valeur absolue de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie bidirectionnelle). L'état de l'indicateur correspond quant à lui à la somme des valeurs absolues d'anomalie pour chacune des mesures.

6.3.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Moyenne annuelle du poids sec du mésozooplancton

Le mésozooplancton constitue le lien entre le phytoplancton et les maillons trophiques supérieurs. La mesure de sa biomasse informe donc sur la quantité d'énergie disponible pour les niveaux trophiques supérieurs. Plus particulièrement, les données récoltées couvrent le début (juin) et la fin (novembre) de la saison de production et fournissent donc un aperçu général de la quantité d'énergie moyenne disponible au cours de cette période. Le poids sec en comparaison avec le poids humide est un meilleur indicateur de la quantité d'énergie puisqu'il ne tient pas compte de l'eau qui peut être contenue en grande quantité chez le mésozooplancton gélatineux.

Mesures 2, 3 et 4 : Abondance moyenne annuelle d'espèces de petits calanoïdes, de grands calanoïdes et de non-copépodes

Les grands et les petits calanoïdes représentent la majeure partie de la biomasse du mésozooplancton et ces deux groupes jouent des rôles écologiques distincts notamment en termes de qualité de proie pour un prédateur donné. Les grands calanoïdes (*Calanus* sp.) sont d'ailleurs particulièrement importants pour l'alimentation de la baleine noire (Pendleton *et al.* 2012). Le suivi de ces deux groupes, de même que celui des non-copépodes, peut indiquer des changements dans la structure de la communauté de zooplancton qui peut avoir des répercussions sur les niveaux trophiques supérieurs.

Résultats

Dans la zone océanographique, le poids sec du mésozooplancton a principalement connu une baisse entre 2001 et 2011, avant d'atteindre une valeur maximale record en 2012. Depuis 2015, le poids sec du mésozooplancton se situe principalement sous la moyenne de la période de référence (7,2 g m⁻²). Au début des années 2000, l'abondance des grands calanoïdes est relativement stable autour de la moyenne de la période de référence, soit environ 31 000 individus m⁻². Dès 2006, cette mesure connaît une importante variabilité et atteint des creux historiques en 2015 et 2017. L'abondance des petits calanoïdes et celle des non-copépodes présentent des tendances similaires à l'intérieur de la zone océanographique. Leurs abondances sont toutes deux croissantes jusqu'à l'atteinte des maximums observés pour la série temporelle entre 2014 et 2016. À partir de 2017, leur abondance se stabilise autour de la moyenne de la période de référence, soit 29 000 et 17 500 individus m⁻² pour les petits calanoïdes et les non-copépodes, respectivement (Figure 24).

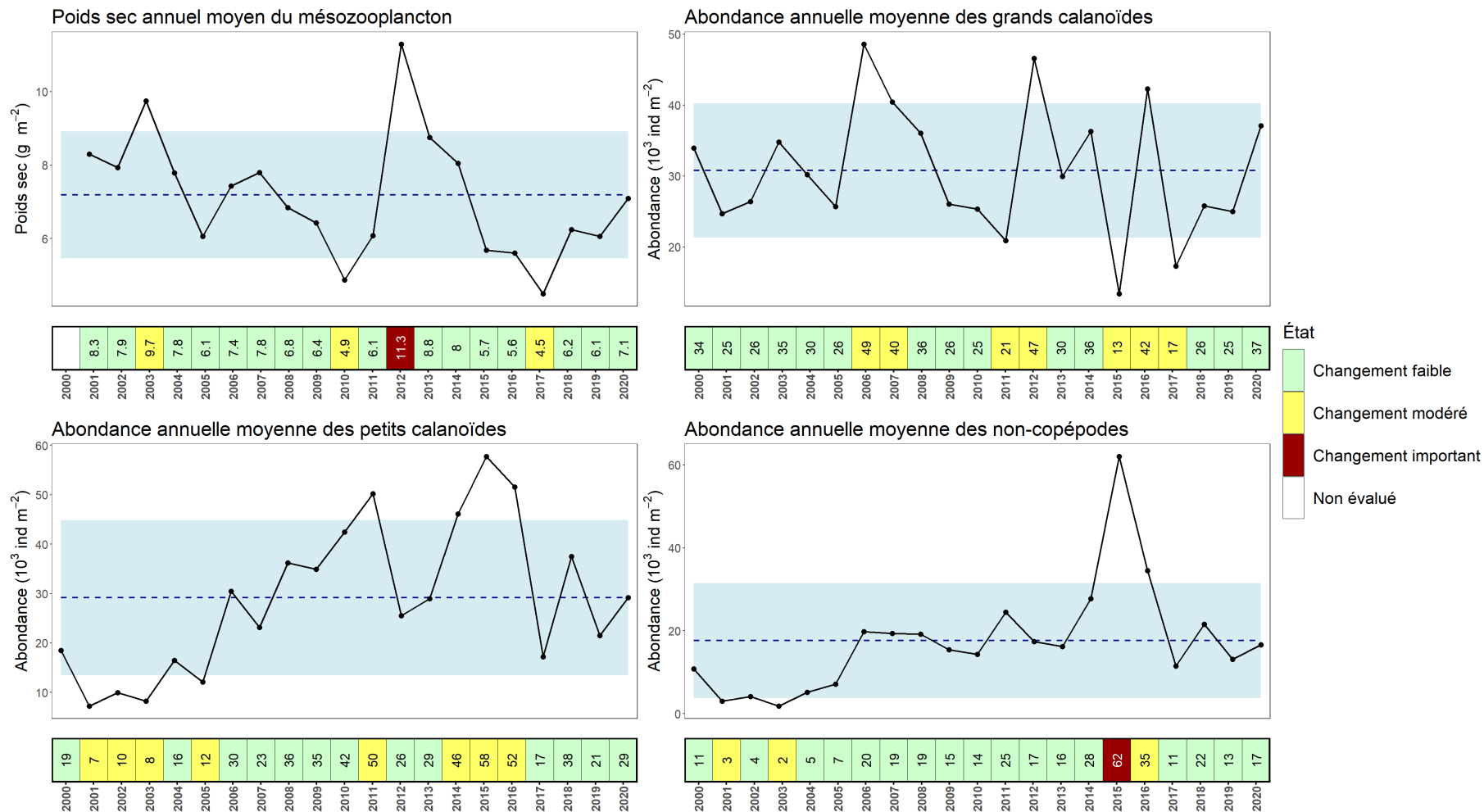


Figure 24. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur P3 (Zooplancton). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2000-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

État et tendance

Le niveau de changement associé à l'indicateur P3 est généralement « Faible » au cours de la première moitié de la série temporelle. C'est au cours de la deuxième moitié de la série temporelle que des anomalies plus marquées s'observent pour plusieurs mesures et que l'indicateur est plus régulièrement associé à un état qui correspond à un niveau de changement « Modéré » (Figure 25).

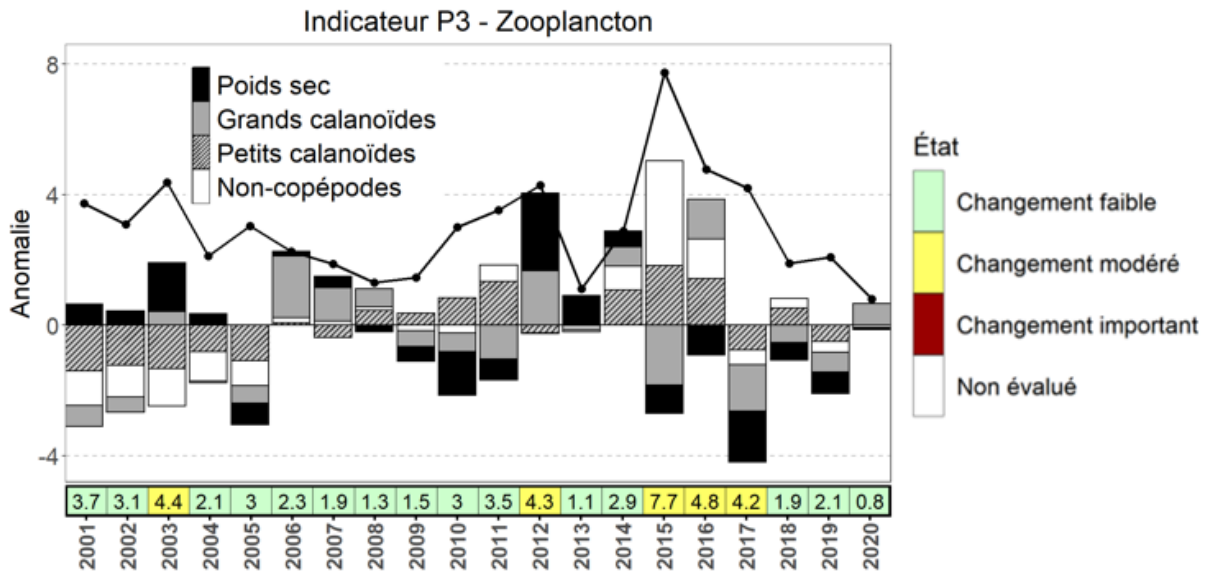


Figure 25. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur P3 (Zooplancton). La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

6.3.1.4. Limitations

Les relevés en place semblent permettre une bonne caractérisation de la zone océanographique. Des données issues des relevés multispécifiques du mois d'août-septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E) sont également disponibles. L'analyse des échantillons de zooplancton récoltés lors de ces missions se fait via une procédure semi-automatisée développée avec le logiciel [Zoolmage 5.5.2](#) (Grosjean *et al.* 2018) et, à ce moment, il n'est pas possible de les combiner directement aux données issues des relevés PMZA (R1-PMZA). Cependant, advenant le cas où les mesures actuelles n'informent pas suffisamment l'état de l'indicateur P3-Zooplancton, il pourrait être envisagé d'ajouter des mesures complémentaires propres aux mois d'août et septembre.

6.4. KRILL

6.4.1. P4) Biomasse du krill

6.4.1.1. Relevés

La biomasse de krill provient de données acoustiques multifréquences (38, 70, 120, 200 kHz) enregistrées durant deux relevés réalisés généralement au mois d'août dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. Le premier relevé a été fait de 2008 à 2018 sur le FG *Creed* (R7-Krill; Annexe E). Ce relevé stratifié-aléatoire est réalisé selon des transects équidistants d'environ 10-20 km, la position du premier transect étant décidée aléatoirement. Les transects sont généralement perpendiculaires aux côtes afin de croiser les agrégations de krill. Dans chaque strate, un échantillon est pris dans une couche d'eau présentant une forte concentration

de krill afin de valider le signal acoustique et déterminer la taille moyenne du krill dans la strate. La strate 8A couvre l'AMP du Banc-des-Américains et a été échantillonnée de 2009 à 2018 (McQuinn *et al.* 2013, 2015). La deuxième source de données acoustiques provient de l'enregistrement de données acoustiques durant le relevé multispécifique au chalut de fond du nord du golfe du mois d'août (R11-Multi nGSL, Annexe E). L'enregistrement se fait durant tout le relevé depuis 2012. Ce relevé est stratifié-aléatoire, il ne cible pas les agrégations de krill et ne couvre pas les régions côtières riches en krill. Étant donné que la mission débute et se termine à Gaspé, les données acoustiques sont amassées dans l'AMP pendant le transit vers les stations d'échantillonnage.

6.4.1.2. Traitement des données

Les données acoustiques sont traitées par des procédures manuelles et automatiques telles que décrites dans McQuinn *et al.* (2013, 2015). Les artefacts sont enlevés et le signal classifié en fonction de la diffusion du signal acoustique. Les algorithmes de classification reconnaissent trois catégories de krill : *Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa raschii* et un signal mixte quand il est impossible de les différencier. Les autres espèces de krill ne représentent pas une forte biomasse dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Les données sont intégrées verticalement (0-220 m) et horizontalement (500 m). L'intégration jusqu'à un maximum de 220 m permet de limiter la contamination du signal acoustique par les mysidacés et le copépode *Calanus hyperboreus*. Le nombre de krills est estimé par l'indice d'aire de rétrodiffusion et des fonctions du taux de réflectivité des cibles (Target Strength). La biomasse est estimée par une fonction reliant le poids à la longueur (McQuinn *et al.* 2015).

6.4.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Poids humide de krill (moyenne du mois d'août)

Le krill contribue au régime alimentaire de plusieurs espèces d'invertébrés, poissons, oiseaux marins et de mammifères marins (Savenkoff *et al.* 2013). Cet indice permet de connaître la quantité d'énergie directement disponible pour les niveaux trophiques supérieurs. La distribution de la baleine bleue, une espèce qui se nourrit presque exclusivement de krill est fortement associée à la distribution du krill (McQuinn *et al.* 2016). L'utilisation d'un indicateur plus général de la disponibilité de krill permet d'obtenir la biomasse totale complète en ajoutant la catégorie mixte pour les signaux acoustiques qui ne permettent pas de distinguer les deux espèces.

Mesures 2 et 3 : Poids humide de Thysanoessa raschii et Meganyctiphanes norvegica (moyenne du mois d'août)

M. norvegica a une biomasse individuelle qui est presque un ordre de grandeur supérieure à la biomasse de *T. raschii* (Benkort *et al.* 2019). Leur taille différente ainsi que leur distribution spatiale et verticale différente signifient que ces deux espèces n'ont pas la même importance pour tous leurs prédateurs (Plourde *et al.* 2014; McQuinn *et al.* 2015). Par exemple, *T. raschii* forme des agrégations plus denses et moins profondes ce qui le rend plus accessible aux mammifères marins qui doivent respirer à la surface, puisqu'ils dépensent moins d'énergie pour les consommer que les proies plus profondes (Doniol-Valcroze *et al.* 2011; McQuinn *et al.* 2016).

Résultats/État et tendance

Les données ne sont pas présentées dans ce rapport puisque leur analyse n'est pas complétée.

6.4.1.4. Limitations

Le relevé du *Creed* n'est plus réalisé chaque année et la couverture du *Teleost* est moins adaptée à échantillonner le krill. Des travaux sont en cours pour permettre de développer un facteur de conversion entre les deux relevés. De plus, bien que la contamination du signal acoustique par d'autres taxons soit limitée dans les zones profondes, les fortes agrégations de

C. hyperboreus sont classifiées comme du krill dans les zones peu profondes. Les copépodes étant beaucoup plus petits, il en faut une très grande densité pour écraser le signal reçu par un seul krill. Des travaux sont également en cours pour évaluer l'ampleur de cette contamination.

6.5. HARENG

6.5.1. P5) Biomasse des stocks de hareng sGSL

Dans le sGSL, le hareng de l'Atlantique est constitué de deux stocks reproducteurs génétiquement distincts : les reproducteurs de printemps (RP) et d'automne (RA). Les données utilisées pour caractériser cette composante de l'écosystème pélagique proviennent directement de l'évaluation de stock (MPO 2020b).

6.5.1.1. Relevés pour les RP

Deux sources de données sont utilisées comme indices d'abondance à l'échelle du sGSL pour l'évaluation des RP : les captures par unité d'effort de la pêche commerciale et un indice d'abondance indépendant de la pêche. Les CPUE commerciales sont exprimées en termes de proportions à l'âge (âges 4 à 10) et d'indice de biomasse total pour ces âges, de 1990 à 2019. Un relevé acoustique annuel (relevé scientifique) est réalisé en septembre et en octobre depuis 1994 afin d'obtenir une estimation des proportions à l'âge (âges 4 à 8) de même qu'un indice de biomasse agrégé pour ces âges.

6.5.1.2. Relevés pour les RA

Un indice de prises par unité d'effort (CPUE commerciale) désagrégé par âge (âges 4 à 10) et par région (nord, centrale et sud) est disponible pour les RA depuis 1986, de même que trois relevés scientifiques. Le relevé acoustique annuel réalisé depuis 1994 permet d'obtenir une estimation des proportions à l'âge (âges 2 et 3) de même qu'un indice de biomasse agrégé pour ces âges. Le relevé au chalut de fond du sGSL est utilisé pour produire un indice d'abondance à l'âge (âges 4 à 6) des RA depuis 1994. Finalement, un relevé aux filets expérimentaux sur les frayères a lieu depuis 2002 (régions du nord et du sud) ou 2003 (région centrale) et des proportions aux âges 3 à 9 sont calculées.

6.5.1.3. Traitement des données

Les indices d'abondances provenant de la pêche commerciale et des relevés scientifiques, de même que les captures et poids à l'âge de la pêche commerciale servent d'intrants à des modèles statistiques de capture par âge (Statistical Catch-at-Age, SCA). La dynamique du stock des RP est modélisée pour l'ensemble du sGSL alors qu'un modèle par région est utilisé dans le cas des RA. Dans ce dernier cas, les biomasses du stock reproducteur (BSR) sortantes sont additionnées pour obtenir une BSR pour l'ensemble du sGSL. Le modèle SCA utilisé pour l'évaluation des RP a une capturabilité aux engins fixes et une mortalité naturelle variable au fil du temps. Deux types de modèles SCA ont été utilisés pour l'évaluation des RA en 2020 : un modèle SCA avec capturabilité variable au fil du temps et mortalité naturelle fixe et un modèle avec capturabilité et mortalité naturelle variant au fil du temps. Les résultats du second modèle seront présentés dans le cadre de ce document puisque ses prédictions ont été jugées plus prudentes et réalistes. Un meilleur modèle n'a toutefois pas pu être identifié lors de la revue par les pairs (MPO 2020b). Les indices d'abondance et les sorties de modèles sont disponibles annuellement, mais mis à jour aux 2 ans pour l'évaluation de stock.

Une Approche de Précaution (AP) a été développée pour ces stocks de hareng à partir des BSR. Des points de références limites (PRL) et points de références supérieurs (PRS) définissent donc les zones saine, de prudence et critique de l'AP (MPO 2006). Dans le cas des RA, deux PRS ont été définis pour les périodes de mortalité naturelle faible (1978-2001) et élevée (2002-2019). L'état des mesures et de l'indicateur est évalué en fonction des seuils définis par l'AP (Tableau 5). Pour obtenir l'état de l'indicateur (méthode du seuil), la somme de

l'état de chaque mesure est utilisée à l'aide du pointage obtenu pour chacune de ces mesures (Tableau 7).

6.5.1.4. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : BSR de hareng de printemps et d'automne du sGSL.

Le hareng est une espèce fourragère clé identifiée pour le secteur de l'AMP du Banc-des-Américains. Il n'existe aucune source de données représentative de l'abondance de hareng dans le secteur de l'AMP. Les mesures utilisées pour informer l'indicateur sont donc basées sur l'évaluation des stocks de hareng pour l'ensemble du sGSL. Les BSR estimées par les modèles analytiques des RP et des RA intègrent plusieurs indicateurs revus par les pairs et représentent les meilleures mesures disponibles de l'état des deux stocks reproducteurs de hareng pour le sud du golfe.

Résultats

La BSR des RP a varié entre 37 et 190 kt de 1978 à 1995. Elle a par la suite diminué et le stock se situe dans la zone critique depuis 2002 (Figure 26). La BSR des RA pour l'ensemble du sGSL a été à un niveau élevé du milieu des années 1980 jusqu'au début des années 1990. Elle a ensuite diminué dans les années 1990, puis augmenté de la fin des années 1990 jusqu'à atteindre un sommet en 2011. La BSR est en forte diminution depuis 2011 et se situait dans la zone de prudence en 2019 (Figure 26).

État et tendance

Au cours de la série temporelle, l'indicateur P5 a varié entre un état « Altéré » au début des années 80 puis a oscillé entre un état « En santé » à « Moyen » entre la fin 80 et le début des années 2000 (Figure 27). Il est revenu par la suite à un état « Altéré » à partir de 2002, pour remonter à un état « Moyen » de 2008 à 2016. Ce déclin est principalement dû à l'état des reproducteurs de printemps plus critique que celui des reproducteurs d'automne. Depuis 2017, la somme des pointages des mesures correspond à un état « Altéré ». L'augmentation de la mortalité naturelle causée par la prédation par le phoque gris et le thon rouge seraient principalement responsables des trajectoires descendantes des deux stocks (MPO 2020b).

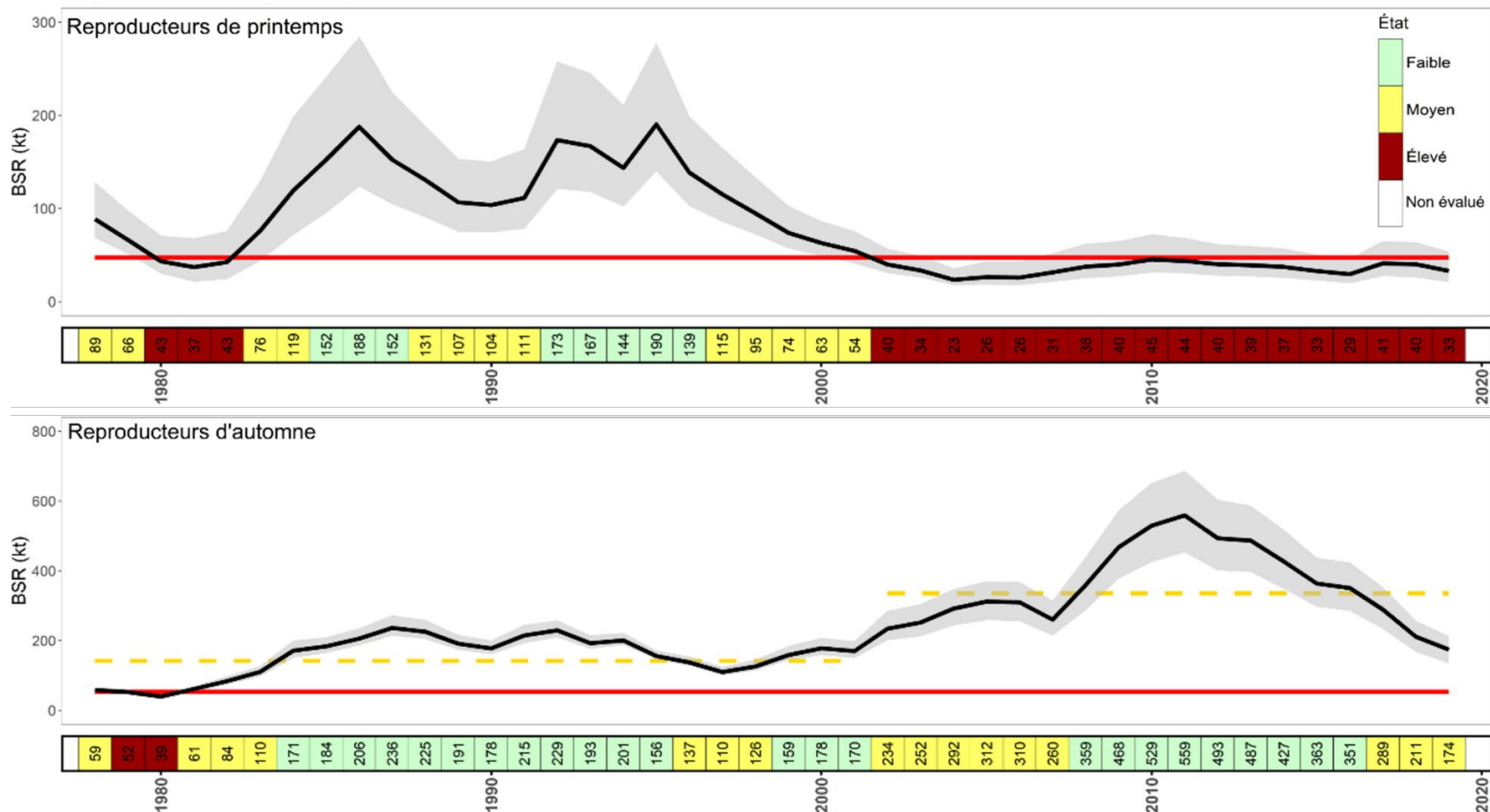


Figure 26. Biomasse du stock reproducteur (BSR) de hareng de printemps (A) et d'automne (B) du sGSL selon les modèles SCA. Les PRL et PRS sont respectivement indiqués par des lignes horizontales rouge et jaune. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction du seuil fixe (Tableau 5).

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
RP	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RA	2	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
Somme	4	3	2	3	3	4	5	6	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	5	4	4	5	5	5	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3

Figure 27. Somme des pointages attribués à chacune des mesures associées à l'indicateur P5 (Biomasse des stocks de hareng sGSL) pour l'ensemble de la série temporelle. La somme des pointages permet d'attribuer un état annuel à l'indicateur pélagique P5 (Biomasse des stocks de hareng du sGSL).

6.5.1.5. Limitations

Les informations disponibles actuellement sur le hareng à l'intérieur des limites de l'AMP sont insuffisantes, mais le développement d'un relevé spécifique à cette espèce dans ou en périphérie de l'AMP serait peu pertinent. En effet, la superficie de l'AMP n'est pas une unité spatiale suffisamment importante pour effectuer le suivi d'espèces fourrages grandement mobiles comme le hareng. L'acquisition de données locales n'est donc pas prévue à court terme. Dans ce contexte, il est suggéré de conserver les BSRs provenant de l'évaluation des stocks de hareng du sGSL puisqu'ils représentent de bons indicateurs du contexte régional dans lequel évolue l'AMP.

6.6. CAPELAN

Actuellement aucun indicateur n'a été précisé pour cette priorité de conservation puisqu'aucune donnée n'était disponible à l'échelle de l'AMP. Un indice d'abondance est en développement pour l'évaluation de stock à partir des relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E).

7. CHOIX DES MESURES ET ÉTAT DES CONNAISSANCES POUR OC3³

7.1. LOUP ATLANTIQUE

7.1.1. EP1) Loup atlantique

Le suivi de la présence et de l'abondance du loup est envisagé à l'aide d'un suivi en plongée sous-marine et d'un suivi avec l'ADNe (RD4-Plongée et RD5-ADNe, Annexe E). Ces deux types de relevés sont en développement. Lorsque des données de base seront disponibles, les mesures à considérer et la méthode d'évaluation de l'état de l'indicateur seront précisées.

7.1.2. EP2) Prises accessoires de loup atlantique

Les prises accessoires de loup atlantique peuvent avoir lieu lors de la pêche commerciale et lors de relevés scientifiques. L'ampleur de ces prises varie principalement en fonction de l'engin utilisé. Actuellement, les deux principaux types de pêches commerciales qui se déroulent dans l'AMP sont : la pêche au crabe des neiges à l'aide de casiers et la pêche au poisson de fond, principalement le flétan atlantique (parfois la morue franche), avec des palangres. Avant la mise en place de la ZPM, des activités de pêches au chalut à la crevette nordique et au poisson de fond ainsi que quelques pêches à l'aide de filets maillants se sont déroulées dans l'AMP. Cependant, depuis la désignation de la ZPM du Banc-des-Américains, ces 2 types de pêches commerciales sont interdites dans toutes les zones de l'AMP. Pour les activités scientifiques, les relevés effectués se font à l'aide de chaluts.

Les prises accessoires par les casiers de crabes des neiges, principale pêche commerciale de l'AMP, sont très faibles, voire presque inexistantes (Côté-Laurin *et al.* 2014; Zisseron *et al.* 2019). Effectivement, un rapport sur la pêche commerciale au Canada (Boudreau *et al.* 2017) mentionne que les prises accessoires de la pêche au crabe des neiges du sGSL sont parfois notées par les observateurs en mer, mais sont tellement minimales qu'elles ne sont pas saisies électroniquement. Cependant, la palangre est susceptible de récolter des loups atlantiques de manière plus fréquente (Boudreau *et al.* 2017). Pour ce qui est du chalut, les captures pour le

³ L'ensemble des mesures sont listées pour chaque indicateur à l'Annexe F.

loup atlantique sont recensées, mais les quantités récoltées ainsi que l'occurrence demeurent faibles (MPO 2013b).

7.1.2.1. Relevés

Observateurs en mer

Pour évaluer cet indicateur, les données utilisées sont les prises accessoires de la pêche commerciale au poisson de fond et à la crevette nordique fournies par la Gestion des Pêches et proviennent des données d'observateurs en mer (1996-2020). La présence d'observateurs en mer est une condition des permis afin d'assurer la gestion et le contrôle efficaces des pêches. Le pourcentage de couverture par les observateurs en mer est propre à chaque type de pêche et aux différentes zones de pêche. La couverture d'observateur en mer varie de 10 à 20 % pour la pêche au flétan atlantique et de 5 % à 20 % pour la morue franche.

La base de données fournie comprend, entre autres, les informations suivantes :

- Année, date et heure locale du début et fin de l'effort;
- Latitude et longitude en début et fin de position;
- Type de pêche et nom de l'espèce visée;
- Type d'engin;
- Nom de l'espèce capturée;
- Biomasse conservée, rejetée et capturée (kg).

Relevés scientifiques

Les captures sont aussi évaluées pour les activités de recherche scientifique à partir du relevé multispécifique au chalut de fond du sGSL (R10-Multi sGSL) de 1985 à 2020 et du relevé du crabe des neiges au chalut de fond (R13-Crabe sGSL) de 2006 à 2020.

7.1.2.2. Traitement des données

Pour les données d'observateurs en mer, le nombre d'évènements de pêche avec une prise accessoire de loup atlantique a été recensé. Les données ont été extraites selon les limites de l'AMP du Banc-des-Américains.

Pour les deux relevés scientifiques, les données de biomasse de loup atlantique ont été standardisées pour un trait de jour de 1,75 mille nautique (30 minutes à 3,5 nœuds) sur le NGCC *Teleost* avec un chalut Western IIA (Hurlbut et Clay 1990). Comme pour les autres mesures dérivant du relevé multispécifique sGSL (R10-Multi sGSL), la zone correspond à la strate 416 et la moyenne est présentée annuellement. Puisque les captures de loup atlantique dans la strate 416 entourant le Banc-des-Américains sont très faibles, la biomasse estimée du loup atlantique est obtenue à l'aide d'un modèle prédictif de type Hurdle qui intègre la proportion des traits avec captures et la prédiction gamma tenant en compte le poids des captures supérieures à zéro. Pour plus de détails, voir la section 5.4.2.2. Aucune méthode d'évaluation de l'indicateur n'est proposée puisque, tant pour les observateurs en mer que pour les relevés scientifiques, les données sont très rares. Ainsi la méthode des anomalies ne peut s'appliquer et aucun seuil n'est défini.

7.1.2.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Proportion des évènements de pêche commerciale avec prises accessoires de loup atlantique

Cette proportion est calculée pour les évènements de pêche où un observateur en mer était présent et non pour tous les évènements de pêche commerciale. Cette mesure permet d'avoir un indice de la pression de pêche sur le loup atlantique, mais également de son abondance dans le secteur de l'AMP. Effectivement, il est probable que si l'abondance du loup atlantique augmente, le nombre de prises accessoires devrait suivre la même tendance.

Mesure 2 : Biomasse estimée du loup atlantique dans les relevés scientifiques

Cette mesure permet d'avoir un indice indirect de l'abondance du loup atlantique dans le secteur de l'AMP. Dans ce cas-ci, une augmentation de la proportion des traits avec captures de loup atlantique serait positive et pourrait signifier une plus grande population.

Résultats

Outre les prises accessoires observées en 2000, 2014 et 2019, très peu de prises accessoires de loup atlantique ont été recensées par les observateurs en mer lors de pêches commerciales dans l'AMP du Banc-des-Américains et aucune tendance temporelle n'est apparente (Figure 28, Tableau 15). Un total de 50 kg a été prélevé entre 1996 et 2020, dont 94 % ont été récoltés par les palangres fixes utilisées pour la pêche au flétan atlantique (Figure 28, Tableau 15). Au total 150 voyages avec observateurs en mer ont été effectués dans l'AMP entre 1996 et 2018 dont 115 entre 1996 et 2002, reliées principalement aux activités de pêche commerciale au chalut de fond (Figures 29 et 30). Dans l'AMP, en moyenne, le pourcentage de couverture d'observateur en mer est de 31,7 % annuellement entre 2004 et 2018, avec un minimum de 11,1 % en 2018 et un maximum de 100 % en 2004. La couverture n'a pas pu être estimée avant 2004 étant donné que les activités de pêches commerciales n'étaient pas suffisamment géoréférencées.

Aucun loup atlantique n'a été recensé par le relevé scientifique du crabe des neiges au chalut de fond (R13-Crabe sGSL) entre 2006 et 2020. Ainsi seules les données provenant du relevé au chalut de fond du sGSL (R10-Multi sGSL) sont présentées (Figure 31). C'est au début de la série historique que la biomasse estimée du loup atlantique était maximale (Figure 31). À partir du début des années 1990, la biomasse a grandement varié et l'absence de loup dans les captures est devenue plus fréquente dans la strate 416. La moyenne de la période de référence est de 0,08 kg/trait (Figure 31).

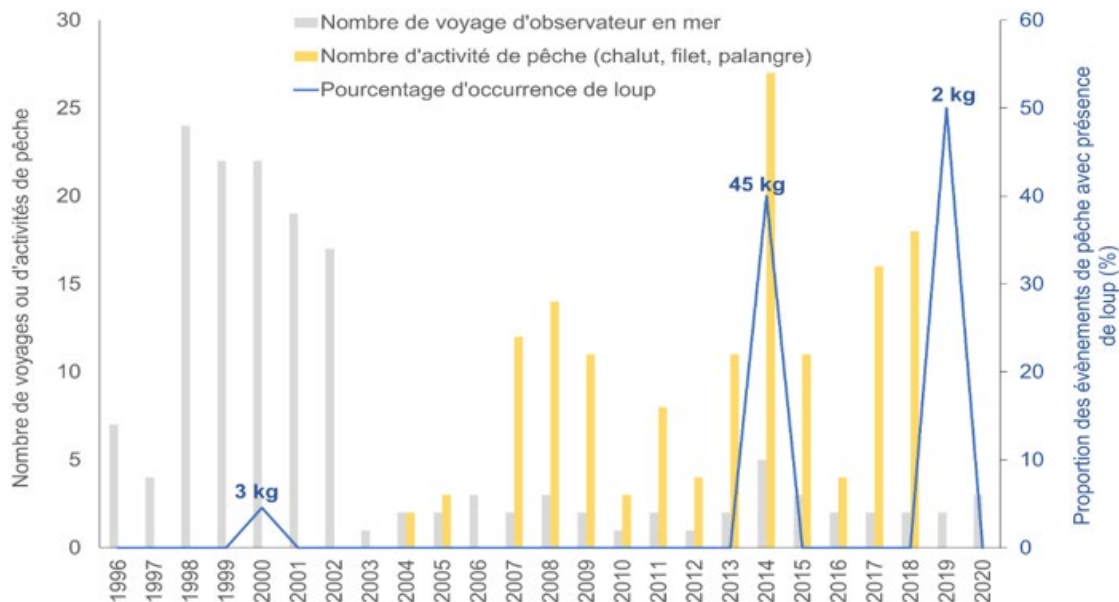


Figure 28. Prises accessoires totales (en kilogramme) de loup atlantique, nombre de voyages d'observateurs en mer et proportion des événements de pêche avec prises accessoires de loup (trait bleu) par année dans l'AMP du Banc-des-Américains à partir des données d'observateurs en mer de 1996 à 2020. Le nombre d'activités de pêche (à la palangre, au chalut et au filet maillant) ayant eu lieu dans l'AMP est également présenté, mais uniquement à partir de 2004.

Tableau 15. Résumé des prises accessoires (kg) de loup atlantique et des voyages d'observateurs en mer dans le Banc-des-Américains à partir des données d'observateurs en mer de 1996 à 2020.

Données par période	Prises accessoires (kg)	Nombre de voyages
Total 1996-2018	48 (n = 3)	150
Moyenne annuelle 1996-2018	2,07	6,52
Écart-type 1996-2018	9,38	7,90
2019	2 (n = 1)	2
2020	0	3

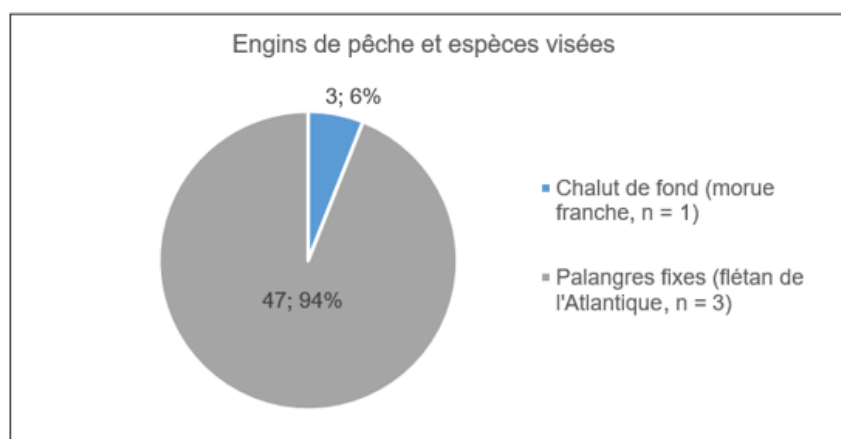


Figure 29. Engins de pêche impliqués et espèces visées pour les prises accessoires totales (kg) de loup atlantique à l'intérieur de l'AMP du Banc-des-Américains à partir des données d'observateurs en mer de 1996 à 2020.

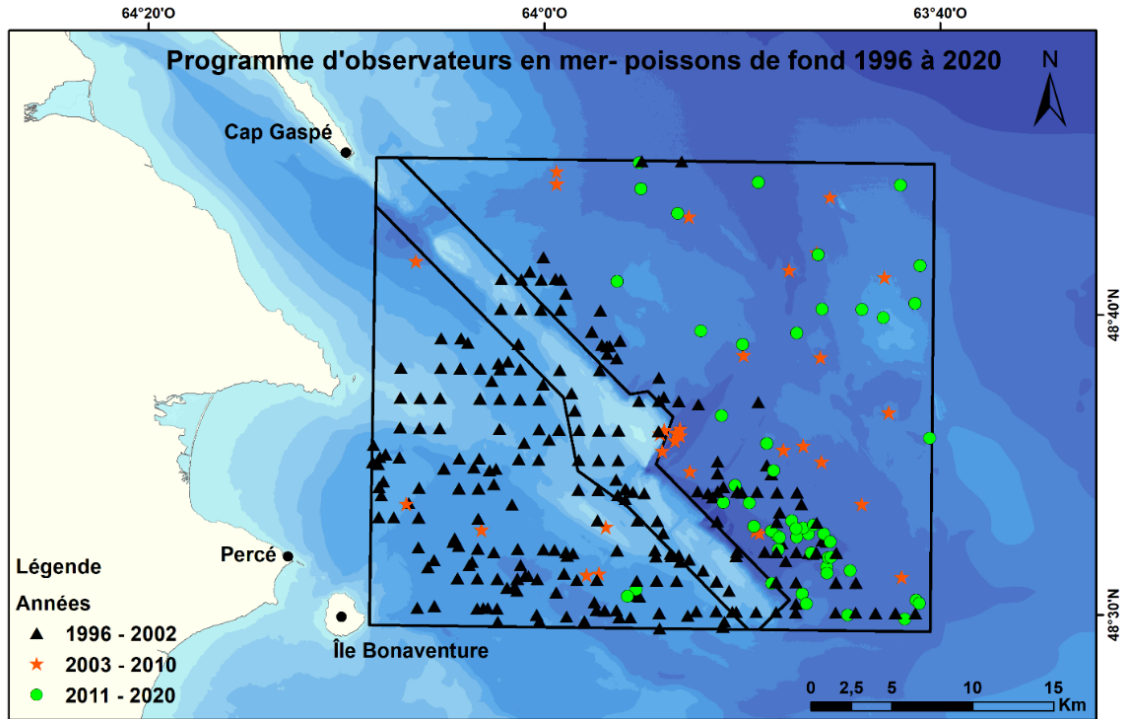


Figure 30. Localisation des voyages d'observation en mer entre 1996 et 2020 à l'intérieur de l'AMP du Banc-des-Américains par périodes d'années.

