



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2024/076

Région du Golfe

Évaluation de la pêche du pétoncle dans le sud du Golfe du Saint-Laurent en 2023: données de la pêche commerciale et données de relevés

Monique Niles, Andrew Harbicht, Jeff Barrell, Jeff C. Clements, Rémi Sonier

Pêches et Océans Canada
Centre des pêches du Golfe
343, avenue Université, C.P. 5030
Moncton (Nouveau-Brunswick) E1C 9B6

Avant-propos

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

Publié par :

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

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca



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

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-74115-4 N° cat. Fs70-5/2024-076F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Niles, M., Harbicht, A., Barrell, J., Clements, J.C., Sonier, R. 2024. Évaluation de la pêche du pétoncle dans le sud du Golfe du Saint-Laurent en 2023: données de la pêche commerciale et données de relevés. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/076. xii + 122 p.

Also available in English :

Niles, M., Harbicht, A., Barrell, J., Clements, J.C., Sonier, R. 2024. Scallop Fishery Assessment of the Southern Gulf of St. Lawrence to 2023: Commercial Fishery and Survey Data. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2024/076. xi + 118 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	xii
1. INTRODUCTION	1
1.1. BIOLOGIE	1
2. DESCRIPTION DE LA PÊCHE.....	2
2.1. ZONES DE PÊCHE.....	3
2.2. ZONES TAMPONS	3
2.3. FERMETURES DE ZONE.....	3
2.4. SAISONS DE PÊCHE	3
2.5. ENGINS DE PÊCHE	4
2.6. COMPTE EN CHAIR.....	4
2.7. PERMIS.....	5
2.8. DÉBARQUEMENTS ET JOURNAUX DE BORD.....	5
2.9. PÊCHE RÉCRÉATIVE	6
3. ÉVALUATION	6
3.1. MÉTHODES – DONNÉES DÉPENDANTES DE LA PÊCHE	6
3.1.1. Statistiques sur les captures	7
3.1.2. Analyse spatiale	7
3.1.3. Modèle d'épuisement	8
3.1.4. Point de référence limite	10
3.1.5. Modèle JABBA (Just Another Bayesian Biomass Assessment)	10
3.2. MÉTHODES – DONNÉES INDÉPENDANTES DE LA PÊCHE.....	11
4. RÉSULTATS.....	14
4.1. DÉBARQUEMENTS, JOURNAUX DE BORD ET QUALITÉ DES DONNÉES	14
4.1.1. ZPP 21	15
4.1.2. ZPP 22	15
4.1.3. Gisement de West Point	16
4.1.4. Gisement de Cape Tormentine	17
4.1.5. ZPP 23	17
4.1.6. ZPP 24	17
4.1.7. Gisement de Pictou.....	17
4.1.8. Aire principale (ZPP 22 et 24 combinées).....	18
4.1.9. Point de référence limite – modèle JABBA mis à jour.....	18
4.2. RELEVÉS DE RECHERCHE DE 2019 À 2023.....	19
4.2.1. État des pétoncles.....	20
4.2.2. Indices de relevé	20
5. CONSIDÉRATIONS ÉCOSYSTÉMIQUES	23
6. DISCUSSION.....	26
7. RÉFÉRENCES CITÉES	30
8. TABLEAUX	38
9. FIGURES	52

10. ANNEXES.....	92
ANNEXE A.1.....	92
ANNEXE A.2.....	95
ANNEXE A.3.....	96
ANNEXE A.4.....	106
ANNEXE A.5.....	106
ANNEXE A.6.....	110
ANNEXE A.7.....	118
ANNEXE A.8.....	119

LIST OF TABLES

Tableau 1. Résumé des mesures de gestion pour la pêche au pétoncle dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	38
Tableau 2. Répartition des permis de pêche commerciale du pétoncle et estimations des permis de pêche actifs et du total des permis de pêche (entre parenthèses) par zone de pêche du pétoncle (ZPP) et pour l'ensemble du sud du Golfe du Saint-Laurent (sGSL) de 2017 à 2022, indiquant le pourcentage d'activité en 2016 et en 2022.....	39
Tableau 3. Nombre de permis, journaux de bord retournés, débarquements (en nombre de pétoncles) et estimation du poids de la chair de pétoncles dans la pêche récréative du pétoncle du sud du Golfe du Saint-Laurent de 2017 à 2022.....	39
Tableau 4. Description des strates et superficie (km ²) pour les relevés du pétoncle de Northumberland de 2019 à 2023.	40
Tableau 5. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 21, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord. Veuillez noter que les données pour 2023 sont préliminaires.....	41
Tableau 6. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 22, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord.	42
Tableau 7. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 23, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord.	43
Tableau 8. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 24, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord.	44
Tableau 9. Débarquements, effort de pêche et captures par unité d'effort provenant des journaux de bord commerciaux pour les zones de pêche du pétoncle 21, 22 et 24 et l'aire principale (ZPP 22 et 24) de 2017 à 2023, dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.	45
Tableau 10. Description des dates des relevés de pétoncles des navires de recherche, des gisements, de la proportion de la superficie dans la strate, du nombre de traits choisis au hasard, du nombre de pétoncles mesurés et disséqués et du nombre de crabes communs mesurés pour chaque année de relevé.....	45
Tableau 11. Nombre de pétoncles (n), moyenne et écart type de la hauteur de coquille, fourchette de tailles, poids maximal de la chair, âge moyen et maximal du pétoncle géant pour chaque année de relevé (2019 à 2023), deux grandeurs de mailles (18 mm et 82,6 mm).	46
Tableau 12. Nombre de pétoncle (n), écart moyen et écart type de la hauteur de coquille, fourchette de tailles, poids maximal de la chair, moyenne et ratio des claquettes (Merrill et Posgay 1964) de pétoncles géants pour chaque année de relevé (2019 à 2023), maillage = 82,6 mm.	46
Tableau 13. Nombre de pétoncles échantillonnés pour déterminer leur état ou le poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, à partir des relevés d'octobre et d'avril et de l'échantillonnage au quai pendant la saison de pêche de 2019 à 2023 pour chacun des trois grands gisements de pétoncle (West Point, Cape Tormentine et Pictou) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	47
Tableau 14. État ou poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, à partir des relevés d'octobre et d'avril et de l'échantillonnage au quai pendant la saison de pêche de 2019 à 2023 pour chacun des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tormentine, West Point et Pictou) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.	47

Tableau 15. Indices de la biomasse exploitable (non corrigés en fonction de l'efficacité de la drague) des pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm de hauteur de coquille) des relevés d'octobre par navire de recherche dédiés aux gisements des pétoncles en nombre (nombre par m^2) et en poids de chair (kg par trait standard de $657 m^2$; moyenne, erreur type [ET]), densité (g par m^2), zone de gisement correspondante (km^2) selon le contour de 20 jours par km^2 , indice de la biomasse (poids de la chair, t), débarquements calculés au prorata en fonction du gisement et taux d'exploitation qui en découle, de 2019 à 2023.....	48
Tableau 16. Indices de la biomasse (non corrigés en fonction de l'efficacité de la drague) des pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm de hauteur de coquille) des relevés d'avril par navire de recherche dédiés aux gisements des pétoncles en poids de chair (kg par trait standard de $657 m^2$; moyenne, erreur type [ET]), densité (g par m^2), zone correspondante du gisement (km^2) selon le contour de 20 jours par km^2 , indice de la biomasse (poids de la chair, t), débarquements calculés au prorata en fonction du gisement et taux d'exploitation qui en découle, de 2022 à 2023.....	49
Tableau 17. Indices de la biomasse exploitable (non corrigés en fonction de l'efficacité de la drague) des pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm de hauteur de coquille) des relevés d'octobre par navire de recherche des pétoncles en nombre (nombre par m^2) et en poids de chair (kg par trait standard de $657 m^2$; moyenne, erreur type [ET]), en densité (g par m^2), par zone de relevé correspondante (km^2), indice de la biomasse (poids de la chair, t), débarquements calculés au prorata en fonction de la zone de relevé de 2019 à 2023, ratio des débarquements (zone ayant fait l'objet d'un relevé : aire principale) pour l'aire principale de la région du Golfe (ZPP 22 et ZPP 24).	50
Tableau 18. Estimations de la biomasse exploitable (B_0) pour l'aire principale des pétoncles (ZPP 22 et 24) de 2017 à 2023, dans le sud du Golfe du Saint-Laurent, calculées à l'aide d'un modèle JABBA à données limitées (avec des données jusqu'en 2023, y compris celles des relevés, des débarquements et des efforts), estimations de la biomasse exploitable du modèle d'épuisement et indices de la biomasse des relevés.	51

LIST OF FIGURES

Figure 1. Zones de pêche du pétoncle (ZPP) et emplacements des zones tampons (en bleu) de pêche et des zones fermées (hachuré) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.	52
Figure 2. Drague de type Digby à neuf paniers couramment utilisée dans la pêche du pétoncle géant dans la région du Golfe.	52
Figure 3. Nombre de permis de pêche commerciale du pétoncle de 1986 à 2022 dans la région du Golfe pour chaque zone de pêche du pétoncle (ZPP).	53
Figure 4. Carte de l'aire principale (ZPP 22 et ZPP 24; zone ombrée en bleu pâle), des strates des gisements de pétoncles (du nord au sud, West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22 et Pictou dans la ZPP 24, tels que définis par le contour de 20 jours par km ² [zone hachurée]) et des strates d'échantillonnage des relevés (polygones de lignes pleines) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent (sGSL).....	53
Figure 5. Graphique du modèle théorique de régression linéaire du déclin de l'indice d'abondance avec l'augmentation des captures cumulées utilisées pour estimer la biomasse exploitable avant la pêche (B_0), la pente (q) et le point d'intersection (qB_0).	54
Figure 6. Engin d'un relevé de recherche composé d'une drague à pétoncle de type Digby à huit paniers (anneaux de 82,6 mm) dont deux sont revêtus (mailles de 18 mm) utilisé dans les relevés des pétoncles en 2019 et 2023 dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.	54
Figure 7. Débarquement commercial de pétoncles géants (tonnes de chair), médiane à long terme et nombre de voyages (jours de pêche) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent, de 1968 à 2023.	55
Figure 8. Proportion des débarquements dans le Golfe provenant des zones de pêche du pétoncle (ZPP) 21, 22, 23 et 24 entre 2003 et 2023 selon les journaux de bord et les bordereaux de vente commerciaux.	55
Figure 9. Débarquements inscrits de pétoncles géants (tonnes de chair), pour l'aire principale (ZPP 22 et 24) et tout le sud du Golfe du Saint-Laurent, de 1923 à 2023.	56
Figure 10. Débarquements commerciaux de pétoncles géants (barres; tonnes de chair) et nombre de voyages (ligne; somme des jours où des débarquements distincts sont déclarés) dans les ZPP 21, 22, 23 et 24 de la pêche du pétoncle du sud du Golfe du Saint-Laurent, de 1987 à 2016.	56
Figure 11. Diagramme de densité de noyau de la pêche commerciale du pétoncle dans le sud du Golfe du Saint-Laurent, exprimée en kg de poids de chair avec données de position par km ² tirées des journaux de bord pour les années 2003 à 2016 (panneau du haut) et 2017 à 2023 (panneau du bas).	57
Figure 12. Le pourcentage (et les tendances) des données utilisables des journaux de bord (pour l'analyse spatiale du taux de capture) par rapport au nombre total de jours de pêche déclarés par ZPP de 2001 à 2023.	58
Figure 13. Débarquements annuels (t de chair), taux de captures correspondants (kg h ⁻¹) et effort calculé au prorata (heures de dragage) pour les zones de pêche du pétoncle (ZPP) 21, 22 et 24 et l'aire principale (ZPP 22 et 24) selon les journaux de bord et les bordereaux de vente de 2003 à 2023p (p=préliminaire).	58
Figure 14. Proportion des débarquements de la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 22 provenant des gisements de West Point et de Cape Tormentine (définis par le contour de 20 jours par km ² , Niles et al. 2021) entre 2003 et 2023 selon les positions de pêche déclarées dans les journaux de bord.	59
Figure 15. Estimations du modèle d'épuisement de la biomasse exploitable (B_0) au début de la pêche et taux d'exploitation (\hat{E}) de 2003 à 2023 pour les principales zones de pêche du	

pétoncle (ZPP 22 et 24) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent; les intervalles de confiance (IC) à 95 % sont également indiqués.	59
Figure 16. Débarquements annuels (t de chair), taux de captures correspondants [kg h^{-1}] et effort calculé au prorata (heures de dragage) tirés des journaux de bord des pétoncles de 2003 à 2023 pour les gisements de West Point (panneau du haut), de Cape Tormentine (panneau du milieu) et de Pictou (panneau du bas).	60
Figure 17. Estimations du modèle d'épuisement de la biomasse exploitable (B_0) au début de la pêche et taux d'exploitation (\dot{E}) de 2003 à 2023 pour les grands gisements de pétoncles (West Point, panneau de gauche, Cape Tormentine, panneau du milieu et Pictou, panneau de droite) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent; les intervalles de confiance à 95 % sont également indiqués.	61
Figure 18. Proportion des débarquements de la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 24 provenant du gisement de Pictou (défini par le contour de 20 jours par km^2 , Niles et al. 2021) entre 2003 et 2023 selon les positions de pêche déclarées dans les journaux de bord.	61
Figure 19. Estimation des niveaux de biomasse du pétoncle géant d'après les données des captures commerciales et sur l'effort (modèle de référence 1923 à 2021) ainsi qu'estimations de la biomasse du relevé d'automne (modèle mis à jour, 1923 à 2023) pour l'aire principale du stock de pétoncles géants du sGSL, tel que produites par un modèle JABBA.	62
Figure 20. Un graphique de Kobe de la mortalité relative liée à la pêche en fonction de la biomasse relative estimée par un modèle JABBA ajusté aux données de débarquements et d'effort de pêche des pétoncles géants de 1923 à 2023.	62
Figure 21. Mortalité par pêche du pétoncle géant (F) et intervalle de confiance à 95 % estimés par le JABBA ajusté aux données de 1923 à 2023.	63
Figure 22. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre par trait standard) dans le gisement de West Point de la région du Golfe tirée des relevés de 2019 à 2021.	64
Figure 23. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre par trait standard) dans le gisement de West Point de la région du Golfe tirée des relevés de 2022 et de 2023.	65
Figure 24. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Cape Tormentine de la région du Golfe tirée des relevés de 2019 et de 2021.	66
Figure 25. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Cape Tormentine de la région du Golfe tirée des relevés de 2022 et de 2023.	67
Figure 26. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Pictou de la région du Golfe tirée des relevés de 2019 et de 2021.	68
Figure 27. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Pictou de la région du Golfe tirée des relevés de 2022 et de 2023.	69
Figure 28a. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$) du gisement de West Point (ZPP 22) selon les données des journaux de bord commerciaux (à gauche) et celles des relevés de recherche (à droite) de 2019 à 2022.	70
Figure 28b. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$) du gisement de West Point (ZPP 22) selon les données des journaux de bord commerciaux (à gauche) et celles des relevés de recherche (à droite) de 2022 à 2023.	71
Figure 29a. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$) du gisement de Cape Tormentine selon les données des journaux de bord commerciaux (panneau de gauche) et celles des relevés de recherche (panneau de droite) de 2019 à 2022.	72

Figure 29b. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$) du gisement de Cape Tormentine selon les données des journaux de bord commerciaux (panneau de gauche) et celles des relevés de recherche (panneau de droite) de 2022 à 2023.	73
Figure 30. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$) du gisement de Pictou selon les données des journaux de bord commerciaux (panneau de gauche) et celles des relevés de recherche (panneau de droite) de 2019 à 2023, à l'exception de 2020, année où aucun relevé n'a été mené.....	74
Figure 31. Diagramme de quartiles de la profondeur de l'eau en mètres des traits de relevé ayant capturé des pétoncles sur chaque gisement (Cape Tourmentine, Pictou et West Point) au cours de la série chronologique des relevés (de 2019 à 2023), au sein du détroit de Northumberland, dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	75
Figure 32. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur les principaux gisements (ZPP 22 et 24) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023.....	76
Figure 33. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur le gisement de West Point (ZPP 22) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023.....	77
Figure 34. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur le gisement de Cape Tormentine (ZPP 22) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023.....	78
Figure 35. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur le gisement de Pictou (ZPP 24) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023 (à noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020).	79
Figure 36. Diagramme de quartiles du poids de chair (g) de pétoncles géants ≥ 80 mm de hauteur de coquille de chaque grand gisement pour toutes les années de relevés combinées (2019 à 2023), maillage = 82,6 mm).	80
Figure 37. Indice des claquettes (%) en proportion de claquettes des relevés de recherche menés en octobre (2019 à 2023) sur les grands gisements de pétoncle (West Point, ligne pleine, Cape Tourmentine, ligne pointillée et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	80
Figure 38. État, ou poids de la chair prévu d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, d'après les relevés de recherche effectués en octobre (2019 à 2023) et en avril (2022 et 2023) des trois principaux gisements de pétoncle (Cape Tourmentine, ligne pointillée; West Point, ligne pleine; et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.	81
Figure 39. État, ou poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, provenant d'un échantillonnage au quai hebdomadaire (et moyenne) de la saison de pêche en 2021 (cercle), 2022 (triangle) et 2023 (carré) des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tourmentine, ligne pointillée; West Point, ligne pleine; et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	81
Figure 40. État, ou poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, provenant d'un échantillonnage au quai pendant la saison de pêche (triangle) et état du relevé correspondant (cercle) de 2021 à 2023 pour chacun des trois grands gisements	

de pétoncle (Cape Tourmentine, ligne pointillée; West Point, ligne pleine; et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	82
Figure 41. Différence (panneaux de gauche) et différence en pourcentage (panneaux de droite) entre l'état de la pêche (poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm) et état du relevé lorsque disponible pour 2021, 2022 et 2023 des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tormentine, West Point et Pictou) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.....	82
Figure 42. Poids de la chair (g) moyen (ET) [panneau du haut] et nombre de pétoncles (hauteur de coquille > 80 mm) [panneau du milieu] par trait standard (657 m ²) et nombre de recrues (hauteur de coquille de 65 à 79 mm) [panneau du bas] par trait standard à maillage de 18 mm (219,2 m ²) pour les gisements de West Point (triangles), Cape Tourmentine (cercles) et Pictou (carrés) [tels que définis par le contour de 20 jours par km ⁻² , voir Niles et al. 2021] des relevés d'octobre, 2019 à 2023.	83
Figure 43. En octobre, les indices de la biomasse des relevés (cercles) de la biomasse exploitable (B, t) [panneau de gauche] et les nombres de pétoncles commerciaux (M, millions) [panneau de droite], pour les gisements de West Point (ligne pleine), de Cape Tormentine (tirets courts) et le gisement de Pictou (tirets longs) [tels que définis par le contour de 20 jours par km ⁻² , voir Niles et al. 2021] de 2019 à 2023.	84
Figure 44. Octobre 2019 à 2023 (cercles), avril 2022 et 2023 (triangles) et avril ajustés pour l'état (tirets courts) les indices de la biomasse exploitable (B) [panneaux supérieurs] et les indices des relevés du nombre de pétoncles (hauteur de coquille > 80 mm) en millions (M) (panneaux inférieurs), pour le gisement de West Point (panneau de gauche) et le gisement de Cape Tormentine (panneau de droite) [tels que définis par le contour de 20 jours par km ⁻² , voir Niles et al. 2021].	84
Figure 45. Poids de la chair moyen du pétoncle de taille commerciale (hauteur de coquille de ≥ 80 mm) [en haut à gauche], nombre moyen de pétoncles de taille des recrues (hauteur de la coquille de 65 à 79 mm, maillage de 18 mm seulement) et nombre moyen de pétoncles de taille commerciale (hauteur de coquille ≥ 80 mm) [en bas à droite] par trait standard et par 100 m ² [en bas à droite] des relevés d'octobre pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates de relevé].....	85
Figure 46. Nombre de pétoncles de taille commerciale en millions (M) des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) exprimé par le nombre de pétoncles (M) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés].....	85
Figure 47. Nombre de recrues des relevés d'octobre selon les paniers revêtus des dragues (maillage de 18 mm) exprimé comme le nombre total de recrues en millions (M) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés].	86
Figure 48. Indice de la biomasse des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) exprimé par la biomasse exploitable (B ₀) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés].	86
Figure 49. Taux d'exploitation des pétoncles géants commerciaux pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés].....	87
Figure 50. Les estimations du modèle d'épuisement (p<0,05) de 2003 à 2023 (ligne continue, bleue) au début de la pêche (B ₀) et les intervalles de confiance (IC) à 95 % correspondants pour les gisements de West Point (en haut), de Cape Tormentine (au milieu) et de Pictou (en bas) [tels que définis par le contour de 20 jours par km ⁻² , voir Niles et al. 2021].	87

Figure 51. Les estimations du modèle d'épuisement ($p < 0,05$) de 2003 à 2023 (ligne continue, bleue) au début de la pêche (B_0) et les intervalles de confiance (IC) à 95 % correspondants pour la ZPP 22 (à gauche) et la ZPP 24 (à droite).....	88
Figure 52. A. Températures maximales au fond en été (juillet à septembre) enregistrées dans le détroit de Northumberland de 1995 à 2021.	89
Figure 53. Nombre moyen de crabes communs (panneau du haut) par trait standard (657 m ²) à partir du mois d'octobre (cercles) sur les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou, tels que définis par le contour de 20 jours par km ⁻² , voir Niles et al. 2021).	90
Figure 54. Poids moyen du crabe commun (en haut), nombre moyen de crabes communs (au centre) de taille commerciale (largeur de carapace de ≥ 108 mm, mâles) et nombre moyen de crabes communs (panneaux du bas) par trait standard (657 m ²) tirés des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou; les gisements sont définis par les strates des relevés).....	90
Figure 55. Indice de la biomasse des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) exprimé par la biomasse des crabes communs (B_0) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou; les gisements sont définis par les strates des relevés).....	91

RÉSUMÉ

L'évaluation du stock de pétoncles géants pour le sud du Golfe du Saint-Laurent (sGSL) en 2024 comprend des données tirées de la pêche commerciale (1923 à 2023) et des relevés de recherche (2019 à 2023). Nous présentons les débarquements, l'effort et les taux de capture ou prise par unité d'effort (PUE) à l'échelle de la zone de pêche du pétoncle (ZPP), du gisement et de l'aire principale (ZPP 22 et 24) pour les séries chronologiques disponibles.

Les débarquements annuels dans le sGSL étaient de 69 t en 2022 et les débarquements préliminaires de 83 t en 2023, soit une moyenne de 75 t depuis 2017, la majorité (94 %) provenant de l'aire principale, plus précisément des ZPP 22 (59 %) et 24 (35 %). L'analyse spatiale des journaux de bord a révélé qu'environ 61 % des débarquements principaux provenaient de trois grands gisements : West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22 et Pictou dans la ZPP 24. Les taux de capture commerciaux pour l'aire principale étaient en moyenne de 6,6 kg par heure (8,09 kg/h et 5,24 kg/h pour les ZPP 22 et 24, respectivement), supérieurs aux taux rapportés dans l'évaluation précédente. En fait, les taux de capture en 2023 étaient les plus élevés de la série chronologique (2003 à 2023). Un modèle d'épuisement a été ajusté aux données sur les débarquements et les taux de capture de 2003 à 2023, révélant des taux d'exploitation élevés pour les deux grands gisements de pétoncle géants dans la ZPP 22 (moyenne de 50 %), ce qui laisse supposer une surpêche. L'incapacité d'ajuster le modèle aux données de la ZPP 24 met en évidence des incertitudes dans les données dépendantes de la pêche. L'exactitude des journaux de bord et le fait qu'ils soient remplis au complet demeurent essentiels à la fiabilité des évaluations et des avis scientifiques.

En 2019, des relevés de recherche annuels furent lancés afin d'établir une série chronologique de données pour les grands gisements de pétoncles dans le sGSL. La surveillance de l'état sur ces mêmes gisements au cours de la pêche a commencé en 2021. Les indices de la biomasse des relevés ont augmenté de 26 % et de 22 % de 2022 à 2023 pour les gisements de West Point et de Cape Tormentine, respectivement, tandis que le nombre de pétoncles commerciaux n'a augmenté que de 5 %. L'indice de la biomasse est demeuré relativement stable pour le gisement Pictou, à environ 36 t, et l'indice du relevé pour le nombre de pétoncles commerciaux a diminué de 10 %, de 2022 à 2023. Le nombre de recrues a atteint un sommet en 2021 dans le gisement Cape Tormentine. Des indices de la biomasse plus élevés pour les gisements de West Point et de Cape Tormentine (ZPP 22) en 2023 ont coïncidé avec un meilleur état (≈ 18 %) et des taux de capture plus élevés observés cette année-là. De fortes cohortes de petits pétoncles ont été observées sur le gisement Pictou en 2023. Les estimations des relevés de la biomasse exploitable avant la pêche et calculées au prorata pour l'aire principale variaient entre 250 et 390 t. Les indices du taux d'exploitation des relevés pour l'aire principale étaient en moyenne de 24 % pour la série chronologique.

Selon le modèle JABBA mis à jour, utilisant les captures commerciales et les PUE jusqu'en 2023, ainsi que les indices de la biomasse du relevé scientifique, les niveaux de biomasse du stock de pétoncles géants de l'aire principale sont restés relativement constants autour de 250 t depuis la fin des années 1990 jusqu'en 2021, date à laquelle les niveaux ont commencé à augmenter, atteignant 300 t en 2023. L'application de la recommandation de la $B_{RMD} 0,4$ du cadre de l'approche de précaution donne un point de référence limite (PRL) de 556 t pour le stock de pétoncles géants du sGSL. Les estimations de la biomasse pour 2021, 2022 et 2023 indiquent que le stock du sGSL se situe actuellement sous ce PRL, et que les prélèvements doivent être réduits au minimum, car ce niveau d'abondance place le stock dans la zone critique de l'approche de précaution. Par conséquent, un plan de rétablissement visant à ramener le stock de pétoncles au-dessus du PRL sera requis d'ici deux ans.

1. INTRODUCTION

1.1. BIOLOGIE

Le pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) est un mollusque bivalve présent dans les eaux de l'Atlantique nord-ouest, de la côte nord du Golfe du Saint-Laurent (Canada) jusqu'au cap Hatteras, en Caroline du Nord (États-Unis) (Posgay 1957; Squires 1962). Il s'agit d'une espèce épibenthique et essentiellement sédentaire. Le pétoncle géant se nourrit en filtrant les particules de phytoplancton, de microzooplancton et de détritiques de la colonne d'eau. On trouve souvent les pétoncles dans des regroupements denses communément appelés gisements. Dans le sud du Golfe du Saint-Laurent (sGSL), les gisements de pétoncles sont situés à des profondeurs de 15 m à 37 m, principalement sur des surfaces dures comme les substrats sable-gravier ou gravier-galets.

Les pétoncles géants peuvent croître dans des eaux dont la température varie de 8 à 18 °C, la température optimale pour la croissance étant de 10 à 15 °C (Young-Lai et Aiken 1986; Stewart et Arnold 1994; Frenette 2004). Les températures supérieures à 18 °C peuvent entraîner un stress physiologique chez les pétoncles géants, tandis que des températures supérieures à 21 °C de façon soutenue peuvent être mortelles (Dickie 1958; Stewart et Arnold 1994). Par le passé, des cas de mortalité massive de pétoncles ont été signalés dans des parties du sGSL où les températures étaient élevées (Needler 1933; Chiasson 1949; Dickie 1951; Dickie 1958).

Dans le sGSL, les pétoncles peuvent généralement atteindre une hauteur de coquille (mesurée de l'umbo jusqu'au bord terminal de la coquille) de 125 à 145 mm. Des anneaux de croissance annuels (Tan *et al.* 1988) se forment sur la coquille à la fin de l'hiver et sont particulièrement prononcés chez les populations nordiques en eau peu profonde (Naidu 1975), comme dans le sGSL. On peut déterminer l'âge des pétoncles en comptant ces anneaux et les taux de croissance en mesurant la distance entre deux anneaux consécutifs (Stevenson et Dickie 1954). Les taux de croissance sont très variables et dépendent de nombreux facteurs comme le lieu d'échantillonnage (Naidu et Robert 2006), la température de l'eau, la disponibilité de la nourriture, la profondeur de l'eau, la vitesse du courant, la biomasse du stock actuel et l'intensité de pêche (Harris et Stokesbury 2006).

Les pétoncles géants sont récoltés principalement pour leur chair (c.-à-d. le muscle adducteur). En général, le poids de la chair augmente de façon exponentielle et suit une relation approximativement cubique avec la hauteur de coquille (Froese 2006); néanmoins, des écarts sont observés entre les pétoncles de même taille, c'est-à-dire que le poids de la chair peut varier dans l'espace et dans le temps (annuellement et de façon saisonnière). Les facteurs de cette variation du poids de la chair comprennent la température (MacDonald et Thomson 1985), la disponibilité de la nourriture (Shumway *et al.* 1987; Macdonald *et al.* 2006), la vitesse du courant (Wildish et Saulnier 1993; Pilditch et Grant 1999) et leur cycle de reproduction (Robinson *et al.* 1981; Bonardelli et Himmelman 1995). Dans une étude sur neuf ans, Sarro et Stokesbury (2009) ont constaté une variabilité de 29 % du poids de la chair d'un mois à l'autre et de 31 % entre différentes zones du banc de Georges (É. U.) au cours d'un seul mois.

Les sexes sont distincts; les mâles et les femelles peuvent être facilement identifiés par leurs gonades blanches et orange, respectivement (Drew 1906). Le ratio mâle-femelle est normalement de 1:1, à l'exception des occasionnels hermaphrodites (Worms et Davidson 1986b). Les pétoncles géants atteignent la maturité sexuelle (c. à d. que leurs follicules sont complètement vidés) lorsque leur hauteur de coquille dépasse 60 mm (Davidson et Worms 1989; Davidson 1998), soit à un âge d'environ trois ans dans le sGSL (Chouinard 1984). Ils ont un taux de fécondité très élevé : une femelle peut produire de 1 à

270 millions (M) d'œufs par événement annuel de ponte. Notamment, la production d'œufs augmente de façon exponentielle en fonction de la hauteur de coquille (Macdonald et Thompson 1985), et la production d'œufs peut être minime avant que les pétoncles atteignent une hauteur de 85 à 90 mm (Hart et Chute 2004). La ponte est déclenchée par des signaux physiologiques et environnementaux, principalement la température, mais aussi le cycle lunaire, la vitesse du courant et l'approvisionnement en nourriture (Parsons *et al.* 1992; Barber et Blake 2016). Mais dans le sGSL, des variations soudaines de température attribuables au mélange vertical des eaux chaudes ont été associées à la ponte (Bonardelli *et al.* 1996). Les pétoncles sont des reproducteurs avec fertilisation externe, d'où l'importance que les pétoncles individuels soient à proximité les uns des autres sur les gisements. Lors de la ponte, les gamètes mâles et femelles sont libérés de façon synchronisée dans la colonne d'eau. Dans le sGSL, la période de ponte varie annuellement, mais débute habituellement entre la mi-août et la mi-septembre, et dure de deux à quatre semaines (MacLean et Gillis 1996; Davidson *et al.* 2019).

Après la fécondation, les larves de pétoncle sont planctoniques pendant quatre à cinq semaines avant leur fixation sur un substrat approprié, où elles commencent leur vie benthique en tant que juvéniles (Culliney 1974). Ce substrat peut être constitué de cailloux, de faune filamenteuse (p. ex. hydraires et bryozoaires), de fragments de coquilles ainsi que de coquilles colonisées par des hydraires (Caddy 1972; Larsen et Lee 1978; Minchin 1992; Harvey *et al.* 1993; Stewart et Howarth 2016). Les coquilles de pétoncles adultes peuvent également constituer un substrat efficace pour la fixation byssale des juvéniles et leur offrir un refuge contre la prédation (Bourgeois *et al.* 2006). Les pétoncles juvéniles sont aussi vulnérables aux perturbations des sédiments (habitat) causées par le dragage du pétoncle ou toute autre perturbation épibenthique. Les connaissances scientifiques actuelles préconisent d'éviter le dragage du pétoncle pendant les événements de ponte et les périodes de fixation des larves, entre août et octobre. Un autre avantage potentiel de l'évitement du dragage pendant ces périodes cruciales est de permettre le rétablissement des hydraires à croissance rapide qui constituent un support approprié pour la fixation des larves (Ma *et al.* 2005). Par contre, les pétoncles adultes présentent un faible taux de mortalité naturelle. Dans le sGSL, leurs principaux prédateurs sont les étoiles de mer (p. ex. *Asterias rubens* et *Leptasterias polaris*) et les crustacés (p. ex. *Cancer irroratus* et *Homarus americanus*). Bien que les pétoncles géants soient considérés comme étant principalement sédentaires, ils peuvent nager sur de courtes distances pour échapper à des prédateurs et à des conditions environnementales défavorables (Manuel et Dadswell 1993). Les nageurs les plus efficaces sont les pétoncles dont la hauteur de coquille se situe entre 40 et 80 mm (Dadswell et Weihs 1990), tandis qu'on observe rarement ceux dont la hauteur est supérieure à 100 mm en train de nager dans leur environnement naturel (Mason *et al.* 2014).

2. DESCRIPTION DE LA PÊCHE

La pêche du pétoncle géant du sGSL se pratique essentiellement dans le détroit de Northumberland. Les activités de pêche commerciale, de pêche récréative et de pêche autochtone limitée à des fins alimentaires, sociales et de rituelles qui visent le pétoncle géant se pratiquent dans le sGSL. La pêche du pétoncle est importante pour de nombreuses collectivités côtières, et vient souvent compléter celle du homard, du hareng et du poisson de fond (Lanteigne et Davidson 1991). Il s'agit d'une pêche concurrentielle sans quotas, dont la gestion – qui relève de la compétence de la région du Golfe de Pêches et Océans Canada – est assurée par des contrôles d'intrants, tels qu'un nombre limité de permis, des saisons de pêche, des zones de pêche interdites, et des restrictions relatives aux engins de pêche et au compte de chair (Tableau 1). Les captures sont surveillées par le contrôle des bordereaux de vente des acheteurs inscrits et des journaux de bord des pêcheurs. Un historique de la pêche du pétoncle

dans le sGSL est présenté dans le document de Lanteigne et Davidson (1991). Nous avons tenté de documenter les changements pertinents dans la pêche du pétoncle géant au fil des ans, en mettant l'accent sur la réglementation des engins de pêche (Tableau A1).

2.1. ZONES DE PÊCHE

La gestion de la pêche du pétoncle dans le sGSL est structurée selon quatre (21, 22, 23 et 24) zones de pêche du pétoncle (ZPP). De plus, une zone (la ZPP 21) est divisée en trois sous-zones depuis 1996 (21A, 21B, 21C) (Figure 1). Chaque ZPP et sous-zone comporte ses propres mesures de gestion (Tableau 1).

2.2. ZONES TAMPONS

Dans la région du Golfe, des zones tampons ont été établies en tant que refuges marins en vertu de la Loi sur les pêches pour empêcher le chalutage et le dragage, y compris le dragage du pétoncle, dans certaines zones afin de protéger principalement l'habitat du homard américain (*Homarus americanus*) juvénile (Davidson *et al.* 2007) (Figure 1). Au cours des vingt dernières années, l'industrie de la pêche et les gestionnaires des pêches du MPO ont collaboré pour établir ces zones tampons, qui peuvent être réexaminées et redéfinies au besoin dans le cadre d'un processus officiel. Par conséquent, les critères de profondeur pour les zones tampons peuvent varier d'une ZPP à l'autre (Niles *et al.* 2021). Ces zones tampons contribuent à l'objectif de conservation marine de 30 % du Canada d'ici 2030.

2.3. FERMETURES DE ZONE

Dans le sGSL, des interdictions temporaires de pêche ont été utilisées au fil des ans à des fins de gestion de la ressource. Par exemple, de 2005 à 2010, une zone de 210 km² à l'ouest du pont de la Confédération a été fermée à la demande des pêcheurs de pétoncles dans la ZPP 22. Elle a été fermée pour permettre le rétablissement du stock de pétoncles; toutefois, elle ne couvrait que 2 % (1,7 km²) du gisement principal de Cape Tourmentine (tel que défini par le contour de 20 jours par km², Niles *et al.* 2021). Dans la baie des Chaleurs, la totalité de la ZPP 21A a été fermée deux fois (de 2010 à 2012 et de 2016 à 2018) en vertu d'une règle de décision en matière de taux de capture propre à cette sous-zone, selon laquelle la pêche doit être interdite pendant trois ans après toute année pendant laquelle le taux de capture est inférieur à 0,5 kg par heure et par mètre (c.-à-d. 3 kg h⁻¹). Cette limite du taux de capture est fondée sur un seuil économique plutôt que sur un seuil de productivité du stock. La ZPP 21A a de nouveau été fermée en 2023 et en 2024 pour différentes raisons.

2.4. SAISONS DE PÊCHE

La pêche du pétoncle dans le sGSL se limite à la période sans glace qui se déroule généralement de la mi-avril à la mi-décembre. Au cours de cette période de pêche générale, l'une des stratégies de gestion mises en œuvre pour contrôler l'effort de pêche est l'imposition de saisons de pêche. Les saisons varient d'une ZPP à l'autre et sont définies à partir de discussions et d'accords au sein des comités consultatifs du pétoncle, composés de représentants du MPO, du gouvernement provincial, de l'industrie de la pêche, de groupes autochtones et d'autres intervenants. La détermination de la saison est souvent influencée par les autres pêches commerciales, en particulier la pêche au homard, puisque la plupart des titulaires de permis de pêche du pétoncle détiennent aussi des permis de pêche pour d'autres espèces. La ZPP 22 dispose d'une période de pêche printanière de quatre semaines, tandis que pour la ZPP 21 et la ZPP 23, il s'agit principalement d'une pêche estivale. Depuis 1998, la ZPP 24 comporte uniquement une période de pêche automnale d'une durée d'environ six semaines. Avant 1998, la ZPP 24 comportait également une pêche printanière (Lanteigne et

Davidson 1992). Dans la plupart des ZPP, la pêche est seulement permise entre 6h00 et 18h00 et peut être interdite pendant la fin de semaine (le samedi, le dimanche ou les deux jours). La ZPP 21B fait exception à la règle générale, car elle ne comporte pas de limite d'heures ni de fermeture de fin de semaine. Le Tableau 1 présente des renseignements précis sur les dates de la saison de pêche, les heures d'ouverture, les jours de fermeture pendant la fin de semaine et le nombre de jours de pêche par saison pour chaque ZPP en 2015 et 2016.

2.5. ENGINS DE PÊCHE

La pêche commerciale du pétoncle se pratique avec des navires de pêche de moins de 14 m (45 pi) de longueur. La plupart des membres de l'industrie utilisent des dragues de type Digby (Figure 2), mais quelques-uns utilisent des dragues à chaîne. Il n'y a aucune restriction quant à la taille de l'équipage. La taille de la drague (c.-à-d. la mesure extérieure maximale de la largeur cumulative) permise varie d'une ZPP à l'autre de 4,88 m à 6 m. La longueur totale de la drague, la taille des anneaux (diamètre), le type d'anneau et le nombre de rondelles ainsi que les spécifications de la barre de trait sont décrits dans les conditions de permis de chaque ZPP (Tableau 1).

Depuis le début de la pêche, de nombreux changements ont été apportés aux pratiques de l'industrie, notamment en ce qui concerne les composants de la drague à pétoncles, principalement à titre de mesure de conservation visant à réduire les captures de petits pétoncles. Par exemple, le diamètre minimal des anneaux utilisés dans la ZPP 22 est passé de 76 mm (3 po) à 82,6 mm (3¼ po) en 2021. À la suite d'une étude sélective menée dans le détroit de Northumberland (Poirier *et al.* 2021), la taille de l'anneau a encore été augmentée pour atteindre 89 mm dans la ZPP 22 (3½ po) en 2019. L'étude a montré qu'une modification de la taille de l'anneau consistant à passer de 82,6 mm à 88,9 mm entraîne une augmentation de la L50 (longueur à laquelle 50 % des pétoncles sont conservés) de 72,8 mm à 95,5 mm. Cette augmentation de la taille minimale des anneaux devrait réduire de 65 % la capture de pétoncle de 45 à 90 mm. Bien qu'il y ait également une baisse temporaire des captures de gros pétoncle en raison de la modification de la taille des anneaux, on s'attend à ce qu'une modification de la répartition de la taille des gros pétoncles se produise à la suite de ce changement (Poirier *et al.* 2021). Le diamètre minimal des anneaux pour tous les autres ZPP demeure à 82,6 mm (3¼ po).

2.6. COMPTE EN CHAIR

Il n'y a pas de règlement sur la taille minimale des pétoncles débarqués dans la pêche du sGSL; cependant, la taille est, dans une certaine mesure, dictée par la sélectivité de la drague en raison de la taille de l'anneau (82,6 mm). Autrement, il existe un règlement concernant le compte en chair (nombre de pétoncles par 500 g), qui varie d'une ZPP à l'autre (Tableau 1). Le compte en chair stipulé par la réglementation est le plus élevé dans la ZPP 24, où le nombre de 52 pétoncles par 500 g reflète le poids plus faible en chair par rapport à la hauteur de coquille dans cette zone (Worms 1984). Dans la ZPP 22, le nombre de pétoncles par 500 g est passé de 52 à 44 en 2001, ce qui est conséquent à l'agrandissement du diamètre des anneaux. Toutes les autres ZPP ont un compte en chair maximale de 39; cependant, la pratique courante, qui consiste à mélanger les prises, permet que les petits pétoncles soient écaillés avec les plus grands individus, tout en respectant la limite du compte en chair. Cette pratique rend la réglementation sur le compte en chair plutôt inefficace pour protéger les petits pétoncles contre la récolte (Worms et Davidson 1986a).

2.7. PERMIS

La possibilité d'entrer dans l'industrie de la pêche du pétoncle dans la région du Golfe est restreinte depuis 1978, alors que le nombre de permis était déjà très élevé (Robert et Jamieson 1983). En 2022, 763 permis de pêche commerciale du pétoncle ont été délivrés, dont 44 permis commerciaux communautaires détenus par 15 groupes autochtones. Plus de la moitié des permis de pêche commerciale visent la ZPP 24 (Tableau 2). Aux fins du présent document de recherche, un permis de pêche du pétoncle est considéré comme actif si au moins un débarquement est déclaré au titre de ce permis pendant la saison de pêche. Le nombre de permis actifs, estimé à partir des registres de débarquements des statistiques officielles et des journaux de bord, est nettement plus faible que le nombre de permis délivrés, et variait de 118 à 149 au cours de la période de 2017 à 2022. En 2022, environ 15 % des titulaires de permis étaient actifs. Le pourcentage le plus élevé de permis actifs a été enregistré pour la ZPP 22 (26 %), et le pourcentage le plus faible, dans la ZPP 23 (0 %) (Tableau 2). La variation du nombre de permis actifs (Figure 3) montre que le taux de participation récent à la pêche a diminué à environ 120 permis actifs, comparativement à plus de 500 entre 1993 et 1998. Par conséquent, un effort latent considérable (85 % des permis étaient inactifs en 2022) suscite des préoccupations quant aux décisions de gestion futures. La réactivation de ces permis pourrait conduire à une surpêche et à une diminution des stocks.

2.8. DÉBARQUEMENTS ET JOURNAUX DE BORD

L'évaluation précédente a été effectuée en 2018 à l'aide de données allant jusqu'en 2016 (Niles *et al.* 2021). Des modèles empiriques (c.-à-d. d'épuisement) ont été utilisés pour la première fois afin de modéliser l'effort de pêche et les débarquements pour la période de 2003 à 2016. Une approche spatiale a également été mise en place pour déterminer les gisements de pétoncle géants en fonction de la concentration spatiale de l'effort de pêche. Les résultats de ces analyses ont servi à éclairer l'analyse des données et les relevés subséquents menés depuis l'évaluation précédente. La présente évaluation poursuivra ces efforts en analysant les données des journaux de bord et des relevés dans une perspective spatiale, en mettant l'accent sur les définitions des gisements de pétoncle établies dans l'évaluation précédente. Comme pour les évaluations précédentes (Davidson *et al.* 2012, Niles *et al.* 2021), les débarquements commerciaux dans la présente évaluation pour 2024 sont déclarés selon le poids de chair, et ces chiffres proviennent des bordereaux de vente des acheteurs inscrits et, depuis 2001, des journaux de bord des pêcheurs.