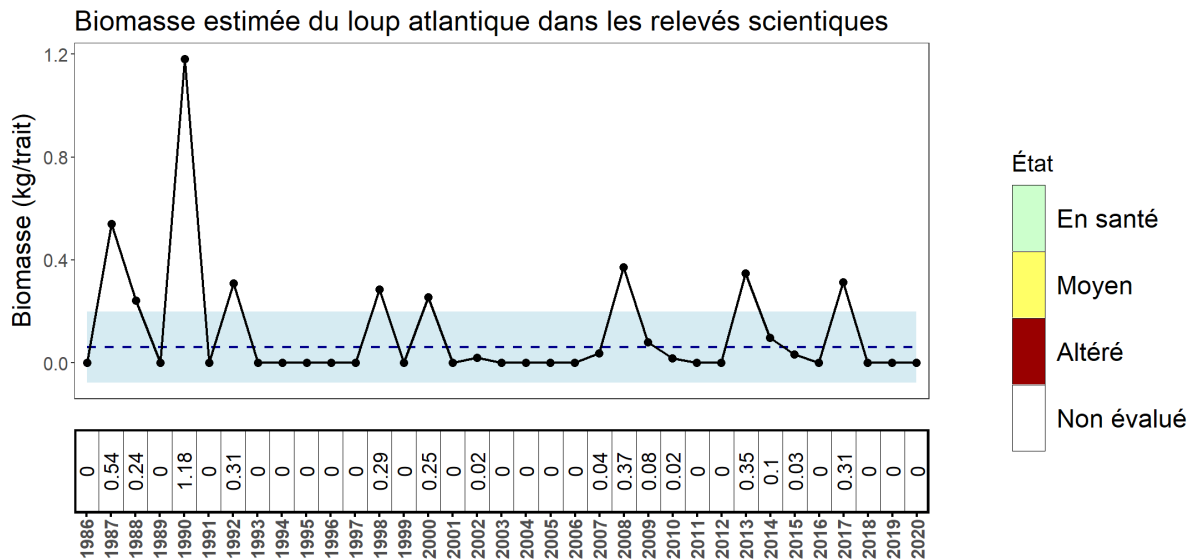


Figure 31. Série temporelle de la mesure 2 associée à l'indicateur EP2 (Prises accessoires de loup atlantique). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est présentée. L'état n'a pu être évalué.

État et tendance

Les données de prises accessoires dans les pêches commerciales avec observateurs sont trop rares et, par conséquent, n'ont pas permis d'évaluer l'état de cette mesure. De la même manière, les données de captures dans la strate 416 sont insuffisantes. Ainsi, aucun état n'a été établi pour l'indicateur EP2, mais il demeure essentiel de continuer de suivre son évolution au fil du temps afin d'observer des changements d'effectifs potentiels.

7.1.3. Limitations

Il est difficile d'évaluer l'entièreté des prises accessoires de loup atlantique par les pêches commerciales. Deux sources de données existent, soit les journaux de bord des pêcheurs et les données d'observateur en mer. Les données provenant des journaux de bord n'ont pas été incluses. Les pêcheurs ont l'obligation de déclarer les prises accessoires d'espèces en péril, comme le loup atlantique, cependant cette obligation n'est pas validée par une autorité légale, ainsi la constance de ces données est incertaine. C'est pourquoi seules les données des observateurs en mer ont été analysées. Cependant, l'information récoltée par l'entremise du programme d'observation en mer est partielle puisqu'il couvre seulement qu'un certain pourcentage des activités de pêche.

L'utilisation des prises accessoires de loup comme indicateur de pression peut être remise en question puisque le loup atlantique devrait être remis à l'eau par les pêcheurs et son taux de survie est tout de même important (Grant et Hiscock 2014). D'un autre côté, l'indicateur d'abondance et de biomasse du loup atlantique laisse une possible ambivalence quant à son interprétation. Effectivement, une augmentation des prises accessoires pourrait indiquer un changement négatif car un plus grand nombre de poissons est récolté. À l'opposé, cette hausse de prises accessoires pourrait aussi indiquer une augmentation d'abondance dans l'écosystème, ce qui serait positif.

Suite à l'analyse des données disponibles et aux limitations identifiées, il n'est pas possible d'évaluer l'état de cet indicateur. Il est tout de même proposé de conserver et présenter l'indicateur dans les prochains rapports de suivi à des fins d'informations complémentaires, et sa pertinence sera réévaluée au fil du temps.

7.2. BALEINES

7.2.1. EP3) Rorqual commun; EP4) Rorqual bleu; EP5) Baleine noire

Trois indicateurs ont été retenus, un pour chacune des espèces en péril de baleine qui sont observées dans l'AMP du Banc-des-Américains. Pour informer ces indicateurs, des données d'acoustique passive acquises dans le cadre d'autres projets couvrant, entre autres, ce secteur pourraient être utilisées (R21-PAM; Annexe E; Simard *et al.* 2016, 2019; Roy *et al.* 2019). Les données acoustiques ont été ciblées, car elles peuvent informer sur la fréquentation relative des différentes espèces au fil de la saison. Actuellement des données sont amassées annuellement, ce qui permettrait des comparaisons interannuelles. À noter cependant que les données couvrent un secteur plus grand que l'AMP relié au rayon de détection des récepteurs acoustiques. Les relevés aériens du MPO pourraient aussi être utilisés comme complément aux mesures d'acoustiques. Ces données d'abondance sont ponctuelles (une journée) et leur fréquence variable (au moins une fois aux 10 ans), ce qui est évalué moins opportun pour un suivi à long terme. L'analyse des données acoustiques pour les besoins du suivi de l'AMP du Banc-des-Américains et la sélection des mesures à retenir se fera dans une étape subséquente.

7.2.2. EP6) Mortalités/accidents de cétacés

7.2.2.1. Relevés

Les données utilisées pour l'indicateur concernant le nombre de cétacés malades ou blessés, échoués vivants ou morts proviennent des cas signalés au RQUMM entre 2012 et 2020. Un rapport mensuel des cas répertoriés est transmis à la division de la planification et conservation marines de la région du Québec (MPO) et inclut les informations suivantes :

- Date de rapport d'incident;
- Nom commun de l'espèce;
- Nombre d'animaux impliqués;
- Latitude et longitude;
- Localisation (municipalité);
- Type d'incident (mort échoué, mort flottant, empêchement-vivant, harcèlement, blessé ou malade, échouage vivant, autres);
- Documentation visuelle (à partir de 2019 seulement);
- Confirmation (à partir de 2019 seulement);
- Degré de certitude concernant l'identification (certain/incertain, à partir de 2020 seulement);

7.2.2.2. Traitement des données

Puisque le positionnement précis (latitude-longitude) des mortalités/accidents ne représente pas nécessairement le lieu exact de l'évènement, les données du RQUMM ont plutôt été filtrées pour les municipalités de Gaspé et Percé (Figure 32). Ainsi, les données retenues sont intégratives d'un secteur plus grand que l'AMP pour permettre d'informer de manière générale sur toutes les mortalités et tous accidents recensés. Les données ont été comptabilisées pour toutes les espèces de cétacés et séparées en trois catégories, soit :

1. Les espèces en péril (rorqual bleu et commun, baleine noire de l'Atlantique Nord et béluga);
2. Les autres espèces de rorquals qui ne sont pas en péril (baleine à bosse, petit rorqual, rorqual sp.; et
3. Les cétacés à dents qui ne sont pas en péril (globicéphale noir, marsouin commun, dauphin à flancs blancs de l'Atlantique, cétacé sp.).

Aucune méthode d'évaluation de l'indicateur n'est proposée puisqu'il y a trop peu de données disponibles et qu'elles possèdent une grande incertitude, ainsi la méthode des anomalies ne peut s'appliquer et aucun seuil n'est défini.

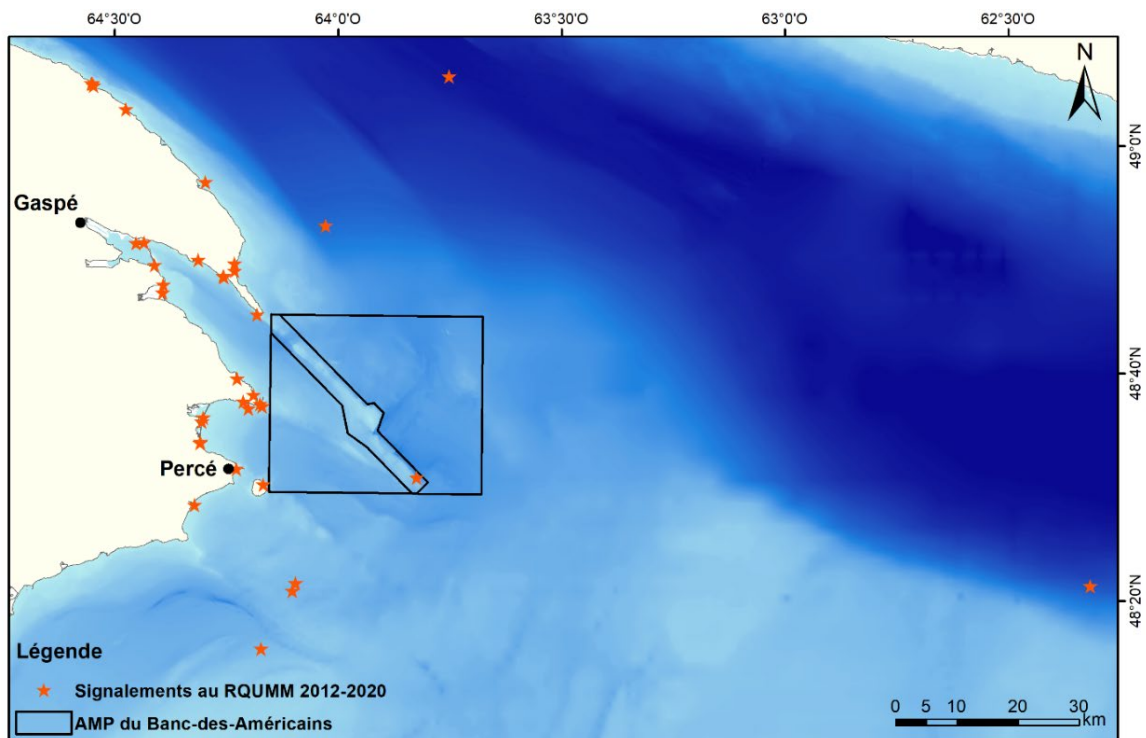


Figure 32. Positionnement des signalements au RQUMM pour la période de 2012 à 2020 pour les secteurs de Gaspé et Percé.

7.2.2.3. Mesure retenue et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Nombre total de signalements d'individus malades, blessés, échoués et de carcasses de cétacés pour Espèces en péril et pour autres espèces (grands mammifères marins, dauphin, marsouin)

Le nombre de cétacés malades ou blessés est signalé au Centre d'appels du Réseau Québécois d'Urgences pour les Mammifères Marins (RQUMM) pour les municipalités de Gaspé et Percé. Les individus blessés ou malades comprennent tout individu qui nage librement, mais qui présente un comportement inhabituel, des signes de maladies, des blessures graves ou une condition de masse corporelle faible. Les individus heurtés par une embarcation sont également compris dans cette catégorie. À ce chiffre s'additionne le nombre total de cétacés échoués vivants signalés au RQUMM pour le même secteur. Le nombre total de carcasses représente le nombre de cétacés morts retrouvés sur le rivage ou en mer. Ces mesures ont été retenues afin de renseigner sur l'état de santé général des cétacés dans le secteur de la l'AMP du Banc-des-Américains. Une mesure est calculée pour les espèces en péril de cétacés, soit : béluga, baleine noire, rorqual bleu et commun et une mesure pour toutes les autres espèces de cétacés du secteur incluant les autres rorquals et les cétacés à dents.

Résultats

Le nombre total de signalements impliquant les cétacés à dents non en péril, suivi des rorquals non en péril, semblent en augmentation au cours des dernières années et plus fréquents que pour les espèces en périls ayant un nombre de signalements plus stables (Figure 33, Tableau 16). Près de la moitié des cas d'incidents signalés au RQUMM survenu entre 2012 et 2020 dans les municipalités de Gaspé et Percé implique le marsouin commun (46 %; 36 cas). Le petit rorqual est impliqué dans 9 % des cas (7 cas), tandis que le béluga et le rorqual à bosses sont impliqués chacun dans 6 % des incidents (5 cas chacun).

Les incidents de type carcasse signalés (en mer ou sur le rivage) sont les plus fréquents (94 %; 74 cas, Tableau 16) et semble augmenter entre 2012 et 2020, tandis que les tendances semblent moins apparentes pour les autres types d'incidents, soit les individus malades ou blessés et les échouages vivants (Tableau 16).

État et tendance

L'état de l'indicateur EP6 n'a pu être évalué, car trop d'incertitudes sont associées aux données du RQUMM (voir section 7.2.3. Limitations) pour permettre une évaluation significative. Les données brutes sont tout de même présentées pour voir l'évolution au fil du temps des incidents dans le secteur.

Tableau 16. Nombre d'individus signalés au RQUMM pour chaque type d'incident impliquant des cétacés pour les municipalités de Percé et Gaspé de 2012 à 2020. Le total, la moyenne et l'écart-type sont présentés pour la période de référence (2012-2018). Autres = rorquals et cétacés à dents non en péril; EP = espèces en péril.

Période de référence

Année	Ind. Malades/blessés		Échouages vivants		Carcasses		Total signalements	
	Autres	EP	Autres	EP	Autres	EP	Autres	EP
2012	0	0	0	0	3	0	3	0
2013	0	0	0	0	7	0	7	0
2014	0	0	0	0	3	0	3	0
2015	0	0	0	0	3	4	3	4
2016	2	0	0	0	8	0	10	0
2017	0	0	0	0	11	2	11	2
2018	0	0	0	0	6	3	6	3
Total	2	0	0	0	41	9	43	9
Moyenne	0	0	0	0	6	1	6	1
Écart-type	0,8	0	0	0	3,1	1,7	3,4	1,7

2019-2020

Année	Ind. Maladies/blessés		Échouages vivants		Carcasses		Total signalements	
	Autres	EP	Autres	EP	Autres	EP	Autres	EP
2019	0	2	0	0	8	1	8	3
2020	0	0	1	0	14	1	15	1

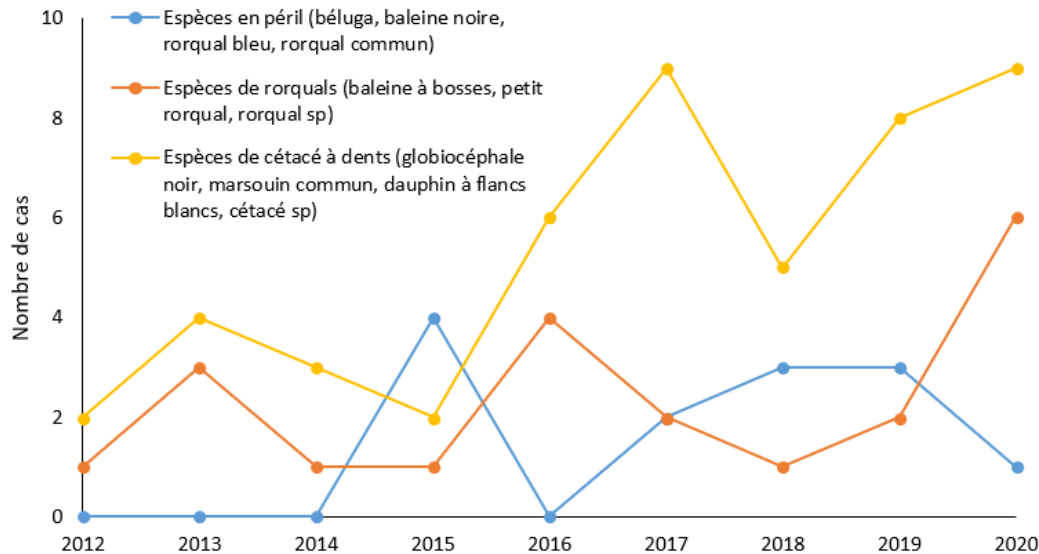


Figure 33. Nombre de cas de carcasse, d'échouage vivant et d'animal malade ou blessé pour les espèces en péril, les rorquals et les cétacés à dents répertorié par le RQUMM de 2012 à 2020 dans les municipalités de Gaspé et Percé.

7.2.3. Limitations

Concernant l'indicateur EP6, les données provenant du RQUMM ont été analysées pour les municipalités de Gaspé et Percé, ce qui donne un aperçu général des accidents et cas de mortalité de cétacés, mais pas de façon spécifique pour l'AMP du Banc-des-Américains. L'AMP représente une faible proportion du territoire de migration et d'alimentation des mammifères marins. De plus, les cétacés blessés ou malades poursuivent leur déplacement et les carcasses peuvent dériver à partir du point d'origine ce qui ne permet pas d'indiquer avec précision le moment et le lieu de l'incident (Henry *et al.* 2012). Les carcasses ont davantage tendance à couler plutôt qu'à dériver, donc elles ne sont pas toutes dénombrées, particulièrement les carcasses de rorquals bleus (COSEPAC 2002; MPO 2017). De surcroît, l'AMP du Banc-des-Américains n'étant pas une AMP côtière, aucun échouage n'a lieu dans cette zone. Les éléments mentionnés précédemment justifient qu'un territoire plus grand (municipalités de Gaspé et Percé) ait été sélectionné pour l'analyse de ces indicateurs.

Les données utilisées dans le cadre de cette analyse correspondent aux cas signalés au RQUMM, il est donc important de souligner que ces données représentent une sous-estimation par rapport au nombre d'incidents réels ayant eu lieu dans le secteur. Ces données, essentiellement basées sur des observations volontaires, ne sont pas rapportées systématiquement et la proportion peut fluctuer dans le temps (sensibilisation de la population). Il faut donc interpréter cet indicateur avec précaution.

8. CHOIX DES MESURES ET ÉTAT DES CONNAISSANCES POUR LES PRESSIONS⁴

8.1. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

8.1.1. Pr1) Conditions physiques de l'habitat pélagique

8.1.1.1. Relevés

Les données de température et salinité proviennent des profils verticaux faits lors des relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL; Annexe E). Ces relevés fournissent une bonne couverture dans la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains au même moment de l'année depuis 1985. Les données de glace viennent de cartes hebdomadaires de glace émises par le Service Canadien des Glaces (ECCC; R3-Glaces; Annexe E). Les données de température de surface (SST) viennent d'un assemblage de données AVHRR quotidiennes (Pathfinder 5.3, MPO-IML et MPO-BIO; Galbraith *et al.* 2021; R4-SST; Annexe E).

8.1.1.2. Traitement des données

Pour tous les indicateurs basés sur la température ou la salinité dans la colonne d'eau, incluant le volume et la profondeur de la couche intermédiaire froide (CIF), des grilles horizontales sont interpolées à partir de toutes les données disponibles pour chaque tranche de 1 m de profondeur. Les températures et salinités moyennes sont par la suite calculées comme la moyenne des valeurs aux profondeurs pertinentes de tous les points de grille se trouvant à l'intérieur de la zone océanographique. Le volume et la profondeur de la CIF sont calculés à partir des grilles horizontales. Pour la température de surface, la moyenne est faite des anomalies de température quotidiennes (mai à novembre) de tous les pixels se trouvant à l'intérieur de la zone océanographique et cette anomalie moyenne est ajoutée à la moyenne climatologique de la température de la zone (Galbraith *et al.* 2021). Pour la glace, des grilles sont créées du premier et dernier jour où la glace est présente à chaque point de grille, et la durée correspond au nombre de semaines où la glace était présente à chaque point de grille. Les moyennes sont alors calculées de tous les points de grille se trouvant à l'intérieur de la zone océanographique.

Les anomalies annuelles pour l'ensemble de ces mesures sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (1989-2018), cet écart étant normalisé en le divisant par l'écart-type de la période de référence. La valeur absolue de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie bidirectionnelle).

Comme cet indicateur regroupe une vaste gamme de mesures, certaines de ces mesures ont été regroupées selon la portion de la colonne d'eau à laquelle elles sont associées, et elles forment ainsi des sous-indicateurs. Pour calculer l'état final de l'indicateur tout en établissant des constats plus précis pour chacun des sous-indicateurs (conditions physiques de la couche de surface, conditions de la couche intermédiaire, conditions de glace), un état annuel a d'abord été attribué à chacun de ces sous-indicateurs à partir de la somme des valeurs absolues d'anomalie (anomalie bidirectionnelle). C'est ensuite cette somme par sous-indicateur qui est additionnée et représentée graphiquement pour caractériser l'état annuel de l'indicateur.

⁴ L'ensemble des mesures sont listées pour chaque indicateur à l'Annexe G.

8.1.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Température de surface moyenne (mai-nov.) dérivée des données satellitaires (SST)

La température peut avoir une influence directe sur le métabolisme et la distribution des espèces pélagiques. La distribution de la baleine noire serait d'ailleurs influencée par la SST (Pendleton *et al.* 2012). Les mois de mai à novembre sont les mois durant lesquels la température de surface n'est pas limitée par le point de congélation. La moyenne de la température sur la superficie de la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains faite durant ces mois est représentative de la chaleur estivale.

Mesure 2 : Température moyenne estivale (août-sept) en surface (0-30 m)

La température de la couche 0-30 m atteint le maximum de son cycle saisonnier au mois d'août, presque au même moment où les relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E) fournissent une bonne couverture de l'ensemble de la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains. La couche 0-30 m inclut la couche de surface jusqu'à la limite supérieure de la couche intermédiaire froide, et est donc différente de la température de surface telle que mesurée par télédétection.

Mesure 3 : Salinité moyenne estivale (août-sept) en surface (0-30 m)

La salinité de la couche 0-30 m en août-septembre représente la stratification estivale de la colonne d'eau et peut avoir un impact sur la productivité primaire. Les relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E) fournissent une bonne couverture de l'ensemble de la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains et permettent un bon estimé de la salinité moyenne de la couche 0-30 m au même moment de l'année depuis 1987.

Mesures 4, 5 et 6 : Premier et dernier jour de glace, et durée de la saison de glace

Le premier et le dernier jour où la glace est présente, ainsi que la durée de la saison de glace, sont des indicateurs de la sévérité de l'hiver. Le retrait du couvert de glace est un facteur déterminant pour la stratification de la colonne d'eau et la phénologie de la floraison phytoplanctonique printanière. Le couvert de glace revêt également une grande importance pour certaines espèces de poisson, ou encore pour de nombreux mammifères marins, le couvert de glace servant notamment d'habitat temporaire pour le phoque du Groenland (Johnston *et al.* 2012).

Mesure 7 : Température moyenne estivale (août-sept) dans la couche intermédiaire froide (CIF; 40-100 m)

Les eaux entre 40 et 100 m de profondeur représentent généralement les eaux de la CIF. Cette couche d'eau est particulièrement importante pour l'alimentation du rorqual commun et du rorqual bleu, en plus d'être utilisée par les poissons de fourrage (hareng, capelan) et le zooplancton. Les relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E) fournissent une bonne couverture de l'ensemble de la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains et permettent un bon estimé de la température moyenne de la CIF au même moment de l'année depuis 1985.

Mesure 8 : Profondeur de la limite supérieure de la couche intermédiaire froide (CIF; 2 °C)

La profondeur de la limite supérieure de la CIF aide à situer où celle-ci se trouve dans la colonne d'eau. En général, plus la CIF est volumineuse, plus cette profondeur est faible. La limite de 2 °C a été choisie, car la température minimale n'atteint parfois pas 1 °C dans une grande proportion de la zone océanographique de l'AMP; une profondeur qui est définie sur une

grande étendue est désirable. Les relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E) fournissent une bonne couverture de la CIF dans la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains au même moment de l'année depuis 1985.

Mesure 9 : Volume de la couche intermédiaire froide (CIF; 1 °C)

L'intensité de la CIF est assez bien définie par son volume, ici celui des eaux plus froides que 1 °C sur toute la superficie de la zone océanographique de l'AMP du Banc-des-Américains. Les relevés multispécifiques d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E) fournissent une bonne couverture de CIF dans la zone océanographique au même moment de l'année depuis 1985.

Résultats

Les conditions physiques de la couche de surface ont beaucoup changé au cours de la série temporelle. La température de surface (SST) semble avoir connu deux régimes distincts : un premier entre 1982 et 1992, où les températures avoisinaient 8,7 °C, et un deuxième depuis avec des températures plus près de la moyenne de la période de référence, à 9,5 °C. En 1994, on mesurait le minimum de température estivale de la couche de surface (0-30 m) de la série temporelle, à 7,3 °C, alors que le maximum de 10,8 °C a été atteint en 2020. Au début des années 2000, la température de la couche de surface s'est stabilisée près de la moyenne de la période de référence, soit 9,5 °C, et elle a par la suite connu une légère tendance à l'augmentation. Quant à la salinité de la couche de surface (0-30 m) durant l'été, elle était très élevée au tout début de la série temporelle. Elle a ensuite oscillé autour de la moyenne de la période de référence (29,7) de la fin des années 1990 jusqu'à récemment. Cependant, depuis 2016, elle se situe légèrement sous la moyenne de la période de référence (Figure 34).

Les conditions de glace dans la zone océanographique ont grandement évolué entre le début de la série temporelle et 2020. Ainsi, l'apparition de la glace de mer s'est faite progressivement de plus en plus tardivement jusqu'en 2010, et elle a connu d'importantes variations depuis sans pour autant réapparaître aussi précocement que dans la première décennie de la série temporelle. La date moyenne d'apparition de la glace pour la période de référence est le 18 janvier. Quant au retrait du couvert de glace, il a été plutôt stable autour de la moyenne de la période de référence (22 mars) jusqu'en 2010 où il a été extrêmement précoce (12 février). Les deux autres retraits les plus précoces ont eu lieu en 2013 et 2018. La durée du couvert de glace affiche donc une diminution au cours de la série temporelle, passant d'un maximum de 104 jours en 1993 à un minimum de 14 jours en 2010. Au cours des trois dernières années, la durée du couvert de glace a été stable autour de la moyenne de la période de référence, soit 65 jours (Figure 35).

Les conditions physiques de la CIF ont connu d'importantes fluctuations au cours de la série temporelle. La température moyenne de l'eau entre 40 et 100 m était très élevée en 1985 (1,5 °C) et a chuté rapidement pour atteindre un minimum de série en 1991 (0 °C). La tendance générale est par la suite à une augmentation de la température de la CIF pour atteindre 1,2 °C en 2020. La moyenne pour la période de référence se situe à 0,64 °C. Inversement à ce patron, le volume de la CIF plus froide que 1 °C à l'été connaît une rapide augmentation au début de la série temporelle avant de connaître une tendance générale à la baisse pour la suite, quoique ponctuée d'importantes fluctuations. Alors que le volume maximal est mesuré en 1991 (2 049 km³), le volume minimal est quant à lui mesuré en 2012 (578 km³). Le volume moyen de la CIF pour la période de référence est de 1 403 km³. Contrairement aux deux autres mesures, la limite supérieure de la CIF, lorsque délimitée par l'isotherme de 2 °C, ne présente pas de tendance claire. Le début et la fin de la série temporelle sont caractérisés par d'importantes fluctuations de la profondeur de part et d'autre de la moyenne de la période de référence

(36,3 m). Cependant, entre 1994 et 2013, la limite supérieure de la CIF se fait graduellement plus profonde d'environ 7 m (Figure 36).

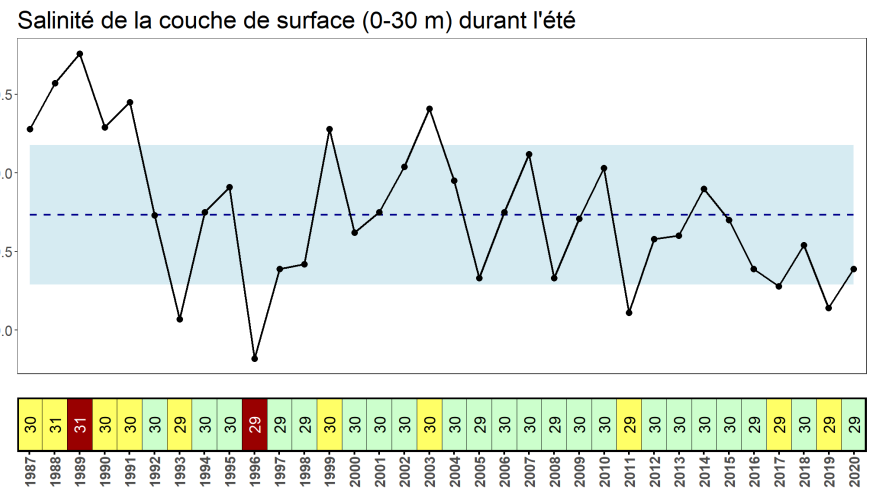
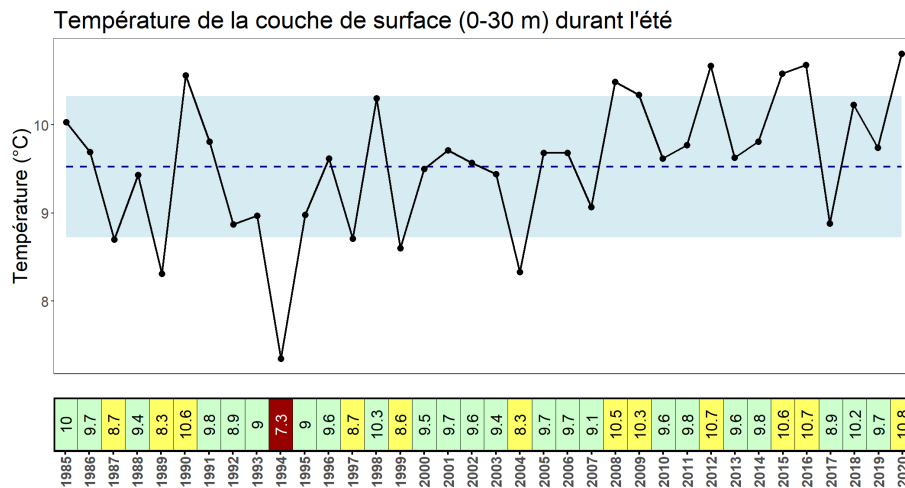
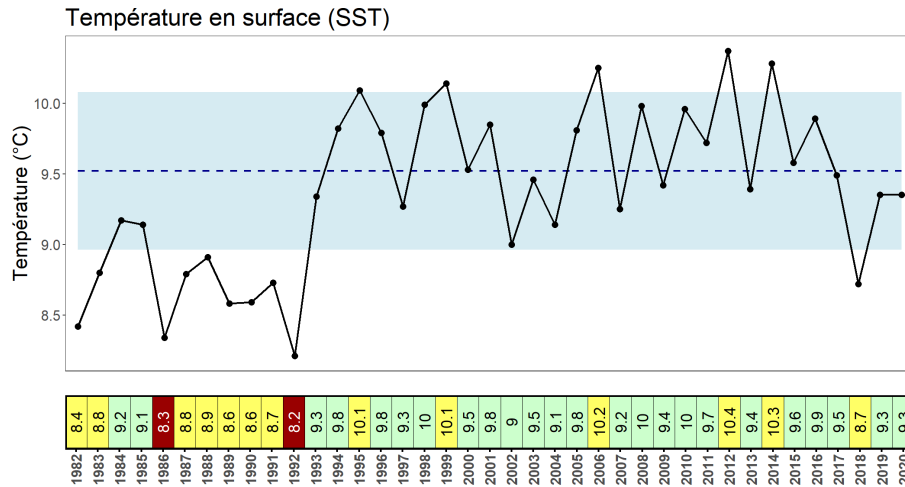


Figure 34. Série temporelle des mesures associées au sous-indicateur de pression Pr1 (Conditions physiques de la couche de surface). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (1989-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).



Figure 35. Série temporelle des mesures associées au sous-indicateur de pression Pr1 (Conditions de glace). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (1989-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue à chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

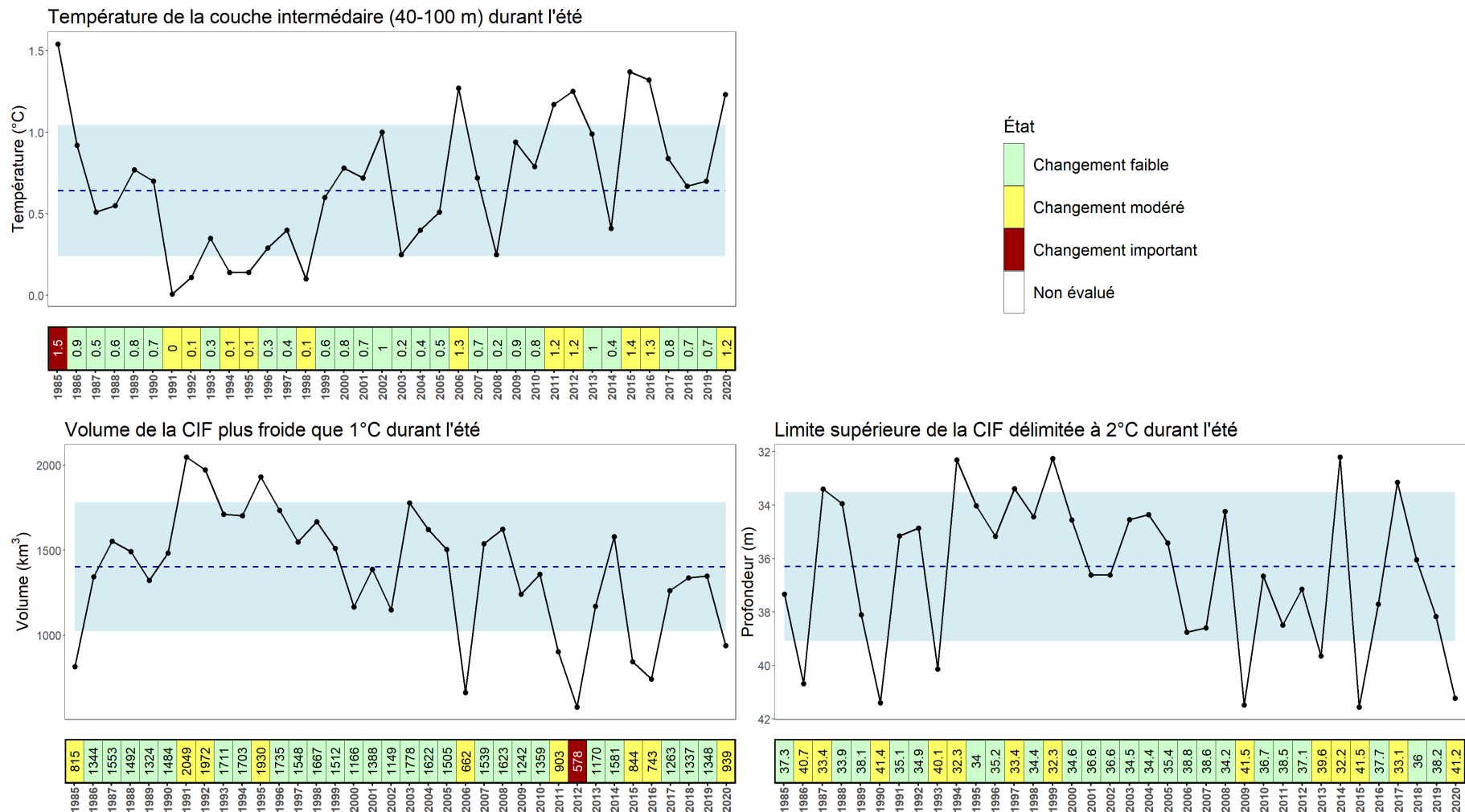


Figure 36. Série temporelle des mesures associées au sous-indicateur de pression Pr1 (Conditions physiques de la couche intermédiaire). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (1989-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

État et tendance

En dépit du réchauffement progressif des eaux de surface, l'état des conditions physiques de la couche de surface est relativement stable depuis 1995 et correspond généralement à un changement « Faible » (Figure 37). Les conditions de glace au début de la série temporelle se voient attribuer régulièrement un état associé à un changement « Modéré ». L'état correspond ensuite à un changement principalement « Faible » pour le reste de la série temporelle. L'année 2010, avec son retrait précoce des glaces, correspond à un changement de niveau « Important » (Figure 38). L'état du sous-indicateur « Conditions physiques de la CIF » correspond majoritairement à un changement « Faible » au cours de la série temporelle et aucune tendance nette ne peut être dégagée. Les plus fortes sommes d'anomalies, associées à un changement « Modéré », s'observent en 2015 et 2020 avec des conditions similaires dans les deux cas : une CIF profonde à la température élevée et au volume moindre (Figure 39). Le constat final est que l'état de l'indicateur Pr1 s'associe très majoritairement à un changement « Faible » au cours de la série temporelle. Les plus fortes sommes d'anomalies sont observées au début des années 1990, alors que des conditions particulièrement froides étaient observées. À partir de 2010 environ, les sommes d'anomalies sont à nouveau un peu plus élevées, bien que généralement associées à un changement de niveau faible, mais sont cette fois-ci associées à des conditions plus chaudes (Figure 40).