Les journaux de bord font partie des conditions de permis et sont obligatoires. Les pêcheurs doivent consigner leurs activités de pêche pour chaque jour de pêche. Les renseignements quotidiens comprennent la date, les heures de pêche, les débarquements en livres, la largeur de la drague en pieds, la latitude et la longitude du lieu général de pêche, ainsi que les observations appropriées en commentaire, comme le compte en chair et toute anomalie. Depuis 2003, le nombre et la durée moyenne des traits en minutes ont été ajoutés au journal de bord pour améliorer la qualité des données sur l'effort. Les journaux de bord remplis (sur papier) doivent être soumis au MPO dans les deux semaines suivant la fin de la saison de pêche. Une nouvelle version du journal de bord a été mise en place en 2020. Les données commerciales jusqu'en 2022 et les données préliminaires jusqu'en 2023 étaient disponibles et sont incluses dans la présente évaluation.

Chaque renseignement au journal de bord est jumelé au bordereau de vente correspondant d'un acheteur inscrit. Les renseignements d'un journal de bord qui ne sont pas associés à un bordereau de vente correspondant sont interprétés comme destinés à la vente locale ou à la consommation personnelle. Par ailleurs, les bordereaux de vente sans renseignement

correspondant au journal de bord sont considérés comme non conformes aux conditions du permis.

2.9. PÊCHE RÉCRÉATIVE

Les prises de la pêche récréative en plongée sous-marine sont consignées dans les journaux de bord depuis 2003. En 2022, 295 permis de pêche récréative ont été délivrés. Les mesures de gestion pour cette pêche comprennent une limite quotidienne maximale de 50 pétoncles par plongeur, sauf dans la ZPP 24 où elle est de 100, une saison précise (du 1^{er} mai au 31 octobre) et une limite de taille minimale (102 mm de hauteur de coquille). Le nombre de permis actifs annuels (c.-à-d., pour lesquels des débarquements ont été déclarés dans les journaux de bord) a varié entre 4 et 55 au cours de la période de 2003 à 2022 (Tableau 3). La plupart (90 %) des activités se sont déroulées dans la ZPP 21, principalement la 21A.

3. ÉVALUATION

3.1. MÉTHODES – DONNÉES DÉPENDANTES DE LA PÊCHE

Plus de 50 000 registres de pêche du pétoncle géant (journaux de bord et bordereaux de vente de la section des statistiques du MPO-Golfe; 2003 à 2023) du sGSL ont été analysés. Les renseignements inappropriés ont été éliminés à l'aide de diverses catégories d'erreurs ou ont été corrigés, dans la mesure du possible, avec des preuves corroborantes, comme le décrivent Niles *et al.* (2021). Le personnel scientifique a examiné les données des journaux de bord papier à partir de 2009 et a corrigé les écarts constatés entre les versions papier et électronique. Dans certains cas, les coordonnées spatiales n'ont pas pu être vérifiées en raison d'erreurs d'inscription, de transcription ou de numérisation; ces renseignements ont été exclus de la cartographie et de l'analyse spatiale. Toutefois, ces renseignements ont été conservés pour être utilisés dans la modélisation à la suite d'une procédure d'allocation décrite dans la section « Analyse spatiale » ci-dessous.

Bien que les données provenant de l'ensemble du sGSL aient été analysées, la présente évaluation s'est concentrée sur trois échelles spatiales, soit l'aire principale, la superficie du gisement et les strates de relevé (Figure 4). L'aire principale représentait l'habitat principal du pétoncle géant dans le sGSL et englobait l'intégralité des ZPP 22 et 24. La superficie du gisement représentait les zones des grands gisements de pétoncle (West Point, Cape Tormentine et Pictou) où la majorité de l'effort de pêche est concentrée, délimitées par un seuil de 20 jours par km², comme décrit par Niles *et al.* (2021). Les strates de relevé ont délimité les zones couvertes par les relevés de 2019 à 2023, et englobaient respectivement chacun des trois grands gisements et les zones adjacentes.

Comme il est décrit dans Harbicht *et al.* (2024), l'aire principale d'habitat du pétoncle, le détroit de Northumberland, qui couvre une grande partie des ZPP 22 et 24, représente la zone à densité la plus élevée dans le sGSL, comme l'indiquent les taux de capture plus élevés de l'ensemble de la pêche. En raison de l'importance des pétoncles dans cette zone pour le maintien des sous-populations dans l'ensemble du Golfe, ces auteurs se sont uniquement concentrés sur l'aire principale lorsqu'ils ont appliqué une série de modèles à données limitées pour les données sur les prises et l'effort afin de calculer des estimations de l'état du stock et des points de référence pour le sGSL. Pour cette raison, la présente évaluation a également porté sur cette aire principale et les trois grands gisements de pétoncle géants qui s'y trouvent : West Point, Cape Tormentine et Pictou.

3.1.1. Statistiques sur les captures

La Direction des sciences du MPO a utilisé les données des bordereaux de vente et des journaux de bord pour calculer les débarquements, l'effort de pêche et les taux de capture, ou prise par unité d'effort (PUE). L'effort a été exprimé en heures (h). Il a été obtenu à partir des données du journal de bord à l'aide de l'équation suivante :

$$Effort (h) = nombre\ de\ traits\ de\ chalut * durée\ moyenne\ des\ traits (h) \quad (1)$$

Les données sur l'effort n'étaient pas disponibles pour tous les registres de captures. Pour les captures qui ne comportaient pas de données sur l'effort (capture_{sans jdb}), l'effort (effort_{sans jdb}) a été calculé en utilisant le taux de capture connu (taux de capture_{jdb}) pour la ZPP (ou le gisement), où le taux de capture correspond au poids des captures en kilogrammes de chair de pétoncle divisé par le nombre d'heures de dragage de l'effort de pêche (kg h⁻¹) d'après les journaux de bord qui précisaient l'effort (équation 2) :

$$Effort\ sans\ jdb (h) = \frac{capture\ sans\ jdb (kg)}{taux\ de\ capture\ jdb (kg\ h^{-1})} \quad (2)$$

Lorsque l'effort était exprimé en heures-mètres (hm), l'effort en heures était multiplié par la largeur de la drague en mètres. Cette mesure a permis de comparer l'effort et les taux de capture lorsque la largeur de la drague est différente (p. ex. entre différentes régions du MPO). Dans la présente évaluation, le taux de capture global a été exprimé en kilogrammes de chair de pétoncle par heure (kg h⁻¹), où le numérateur est la capture totale (kg) et le dénominateur est l'effort en heures de dragage (données disponibles depuis 2003) [équation 3]. En outre, la capture par heure de dragage est un indice d'abondance plus exact et informatif que la capture par heure de pêche (Caddy 1989).

$$Taux\ de\ capture (kg\ h^{-1}) = \frac{\sum capture (kg)}{\sum effort (h)} \quad (3)$$

3.1.2. Analyse spatiale

La présente évaluation a examiné les données du point de vue spatial, par gisement de pétoncles tel qu'il est défini par la concentration spatiale de l'effort de pêche, en se fondant sur la géolocalisation quotidienne des pêches extraite des journaux de bord de 2003 à 2023. Cette approche est logique sur le plan biologique dans le cas des pétoncles géants, car il s'agit d'une espèce surtout sédentaire dont les individus se rassemblent habituellement en gisements (Caddy 1989). Le fait de s'intéresser principalement aux gisements peut nous aider à mieux comprendre l'effet de la pêche sur les populations de pétoncles, puisque c'est justement dans ces regroupements que la pression exercée par la pêche est principalement concentrée. Lorsque les données sur les pêches ne sont pas traitées en fonction de l'emplacement géographique, une diminution du taux de capture pourrait passer inaperçue si les gisements s'épuisent l'un après l'autre et que les taux de capture moyens demeurent stables. L'analyse spatiale est particulièrement utile pour suivre les changements dans l'expansion ou la contraction d'un stock et quantifier l'empreinte de l'activité de pêche au fil du temps (Smith et Rago 2004; Orensanz *et al.* 2016; Smith *et al.* 2017; McDonald *et al.* 2021).

Les limites des gisements de pétoncle ont été déterminées dans le cadre de l'évaluation précédente au moyen d'une fonction de densité de noyau appliquée aux renseignements des journaux de bord (c.-à-d. le nombre de jours de pêche) avec une valeur seuil de 20 jours par km² de 2003 à 2016 (Niles *et al.* 2021). Ces limites ont été retenues et utilisées pour définir les gisements de pétoncle dans la présente évaluation. L'activité de pêche pour la période de 2017 à 2023 a été visualisée au moyen d'une fonction de densité de noyau similaire appliquée aux débarquements totaux (en kg) au cours de cette période. Cette fonction a également été

appliquée aux données des journaux de bord de la période précédente pour montrer le changement de l'activité de pêche depuis la dernière évaluation (Figure A2-a). Pour une comparaison directe entre les évaluations précédentes et actuelles, la fonction a également été ajustée pour exprimer l'effort en termes de jours par km carré et par année ($\text{km}^{-2} \text{année}^{-1}$). Ces analyses ont été effectuées à l'aide d'ArcGIS Pro v2.9.

Les renseignements des journaux de bord ont été attribués aux gisements de pétoncles dans les ZPP, selon le lieu de pêche quotidien. Les débarquements à l'intérieur d'une ZPP sans lieu de pêche précisé ont été attribués aux gisements au prorata, en fonction des données sur les débarquements des ZPP pour lesquelles un lieu de pêche était précisé. Nous avons supposé que la proportion des débarquements par gisement déclarée dans les journaux de bord reflète la proportion des débarquements sans lieu de pêche précisé. Ces proportions varient d'une année à l'autre et aussi d'une semaine à l'autre au cours d'une même saison. Par conséquent, nous avons appliqué les proportions hebdomadaires pour obtenir les débarquements au prorata pour chaque gisement. De la même façon, on a supposé que les taux de capture déclarés dans les journaux de bord étaient équivalents aux taux de capture extraits des données sur les débarquements pour lesquels l'effort est inconnu. Les données géographiques ont permis d'examiner spatialement l'effort et le taux de capture et de les distinguer par gisement de pétoncles.

Pour représenter spatialement les taux de capture, les taux de capture moyens consignés dans les journaux de bord pour toutes les données comportant des renseignements de géolocalisation valides ont été cartographiés par interpolation de surfaces continues à l'aide d'un schéma de pondération inverse à la distance (PID). Ce recours à une interpolation exacte permet de préserver les valeurs des données aux points d'échantillonnage et ajuste la surface continue en fonction de la valeur et de la proximité des points voisins. Pour cette application, l'interpolation a été fondée sur un minimum de dix points voisins, et les pondérations ont été ajustées selon le carré de la distance inverse. Les valeurs moyennes ont été utilisées pour les points coïncidents. Les données de relevé ont également été interpolées selon la même approche pour une comparaison avec les données des journaux de bord. Le schéma de PID a été utilisé à des fins de visualisation exploratoire des données seulement, et une telle utilisation ne devrait pas être considérée comme une approche rigoureuse sur le plan statistique. Cette analyse a été effectuée au moyen de l'extension Geostatistical Analyst dans Arcgis Pro v2.9.

3.1.3. Modèle d'épuisement

Un modèle d'épuisement des stocks de Leslie a été appliqué aux données consignées dans les journaux de bord sur les taux de capture quotidiens (kg h^{-1}) par rapport aux débarquements cumulatifs pour les ZPP 22 et 24 et les trois grands gisements de pétoncles dans le sGSL. Les données des journaux de bord et des débarquements prises en compte pour chaque gisement ont été définies par le contour de densité de noyau de 20 jours par km^{-2} (Niles *et al.* 2021). Le modèle d'épuisement de Leslie décrit dans Leslie et Davis (1939) a été utilisé avec succès pour d'autres stocks de pétoncles afin d'estimer les taux d'exploitation [p. ex. baie de Fundy – zones de production de pétoncle (ZPP) 3 et 6; ZPP 29 (Smith *et al.* 2008; Sameoto *et al.* 2012); Québec – ZPP 16E, 16F, 19A et 20A (Trottier *et al.* 2017)]. Ce modèle suppose que la population est fermée (c.-à-d. aucun recrutement, aucune migration, croissance minimale et mortalité naturelle minimale), ce qui, compte tenu de la courte durée de la saison de pêche et des caractéristiques de l'espèce (principalement sédentaire et à faible mortalité naturelle), constitue une hypothèse raisonnable. Il suppose également que le taux de capture commerciale est proportionnel à la biomasse exploitable et que la capturabilité est constante au cours de la saison.

Pour chaque année de 2003 à 2023, la méthode Leslie a été utilisée pour estimer la biomasse exploitable (B_0) [c.-à-d. la biomasse des pétoncles commerciaux de hauteurs de coquilles ≥ 80 mm] avant la pêche, en se référant à la régression linéaire entre le taux de capture quotidien (kg h^{-1}) et les débarquements cumulatifs (t) (Figure 5). À partir de cette méthode analytique, deux estimations subséquentes de l'épuisement peuvent être obtenues, soit la capturabilité (q) et le taux d'exploitation annuel (\hat{E}) (Ricker 1975; Ogle 2017). Ces estimations visent la superficie réelle pêchée, qui est plus petite que celle de la ZPP ou du gisement, et qui varie au fil des ans.

Selon la méthode de Leslie, la biomasse de la population au début de la pêche (B_0) devrait diminuer en fonction des captures (C_i) jusqu'au temps t , de sorte que :

$$B_t = B_0 - \sum_{i=0}^{t-1} C_i \quad (4)$$

où B_t est la biomasse de la population au temps t . En supposant que le taux de capture (K_t) observé au temps t est proportionnel à la biomasse au fil du temps, alors :

$$K_t = qB_t \quad (5)$$

Par conséquent, en remplaçant B_t par l'équation 4,

$$K_t = q (B_0 - \sum_{i=0}^{t-1} C_i) \quad (6)$$

et

$$K_t = qB_0 - q \sum_{i=0}^{t-1} C_i \quad (7)$$

où q est le coefficient de capturabilité pour la pêche, ou la fraction de la biomasse qui peut être capturée par une unité d'effort - q est la pente de la régression linéaire, et qB_0 est le point d'intersection avec l'axe des y . Visuellement, comme l'illustre la Figure 5, B_0 est le point d'intersection de la ligne de régression avec l'axe des x lorsque le taux de capture est égal à zéro. Nous obtenons donc B_0 en divisant le point d'intersection par le coefficient de capturabilité.

Le taux d'exploitation (c.-à-d. les captures pendant l'année t divisées par la biomasse au cours de l'année t) à la fin de la pêche, \hat{E} , est alors :

$$\hat{E} = \frac{\sum_{i=0}^t C_i}{B_0} \quad (8)$$

Le modèle a été exécuté sur des données commerciales pour chaque année pour laquelle des données fiables sur les taux de capture étaient disponibles, c'est-à-dire de 2003 à 2023. Les captures cumulatives quotidiennes représentent la somme des débarquements quotidiens déclarés (par ZPP ou gisement) jusqu'à ce jour. Les taux de capture commerciaux quotidiens (kg h^{-1}) sont obtenus à partir des données du journal de bord, comme dans l'équation 3. Pour estimer le total de débarquements quotidiens pour chaque gisement pour lequel aucune information sur la position de pêche n'était disponible, nous avons appliqué la proportion hebdomadaire de débarquements en provenance du gisement au nombre total de débarquements déclarés pour la ZPP pour cette journée. Un modèle statistiquement significatif est un modèle pour lequel la pente de la relation linéaire entre le taux de captures quotidiennes et le total des captures au cours de la saison est significativement différente de zéro ($p < 0,05$) et négative, indiquant un déclin de la biomasse. Les résultats moyens du modèle d'épuisement sont présentés pour fournir un indice relatif de la biomasse exploitable (c.-à-d. biomasse exploitable de pétoncles géants > 80 mm) et du taux d'exploitation. Les intervalles de confiance (inférieurs et supérieurs) pour la B_0 ont été calculés à partir des intervalles de confiance correspondants du point d'intersection divisés par l'intervalle de confiance de la pente.

3.1.4. Point de référence limite

Depuis 2019, la Loi sur les pêches contient de nouvelles dispositions qui ajoutent des exigences visant à mettre en œuvre des mesures de gestion afin de maintenir les grands stocks de poissons prescrits à des niveaux égaux ou supérieurs à ceux qui favorisent la durabilité, ou au-dessus du point de référence limite, et de mettre en œuvre des plans de rétablissement pour de tels stocks qui ont diminué jusqu'à leur point de référence limite ou en deçà (à quelques exceptions près), tout en tenant compte de la biologie du poisson et des conditions environnementales affectant le stock.

Afin de mettre en œuvre la politique de l'approche de précaution du MPO, chaque stock de poissons important doit avoir un point de référence limite (PRL) et être classé selon un état de stock. Selon l'approche de précaution, les stocks peuvent être classés dans l'une des trois catégories mutuellement exclusives : zone saine, zone de prudence et zone critique. Les zones d'état du stock « saine » et « de prudence » sont séparées par un point de référence biologique appelé le point de référence supérieur, tandis que les zones « de prudence » et « critique » sont séparées par le PRL. Au-delà du PRS, les taux de prélèvement peuvent être fixés au rendement maximal durable (RMD) ou en deçà, tandis que sous le PRL, la capacité de recrutement des stocks peut être compromise, de sorte que les prélèvements doivent être maintenus au niveau le plus bas possible.

Pour le stock de pétoncles du sGSL, un PRL a été établi à 40 % de la biomasse exploitable au rendement maximal durable (B_{RMD}), conformément à la recommandation du cadre de l'approche de précaution. Pour déterminer la B_{RMD} , plusieurs modèles à données limitées ont été ajustés aux données sur les captures et l'effort pour le principal stock de pétoncles géants dans le sGSL (ZPP 22 et 24) de 1923 à 2021 (Harbicht *et al.* 2024). Parmi les modèles évalués par Harbicht *et al.* (2024), un modèle de production excédentaire – le modèle JABBA (Just Another Bayesian Biomass Assessment en anglais, Winker *et al.* 2023) – a été choisi comme modèle principal à partir duquel le PRL serait calculé en raison de sa production de résultats crédibles, de sa facilité d'utilisation et de ses hypothèses qui n'ont pas été enfreintes par le stock de pétoncles en question.

3.1.5. Modèle JABBA (Just Another Bayesian Biomass Assessment)

Un modèle JABBA a été ajusté aux données sur les captures commerciales et les PUE de 1923 à 2021 (Harbicht *et al.* 2024) à l'aide d'un modèle de production excédentaire de Pella-Tomlinson et des a priori suivants : capacité de charge (K) de 3 000 tonnes (t) (CV = 0,3, log-normal); taux intrinsèque de croissance de la population (r) de 0,5 (et = 0,2, log-normal), biomasse initiale (B_{1923}) de 99 % de K (CV = 0,005, bêta) et une estimation relativement faible de la biomasse finale (B_{2021}) de 5 % de K (CV = 0,1, log-normal). L'a priori de la biomasse finale a été choisi en fonction d'une fourchette d'estimations de la biomasse en 2019 d'environ 150 t (modèle d'épuisement de Leslie) à environ 350 t (indice de la biomasse du relevé de printemps calculé au prorata) et de la fourchette prévue de K (1000 à 6000). Ces valeurs ont produit une gamme de niveaux de saturation possibles de 0,026 à 0,36, avec une probabilité élevée d'environ 0,05. L'ajustement du modèle obtenu a produit une estimation de K de 3658 t, une estimation de B_{RMD} de 1377 t et un PRL de 551 t. Selon ce modèle, les niveaux de biomasse exploitable en 2021 étaient de 249 t, ce qui plaçait le stock sous le PRL, dans la zone critique.

À l'heure actuelle, un ajustement mis à jour du modèle JABBA a été produit en prolongeant la série chronologique des captures commerciales jusqu'en 2023, en mettant à jour les a priori, en ajoutant la série chronologique des PUE des relevés, et en séparant la série chronologique des PUE commerciales en plusieurs sections pour permettre la variation du coefficient de capturabilité au fil du temps (Smith *et al.* 2019). Pour mettre à jour les a priori du modèle,

l'estimation de K produite par l'ajustement du modèle précédent (3658 t) a été utilisée comme moyenne avec le même niveau d'incertitude qu'auparavant. L'a priori de la biomasse finale a également été ajusté en fonction des résultats du relevé de recherche de 2023. Tout d'abord, les niveaux de l'indice de la biomasse de 2023 du relevé de recherche d'automne ont été combinés pour les trois gisements principaux dans l'aire principale, produisant une biomasse combinée de 176 t. Comme cette estimation a été produite après la pêche, les prélèvements de 2023 sur les gisements y ont été ajoutés, produisant une estimation de la biomasse avant la pêche de 238 t. Ensuite, les débarquements provenant des gisements principaux représentaient 61 % des débarquements totaux provenant de l'aire principale en 2023, de sorte que si nous supposons une capturabilité égale au sein des gisements et des gisements secondaires à l'extérieur des trois gisements principaux, nous pouvons supposer que l'estimation de la biomasse des gisements principaux représente 61 % de l'ensemble de l'aire principale. Cette hypothèse a produit l'estimation approximative de la biomasse avant la pêche pour toute l'aire principale de 390 t, ou 0,11 K avec le nouvel a priori de K. Pour refléter l'incertitude de cette estimation, un coefficient de variation de 0,1 a été utilisé. Enfin, pour saisir l'effet que les changements au cours de la pêche ont eu sur le coefficient de capturabilité, la série chronologique des PUE commerciales a été divisée en plusieurs séries chronologiques distinctes. Les divisions ont été établies pour les années, ou à peu près, où des changements importants ont été apportés à la réglementation sur la gestion de la pêche du pétoncle, qui ont probablement eu une incidence sur la capturabilité : 1991, mise en œuvre de la limite du compte en chair dans toute l'aire principale; 1997, augmentation de la largeur des dragues dans toute l'aire principale; 2001, augmentation de la taille des anneaux dans toute l'aire principale; et 2020, augmentation de la taille des anneaux dans la ZPP 22. Lors de l'évaluation des ajustements et des résidus du modèle initial, une sixième division a été ajoutée en 2012, à peu près au moment où la saison de pêche et les heures par jour ont été réduites (Tableau A1).

3.2. MÉTHODES – DONNÉES INDÉPENDANTES DE LA PÊCHE

Entre 1986 et 2011, un seul relevé de recherche sur les pétoncles géants a eu lieu dans la région du Golfe, et il a été mené en 1997 dans la ZPP 22 (Hanson 1998). Depuis, une nouvelle série de relevés couvrant la période de 2012 à 2016 a été effectuée, mais ceux-ci n'avaient pas la résolution spatiale et temporelle nécessaire pour obtenir des données significatives pour l'évaluation du stock de pétoncles du Golfe (MPO 2019). En particulier, la couverture clairsemée des gisements principaux, surtout dans la ZPP 24, conjuguée à l'échantillonnage sur de vastes zones d'habitat sans pétoncle, a affaibli tout signal provenant des gisements. En fait, 63 % des traits de chalut de 2012 à 2016 n'ont pas permis de capturer de pétoncles. À compter de 2019, un nouveau relevé de recherche indépendant de la pêche visait à remédier à ces limites en ciblant les principaux gisements de pétoncles. On suppose que la gestion des grands gisements à des niveaux durables ou supérieurs bénéficie à l'ensemble de la population de pétoncles dans le sGSL (Smith et Sameoto 2016). En particulier, trois gisements dans le détroit de Northumberland ont été ciblés (West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22, Pictou dans la ZPP 24), qui représentent collectivement 61 % (de 2019 à 2023) des principaux débarquements de pétoncle du Golfe. En raison de leur importance dans la pêche du pétoncle du sGSL, ces gisements ont fait l'objet d'un relevé annuel à l'automne (octobre) entre 2019 et 2023, à l'exception du gisement Pictou en 2020 en raison des restrictions liées à la COVID-19. De plus, les gisements de West Point et de Cape Tormentine ont fait l'objet d'un relevé au printemps (avril) de 2022 et 2023 afin de générer des indices d'abondance avant la saison de pêche. Ces relevés ont permis de recueillir des données sur divers aspects des pétoncles, y compris l'abondance, la taille et la composition selon l'âge, la croissance, l'état de la chair et la répartition spatiale. En outre, ces relevés visaient à recueillir des données sur d'autres espèces capturées dans la drague, en particulier les prédateurs du pétoncle.

Les relevés d'automne 2019 et 2020 ont été effectués à bord du navire de la Garde côtière canadienne (NGCC) M. Perley. Des relevés subséquents de 2021 à 2023 ont été menés à bord de navires commerciaux affrétés de pêche au pétoncle. L'engin du relevé consistait en une drague à pétoncle de type Digby à huit paniers formée d'anneaux de 82,6 mm (de diamètre) (Figure 6). Deux des huit paniers étaient revêtus d'une doublure Vexar® (maillage de 18 mm) pour retenir les petits pétoncles et les espèces benthiques. Les données des deux paniers revêtus ont été exclues de l'analyse principale, mais ont été utilisées pour les statistiques descriptives, en particulier pour la répartition de la taille et l'abondance des recrues.

À chaque station d'échantillonnage, un trait de 4 minutes à une vitesse d'environ 2,5 nœuds a été effectué. Les individus capturés par chaque trait ont été triés, dénombrés et pesés par espèce. La hauteur de coquille de tous les pétoncles capturés a été mesurée à 0,01 mm près (c.-à-d. la distance maximale entre l'umbo et le bord terminal extérieur de la coquille). Les claquettes (pétoncles morts dont les coquilles restent jointes) ont été comptées et mesurées comme un indice de la mortalité naturelle. Des sous-échantillons biologiques de pétoncle géants de plus de 50 mm de longueur ont été recueillis pendant les relevés (3 pétoncles par catégorie de 1 mm de hauteur de coquille) et apportés au laboratoire pour obtenir le poids de la chair et des gonades humides (à 0,1 g près), le sexe et l'âge.

Les relations entre la hauteur de coquille et le poids de la chair ont été déterminées à l'aide d'un modèle linéaire généralisé à effets mixtes (GLMM) dans R (progiciel R version 4.4.0). Une famille gamma GLMM avec un lien logarithmique et un trait de chalut comme variable de regroupement était ajustée aux données des grands gisements de pétoncle (West Point, Cape Tormentine, Pictou) pour chaque année de 2019 à 2023. La hauteur de coquille a été mise à l'échelle pour améliorer l'ajustement du modèle. Le poids de la chair a été calculé à partir des hauteurs de coquille pour estimer la biomasse de tous les pétoncles mesurés à l'aide de l'équation suivante :

$$E(W_{ij}) = \exp(B_0 - B_{0j}) + (B_1 + B_{1j}) \log(H_{ij}) + \varepsilon_i \quad (9)$$

où;

- W_{ij} = poids de chair de pétoncle géant i provenant du trait j
- H_{ij} = hauteur de coquille du pétoncle géant i provenant du trait j
- B_0 B_{0j} = paramètre du point d'intersection fixe et aléatoire
- B_1 B_{1j} = paramètre de la pente fixe et aléatoire
- ε_i = terme d'erreur

Un indice de mortalité naturelle des pétoncles a été estimé en utilisant le rapport du nombre de pétoncles vivants à celui des claquettes dans l'équation suivante tirée de Merrill et Posgay 1964 :

$$\text{Indice de claquettes} = (C/C+V) (52/t) \quad (10)$$

où;

- C = nombre de claquettes (> 80 mm) dans l'échantillon
- V = nombre de pétoncles vivants (> 80 mm) dans l'échantillon
- t = nombre de semaines pendant lesquelles les claquettes restent jointes (33 semaines selon Merrill et Posgay 1964)

Un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié a été utilisé pour le relevé, ce qui excluait les zones où la profondeur de l'eau était inférieure à 5,5 m, la limite de navigation du navire de recherche. Les strates ont été définies en fonction de la tendance de répartition de l'effort de pêche du pétoncle selon les données des journaux de bord (analysées dans Niles *et al.* 2021). Chaque gisement était constitué de deux strates : le gisement intérieur (selon l'effort) et le gisement extérieur (selon la limite de répartition des pétoncles) (Tableau 4, Figure 4). L'échantillonnage a été effectué sur l'ensemble des strates du relevé, à l'exception d'une section de 20 km² de la strate du gisement de Pictou pour toutes les années en raison de la présence de frayères de hareng de l'Atlantique en octobre. Par conséquent, nous avons supposé que la densité des pétoncles était semblable dans les parties visées et non visées par un relevé de la strate du gisement de Pictou.

Le nombre de traits de relevé a été réparti proportionnellement à la taille des strates. La superficie des strates a été superposée à une grille de 2 x 2 km (outil de pavage). Les emplacements des traits ont été générés au hasard dans chaque polygone de grille à l'aide de l'outil de création de points aléatoires et par l'attribution d'une distance minimale de 300 m entre les points (ArcGIS v10.1).

Les données sur les captures ont été normalisées à une distance de trait de 308 m (durée cible de trait de 4 minutes à 2,5 nœuds), et à une zone de trait de 657 m² en fonction de la largeur intérieure de l'engin de relevé (2,13 m; 6 paniers non revêtus). L'approche normalisée pour les relevés au chalut de fond (Gunderson 1993; Smith et Gavaris 1993; Smith 1996; Smith 1997) a été utilisée pour ajuster les mesures des captures de pétoncles ou les données variables (abondance ou biomasse) tirées du relevé, c'est-à-dire :

$$\frac{\text{distance de trait standard (308 m)}}{\text{distance réelle du GPS (m)}} * \text{mesure de capture} \quad (11)$$

La moyenne par trait standard a été calculée pour chaque strate et pour la superficie totale du relevé.

La taille commerciale était définie comme suit : hauteur de coquille d'un pétoncle supérieure ou égale à 80 mm. La taille des recrues, elle, l'était ainsi : hauteur de coquille d'un pétoncle se situant entre 65 et 80 mm. Le poids de la chair (kg) par trait standard de pétoncles de taille commerciale a été utilisé pour obtenir des indices de la biomasse exploitable et le taux d'exploitation pour chaque strate ainsi que pour la zone de relevé.

Un système de pondération inverse à la distance (PID) a été appliqué aux données sur le taux de capture (kg h⁻¹ m⁻¹) du relevé de recherche pour chaque année pour les gisements de Cape Tormentine, de West Point et de Pictou. Cette analyse spatiale aide à comprendre la répartition et la variabilité des taux de capture dans différentes régions.

Les quantités nécessaires au calcul des indices sont définies ci-dessous (progiciel R : BIOSurvey2 version 1.0-1, Smith 1996; Smith *et al.* 2017) :

N_h = le nombre total d'unités d'échantillonnage dans la strate h ($h = 1, \dots, H$).

$N = \sum_{h=1}^H N_h$ = le nombre total d'unités d'échantillonnage dans le relevé.

$W_h = N_h/N$ = la proportion des unités d'échantillonnage dans la strate h .

n_h = le nombre d'unités d'échantillonnage dans la strate h .

y_{hi} = la mesure d'intérêt (p. ex. nombre de pétoncles) tirée du trait i dans la strate h ($i = 1, \dots, n_h$).

$\bar{y}_h = \sum_{i=1}^{n_h} y_{hi} / n_h$ = la moyenne de la strate.

$s_h^2 = \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)^2 / (n_h - 1)$ = la variance de la strate.

L'échantillonnage est indépendant en fonction des strates et la moyenne de relevé par nombre (ou pondérations) de traits (ou total) est une moyenne pondérée des moyennes (ou totaux) de chaque strate. Autrement dit,

$$y_h = \sum_{h=1}^H W_h \bar{y}_h \quad (12)$$

et pour la variance de la moyenne,

$$\text{Var}(\bar{y}_h) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h(N_h - n_h)}{N^2} \frac{s_h^2}{n_h} \quad (13)$$

Par exemple, pour les indices du Tableau A8-b (2019), le $y_h = 140,36$ g et $\text{Var}(\bar{y}_h) = 142,56$. Le poids total de la chair Y_h des pétoncles sur l'ensemble de la zone de relevé est simplement de $N \times y_h = 113\,565\,470$ g ou 113,57 t. Pour obtenir l'estimation de la biomasse avant la pêche (B_0), les débarquements commerciaux de la zone correspondante (61 t) ont été ajoutés à l'indice de la biomasse. Pour calculer la biomasse au prorata par rapport à l'aire principale (ZPP 22 et 24), le ratio des débarquements (zone de relevé : aire principale, 0,58) a été utilisé, qui était de 251 t en 2019.

4. RÉSULTATS

4.1. DÉBARQUEMENTS, JOURNAUX DE BORD ET QUALITÉ DES DONNÉES

La pêche du pétoncle géant du sGSL ne représente que 1 % de tous les pétoncles géants capturés au Canada (Mallet 2010). Les premiers pétoncles géants du sGSL ont été capturés au début des années 1900 (Lanteigne et Davidson 1991; Lanteigne et Davidson 1992). Les captures ont atteint un sommet en 1968 avec 900 t de chair, mais elles ont rapidement diminué jusqu'au milieu des années 1970. Cette baisse rapide a été suivie d'une baisse plus graduelle jusqu'à ce que les captures se stabilisent autour de 100 t par année depuis 2002 (MPO 2019). Les captures sont inférieures à la médiane à long terme (1968 à 2023) de 195 t depuis 2001.

Les débarquements commerciaux et le nombre de jours de pêche du pétoncle du sGSL jusqu'en 2023 sont présentés au Tableau A.3 et à la Figure 7. Les débarquements sont faibles et relativement stables depuis 2014, inférieurs à 100 t par année, après une baisse persistante depuis 1996. Les débarquements de 2022 et de 2023 étaient respectivement de 69 t et de 83 t, ce qui est bien inférieur à la médiane à long terme (1968 à 2010) de 195 t.

Des zones de pêche du pétoncle ont été établies vers 1987 et la proportion correspondante des débarquements annuels par ZPP pour la période de 2003 à 2023 est indiquée à la Figure 8. En moyenne, les débarquements de la ZPP 22 (59 %) et de la ZPP 24 (35 %) représentaient 94 % du total des débarquements annuels dans le sGSL pendant la période de 2017 à 2023, tandis que les ZPP 21 (6 %) et 23 (< 1 %) se partageaient le reste (Figure 8). Les débarquements annuels pour l'aire principale (ZPP 22 et 24) sont indiqués à la Figure 9. Les débarquements annuels et le nombre de jours de pêche par ZPP pour la période de 1987 à 2023 sont indiqués à la Figure 10.

On estime que les débarquements récréatifs (par plongée sous-marine), en fonction des données des journaux de bord, variaient entre 0,02 t et 0,19 t par année au cours de la période de 2003 à 2022, pour l'ensemble des ZPP dans le sGSL, la plupart (85 %) dans la ZPP 21A (Tableau 3). Pour ce qui est des débarquements, la pêche récréative est considérée comme négligeable (moyenne de 0,01 % des débarquements totaux dans le Golfe) par rapport à la pêche commerciale et n'est donc pas incluse dans la présente évaluation.

La répartition spatiale des débarquements (Figure 11), fondée sur les positions géographiques déclarées dans les journaux de bord pour chaque jour de pêche de 2003 à 2023, correspond assez bien aux gisements de pétoncles délimités à partir des relevés de recherche précédents (Worms et Chouinard 1983, 1984). Les cartes montrent clairement trois grands gisements de pétoncle : Cape Tormentine (ZPP 22 Sud), West Point (ZPP 22 Nord) et Pictou (ZPP 24), tous dans le détroit de Northumberland. Il faut noter que le gisement de Richibucto, une zone de pêche d'importance historique, a fait l'objet de très peu d'efforts de pêche comparativement aux témoignages historiques (Jamieson 1978; Worms 1984; Figure A2-b). Hanson (1998) a signalé pour la première fois ce changement, qui a été corroboré par des rapports anecdotiques de pêcheurs. Au cours des dernières années (2017 à 2023), un changement dans l'effort de pêche vers Wood Islands, au large de l'Île-du-Prince-Édouard, est perceptible dans la ZPP 24 comparativement à une période antérieure (2003 à 2016; Figure A2-a).

L'examen scientifique des journaux de bord a entraîné une augmentation de 15 % des données utilisables pour l'analyse spatiale comparativement à celles déclarées pour la période de 2011 à 2016 (Niles *et al.* 2021).

De 2011 à 2023, le degré de conformité à l'exigence de remplir et de retourner les journaux de bord papier au MPO dans les deux semaines suivant la fin de la saison a été variable (Tableaux 5 à 8, Figure 12). Depuis la mise en œuvre de la nouvelle version du journal de bord en 2020, les taux de conformité sont demeurés entre 73 et 84 % pour la ZPP 22. Cela porte à croire qu'environ 15 à 27 % des voyages de pêche déclarés au moyen des bordereaux de vente n'ont pas de journal de bord correspondant. De plus, aucun système n'est actuellement en place pour surveiller de manière indépendante les débarquements de pétoncles indiqués dans les journaux de bord ni pour quantifier les débarquements non déclarés, c'est-à-dire les débarquements sans bordereaux de vente pour lesquels aucun journal de bord n'a été retourné. En revanche, la conformité (c.-à-d. le nombre de journaux de bord par rapport aux bordereaux de vente) dans la ZPP 24 se rapproche de 100 % depuis 2020. Elle est attribuable à un pourcentage élevé (près de 100 %) des captures déclarées comme ventes locales, ce qui n'implique pas la production de bordereaux de vente. En ce qui concerne les journaux de bord de grande qualité utilisables pour l'analyse spatiale, il y a eu une amélioration depuis 2020 dans la ZPP 24 (ainsi que dans la ZPP 21) avec des taux supérieurs à 84 % et entre 70 et 80 % dans la ZPP 22; cependant, cette dernière fourchette est considérée comme sous-optimale. Par conséquent, les données manquantes et inexactes des journaux de bord sont le principal facteur d'incertitude des données sur les débarquements et l'effort de pêche utilisées dans la présente évaluation.

4.1.1. ZPP 21

4.1.1.1. Statistiques sur les captures

De 2017 à 2023, les débarquements annuels de la ZPP 21 sont passés d'un sommet de 7 t en 2017 à 3 t en 2023 (Figure 13). Les taux de capture moyens ont varié entre un minimum de 4,5 kg par heure (en 2021) à un maximum de 11,9 kg par heure en 2018 (Tableau 9). Les taux de capture les plus élevés de la série chronologique (2003 à 2023) ont été enregistrés entre 2017 et 2019 et sont attribuables en grande partie à la ZPP 21B (13 à 17 kg h⁻¹) (Figure 13).

4.1.2. ZPP 22

4.1.2.1. Statistiques sur les captures et analyse spatiale

Les débarquements de la ZPP 22 pour la série chronologique des journaux de bord (2017 à 2023) varient annuellement entre 34 t (2021) et 62 t (2018), accompagnés d'une diminution de l'effort au cours de cette période et d'une augmentation marquée des taux de capture en 2023

(Tableau 9). Selon les renseignements récents des journaux de bord de 2017 à 2023, la majorité des débarquements de la ZPP 22 (environ 76 %) sont partagés entre les gisements de Cape Tormentine et de West Point (gisement selon la définition de Niles *et al.* 2021; Tableau A3-c et Figure 14). Sur une base saisonnière, la répartition entre les deux gisements varie, commençant parfois par une plus grande proportion de débarquements provenant de Cape Tormentine dans les premières semaines de la saison et se terminant par une plus grande proportion de débarquements de West Point ou vice versa, ce qui indique peut-être qu'il y a un épuisement en série de ces gisements (Niles *et al.* 2021).

Les taux de capture annuels se sont élevés en moyenne à 8 kg par heure (2017 à 2023) et ont atteint un pic de 14,5 kg par heure en 2023 (Figure 13). Bien que les données de 2023 soient préliminaires, il s'agit du plus haut niveau enregistré depuis le début de la série chronologique en 2003. Les résultats concernant la ZPP 22 doivent être interprétés avec prudence, compte tenu des fluctuations des taux de capture au cours de la saison entre les deux grands gisements. Cette dynamique aurait tendance à atténuer les fluctuations, ce qui nécessiterait une analyse à l'échelle des gisements pour interpréter les tendances dans la ZPP 22.

4.1.2.2. Estimations du modèle d'épuisement

Le modèle d'épuisement, ajusté aux données sur les captures commerciales cumulatives et les taux de capture de la ZPP 22 de 2003 à 2023, était significativement négatif pour toutes les années ($p < 0.05$). Les estimations de la biomasse exploitable à partir des modèles d'épuisement variaient entre 61 t en 2016 et 184 t en 2011, tandis que les taux d'exploitation annuels variaient de 30 % à 60 %, pour une moyenne de 51 % (Figure 15). Une baisse du taux d'exploitation a été observée en 2005 et en 2019. La diminution des estimations de la biomasse exploitable observée depuis 2016 pourrait indiquer que la pêche est effectuée à des niveaux insoutenables.

4.1.3. Gisement de West Point

4.1.3.1. Statistiques sur les captures et analyse spatiale

De 2017 à 2023, les débarquements annuels calculés au prorata pour le gisement de West Point variaient de 3 t (2023) à 16 t (2017) de chair de pétoncle et représentaient entre 8 % et 49 % des débarquements pour la ZPP 22 (Tableau A3-c, Figure 16). Les faibles débarquements à West Point coïncident généralement avec des débarquements plus élevés à Cape Tormentine. Les débarquements et l'effort ont affiché une tendance à la baisse depuis 2016 (Figure 16). Les taux annuels moyens de capture pour la période de 2017 à 2023 ont fluctué entre 6,96 kg par heure (2019) et 9,13 kg par heure (2023), ce qui est légèrement plus élevé que les années précédentes (2003 à 2016) (Figure 16). La variation spatiale des taux de capture est illustrée à la Figure 28 (dans la section Relevés de recherche de 2019 à 2023).

4.1.3.2. Estimations du modèle d'épuisement

Le modèle d'épuisement, ajusté aux données sur les captures commerciales cumulatives et les taux de capture de West Point de 2003 à 2023, était significativement négatif pour toutes les années ($p < 0.000$). Les estimations de la biomasse exploitable à partir des modèles d'épuisement variaient entre 5 t en 2016 et 92 t en 2007, tandis que les taux d'exploitation annuels variaient de 29 % à 59 %, pour une moyenne de 52 % (Figure 17). La diminution des estimations de la biomasse exploitable observée au cours des huit dernières années peut indiquer que la pêche se fait à des niveaux insoutenables (les estimations du modèle d'épuisement sont présentées pour les années 2017 à 2023 au Tableau A3-d et à la Figure A3-a).

4.1.4. Gisement de Cape Tormentine

4.1.4.1. Statistiques sur les captures et analyse spatiale

De 2017 à 2023, les débarquements annuels calculés au prorata pour le gisement de Cape Tormentine variaient de 8 t (2022) à 23 t (2023) de chair de pétoncle et représentaient entre 27 % et 70 % des débarquements pour la ZPP 22 (Tableau A3-c, Figure 14). Les débarquements plus élevés à Cape Tormentine coïncidaient habituellement avec les faibles débarquements à West Point. Les débarquements et l'effort affichent généralement une tendance d'« expansion et de ralentissement » depuis 2003 (c.-à-d. des augmentations et des diminutions périodiques des débarquements et de l'effort) (Figure 16). Les taux annuels moyens de captures de 2017 à 2023 ont fluctué entre 6,38 kg par heure (2022) et 17,45 kg par heure (2023). Cette dernière valeur représente les taux de capture les plus élevés de la série chronologique (2003 à 2023) pour Cape Tormentine et pour tous les gisements (Figure 16). La variation spatiale des taux de capture est illustrée à la Figure 29 (dans la section Relevés de recherche de 2019 à 2023).

4.1.4.2. Estimations du modèle d'épuisement

Les modèles d'épuisement pour le gisement de Cape Tormentine de 2003 à 2023 ont fourni des estimations utilisables des paramètres pour la capturabilité (q), la biomasse initiale (B_0) et le taux d'exploitation (\hat{E}) ($p < 0,001$). Les taux annuels d'exploitation estimés à partir du modèle d'épuisement variaient entre 28 % et 58 %, la moyenne étant de 49 % (Figure 17). La biomasse exploitable a fluctué d'un minimum de 18 t (2010) à 141 t (2013) et a atteint une moyenne de 46 t (les estimations du modèle d'épuisement sont présentées pour les années 2017 à 2023 au Tableau A3-d et à la Figure A3-b).

4.1.5. ZPP 23

Les débarquements peu élevés ne sont pas divulgués conformément à la Loi sur la protection des renseignements personnels, car moins de cinq permis de pêche étaient actifs.

4.1.6. ZPP 24

Contrairement aux autres ZPP, la majorité des débarquements de la ZPP 24 sont classés dans la catégorie des ventes locales, ce qui peut accroître l'incertitude entourant les captures non déclarées, car les ventes locales ne comportent pas de bordereaux de vente correspondants qui peuvent servir à la vérification des débarquements (Figure A4). Entre 2017 et 2023, les débarquements annuels ont varié de 20 t (2019) à 30 t (2021 à 2023) (Tableau 9, Figure 13). Ils sont demeurés relativement constants au cours des quatre dernières années, tandis que l'effort a diminué graduellement. Les taux de capture annuels de 2017 à 2023 étaient en moyenne de 5,24 kg par heure avec une fourchette étroite entre 4,27 kg par heure (2017) et 6,81 kg par heure (2022) (Figure 13). Les taux de capture de 2017 à 2023 sont considérablement plus élevés que ceux des années précédentes, alors que la moyenne était de 3,6 kg par heure (2003 à 2016) (Niles *et al.* 2021).