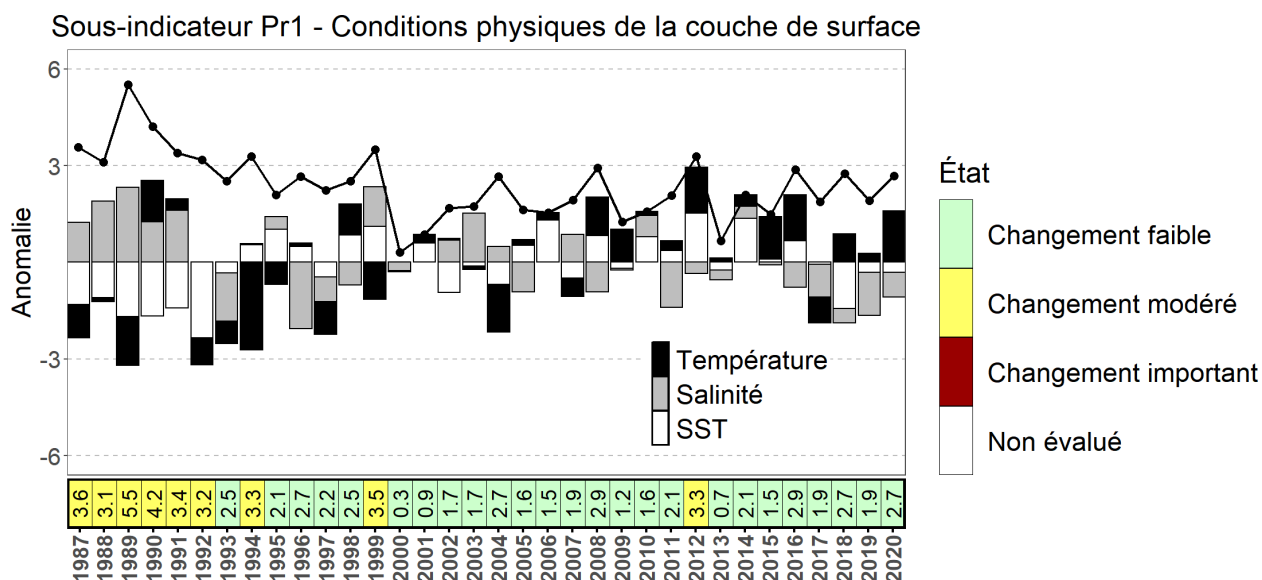


Figure 37. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées au sous-indicateur « Conditions physiques de la couche de surface » de l'indicateur de pression sur l'habitat pélagique Pr1. La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel au sous-indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

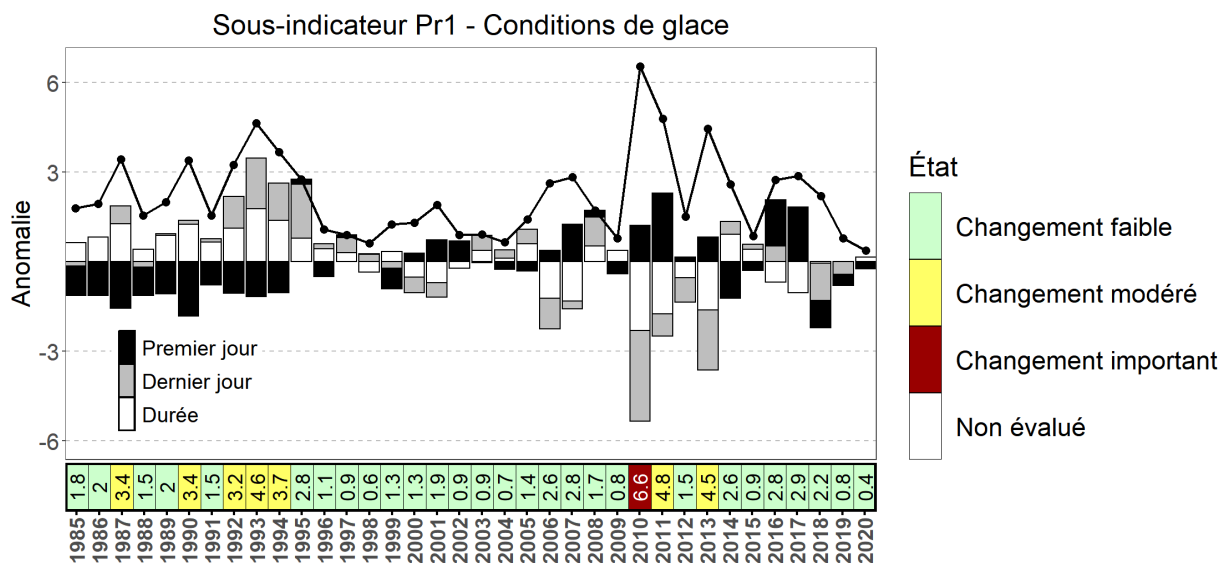


Figure 38. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées au sous-indicateur « Conditions de glace » de l'indicateur de pression sur l'habitat pélagique Pr1. La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel au sous-indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

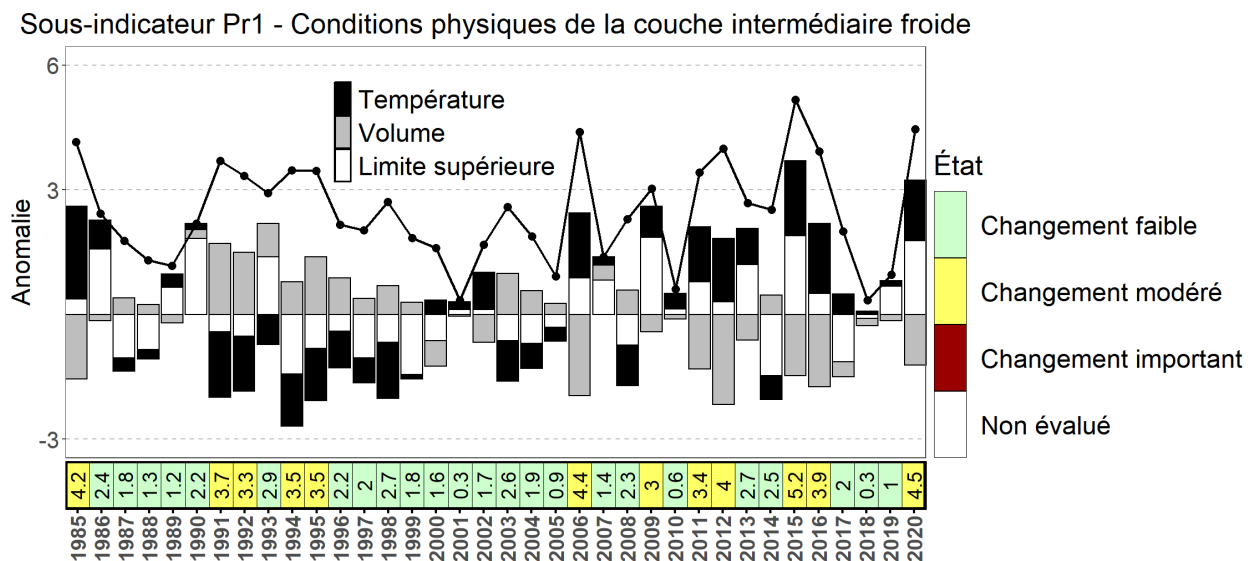


Figure 39. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées au sous-indicateur « Conditions physiques de la CIF » de l'indicateur de pression sur l'habitat pélagique Pr1. La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel au sous-indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

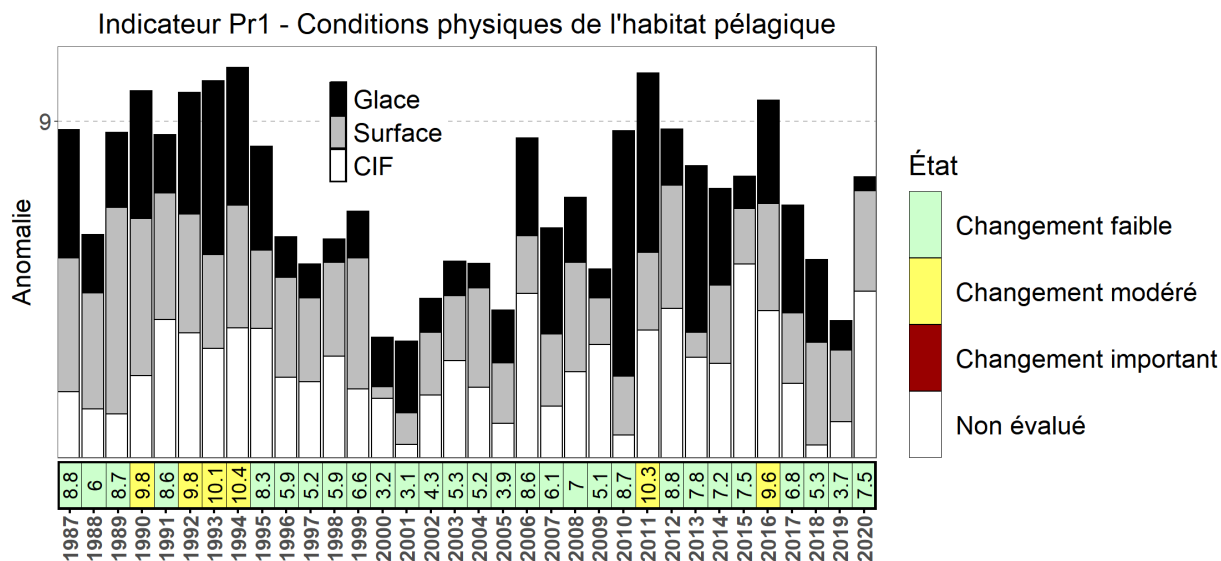


Figure 40. Série temporelle des sommes des valeurs absolues d'anomalie pour chacun des sous-indicateurs associés à l'indicateur de pression Pr1 (Conditions physico-chimiques de l'habitat pélagique). La somme des valeurs absolues des anomalies de chacune des mesures permet d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

8.1.2. Pr2) Conditions physiques de l'habitat benthique (> 100 m)

8.1.2.1. Relevés

Les données de température et de salinité proviennent des profils CTD (Conductivity-Temperature-Depth) des relevés multispécifiques de poissons de fond du mois d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL; Annexe E). Pour les mesures liées à la température et à la salinité, les séries temporelles remontent à 1985 et 1987, respectivement, dans la zone d'intérêt. Le nombre de profils CTD récoltés annuellement dans la zone benthique est de 30 en moyenne.

8.1.2.2. Traitement des données

Pour la température et la salinité, des grilles horizontales sont interpolées à partir de toutes les données disponibles pour chaque tranche de 1 m de profondeur. Ensuite, la profondeur bathymétrique est utilisée à chaque point de grille pour déterminer la température et la salinité sur le fond à partir du champ interpolé à cette profondeur. La moyenne est par la suite calculée sur la zone benthique pour les points de grille dont la profondeur est > 100 m pour la température et la salinité. Les anomalies annuelles pour la température et la salinité sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (1989-2018), cet écart étant normalisé en le divisant par l'écart-type de la période de référence. La valeur absolue de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie bidirectionnelle).

8.1.2.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Température et salinité moyennes (août-sept.) près du fond (> 100 m)

La température et la salinité près du fond peuvent avoir une influence directe sur le métabolisme de certains organismes benthiques. Plus particulièrement, la température joue un rôle important sur la distribution du loup atlantique (Kulka *et al.* 2004). La température des eaux

près du fond dans les zones plus profondes que 100 m est influencée par la CIF (sa profondeur maximale et sa température minimale), ainsi que par la température des eaux profondes sous la CIF qui ont connu un réchauffement accéléré dans la dernière décennie (Galbraith *et al.* 2020).

Résultats

La température estivale près du fond (> 100 m) était à son minimum à la fin des années 1980 et au début des années 1990. La température a par la suite augmenté, passant de 0,8 °C en 1991 à 3,1 °C en 2012, et elle avoisine les 2,5 °C depuis. La moyenne de la température estivale près du fond pour la période de référence est de 2,0 °C. La salinité estivale près du fond a quant à elle été relativement stable depuis le début des années 2000, se maintenant aux environs de la moyenne de la période de référence, soit 33,2 (Figure 41).

État et tendance

Bien que la température de la zone benthique près du fond (> 100 m) se soit réchauffée, le faible changement de salinité fait en sorte que l'indicateur Pr2 se voit principalement attribuer un état correspondant à un changement de niveau « Faible » au cours de la dernière décennie (Figure 42).

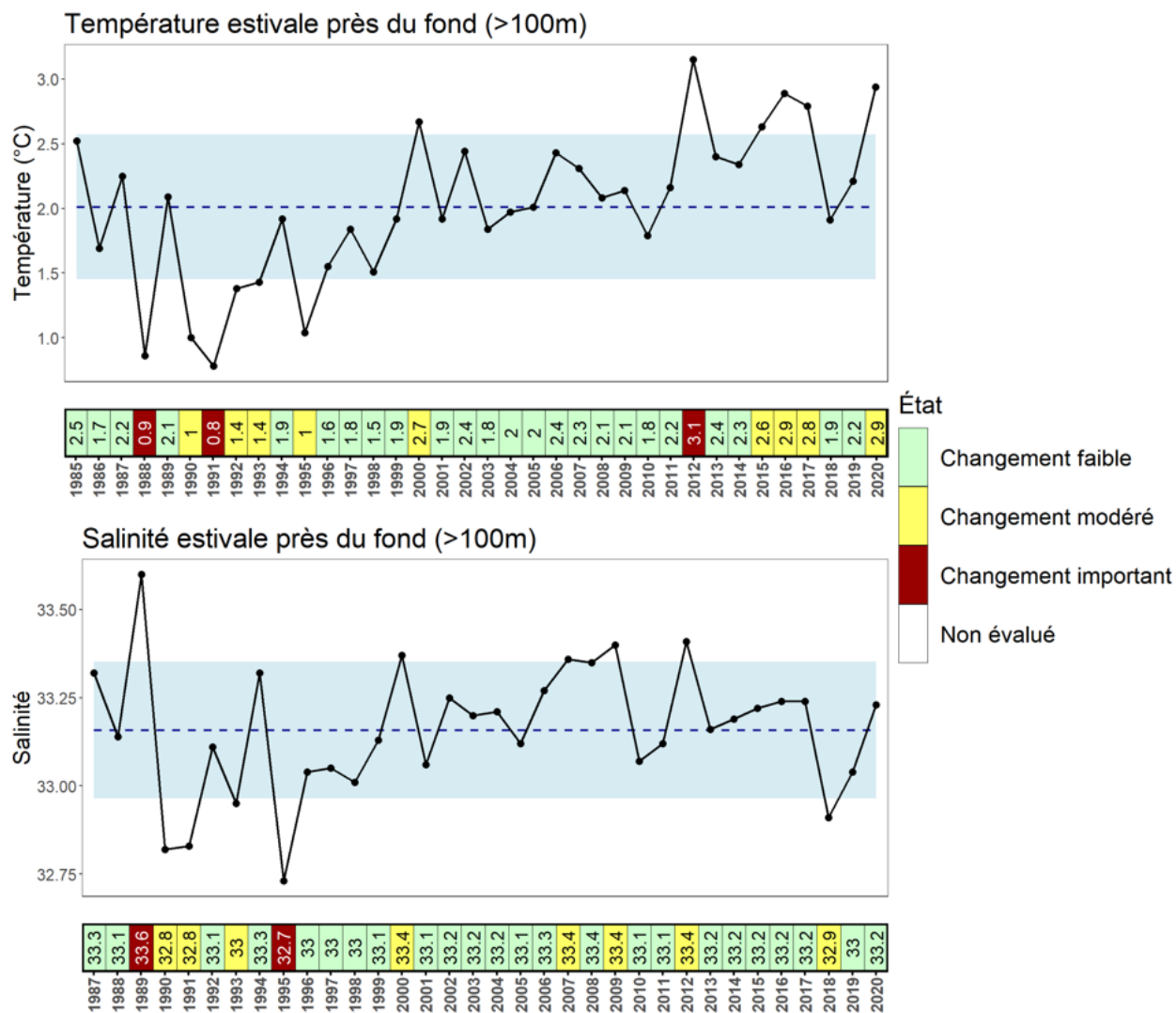


Figure 41. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr2 (Conditions physiques de l'habitat benthique [> 100 m]). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (1989-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie bidirectionnelle).

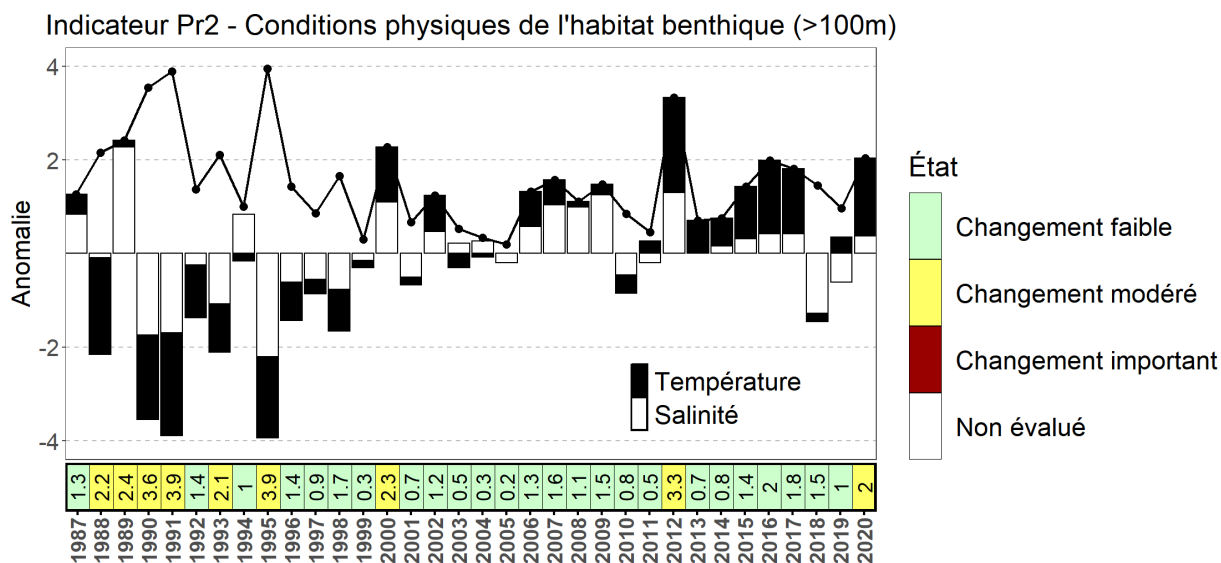


Figure 42. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr2 (Conditions physiques de l'habitat benthique [> 100 m]). La ligne noire correspond à la somme des valeurs absolues des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel au sous-indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

8.1.3. Pr19) Acidification de l'habitat benthique (> 100 m)

8.1.3.1. Relevés

Les données relatives aux mesures d'acidification proviennent principalement des missions PMZA de juin et d'octobre-novembre (R1-PMZA, Annexe E), ainsi que des relevés multispécifiques de poissons de fond du mois d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL, Annexe E). Leur série temporelle débute en 2011. Le nombre d'échantillons récoltés annuellement dans la zone pélagique profonde (> 100 m) est restreint et se répartit comme suit : 1 échantillon en 2011, 4 échantillons en 2017, 5 échantillons en 2018 et 2019 et 3 échantillons en 2020.

8.1.3.2. Traitement des données

Pour les mesures d'acidification, la moyenne des valeurs obtenues chaque année dans la zone benthique près du fond (> 100 m) a été utilisée. Il est bien connu que sous un taux de saturation de 1, l'aragonite et le carbonate de calcium se dissolvent, d'où la pression « Élevée » associée à ce seuil. Par ailleurs, certaines études mentionnent que des effets sur certains organismes se font déjà sentir sous un taux de saturation de 2 (Waldbusser *et al.* 2015), quoique la tolérance à un taux de saturation inférieur à 2 soit très variable d'une espèce à l'autre. Ainsi, l'état associé à ces deux mesures a été attribué à partir de la méthode du seuil selon les intervalles présentés au tableau 5. C'est ensuite la sommation des pointages associés à l'état de chacune des mesures qui permet de décrire l'état de l'indicateur selon la méthode décrite dans le tableau 7.

8.1.3.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Taux de saturation moyen de l'aragonite et de la calcite près du fond (> 100 m)

Dans un contexte d'acidification des océans auquel l'estuaire du Saint-Laurent n'échappe pas (Mucci *et al.* 2011), il apparaît essentiel de suivre les variations de pH au fil des années puisque l'acidification agit de concert avec l'hypoxie pour générer un stress métabolique sur les

organismes benthiques et ainsi modifier leur patron de distribution (Pörtner 2008). Tout comme l'oxygène, le pH en surface est grandement influencé par le mélange saisonnier et par la photosynthèse et est donc très variable dans le temps. Ainsi, le suivi du processus d'acidification sur le fond (> 100 m) devrait permettre d'observer des tendances plus stables qu'en surface. Plus particulièrement, c'est le taux de saturation de l'aragonite et de la calcite près du fond qui seront suivis puisqu'ils représentent en quelque sorte des mesures plus complètes. En effet, ces deux mesures dépendent du pH, de l'alcalinité (pouvoir tampon de l'océan) et des conditions environnementales (température, salinité et nutriments) et permettent d'évaluer directement l'impact de l'acidification sur le rythme de croissance et la survie de plusieurs organismes benthiques et pélagiques (Feely *et al.* 2012).

Résultats

Le taux de saturation de la calcite varie entre 1,1 et 1,3 au cours de la série temporelle, soit légèrement au-dessus du seuil de dissolution, contrairement au taux de saturation de l'aragonite qui lui se trouve sous ce seuil avec des valeurs qui varient entre 0,7 et 0,8 (Figure 43).

État et tendance

L'état de l'indicateur Pr19 est considéré « élevé » pour toutes les années de la série temporelle principalement reliée au taux de saturation de l'aragonite qui est sous le seuil de 1 (Figure 44). Trop peu de données sont disponibles pour décrire une tendance historique.

8.1.3.4. Limitations

Il y a peu de données relatives à l'acidification dans la zone d'intérêt, en partie puisque la série temporelle est courte, mais également parce que peu d'échantillons de pH et d'alcalinité ont été prélevés dans cette zone. Les relevés existants devraient permettre une bonne caractérisation des mesures liées à l'acidification dans le futur s'ils ajoutent chacun une station dans la zone d'intérêt lors de leur passage.

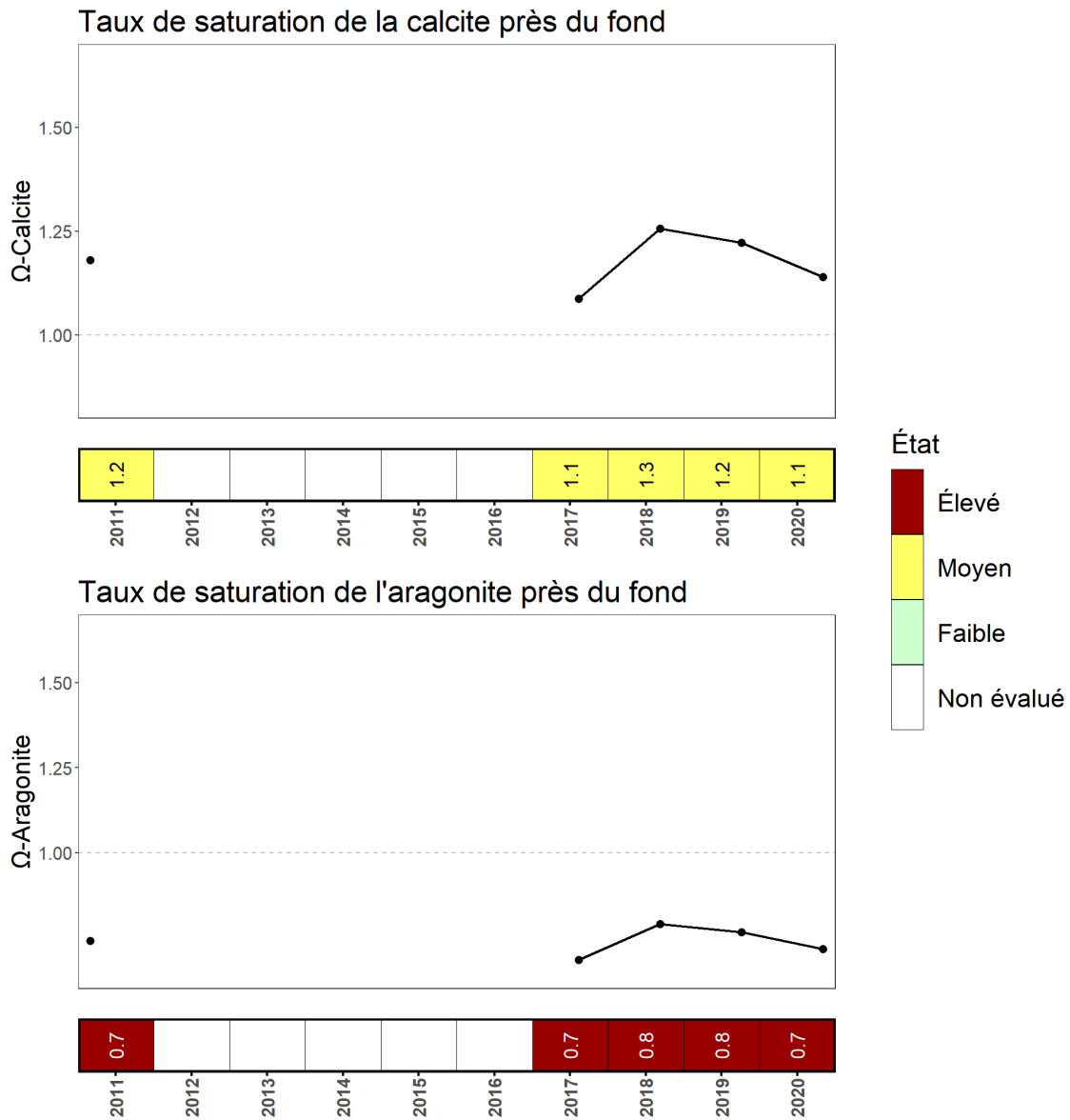


Figure 43. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr19 (Acidification de l'habitat benthique près du fond [> 100 m]). La ligne grise hachurée représente une des limites des intervalles associés aux différents états (> 2 : faible, $1-2$: moyen, < 1 : élevé). Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction d'un critère seuil connu.

Indicateur Pr19 - Acidification		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	État
Taux de saturation de la calcite près du fond		2						2	2	2	2	
Taux de saturation de l'aragonite près du fond		1						1	1	1	1	Élevé
Somme des pointages		3						3	3	3	3	Élevé

Figure 44. Série temporelle des valeurs pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr19 (Acidification de l'habitat benthique [> 100 m]). La somme des pointages associés à l'état des taux de saturation permet d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur décrit dans la légende à droite du tableau.

8.1.4. Pr20) Oxygène dissous de l'habitat benthique (> 125 m)

8.1.4.1. Relevés

Les données d'oxygène proviennent principalement des missions PMZA de juin et d'octobre-novembre (R1-PMZA; Annexe E), ainsi que des relevés multispécifiques de poissons de fond du mois d'août et septembre (R10-Multi sGSL et R11-Multi nGSL; Annexe E). La série temporelle utilisée remonte à 2002 dans la zone visée. Le nombre de profils CTD récoltés annuellement dans la zone benthique est de 30 en moyenne.

8.1.4.2. Traitement des données

Tout comme pour l'indicateur Pr2, des grilles horizontales sont interpolées à partir de toutes les données disponibles pour chaque tranche de 1 m de profondeur. Ensuite, la profondeur bathymétrique est utilisée à chaque point de grille pour déterminer l'oxygène dissous sur le fond à partir du champ interpolé à cette profondeur. La moyenne est par la suite calculée sur la zone benthique pour les points de grille dont la profondeur est > 125 m.

Pour l'oxygène, un seuil fixe est utilisé pour catégoriser l'état de l'indicateur (Tableau 5). Les seuils de normoxie et d'hypoxie sont établis à 70 % et 30 %, respectivement (Plante *et al.* 1998; Chabot et Dutil 1999; Chabot et Claireaux 2008; Brennan *et al.* 2016). Des conséquences sur le métabolisme de certains organismes se font sentir en deçà de ces seuils selon leur degré de tolérance au stress hypoxique. Par ailleurs, seuls les points de grille situés à plus de 125 m de profondeur (contrairement à 100 m pour les autres indicateurs) sont utilisés puisque c'est en deçà de cette profondeur que des problèmes de déplétion en oxygène sont susceptibles de survenir. La proportion des eaux plus profondes que 125 m est d'environ 50 % à l'intérieur de l'AMP, et d'environ 25 % à l'intérieur de la zone benthique située près du fond.

Il est important de préciser cependant qu'étant donné que les seuils létaux de plusieurs espèces se situent sous 30 %, toute valeur de saturation sous ce seuil est considérée comme représentant un stress grave (et très grave sous 20 %), même si la terminologie employée (pression « Élevée »), qui vise à se conformer à l'ensemble du document, pourrait laisser entendre un niveau de stress moins grand que celui qui est réellement engendré.

8.1.4.3. Mesure retenue et état des connaissances

Mesure 1 : Valeur de saturation en oxygène dissous près fond (> 125 m)

L'oxygène en surface est grandement influencé par le mélange saisonnier et par la photosynthèse. Il est donc très variable dans le temps, en plus de ne pas être limitant pour les organismes benthiques vivant à moins de 125 m de profondeur. Les concentrations d'oxygène près du fond dans les zones dont la profondeur est supérieure à 125 m apparaissent donc comme un meilleur indice pour suivre la pression exercée par les teneurs en oxygène sur les organismes benthiques et démersaux. Plusieurs organismes, dont la morue, le turbot, la crevette nordique et le loup atlantique, subissent l'influence directe des concentrations d'oxygène sur leur métabolisme, et ce, dès que la saturation en oxygène diminue sous les 70 % pour certains d'entre eux (Chabot et Dutil 1999; Chabot et Claireaux 2008; Brennan *et al.* 2016). Un seuil de 30 % de saturation en oxygène est généralement utilisé dans les eaux du Golfe Saint-Laurent pour décrire l'état d'hypoxie (Plante *et al.* 1998). Ce seuil correspond d'ailleurs à une zone d'évitement pour la morue atlantique. Seulement quelques espèces, dont la crevette nordique et le turbot, parviennent à tolérer des conditions hypoxiques sous les 20 % de saturation en O₂ (Dupont-Prinet *et al.* 2013a, 2013b).

Résultats

Le taux de saturation en oxygène près du fond (> 125 m) a connu une légère augmentation entre 2002 et 2014, passant de 49 à 68 %. Cependant, la teneur en oxygène a par la suite diminué rapidement pour retourner aux taux de saturation retrouvés en début de la série temporelle au cours des dernières années (Figure 45). Ainsi le taux moyen de saturation en 2020 était de 50 %.

État et tendance

L'état de l'indicateur Pr20 est « Moyen » tout au long de la série temporelle (Figure 45) sans tendance marquée.

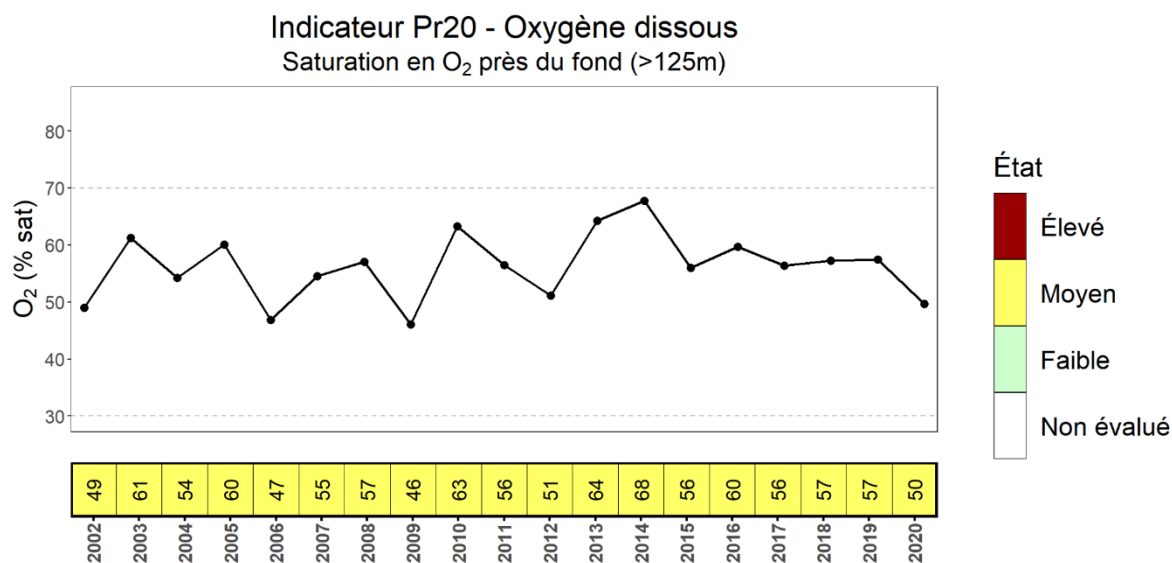


Figure 45. Série temporelle de la mesure associée à l'indicateur de pression Pr20 (Oxygène dissous de l'habitat benthique [> 125 m]). Les lignes grises hachurées représentent les limites des intervalles associés aux différents états (> 70 % : faible, 30-70 % : moyen, < 30 % : élevé). Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction d'un critère seuil connu.

8.2. ESPÈCES AQUATIQUES ENVAHISSANTES (EAE)

Pour l'instant, aucune espèce aquatique envahissante (EAE) n'a été confirmée dans l'AMP du Banc-des-Américains, mais dans la région de Gaspé certaines EAE envahissantes (par ex. : *Membranipora membranacea*) ont été observées (Simard *et al.* 2013). Un suivi potentiel avec l'ADNe est envisagé, cependant la collecte de données pour cet indicateur n'a pas été évaluée prioritairement. Ainsi aucune mesure n'est précisée dans ce présent rapport.

8.3. COMPÉTITEURS/PRÉDATEURS

8.3.1. Pr4) Phoque gris

Le phoque gris est ajouté comme indicateur de pression puisqu'il joue un rôle de prédation non négligeable sur les communautés démersales du golfe du Saint-Laurent (MPO 2011a; Swain et Benoît 2015). L'abondance des phoques dans le secteur de l'AMP peut être considérée comme un indicateur indirect pour évaluer l'état et l'évolution des communautés démersales. Il est

cependant à noter que le phoque gris effectue des migrations journalières pouvant s'étendre jusqu'à 30 à plus de 60 km (Goulet *et al.* 2001), ainsi le suivi des phoques ne pourra renseigner précisément sur leur présence dans l'AMP, mais plutôt dans le secteur élargi.

Des relevés systématiques du MPO par recensement aérien sont effectués habituellement aux cinq ans (Hammill *et al.* 2017). Également, la capacité et l'expertise nécessaires à la réalisation d'inventaires de pinnipèdes seront développées au sein de l'Association de gestion halieutique autochtone Mi'gmaq et Malécite (AGHAMM) dans le cadre d'une entente de contribution et en collaboration avec le Parc national Forillon. Le dénombrement des populations de phoques gris et de phoques communs ainsi que l'inventaire et la cartographie des échoueries potentielles seront réalisés.

Aucune donnée n'ayant encore été analysée, les mesures à utiliser et l'état des connaissances ne sont pas présentés dans ce présent rapport.

8.3.2. Pr5) Homard sur la crête

Le homard est un prédateur benthique important (MPO 2014) et pourrait avoir des impacts sur les communautés benthiques et démersales de l'AMP; entre autres, il pourrait possiblement être en compétition avec d'autres espèces habituellement présentes. Puisque les populations de homard en Gaspésie sont en croissance (MPO 2016, 2019e), il a été décidé de suivre la présence et l'abondance du homard sur la crête qui correspond à des profondeurs possiblement utilisées par celui-ci.

Un relevé utilisant l'imagerie appâtée est en développement. Une mission exploratoire a eu lieu à l'été 2020 et un protocole d'échantillonnage sera développé. Le relevé étant en développement, le traitement des données, les mesures à utiliser et l'état des connaissances ne sont pas présentés dans le présent rapport.

8.4. BRUIT

8.4.1. Pr6) Bruit d'origine anthropique

Actuellement, aucune base de données n'a été analysée pour évaluer le bruit dans l'AMP du Banc-des-Américains. Cet indicateur sera développé notamment par l'acquisition de données et une caractérisation de base du secteur.

8.4.2. Pr7) Intensité du trafic

8.4.2.1. Relevés

Les données utilisées pour caractériser le trafic du secteur de l'AMP proviennent d'une base de données AIS (Système d'identification automatique) fournie par la Garde côtière canadienne (R18-AIS; Annexe E). L'organisme Innovation Maritime a été mandaté en janvier 2020 pour extraire et analyser les données de trafic pour les besoins du suivi de l'AMP. Les données disponibles pour le secteur à ce moment débutent au mois de mars 2012 jusqu'en décembre 2019. Tous les types de signaux AIS ont été considérés soit ceux de Classe A et Classe B. Il existe plusieurs différences entre ces deux systèmes, mais en ce qui concerne les présentes analyses, le point important est la fréquence d'émission. La fréquence d'émission des rapports de position des équipements de Classe A varie de 2 à 10 secondes d'intervalle, alors que celle de Classe B émet environ aux 30 secondes. En plus des données de positionnement, les données AIS comportent des informations dites « statiques » sur les navires, telles que les dimensions, le nom et le type de navire. Dans certains cas, ces informations n'étaient pas

diffusées (moins de 2 % des navires) et d'autres sources de données ont été utilisées pour compléter ces informations.

8.4.2.2. Traitement des données

Des statistiques ont été produites annuellement et mensuellement par Innovation Maritime pour l'ensemble de la période en fonction de catégories de navire prédéfinies (Tableau 17). Suite à l'analyse préliminaire des résultats, il a été décidé de regrouper la catégorie Marchands et Passagers dans la nouvelle catégorie Commercial. Ce sont ces deux catégories qui regroupent les plus gros navires (Figure 46) qui sont dans l'obligation d'utiliser l'AIS, ainsi l'ensemble de ce trafic est recensé. La catégorie Opérations maritimes est également considérée puisqu'elle représente tout de même un grand nombre de passages effectués dans l'AMP (près de 25 %, Tableau 17 et Figure 47). Les catégories Pêche et Plaisanciers ne sont pas considérées puisque les données AIS sont trop fragmentaires pour ces catégories et ainsi ne donnent pas un portrait représentatif de ces secteurs d'activité. De plus, la taille moyenne des navires dans ces catégories est beaucoup plus petite. Finalement, la catégorie Croisière d'observation n'a des données que depuis l'été 2019. Ces données seront considérées dans un autre indicateur : Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance, lorsqu'une série temporelle sera disponible.