4.1.7. Gisement de Pictou

4.1.7.1. Statistiques sur les captures et analyse spatiale

Au cours de la période de 2017 à 2023, 24 % des débarquements dans la ZPP 24 ont été prélevés dans le gisement de Pictou (gisement selon la définition de Niles *et al.* 2021; Tableau A3-c). Les tendances annuelles de la proportion des débarquements en provenance du gisement Pictou sont présentées à la Figure 18. Les débarquements annuels calculés au prorata pour le gisement de Pictou variaient entre 3 t et 9 t de chair de pétoncle pour la série

chronologique (2001 à 2016) (Figure 16). Pendant la période de 2017 à 2016, les taux de capture ont fluctué entre 3,80 kg par heure (2017) et 6,79 kg par heure (2016), avec une moyenne de 4,87 kg par heure, et étaient généralement légèrement plus élevés que ceux des années précédentes (2003 à 2016) (Figure 16). La variation spatiale des taux de capture pour le gisement de Pictou est illustrée à la Figure 30 pour chaque année de 2019 à 2023 (dans la section Relevés de recherche de 2019 à 2023). La Figure A2-a montre la variation spatiale de l'effort sur deux périodes (2003 à 2016 et 2017 à 2023).

4.1.7.2. Estimation du modèle d'épuisement

Le modèle d'épuisement des taux de capture en fonction des captures cumulés pour le gisement de Pictou dans la ZPP 24 était statistiquement significatif pour 2003, 2011 et 2021 (Figure 17), les valeurs p étant de 0,000, 0,01 et 0,02 respectivement. Les taux de capture étaient faibles dans cette zone par rapport aux autres zones analysées aux fins de la présente évaluation, et on a constaté peu ou pas de baisse au cours de la saison, comme indiqué dans l'évaluation précédente (Niles *et al.* 2021). L'estimation du modèle pour la biomasse exploitable avant la pêche en 2021 était de 25 t pour un taux d'exploitation correspondant de 20 % (les estimations du modèle d'épuisement sont présentées pour les années 2017 à 2023 au Tableau A3-d et à la Figure A3-c). Le fait que les taux de capture étaient si faibles donne à penser que la population connaît un faible niveau d'abondance, et que cette zone pourrait ne pas convenir à l'application du modèle d'épuisement de Leslie.

4.1.8. Aire principale (ZPP 22 et 24 combinées)

Les débarquements dans l'aire principale pour la série chronologique des journaux de bord (2017 à 2023) varient annuellement entre 62 t (2019) et 84 t (2018), accompagnés d'une diminution de l'effort au cours de cette période et d'une augmentation marquée des taux de capture en 2023. Les taux de capture annuels ont atteint en moyenne 6,64 kg par heure (2017 à 2023) et atteint un pic de 9,39 kg par heure en 2023. Un modèle d'épuisement n'a pas pu être ajusté aux données de l'aire principale. Les estimations ont plutôt été obtenues à partir de la somme des estimations de la biomasse du modèle d'épuisement pour les ZPPs 22 et 24, lorsqu'elles étaient disponibles (c.-à-d. 180 t en 2003, 339 t en 2011 et 227 t en 2021).

4.1.9. Point de référence limite – modèle JABBA mis à jour

Les principaux paramètres du modèle JABBA mis à jour ont montré un mélange adéquat de ses trois méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCCM; Figure A5-a) et tous les principaux paramètres ont passé les tests de convergence intégrés de Heidelberger et Welch (1992) et Gelman et Rubin (1992). Les résidus des indices de PUE observées et prévues par transformation logarithmique ont été répartis uniformément autour de zéro et n'ont montré aucune tendance systémique d'autocorrélation au fil du temps (comme l'indique l'ajustement du modèle de Loess) (Figure A5-b). Les distributions a posteriori des paramètres avaient tendance à être plus étroites que la distribution a priori. Elles avaient tendance à se situer à l'intérieur de la distribution a priori, bien que pour le taux de croissance intrinsèque, la moyenne de la distribution a posteriori se situait à la limite inférieure de la distribution a priori et l'inverse était vrai pour le paramètre de forme « m » (Figure A5-c). De plus, les écarts d'erreur de processus n'ont montré aucune tendance constante tout au long de la série chronologique (Figure A5-d). Une analyse rétrospective avec le modèle mis à jour a permis de constater que les estimations de la biomasse pour les couches ne dépassaient pas les intervalles de confiance du modèle complet (Figure A5-e) et que la moyenne du rho de Mohn des couches pour les estimations de la biomasse (-0,21) se situait dans les limites recommandées pour les espèces à courte durée de vie (-0,22 à 0,3, Hurtado-Ferro *et al.* 2015).

Le modèle mis à jour a produit une série chronologique d'estimations de la biomasse pour l'aire principale qui ressemblait beaucoup aux estimations du modèle de référence initial, qui utilisait une série chronologique des captures couvrant la période de 1923 à 2021, une seule série chronologique des PUE commerciales, et aucune donnée des PUE des relevés. Les différences entre les deux modèles étaient mineures, le nouveau modèle prévoyant un K légèrement inférieur et une diminution moindre de l'abondance à la fin des années 1960 et au début des années 1970 (Figure 19). Les niveaux de biomasse prévus à partir du modèle mis à jour sont demeurés supérieurs à ceux prévus par le modèle de référence entre 1972 et 2000, lorsque le modèle mis à jour prévoyait que les niveaux de biomasse chuteraient sous ceux du modèle de référence pour le reste de la série chronologique. Les estimations des paramètres indiquaient un K (3509 t, 2872 à 4510 t, IC à 95 %), un RMD (293 t, 250 à 338 t, IC à 95 %) et une F_{RMD} (0,205, 0,158 à 0,282, IC à 95 %) légèrement plus faibles, mais une estimation légèrement plus élevée pour la B_{RMD} (1391 t, 1143 à 1894 t, IC à 95 %) et r (0,25, 0,17 à 0,34, Figure A5-f). Toutes les estimations des paramètres du modèle mis à jour se situaient dans les régions de confiance à 95 % du modèle de référence.

Les estimations mises à jour des paramètres du modèle ont produit un PRL pour les pétoncles dans le sGSL de 556 t (poids de la chair pour les pétoncles de taille exploitable), ce qui dépasse le niveau de biomasse estimé actuel en 2023 de 300 t. Selon le modèle, le stock se trouve dans la zone critique depuis 1982. En effet, si nous regardons la trajectoire de la biomasse relative par rapport à la pression de pêche relative (Figure 20) nous pouvons voir que, bien que l'état de la population soit entré dans le quadrant de la surpêche (en haut à gauche) en 1971, et qu'il y soit demeuré depuis, les récents niveaux d'exploitation ont rapproché le stock de $F/F_{RMD} = 1$. En fait, les intervalles de confiance à 95 % chevauchent la ligne de $F/F_{RMD} = 1$ et les niveaux de biomasse relative se rapprochent de la ligne $B/B_{RMD} = 1$ depuis 4 ans. Les taux de mortalité par pêche du modèle JABBA étaient inférieurs à 0,01 de 1923 jusqu'au début des années 1950, ont atteint un pic de 0,71 en 2000, puis ont diminué jusqu'au niveau estimé actuel de 0,22 en 2023 (Figure 21). Si le nombre de captures continue de diminuer, passant au-dessous de la F_{RMD} , il est logique que l'abondance du stock augmente à court terme.

4.2. RELEVÉS DE RECHERCHE DE 2019 À 2023

Des relevés annuels ont été effectués sur les trois grands gisements de pétoncle dans le détroit de Northumberland de 2019 à 2023 (Tableau 10). Au total, 863 traits de relevé ont été échantillonnés au cours de la période de cinq ans. (Figures 22 à 27). La répartition spatiale des pétoncles du relevé (Figures 28 à 30) est comparée visuellement aux données d'emplacement de la pêche commerciale tirées des journaux de bord. On a trouvé des pétoncles à des profondeurs variant entre 9 et 39 m, la profondeur moyenne étant de 23 m (Figure 31).

Les caractéristiques biologiques des pétoncles échantillonnés au cours des relevés de recherche sont résumées aux Tableaux 11 et 12. Plus de 26 000 pétoncles ont été mesurés au cours de la période de relevé de cinq ans. Les hauteurs de coquille variaient de 9 à 141 mm. Les répartitions de la fréquence des hauteurs de coquille provenant des captures des relevés sont indiquées aux Figures 32 à 35. Un recrutement de pétoncles dans la pêche a été observé dans toutes les zones échantillonnées lors de la plupart des années. Les vagues de petits pétoncles (hauteur de coquille de 20 à 50 mm) sont visibles dans le gisement de Cape Tourmentine en 2021 et en 2022 (Figure 34) ainsi que dans le gisement de Pictou en 2023 (Figure 35). Comme indiqué précédemment (Niles *et al.* 2021), il y avait très peu de pétoncles dont la hauteur de coquille était supérieure à 110 mm sur le gisement de Cape Tourmentine, et la hauteur maximale de coquille enregistrée à cet endroit était de 125 mm.

La répartition de la taille des pétoncles retenus par le type d'engin le plus gros (diamètre de l'anneau de 82,6 mm) du relevé reflétait la sélectivité de la taille de la drague commerciale pour les tailles plus grandes. L'engin du relevé (taille de l'anneau de 82,6 mm avec des rondelles en acier) avait une L50 (hauteur de coquille des pétoncles avec une probabilité de 50 % d'être retenus par l'engin) de 76 mm, ce qui signifie que l'engin retiendra la plupart des pétoncles au-dessus de cette taille (Poirier *et al.* 2021). En revanche, le maillage (18 mm) qui tapissait deux paniers de l'engin du relevé est non sélectif.

Dans l'ensemble, le poids moyen de chair des pétoncles commerciaux capturés par l'engin du relevé (82,6 mm) était de 13,4 g (Figure 36). L'âge des pétoncles retenus par la drague du relevé variait de 2 à 14 ans. Un indice de mortalité naturelle, basé sur la proportion de claquettes (total dans le gisement du relevé) ayant une hauteur de coquille supérieure ou égale à 80 mm, variait de 0,24 à 0,40 (Tableau 12). À Pictou, un ratio de claquettes exceptionnellement élevé de 0,50 a été observé en octobre 2023, ce qui corrobore les préoccupations anecdotiques des pêcheurs au sujet du nombre élevé de claquettes pendant la pêche en novembre 2023 (Figure 37).

4.2.1. État des pétoncles

L'état est le poids de chair prévu en grammes d'un pétoncle de 100 mm, calculé à partir de la relation entre la taille de la coquille et le poids de la chair (méthodes décrites à la section 3.2). L'état peut varier jusqu'à 30 % dans l'espace et dans le temps. Les facteurs qui influent sur l'état comprennent les conditions environnementales et l'état physiologique du pétoncle (Sarro et Stokesbury 2009; Nasmith et Smith 2017). Depuis 2019, les relevés de recherche menés en octobre ont fourni des données annuelles sur l'état des pétoncles des trois grands gisements de pétoncle (Tableaux 13 et 14). L'analyse diagnostique de la relation entre la hauteur de coquille et le poids de la chair se trouve à la Figure A6. Les relevés d'avril ont permis d'établir l'état des pétoncles à un moment plus rapproché des pêches de West Point et de Cape Tormentine (en mai) (Figure 38). L'état dans l'habitat principal du pétoncle était en moyenne de 14 g d'après tous les relevés d'octobre de 2019 à 2023, et un état exceptionnellement bas a été observé sur le gisement de Cape Tormentine en 2021 (Tableau 14). Répartis par gisement, l'état moyen en octobre était de 16 g pour West Point, de 12 g pour Cape Tormentine et de 13 g pour Pictou. L'état a augmenté d'environ 18 % entre 2022 et 2023 pour les pétoncles de West Point et de Cape Tormentine, tandis qu'il a diminué de 2 % pour les pétoncles de Pictou.

L'état a également été surveillé pendant la saison de pêche de 2021 à 2023, et des échantillons hebdomadaires ont été prélevés au quai (Figure 39). À Pictou (ZPP 24), l'état a tendance à augmenter à mesure que la saison avance. Selon cet échantillonnage au quai, l'état pendant la pêche se situait en moyenne entre 14 et 18,7 g de poids de chair (Figure 40). Les valeurs d'état les plus élevées ont été observées pendant la pêche de mai 2023 dans les gisements de West Point (18,4 g) et de Cape Tormentine (18,7 g) (ZPP 22) et pendant la pêche de l'automne 2022 dans le gisement de Pictou (17,7 g) (ZPP 24). En général, l'état des relevés effectués avant les pêches respectives concorde avec l'état observé pendant la pêche. (Figure 40). Pendant les pêches respectives, l'état des pétoncles était en moyenne supérieur de 4 g (fourchette : -0,3, 6,3) à celui des relevés d'octobre (Figure 41).

4.2.2. Indices de relevé

4.2.2.1. Gisement

À l'échelle du gisement (strates du gisement), le gisement de Pictou présentait le rendement en chair le plus élevé par trait standard au cours de la série chronologique, bien que Cape Tormentine ait les densités les plus élevées de pétoncles de taille commerciale (Figure 42). Le

gisement de West Point présentait généralement des rendements en chair et des densités de pétoncles stables et inférieurs. Le nombre moyen de recrues (65 à 95 mm) par trait standard (maillage de 18 mm seulement) était le plus élevé en 2021 sur le gisement de Cape Tormentine.

Les indices du relevé (c.-à-d. la biomasse de pétoncles commerciaux (pétoncles dont la hauteur de coquille est ≥ 80 mm), et le nombre de pétoncles commerciaux) tirés des relevés de recherche menés sur les trois grands gisements de pêche au pétoncle sont présentés au Tableau 15 et à la Figure 43. Les débarquements de chaque gisement correspondant à l'année du relevé sont tirés des données commerciales des journaux de bord. Les taux d'exploitation ont été calculés à l'aide des débarquements commerciaux et des indices de la biomasse exploitable tirés des relevés de recherche. Le taux d'exploitation représente la proportion de la biomasse disponible qui a été récoltée pendant la saison de pêche. À noter que les estimations du taux d'exploitation ne sont pas ajustées en fonction de l'efficacité des engins. Pour les gisements de la ZPP 22, les débarquements déclarés sont ajoutés aux indices de la biomasse d'octobre pour calculer les taux d'exploitation. Cet ajustement tient compte des prélèvements connus par pêche lorsqu'on estime la biomasse avant la pêche (B0), ce qui se produit en mai pour la ZPP 22.

4.2.2.2. Gisement de West Point

Le gisement de West Point a fait l'objet d'un relevé en octobre de chaque année de 2019 à 2023, après la saison de pêche. L'indice de la biomasse exploitable, en poids de chair, a varié entre 30 et 40 t au cours des années où un relevé a été mené et a augmenté de 26 % de 2022 à 2023. Cependant, l'indice du relevé sur les nombres de pétoncles commerciaux n'a augmenté que de 5 % de 2022 à 2023. Le taux d'exploitation moyen a été estimé à 26 %.

4.2.2.3. Gisement de Cape Tormentine

Le gisement de Cape Tormentine a fait l'objet d'un relevé en octobre de chaque année (2019 à 2023), également après la saison de pêche. L'indice de la biomasse exploitable, mesuré en poids de chair, variait de 14 à 43 t. Une tendance à la hausse de la biomasse exploitable a été observée au cours de cette période et a augmenté de 22 % de 2022 à 2023. Cependant, l'indice du relevé sur les nombres de pétoncles commerciaux n'a augmenté que de 5 % de 2022 à 2023. Le taux d'exploitation moyen a été calculé à 41 %.

4.2.2.4. Indices du relevé d'avril (printemps) par rapport à celui d'octobre (automne)

En plus des relevés d'octobre, les gisements de West Point et de Cape Tormentine ont fait l'objet de relevés en avril 2022 et 2023 (Tableau 16). L'objectif était d'obtenir des indices de la biomasse juste avant la saison de pêche de la ZPP 22 en mai et de les comparer aux indices d'octobre, à partir des relevés effectués cinq mois après la saison de pêche. Les indices de la biomasse des relevés d'avril étaient plus élevés que ceux des relevés d'octobre. L'état variait au fil du temps et de l'espace, étant généralement meilleur au printemps qu'à l'automne. En fait, l'état en avril était considérablement meilleur qu'en octobre, sauf à Cape Tormentine en 2022, où il était exceptionnellement faible. Pour ajuster les indices de la biomasse, la relation entre le poids de la chair et la hauteur de coquille du relevé d'octobre a été appliquée aux hauteurs de coquille du relevé d'avril afin de tenir compte de la différence de biomasse entre les deux relevés. Après avoir vérifié l'état, les indices de la biomasse sont devenus plus comparables entre les deux relevés pour le gisement de Cape Tormentine, mais sont demeurés plus élevés pour le gisement de West Point, en particulier en avril 2022 (Figure 44). Dans ce cas, les indices de la biomasse plus élevés observés lors des relevés d'avril pourraient avoir été réduits par l'activité de pêche à des niveaux supérieurs à ce qui pourrait s'expliquer par les débarquements déclarés. La densité des pétoncles (nombre par trait standard) était

généralement plus élevée dans les relevés d'avril que dans ceux d'octobre, à l'exception de West Point en 2023 (Figure 44). Ces densités plus élevées tirées des résultats du relevé expliquent les différences restantes de la biomasse. Aucun ajustement n'a été apporté aux indices de la biomasse du relevé d'octobre ou au nombre de pétoncles entre les deux relevés pour tenir compte des prélèvements de poissons.

4.2.2.5. Pictou

Le gisement de Pictou a fait l'objet d'un relevé en octobre de chaque année, sauf en 2020, juste avant la saison de pêche qui a lieu en novembre et en décembre. L'indice de la biomasse exploitable, mesuré en poids de chair, variait de 20 à 37 t au cours de la série chronologique, avec une moyenne de 29 t (Figure 43). Le nombre de pétoncles commerciaux variait entre 1,3 et 2,9 M. Une tendance à la hausse de la biomasse exploitable et du nombre de pétoncles commerciaux a été observée au cours de la série chronologique du relevé, mais l'indice de la biomasse est demeuré stable entre 2022 et 2023. L'indice du nombre de pétoncles commerciaux a diminué de 10 % entre 2022 et 2023. Les débarquements commerciaux qui ont eu lieu après le relevé ont fluctué entre 3 et 8 t. Le taux d'exploitation moyen du gisement de Pictou a été estimé à 20 %.

4.2.2.6. ZPP

La biomasse exploitable pour la ZPP 22 a été estimée en additionnant les indices de la biomasse des gisements de West Point et de Cape Tormentine. Deux hypothèses importantes ont été formulées dans le processus d'estimation pour les ZPP : 1) le ratio des débarquements indiqué dans les journaux de bord est représentatif du ratio des débarquements non déclaré; 2) les débarquements sont proportionnels à la biomasse. La biomasse découlant du cumul des deux gisements a ensuite été convertie en biomasse de la ZPP en utilisant le ratio des débarquements (gisements : ZPP 22) pour chaque année correspondante. Strictement selon les relevés d'octobre, la B0 pour la ZPP 22 a varié d'environ 96 t à 124 t entre 2019 et 2023. Il semble y avoir eu une modeste augmentation de la biomasse en 2023. Compte tenu des débarquements de la ZPP 22 (34 à 46 t, de 2019 à 2023), cela s'est traduit par un taux d'exploitation moyen de 36 % (fourchette : 33 à 38 %).

La biomasse exploitable de la ZPP 24 a été estimée à partir de la biomasse du gisement de Pictou. Selon les mêmes hypothèses appliquées ci-dessus pour la ZPP 22, la biomasse du gisement de Pictou a ensuite été convertie en biomasse de la ZPP 24 en utilisant le ratio des débarquements (gisement : ZPP 24) pour chaque année correspondante. Strictement selon les relevés d'octobre, la B0 pour la ZPP 24 a varié d'environ 148 à 309 t entre 2019 et 2023. La dernière année montre une légère augmentation. Compte tenu des débarquements de la ZPP 24 (19 à 30 t, de 2019 à 2023), cela s'est traduit par un taux d'exploitation moyen de 15 % (fourchette : 10 à 20%).

4.2.2.7. Aire principale (ZPP 22 et ZPP 24 combinées)

L'aire principale de l'habitat du pétoncle dans le sGSL est définie comme la région occupée par les gisements dans les ZPP 22 et 24 (Harbicht *et al.* 2024). Les résultats des relevés des trois grands gisements de pétoncle ont été utilisés pour estimer l'abondance de la zone de relevé et les indices de la biomasse (Tableau 17, Figures 45 à 49). Les indices manquants de Pictou dans certains relevés (octobre 2020, avril 2022 et avril 2023) ont été calculés à partir de la moyenne de la série chronologique (2019 à 2023; moyenne du nombre de pétoncles commerciaux = 5 M, moyenne du nombre de recrues = 0,12 M et moyenne de la biomasse = 29 t.

À l'aide du ratio des débarquements (zone de relevé : aire principale, ≈ 0.61 pour chaque année correspondante, l'abondance et la biomasse de la zone de relevé ont été converties en indices de l'aire principale pour certaines entrées du modèle JABBA (voir les sections 3.1.5 et 4.1.9).

Selon les relevés d'octobre, l'indice du nombre de pétoncles commerciaux a affiché une tendance à la hausse, passant de 7 à 14 M de pétoncles dans les strates de relevé au cours de la série chronologique des relevés (Figure 46). Un léger pic du nombre de recrues (hauteur de coquille de 65 à 79 mm) a été observé en 2022 (Figure 47). Les indices de la biomasse (B) pour les strates de relevé ont varié d'environ 91 à 185 t entre 2019 et 2023 (Figure 48). Au cours des trois dernières années, la tendance a montré une légère augmentation des indices de la biomasse exploitable. Les taux d'exploitation (pourcentage de la biomasse exploitable estimée qui a été déclarée dans les débarquements) estimés à partir du relevé scientifique pour l'aire principale du sGSL ont diminué de 30 à 21 % entre 2020 et 2023 (Figure 49).

Lorsqu'on compare les estimations de la biomasse indépendantes de la pêche (relevés) et dépendantes de la pêche (modèles d'épuisement), les indices de la biomasse des relevés effectués avant la pêche pour les trois grands gisements de pétoncle géants (Cape Tormentine, West Point, Pictou) se situaient généralement bien dans les limites des estimations du modèle d'épuisement (Tableau 18; Figure 50). C'était également le cas à l'échelle de la ZPP (Figure 51).