La moyenne annuelle est utilisée pour présenter les deux mesures. Trois mois de données sont manquants (janvier-mars) pour l'année 2012, elle n'est donc pas considérée ainsi, la période de référence utilisée est de 2013 à 2018. Les données de l'indicateur Pr7) sont présentées à l'aide d'anomalies directionnelles, puisqu'elles sont directement reliées à l'enjeu prioritaire : *Minimiser les effets négatifs des activités humaines pour maintenir un habitat propice pour les populations de baleines en péril*. Ainsi, une augmentation du trafic commercial et des opérations maritimes pourrait avoir une incidence sur le dérangement par le bruit et affecter négativement les mammifères marins du secteur.

Tableau 17. Catégorie de navires présents dans les données AIS de 2012 à 2019.

Catégories	Types de navires	% du nombre total de passages
Marchands	Cargo, citerne	33,6
Opérations maritimes	Remorqueur, dragueur, pilotine, recherche, Garde côtière, brise-glace, militaire, patrouilleur	24,4
Passagers	Croisières, traversier	18,8
Pêche	Navire de pêche	7,8
Plaisanciers	Plaisancier, yacht, voilier	15,3
Croisières d'observations	Compagnie de croisière d'observation aux baleines	<i>nd (juste en 2019)</i>
Inconnue	Information non disponible	0,1

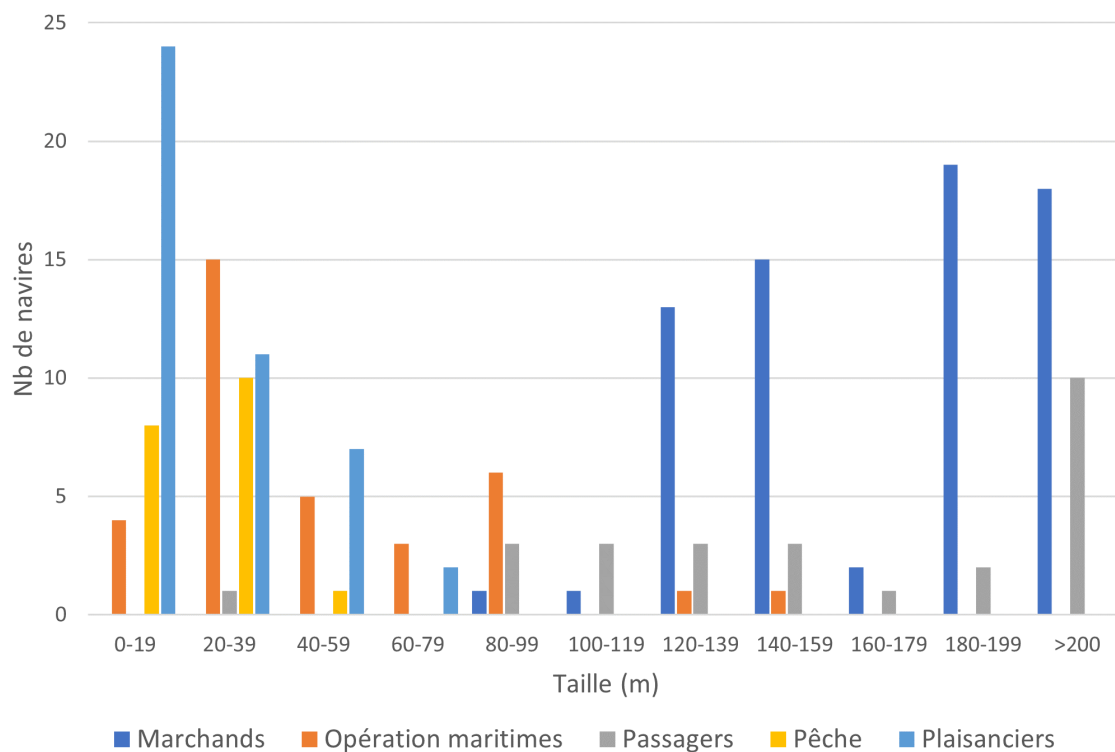


Figure 46. Nombre total de navires par type en fonction des classes de taille.

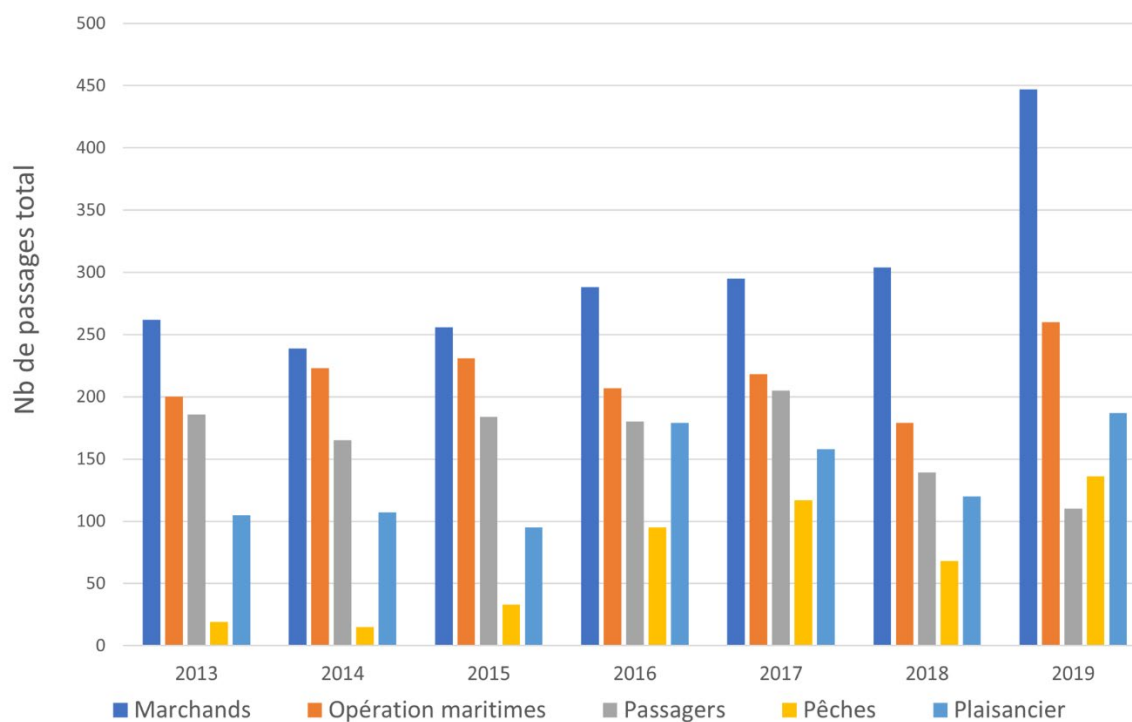


Figure 47. Nombre de passages dans l'AMP de chaque type de navire par année.

8.4.2.3. Mesures retenues et non retenues et état des connaissances

Mesures 1 et 2 : Nombre total de passages pour le trafic commercial et les opérations maritimes

L'indicateur Pr7 (Intensité du trafic) est utilisé comme proxy pour informer indirectement sur le dérangement possible par le bruit. Plus l'intensité du trafic est grande plus les risques de dérangement par le bruit peuvent être considérés élevés pour les mammifères marins. Le nombre total de passages représente l'addition de tous les passages dans les limites de l'AMP par tous les navires d'une catégorie pour une année donnée. Un navire peut donc avoir plusieurs passages par jour s'il a transité dans l'AMP à différents moments de la journée.

Mesure 3 et 4 : Durée totale du transit dans le BDA pour le trafic commercial et les opérations maritimes

De manière complémentaire au nombre total de passages, la durée du transit est retenue comme mesure. Depuis 2017, des mesures de ralentissement (vitesse < 10 nœuds) sont en place dans le secteur de mai à novembre pour la protection de la baleine noire. Un ralentissement de vitesse entraîne possiblement moins de bruit, mais le transit étant plus long, ce bruit sera plus persistant dans l'habitat. La durée totale du transit est représentée par le nombre total annuel d'heures de présence dans l'AMP par catégorie de navires.

Résultats

Le nombre total de passages annuels pour le trafic commercial a une tendance à la hausse depuis 2013, et de façon générale, excède le nombre moyen de la période de référence (2013-2018) de 450 passages. L'année 2019 a atteint un sommet avec 557 passages de navires commerciaux, ce qui représente une moyenne de 1,5 navire qui transite dans l'AMP par jour. Une tendance similaire s'observe pour le nombre de passages pour les opérations maritimes qui s'est maintenu près de la moyenne (210 passages annuels) de 2013 à 2017, qui a subi une baisse marquée en 2018 pour ensuite atteindre un sommet en 2019. Le trafic commercial représente donc environ deux fois plus de passages dans l'AMP que les opérations maritimes au cours d'une année (Figure 48). Pour ce qui est de la durée totale annuelle de transit dans l'AMP, une augmentation depuis 2017 est observée pour le trafic commercial qui atteint près de 1 000 h en 2019. La durée totale du transit des opérations commerciales a été assez stable au cours de la période de référence avec près de 400 h passée dans l'AMP, mais a augmenté drastiquement en 2019 (Figure 49).

État et tendance

Finalement, seules les 2 mesures liées au nombre de passages de navire sont considérées pour le calcul de l'indicateur. Au cours de la période de référence, l'indicateur Pr7 s'est maintenu à un état « Faible » entre 2013 et 2018. L'état de l'indicateur pour l'année 2019 est « Élevé », ce qui s'explique par une hausse du trafic commercial et des opérations maritimes (Figure 49).

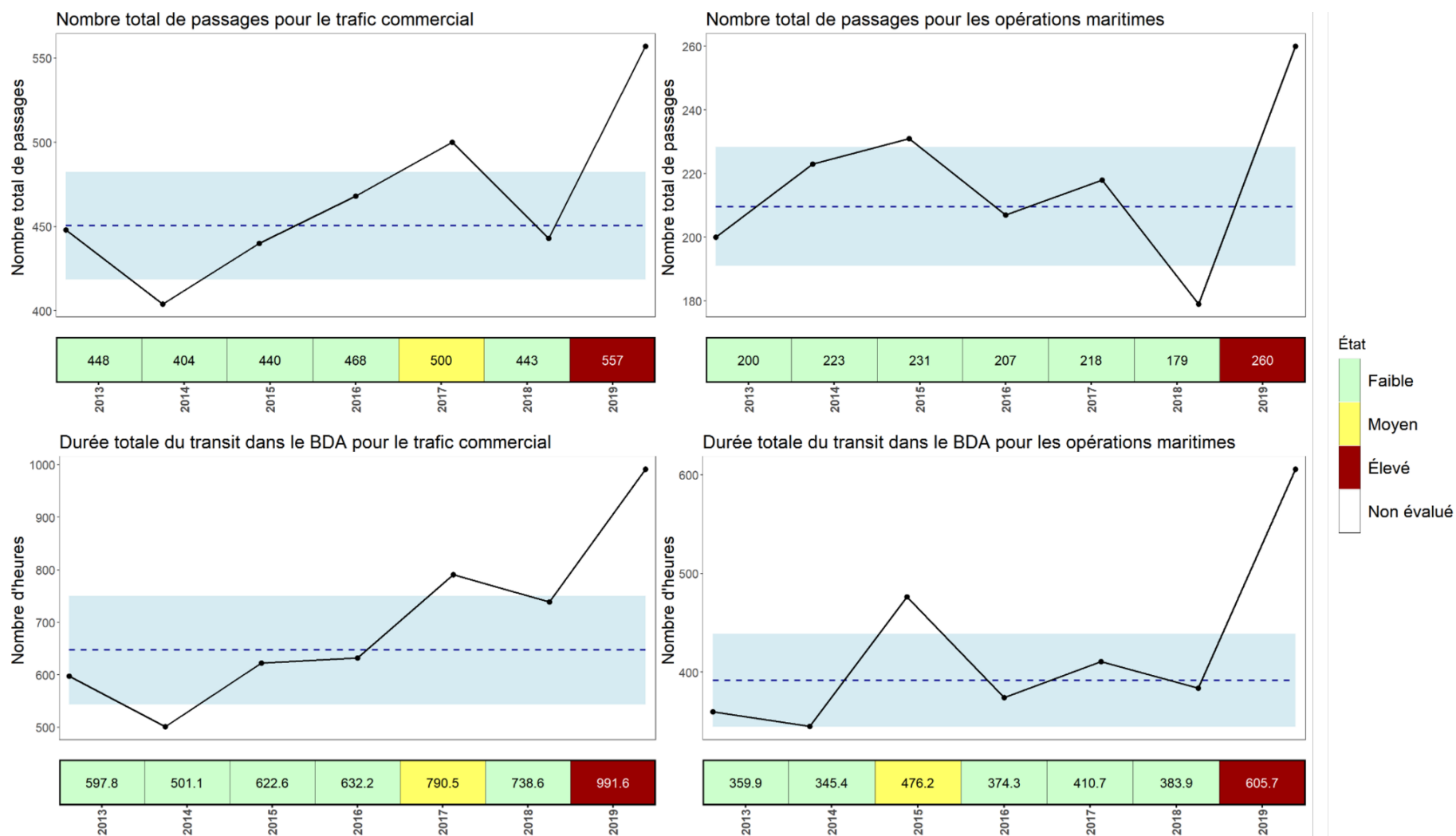


Figure 48. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr7 (Intensité du trafic). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2013-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

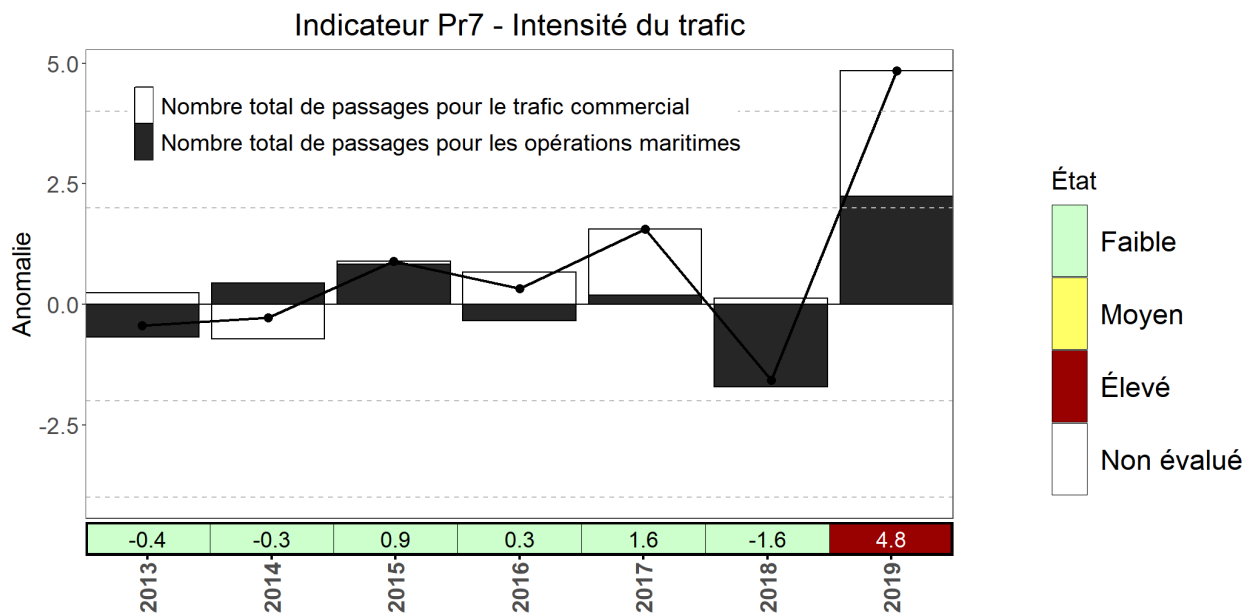


Figure 49. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr7 (Intensité du trafic). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

8.4.2.4. Limitations

Actuellement, les valeurs annuelles des mesures de trafic ont été utilisées pour renseigner l'indicateur, mais les données mensuelles sont également disponibles. Une réflexion serait nécessaire pour identifier s'il serait pertinent de calculer des mesures pour une période précise. Cette période pourrait considérer les mesures de restriction de vitesse pour les baleines noires (en place du 1er mai au 15 novembre depuis 2018) pour avoir une approche cohérente. Également, il serait important d'identifier si une période plus critique pour les mammifères marins identifiés par l'OC3 de l'AMP est présente.

8.5. DÉRANGEMENT

8.5.1. Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance

Cet indicateur vise à inclure de l'information sur les activités d'observation en mer commerciales, mais également les activités de plaisance comme la navigation de plaisance. Actuellement, seulement le premier volet sur les activités d'observation est traité puisqu'aucune donnée sur les activités de plaisance n'est disponible.

8.5.1.1. Relevés

Rapports d'activité pour les activités de tourisme maritime commerciales

Depuis la désignation de la ZPM du Banc-des-Américains en 2019, les croisiéristes qui fréquentent le secteur à des fins de tourisme maritime commercial doivent obtenir un plan d'activité approuvé par le ministère afin de pouvoir réaliser leurs activités dans la zone. De plus, selon le Règlement sur la zone de protection marine du Banc-des-Américains, un rapport d'activité contenant les données recueillies, incluant entre autres, les dates de sortie et les coordonnées géographiques, doit être fourni au ministère dans les 90 jours suivant le dernier

jour de l'activité. Depuis 2020, afin de faciliter la compilation des croisiéristes ayant obtenu un plan d'activité approuvé, une fiche d'intégration des données leur est fournie (Annexe H). Ce suivi annuel permettra de récolter les informations nécessaires afin de documenter l'intensité des activités d'observation en mer dans l'AMP.

De plus, le Réseau d'Observation de Mammifères Marins (ROMM) caractérise depuis 2006, les activités d'observation en mer du secteur de la péninsule gaspésienne et possède donc une banque d'information en ce qui a trait à la fréquentation des mammifères marins et la présence des embarcations. En 2015, le ROMM a été mandaté par le MPO pour effectuer le portrait initial des activités d'observation en mer dans le secteur du Banc-des-Américains. Pour ce faire, le ROMM a effectué un sondage auprès des compagnies concernées du 9 décembre 2015 au 6 janvier 2016. Les questions du sondage examinaient, entre autres, la flotte de navires, la durée des excursions, les espèces ciblées et les endroits favorisés pour l'observation de mammifères marins (ROMM 2016, 2019a, 2019b).

8.5.1.2. Traitement des données

Comme il n'y a pas de donnée historique pour cet indicateur, l'analyse et l'évaluation des mesures se feront ultérieurement lorsque le suivi des activités de tourisme commercial dans l'AMP du Banc-des-Américains aura été effectué sur plusieurs années. Un portrait initial qualitatif est tout de même présenté à partir de données du ROMM et une revue de données provenant des rapports d'activité. Les mesures identifiées pour le futur sont aussi décrites.

8.5.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Nombre total de sorties d'observation en mer

Cette mesure représente le nombre total de sorties d'observation en mer effectuées au cours de la saison par les compagnies de tourisme commercial ayant un plan d'activité, approuvé par le ministère, pour l'AMP du Banc-des-Américains.

Mesure 2 : Durée moyenne des sorties

Cette mesure représente la durée moyenne des sorties en mer effectuées au cours de la saison par les compagnies de tourisme commercial ayant un plan d'activité, approuvé par le ministère, pour l'AMP du Banc-des-Américains.

Mesure 3 : Nombre de bateaux d'observation en mer

Cette mesure correspond au nombre total de bateaux qui seront utilisés en cours de saison par les compagnies de tourisme commercial ayant un plan d'activité approuvé par le ministère, pour l'AMP du Banc-des-Américains.

Mesure 4 : Durée de la saison d'observation en mer

Cette mesure correspond à la date de début de saison la plus hâtive et de fin de saison la plus tardive parmi toutes les compagnies de tourisme commercial ayant un plan d'activité approuvé par le ministère, pour l'AMP du Banc-des-Américains.

Ces quatre mesures permettent d'évaluer l'intensité des activités d'observation en mer de manière générale dans le secteur de l'AMP du Banc-des-Américains. Les principales menaces liées à ces activités sont les perturbations causées par le bruit des bateaux et le risque de dérangement et de collisions avec les mammifères marins.

Résultats – Portrait initial

Selon les résultats du sondage effectué par le ROMM en 2015-2016, sept compagnies d'observation en mer œuvraient dans le secteur du Banc-des-Américains, soit deux compagnies à Percé et cinq compagnies dans le secteur de Gaspé. Les sept compagnies

détenaient un total de 14 bateaux, soit cinq bateaux de grande taille (80-150 passagers), quatre bateaux de taille moyenne (40-50 passagers), quatre zodiacs (12-25 passagers) et un voilier (6 passagers; Tableau 18). Les activités débutaient majoritairement au début du mois de juin et se terminaient à la mi-octobre, incluant une haute saison de la mi-juillet à la mi-août. Le nombre d'excursions, d'une durée moyenne de 2h30, variait entre une et quatre par jour, en fonction de la demande et des conditions météorologiques (ROMM 2019a;Tableau 18).

Résultats – Rapports d'activité

En 2019, quatre compagnies ont soumis un plan d'activité et ont obtenu l'approbation du ministère afin de réaliser leurs activités de tourisme commercial dans l'AMP du Banc-des-Américains comparativement à deux compagnies en 2020. Cette diminution est due, en partie, à la situation engendrée par la COVID-19. En 2019, les quatre compagnies détenaient un total de six bateaux. La saison a débuté au mois de juin pour se terminer à la fin octobre avec des excursions d'une durée moyenne de 2h45. Par manque de précision dans les données transmises en 2019 par les demandeurs, il a été impossible de déterminer avec exactitude le nombre total de sorties d'observation effectuées pour cette année. En 2020, les deux compagnies détenaient un total de deux bateaux et ont réalisé un total de 99 sorties d'observation en mer durant la saison (Figure 50). La saison a débuté au mois de juillet pour se terminer à la fin septembre avec des excursions d'une durée moyenne de 2h45.

État et tendance

Aucune donnée précise n'était disponible pour les mesures retenues ainsi l'état de l'indicateur Pr8 n'est pas évalué dans le présent document.

Tableau 18. Résumé des données sur l'intensité des activités d'observation provenant du portrait initial du ROMM (2019a) et des rapports d'activités.

Mesures	Portrait initial 2015-2016	Rapports d'activité 2019	Rapports d'activité 2020
Nombre de compagnies	7	4	2
Nombre total de sorties d'observation	Entre 1 et 4 par jour	n.d.	99 (juil. = 59, août = 34, sept. =6)
Durée moyenne des sorties	2h30	2h45	2h45
Nombre de bateaux d'observation	14	6	2
Durée de la saison d'observation	Mi-mai à mi-oct. (environ 150 jours)	Début juin à fin oct. (environ 150 jours)	Début juil. à fin sept. (environ 90 jours)

8.5.1.4. Limitations

Aucun relevé historique annuel n'était en place afin de comptabiliser les données sur les activités d'observation en mer de ce secteur. Cependant, plusieurs données qui ont été récoltées dans les dernières années peuvent être utilisées pour documenter les mesures sélectionnées. Comme les données proviennent de sources différentes (p. ex. : ROMM, détenteurs de plan d'activité approuvé pour l'AMP du Banc-des-Américains) et ont des objectifs différents, elles ne peuvent être comparées entre elles et sont détaillées en fonction de chaque source séparément. Ainsi, aucun état de l'indicateur n'a pu être évalué. Pour la suite, les informations recueillies par les rapports d'activités selon la fiche détaillée d'intégration des données fournie par le MPO (Annexe H) permettront d'amasser des données standardisées de

ces activités. De plus, depuis 2020, la plupart des compagnies d'observation en mer sont équipées de balise AIS. Ainsi, un suivi à l'aide des données de trafic AIS pourra permettre de définir d'autres mesures reliées à cet indicateur.

L'indicateur Pr8 inclut également un volet sur les activités de plaisance qui pour l'instant n'a pas été évalué puisqu'aucune donnée n'était disponible. Un portrait initial de la navigation de plaisance (nb marinas, nb membres, etc.) du secteur est en cours en collaboration avec l'AGHAMW.

8.6. COLLISIONS

8.6.1. Pr9) Vitesse des navires

8.6.1.1. Relevé

Les données utilisées pour caractériser le trafic du secteur de l'AMP proviennent d'une base de données AIS fournie par la Garde côtière canadienne (R18-AIS; Annexe E). Pour plus de détails, se référer à la section 8.4.1.4.

8.6.1.2. Traitement des données

Le traitement des données de trafic a été effectué de la même manière qu'à la section 8.4.1.4. De plus, les données journalières de chaque passage dans l'AMP ont été analysées pour comptabiliser le nombre total de passages (commercial et opérations maritimes) qui avaient une vitesse supérieure à 10 nœuds.

8.6.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesures 1, 2 et 3 : Vitesse moyenne des navires commerciaux et des navires pour les opérations maritimes et nombre de passages qui ont atteint une vitesse > 10 nœuds

La vitesse des navires peut renseigner sur les risques de collisions. Des études et résultats de recherches publiées démontrent que les probabilités de collision mortelle avec les navires de grandes tailles sont plus élevées à des vitesses supérieures à 10 nœuds. Également, une diminution de la vitesse des navires abaisserait les risques de collisions mortelles avec les baleines, à différents niveaux selon les espèces (Vanderlaan et Taggart 2007; Conn et Silber 2013).

Résultats

Concernant la vitesse moyenne annuelle des navires commerciaux transitant dans l'AMP, celle-ci était stable à près de 13 nœuds entre 2013 et 2016. Elle a ensuite subi une diminution marquée pour atteindre une valeur moyenne de 10,6 nœuds en 2019. La vitesse moyenne des navires pour les opérations maritimes s'est maintenue près de la moyenne de la période de référence de 11,9 nœuds de 2014 à 2018. Une valeur plus élevée a été observée en 2013 (13,5 nœuds) tandis que la vitesse moyenne la plus basse a été obtenue en 2019 (8,7 nœuds). Le nombre de passages annuels dépassant une vitesse de 10 nœuds lorsque les navires transitent dans l'AMP était stable de 2013 à 2016 et légèrement au-dessus de la moyenne avec des valeurs variant de 400 à 450 passages. Une baisse marquée est observée à partir de 2016 avec environ la moitié moins de passages dans l'AMP avec une vitesse supérieure à 10 nœuds (Figure 50).

État et tendance

Depuis 2013, l'état de l'indicateur Pr9 a montré une tendance à l'amélioration, passant de « Moyen » à « Faible » (Figure 51). Depuis 2014, l'état est demeuré « Faible » et la tendance à une diminution de vitesse se poursuit, principalement en raison des mesures de limitation de

vitesse mise en place par [Transports Canada](#) depuis août 2017 pour la protection des baleines noires. Cette limite de 10 nœuds en place durant plus de la moitié de l'année (fin avril à mi-novembre pour 2018-2020, mi-août à mi-janvier pour 2017) influence directement le nombre de passages totaux dépassant 10 nœuds.

8.6.1.4. Limitations

Voir la section 8.4.1.4.

8.7. EMPÊTREMENTS

8.7.1. Pr10) Nombre d'empêtements

8.7.1.1. Relevés

Les données utilisées pour l'indicateur Pr10 proviennent des cas signalés au RQUMM entre 2012 et 2020. Pour plus de détails, se référer à la section 7.2.3.

8.7.1.2. Traitement des données

Les données du RQUMM ont été filtrées pour les municipalités de Gaspé et Percé ainsi que pour toutes les espèces de cétacés. Le nombre annuel total d'empêtements est présenté. Aucune méthode d'évaluation de l'indicateur n'est proposée puisque les données sont rares et qu'elles possèdent une grande incertitude, ainsi la méthode des anomalies ne peut s'appliquer et aucun seuil n'a été défini.

8.7.1.3. Mesure retenue et état des connaissances

Mesure 1 : Nombre d'empêtements de cétacés

Cette mesure représente le nombre total de cétacés empêtrés dans du matériel et rapportés au Centre d'appels du Réseau Québécois d'Urgences pour les Mammifères Marins (RQUMM) pour les municipalités de Gaspé et Percé.

Résultats

De 2012 à 2020, trois rorquals à bosses et un petit rorqual ont été signalés au RQUMM pour un empêtement dans le secteur des municipalités de Gaspé et Percé (Tableau 19, Figure 33).

État et tendance

L'état de l'indicateur Pr10 n'a pas été évalué. Les données sont rares et aucun seuil logique n'a été identifié à ce jour pour catégoriser l'indicateur. Il reste tout de même pertinent de rapporter le nombre d'empêtements.

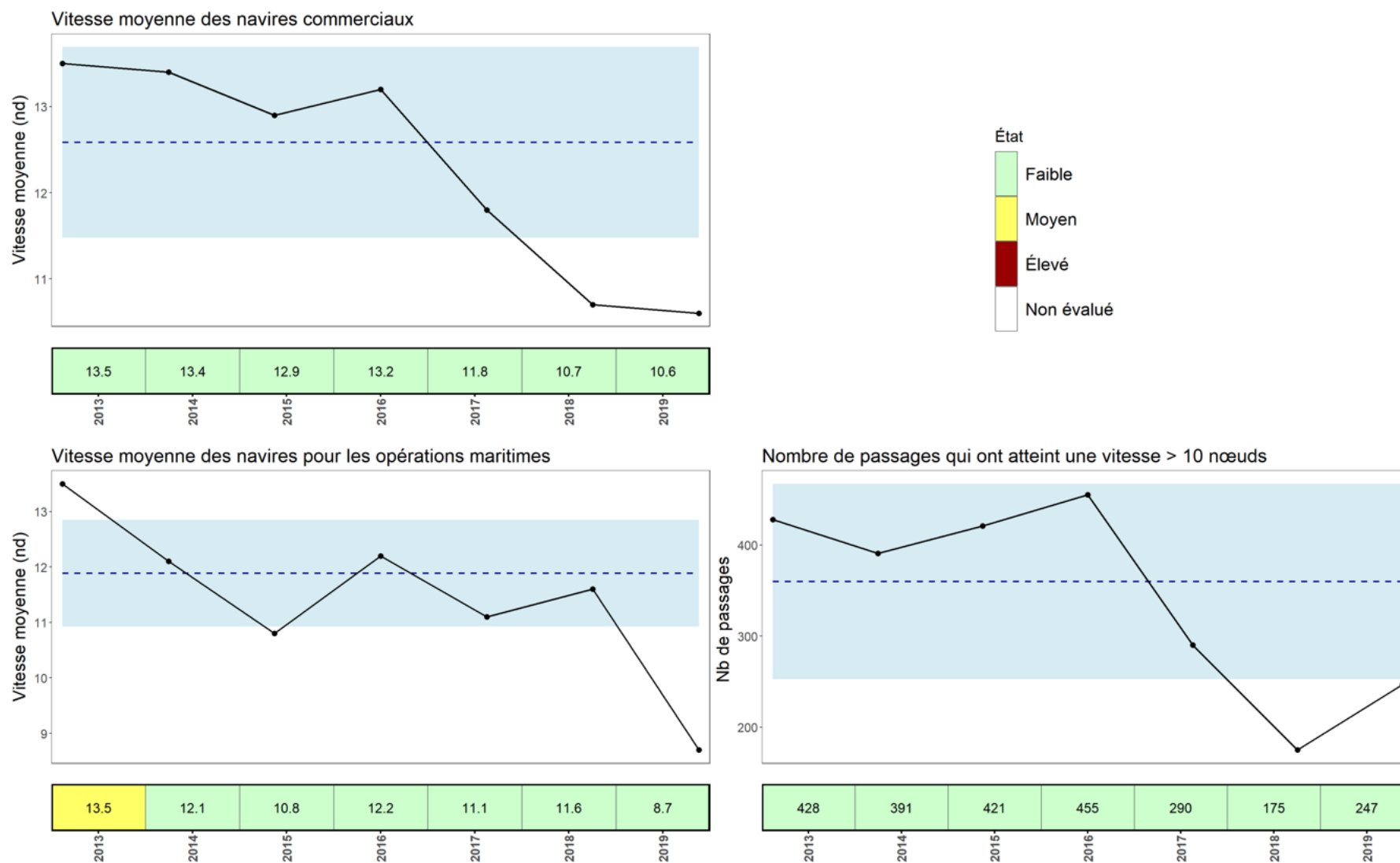


Figure 50. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr9 (Vitesse des navires). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2013-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

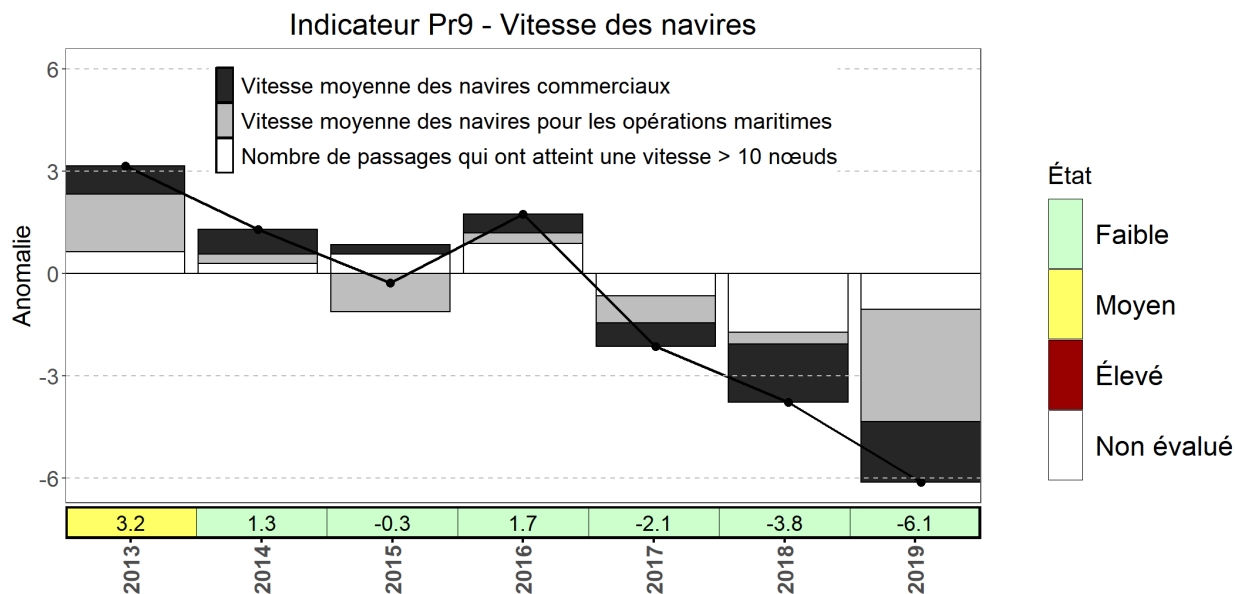


Figure 51. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr9 (Vitesse des navires). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

Tableau 19. Nombre d'empêtements impliquant des cétacés pour les municipalités de Gaspé et Percé de 2012 à 2020 rapporté au RQUMM.

Période de référence	
Année	Empêtements
2012	1
2013	0
2014	1
2015	0
2016	0
2017	0
2018	0
Total	2
Moyenne	0
Écart-type	0,5
2019-2020	
Année	Empêtements
2019	2
2020	0

8.7.1.4. Limitations

Les données ont été analysées pour les municipalités de Gaspé et Percé ce qui donne une évaluation des empêtements pour le secteur, mais pas de façon spécifique pour l'AMP du

Banc-des-Américains. L'AMP représente un secteur relativement petit comparativement au vaste territoire de migration et d'alimentation des mammifères marins. De plus, les cétacés empêtrés poursuivent leur déplacement, il est donc difficile de connaître avec précision le lieu exact ou l'animal s'est empêtré.

8.8. PERTURBATIONS PHYSIQUES DU FOND

8.8.1. Pr11) Empreinte relative de la pêche au crabe des neiges

8.8.1.1. Relevés

Les données utilisées pour calculer les mesures proviennent des fichiers ZIFF (R14-Ziff; Annexe E). Les fichiers ZIFF intègrent les informations provenant des journaux de bord remplis par les pêcheurs commerciaux et fournissent les positions de pêche et les débarquements (kg) des différentes espèces. Certaines valeurs de débarquements sont par la suite ajustées à l'aide des données provenant du programme de vérification à quai (PVQ).

8.8.1.2. Traitement des données

La série temporelle utilisée pour les données provenant des fichiers ZIFF couvre 2004 à 2018. Avant 2004, la proportion des activités de pêche avec un positionnement précis (latitude-longitude) décroît significativement dans les journaux de bord. L'effort de la pêche au crabe des neiges est obtenu en calculant le nombre de casiers rapportés dans l'AMP pour chaque année. Pour évaluer une empreinte relative de la pêche, une grille ayant des cellules de 1 km² a été utilisée pour rapporter les activités de pêche. Chaque point représentant un événement de pêche est rapporté dans une cellule de la grille. Ensuite, la proportion des cellules exposées à un événement de pêche par rapport à l'ensemble des cellules de l'AMP est calculée.

Les anomalies annuelles pour ces deux mesures sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (2004-2018). La valeur de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie directionnelle) puisque l'augmentation de l'empreinte relative de la pêche va à l'encontre de l'OC1.

8.8.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Effort de la pêche au crabe des neiges (nombre de casiers levés)

L'effort de la pêche au crabe des neiges permet d'estimer l'intensité de la pêche et représente le nombre de casiers levés rapportés dans l'AMP au cours de l'année.

Mesure 2 : Proportion de l'AMP touchée par la pêche au crabe des neiges (%)

Le calcul de la proportion de l'AMP soumise aux activités de pêche permet d'évaluer une empreinte relative de la pêche au crabe des neiges. Cette proportion permet d'estimer l'étendue du fond pouvant potentiellement être soumis à des perturbations physiques, mais ne représente pas la surface précise touchée par tous les engins de pêche.