5. CONSIDÉRATIONS ÉCOSYSTÉMIQUES

Les conditions environnementales peuvent influencer la biologie des pétoncles géants parce qu'ils sont ectothermes. Par conséquent, il est important de tenir compte des effets potentiels des changements climatiques sur les pétoncles géants afin de planifier une gestion efficace de cette pêche. Bien que les études sur les changements climatiques menées précisément sur le stock du sGSL soient inexistantes, la littérature existante peut fournir certains renseignements pour éclairer une approche de précaution à mesure que le climat change.

Plus particulièrement, la biologie du pétoncle géant dépend fortement de la température de l'eau de mer et les pétoncles géants sont donc vulnérables aux effets du réchauffement des océans. Bien que la plage de températures optimales n'ait pas encore été quantifiée pour les pétoncles géants du sGSL, il est généralement reconnu qu'ils peuvent croître de 8 à 18 °C, la croissance optimale se produisant entre 10 et 15 °C (Young-Lai et Aiken 1986; Stewart et Arnold 1994; Frenette 2004); les pétoncles géants subissent un stress physiologique à une température supérieure à 18 °C et des températures supérieures à 21 °C peuvent être létales (Dickie 1958; Stewart et Arnold 1994).

Si ces exigences en matière de température s'appliquent également aux pétoncles du sGSL, la température pourrait déjà avoir une incidence sur ces stocks et pourrait avoir d'autres répercussions sur eux à l'avenir à mesure que le climat continuera de se réchauffer. Les températures de surface maximales dans la région du détroit de Northumberland sont les plus chaudes du Golfe, avec une moyenne de 18,8 °C (1991 à 2020) en août (Galbraith *et al.* 2023). En 2022, selon les données sur la TSM de l'AVHRR [radiomètre perfectionné à très haute résolution], la température mensuelle moyenne dans le détroit de Northumberland en août était de 20,5 °C, soit environ 2 °C de plus que la température climatologique (Galbraith *et al.* 2023). De plus, selon les données du programme de surveillance de la température du Golfe du MPO (1995 à 2021), les extrêmes de température au fond pendant les mois d'été (juillet à septembre) dans le détroit de Northumberland semblent augmenter à la fois en fréquence et en gravité au fil du temps. Dans ce cas, la température maximale au fond enregistrée dans l'ensemble des sites du détroit de Northumberland ayant des profondeurs de 9 à 25 m (c.-à-d. à l'intérieur de la plage de profondeur observée des pétoncles du sGSL; voir la Figure A7) semble augmenter au

fil du temps, la température maximale au fond la plus élevée ayant été enregistrée en 2019 (25,4 °C, Figure 52, A). De plus, le nombre de jours pendant lesquels la température quotidienne maximale au fond dépasse la limite supérieure de 21 °C pour les pétoncles augmente également de fréquence. Huit des onze années de 1995 à 2006 n'ont connu aucun jour où la température maximale au fond était supérieure à 21 °C, une seule de ces années ayant dépassé 20 jours de température supérieure ou égale à 21 °C; par contraste frappant, 13 des 14 années de 2007 à 2021 ont connu au moins dix jours avec des températures maximales au fond supérieures à 21 °C, dont onze de ces années ayant connu plus de 20 jours de température supérieure à 21 °C (Figure 52, B). Il est donc possible que l'augmentation de la fréquence et de la gravité des températures extrêmes dans le détroit de Northumberland ait déjà une incidence sur ces stocks de pétoncles; toutefois, la recherche portant directement sur ces effets pour les stocks du sGSL demeure absente.

En plus des températures de plus en plus élevées dans le détroit de Northumberland, une étude récente du nord-est des États-Unis a estimé que le réchauffement des océans au-delà de 2 °C était susceptible de réduire la taille des pétoncles dans cette région, ce qui se traduirait par une hauteur de coquille et une biomasse considérablement plus faibles (Zang *et al.* 2023). Les auteurs laissaient également entendre que les effets du réchauffement sur la taille des pétoncles dans cette région étaient les plus prononcés pour les pétoncles à moins de 60 m de profondeur, tandis que la mortalité par pêche était un facteur plus important de réduction de la taille pour les pétoncles à plus de 60 m de profondeur (Zang *et al.* 2023). Étant donné que les pétoncles du sGSL se trouvent à des profondeurs de 9 à 37 m (Pavone *et al.* 2022), le réchauffement des températures pourrait donc avoir une incidence négative sur la structure de taille des pétoncles dans notre région.

Parallèlement à l'augmentation de la température de l'eau de mer, d'autres processus liés au changement climatique sont également préoccupants pour les pétoncles géants dans le sGSL. Les principaux sont l'acidification des océans (réduction du pH de l'eau de mer due à l'absorption océanique de l'excès de CO₂ atmosphérique; Guinotte et Fabry 2008) et la désoxygénation (réduction de l'oxygène dans l'eau de mer en raison de l'augmentation de sa température, car les eaux plus chaudes contiennent moins d'oxygène et empêchent l'oxygène d'atteindre des eaux plus profondes; Breitburg *et al.* 2018). Dans les régions côtières, les effets de l'acidification et de la désoxygénation des océans peuvent être aggravés par les activités humaines qui entraînent une augmentation des nutriments forcés dans les eaux littorales (Clements et Chopin 2017; Cormier *et al.* 2023). Pousse et ses collaborateurs (2023) ont signalé que les pétoncles géants étaient sensibles à l'acidification des océans, celle-ci ayant des effets négatifs sur leur physiologie et leur croissance; les auteurs ont également laissé entendre que les pétoncles ont une capacité limitée à gérer physiologiquement l'acidification des océans, tandis que les changements physiologiques énergétiques peuvent les aider à faire face à l'augmentation de la température de l'eau de mer. En ce qui concerne les effets liés à la pêche, Rheuban et ses collaborateurs (2018) ont signalé que, dans le nord-est des États-Unis, l'acidification des océans pourrait réduire la biomasse de pétoncles géants de plus de 50 % d'ici 2100 selon le scénario climatique RCP8.5 du GIEC (maintien du statu quo); ils ont également indiqué que l'établissement de limites de captures et la fermeture partielle de la zone (10 % de la zone de pêche) pourraient seulement partiellement compenser les effets négatifs de l'acidification sur la biomasse du stock, et des réductions de la biomasse de plus de 25 % pourraient encore être attendues malgré ces mesures de gestion. Bien que la recherche sur les effets de la faible teneur en oxygène sur les pétoncles géants ne soit pas disponible (à notre connaissance), les données probantes laissent croire que des conditions de faible teneur en oxygène, en particulier en combinaison avec le réchauffement, peuvent avoir un effet négatif sur la croissance, la survie et les réactions pour s'échapper des prédateurs chez d'autres espèces de pétoncle, y compris le pétoncle de baie, *Argopecten irradians* (Tomasetti *et*

al. 2023), le pétoncle péruvien, *A. purpuratus* (Brokordt *et al.* 2013), et le pétoncle farreri, *Chlamys farreri* (Li *et al.* 2019).

Un autre facteur de stress environnemental d'origine humaine d'intérêt contemporain en ce qui concerne les bivalves est le bruit anthropique généré par les activités humaines sur ou à proximité des océans (Solé et André 2023). Bien que la recherche sur ce sujet en soit encore à ses balbutiements, des données récentes laissent croire que les sons peuvent influencer sur le comportement des pétoncles géants juvéniles lorsqu'ils sont de basse fréquence et de haute intensité (Jézéquel *et al.* 2022, 2023). Toutefois, il faut mener beaucoup plus de recherches sur les effets du son sur les pétoncles géants avant de pouvoir déterminer ses effets sur sa pêche. Bien que chacun de ces facteurs de stress puisse avoir un effet indépendant sur la biologie du pétoncle géant et sur le rendement futur des pêches, il est important de tenir compte de la façon dont ces paramètres pourraient avoir un effet combiné sur la biologie du pétoncle géant, car le réchauffement, l'acidification, la désoxygénation et le bruit anthropique sont susceptibles de se produire simultanément, et non isolément. En effet, on peut s'attendre à des effets cumulatifs de ces facteurs de stress dans le détroit de Northumberland (Beauchesne *et al.* 2020), où se trouvent les stocks de pétoncles géants dont il est question ici. Malheureusement, de telles études sur les stress multiples pour cette espèce sont limitées et toute conclusion concernant les effets combinés serait prématurée. D'autres recherches sur les effets combinés de ces paramètres environnementaux sur la pêche du pétoncle sont nécessaires. De plus, il est essentiel de noter que, bien que les études susmentionnées s'appliquent aux pétoncles géants, aucune des études ne porte directement sur le stock du sGSL auquel se rapporte ce processus d'évaluation. Compte tenu de l'importance de l'adaptation locale pour dicter les réponses des bivalves à des facteurs de stress comme l'acidification des océans (Vargas *et al.* 2017), des études expérimentales évaluant la vulnérabilité des pétoncles du sGSL à ces facteurs de stress environnementaux sont grandement nécessaires. En fin de compte, la compréhension des effets du changement climatique et d'autres facteurs de stress connexes sur les stocks de pétoncles du sGSL et la durabilité de cette pêche exige davantage de recherche. Une fois ces effets connus, les cadres de gestion actuels des États-Unis (Cooley *et al.* 2015; Rheuban *et al.* 2018) pourraient aider à façonner des stratégies de gestion adaptative pour cette pêche dans l'avenir.

Outre les changements climatiques, il est également important de tenir compte des facteurs de stress biotiques dans l'environnement, comme la prédation. Les deux principaux prédateurs de pétoncle présents dans le détroit de Northumberland sont le crabe commun (*Cancer irroratus*) et l'étoile de mer commune (*Asterias rubens*). Le crabe commun peut consommer jusqu'à trois pétoncles par jour et les étoiles de mer jusqu'à un (Nadeau 2012). Alors que les étoiles de mer préfèrent les moules bleues (*Mytilus edulis*), elles peuvent passer aux pétoncles lorsque les moules ne sont pas disponibles. De ces deux prédateurs, le crabe commun est le plus efficace et le plus préoccupant dans le détroit de Northumberland. Par conséquent, son abondance et sa biomasse ont été surveillées pendant les relevés annuels, et des indices sont présentés quant aux strates de gisement et aux strates de relevé au cours des séries chronologiques aux Figures 53 et 54, respectivement. Les abondances de crabes communs étaient les plus élevées sur le gisement de West Point, avec une fourchette de 2,6 à 3,8 crabes par trait standard. Un pic notable de l'abondance du crabe commun a été observé à Pictou (2,8 crabes par trait standard) en 2022. L'indice de la biomasse du crabe commun dans la zone de relevé variait entre 127 et 268 t, avec une moyenne de 214 t. Fait intéressant, l'abondance du crabe commun a affiché une augmentation linéaire entre 2019 et 2023 dans les gisements de West Point et de Cape Tormentine (Figure 55). Bien que les facteurs de cette tendance soient inconnus, l'augmentation de l'abondance du crabe commun pourrait avoir des conséquences écologiques sur les gisements de pétoncle, car l'augmentation de l'abondance des prédateurs pourrait nuire au recrutement et à la survie du pétoncle (Barbeau *et al.* 1994, 1996, 1998). Par conséquent,

les relevés futurs devraient continuer de surveiller l'abondance des prédateurs dans le détroit de Northumberland.

6. DISCUSSION

La pêche du pétoncle géant dans le sGSL est gérée par la région du Golfe du MPO au moyen de contrôles des intrants, tels que des saisons de pêche, des zones de pêche interdites, un nombre limité de permis, et des restrictions relatives aux engins de pêche et au compte en chair. Les débarquements et le nombre de permis actifs ont été faibles depuis 2002 comparativement aux années précédentes (MPO 2019). Seulement 15 % des 767 détenteurs de permis ont participé à la pêche du pétoncle en 2022 et en 2016, soit une baisse par rapport aux 19 % de 2016, ce qui laisse supposer un effort latent important. Cette situation indique qu'il pourrait y avoir une réactivation des permis latents dès les premiers signes de rétablissement du stock ou de changements dans les facteurs socio-économiques touchant les pêches. Cela mérite d'être pris en considération dans les futures stratégies de gestion. Depuis 2014, les débarquements dans l'ensemble du sGSL sont inférieurs à 100 t par année. Les débarquements étaient de 69 t en 2022 et les débarquements préliminaires de 83 t en 2023. Au cours des dernières années (2017 à 2023), la ZPP 22 (59 %) et la ZPP 24 (35 %) représentaient ensemble 94 % des débarquements dans le Golfe, ce qui correspond à l'historique de la pêche (Jamieson 1979). L'analyse spatiale montre qu'elle se pratique principalement sur trois gisements : West Point (ZPP 22), Cape Tormentine (ZPP 22) et Pictou (ZPP 24), tous situés dans le détroit de Northumberland. Environ 61 % des débarquements du Golfe sont récoltés dans ces trois gisements, selon les journaux de bord de 2017 à 2023. Des gisements plus petits sur le plan de l'effort et des débarquements ont été trouvés en petites parcelles partout dans le sGSL.

Certains changements notables dans les mesures de gestion pour la pêche du pétoncle se sont produits au cours des 20 dernières années, et plus récemment depuis la dernière évaluation en 2018 (MPO 2019). Une augmentation de la taille des anneaux de 76 à 82,6 mm a été établie au début des années 2000 comme mesure de conservation visant à réduire le nombre de petits pétoncles capturés par la drague. À peu près au même moment, une réduction du compte en chair maximal permis (de 52 à 44 pour 500 g) a été adoptée pour la ZPP 22, dans le but d'orienter la pression de pêche vers des pétoncles de plus grande taille. La taille des anneaux dans la ZPP 22 a encore augmenté pour atteindre 88,9 mm en 2019. L'effort de pêche a été réduit récemment avec des jours plus courts (2016) et une saison raccourcie de 20 % (2018) dans la ZPP 22. Depuis 2009, la ZPP 21A a adopté une règle de décision en matière de taux de capture stipulant que la pêche sera fermée lorsque le taux de capture est faible ($< 3 \text{ kg h}^{-1}$), et depuis 2013, a élargi sa zone de fermeture (c.-à-d. zone tampon de la pêche au pétoncle).

Les taux de captures moyens, fondés sur des renseignements qui reflètent plus fidèlement l'effort de pêche réel (c.-à-d. kg par heure de dragage; Orensanz *et al.* 2016), ne sont disponibles que depuis 2003, tout en correspondant à une période où la ressource était déjà considérée comme étant en faible abondance dans le sGSL (MPO 2019). Les taux de capture dans le sGSL étaient généralement inférieurs à 10 kg par heure. Dans la série chronologique de 2003 à 2023 visée par la présente évaluation, les taux de capture ont surtout été les plus élevés dans la ZPP 22, avec une valeur moyenne de 6,5 kg par heure. Un taux moyen de captures de 14,5 kg par heure en 2023 était un record pour la série chronologique et coïncidait avec une excellente condition. Des taux de capture exceptionnellement élevés de 11,5 à 11,9 kg par heure ont également été enregistrés dans la ZPP 21 entre 2017 et 2019, principalement en raison de la sous-zone 21B. Cette situation soulève des préoccupations au sujet d'un épuisement possible dans la ZPP 21 puisque seuls les gisements de l'aire principale sont surveillés pour les indices de la biomasse, ce qui fait que l'épuisement à l'extérieur de ces

zones demeure non détecté. En revanche, les taux de capture sont généralement demeurés inférieurs à 6,8 kg par heure dans la ZPP 24. Les taux de capture de la pêche commerciale peuvent être hyperstables (c'est-à-dire qu'ils restent élevés alors que la biomasse réelle diminue) en raison des changements saisonniers et annuels dans la répartition spatiale de l'effort de pêche. Cela pourrait introduire un biais dans les indices du taux de capture. Dans l'ensemble, les taux de capture annuels sont relativement faibles dans le Golfe comparativement à ceux qui sont déclarés dans les autres pêches du pétoncle dans le Canada atlantique, notamment celles de la baie de Fundy (10 à 25 kg h⁻¹) (Sameoto *et al.* 2012; Nasmith *et al.* 2016). Les taux de capture pour la ZPP 22 se situent toutefois dans la fourchette de ceux observés dans la pêche du pétoncle des Îles-de-la-Madeleine (ZPP 20, région du Québec), et également dans le sGSL (MPO 2013; Trottier *et al.* 2017). Les faibles taux de capture peuvent être préoccupants lorsqu'ils impliquent une faible densité de pétoncles. En tant que reproducteurs avec fertilisation externe, moins les voisins sont nombreux, moins les chances de fécondation sont grandes, ce qui compromet le succès de reproduction d'une population de pétoncles.

Un modèle d'épuisement pour l'évaluation des stocks a été ajusté aux données sur les débarquements et les taux de capture tirées des journaux de bord pour les grands gisements de pétoncles dans le sGSL. Cette approche permet de comprendre l'effet de la pêche sur la population de pétoncles. Les estimations de la biomasse exploitable et des taux d'exploitation ont été calculées à partir de modèles statistiquement significatifs pour chaque année analysée (c.-à-d. de 2003 à 2023) pour les gisements de Cape Tormentine et de West Point dans la ZPP 22.

Pour le gisement de Pictou dans la ZPP 24, le modèle n'était significatif que pour les données de 2003, 2011 et 2021. Même pour ces modèles, les intervalles de confiance étaient trop grands pour être affichés sur les graphiques d'épuisement et ajoutaient à l'incertitude entourant les indices de la biomasse pour le gisement de Pictou. Cela s'explique par le fait que la quantité de pétoncles prélevée pendant la saison de pêche était insuffisante pour détecter une diminution de l'abondance. En fait, les taux de capture étaient si faibles dans cette région qu'ils donnent à penser que la population est peu abondante. Par conséquent, cette zone pourrait ne pas convenir à l'application des méthodes d'épuisement de Leslie. L'impossibilité d'ajuster le modèle aux données de la ZPP 24 a probablement contribué à l'incapacité d'ajuster le modèle à l'ensemble des données de l'aire principale (c.-à-d. les ZPP 22 et 24 combinées). De plus, la surveillance de l'état montre que le poids de la chair a augmenté pendant la pêche d'automne (dans la ZPP 24), ce qui pourrait masquer l'épuisement. Les pratiques de pêche particulières dans la ZPP 24, où les débarquements de pétoncle sont principalement vendus à des acheteurs locaux et, qu'une fois les commandes remplies, le pêcheur peut réduire l'effort de pêche en fonction des demandes du marché local, sont un autre facteur à prendre en considération. En général, les niveaux d'exploitation du modèle d'épuisement sont élevés, atteignant en moyenne 50 % (fourchette : 28 % à 59 %) pour les deux grands gisements de pétoncle dans la ZPP 22 au cours de la série chronologique. Une baisse notable des taux d'exploitation sur les deux grands gisements en 2019 pourrait être une conséquence de l'augmentation de la taille de l'anneau qui s'est produite dans la ZPP 22 cette année-là. Malgré l'incertitude entourant les données dépendantes de la pêche, ces taux d'exploitation se situent à des niveaux bien supérieurs à ce qui pourrait être considéré comme une pêche durable. Dès 1978, Jamieson a reconnu que la ressource de pétoncles du détroit de Northumberland était grandement surexploitée. De même, Worms (1984) mentionnait des taux d'exploitation moyens de 50 % et se préoccupait de la durabilité de la ressource de pétoncles du Golfe à un tel niveau d'intensité de pêche. En revanche, la pêche côtière du pétoncle géant de la baie de Fundy, considérée comme durable et se trouvant sur certains des gisements les plus productifs pour cette espèce, fixe les taux d'exploitation cibles à 15 % (Smith *et al.* 2012; Smith et

Hubley 2012). Ce taux d'exploitation maximal a été adopté comme point de référence pour le prélèvement dans cette zone par rapport à l'approche de précaution (MPO 2015).

Les données manquantes et inexactes dans les journaux de bord de la pêche commerciale sont le principal facteur d'incertitude des débarquements et des données d'effort utilisées dans cette évaluation. Des rapports anecdotiques laissent penser qu'il pourrait y avoir une augmentation des débarquements non déclarés dans les journaux de bord en raison d'un virage vers les ventes locales depuis le début des années 2000. On suppose que les taux d'exploitation et les emplacements de pêche figurant dans les journaux de bord complets sont représentatifs de ceux des journaux de bord partiellement remplis. Bien que des améliorations soient notables depuis la dernière évaluation (Niles *et al.* 2021), le pourcentage des données des journaux de bord qui sont utilisables pour l'analyse spatiale du taux de capture varie annuellement de 59 % à 94 % dans l'habitat principal du sGSL. Il est certain qu'un système de vérification indépendant pour corroborer la qualité et l'exactitude des journaux de bord améliorerait la confiance dans les données. L'examen scientifique et la vérification des journaux de bord ont entraîné une augmentation de 15 % des renseignements des journaux de bord disponibles pour l'analyse spatiale.

Il faut mettre l'accent sur l'importance d'avoir des données exactes et de grande qualité dans les journaux de bord pour pouvoir produire des avis scientifiques qui permettront une gestion appropriée et efficace de la pêche du pétoncle. Des données sur les pêches plus complètes et exactes permettent de mieux comprendre l'état du stock et de mettre en place de meilleures mesures de gestion (appropriées et efficaces) et, au bout du compte, d'améliorer la durabilité écologique et économique de la pêche du pétoncle, comme l'indique le rapport 9 (2023) : Rapports de la commissaire à l'environnement et au développement durable au Parlement du Canada. Inversement, les journaux de bord incomplets ou non retournés ainsi que les erreurs de données ont une incidence négative sur la confiance dans les données sur les pêches et dans les conseils donnés aux gestionnaires des pêches.

Il existe également une quantité importante d'effort non réalisé (53 % des permis étaient inactifs en 2022, représentant 483 permis dans l'aire principale du sGSL) qui pose un problème pour les futures décisions de gestion, d'autant plus que c'est une pêche compétitive sans quota. La réactivation de ces permis pourrait conduire à la surpêche et à un épuisement plus important du stock.

Un nouveau relevé indépendant de la pêche a été mené entre 2019 et 2023, en mettant l'accent sur les grands gisements de pétoncle (West Point, Cape Tormentine et Pictou) dans le sGSL. Il visait à remédier aux limites précédentes en recueillant des données chaque année sur ces trois gisements principaux. Des indices d'abondance ont été obtenus pour l'habitat principal du pétoncle dans le détroit de Northumberland, en particulier dans les ZPP 22 et 24 et pour les grands gisements qui s'y trouvent. L'aire principale représente 90 % des pétoncles du sGSL débarqués. Ces indices de relevé suivent des tendances semblables aux estimations du modèle d'épuisement calculées à partir des taux de capture commerciaux. L'une des exceptions est la baisse de l'estimation de la biomasse en 2022 par rapport au modèle d'épuisement dans le gisement de Cape Tourmentine. C'est l'année où l'on a noté que des pétoncles semblaient être particulièrement mal en point sur le gisement de Cape Tourmentine pendant le relevé d'avril (des échantillons ont été prélevés pour des analyses histologiques et PCR subséquentes) et par les observations des pêcheurs. Les pêcheurs ont peut-être évité ces pétoncles moins commercialisables et pêché ailleurs. Néanmoins, cela donne une certaine confiance dans les estimations présentées dans cette évaluation. Les taux d'exploitation sont demeurés relativement constants à environ 24 %. Ils étaient inférieurs à ceux du modèle d'épuisement (50 %). Les densités de pétoncles de taille commerciale montrent une tendance à

la hausse au cours de la série chronologique des relevés. De plus, le nombre de recrues de pétoncle a atteint un sommet en 2022.

Des relevés ont été effectués sur trois navires différents (le NGCC Perley en 2019 et 2020, le navire affrété no 1 de 2021 à 2023 et le navire affrété no 2 pour les relevés d'avril de 2022 et 2023), ce qui pourrait contribuer aux différences de capturabilité qui ne sont pas prises en compte dans les indices de la biomasse. De plus, il existe une importante source d'incertitude entourant la couverture du relevé dans les environs de la strate de Pictou, où un gisement petit mais important près de Wood Islands (Î.-P.-É.) a connu une augmentation de l'effort de pêche depuis 2019. Cette incertitude souligne la nécessité d'intégrer le gisement de Wood Islands aux futurs plans de relevé, car, à l'heure actuelle, ce gisement vital n'est pas surveillé. De plus, l'inclusion du gisement de Richibucto, autrefois exploité, est impérative. La surveillance de ce gisement permettrait de détecter tout signe de rétablissement, contribuant ainsi à des renseignements précieux sur la santé globale du stock de pétoncles.

Le relevé a également permis de mieux comprendre la condition des pétoncles, qui variait dans l'espace et dans le temps. L'état moyen global des relevés effectués en octobre était de 14 g, ce qui est semblable à l'état (15 g) déclaré dans les relevés de 2012 à 2016 effectués en été (Niles *et al.* 2021). Le pic des taux de capture dans la ZPP 22 pendant la pêche de 2023 s'explique en partie par l'état supérieur à la moyenne (18,5 g), mais aussi par les densités plus élevées de pétoncle dans le gisement de Cape Tourmentine. Les variations annuelles de l'état peuvent affecter l'interprétation des variations de la biomasse et enfreindre une hypothèse importante dans les évaluations de stock selon laquelle la biomasse est proportionnelle à l'abondance. L'état plus élevé observé dans le sGSL en 2023 par rapport aux années précédentes, qui a également été observé dans d'autres régions (MPO 2024), met en évidence ce problème potentiel et la nécessité de continuer les efforts de surveillance. Le risque ici est que si l'état augmente, des niveaux de biomasse apparemment sains pourraient masquer des abondances plus basses. C'est peut-être ce qui se produit en 2022 et en 2023, où nous voyons des augmentations des estimations et des indices de la biomasse qui pourraient être gonflées par des augmentations de l'état en 2023 (ZPP 22) et 2022 (ZPP 24).

Il existe des incertitudes quant à l'utilisation des claquettes comme indice quantitatif de la mortalité naturelle (Hart et Chang 2022). La proportion est basée sur le temps indiqué en semaines pendant lesquelles les claquettes restent jointes et elle est très variable. L'intégrité des claquettes, au-delà de la détérioration naturelle de la membrane de charnière, peut être compromise par des événements de perturbation (par exemple, interactions avec l'engin de pêche, tempêtes, etc.), ce qui rend la proportion de claquettes inappropriée dans les cas où les données sont recueillies après la pêche, car elle sous-estimerait la mortalité naturelle. Néanmoins, les proportions de claquettes représentent un indicateur qualitatif raisonnable des changements de mortalité naturelle au fil du temps.

D'après la littérature actuelle, les pétoncles géants dans le sGSL peuvent être considérés comme vulnérables aux effets des changements climatiques et de l'acidification des océans; cependant, l'absence de données régionales empêche les évaluations quantitatives des effets potentiels des changements climatiques sur ces stocks. Bien qu'il soit possible que le réchauffement des températures de l'eau de mer ait déjà une incidence sur les stocks de pétoncles du sGSL, des expériences détaillées quantifiant les seuils de température et les sensibilités qui leur sont propres offriraient plus de confiance. De plus, en ce qui concerne l'acidification, les expériences concernant le CO₂ avec les pétoncles du sGSL sont inexistantes. Alors que des études précédentes soulignent la sensibilité du pétoncle géant à l'acidification des océans (Rheuban *et al.* 2018; Pousse *et al.* 2023), des données propres aux stocks du sGSL sont nécessaires, car l'adaptation locale pourrait rendre les populations de pétoncles de cette région plus résistantes à l'acidification. En effet, les huîtres de cette zone semblent plus

résistantes à l'acidification grâce à une exposition naturelle à des épisodes périodiques de faible pH (Clements *et al.* 2021). D'autres facteurs de stress, y compris la désoxygénation et le bruit anthropique, méritent également l'attention de la recherche.

Malgré les incertitudes inhérentes aux données dépendantes de la pêche, il demeure évident que les taux de capture dans l'aire principale du sGSL sont particulièrement faibles. De plus, les relevés de recherche effectués entre 2019 et 2023 indiquent de faibles densités de pétoncle dans la région comparativement aux densités historiques (Jamieson 1979; Worms 1984).

Un PRL de la B_{RMD} 0,4 a été appliqué au stock de pétoncles du sGSL et a été initialement calculé à 551 t de biomasse exploitable (Harbicht *et al.* 2024). Une version mise à jour du même modèle utilisé pour produire le PRL original a légèrement augmenté cette valeur à 556 t dans l'aire principale. Les estimations de la biomasse tirées du modèle JABBA mis à jour indiquent que le stock du sGSL est actuellement sous ce seuil et qu'il l'est depuis 1982, ce qui place le stock dans la zone critique de l'approche de précaution. Comme il est stipulé dans les dispositions relatives aux stocks de poissons, un plan de rétablissement visant à ramener le stock de pétoncles au-dessus du PRL devra être élaboré d'ici deux ans (MPO 2021).

7. RÉFÉRENCES CITÉES

- Barbeau, M.A., Hatcher, B.G., Scheibling, R.E., Hennigar, A.W., Taylor, L.H., Risk, A.C., 1996. Dynamics of juvenile sea scallop (*Placopecten magellanicus*) and their predators in bottom seeding trials in Lunenburg Bay. Nova Scotia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53, 2494–2512.
- Barbeau, M.A., Scheibling, R.E., Hatcher, B.G., Taylor, L.H., Hennigar, A.W., 1994. Survival analysis of tethered juvenile sea scallops *Placopecten magellanicus* in field experiments: effects of predators, scallop size and density, site and season. Mar. Ecol. Progr. Ser. 243–256.
- Barbeau, M.A., Scheibling, R.E., Hatcher, B.G., 1998. Behavioural responses of predatory crabs and sea stars to varying density of juvenile sea scallops. Aquaculture 169, 87–98.
- Barber, B.J. and Blake, N.J. 2016. Reproductive Physiology. Pp 253-299. {In}: S. Shumway and G.J. Parsons (eds). Scallops: Biology Ecology and Aquaculture (3rd edition) Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 1196 p.
- Beauchesne, D., Daigle, R.M., Vissault, S., Gravel, D., Bastien, A., Bélanger, S., Bernatchez, P., Blais, M., Bourdages, H., Chion, C., Galbraith, P.S., Halpern, B.S., Lavoie, C., McKindsey, C.W., Mucci, A., Pineault, S., Starr, M., Ste-Marie, A.-S., Archambault, P. 2020. [Characterizing exposure to and sharing knowledge of drivers of environmental change in the St. Lawrence system in Canada](#). Front. Mar. Sci., 7: 383.
- Bonardelli J.C. and Himmelman, J.H. 1995. Examination of assumptions critical to body component indices: application to the giant scallop *Placopecten magellanicus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 2457-2469.
- Bonardelli, J.C., Himmelman, J. H. and Drinkwater, K. 1996. Relation of spawning of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* to temperature fluctuations during downwelling events. Mar. Biol. 124:637-649.
- Bourgeois M., Brêthes, J.-C. and Nadeau, M. 2006. Substrate effects on survival, growth and dispersal of juvenile sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791). J. Shellfish Res. 25:43-49.
- Bourne, N., 1964. Scallops and the offshore fishery of the Maritimes. Bull. Fish. Res. Bd. Can., No. 145: 61.

-
- Bradshaw, C., Collins, P. and Brand, A. R. 2005. To what extent does upright sessile epifauna affect benthic biodiversity and community composition? *Mar. Biol.* 143: 783–791.
- Breitburg, D., Levin, L.A., Oschlies, A., Grégoire, M., Chavez, F.P., Conley, D.J., Garçon, V., Gilbert, D., Gutiérrez, D., Isensee, K., Jacinto, G.S., Limburg, K.E., Montes, I., Naqvi, S.W.A., Pitcher, G.C., Rabalais, N.N., Roman, M.R., Rose, K.A., Seibel, B.A., Telszewski, M., Yasuhara, M., Zhang, J. 2018. [Declining oxygen in the global ocean and coastal waters](#). *Science*, 359: eaam7240.
- Brokordt, K., Pérez, H., Campos, F. 2013. [Environmental hypoxia reduces the escape response capacity of juvenile and adult scallops *Argopecten purpuratus*](#). *J. Shellfish Res.*, 32: 369-376.
- Caddy, J. F. 1972. Size selectivity of the Georges Bank offshore dredge and mortality estimate for scallops from the northern edge of Georges in the period June 1970 to 1971. ICNAF Res. Doc. 72/5, 79-85.
- Caddy, J.F. 1989 A perspective on the population dynamics and assessment of scallop fisheries, with special reference to sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). {In}: Caddy JF (ed.) Marine invertebrate fisheries: their assessment and management. John Wiley & Sons, New York, NY, p 559–589.
- Chiasson, L. P. 1949. Report on scallop investigations and explorations in the southern Gulf of St. Lawrence - 1949. *Fish. Res. Board Can.*395: 9.
- Chouinard, G.A.1984. Growth of the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) on the Tormentine bed, Northumberland Strait, Canada. *ICES. C.M.* 1984/K:42.
- Clements, J.C., Carver, C.E., Mallet, M.A., Comeau, L.A., Mallet A.L. 2021. [CO₂-induced low pH in an eastern oyster \(*Crassostrea virginica*\) hatchery positively affects reproductive development and larval survival but negatively affects larval shape and size, with no intergenerational linkages](#). *ICES J. Mar. Sci.*, 78: 349-359.
- Clements, J.C., Chopin, T. 2017. [Ocean acidification and marine aquaculture in North America: potential impacts and mitigation strategies](#). *Rev. Aquac.*, 9: 326-341.
- Cooley, S.R., Rheuban, J.E., Hart, D.R., Luu, V., Glover, D.M., Hare, J.A., Doney, S.C. 2015. [An integrated assessment model for helping the United States sea scallop \(*Placopecten magellanicus*\) fishery plan ahead for ocean acidification and warming](#). *PLOS One*, 10: e124145.
- Cormier, J., Coffin, M.R.S., Pater, C.C., Knysh, K.M., Gilmour Jr., R.F., Guyondet, T., Courtenay, S.C., van den Heuvel, M.R. 2023. [Internal nutrients dominate load and drive hypoxia in a eutrophic estuary](#). *Environ. Monit. Assess.*, 195: 1211.
- Culliney, J.L. 1974. Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) *Biol. Bull.* 147: 321:332.
- Dadswell M.J. and Weihs, D. 1990. Size-related hydrodynamic characteristics of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Bivalvia: Pectinidae). *Can. J. Zool.*, 68 (4).
- Davidson, L.-A. 1998. Maturation gonadique du Pétoncle Géant *Placopecten magellanicus*, (Gmelin) du stade juvénile au stade adulte. Thèse, MSc., Université de Moncton, Canada.112 p.
- Davidson, L.-A ., Niles, M. and Légère, L. 2007. Proceedings of the Southern Gulf Scallop Fishery Workshop: Moncton, New Brunswick, March 30-31, 2006. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2785: vii +87 p.
-

-
- Davidson, L.-A., Biron, M., and Niles, M. 2012. [Scallop Fishery Assessment of the Southern Gulf of St. Lawrence in 2010: Commercial Fishery Data](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/007. vi + 40 p.
- Davidson, L.-A., Niles, M., Nowlan, R. et Frenette, B. 2019. Ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) au large du Nouveau-Brunswick, Canada. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3294: ix + 46 p.
- Davidson, L.-A. and Worms, J. 1989. Stages of gonad development in the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) based on both macroscopic and microscopic observation of the gametogenic cycle. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1686: 20p.
- Dickie, L. M. 1951. Boughton Island, P. E. I. , scallop investigations, 1946. *Fish. Res. Board Can.* pp. 28.
- Dickie, L.M. 1958. Effects of high temperature on survival of the giant scallop. *J. Fish. Res. Bd. Canada.* 15(6): 1189-1211.
- Drew, G.A. 1906. The habits, anatomy and embryology of giant scallop (*Pecten tenuicostatus*, Mighels). *Univ. Maine Stud.* 6. 71 p.
- Frenette, B. 2004. Environmental factors influencing the growth and survival of juvenile sea scallops, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791). M.Sc. Thesis, Memorial University of Newfoundland, St. John's, NL, Canada. 142 p.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.*, 22(4): 241-253.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Shaw, J.-L., Dumas, J. Lefaivre, D. and Bourassa, M.-N. 2023. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence during 2022. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.* 354 : v + 88 p.
- Gelman, A., Rubin, D.B., 1992. [Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences](#). *Stat. Sci.* 7, 457– 472.
- Guinotte, J.M., Fabry, V.J. 2008. [Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems](#). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134: 320-342.
- Gunderson, D. R. 1993. *Surveys of Fisheries Resources*. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Hanson, J.M. 1998. [Survey of sea scallop abundance and distribution in western Northumberland Strait \(SFA 22\), June 1997](#). DFO Atl. Fish. Res. Doc. 98/71. 17 p.
- Harbicht, A., Landry, L. and Niles, M. 2024. [Modèle de population de pétoncles du sud du golfe du Saint-Laurent et révision du point de référence limite](#). *Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech.* 2024/035. v + 102 p.
- Harris, B.P. and Stokesbury, K.D.E. 2006. Shell growth of sea scallops (*Placopecten magellanicus*) in the southern and northern Great South Channel, USA. *ICES J. Mar. Sci.*, 63: 811-821.
- Hart, D.R. and Chang, J.-H. 2022. [Estimating natural mortality for Atlantic Sea scallops \(*Placopecten magellanicus*\) using a size-based stock assessment model](#). *Fish. Res.* 254. 106423.
- Hart, D.R. and Chute, E.S. 2004. Essential Fish Habitat Source Document: Sea Scallop, *Placopecten magellanicus*, Life History and Habitat Characteristics. NMFS-NE-189. 21 p.
-

-
- Harvey, M., Bourget, E. and Miron, G. 1993. Settlement of Iceland scallop *Chlamys islandica* spat in response to hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser.99: 283-292.
- Heidelberger, P., Welch, P.D. 1992. [Simulation run length control in the presence of an initial transient](#). Oper. Res. 31, 1109–1144.
- Hurtado-Ferro, F., Szuwalski, C.S., Valero, J.L., Anderson, S.C., Cunningham, C.J., Johnson, K.F., Licandeo, R., McGilliard, C.R., Monnahan, C.C., Muradian, M.L., Ono, K., Vert-Pre, K.A., Whitten, A.R., Punt, A.E. 2015. [Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models](#). ICES J. Mar. Sci. 72, 99–110.
- Jamieson, G.S. 1978. [Status and assessment of Northumberland Strait scallop stocks](#). CAFSAC Res. Doc. 78/42: 45 p.
- Jamieson, G.S. 1979. Status and assessment of Northumberland strait scallop stocks. Fish. Mar. Serv.Tech.Rep., 904: 60.
- Jézéquel, Y., Cones, S., Jensen, F.H., Brewer, H., Collins, J., Mooney, T.A. 2022. [Pile driving repeatedly impacts the giant scallop \(*Placopecten magellanicus*\)](#). Sci. Rep., 12: 15380.
- Jézéquel, Y., Cones, S., Mooney, T.A. 2023. [Sound sensitivity of the giant scallop \(*Placopecten magellanicus*\) is life stage, intensity, and frequency dependent](#). J. Acoust. Soc. Am., 153: 1130-1137.
- Lanteigne, M. and Davidson, L.-A. 1991. Catch and effort statistics for the giant scallop (*Placopecten magellanicus*) fishery in the southern Gulf of St. Lawrence – historical review from 1923 to 1989. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1804. 59 p.
- Lanteigne, M. and Davidson, L.A. 1992. Status of the giant scallop (*Placopecten megellanicus*) fishery in the southern Gulf of St. Lawrence - 1990 update. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.(2148): 21.
- Larsen, P. F. and Lee, R. M. 1978. Observations on the abundance, distribution and growth of post-larval sea scallops, *Placopecten magellanicus*, on Georges Bank. Nautilus 92(3): 112-116.
- Leslie, P. and Davis, D. 1939. An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. J. Animal. Ecol. 8: 94-113.
- Li, Q., Zhang, F., Wang, M., Li, M., Sun, S. 2019. [Effects of hypoxia on survival, behavior, and metabolism of Zhikong scallop *Chlamys farreri* Jones et Preston 1904](#). J. Oceanol. Limnol., 38: 351-363.
- MacDonald, B.A., Bricelj, M. and Shumway, S.E. 2006. Physiology: Energy acquisition and utilization. {In}: S. Shumway and G.J. Parsons (eds). Scallops: Biology Ecology and Aquaculture. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands: 417-492.
- MacDonald, B.A., and Thompson, R.J. 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). I. Growth rates of shell and somatic tissue. Mar. Ecol. Prog. Ser. 25: 279-294.
- MacLean, L.A. and Gillis, D.J. 1996. Collection and early growth of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) spat around Prince Edward Island, 1996. PEI Department of Fisheries and Environment. Technical Report #217. 22 p.

-
- Manuel, J.L. and Dadswell, M.J. 1993. Swimming of juvenile sea scallops, *Placopecten magellanicus* (Gmelin): a minimum size for effective swimming? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 174: 137-175.
- McDonald, R. R., Keith, D. M., Sameoto, J. A., Hutchings, J. A., and Flemming, J. M. 2021. [Explicit incorporation of spatial variability in a biomass dynamics assessment model](#). ICES J. Ma. Sci.. 78(9): 3265-3280.
- Mallet, M. 2010. Commercial Scallop (*Placopecten magellanicus*) Fishery Profile in the Gulf Region. Statistical and Economic Analysis Series. No. 1-5: v + 25 p.
- Mason, G.E., Sameoto, J.A. and Metaxas, A. 2014. [In situ swimming characteristics of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*, on German bank, Gulf of Maine](#). JMBA U.K., 94(5): 1019 - 1026.
- Merrill, A.S. and Posgay, J.A. 1964. Estimating the natural mortality rate of sea scallop (*Placopecten magellanicus*). ICNAF Res. Bull. 1:88–106.
- Minchin, D. 1992. Biological observations on young scallops, *Pecten maximus*. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. .72:807-819.
- MPO, 2006. [Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution](#). Secr. Can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/023.
- MPO. 2013. [Évaluation des stocks de pétoncle des eaux côtières du Québec en 2012](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/027.
- MPO. 2015. Plans de gestion intégrée des pêches. [Pêche côtière du pétoncle - Région des Maritimes - 2015](#). Date de modification : 2017-02-09.
- MPO. 2019. [L'état de la pêche et des stocks de pétoncle géant \(*Placopecten magellanicus*\) du sud du golfe du Saint-Laurent jusqu'en 2016](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/006.
- MPO. 2021. [Avis scientifique sur les stratégies de pêche fondées sur l'approche de précaution aux termes des dispositions relatives aux stocks de poissons](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/004.
- MPO. 2024. [Mise à jour de l'état du stock de pétoncles \(*Placopecten magellanicus*\) des zones de production de pétoncles 1 à 6 de la baie de Fundy](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2024/005.
- Nadeau, M. 2012. Caractérisation de la dynamique de la prédation du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) juvénile à court terme après un ensemencement à grande échelle au large des îles de la Madeleine, Québec. PhD thesis, Université du Québec à Rimouski, Canada. 250 pp.
- Naidu, K.S. 1975. Growth and population structure of a northern shallow-water population of giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). ICES C.M. 1975/K:37. 17 p.
- Naidu K.S. and Robert, G. 2006. Fisheries Sea Scallop, *Placopecten magellanicus*. {In}: S. Shumway and G.J. Parsons (eds). Scallops: Biology Ecology and Aquaculture (2nd edition) Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 1460 p.
- Nasmith, L., Sameoto, J. and Glass, A. 2016. [Scallop Production Areas in the Bay of Fundy: Stock Status for 2015 and Forecast for 2016](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/021. vi + 140 p.
-