Résultats

Selon les journaux de bord (fichiers ZIFF), l'effort de pêche a grandement varié entre 2004 et 2011. Le nombre de casiers rapportés dans l'AMP a quasiment doublé entre 2011 et 2012 puis s'est stabilisé jusqu'en 2016. Une hausse du nombre de casiers rapportés est observée en 2017 pour atteindre l'effort maximal de 8 602 casiers levés en 2018. Depuis 2017, les valeurs recensées pour cette mesure excèdent la moyenne de la période de référence de 4 530 casiers levés. La proportion de l'AMP touchée par la pêche au crabe des neiges a suivi sensiblement le même patron au cours de la série historique. Depuis 2013, la proportion de l'AMP touchée est

généralement supérieure à celle de la période de référence de 7,8 % (Figure 52). C'est en 2009 et 2018 que la pêche au crabe des neiges a couvert les plus grandes superficies, soit respectivement 12,2 % et 11,3 % de l'AMP.

État et tendance

L'état de l'indicateur Pr11 est généralement « Faible » entre 2004 et 2018. La somme des anomalies indique toutefois une tendance à la hausse. Cette augmentation se traduit par un changement d'état en 2018 passant à un niveau « Moyen » tout comme en 2009 (Figure 53).

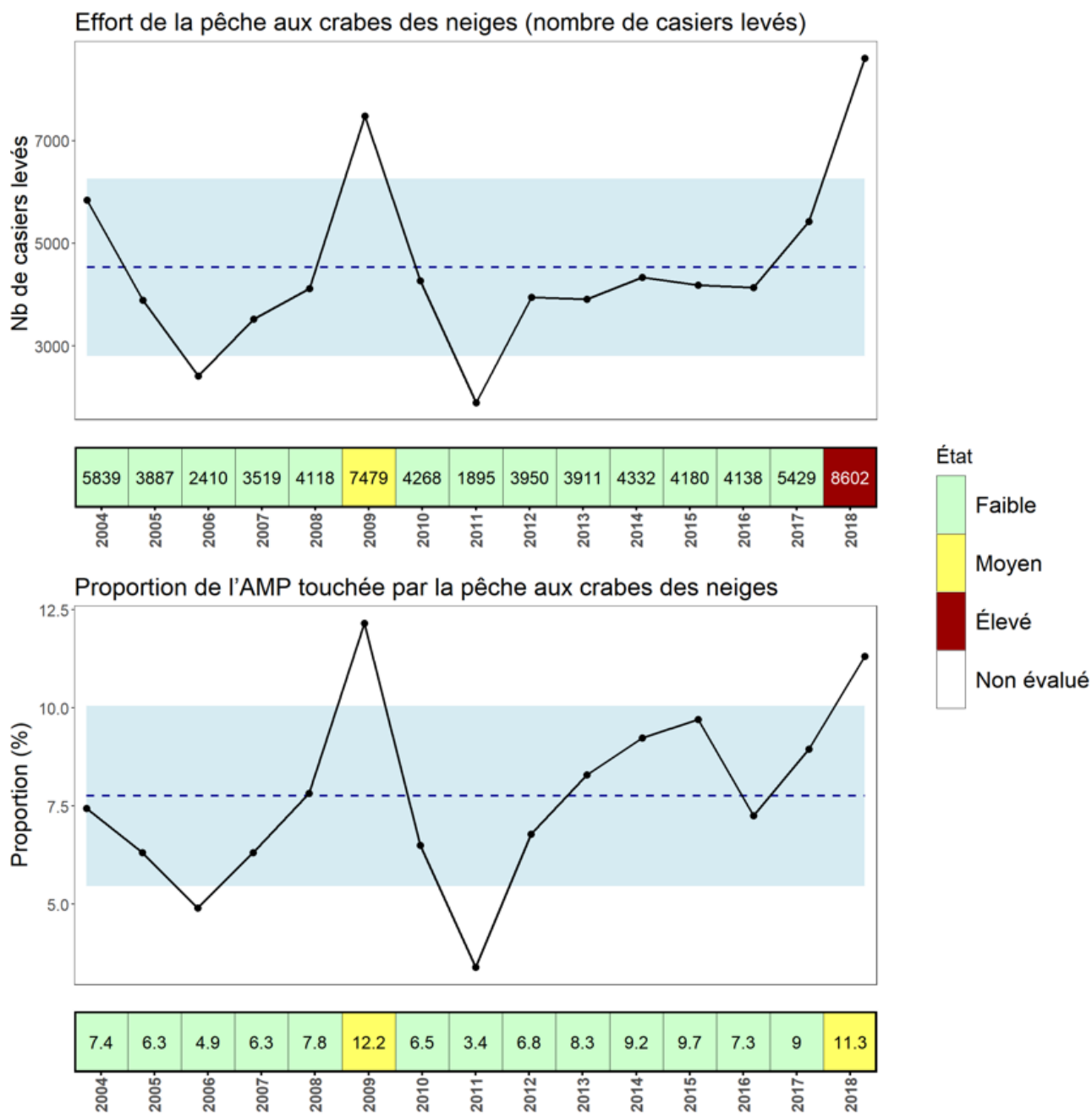


Figure 52. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr11 (Empreinte de la pêche au crabe des neiges). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

Indicateur Pr11 - Empreinte relative de la pêche aux crabes des neiges

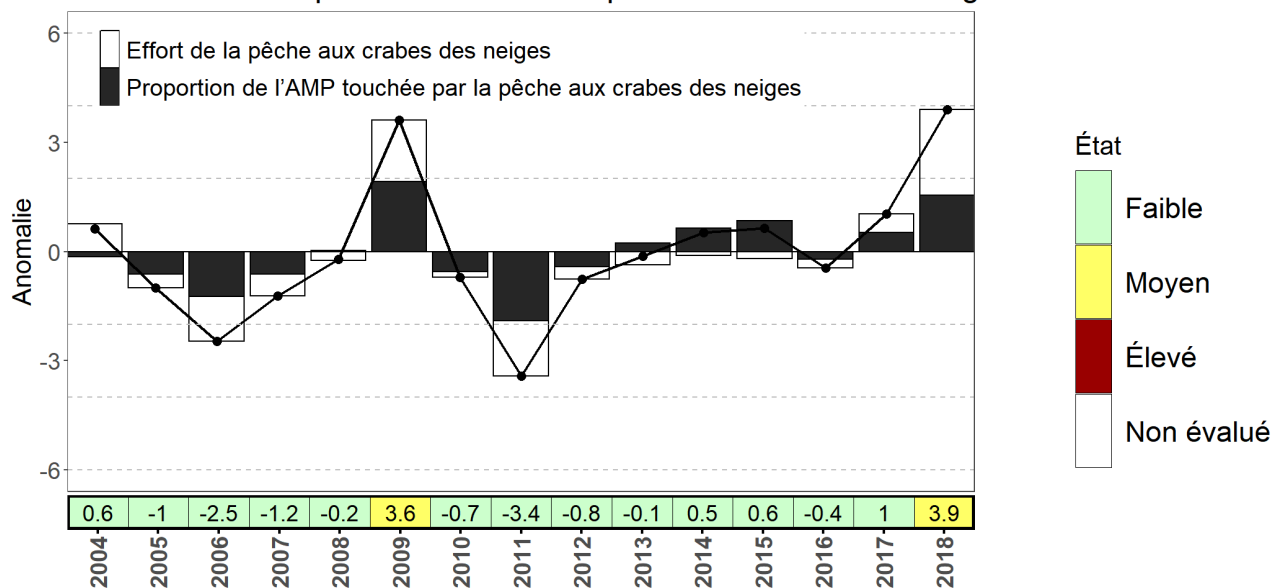


Figure 53. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr11 (Empreinte de la pêche au crabe des neiges). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

8.8.2. Pr12) Empreinte relative de la pêche au poisson de fond

8.8.2.1. Relevés

Les données utilisées pour calculer les mesures proviennent des fichiers ZIFF (R14-Ziff, Annexe E). Ceux-ci intègrent les informations provenant des journaux de bord remplis par les pêcheurs commerciaux et fournissent les positions de pêche, les captures (kg), et les données de débarquements des différentes espèces provenant du programme de vérification à quai (PVQ).

8.8.2.2. Traitement des données

La série temporelle utilisée pour les données provenant des fichiers ZIFF couvre 2004 à 2018. Avant 2004, la proportion des activités de pêche avec un positionnement précis (latitude-longitude) décroît significativement dans les journaux de bord. Seule la pêche au poisson de fond à l'aide de la palangre est toujours permise dans l'AMP. Ainsi les données utilisées pour cet indicateur portent sur les activités de pêches réalisées avec une palangre. L'effort de pêche à la palangre est rapporté en nombre total d'hameçons. Pour évaluer une empreinte relative de cette pêche, une grille ayant des cellules de 1 km² a été utilisée pour rapporter les activités de pêche. Chaque point représentant un événement de pêche est rapporté dans une cellule de la grille. Ensuite, la proportion des cellules exposées à un événement de pêche par rapport à l'ensemble des cellules de l'AMP est calculée. À noter que ce calcul est très approximatif, mais est utilisé pour comparer au fil des ans l'évolution de la pêche.

Les anomalies annuelles pour ces deux mesures sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (2004-2018). La valeur de l'anomalie directionnelle est utilisée pour catégoriser l'état annuel de l'indicateur puisqu'on peut

s'attendre à ce qu'une augmentation de l'empreinte de la pêche puisse impacter une plus grande proportion des organismes benthiques, ce qui va à l'encontre de l'OC1.

8.8.2.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Effort de la pêche au poisson de fond (nombre d'hameçons total)

L'effort de la pêche à la palangre permet d'estimer l'intensité de la pêche et représente le nombre total d'hameçons utilisés dans l'AMP au cours de l'année.

Mesure 2 : Proportion de l'AMP touchée par la pêche au poisson de fond (%)

Le calcul de la proportion de l'AMP soumise aux activités de pêche permet d'évaluer une empreinte relative de la pêche à la palangre. Cette proportion permet d'estimer l'étendue du fond pouvant potentiellement être soumis à des perturbations physiques, mais ne représente pas la surface précise touchée par tous les engins de pêche.

Résultats

Il n'y a pas eu de pêche à la palangre recensée en 2004 et 2006 dans l'AMP. Le nombre total d'hameçons déployés dans l'AMP a varié entre 2005 et 2013, se maintenant généralement sous la moyenne de la période de référence de 47 765 hameçons. Une forte hausse a été observée en 2014, atteignant un nombre maximal de 143 600 hameçons. Depuis 2017, l'effort de pêche à la palangre est supérieur à la moyenne de la période de référence (Figure 54). L'empreinte de la pêche à la palangre a suivi un patron d'évolution similaire au cours de la série historique, atteignant une proportion maximale de 2,6 % en 2014. Depuis 2017, la superficie touchée par la pêche au poisson de fond dépasse la superficie moyenne de la période de référence de 0,9 % (Figure 54). À noter que la moyenne de la période de référence est tout de même à un niveau très bas (moins de 1 % de l'AMP).

État et tendance

L'état de l'indicateur Pr12 est demeuré généralement « Faible » depuis 2004. Une série d'oscillations ont été observées depuis 2004 et les valeurs d'anomalies étaient généralement négatives entre 2004 et 2016. En 2014, l'état de l'indicateur est passé à un niveau de pression « Élevé », résultat de la hausse simultanée de l'effort de pêche et de la proportion de l'AMP touchée par la pêche à la palangre. Depuis 2016, la somme des anomalies indique une tendance à la hausse. Cette augmentation est cohérente avec l'augmentation de la CPUE de la pêche à la palangre et de l'abondance des poissons de fond (morue et flétan) présenté pour l'indicateur BD12. Elle se traduit en 2018 par un changement à un état « Moyen », affichant des anomalies positives. Finalement, la série temporelle utilisée (2004-2018) représente un niveau de pêche bas comparativement aux années 80 et 90, mais, en raison d'un nombre de données géoréférencées trop faible pour cette période, il est impossible de comparer pour une plus longue période de référence (Figure 55).

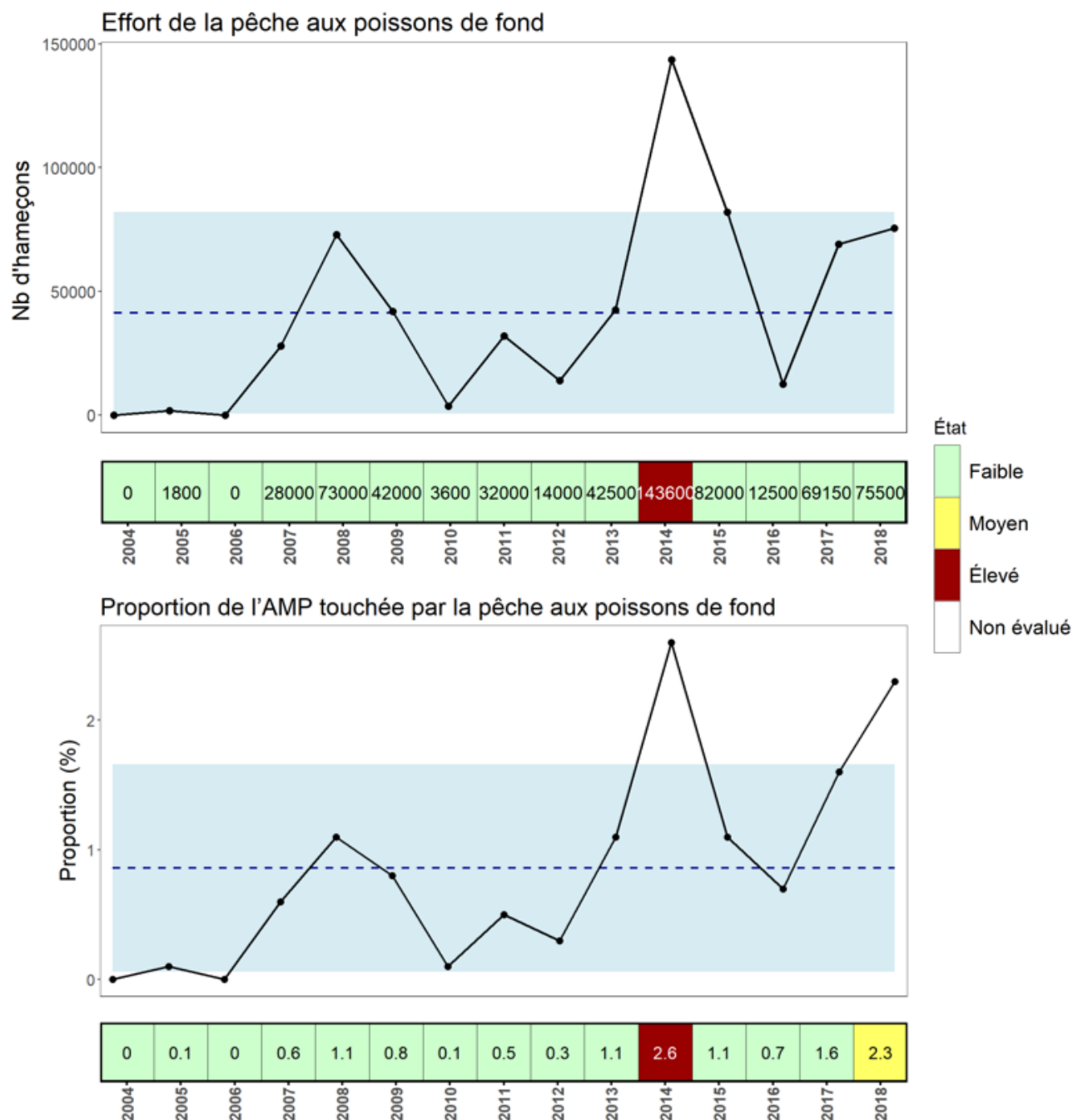


Figure 54. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr12 (Empreinte de la pêche au poisson de fond). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

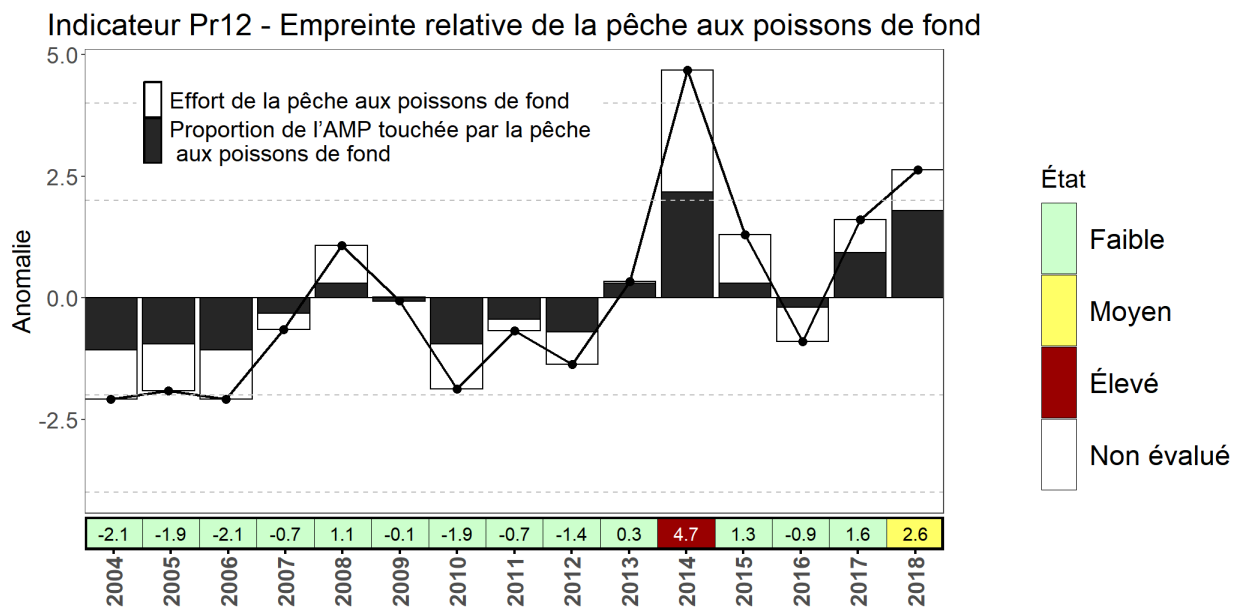


Figure 55. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr12 (Empreinte de la pêche au poisson de fond). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

8.8.3. Pr13) Empreinte des activités scientifiques

8.8.3.1. Relevés

Les données utilisées pour cet indicateur proviennent du relevé multispécifique au chalut de fond (R10-Multi sGSL; Annexe E), du relevé sur le crabe des neiges au chalut de fond du sGSL (R13-Crabe sGSL; Annexe E) et du relevé d'imagerie (RD1-Imagerie). Pour plus de détail, se référer respectivement aux sections 5.1.1. et 5.4.1.1. Le relevé des communautés benthiques avec l'imagerie est en cours de développement, mais des traits ont été réalisés dans l'AMP entre 2012 et 2020 à l'aide du traîneau benthique. Ainsi, la superficie touchée par le traîneau benthique a aussi été comptabilisée pour l'estimation de l'empreinte des activités scientifiques.

8.8.3.2. Traitement des données

L'empreinte des activités scientifiques correspond à la proportion de l'AMP touchée par les activités scientifiques sur le fond. Le nombre de traits réalisés annuellement par chacun des trois relevés varie au cours du temps et pour certaines années, un seul relevé a été pratiqué dans l'AMP (Tableau 20). La superficie moyenne de la zone balayée entre les panneaux d'un trait de chalut correspond approximativement à 0,1402 km² pour le relevé multispécifique du sGSL (R10-Multi sGSL) et à 0,0083 km² pour le relevé du crabe des neiges (R13-Crabe sGSL) (Benoît *et al.* 2020). Un trait de traîneau benthique couvre en moyenne une surface de 0,00045 km². Deux systèmes de caméra (déposée et appâtée) permettent le suivi des communautés épibenthiques et démersales dans l'AMP. Le système de caméra déposée est déployé principalement sur la crête alors que le système de caméra appâtée peut être déployé tant sur la crête (zone 1) que sur les plaines (zone 2). L'impact de ces deux systèmes sur le fond est négligeable, c'est pourquoi leur empreinte n'a pas été considérée dans l'évaluation de l'indicateur Pr13. Les nombres de déploiements effectués entre 2012 et 2020 sont présentés dans le tableau 20. Aucune méthode n'a été retenue à ce jour pour évaluer l'état de l'indicateur.

Tableau 20. Nombre de traits réalisés dans l'AMP du Banc-des-Américains par les relevés de recherche scientifique entre 1985 et 2020.

Année	Traits de chalut R10-Multi sGSL	Traits de chalut R13-Crabe sGSL	Traits de traîneau RD1-Imagerie	Caméras déposées RD1-Imagerie	Caméras appâtées RD6-Imagerie app.	Superficie totale (km ²)
1986	3	0	0	0	0	0,4206
1987	3	0	0	0	0	0,4206
1988	2	0	0	0	0	0,2804
1989	1	7	0	0	0	0,1983
1990	2	5	0	0	0	0,3219
1991	0	6	0	0	0	0,0498
1992	3	6	0	0	0	0,4704
1993	4	6	0	0	0	0,6106
1994	2	6	0	0	0	0,3302
1995	2	7	0	0	0	0,3385
1996	2	0	0	0	0	0,2804
1997	2	6	0	0	0	0,3302
1998	3	6	0	0	0	0,4704
1999	2	6	0	0	0	0,3302
2000	3	6	0	0	0	0,4704
2001	2	6	0	0	0	0,3302
2002	3	6	0	0	0	0,4704
2003	2	6	0	0	0	0,3302
2004	2	6	0	0	0	0,3302
2005	3	6	0	0	0	0,4704
2006	0	7	0	0	0	0,0581
2007	0	7	0	0	0	0,0581
2008	1	7	0	0	0	0,1983
2009	3	7	0	0	0	0,4787
2010	2	7	0	0	0	0,3385
2011	1	7	0	0	0	0,1983
2012	1	4	14	135	0	0,1752
2013	1	4	69	0	0	0,1818
2014	1	6	0	76	0	0,19
2015	1	5	3	58	0	0,1821
2016	2	5	27	69	0	0,3252
2017	2	5	0	0	0	0,3219
2018	2	6	0	20	0	0,3302
2019	0	7	27	65	0	0,0614
2020	1	7	0	366	22	0,1983

8.8.3.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Empreinte des activités scientifiques (proportion de l'AMP touchée)

L'empreinte des activités scientifiques est utilisée comme une mesure de la proportion de l'AMP balayée par les trois relevés scientifiques. Tel que suggéré par Benoît *et al.* (2020), la proportion annuelle de la zone balayée par les trois relevés est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Proportion de la zone balayée} = \frac{\text{Superficie balayée par un trait}_s * \text{Nombre de traits dans l'année}_s}{\text{Superficie de l'AMP}}$$

Ainsi, la proportion touchée est le produit de la superficie balayée par un trait moyen standard du relevé S et du nombre de traits effectués dans l'année par ce relevé S, le tout divisé par l'aire de l'AMP du Banc-des-Américains (1 000 km²). Finalement, l'empreinte est mesurée en additionnant la proportion annuelle touchée par le relevé multispécifique au chalut de fond en km², le relevé de recherche sur le crabe des neiges (km²) et le relevé d'imagerie (R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL, RD1-Imagerie; Annexe E).

Résultats

La proportion touchée annuellement par les activités scientifiques varie grandement au cours de la série historique. Les valeurs minimales observées coïncident généralement avec les années où seul le relevé au chalut de fond du crabe des neiges était en opération dans le secteur. La superficie balayée par chaque trait est moindre pour le relevé de recherche sur le crabe des neiges et l'imagerie benthique que pour le relevé multispécifique du sGSL. La proportion moyenne de l'AMP touchée par les relevés scientifiques pour la période de référence est de 0,00026 (0,026 %). C'est en 1991 que la plus faible proportion de l'AMP (0,005 %) a été touchée par les relevés scientifiques. Seulement 6 traits du relevé au crabe des neiges avaient été réalisés dans l'AMP. En 1993, davantage de traits (10) ont été réalisés dans l'AMP et la superficie maximale de 0,06 % a été notée (Figure 56). À noter que malgré cette hausse des activités scientifiques, la superficie touchée par celles-ci demeure très faible tout au long de la série historique, soit moins que 0,1 %, comparativement à celle touchée par les engins de pêche commerciale (Figures 52, 54 et 56).

État et tendance

L'indicateur Pr13 varie au cours de la série temporelle, mais la proportion de l'AMP balayée annuellement par les relevés scientifiques représente un faible pourcentage, soit moins de 0,1 % (1 km²) de la superficie totale de l'AMP (Figure 56). Aucun état n'a été établi pour l'indicateur relié aux activités scientifiques, par contre, la pression induite sur le fond est considérée très faible (sous les 0,1 %) tout au long de la série temporelle.

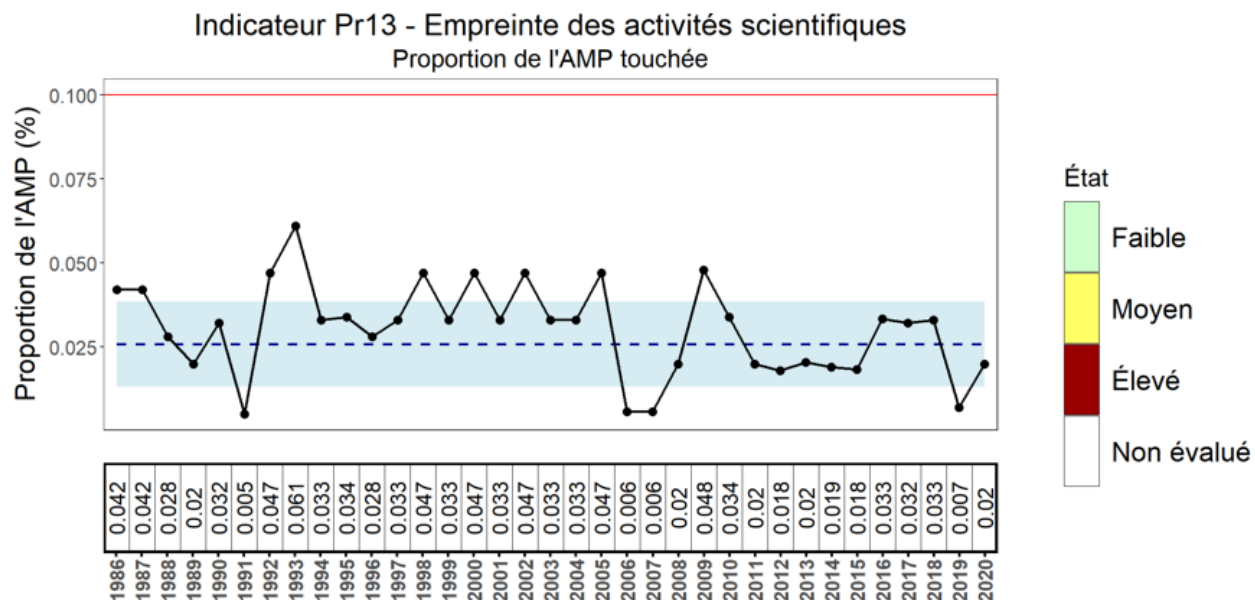


Figure 56. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr13 (Empreinte des activités scientifiques). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. L'état n'a pu être évalué. La ligne rouge représente 0,1 % de la superficie totale de l'AMP (1 km²).

8.8.4. Pr14) Infractions – activités de pêche

Cet indicateur a été ajouté pour dénombrer les infractions liées aux activités de pêche dans les zones 1 et 2 de l'AMP. Des infractions commises augmenteraient le degré de perturbations sur le fond.

8.8.5. Limitations

Les informations des fichiers Ziff peuvent être incomplètes concernant le positionnement de chaque évènement de pêche. Le pourcentage de géoréférencement a augmenté substantiellement depuis les dernières années, mais un certain nombre d'évènements restent sans position et n'ont donc pas été considérés pour les calculs d'effort de pêche et d'empreinte. De plus, une seule position de latitude et de longitude est utilisée par débarquement, ce qui peut représenter une journée complète d'activités de pêche. Ainsi, un nombre d'engins rapporté dans l'AMP peut être une sommation d'engins aussi déployés à l'extérieur de l'AMP. La proportion de ce qui est déployé dans l'AMP n'est pas connue et entraîne une forte incertitude sur les données. Également, il est difficile de bien évaluer l'empreinte d'un évènement de pêche puisqu'une seule position (latitude-longitude) est fournie, ainsi la position précise de chaque casier sur le fond n'est pas connue. Le nombre de casiers rapportés pour une entrée dans les journaux de bord peut grandement varier (1 à 300). La même problématique est présente pour la palangre puisque la position de l'ensemble de la ligne n'est pas connue et que celle-ci peut varier en longueur (320 à 6 000 hameçons). Ainsi, la méthode utilisée, pour calculer l'empreinte spatiale des pêches commerciales à l'aide d'une grille à chaque évènement se veut une approximation et est possiblement surestimée et possède une forte incertitude. L'essentiel est de garder la même méthode au cours du temps pour s'assurer des comparaisons valides.

8.9. PRÉLÈVEMENTS DE BIOMASSE

8.9.1. Pr15) Pêche au crabe des neiges

8.9.1.1. Relevés

Les données utilisées pour calculer les mesures de l'indicateur Pr15 proviennent des fichiers ZIFF (R14-Ziff; Annexe E). Pour plus de détail, voir les sections 5.4.1.1. et 5.4.3.

Les données utilisées pour l'estimation du taux d'exploitation du crabe des neiges découlent à la fois des données ZIFF et du relevé sur le crabe des neiges au chalut de fond du sGSL (R13-Crabe sGSL; Annexe E). Pour plus de détail, se référer à la section 5.4.1.1.

8.9.1.2. Traitement des données

Le taux d'exploitation du crabe des neiges est évalué à partir du rapport entre les prises commerciales de l'année et la biomasse des mâles de taille commerciale estimée d'après le relevé au chalut de l'année précédente.

La biomasse des débarquements de la pêche au crabe des neiges est évaluée à partir de la somme de tous les débarquements en tonnes d'une même année.

Les anomalies pour cet indicateur sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (2004-2018). La valeur de l'anomalie est utilisée pour catégoriser l'état annuel de la mesure (anomalie directionnelle). Puisqu'il s'agit d'une pression soumise sur les populations de crabes des neiges présentes dans l'AMP, une hausse du taux d'exploitation et de la biomasse prélevée par la pêche n'est pas souhaitable.

8.9.1.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Taux d'exploitation du crabe des neiges

Cette mesure permet de quantifier la proportion de la population exploitable qui est prélevée annuellement. Le relevé au chalut pour le crabe des neiges est effectué après la pêche commerciale et après le recrutement annuel de nouveaux crabes commerciaux. Ainsi, le taux d'exploitation de l'an y a été calculé comme étant le ratio de la biomasse des débarquements à l'an y et de la biomasse commerciale estimée à l'année précédente ($y-1$) (MPO 2012).

Mesure 2 : Biomasse des débarquements de crabe des neiges

Cette mesure est utilisée pour quantifier les quantités (biomasse) de la ressource qui sont soustraites dans l'AMP. Elle correspond au poids total des captures débarquées à quai. Elle est exprimée en tonnes par année.

Résultats

Le taux d'exploitation du crabe des neiges varie entre 13 % et 36 % entre 2004 et 2016. Toutefois, à partir de 2017, il grimpe à 74 %, ce qui est bien au-dessus de la moyenne de la période de référence de 22 %. Effectivement, l'abondance des crabes mâle de taille commerciale était au plus bas de la série historique pour l'année 2016, 2017 et 2018 (Figure 17), ce qui devrait se refléter dans les données de biomasse. Les taux d'exploitation mesurés dans l'AMP sont inférieurs à ceux de la zone 12 entre 2004 et 2016. En 2017 et 2018, le taux d'exploitation est supérieur à celui de la zone 12 avec un taux se situant sous les 44 % (Hébert *et al.* 2018). La biomasse récoltée dans l'AMP a elle aussi fluctué au cours de la série temporelle autour de la moyenne de la période de référence de 239 tonnes. C'est en 2009 que les débarquements les plus importants ont été enregistrés avec près de 433 tonnes récoltées comparativement aux débarquements les plus faibles (124 tonnes) de 2011. Par la suite, la

taille des débarquements a chuté pour dépasser la moyenne de la période de référence à partir de 2013 (Figure 57).

État et tendance

Une fois les anomalies des deux mesures additionnées, l'état de l'indicateur Pr15 demeure généralement « Faible » au cours de la série temporelle. Cependant, son état passe à un niveau « Moyen » en 2017 et 2018. Ce changement est attribuable à la hausse importante du taux d'exploitation observée pour ces mêmes années. À noter que la biomasse des débarquements a elle aussi subi une hausse entre 2016 et 2018 (Figure 58).

8.9.2. Pr16) Pêche au poisson de fond

8.9.2.1. Relevés

Les données utilisées pour calculer les mesures de l'indicateur Pr16 proviennent des fichiers ZIFF (R14-Ziff, Annexe E). Pour plus de détail, voir les sections 5.4.1.1. et 5.4.3.

8.9.2.2. Traitement des données

La biomasse des débarquements de la pêche à la palangre est évaluée à partir de la somme de tous les débarquements en tonnes d'une même année.

Les anomalies pour cet indicateur sont calculées en fonction de l'écart entre la moyenne annuelle et la moyenne pour la période de référence (2004-2018). L'état annuel de la mesure est défini à l'aide d'anomalie directionnelle. Puisqu'il s'agit d'une pression soumise sur les populations de poissons de fond présentes dans l'AMP, une hausse de la biomasse prélevée par la pêche n'est pas souhaitable.

8.9.2.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Biomasse des débarquements de poisson de fond

Cette mesure est utilisée comme un indicateur de la biomasse retirée de l'AMP. Elle correspond au poids total des captures débarquées à quai. Elle est exprimée en tonnes par année.

Résultats

La biomasse prélevée par la pêche à la palangre dans l'AMP entre 2004 et 2013 est demeurée assez stable sous la moyenne de la période de référence de près de 10 tonnes par année. Une hausse importante a été notée en 2014 où la biomasse des débarquements est passée de 7 tonnes en 2013 à 27 tonnes en 2014. Depuis, la biomasse des débarquements de pêche à la palangre se maintient au-delà de la moyenne de la période de référence, à l'exception de 2016 où une diminution importante des débarquements a été observée (Figure 59). À noter que la période de référence est de 2004 à 2018, soit après l'effondrement de la pêche au poisson de fond. La moyenne utilisée est donc très faible comparée aux débarquements des années 80-90 de la région.

État et tendance

Entre 2004 et 2013, l'état de l'indicateur Pr16 était à un niveau de pression « Faible ». Dû à une forte augmentation du poids des débarquements en 2014, l'état de l'indicateur est passé à un niveau « Moyen », lequel s'est maintenu entre 2014 et 2018. Une baisse de la biomasse prélevée par la pêche commerciale a toutefois été vue en 2016 où l'état de l'indicateur est revenu à un niveau « Faible » pour cette seule année (Figure 60). Les débarquements de la pêche à la palangre semblent augmenter et suivre la même dynamique que celle du stock de flétan atlantique de la zone 4RST (MPO 2019d). Parallèlement, l'abondance de flétan atlantique

et de la morue franche sont en augmentation dans l'AMP dans les dernières années (Figure 19) fournissant davantage de ressources disponibles pour la pêche.

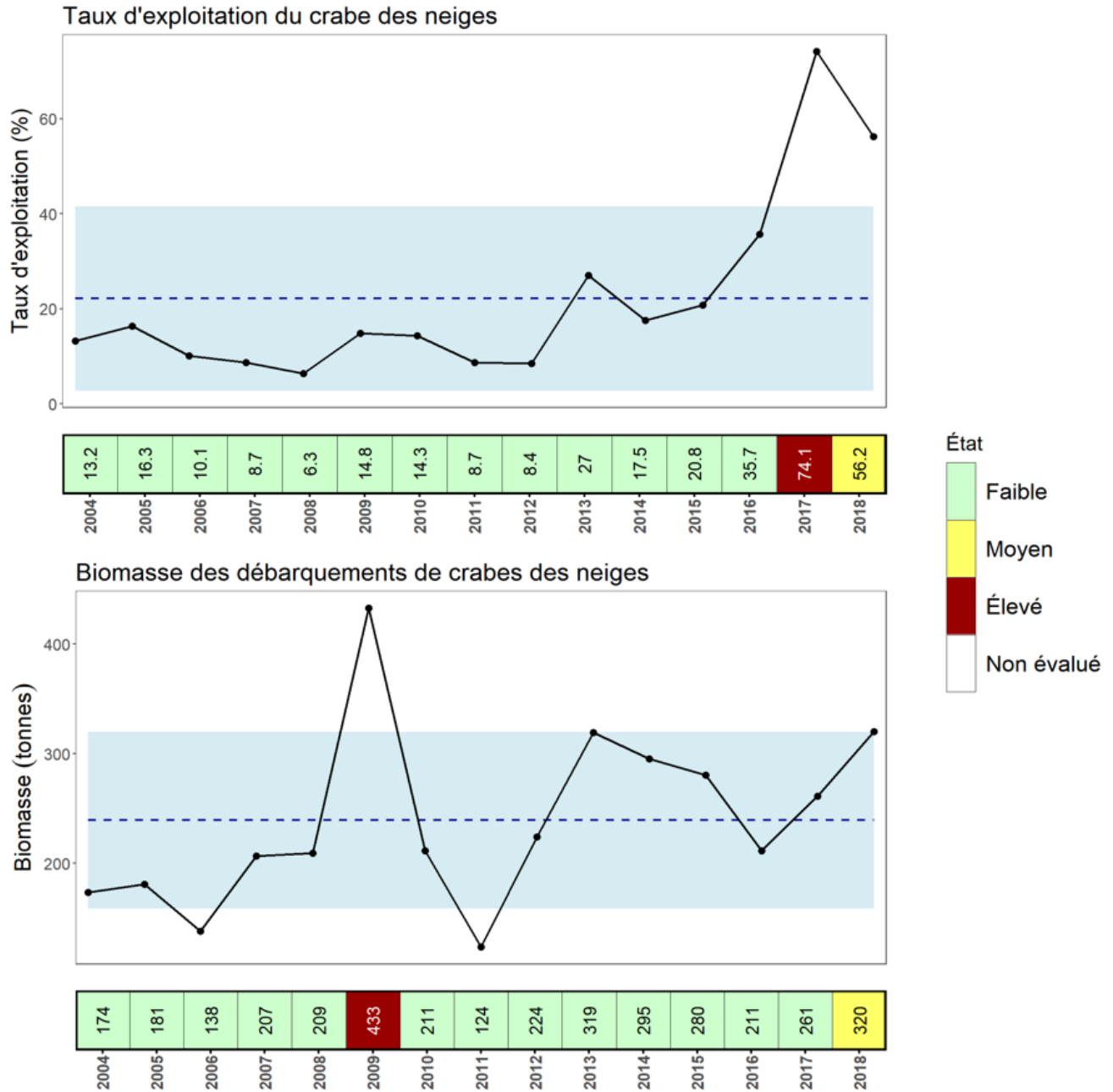


Figure 57. Série temporelle des mesures associées à l'indicateur de pression Pr15 (Biomasse récoltée par la pêche au crabe des neiges). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

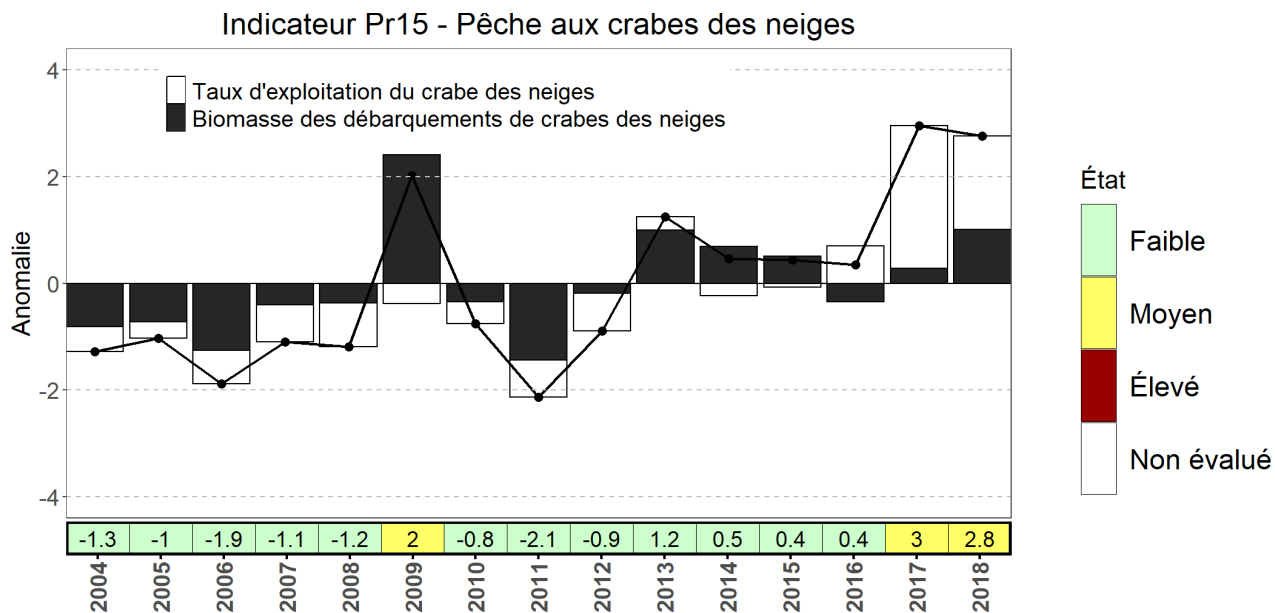


Figure 58. Série temporelle des valeurs d'anomalie pour chacune des mesures associées à l'indicateur de pression Pr15 (Biomasse récoltée par la pêche au crabe des neiges). La ligne noire correspond à la somme des valeurs réelles des anomalies qui permettent d'attribuer un état annuel à l'indicateur, lequel est représenté selon un code couleur sur la bande horizontale située sous le graphique.

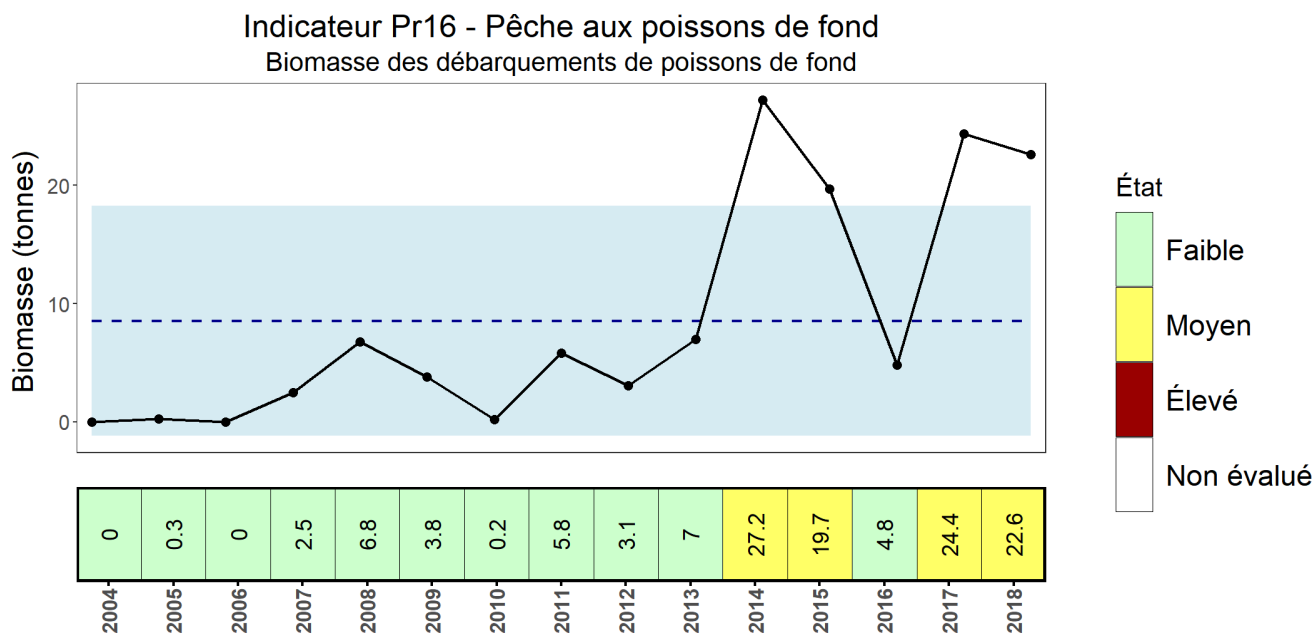


Figure 59. Série temporelle de la mesure associée à l'indicateur de pression Pr16 (Biomasse récoltée par la pêche au poisson de fond). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. Sur la bande située en dessous de chaque graphique, la valeur obtenue chaque année est catégorisée par un code couleur en fonction de l'amplitude et du sens du changement observé par rapport à la période de référence (anomalie directionnelle).

8.9.3. Pr17) Pêche faite par les activités scientifiques

8.9.3.1. Relevés

Les données utilisées pour cet indicateur proviennent du relevé multispécifique au chalut de fond (R10-Multi sGSL; Annexe E). Pour plus de détail, se référer respectivement à la section 5.1.1. Éventuellement, les données de biomasse du relevé sur le crabe des neiges au chalut de fond du sGSL (R13-Crabe sGSL; Annexe E) seront incorporées dans le calcul de la biomasse totale récoltée par les activités scientifiques.

8.9.3.2. Traitement des données

La biomasse totale correspond au poids en kg par trait de tous les taxons (poissons et invertébrés) par année. Pour cette mesure, les biomasses réelles pêchées sont utilisées et non les biomasses standardisées comme pour les autres mesures.

La période de référence utilisée est de 2004 à 2018. L'ensemble de la série temporelle disponible, c'est-à-dire, de 1986 à aujourd'hui est présentée. L'état de l'indicateur Pr17 n'a pas été évalué considérant les très faibles valeurs de biomasse, la méthode de l'anomalie ne peut logiquement s'appliquer et aucun seuil fixe n'a été identifié.

8.9.3.3. Mesures retenues et état des connaissances

Mesure 1 : Biomasse récoltée par les activités scientifiques

Cette mesure est utilisée comme un indicateur de retrait de biomasse dans l'AMP, tout comme les indicateurs Pr15 et Pr16. Pour ce premier rapport, l'état de l'indicateur Pr17 est évalué uniquement à partir des données du relevé multispécifique au chalut de fond du sud du GSL. Éventuellement, les données du relevé de recherche sur le crabe des neiges (R13-Crabe sGSL) pourront être intégrées dans l'évaluation de l'indicateur.

Résultats

La biomasse prélevée par les activités scientifiques a chuté drastiquement au début de la série historique puis entre 1994 et 2015 elle s'est stabilisée de part et d'autre de la moyenne de référence de 0,2 tonne/année (Figure 60). Pendant cette période, la biomasse retirée de l'AMP est majoritairement demeurée sous la valeur moyenne de la période de référence. À partir de 2016, les fluctuations sont devenues plus irrégulières et aucun prélèvement de biomasse n'a été pratiqué dans l'AMP en 1991, 2006, 2007 et 2019 puisqu'aucun trait de chalut n'a été effectué dans l'AMP par le relevé multispécifique au chalut de fond du sud GSL (Figure 60 et Tableau 20).

État et tendance

Entre 1986 et 1988, 1992-1993 et en 2016, des quantités de biomasses plus importantes ont été prélevées. L'état de l'indicateur Pr17 est tout de même considérée comme étant très faible tout au long de la série temporelle (moins de 0,5 t sauf entre 1986 et 1988). L'indicateur était plus variable en début et vers la fin de la série historique, soit à partir de 2016, où des oscillations de biomasses de plus grandes amplitudes ont été observées. Fait important à noter pour l'ensemble de la série historique, les valeurs de biomasse totale récoltée par les activités scientifiques annuelles sont bien inférieures à celles enregistrées pour les pêches commerciales (Figure 60).

Indicateur Pr17 - Pêche faite par les activités scientifiques
Biomasse récoltée par les activités scientifiques

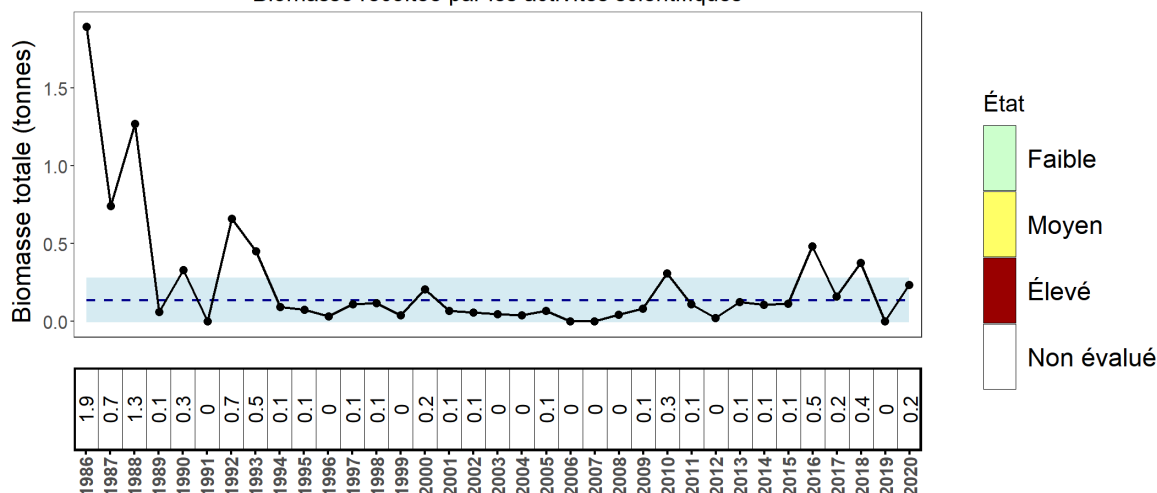


Figure 60. Série temporelle de la mesure associée à l'indicateur de pression Pr17 (Biomasse récoltée par les activités scientifiques). La ligne bleue hachurée représente les conditions moyennes au cours de la période de référence (2004-2018) et l'ombrage bleu représente ± 1 écart-type autour de cette moyenne. L'état n'a pas été évalué.

8.9.4. Limitations

Un effort de validation et de standardisation important devrait être apporté aux données de prises accessoires de la base de données produites par le relevé au chalut de fond sur le crabe des neiges (R13-Crabe sGSL) avant de pouvoir être intégrées dans le calcul de la biomasse récoltée par les activités scientifiques.

8.10. NOUVELLE PRESSION

8.10.1. Pr18) Nombre de nouvelles pressions

Cet indicateur a été ajouté pour s'assurer de suivre l'apparition de nouvelles pressions dans l'AMP à long terme même si aucun autre indicateur ne vise ces activités. Aucun relevé précis n'est associé à cet indicateur, cependant les demandes de plans d'activité soumis à la DPCM pourront, entre autres, aider à amasser des renseignements à cet effet.

8.11. ENGINES FANTÔMES ET POLLUTION

Actuellement aucun indicateur n'a été précisé pour ces deux pressions puisqu'aucune donnée n'a été analysée à ce jour. Une caractérisation de base est nécessaire pour valider la pertinence de suivre ces pressions et informer sur le choix d'indicateur et de mesures.

9. INDICATEURS PRIORITAIRES ET PROCHAINES ÉTAPES

La production de résultats pour l'ensemble des indicateurs et l'évaluation de leur état est un exercice de grande envergure et il est peu réaliste d'envisager de rapporter ces résultats à une fréquence élevée. De plus, plusieurs indicateurs et leurs mesures associées ont peu de chances de fluctuer rapidement, comme les communautés benthiques pour lesquelles des données à long terme seront nécessaires pour voir d'éventuels changements. Il est plutôt essentiel de produire des résultats fréquemment pour les indicateurs qui sont considérés plus susceptibles de fluctuer rapidement et d'entraîner des modifications/actions dans les mesures

de gestion à court terme. Ainsi, il est proposé de produire un rapport intermédiaire, plus succinct qu'un rapport de suivi complet, regroupant quelques indicateurs prioritaires à une fréquence plus élevée. Ces rapports intermédiaires pourraient être sous forme de courtes réponses des Sciences – SCAS, similairement à ce qui est fait pour certaines évaluations de stock. Il est envisagé de produire ces rapports intermédiaires aux 3 ans. Ainsi, l'information prioritaire serait disponible et permettrait à la gestion de réagir rapidement face à un changement significatif. Un rapport de suivi complet présentant une mise à jour de l'ensemble des indicateurs serait produit à une fréquence plus grande (à déterminer) et devrait être arrimé avec la révision du plan de gestion (DPCM) pour que les informations soient disponibles en temps opportun et facilement interprétables.

Les indicateurs prioritaires devraient être fortement liés aux pressions et très informatifs de l'état de l'AMP. Le choix des indicateurs à inclure dans les rapports intermédiaires est basé sur :

1. la facilité à calculer les mesures (données accessibles annuellement et analyses simples);
2. leur spécificité à l'AMP (favoriser les indicateurs directs); et
3. leur capacité à entraîner une action de gestion en réponse à un changement observé à court terme.

Seuls certains indicateurs de pression respectent ces trois critères et sont proposés pour être utilisés dans les rapports intermédiaires (Tableau 21). Également, trois indicateurs reliés aux objectifs de conservation OC1 et OC3 répondant en partie à ces critères ont été retenus pour informer minimalement sur ces priorités de conservation. Aucun des indicateurs de l'OC2 (pélagique) n'a été sélectionné puisqu'ils se rapportent à une zone très élargie par rapport à l'AMP et leur variation ne pourrait entraîner des mesures de gestion concrètes (indicateurs indirects). Cette liste pourra être revue au besoin.

Tableau 21. Liste des indicateurs prioritaires proposés pour la présentation de rapports de suivi intermédiaires.

Indicateurs liés aux priorités de conservation

Priorités de conservation	Indicateurs prioritaires proposés
Espèces commerciales benthiques et démersales	BD11) Crabe des neiges BD12) Poissons de fond exploités
Baleines	EP6) Mortalités/accidents de cétacés

Indicateurs liés aux pressions

Pressions	Indicateurs prioritaires proposés
Bruit	Pr7) Intensité du trafic
Dérangement	Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance
Collisions	Pr9) Vitesse des navires
Perturbation physique du fond	Pr11) Empreinte relative de la pêche au crabe des neiges Pr12) Empreinte relative de la pêche au poisson de fond Pr13) Empreinte des activités scientifiques Pr14) Infractions – activités de pêche
Prélèvements de biomasse	Pr15) Pêche au crabe des neiges Pr16) Pêche au poisson de fond Pr17) Pêche faite par les activités scientifiques
Nouvelle pression	Pr18) Nombre de nouvelles pressions

10. CONCLUSION

Suite aux mises à jour du plan de suivi écologique du MPO de l'AMP du Banc-des-Américains, 44 indicateurs ont été présentés, soit 23 indicateurs reliés aux 15 priorités de conservation et 21 indicateurs reliés aux 12 pressions. Des mesures ont été choisies, décrites et calculées pour les 27 indicateurs ayant une base de données traitée. Ces mesures ont été calculées en fonction d'une période de référence pour produire l'état des connaissances de chaque indicateur pour la série temporelle disponible. Les échelles spatiales et temporelles pour le calcul des mesures ont également été spécifiées et révisées. Par manque de données amassées directement dans l'AMP, les indicateurs évalués à l'aide du relevé multispécifique du MPO au chalut de fond du sud du golfe ont été estimés pour l'ensemble de la strate 416. Ainsi, l'interprétation des résultats doit se faire en considérant l'échelle spatiale couverte. Pour 6 indicateurs dont les données ont été révisées, l'état n'a pu être évalué par manque de données disponibles, trop d'incertitude face aux données ou simplement dû à l'absence d'une méthode d'évaluation.

Des enjeux prioritaires ont été retenus pour orienter l'évaluation des indicateurs et faire le lien entre les objectifs de conservation et le choix des pressions. Les enjeux prioritaires viennent préciser le sens des changements attendus pour évaluer l'état des indicateurs et des mesures. Deux méthodes d'évaluation ont été retenues, soit l'anomalie (écart à la moyenne d'une période de référence), pouvant être interprétée de manière directionnelle ou bidirectionnelle, et le seuil fixe. Trois catégories d'état ont aussi été définies en plus de la catégorie « Non évalué ». L'état de l'indicateur correspond à la somme des anomalies de chacune de ses mesures ou, lorsque des seuils sont utilisés, à la somme des pointages associés à chaque mesure. Cette méthodologie permettra d'encadrer la production des futurs rapports de suivi et d'assurer une interprétation claire des résultats afin d'informer adéquatement la gestion (DPCM).

Les prochaines étapes seront priorisées par le CSS-BDA pour les indicateurs qui n'ont pu être présentés pendant ce processus par manque de données ou parce que les bases de données n'ont pas été analysées. De plus, un protocole d'échantillonnage par l'imagerie est en développement pour les indicateurs reliés aux communautés épibenthiques et sera présenté dans un rapport technique. Ce rapport précisera également les mesures à utiliser et dressera un portrait des données existantes. Finalement, les mesures retenues pour les communautés benthiques et démersales pourront être bonifiées par le processus de l'approche écosystémique (région du Québec) qui précisera des guildes trophiques et des indices écologiques qui pourront être utilisés.

Des rapports intermédiaires, plus succincts qu'un rapport de suivi complet, seront produits à une fréquence plus élevée (p. ex. aux 3 ans). Des indicateurs prioritaires ont été sélectionnés pour être présentés dans ces rapports entre deux évaluations et rapports complets de suivi. Ces indicateurs portent sur les pressions directes et trois indicateurs clés reliés aux objectifs de conservation OC1 (Conserver et protéger les habitats benthiques) et OC3 (Favoriser le rétablissement des baleines et des loups de mer en péril). Dans le présent rapport, les séries temporelles de l'état des indicateurs ont été présentées. L'état final, ou cote globale des indicateurs, sera produit dans les futurs rapports de suivi, quand quelques années se seront écoulées depuis la mise en place de la ZPM. Cette cote globale sera pondérée en fonction du niveau de confiance du jeu de données disponible pour chacune des mesures de l'indicateur. Cette revue a permis de présenter en partie l'état des connaissances lors de la mise en place de la ZPM et de dresser un portrait des données historiques de la zone.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des membres du comité scientifique de suivi du Banc-des-Américains (CSC-BDA) du MPO dont Denis Chabot, Bernard Sainte-Marie, Marilyn

Thorne, Valérie Harvey et Jacinthe Beauchamp qui ont travaillé depuis près de deux ans à l'élaboration du plan de monitoring par le partage de leur expertise et qui ont révisé ce document. Nous sommes très reconnaissants du travail accompli par Tobie Surette, Denis Gagnon et Nicolas Rolland pour leur aide et le partage des bases de données provenant de la région du Golfe. Également, ce document a été rendu possible grâce au partage de bases de données provenant de la Gestion des pêches fournies par Alexandre McCutcheon, Julie Aucoin, Éline Bouchard et Jean-François Bolduc et provenant du RQUMM transmises par Méduline Chailloux et Robert Michaud. Il est important de souligner le travail de qualité effectué par Tom Bermingham et Vincent Lamarre pour analyser et mettre en forme certaines bases de données. De plus, nous sommes reconnaissants de l'apport précieux de nombreux scientifiques tels que Samuel Turgeon (MPO), Virginie Roy, Marie-Julie Roux et Stéphane Plourde ayant participé à des réunions spéciales et ateliers sur des thèmes précis.

RÉFÉRENCES CITÉES

- AECOM Tecslut Inc. 2010. Aperçu du milieu écologique, socio-économique, culturel, des usages et évaluation des enjeux potentiels – Site d'intérêt du banc des Américains pour l'établissement potentiel d'une zone de protection marine. Présenté à Pêches et Océans Canada.
- Arrigo, K.R. 2005. Marine microorganisms and global nutrient cycles. *Nature*. 437:349–355.
- Bastari, A., Pica, D., Ferretti, F., Micheli, F. et Cerrano, C. 2018. Sea pens in the Mediterranean Sea: habitat suitability and opportunities for ecosystem recovery. *ICES J. Mar. Sci.* 75:1722–1732.
- Benkort, D., Plourde, S., Winkler, G., Cabrol, J., Ollier, A., Cope, L.E. et Maps, F. 2019. Individual-based modeling explains the contrasted seasonality in size, growth, and reproduction of the sympatric Arctic (*Thysanoessa raschii*) and Nordic krill (*Meganyctiphanes norvegica*) in the St. Lawrence Estuary, eastern Canada. *Limnol. Oceanogr.* 64(1):217–237.
- Benoît, H.P., Asselin, N.C. et Surette, T. 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.
- Bergström, B.I. 2000. The biology of *Pandalus*. *Adv. Mar. Biol.* 38:55–245. doi:10.1016/s0065-2881(00)38003-8
- Blais, M., Galbraith, P.S., Plourde, S., Devine, L. et Lehoux, C. 2021. [Les conditions océanographiques chimiques et biologiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2021/002. iv + 68 p.
- Boudreau S.A., Archibald D.W., Edmondson E. et Rangeley R. 2017. Collateral damage: how to reduce bycatch in Canada's commercial fisheries. *Oceana Canada Report*. 36 p.
- Bourdages, H., Brassard, C., Desgagnés, M., Galbraith, P., Gauthier, J., Isabel, L. et Senay, C. 2021. [Résultats préliminaires du relevé écosystémique d'août 2020 dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2021/054. iv + 93 p.
- Brennan, C.E., Blanchard, H. et Fennel, K. 2016. Putting temperature and oxygen thresholds of marine animals in context of environmental change: A regional perspective for the Scotian Shelf and Gulf of St. Lawrence. *PLoS One* 11(12):1–27.

-
- California Department of Fish and Wildlife and California Ocean Protection Council. 2018. Marine Protected Area Monitoring Action Plan. California. 302 p.
- Chabot, D. et Claireaux, G. 2008. Environmental hypoxia as a metabolic constraint on fish: The case of Atlantic cod, *Gadus morhua*. Mar. Pollut. Bull. 57(6-12):287–294.
- Chabot, D. et Dutil, J.-D. 1999. Reduced growth of Atlantic cod in non-lethal hypoxic conditions. J. Fish Biol. 55(3):472–491.
- Chimienti, G., Angeletti, L. et Mastrototaro, F. 2018a. Withdrawal behaviour of the red sea pen *Pennatula rubra* (Cnidaria: *Pennatulacea*). Eur. Zool. J. 85(1):64–70.
- Chimienti, G., Bo, M. et Mastrototaro, F. 2018b. Know the distribution to assess the changes: Mediterranean cold-water coral bioconstructions. Rend. Lincei. Sci. Fis. Nat. 29(3):583–588.
- Clarke, K. et Warwick, R.M. (eds.). 2001. Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd ed. PRIMER-E Ltd. Plymouth, UK. 175 p.
- Coad, B.W., Waszczuk, H. et Labignan, I. 1995. Encyclopedia of Canadian Fishes, 1st limited edition. Co-Published By Canadian Museum of Nature, and Corporate Sponsors. Key Porter Books. Toronto, Canada. 928 p.
- Conn, P.B. et Silber, G.K. 2013. Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. Ecosphere 4(4):1–16.
- COSEPAC. 2002. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le rorqual bleu au Canada – Mise à jour](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 38 p.
- Côté, G., Faille, G. et Thorne, M. 2021. Analyse des données d'imagerie optique captées par le véhicule sous-marin ROPOS dans l'aire marine protégée du Banc-des-Américains. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3419 : viii + 60 p.
- Côté-Laurin, M.-C., Laplante, J.-F., Laurent, J., Autef, S. 2014. Utilisation des appâts traditionnels dans les pêcheries commerciales de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) de la Gaspésie, des Îles-de-la-Madeleine et de la Côte-Nord. Merinov, Rapport de R-D 14-10. 22 p.
- Doniol-Valcroze, T., Lesage, V., Giard, J. et Michaud, R. 2011. Optimal foraging theory predicts diving and feeding strategies of the largest marine predator. Behav. Ecol. 22:880–888.
- Dupont-Prinet, A., Pillet, M., Chabot, D., Hansen, T., Tremblay, R. et Audet, C. 2013a. Northern shrimp (*Pandalus borealis*) oxygen consumption and metabolic enzyme activities are severely constrained by hypoxia in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 448:298–307.
- Dupont-Prinet, A., Vagner, M., Chabot, D. et Audet, C. 2013b. Impact of hypoxia on the metabolism of Greenland Halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 70(3):461–469.
- Dutil, J.D., Proulx, S., Chouinard, P.M., Borcard, D., et Larocque, R. 2014. Distribution and environmental relationships of three species of wolffish (*Anarhichas* spp.) in the Gulf of St. Lawrence. Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst. 24(3):351–368.
- Edge, J.K. 1998. Are diatoms poor competitors at low phosphate concentrations? J. Mar. Syst. 16(3-4):191–198.

-
- Faille, G., Laurian, C., McQuinn, I., Roy, V., Galbraith, P., Côté, G. et Benoît, H.P. 2019. [Revue des indicateurs et recommandations d'un plan de suivi écologique pour l'aire marine protégée du Banc-des-Américains](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2019/065. v + 58 p.
- Feely, R.A., Sabine, C.L., Byrne, R.H., Millero, F.J., Dickson, A.G., Wanninkhof, R., Murata, A., Miller, L.A. et Greeley, D. 2012. Decadal changes in the aragonite and calcite saturation state of the Pacific Ocean. *Global Biogeochem. Cycles* 26(3):1–15.
- Fuller, S.D., Picco, C., Ford, J., Tsao, C., Morgan, L.E., Hangaard, D. et Halpern, B.S. 2008. How We Fish Matters: Addressing the Ecological Impacts of Canadian Fishing Gear. Ecology Action Centre, Living Oceans Society and Marine Conservation Biology Institute. Delta, BC, Canada. 28 p.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Shaw, J.-L., Dumas, J., Caverhill, C., Lefavre, D. et Lafleur, C. 2020. [Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2020/030. iv + 88 p.
- Galbraith, P.S., Larouche, P. et Caverhill, C. 2021. A sea-surface temperature homogenization blend for the Northwest Atlantic. *Can. J. Remote Sens.* 47(4):554–568.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Dumas, J., Shaw, J.-L., Caverhill, C., Lefavre, D. et Lafleur, C. 2022. [Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO, Doc. de rech. 2022/034. iv + 85 p.
- Gale, K.S.P., Hamel, J.F. et Mercier, A. 2013. Trophic ecology of deep-sea Asteroidea (Echinodermata) from eastern Canada. *Deep Sea Res. I.* 80:25–36.
- Gardiner, K. et Dick, T.A. 2010. A concentration of large forms of five common cephalopods from the Canadian Arctic. *Mar. Biodivers. Rec.* 3(e37):1–6.
- Gauthier, P., Gauthier, J. et Bernier, J. 2013. Rapport de l'atelier de consultation intersectorielle sur le site d'intérêt du banc des Américains en vue de l'établissement d'une zone de protection marine. *Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat.* 3021: iv + 85 p.
- Gendreau, Y., Savenkoff, C., Albert, É., Trottier, J. et Lamarre, V. 2018. Réalisation de modèles de séquence des effets (SdE) appliqués au site d'intérêt du banc des Américains. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 3264: ix + 106 p.
- Goulet, A.M., Hammill, M.O. et Barrette, C. 2001. Movements and diving of grey seal females (*Halichoerus grypus*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Polar Biol.* 24(6):432–439.
- Grall, J. et Coïc, N. 2005. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. *Rebent* 48: 90 p.
- Grant, S.M. et Hiscock, W. 2014. Post-capture survival of Atlantic Wolffish (*Anarhichas lupus*) captured by bottom otter trawl: Can live release programs contribute to the recovery of species at risk? *Fish. Res.* 151:169–176.
- GrosJean, P., Denis, K. et Wacquet, D. 2018. [Analysis of Numerical Plankton Images](#). R package version 5.5.2.
- Hammill, M.O., Dale, J., Stenson, G.B., den Heyer, C., Gosselin, J.-F., Leblanc, P. et Johnston, D.W. 2017. [Comparison of methods to estimate grey seal pup production at different colonies](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/041. v + 19 p.
- Hébert, M., Surette, T., Wade, E., Landry, J.-F. et Moriyasu, M. 2018. [Évaluation du stock de crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 19, 12E et 12F\) en 2017](#). Secr. can. consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2018/046: iv + 49 p.
-

-
- Henry, A.G., Cole, T.V.N., Garron, M., Hall, L., Ledwell, W., Reid, A. 2012. Mortality and Serious Injury Determinations for Baleen Whale Stocks along the Gulf of Mexico, United States East Coast and Atlantic Canadian Provinces, 2006-2010. US Dept. Commer., Northeast Fish. Sci. Cent. Ref. Doc. 12-11: 24 p.
- Himmelman, J.H. et Dutil, C. 1991. Distribution, population structure and feeding of subtidal seastars in the northern Gulf of St. Lawrence. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 76(1):61–72.
- Hurlbut, T. et Clay, D. 1990. Protocols for Research Vessel Cruises within the Gulf Region (Demersal Fish) (1970-1987). *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2082: 143 p.
- Johnson, C., Casault, B., Head, E. et Spry, J. 2016. [Optical, Chemical, and Biological Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf and in the Eastern Gulf of Maine in 2014](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/003. v + 51.
- Johnston, D.W., Bowers, M.T., Friedlaender, A.S. et Lavigne, D.M. 2012. The effects of climate change on harp seals (*Pagophilus Groenlandicus*). *PLoS One* 7(1):1–8.
- Kulka, D.W., Simpson, M.R. et Hooper, R.G. 2004. [Changes in Distribution and Habitat Associations of Wolffish \(*Anarhichidae*\) in the Grand Banks and Labrador Shelf](#). DFO can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/113. ii + 44 p.
- Levasseur, M., Therriault, J.-C. et Legendre, L. 1984. Hierarchical control of phytoplankton succession by physical factors. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 19:211–222.
- McQuinn, I.H., Dion, M. et St-Pierre, J.-F. 2013. The acoustic multifrequency classification of two sympatric euphausiid species (*Meganyctiphanes norvegica* and *Thysanoessa raschii*), with empirical and SDWBA model validation. *ICES J. Mar. Sci.* 70(3):636–649.
- McQuinn, I.H., Plourde, S., St-Pierre, J.-F. et Dion, M. 2015. Spatial and temporal variations in the abundance, distribution, and aggregation of krill (*Thysanoessa raschii* and *Meganyctiphanes norvegica*) in the lower estuary and Gulf of St. Lawrence. *Prog. Oceanogr.* 131:159–176.
- McQuinn, I.H., Gosselin, J., Bourassa, M., Mosnier, A., St-Pierre, J.-F., Plourde, S., Lesage, V. et Raymond, A. 2016. [The spatial association of blue whales \(*Balaenoptera musculus*\) with krill patches \(*Thysanoessa spp.* and *Meganyctiphanes norvegica*\) in the estuary and northwestern Gulf of St. Lawrence](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/104. iv + 19 p.
- Mecklenburg, C.W., Mecklenburg, T.A., Sheiko, B.A. et Steinke, D. 2016. Pacific Arctic Marine Fishes Atlas. CAFF Monitoring Series Report No. 23. Akureyri, Iceland. 398 p.
- Mecklenburg, C.W., Lynghammar, A., Johannesen, E., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Dolgov, A.V., Karamushko, O.V., Mecklenburg, T.A., Møller, P.R., Steinke, D. et Wienerroither, R.M. 2018. Marine Fishes of the Arctic region. Volume 1. CAFF Monitoring series report No. 28. Akureyri, Iceland. 454 p.
- Menge, B.A. et Sanford, E. 2013. Ecological role of sea stars from populations to meta-ecosystems. *Dans Lawrence, J.M. (Ed.). Starfish: Biology and Ecology of the Asteroidea*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. pp. 67–80.
- Moring, J.R. 2001. Appearance and Possible Homing of Two Species of Sculpins in Maine Tidepools. *Northeast. Nat.* 8(2):207.
- MPA Monitoring Enterprise 2011. South Coast MPA Monitoring Plan. California Ocean Science Trust. Oakland, California. 302 p.

-
- MPO 2006. [Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/023.
- MPO 2011a. [Impacts des phoques gris sur les populations de poissons de l'est du Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/071.
- MPO 2011b. [Vers le rétablissement des poissons de fond et d'une pêche durable dans l'Est du Canada : rapport pour le ministre des Pêches et des Océans](#). Conseil pour la Conservation des Ressources halieutiques. 81 p.
- MPO 2012. [Points de référence révisés tenant compte des changements de la surface d'estimation de l'unité biologique du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/002.
- MPO 2013a. [Orientation sur la formulation des objectifs de conservation et la définition d'indicateurs et de protocoles et de stratégies de suivi pour les réseaux biorégionaux d'aires marines protégées](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/081
- MPO 2013b. [Importance des prises accessoires dans la pêche à la crevette nordique de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/066.
- MPO 2014. [Évaluation du homard \(*Homarus americanus*\) de la zone de pêche du homard 41 \(4X + 5Zc\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/034 (révisé).
- MPO 2016. [Évaluation de l'état des stocks de homard de la Gaspésie \(ZPH 19, 20 et 21\), Québec, en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/043.
- MPO 2017. [Plan de gestion du rorqual commun \(*Balaenoptera physalus*\), population de l'Atlantique au Canada \[version finale\]](#). Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril, MPO, Ottawa. v + 41 p.
- MPO 2019a. [Révision des composantes de l'écosystème, indicateurs et relevés pour le suivi écologique de l'aire marine protégée du Banc-des-Américains](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/033.
- MPO 2019b. [Évaluation du stock de goberge \(*Pollachius virens*\) dans la sous-division 3Ps de l'OPANO](#). Secr. can. Consult. sci. du MPO, Avis sci 2019/039.
- MPO 2019c. [Évaluation des stocks de crevette nordique, *Pandalus borealis* et de crevette ésope, *Pandalus montagui*, dans les zones d'évaluation est et ouest, février 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/011.
- MPO 2019d. [Évaluation du stock de flétan Atlantique du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/038.
- MPO 2019e. [Évaluation de l'état des stocks de homard \(*Homarus americanus*\) de la Gaspésie \(ZPH 19, 20 et 21\), Québec, en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/060.
- MPO 2020. [Mise à jour sur l'état du stock de merlu argenté \(*Merluccius bilinearis*\) du plateau néo-écossais dans les divisions 4VWX de l'OPANO](#). Secrétaire Can. Consult. Sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/023.
- MPO 2020a. [Évaluation du crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) du sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 19, 12E et 12F\) jusqu'en 2019 et avis pour la pêche de 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/014.
-

-
- MPO 2020b. [Évaluation du Hareng de l'Atlantique \(*Clupea harengus*\), composantes des reproducteurs de printemps et d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent \(division 4T-4Vn de l'OPANO\) et avis pour les pêches de 2020 et de 2021](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/029.
- MPO 2021. [Évaluation du crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) du sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 12E, 12F et 19\) jusqu'en 2020 et avis pour la saison de pêche de 2021](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2021/021.
- Mucci, A., Starr, M., Gilbert, D. et Sundby, B. 2011. Acidification of Lower St. Lawrence Estuary bottom waters. *Atmos.-Ocean* 49(3):206–218.
- Noble-James, T., Jesus, A. et McBreen, F. 2018. Monitoring guidance for marine benthic habitats. JNCC Report No. 598 (Revised June 2018). 110 p.
- Pahlow, M. et Riebesell, U. 2000. Temporal trends in deep ocean Redfield ratios. *Science*. 287(5454):831–833.
- Parc Naturel Marin d'Iroise, 2010, [Plan de Gestion, 2010-2025](#), [en ligne, consulté le 5 mai 2021].
- Parks Canada Agency 2007. Monitoring and Reporting Ecological Integrity in Canada's National Parks. Volume 2: A Park-Level Guide to Establishing EI Monitoring. DRAFT. February 2007.
- Pendleton, D.E., Sullivan, P.J., Brown, M.W., Cole, T.V.N., Good, C.P., Mayo, C.A., Monger, B.C., Phillips, S., Record, N.R. et Pershing, A.J. 2012. Weekly predictions of North Atlantic right whale *Eubalaena glacialis* habitat reveal influence of prey abundance and seasonality of habitat preferences. *Endanger. Species Res.* 18:147–161.
- Pepin, P., Maillet, G.L., Fraser, S., Shears, T. et Redmond, G. 2013. [Optical, chemical, and biological oceanographic conditions on the Newfoundland and Labrador Shelf during 2011-12](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/051. v + 38 p.
- Plante, S., Chabot, D. et Dutil, J.D. 1998. Hypoxia tolerance in Atlantic Cod. *J. Fish Biol.* 53(6):1342–1356.
- Plourde, S., McQuinn, I., Maps, F., St-Pierre, J., Lavoie, D. et Joly, P. 2014. Daytime depth and thermal habitat of two sympatric krill species in response to surface salinity variability in the Gulf of St. Lawrence, eastern Canada. *ICES J. Mar. Sci.* 71:272–281.
- Pomeroy, R.S., Parks, J.E. et Watson, L.M. 2004. [How is your MPA doing? A Guidebook of Natural and Social Indicators for Evaluating Marine Protected Area Management Effectiveness](#). IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 215 p.
- Pörtner, H.O. 2008. Ecosystem effects of ocean acidification in times of ocean warming: A physiologist's view. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 373:203–217.
- Rahman, M.A., Molla, M.R., Megwalu, F.O., Asare, O.E., Tchoundi, A., Shaikh, M.M. et Jahan, B. 2018. The Sea Stars (Echinodermata : Asteroidea): Their Biology , Ecology , Evolution and Utilization. *SF J. Biotechnol. Biomed. Eng.* 1(2):1–8.
- ROMM. 2016. Portrait des activités d'observation en mer au site d'intérêt du Banc-des-Américains. Rapp. synthèse: ix + 48 p.
- ROMM. 2019a. Portrait des activités d'observation en mer de l'aire marine protégée du Banc-des-Américains (Mise à jour du rapport de synthèse de 2016). Rapp. synthèse: viii + 51 p.

-
- ROMM. 2019b. Évaluation des activités d'observation en mer et de la fréquentation des baleines dans le secteur de l'aire marine protégée du Banc-des-Américains. Rapp. final: viii + 24 p.
- Rose, G.A. 2005. On distributional responses of North Atlantic fish to climate change. ICES J. Mar. Sci. 62(7):1360–1374.
- Roy, N., Simard, Y., Aulanier, F. et Giard, S. 2019. [Fréquentations continues par les rorquals communs des habitats du Saint-Laurent détectées par la surveillance acoustique passive \(SAP\) pluriannuelle](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2018/059. iv + 14 p.
- Sanders, A. 2018. Fitz-Stirling 2007-2017 ten-year evaluation review. Unpublished report for Bush Heritage Australia.
- Sainte-Marie, B. et Paille, N. 2020. [Distribution spatiale et démographie de l'oursin vert, *Strongylocentrotus droebachiensis*, autour de l'Île Blanche et de la pointe est de l'Île aux Lièvres \(Québec\) en 2011](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2019/007. vii + 35 p.
- Savenkoff, C., Bourassa, M.-N., Baril, D. et Benoît, H. 2007. [Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas for the Estuary and Gulf of St. Lawrence](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/015. iv + 49 p.
- Savenkoff, C., Comtois, S. et Chabot, D. 2013. Trophic interactions in the St. Lawrence Estuary (Canada): Must the blue whale compete for krill? Estuar. Coast. Shelf Sci. 129:136–151.
- Savenkoff, C., Bourassa, M., Côté, R., Lebel, É. et Thorne, M. 2015. Intercalibration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques pour caractériser la nature du fond du banc des Américains. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3075: vii + 30 p.
- Savenkoff, C., Thorne, M. et Bourassa, M. 2017. Description des habitats et des communautés épibenthiques du banc des Américains par imagerie optique. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3243: xii + 562 p.
- Scheibling, R.E. et Hatcher, B.G. 2013. *Strongylocentrotus droebachiensis*. Develop. in Aquac. and Fish. Sci. 38:381–412.
- Schultz, J.A., Cloutier, R.N. et Côté, I.M. 2016. Evidence for a trophic cascade on rocky reefs following sea star mass mortality in British Columbia. PeerJ. 4:e1980.
- 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. et Kaiser, M.J. 2018. Response of benthic fauna to experimental bottom fishing: A global meta-analysis. Fish Fish. 19(4):698–715.
- Shackell, N.L., B.W. Greenan, P. Pepin, D. Chabot and A. Warburton (Editors). 2013. Climate Change Impacts, Vulnerabilities and Opportunities (IVO) Analysis of the Marine Atlantic Basin. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3012: xvi + 366 p.
- Siikavuopio, S.I., Whitaker, R.D., Sæther, B.S., James, P., Olsen, B.R., Thesslund, T., Hustad, A. et Mortensen, A. 2017. First observations of temperature tolerances of adult male snow crab (*Chionoecetes opilio*) from the Barents Sea population and the effects on the fisheries strategy. Mar. Biol. Res. 13(7):744–750.
- Simard, N., Pereira, S., Estrada, R. et Nadeau, M. 2013. État de la situation des espèces envahissantes marines au Québec. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3020: viii + 61 p.

-
- Simard, Y., Roy, N., Aulancier, F. et Giard, S. 2016. [Blue whale continuous frequentations of St. Lawrence habitats from multi-year PAM series](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/091: v + 14 p.
- Simard, Y., Roy, N., Giard, S. et Aulancier, F. 2019. North Atlantic right whale shift to the Gulf of St. Lawrence in 2015, revealed by long-term passive acoustics. *Endanger. Species Res.* 40:271–284.
- Swain, D.P. et Benoît, H.P. 2015. Extreme increases in natural mortality prevent recovery of collapsed fish populations in a Northwest Atlantic ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 519:165–182.
- Swain, D.P., Ricard, D. et Rolland, N. 2019. [Évaluation du stock de morue franche \(*Gadus morhua*\) du sud du golfe du Saint-Laurent, divisions 4T et 4Vn \(novembre à avril\) de l'OPANO, mars 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2019/038: iv + 108 p.
- Vanderlaan, A.S.M. et Taggart, C.T. 2007. Vessel collisions with whales: The probability of lethal injury based on vessel speed. *Mar. Mamm. Sci.* 23(1):144–156.
- Wade, E., Moriyasu, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., Allain, R. et Hébert, M. 2018. [Summary of the 2016 snow crab trawl survey activities in the southern Gulf of St. Lawrence](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/082: v + 53 p.
- Waldbusser, G.G., Hales, B., Langdon, C.J., Haley, B.A., Schrader, P., Brunner, E.L., Gray, M.W., Miller, C.A. et Gimenez, I. 2015. Saturation-state sensitivity of marine bivalve larvae to ocean acidification. *Nat. Clim. Chang.* 5(3):273–280.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J. et Tortonese, E (Eds). 1984. *Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean, Volume 1*. UNESCO, Paris. 1473 p.
- Wigley, R. 1960. Note on the Distribution of *Pandalidae* (Crustacea, Decapoda) in New England Waters. *Ecology* 41(3):564–570.
- Zisseron, B.M., Cameron, B.J., Glass, J.S. et Choi, A.C. 2019. [Évaluation du crabe des neiges du plateau néo-écossais \(*Chionoectes opilio*\) en 2017](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2018/051. x + 154 p.

ANNEXES

Annexe A. Acronymes

Acronymes	Définitions
ADNe	ADN environnemental
AIS	Automatic Identification System
AMP	Aire marine protégée
AP	Approche de précaution
AVHRR	Advanced Very-High-Resolution Radiometer
BACI	Before after controls impact analyses
BDA	Banc-des-Américains
BSR	Biomasse du stock reproducteur
CSS-BDA	Comité scientifique de suivi de l'AMP du Banc-des-Américains du MPO
CIF	Couche intermédiaire froide
CPUE	Capture par unité d'effort
DPCM	Division de la planification et de la conservation marines
EAE	Espèce aquatique envahissante
ECCC	Environnement et Changement Climatique Canada
ET	Écart-type
nGSL	Nord du golfe du Saint-Laurent
sGSL	Sud du golfe du Saint-Laurent
IML	Institut Maurice-Lamontagne
MPO	Pêches et Océans Canada
NGCC	Navire de la Garde Côtière Canadienne
OC	Objectif de conservation
OPANO	Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
PAM	Passive acoustic monitoring
PMZA	Programme de Monitorage de la Zone Atlantique
PRL	Points de références limites
PRS	Points de références supérieurs
RA	Reproducteur d'automne (hareng)
ROMM	Réseau d'observation de mammifères marins
RP	Reproducteur de printemps (hareng)
RQUMM	Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins
SCA	Statistical Catch-at-Age
SST	Sea surface temperature
ZIEB	Zone d'importance écologique et biologique
ZIFF	Zonal interchange file format
ZPM	Zone de protection marine

Annexe B. Membres du comité scientifique de suivi du Banc-des-Américains (CSC-BDA) du MPO en date de mai 2021.

Membres actifs

Nom	Secteur	Région MPO
Geneviève Faille	DSDB	Québec
Denis Chabot	DSDB	Québec
Bernard Sainte-Marie	DSDB	Québec
Marilyn Thorne	DSDB	Québec
Geneviève Côté	DSDB	Québec
Marjolaine Blais	DSPE	Québec
Valérie Harvey	DSPE	Québec
Jean-Martin Chamberland	DSPE	Québec
Renée Gagné	DPCM	Québec
Natasha Dazé Querry	DPCM	Québec
Catherine Marcil	DPCM	Québec
Jacinthe Beauchamp	DPCM	Québec
Denise Méthé	-	Golfe

Anciens membres

Nom	Secteur	Région MPO
Daniel Ricard	POISSMA	Golfe
Sylvain Hurtubise	DAISS	Québec
Pascale Tremblay	DPCM	Québec

Annexe C. Liste des anciens indicateurs retenus lors de la revue par les pairs de 2018 (MPO 2019a) et leur correspondance avec les indicateurs mis à jour en 2021. La liste des indicateurs est présentée dans le même ordre que 2018. Les indicateurs supprimés sont présentés plus en détail avec la justification de leur retrait à l'Annexe D.

Océanographie physique et chimique (O)

Composantes de l'écosystème	Indicateurs 2018	Mise à jour 2021
Caractéristiques physico-chimiques de l'eau	O1) T°, salinité, nutriments, oxygène dissous, pH et turbidité dans les différentes couches d'eau (surface, couche intermédiaire froide (CIF), fond, etc.)	Scindé en : Pr1) Conditions physiques de l'habitat pélagique, Pr2) Conditions physiques de l'habitat benthique (> 100 m), Pr19) Acidification, Pr20) Oxygène dissous, et P1) Nutriments
	O2) Dynamique des courants, ondes et marée internes	Supprimé
	O3) Couvert de glace	Inclus dans Pr1) Conditions physico-chimiques de l'habitat pélagique

Pélagique (P)

Composantes de l'écosystème	Indicateurs 2018	Mise à jour 2021
Phytoplancton	P1) Biomasse de chlorophylle a	P2) Chlorophylle a
	P2) Abondances et taxonomie des espèces de phytoplancton	Supprimé
Zooplancton	P3) Biomasse totale du zooplancton	P3) Zooplancton
	P4) Abondance des différentes espèces dominantes/clés	Inclus dans P3) Zooplancton
Krill	P5) Biomasse du krill	P4) Biomasse du krill
Hareng	P6) Biomasse provenant de l'évaluation de stock du hareng	P5) Biomasse des stocks de hareng sGSL
Maquereau	P7) Biomasse et abondance provenant de l'évaluation de stock du maquereau	Supprimé
	P8) Abondance d'œufs de maquereau	Supprimé

Benthique et démersal (BD)

Composantes de l'écosystème	Indicateurs 2018	Mise à jour 2021
Communautés épibenthiques	BD1) Présence, abondance et taille d'organismes fixes érigés (éponges et autres)	BD3) Espèces dominantes
	BD2) Composition des communautés épibenthiques : richesse spécifique, diversité, abondance, densité, biomasse des espèces ou taxons	Remanié en : BD4) Biomasse des invertébrés (non retenu) BD5) Communauté épibenthique A : Crête rocheuse BD6) Communauté épibenthique B : Crête mixte BD7) Communauté épibenthique C : Plaine mixte BD8) Communauté épibenthique D : Plaine meuble
	BD3) Biomasse, abondance et structure de taille d'espèces indicatrices/dominantes	
Communautés démersales	BD4) Composition des communautés démersales : richesse spécifique, diversité, abondance, densité, biomasse des espèces ou taxons	Remanié en : BD1) Espèces indicatrices d'eau froide BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude BD9) Communauté de poissons démersaux sur les plaines BD10) Poissons démersaux sur la crête
	BD5) Présence, classes de tailles et classe d'abondance d'espèces indicatrices	
Espèces commerciales benthiques et démersales	BD6) Biomasse et abondance des espèces commerciales	Remanié en : BD11) Crabe des neiges BD12) Poissons de fond exploités
	BD7) Structure de taille, sexe et maturité des espèces commerciales	
	BD8) Abondance du homard sur la crête	Pr5) Homard sur la crête
Caractéristiques du substrat	BD9) Type de sédiments et granulométrie	BD13) Sédiments

Espèces en péril (EP)

Composantes de l'écosystème	Indicateurs 2018	Mise à jour 2021
Loup atlantique	EP1) Présence/absence du loup atlantique sur la crête	Fusionné en EP1) Loup atlantique
	EP2) Taux d'occupation et disponibilité d'habitats potentiels (nombre de terriers)	
	EP3) Prises accidentelles (pêche commerciale/relevés scientifiques)	EP2) Prises accessoires de loup atlantique
Baleines	EP4) Présence des espèces en péril : rorqual commun, rorqual bleu, rorqual à bosse et baleine noire	EP3) Rorqual commun EP4) Rorqual bleu EP5) Baleine noire EP6) Mortalité/accidents de cétacés

Pressions (Pr)

Composantes de l'écosystème	Indicateurs 2018	Mise à jour 2021
Espèces envahissantes (EAE)	PA1) Présence/absence d'EAE dans l'AMP	Pr3) Présence d'EAE
Bruit	PA2) Mesure du bruit d'origine anthropique	Pr6) Bruit d'origine anthropique
	PA3) Intensité du trafic commercial	Pr7) Intensité du trafic
Dérangement	PA4) Intensité des activités d'observation et de plaisance	Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance
Collision	PA5) Vitesse des navires commerciaux	Pr9) Vitesse des navires
	PA6) Nombre d'accidents (collision)	Pr21) Nombre de collisions
Empêchement	PA7) Nombre d'accidents (empêchement) relatés dans l'AMP et à proximité	Pr10) Nombre d'empêchements
Pêches commerciales	PA8) Débarquement et effort de pêche commerciale pour tous les poissons et invertébrés (total des débarquements)	Remanié en : Pr15) Pêche au crabe des neiges Pr16) Pêche au poisson de fond Pr17) Pêche faite par les activités scientifiques Pr11) Empreinte relative de la pêche au crabe des neiges Pr12) Empreinte relative de la pêche au poisson de fond Pr13) Empreinte des activités scientifiques Pr14) Infractions-activités de pêche
	PA9) Distribution de l'effort de pêche déterminé à partir des Systèmes de surveillance des navires (données SSN) et journaux de bord	

Annexe D. Liste des indicateurs supprimés évalués en fonction des critères et justifications.

Indicateurs 2018 éliminés	Relevé principal	Critères						Commentaire
		Base théorique	Sensibilité	Mesurable	Rapport coût-bénéfice	Interprétable	Pérennité	
O2) Dynamique des courants, ondes et marée internes	<i>nd</i>	•						Les données disponibles proviennent d'une seule bouée Viking située dans l'AMP et ne sont donc pas représentatives de l'ensemble de la zone. Si une caractérisation de base plus complète des courants devient disponible, la pertinence de cet indicateur pourra être réévaluée.
P2) Abondances et taxonomie des espèces de phytoplancton	<i>nd</i>	•				•		Aucune donnée disponible pour la zone provenant de relevés déjà existants. Pour produire des données du secteur, un taxonomiste spécialisé serait nécessaire et ce travail serait très coûteux. Il est évalué que le rapport coût-bénéfice n'est pas assez élevé puisque cet indicateur est indirect et très précis.
P7) Biomasse et abondance provenant de l'évaluation de stock du maquereau	Évaluation de stock	•		•	•		•	Données provenant de l'évaluation de stock mesurées à l'échelle du nord-est de l'Amérique du Nord (régions 3-4 de l'OPANO). Cette échelle est considérée trop grande pour que les indicateurs soient informatifs de l'état du maquereau dans l'AMP. Les variations de ces indicateurs ne pourraient être interprétées dans le contexte de l'AMP.
P8) Abondance d'œufs de maquereau	Relevé œufs de maquereau	•		•	•		•	
PA6) Nombre d'accidents (collision)	<i>nd</i>	•	•		•		•	Les collisions ne sont pas nécessairement rapportées de manière constante, donc cette incertitude permettrait difficilement de faire un suivi dans le temps et d'interpréter les variations de l'indicateur.

Annexe E. Liste des relevés présentement utilisés dans le plan de suivi basée sur la liste publiée dans SCCS 2019 (Faille et al. 2019).

Existants

#	Relevés/Base de données	Noms utilisés
R1	Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA)	R1-PMZA
R2	Réseau de bouées (Viking)	R2-Viking
R3	Suivi de la couverture de glace (Service Canadien des glaces)	R3-Glaces
R4	Téledétection de la température de surface	R4-SST
R5	Réseau de thermographes	R5-Thermographes
R6	Suivi des masses d'eaux hivernales – mission hélicoptée	R6-Hélicoptée
R7	Relevé acoustique pélagique de l'estuaire et du N-O du golfe	R7-Krill
R8	Relevé acoustique annuel du hareng	R8-Hareng sGSL
R10	Relevé multispécifique au chalut de fond du sud du golfe	R10-Multi sGSL
R11	Relevé multispécifique au chalut de fond du nord du golfe	R11-Multi nGSL
R13	Relevé de recherche sur le crabe des neiges au chalut de fond du sud du golfe	R13-Crabe sGSL
R14	Données de pêche des fichiers ZIFF	R14-ZIFF
R15	Programme d'observateurs en mer	R15-Observateurs
R17	Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins (RQUMM)	R17-RQUMM
R18	Suivi du trafic maritime via un système d'information sur la navigation (AIS)	R18-AIS
R21	Acoustique passive – Hydrophone (PAM)	R21-PAM
R22	Suivi des rapports d'activités de l'AMP	R22-Rapport activ.

En développement ou à développer

#	Relevés/Base de données	Noms utilisés
RD1	Relevé communautés benthiques avec l'imagerie	RD1-Imagerie
RD2	Relevé communautés benthiques avec la benne	RD2-Benne
RD4	Plongée sous-marine	RD4-Plongée
RD5	ADN environnemental	RD5-ADNe
RD6	Relevé imagerie appâtée	RD6-Imagerie app.
RD7	Suivi des échoueries de phoques, AGHAMM et Parc Forillon	RD7-Échoueries

Annexe F. Détail des mesures utilisées pour le calcul de chaque indicateur pour les priorités de conservation (Tableau 2). Les unités utilisées, les relevés d'où proviennent les données, les échelles spatiales et temporelles (période de référence utilisée et série historique) utilisées pour le calcul de l'indicateur ainsi que la méthode utilisée pour définir l'état de l'indicateur sont précisés. La liste des relevés est présente à l'Annexe E.* Ces données ont été amassées de manière sporadique au cours de la période. ** Indicateurs ou mesures non retenus lors de la revue par les pairs.

OC1 Conserver et protéger les habitats benthiques (Benthique et démersal (BD))

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevé(s) principal	Échelle spatiale	Période de référence	Série historique	Méthode	Niveau de confiance
BD1) Espèces indicatrices d'eau froide	Biomasse des 3 esp. sténothermes d'eau froide les plus abondantes – Poissons	kg/trait	R10-Multi sGSL	Strate 416	2004-2018	depuis 1986	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Biomasse des 3 esp. sténothermes d'eau froide les plus abondantes – Invertébrés	kg/trait						
	Biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau froide – Poissons	kg/trait						
	Biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau froide – Invertébrés	kg/trait						
BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude	Biomasse des 3 esp. sténothermes d'eau chaude les plus abondantes – Poissons	kg/trait	R10-Multi sGSL	Strate 416	2004-2018	depuis 1986	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Biomasse des 3 esp. sténothermes d'eau chaude les plus abondantes – Invertébrés	kg/trait						
	Biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau chaude – Poissons	kg/trait						
	Biomasse estimée des espèces sténothermes d'eau chaude – Invertébrés	kg/trait						
BD3) Espèces dominantes/clés	<i>Biomasse totale des taxons fixes et érigées**</i>	kg/trait	R10-Multi sGSL	Strate 416	2004-2018	depuis 1986	Anomalie directionnelle	Bon
	<i>Biomasse des oursins**</i>	kg/trait						
	<i>Biomasse des étoiles de mer prédatrices**</i>	kg/trait						
	Biomasse des <i>Pandalus</i>	kg/trait						
	Biomasse de plie canadienne	kg/trait						
	Biomasse de flétan du Groenland	kg/trait						
BD4) <i>Biomasse des invertébrés**</i>	<i>Biomasse totale des invertébrés**</i>	kg/trait	R10-Multi sGSL	Strate 416	2004-2018	depuis 1986	Anomalie bidirectionnelle	nd
BD5) Commun. épibenthique A : Crête rocheuse	<i>À venir</i>	nd	RD1-Imagerie	Sites de suivi commun. A	nd	données 2012-2020*	nd	nd

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevé(s) principal	Échelle spatiale	Période de référence	Série historique	Méthode	Niveau de confiance
BD6) Commun. épibenthique B : Crête mixte	À venir	nd	RD1-Imagerie	Sites de suivi commun. B	nd	données 2012-2020*	nd	nd
BD7) Commun. épibenthique C : Plaine mixte	À venir	nd	RD1-Imagerie	Sites de suivi commun. C	nd	données 2012-2020*	nd	nd
BD8) Commun. épibenthique D : Plaine meuble	À venir	nd	RD1-Imagerie	Sites de suivi commun. D	nd	données 2012-2020*	nd	nd
BD9) Commun. de poissons démersaux sur les plaines	Biomasse totale des poissons démersaux	kg/trait						
	Abondance totale des poissons démersaux	ind/trait						
	Richesse spécifique	Nb espèces	R10-Multi sGSL	Strate 416	2004-2018	depuis 1986	Anomalie directionnelle	Bon
	Diversité de Shannon	-						
	Équitabilité de Pielou	-						
	À venir (Remplissage stomacal)	-						
	À venir (guilde trophique)	-	R10-Multi sGSL	BDA	nd	nd	nd	nd
BD10) Poissons démersaux sur la crête	À venir	nd	RD6-Imagerie app.	BDA-crête	nd	aucune	nd	nd
BD11) Crabe des neiges	Abondance de crabe des neiges mâles de taille commerciale	ind/km ²						
	Abondance de crabe des neiges femelles matures	ind/km ²	R13-Crabe sGSL	BDA	2004-2018	depuis 1989	Anomalie directionnelle	nd
	CPUE du crabe des neiges	kg/casier levé						
BD12) Poissons de fond exploités	Biomasse estimée du flétan atlantique	kg/trait						
	Abondance de la morue franche	ind/trait	R10-Multi sGSL	Strate 416	2004-2018	depuis 1986	Anomalie directionnelle	nd
	CPUE des poissons de fond	kg/hameçon						
BD13) Sédiments	À venir	nd	RD1-Imagerie	BDA	nd	aucune	nd	nd

OC2 Conserver et protéger les habitats pélagiques et les espèces fourragères (Pélagique (P))

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevé(s) principal	Échelle spatiale	Période de référence	Série historique	Méthode	Niveau de confiance
P1) Nutriments	Moyenne hivernale des nitrates dans la couche de surface (0-50 m)	mmol m ⁻²						
	Moyenne annuelle des nitrates dans la couche intermédiaire (50-150 m)	mmol m ⁻²	R1-PMZA, R6-Héliportée, R10-R11-Multi n/sGSL	zone océano.	1999-2018	depuis 1999	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Ratio N:P moyen annuel dans la couche intermédiaire (50-150 m)	-						
P2) Chlorophylle a	Moyenne annuelle de la chlorophylle a dans la couche 0-100 m	mg m ⁻²	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	zone océano.	1999-2018	depuis 1999	Anomalie bidirectionnelle	Bon
P3) Zooplancton	Moyenne annuelle du poids sec du mésozooplancton	g m ⁻²						
	Abondance moyenne annuelle d'espèces de petits calanoïdes	ind/m ²	R1-PMZA	zone océano.	2001-2018	depuis 2001	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Abondance moyenne annuelle d'espèces de grands calanoïdes	ind/m ²						
	Abondance moyenne annuelle d'espèces de non-copépodes	ind/m ²						
P4) Biomasse du krill	Poids humide de krill Poids humide de <i>Thysanoessa raschii</i> Poids humide de <i>Meganctiphanes norvegica</i>	g m ⁻²	R7-Krill, R10-R11-Multi n/sGSL	zone océano	2008-2018	depuis 2008	nd	nd
P5) Biomasse des stocks de hareng sGSL	BSR de hareng de printemps du sGSL BSR de hareng d'automne du sGSL	Tonne (kt)	R8-Hareng sGSL	Strates sud du golfe	-	1980-2018	Seuil fixe	Bon

OC3 Favoriser le rétablissement des baleines et des loups de mer en péril (EP)

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevé(s) principal	Échelle spatiale	Période de référence	Série historique	Méthode	Niveau de confiance
EP1) Loup atlantique	À venir	nd	RD4-Plongée, RD5-ADNe	BDA-crête	nd	nd	nd	nd
EP2) Prises accessoires de loup atlantique	Proportion des événements de pêche commerciale avec prises accessoires de loup atlantique	%	R15-Observateurs	BDA	1996-2018	1996-2020	nd	Faible
	Biomasse estimée du loup atlantique dans les relevés scientifiques	kg/trait	R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL	Strate 416	2004-2018	1985-2018	nd	Faible
EP3) Rorqual commun	À venir	nd	R21-PAM	zone couverte par le PAM	nd	nd	nd	nd
EP4) Rorqual bleu	À venir	nd	R21-PAM	zone couverte par le PAM	nd	nd	nd	nd
EP5) Baleine noire	À venir	nd	R21-PAM	zone couverte par le PAM	nd	nd	nd	nd
EP6) Mortalités/accidents de cétacés	Nombre total de signalements d'individus malades, blessés, échoués, et de carcasses d'espèces en péril	Nb	R17-RQUMM	Secteur Gaspé et Percé	2004-2018	depuis 2004	nd	Faible
	Nombre total de signalements d'individus malades, blessés, échoués, et de carcasses pour autres espèces (grand MM, dauphin, marsouin)	Nb	R17-RQUMM	Secteur Gaspé et Percé	2004-2018	depuis 2004	nd	Faible

Annexe G. Détail des mesures utilisées pour le calcul de chaque indicateur pour les pressions (Tableau 3). Les unités utilisées, les relevés d'où proviennent les données, les échelles spatiales et temporelles ainsi que la méthode utilisée pour définir l'état de l'indicateur sont précisés. La liste des relevés est présente à l'Annexe E.

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevés	Échelle spatiale	Période de référence	Série existante	Méthode	Niveau de confiance
Pr1) Conditions physiques de l'habitat pélagique	Température de surface moyenne (mai-nov.) dérivée des données satellitaires (SST)	°C	R4-SST	zone océano.	1989-2018	depuis 1985	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Température moyenne estivale (août-sept.) en surface (0-30 m)	°C	R10-R11-Multi n/sGSL	zone océano.	1989-2018	depuis 1985	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Salinité moyenne estivale (août-sept.) en surface (0-30 m)	-						
	Premier jour de glace; Dernier jour de glace; Durée de la saison de glace	jour	R3-Glaces	zone océano.	1989-2018	depuis 1969	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Température moyenne estivale (août-sept.) dans la couche intermédiaire froide (CIF; 40-100 m)	°C	R10-R11-Multi n/sGSL	zone océano.	1989-2018	depuis 1985	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Profondeur de la limite supérieure de la couche intermédiaire froide (CIF; 2 °C)	m						
Volume de la couche intermédiaire froide (CIF; 1 °C)	km ³							
Pr2) Conditions physiques de l'habitat benthique > 100 m	Température moyenne (août-sept.) près du fond (> 100 m)	°C	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	zone benthique	1989-2018	depuis 1985	Anomalie bidirectionnelle	Bon
	Salinité moyenne (août-sept.) près du fond (> 100 m)	-		zone benthique	1989-2018	depuis 1987		
Pr19) Acidification de l'habitat benthique >100 m	Taux de saturation moyen de la calcite près du fond (> 100 m)	Taux de saturation	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	zone benthique	-	-	Seuil fixe	Faible
	Taux de saturation moyen de l'aragonite près du fond (> 100 m)	Taux de saturation						
Pr20) Oxygène dissous de l'habitat benthique (> 125 m)	Valeur de saturation en oxygène dissous près du fond (> 125 m)	% sat.	R1-PMZA, R10-R11-Multi n/sGSL	zone benthique		depuis 2002	Seuil fixe	Bon
Pr3) Présence d'EAE	À venir	nd	RD5-ADNe	BDA	nd	aucune	nd	nd
Pr4) Phoque gris	À venir	nd	RD7-Échoueries	nd	nd	nd	nd	nd
Pr5) Homard sur la crête	Abondance de homard	Nb	RD4-Plongée, RD6-Imagerie app.	BDA (crête)	nd	aucune	nd	nd

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevés	Échelle spatiale	Période de référence	Série existante	Méthode	Niveau de confiance
Pr6) Bruit d'origine anthropique	À venir	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pr7) Intensité du trafic	Nombre total de passages pour le trafic commercial	Nb	R18-AIS	BDA	2012-2018	depuis 2012	Anomalie directionnelle	Bon
	Nombre total de passages pour les opérations maritimes	Nb						
	Durée totale du transit dans le BDA pour le trafic commercial*	h						
Pr8) Intensité des activités d'observation et de plaisance	Durée totale du transit dans le BDA pour les opérations maritimes*	h	R22-Rapport actv.	BDA et secteur Gaspé	nd	depuis 2019	nd	Bon
	Nombre total de sorties d'observation en mer	Nb						
	Durée moyenne des sorties	h						
	Nombre de bateaux d'observation en mer	Nb						
	Durée de la saison d'observation en mer	Nb jours						
À venir (empreinte spatiale des croisiéristes)	nd	R18-AIS	BDA	nd	nd	nd	nd	
À venir (mesures sur les marinas et plaisanciers)	nd	nd	Secteur Gaspé et Percé	nd	nd	nd	nd	
Pr21) Nombre de collisions	À venir	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pr9) Vitesse des navires	Vitesse moyenne des navires commerciaux	nœud	R18-AIS	BDA	2012-2018	depuis 2012	Anomalie Directionnelle	Bon
	Vitesse moyenne des navires pour les opérations maritimes	nœud						
	Nombre de passages qui ont atteint une vitesse > 10 nœuds	Nb						
Pr10) Nombre d'empêtements	Nombre d'empêtements de cétacés	Nb	R17-RQUMM	Secteur Gaspé et Percé	2004-2018	depuis 2004	Anomalie directionnelle	Faible
Pr11) Empreinte relative de la pêche au crabe des neiges	Effort de la pêche au crabe des neiges (nombre de casiers levés)	Nb de casiers levés	R14-ZIFF	BDA	2004-2018	depuis 2004	Anomalie directionnelle	Bon
	Proportion de l'AMP touchée par la pêche au crabe des neiges	%						

Indicateurs	Mesures	Unités	Relevés	Échelle spatiale	Période de référence	Série existante	Méthode	Niveau de confiance
Pr12) Empreinte relative de la pêche au poisson de fond	Effort de la pêche au poisson de fond (nombre d'hameçons)	Nb d'hameçons	R14-ZIFF	BDA	2004-2018	depuis 2004	Anomalie directionnelle	Bon
	Proportion de l'AMP touchée par la pêche au poisson de fond	%						
Pr13) Empreinte des activités scientifiques	Empreinte des activités scientifiques (superficie touchée)	%	R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL, RD1-Imagerie	BDA	2004-2018	depuis 2004	<i>nd</i>	Bon
Pr14) Infractions – activités de pêche	<i>À venir</i>	Nb	<i>nd</i>	BDA (zones 1 et 2)	<i>nd</i>	<i>depuis 2019</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>
Pr15) Pêche au crabe des neiges	Taux d'exploitation du crabe des neiges	%	R14-ZIFF, R13-Crabe sGSL	BDA	2004-2018	depuis 2004	Anomalie directionnelle	Bon
	Biomasse des débarquements de crabes des neiges	Tonne	R14-ZIFF	BDA				
Pr16) Pêche au poisson de fond	Biomasse des débarquements de poisson de fond	Tonne	R14-ZIFF	BDA	2004-2018	depuis 2004	Anomalie directionnelle	Bon
Pr17) Pêche faite par les activités scientifiques	Biomasse récoltée par les activités scientifiques	Tonne	R10-Multi sGSL, R13-Crabe sGSL	BDA	2004-2018	depuis 2004	<i>nd</i>	Bon
Pr18) Nombre de nouvelles pressions	Nombre de nouvelles pressions	Nb	<i>nd</i>	BDA	<i>nd</i>	<i>depuis 2019</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>

* Indicateurs ou mesures non retenus lors de la revue par les pairs.

Annexe H. Biomasse et distribution des taxons inclus dans l'indicateur BD1) Espèces indicatrices d'eau froide.

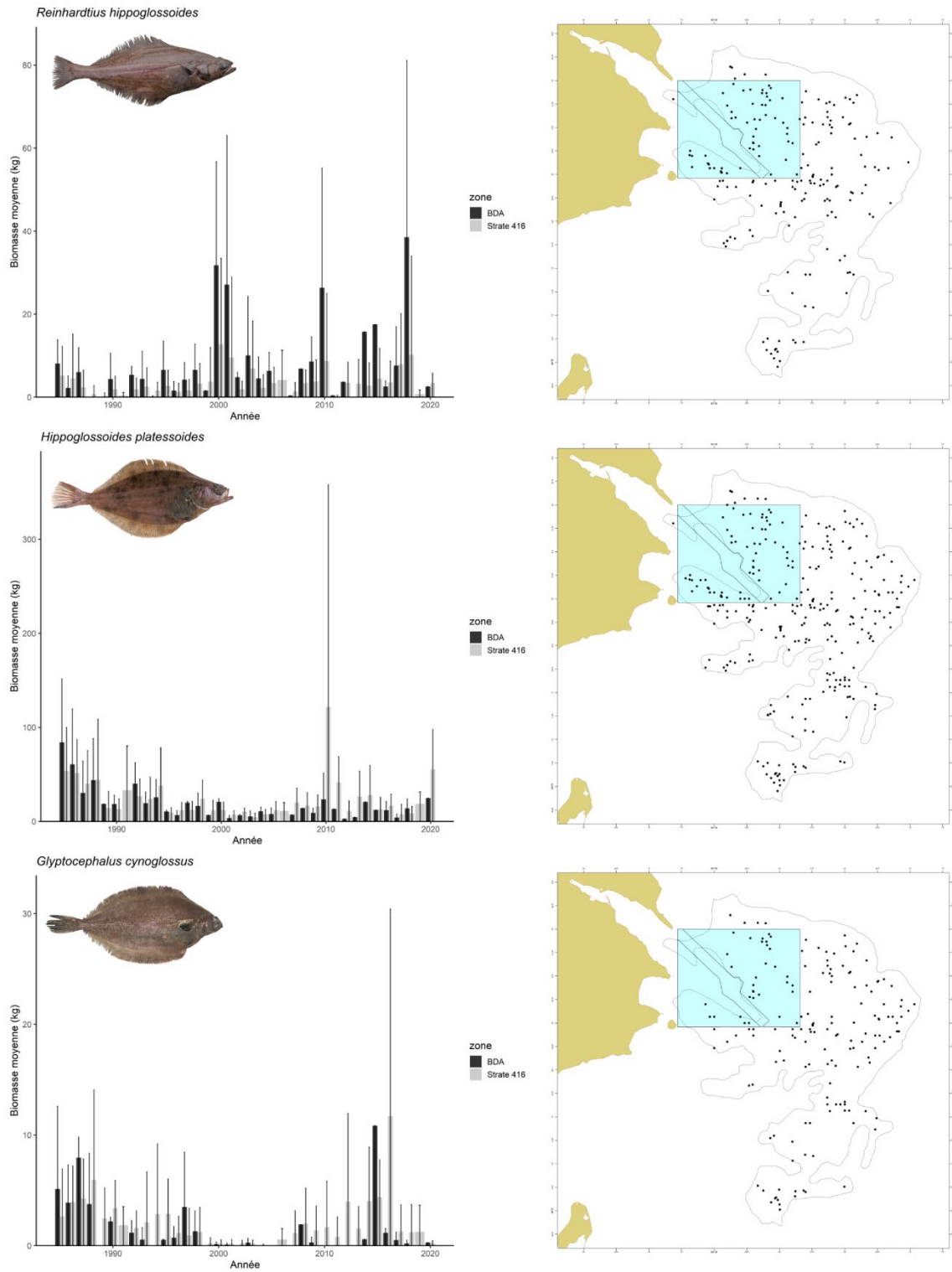


Figure H1. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*); au centre : plie canadienne (*Hippoglossoides platessoides*); en bas : plie grise (*Glyptocephalus cynoglossus*).

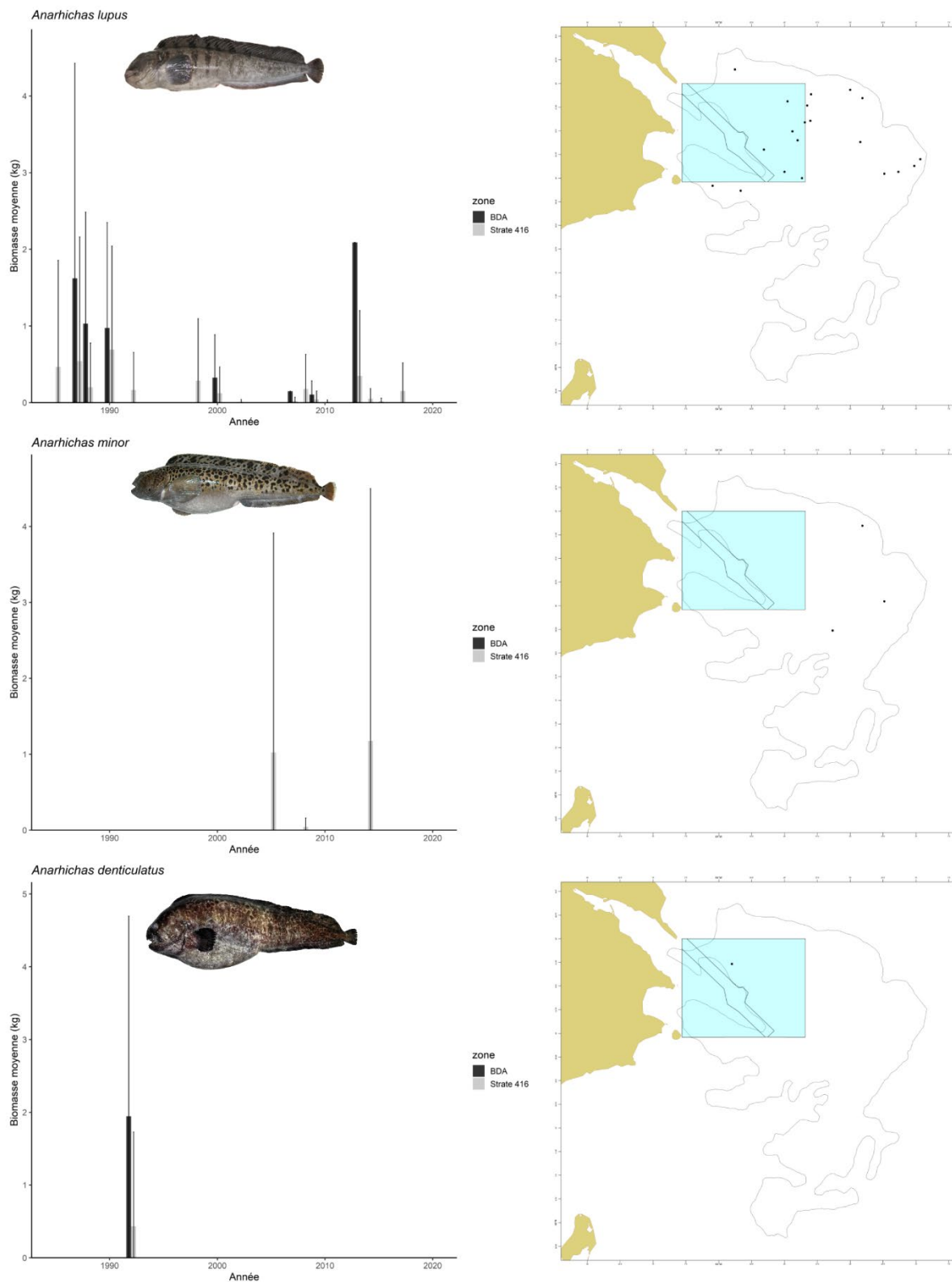


Figure H2. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : Loup Atlantique (*Anarhichas lupus*); au centre : loup tacheté (*Anarhichas minor*); en bas : loup à tête large (*Anarhichas denticulatus*).

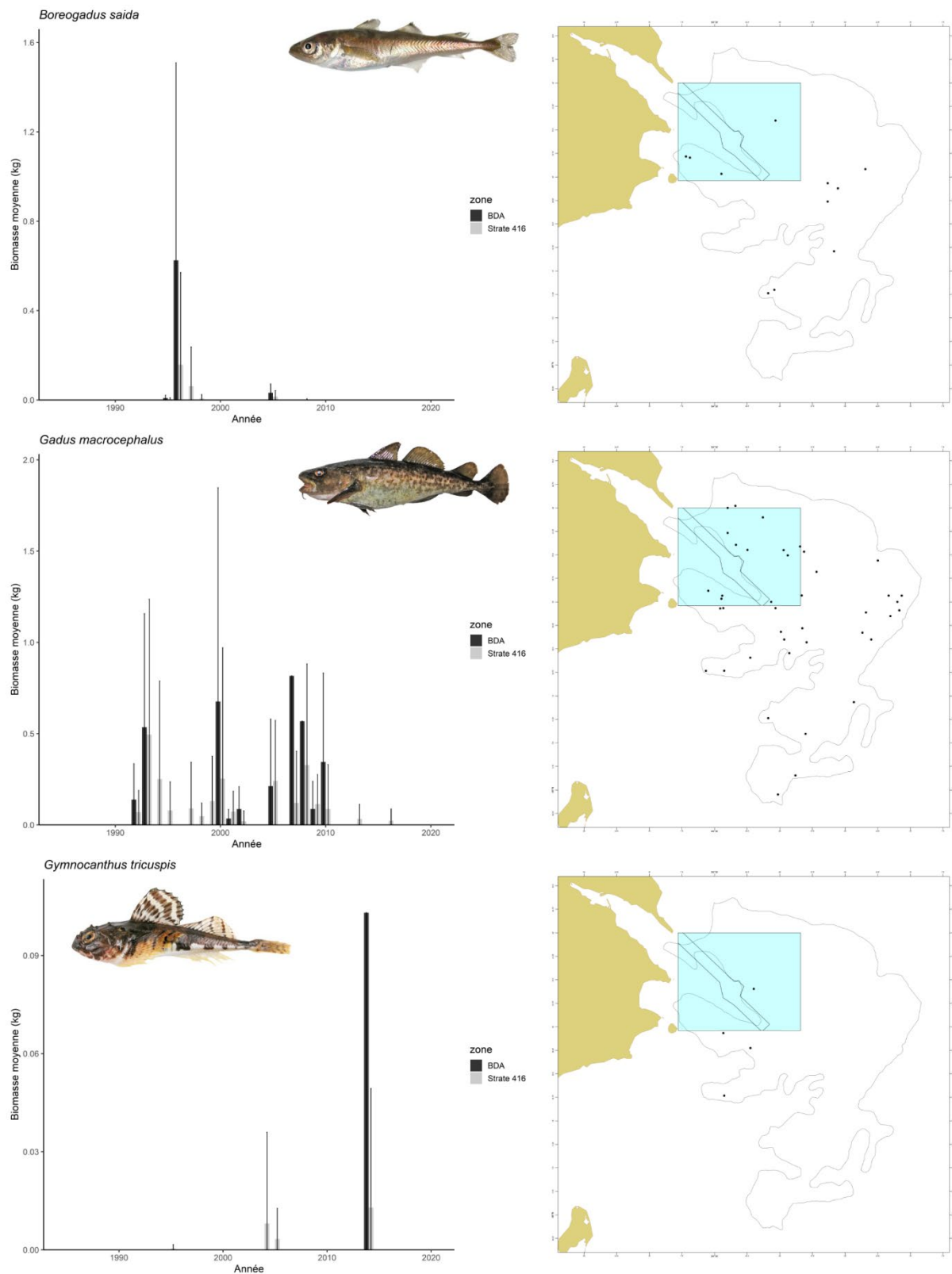


Figure H3. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : morue arctique (*Boreogadus saida*); au centre : Ogac (*Gadus macrocephalus*); en bas : tricorne arctique (*Gymnocanthus tricuspis*).

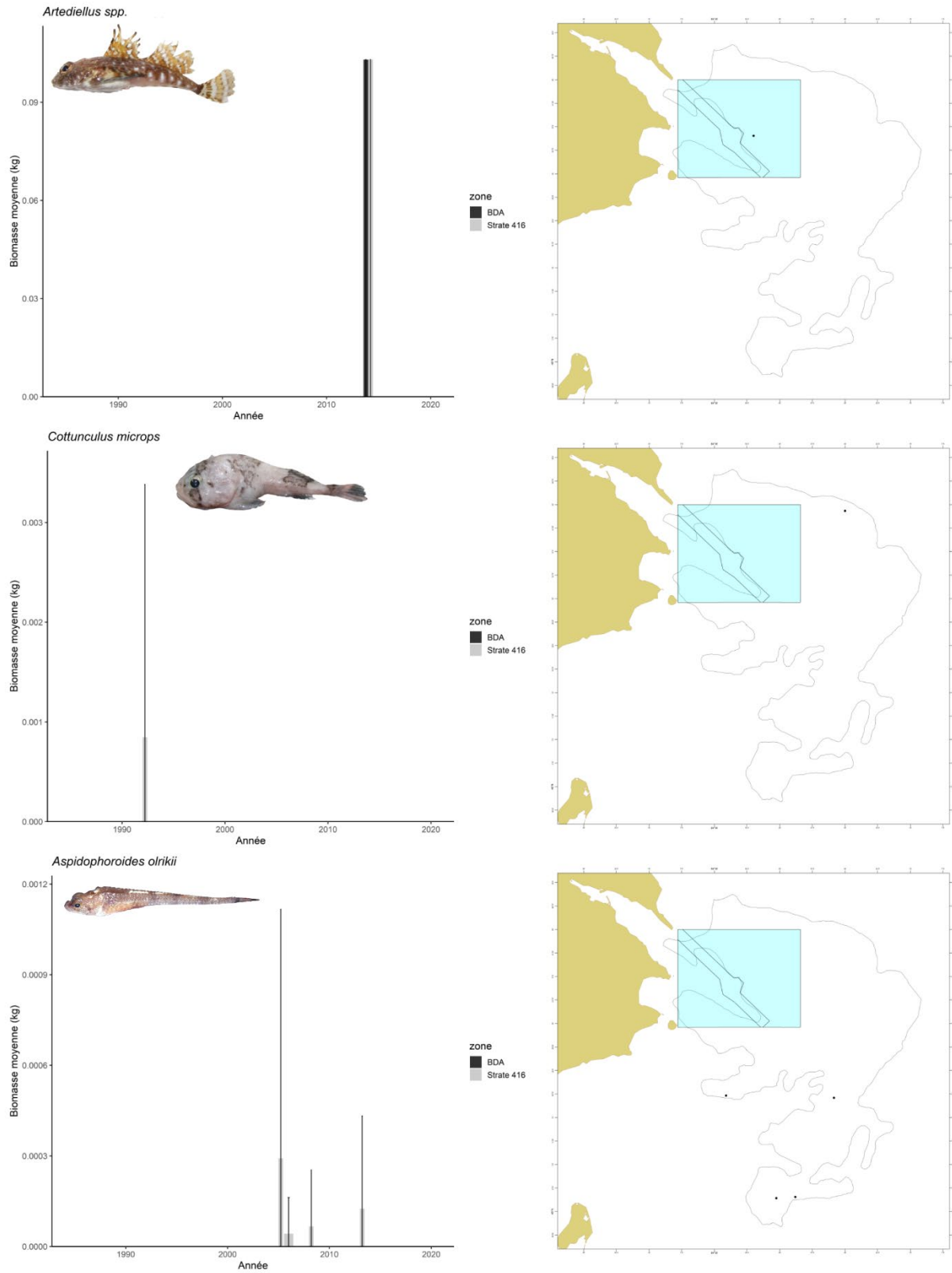


Figure H4. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : hameçon (*Artediellus sp.*); au centre : Cotte polaire (*Cottunculus microps*); en bas poisson-alligator arctique (*Aspidophoroides olrikii*).

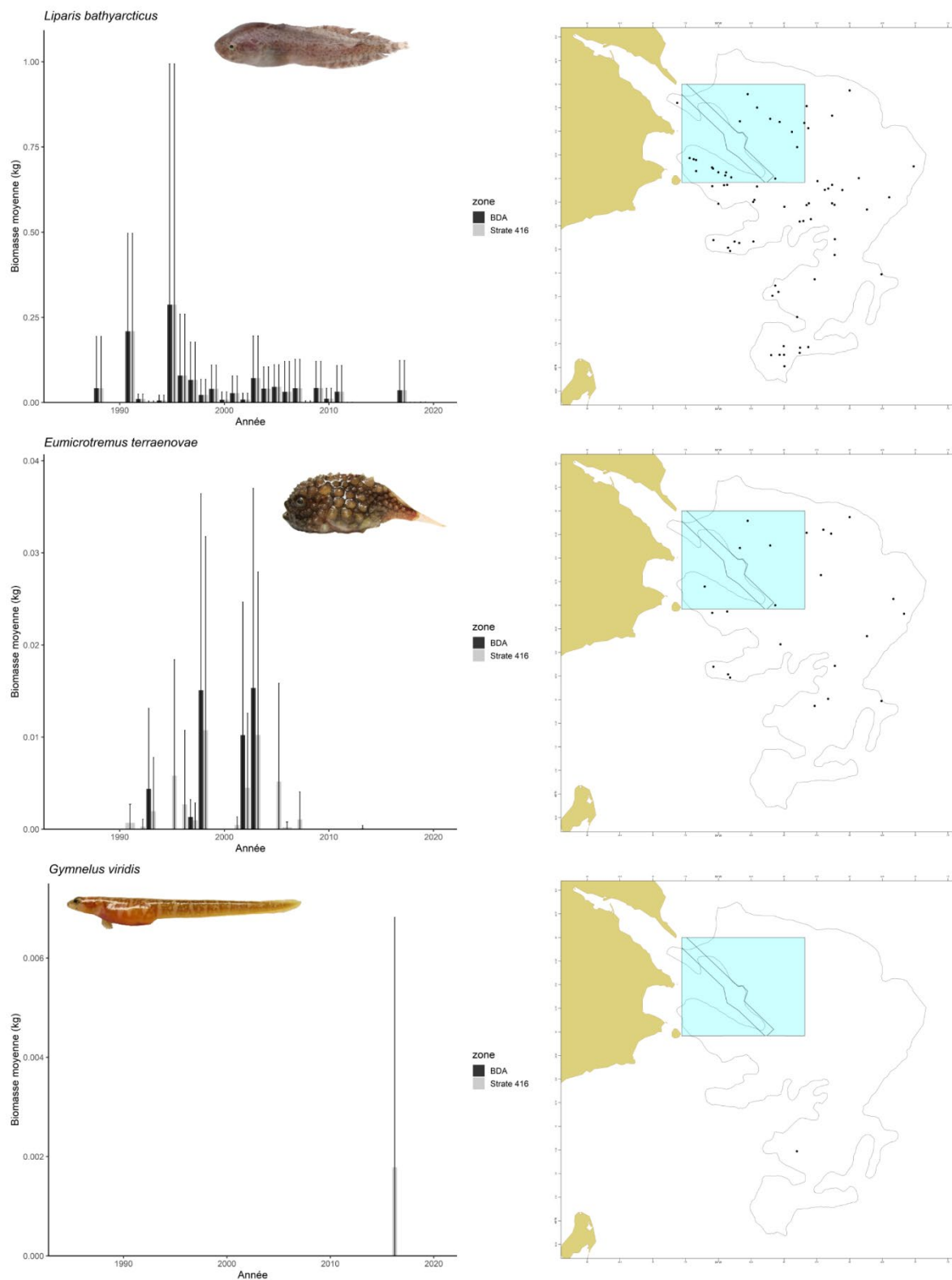


Figure H5. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : limace nébuleuse (*Liparis bathyartcticus*); (au centre) Petite poule de mer de Terre-Neuve (*Eumicrotremus terraenovae*); en bas : Uernerak caméléon (*Gymnelus viridis*). À noter qu'aucune capture de limace nébuleuse n'a été répertoriée dans la strate 416 depuis 1985.

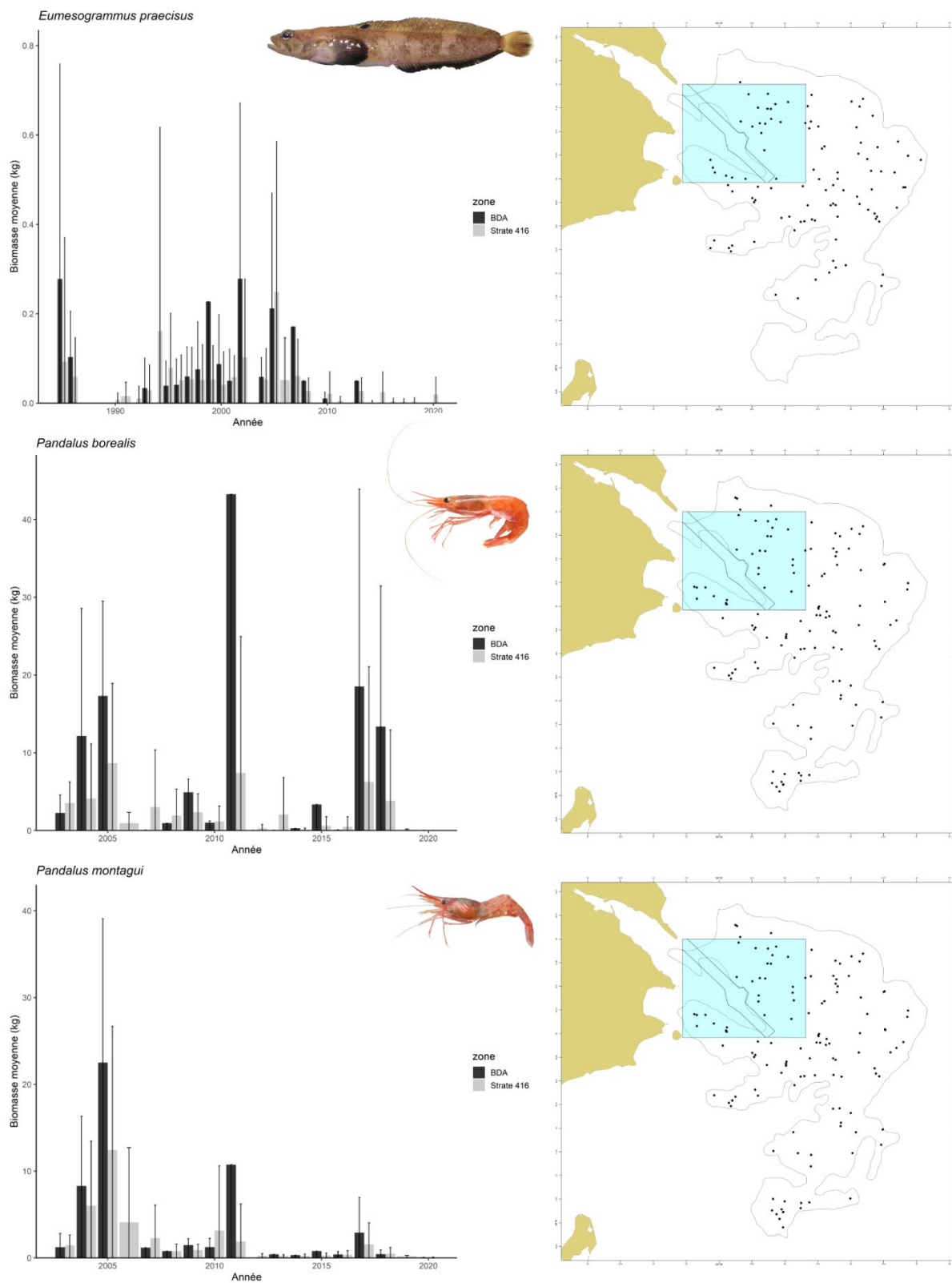


Figure H6. Biomasse et distribution des taxons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : quatre-lignes atlantique (*Eumesogrammus praecisus*); au centre : crevette nordique (*Pandalus borealis*); en bas : crevette ésope (*Pandalus montagui*).

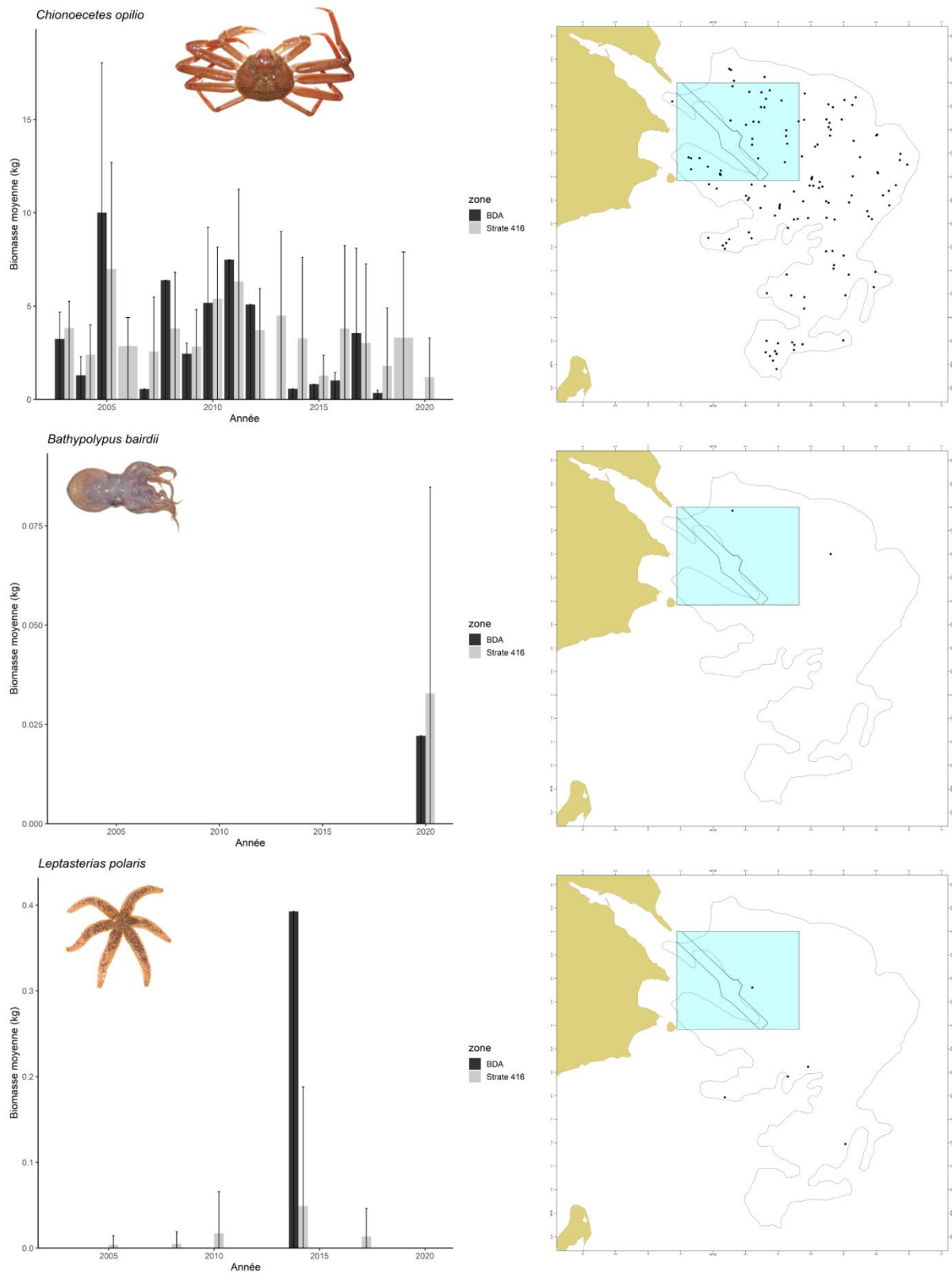


Figure H7. Biomasse et distribution des taxons à préférence d'eau froide dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*); au centre : poulpe boréal (*Bathypolypus bairdii*); en bas : étoile de mer polaire (*Leptasterias polaris*).

Annexe I. Biomasse et distribution des taxons inclus dans l'indicateur BD2) Espèces indicatrices d'eau chaude.

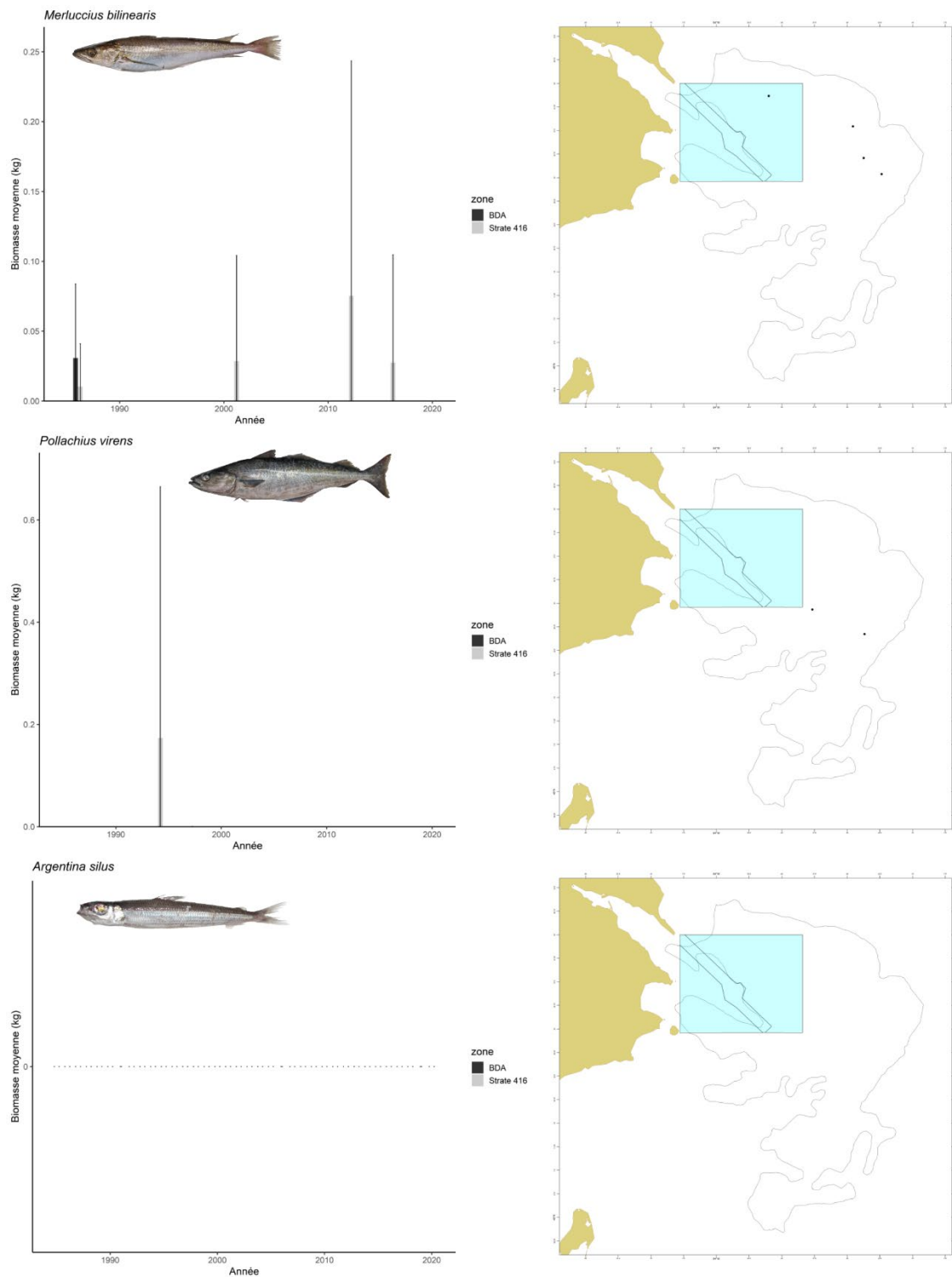


Figure 11. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau chaude dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : merlu argenté (*Merluccius bilinearis*); au centre : goberge (*Pollachius virens*); en bas : la grande argentine (*Argentina silus*). À noter qu'aucune capture de grande argentine n'a été répertoriée dans la strate 416 depuis 1985.

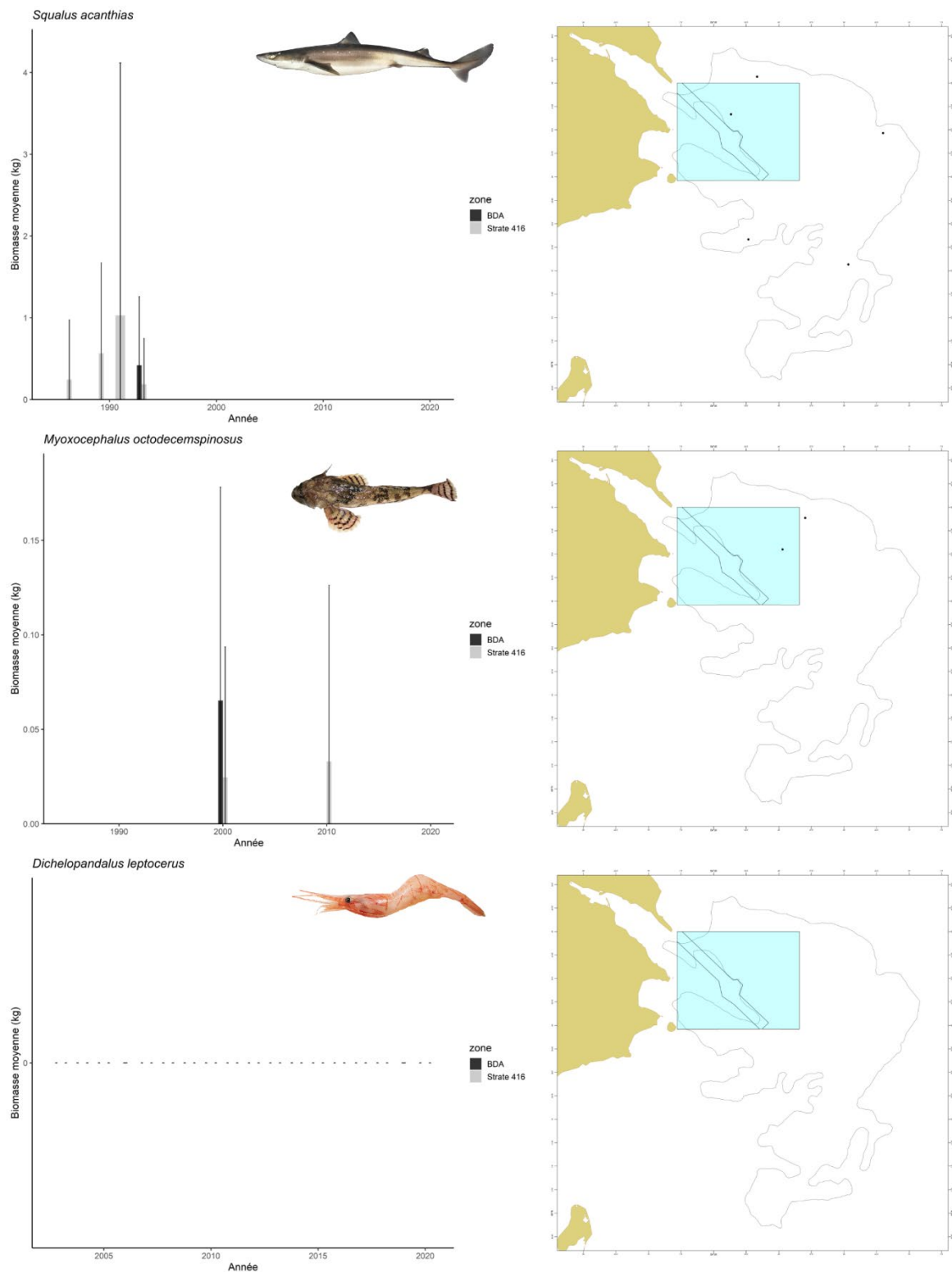


Figure 12. Biomasse et distribution des poissons à préférence d'eau chaude dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : aiguillat commun (*Squalus acanthias*); au centre : chaboisseau à dix-huit épines (*Myoxocephalus octodecemspinosus*); en bas : crevette soyeuse (*Dichelopandalus leptocerus*). À noter qu'aucune capture de crevette soyeuse n'a été répertoriée dans la strate 416 depuis 1985.

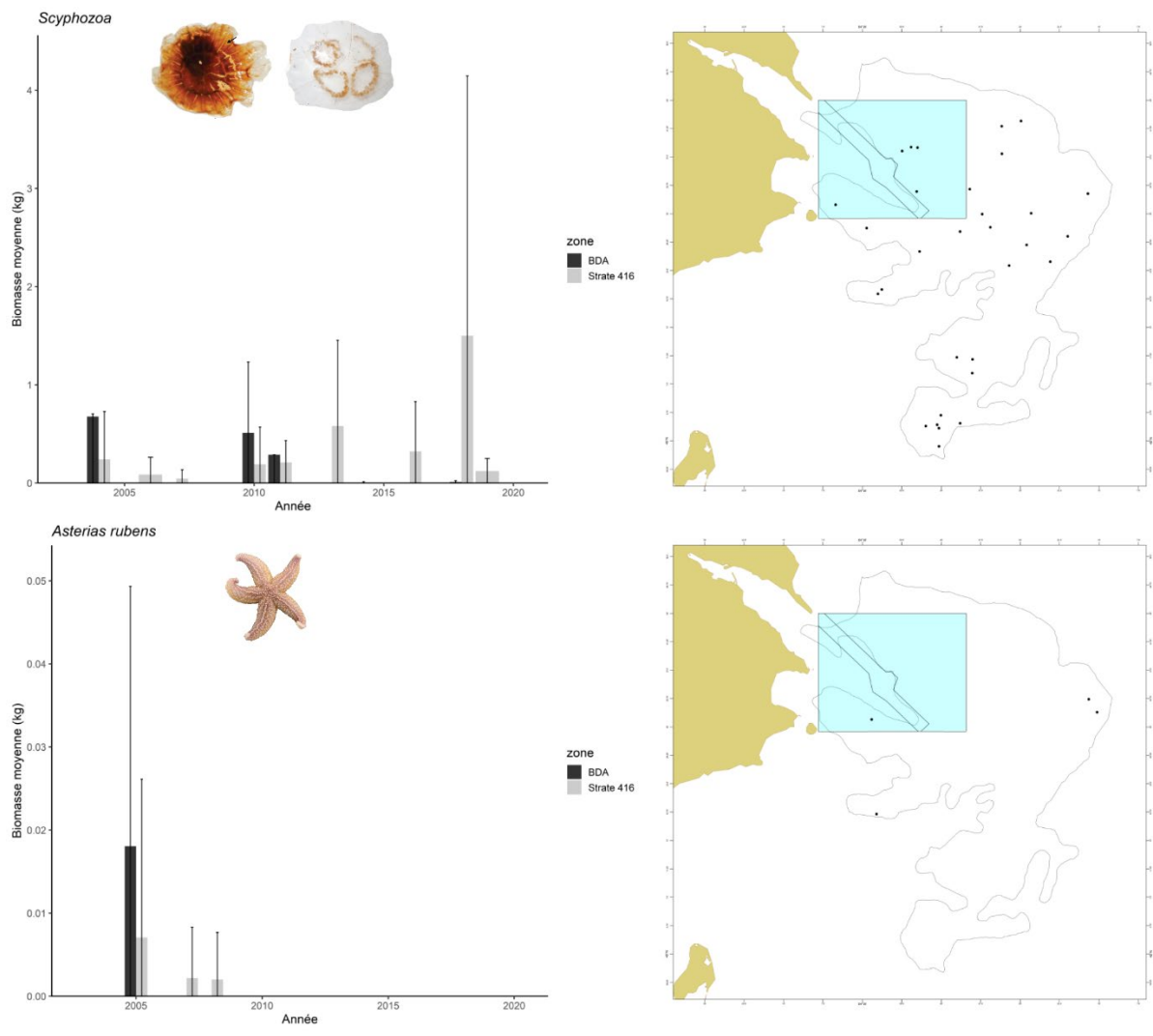


Figure 13. Biomasse et distribution des invertébrés à préférence d'eau chaude dans l'AMP et la zone tampon benthique entre 1985-2020. En haut : méduses (Scyphozoa); en bas : étoile de mer commune (Asterias rubens).

Annexe J. Exemple de fiche de saisie des données pour les activités d'observation en mer autorisées par un plan d'activité du MPO dans la ZPM du Banc-des-Américains.

Fiche de saisie de données pour les activités d'observation en mer (AOM) dans la ZPM du Banc-des-Américains

La fiche de saisie de données constitue un cahier de bord, où la personne responsable de la prise des données (soit le capitaine ou bien le ou la naturaliste/guide-interprète) peut prendre en note tous les éléments jugés pertinents lors d'une excursion en mer pour l'observation des mammifères marins.

Cette fiche n'est pas obligatoire à la réalisation de l'activité, mais elle se veut un outil convivial permettant de faciliter la compilation des données d'observation des mammifères marins. Les données recueillies seront aussi utiles à la production du rapport d'activité devant être fournie dans les 90 jours suivant la fin de l'activité qui a été approuvée par un plan d'activité, en vertu du Règlement sur la zone de protection marine du Banc-des-Américains. En outre, elles pourront également être utilisées à des fins de suivi pour la gestion de la zone de protection marine.

Pour **chaque sortie**, le ou la responsable de la prise de données peut prendre en note⁵ :

- La date*
- Le nom du ou de la responsable de la prise de données
- L'heure (locale) de début et l'heure de fin de la sortie
- Le nombre de passagers à bord

Toutes les observations faites au long de l'excursion peuvent être notées et seront utiles à des fins de suivi, mais **les observations faites à l'intérieur des limites de la ZPM du Banc-des-Américains sont à prioriser**. Il peut s'agir d'une observation effectuée lors d'un déplacement entre deux lieux ou d'une observation dirigée. L'observation est considérée comme étant dirigée lorsque le bateau est à l'arrêt, à vitesse réduite ou en effectuant des manœuvres pour observer un mammifère marin.

Lorsqu'un mammifère marin est observé, le responsable de la prise de données peut prendre en note les données suivantes (Tableau J1) :

- Heure (locale) et durée de l'observation
- L'espèce
- Le nombre d'animaux adultes
- Le nombre de veaux
- Les coordonnées géographiques* du bateau
- Le type d'observation (dirigée ou en déplacement)
- Les comportements observés (au repos, en alimentation, nage libre, saut « breaching », tapage des nageoires « flipper slapping » ou « lob tailing », etc.)
- Tout incident survenu*

Si l'embarcation est munie d'un système d'identification automatique (AIS), il serait très utile de prendre l'heure de l'observation, afin de pouvoir ultérieurement positionner les observations et le lieu où s'est déroulée l'activité.

Afin de connaître le taux de fréquentation des embarcations pour les excursions d'observation en mer au sein de la zone de protection marine du Banc-des-Américains, les informations suivantes peuvent également être notées :

- Nombre de bateaux présents sur un site d'observation dans un rayon approximatif d'un kilomètre

⁵ Les données marquées d'un astérisque (*) doivent **obligatoirement** être fournies dans le rapport d'activité, conformément à l'article 11(1) du *Règlement sur la zone de protection marine du Banc-des-Américains*.

-
- Le type d'embarcation (p. ex. : zodiac, plaisancier, etc.)

Pour chaque date où une sortie a été effectuée, la fiche de saisie de données (page suivante) peut être remplie. Pour la date suivante, il est important de commencer la prise de note sur une nouvelle fiche.

Fiche de saisie de données pour les activités d'observation en mer (AOM) dans la ZPM du Banc-des-Américains⁶

Nom du/de la responsable : _____
(capitaine et/ou naturaliste/guide-interprète)

Date de la Sortie : _____

Heure de début (sortie) : _____

Heure de fin (sortie) : _____

Nombre de passagers : _____

Tableau J1. Données d'observation en mer

Heure et durée de l'observation	Espèce	Nombre d'animaux adultes	Nombre de veaux	Coordonnées* (lat./long.)	Type d'observation (dirigée ou déplacement)	Comportements (repos, alimentation, saut, nage, etc.)	Nombre d'embarcations	Type d'embarcation	Incident survenu*

Commentaires : _____

⁶ Les données marquées d'un astérisque (*) doivent **obligatoirement** être fournies dans le rapport d'activité, conformément à l'article 11(1) du *Règlement sur la zone de protection marine du Banc-des-Américains*.