-
- Nasmith, L., and Smith, S.J. 2017. Seasonal monitoring surveys of scallop (*Placopecten magellanicus*) in Scallop Production Areas 1 and 4 from 2000-2005. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3216; v + 38 p.
- Needler, A. W. H. 1933. Mortality of scallops in the southern Gulf of St. Lawrence. Biol. Bd. Canada(26), 1 p.
- Niles, M., Barrell, J., Sameoto, J., Keith, D. et Sonier, R. 2021. [Évaluation de la pêche du pétoncle dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2018 : données de la pêche commerciale et données de relevés](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/038. xiii + 184 p.
- Ogle, D.H. 2016. Introductory Fisheries Analyses with R. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Ogle, D.H. 2017. FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.17.
- Orensanz, J.M., Parma, A.N. and Smith, S.J. 2016. Chapter 15 - Dynamics, Assessment, and Management of Exploited Natural Scallop Populations. In: *Scallops: Biology ecology and aquaculture*, S. Shumway and G. J. Parsons, (Eds.). Elsevier, Amsterdam, The Netherlands: pp: 611-695.
- Parsons, G.J., Robinson, S.M.C., Chandler, R.A., Davidson, L.-A., Lanteigne, M. and Dadswell, M.J. 1992. Intra-annual and long-term patterns in the reproductive cycle of giant scallops *Placopecten magellanicus* (Bivalvia: Pectinidae) from Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser. 80: 203-204.
- Pavone, R., Steeves, L., Filgueira, R., Sonier, R., Niles, M. 2022. Sea Scallop (*Placopecten magellanicus*) respiration and mortality rates in response to summer air exposure. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 3476. vii + 27 p.
- Pilditch, C.A. and Grant, J. 1999. Effect of variations in flow velocity and phytoplankton concentration on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) grazing rates. J. Exp. Mar. Biol., 240, 111-136.
- Poirier, L.A., Clements, J.C., Millar, R.B., Sonier, R. and Niles, M. 2021. [Size selectivity of the scallop fishery in the southern Gulf of St. Lawrence: Effects of ring size and washer type](#). Fish. Res., 243.
- Posgay, J.A. 1957. The range of the sea scallop. The Nautilus 71(2): 55-57.
- Pousse, E., Poach, M.E., Redman, D.H., Sennefelder, G., Hubbard, W., Osborne, K., Munroe, D., Hart, D., Hennen, D., Dixon, M.S., Li, Y., Milke, L.M., Wikfors, G.H., Meseck, S.L. 2023. [Juvenile Atlantic sea scallop, *Placopecten magellanicus*, energetic response to increased carbon dioxide and temperature changes](#). PLOS Climate, 2: e0000142.
- Rheuban, J.E., Doney, S.C., Cooley, S.R., Hart, D.R. 2018. Projected impacts of future climate change, ocean acidification, and management on the US Atlantic sea scallop (*Placopecten magellanicus*) fishery. PLoS ONE 13(9): e0203536.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can.191. Ottawa.
- Robert, G., and Jamieson, G.S. 1983. Assessment of Northumberland Strait scallop stocks and review, 1978 to 1981. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1150: v + 37 p.
- Robinson, W.E., Wehling, W.E., Morse, M.P. and McLeod, G.C. 1981. Seasonal changes in soft-body component indices and energy reserves in the Atlantic deep-sea scallop, *Placopecten magellanicus*. Fish. Bull. 79:449-458.
-

-
- Sameoto, J.A., Smith, S.J., Hubley, B., Pezzack, D., Denton, C., Nasmith, L. and Glass, A. 2012. [Scallop Fishing Area 29: Stock status and update for 2012](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/042. iv + 63 p.
- Sarro, C.L. and Stokesbury, K.E. 2009. Spatial and temporal variability in the shell height/meat weight relationship of sea scallop *Placopecten magellanicus* in the Georges Bank Fishery. *J. Shellfish Res.* 28: 497-503.
- Shumway, S. E., Selvin, R. and Schick, D.F. 1987. Food Resources Related to Habitat in the Scallop, *Placopecten magellanicus*, (Gmelin, 1791): A Qualitative Study. *J. of Shell. Res.* 6: 89-95.
- Smith, S. J. 1996. Analysis of data from bottom trawl surveys. In Assessment of groundfish stocks based on bottom trawl surveys, pp. 25-53. Ed. by H. Lassen. NAFO Scientific Council Studies, 28.
- Smith, S. J. 1997. Bootstrap confidence limits for groundfish trawl survey estimates of mean abundance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54(3): 616-630.
- Smith, S.J. and Gavaris, S. 1993. Improving the Precision of Abundance Estimates of Eastern Scotian Shelf Atlantic Cod from Bottom Trawl Surveys, *North. Am. J. Fish. Managem.*, 13:1, 35-47.
- Smith, S.J. and Hubley, P.B. 2012. [Reference points for scallop fisheries in the Maritimes Region](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/018. ii + 16 p. (Erratum: August 2012).
- Smith, S.J., Hubley, B., Nasmith, L., Sameoto, J., Bourdages, H. and Glass, A. 2012. [Scallop Production Areas in the Bay of Fundy: Stock Status for 2011 and Forecast for 2012](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/009: vii + 123 p.
- Smith, S. J., and Rago, P. 2004. Biological reference points for sea scallops (*Placopecten magellanicus*): the benefits and costs of being nearly sessile. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1338–1354.
- Smith, S.J., Rowe, S. and Lundy, M. 2008. [Scallop Production Areas in the Bay of Fundy: Stock Status for 2007 and Forecast for 2008](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/002. vi + 116 p.
- Smith, S.J., and Sameoto, J.A. 2016. [Incorporating Habitat Suitability into Productivity Estimates for Sea Scallops in Scallop Fishing Area 29 West](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/107. v + 23 p.
- Smith, S. J., Sameoto, J. A., and Brown, C. J. 2017. Setting biological reference for the spatial distribution of productivity and fishing effort. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74: 650–667.
- Solé, M., André, M. 2023. [Editorial: Marine invertebrates and sound](#). *Front. Mar. Sci.*, 10: 1257592.
- Squires, H.J. 1962. Giant scallops in Newfoundland coastal waters. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* No. 135. 29 p.
- Stevenson, J.A. and Dickie, L.M. 1954. Annual rings and rate of growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy. *J. Fish Res. Bd. Canada* 11(5): 660-671.
- Stewart, P.L. and Arnold, S.H. 1994. Environmental requirements of the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) in eastern Canada and its response to human impacts. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2005. ix + 36 p.
-

-
- Stewart, B.D. and Howarth, L.M. 2016. Quantifying and managing the ecosystem effects of scallop dredge fisheries. {In}: S. Shumway and G.J. Parsons (eds). *Scallops: Biology Ecology and Aquaculture* (2nd edition) Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. 1460 p.
- Tan F.C., Cai, D. and Roddick, D.L. 1988. Oxygen isotope studies on sea scallops, *Placopecten magellanicus*, from Browns Bank, Nova Scotia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45(8): 1378-1386.
- Tomasetti, S.J., Hallinhan, B.D., Tettelbach, S.T., Volkenborn, N., Doherty, O.W., Allam, B., Gobler, C.J. 2023. [Warming and hypoxia reduce the performance and survival of northern bay scallops \(*Argopecten irradians irradians*\) amid a fishery collapse](#). *Glob. Change Biol.*, 29: 2092-2107.
- Trottier, S., Bourdages, H., Goudreau, P. et Brulotte, S. 2017. [Évaluation des stocks de pétoncle des eaux côtières du Québec en 2015 : données de la pêche commerciale, des relevés de recherche et des pêches exploratoires](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. De rech. 2017/037. xvi + 175 p.
- Vargas, C.A., Lagos, N.A., Lardies, M.A., Duarte, C., Manríquez, P.H., Aguilera, V.M., Broitman, B., Widdicombe, S., Dupont, S. 2017. [Species-specific responses to ocean acidification should account for local adaptation and adaptive plasticity](#). *Nat. Ecol. Evol.*, 1: 0084.
- Wildish, D.J. and Saulnier, A.M., 1993. Hydrodynamic control of filtration in *Placopecten magellanicus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 174, 65–82.
- Winker, H., Carvalho, F., Thorson, J.T., Kell, L.T., Parker, D., Kapur, M., Sharma, R., Booth, A.J. and Kerwath, S.E. 2019. JABBA-Select: Incorporating life history and fisheries' selectivity into surplus production models. *Fish. Res.* 222: 105355.
- Winker, H., Carvalho, F., and Kapur, M. 2023. JABBA: [Just Another Bayesian Biomass Assessment](#). *Fish. Res.* 204: 275–288.
- Worms, J. 1984. [Scallop biomass and density estimates in the southern Gulf of St Lawrence](#). CAFSAC Res Doc 84/90.
- Worms, J. and Chouinard, G.A. 1983. [Status of southern Gulf of St. Lawrence scallop stocks – 1982](#). CAFSAC Res. Doc. 83/68.
- Worms, J. and Chouinard, G.A. 1984. [Status of southern Gulf of St. Lawrence scallop stocks – 1983](#). CAFSAC Res. Doc. 84/57.
- Worms, J. and Davidson, L.-A. 1986a. The variability of southern Gulf of St. Lawrence sea scallop meat weight-shell height relationship and its implications for resource management. *ICES. C.M.* 1986/K:24.
- Worms, J.M. and Davidson, L.-A. 1986b. Some cases of hermaphroditism in the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) from the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *Venus (Jap. Jour. Malac.)* 45(2): 116-126.
- Young-Lai, W.W. and Aiken, D.E. 1986. Biology and culture of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*: a review. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 1478: iv + 21 p.
- Zang, Z., Ji, R., Hart, D.R., Jin, D., Chen, C., Liu, Y., Davis, C.S. 2023. [Effects of warming and fishing on Atlantic sea scallop \(*Placopecten magellanicus*\) size structure in the Mid-Atlantic rotationally closed areas](#). *ICES Journal of Marine Science*, 80: 1351-1366.

8. TABLEAUX

Tableau 1. Résumé des mesures de gestion pour la pêche au pétoncle dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

Mesure de gestion	Zone de pêche du pétoncle (ZPP)					
	21A	21B	21C	22	23	24
Saison en 2021	5 au 18 juill.	10 mai au 8 août	5 au 30 juill.	3 au 29 mai	1 ^{er} juill. au 21 août	1 ^{er} nov. au 15 déc.
Saison en 2022	11 au 22 juill.	10 mai au 8 ^a août	4 au 29 juill.	2 au 28 mai	4 juill. au 20 août	1 ^{er} nov. au 15 déc.
Nombre de jours de pêche en saison	10	42	20	24	42	39
Heures d'ouverture	6 h à 18 h	Pas de fermeture ^d	4 h à 21 h	6 h à 17 h	6 h à 18 h	6 h à 18 h
Jours fermés	Samedi et dimanche	Pas de fermeture ^d	Samedi et dimanche	Dimanche	Dimanche	Dimanche
Compte en chair (nombre par 500 g)	35	39	39	44	33	52
Taille de l'anneau (mm)	82.6	82.6 ^e	82.6 ^e	88.9 ^b	82.6	82.6
Taille de la drague (m)	6	6	6	4.88	6	5
Spécifications de la barre de trait ^c	ns	ns	ns	À patins de chalut de 50,8 mm	ns	ns
Rondelles	Acier (8 max.) et cravates en caoutchouc ou 2 rondelles en caoutchouc à la verticale			Pas de rondelles en caoutchouc	Acier (8 max.) et cravates en caoutchouc ou 2 rondelles en caoutchouc à la verticale	

^a un maximum de 42 jours consécutifs au cours de cette saison

^b nouvelle taille d'anneau en vigueur depuis 2019

^c non précisé

^d depuis 2013

^e passera à 88,9 mm en 2024

Tableau 2. Répartition des permis de pêche commerciale du pétoncle et estimations des permis de pêche actifs et du total des permis de pêche (entre parenthèses) par zone de pêche du pétoncle (ZPP) et pour l'ensemble du sud du Golfe du Saint-Laurent (sGSL) de 2017 à 2022, indiquant le pourcentage d'activité en 2016 et en 2022.

ZPP	Statut	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Actif en 2016	Actif en 2022
21	Actif (total)	6	11	7	9	8	11 (100)	6%	11%
22	Actif (total)	73	82	69	57	52	52 (200)	42%	26%
23	Actif (total)	3	1	1	0	1	0 (78)	6%	0%
24	Actif (total)	62	55	52	56	57	55 (385)	13%	14%
sGSL	Actif (total)	144	149	129	122	120	118 (763)	19%	15%

Tableau 3. Nombre de permis, journaux de bord retournés, débarquements (en nombre de pétoncles) et estimation du poids de la chair de pétoncles dans la pêche récréative du pétoncle du sud du Golfe du Saint-Laurent de 2017 à 2022.

Année	Nombre de permis de pêche récréative	Nombre de journaux de bord récréatifs retournés	Nombre de journaux de bord récréatifs retournés et ACTIFS	Nombre de jours de pêche	Débarquements Nombre de pétoncles	Débarquements Estimation du poids de chair (kg)*
2017	290	49	44	97	4117	68
2018	297	33	30	88	3441	57
2019	320	37	31	91	2631	44
2020	283	13	4	8	188	3
2021	288	30	25	65	2395	40
2022	295	25	21	55	2442	41

*basé sur 16.6 g par pétoncle de 100 mm

Tableau 4. Description des strates et superficie (km²) pour les relevés du pétoncle de Northumberland de 2019 à 2023.

Strate (h)	Zone de pêche du pétoncle (ZPP)	Nom du gisement basé sur 20 jours par km⁻²	Superficie (km²)
1	22	West Point	137
2	22	À l'extérieur de West Point	34
3	22	Cape Tormentine	92
4	22	À l'extérieur de Cape Tourmentine	63
5	24	Pictou	78
6	24	À l'extérieur de Pictou	128
Total			454

Tableau 5. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 21, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord. Veuillez noter que les données pour 2023 sont préliminaires.

Année	Bordereaux de vente	Renseignements des journaux de bord					
	Nombre total de jours déclarés	Total	Pourcentage de déclaration (%)	Utilisable pour l'emplacement	Utilisable pour l'effort (heures de dragage)	Utilisable pour l'emplacement et l'effort	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	31	28	90	18	22	16	52
2012	15	15	100	7	10	7	47
2013	141	140	99	116	109	97	69
2014	137	130	95	109	95	91	66
2015	24	24	100	20	20	20	83
2016	58	58	100	36	47	35	60
2017	54	54	100	51	41	39	72
2018	63	56	89	51	42	37	59
2019	51	50	98	34	27	26	51
2020	86	85	99	77	83	75	87
2021	59	59	100	55	55	51	86
2022	56	56	100	50	51	45	80
2023p	60	55	92	50	50	50	83

Tableau 6. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 22, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord. Veuillez noter que les données pour 2023 sont préliminaires.

Année	Bordereaux de vente	Inscriptions aux journaux de bord					
	Nombre total de jours déclarés	Total	Pourcentage d'inscriptions (%)	Utilisable pour l'emplacement	Utilisable pour l'effort (heures de dragage)	Utilisable pour l'emplacement et l'effort	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	1631	1456	89	1336	1020	984	60
2012	1773	1290	73	1175	1021	963	54
2013	1734	1291	74	1173	1034	980	57
2014	1516	1156	76	1067	880	833	55
2015	1231	930	76	837	670	598	49
2016	1006	874	87	767	724	623	62
2017	1077	868	81	801	683	634	59
2018	1188	923	78	877	812	769	65
2019	956	733	77	695	679	646	68
2020	792	663	84	634	658	631	80
2021	748	596	80	585	588	577	77
2022	734	534	73	529	526	523	71
2023p	647	434	67	425	394	385	60

Tableau 7. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 23, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord. Veuillez noter que les données pour 2023 sont préliminaires.

Année	Bordereaux de vente	Renseignements des journaux de bord					
	Nombre total de jours déclarés	Total	Pourcentage de déclaration (%)	Utilisable pour l'emplacement	Utilisable pour l'effort (heures de dragage)	Utilisable pour l'emplacement et l'effort	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	11	11	100	11	11	11	100
2012	25	25	100	0	9	0	0
2013	38	38	100	21	21	21	55
2014	94	52	55	52	44	44	47
2015	51	25	49	25	25	25	49
2016	66	48	73	48	33	33	50
2017	26	21	81	21	21	21	81
2018	6	0	0	0	0	0	0
2019	8	8	100	8	8	8	100
2020	0	0	NA	0	0	0	NA
2021	6	6	100	6	6	6	100
2022	0	0	NA	0	0	0	NA
2023p	0	0	NA	0	0	0	NA

Tableau 8. Données des journaux de bord du pétoncle commercial par rapport aux bordereaux de vente pour la zone de pêche du pétoncle 24, de 2011 à 2022, après examen scientifique des journaux de bord. Veuillez noter que les données pour 2023 sont préliminaires.

Année	Bordereaux de vente	Renseignements des journaux de bord					
	Nombre total de jours déclarés	Total	Pourcentage de déclaration (%)	Utilisable pour l'emplacement	Utilisable pour l'effort (heures de dragage)	Utilisable pour l'emplacement et l'effort	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	1135	1129	99	962	680	667	59
2012	1107	1099	99	952	639	634	57
2013	951	951	100	839	559	552	58
2014	843	832	99	795	569	566	67
2015	672	668	99	629	419	418	62
2016	697	696	100	656	511	502	72
2017	739	710	96	636	495	469	63
2018	585	574	98	558	456	452	77
2019	606	583	96	544	451	442	73
2020	820	815	99	757	765	713	87
2021	722	720	100	715	681	676	94
2022	523	508	97	494	478	464	89
2023p	668	658	99	654	565	561	84

Tableau 9. Débarquements, effort de pêche et captures par unité d'effort provenant des journaux de bord commerciaux pour les zones de pêche du pétoncle 21, 22 et 24 et l'aire principale (ZPP 22 et 24) de 2017 à 2023, dans le sud du Golfe du Saint-Laurent. Notez que les débarquements pour 2023 sont préliminaires.

Année	Débarquements (t)				Effort (nombre d'heures de dragage)				Captures par unité d'effort (kg/heure de dragage)			
	21	22	24	Aire principale	21	22	24	Aire principale	21	22	24	Aire principale
2017	7	50	24	74	628	7378	5691	13069	11.62	6.79	4.27	5.69
2018	6	62	22	84	511	7780	4615	12395	11.90	8.02	4.69	6.78
2019	4	42	20	62	372	6379	4066	10445	10.47	6.58	4.80	5.89
2020	5	37	28	65	725	5398	6323	11722	7.57	6.86	4.44	5.56
2021	3	34	30	64	580	5070	5286	10356	4.53	6.76	5.67	6.20
2022	3	36	30	66	465	5039	4351	9390	6.34	7.13	6.81	6.98
2023p	3	49	30	80	584	3409	5078	8488	5.13	14.50	5.97	9.39

Tableau 10. Description des dates des relevés de pétoncles des navires de recherche, des gisements, de la proportion de la superficie dans la strate, du nombre de traits choisis au hasard, du nombre de pétoncles mesurés et disséqués et du nombre de crabes communs mesurés pour chaque année de relevé.

Année	Dates	Description des gisements ayant fait l'objet d'un relevé	Nombre de traits	Nombre de pétoncles mesurés	Nombre de pétoncles disséqués	Nombre de crabes communs mesurés
2019	16 au 31 oct.	West Point, Cape Tormentine, Pictou	99	1485	509	825
2020	11 au 27 oct.	West Point, Cape Tormentine	70	1205	331	943
2021	8 au 21 oct.	West Point, Cape Tormentine, Pictou	216	5576	602	1888
2022	15 au 29 avril	West Point, Cape Tormentine	77	4762	403	1753
2022	4 au 18 oct.	West Point, Cape Tormentine, Pictou	150	5779	563	1670
2023	14 au 26 avril	West Point, Cape Tormentine	100	3773	391	2345
2023	4 au 26 oct.	West Point, Cape Tormentine, Pictou	151	4135	567	1334
Total			863	26715	3366	10758

Tableau 11. Nombre de pétoncles (*n*), moyenne et écart type de la hauteur de coquille, fourchette de tailles, poids maximal de la chair, âge moyen et maximal du pétoncle géant pour chaque année de relevé (2019 à 2023), deux grandeurs de mailles (18 mm et 82,6 mm). À noter que les relevés d'avril (mois 4) ont été menés avant la pêche.

Année	Mois	n	Hauteur de coquille (mm)				Poids max. de la chair (g)	Âge moyen	Âge maximal
			Moyenne	ET	Min.	Max.			
2019	10	1485	88.9	20.02	20	135	39.0	6	14
2020	10	1205	86.7	20.00	14	124	31.7	6	11
2021	10	5576	87.5	19.26	15	141	35.5	6	14
2022	4	4762	88.4	15.64	17	131	41.1	6	13
2022	10	5779	88.7	19.27	13	137	29.4	6	14
2023	4	3773	92.0	14.37	20	133	41.2	6	13
2023	10	4135	90.2	19.64	9	132	32.9	NA	NA

Tableau 12. Nombre de pétoncle (*n*), écart moyen et écart type de la hauteur de coquille, fourchette de tailles, poids maximal de la chair, moyenne et ratio des claquettes (Merrill et Posgay 1964) de pétoncles géants pour chaque année de relevé (2019 à 2023), maillage = 82,6 mm. À noter que les relevés d'avril (mois 4) ont été menés avant la pêche.

Année	Mois	n	Hauteur de coquille (mm)				Poids max. de la chair (g)	Poids moyen en chair (g)	Ratio de claquettes
			Moyenne	ET	Min.	Max.			
2019	10	958	96.2	12.28	29	127	38.2	16.4	0.34
2020	10	746	94.5	13.97	14	124	27.1	11.8	0.16
2021	10	3416	94.7	11.81	31	141	42.3	10.0	0.29
2022	4	3555	92.1	11.06	21	128	36.9	11.5	0.18
2022	10	2659	96.1	10.94	14	137	30.5	11.8	0.38
2023	4	2435	96.4	7.80	47	133	49.2	18.5	0.24
2023	10	2700	97.0	10.58	12	132	34.5	12.9	0.54

Tableau 13. Nombre de pétoncles échantillonnés pour déterminer leur état ou le poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, à partir des relevés d'octobre et d'avril et de l'échantillonnage au quai pendant la saison de pêche de 2019 à 2023 pour chacun des trois grands gisements de pétoncle (West Point, Cape Tormentine et Pictou) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

Gisement	Année	Relevé d'octobre	Relevé d'avril	Pêche de mai	Pêche de novembre
West Point	2019	190	-	-	-
	2020	212	-	-	-
	2021	194	-	441	-
	2022	192	215	434	-
	2023	160	194	345	-
Cape Tormentine	2019	149	-	-	-
	2020	121	-	-	-
	2021	182	-	370	-
	2022	161	186	333	-
	2023	195	195	425	-
Pictou	2019	170	-	-	-
	2020	-	-	-	-
	2021	222	-	-	396
	2022	209	-	-	646
	2023	102	-	-	513

Tableau 14. État ou poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, à partir des relevés d'octobre et d'avril et de l'échantillonnage au quai pendant la saison de pêche de 2019 à 2023 pour chacun des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tormentine, West Point et Pictou) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

Gisement	Année	Relevé d'octobre	Relevé d'avril	Pêche de mai	Pêche de novembre
West Point	2019	20.31	-	-	-
	2020	14.47	-	-	-
	2021	16.56	-	15.7	-
	2022	11.32	16.8	16.7	-
	2023	15.18	19.6	18.4	-
Cape Tormentine	2019	15.7	-	-	-
	2020	11.0	-	-	-
	2021	7.83	-	14.0	-
	2022	12.97	11.2	14.0	-
	2023	13.59	20.2	18.7	-
Pictou	2019	15.24	-	-	-
	2020	-	-	-	-
	2021	11.36	-	-	15.0
	2022	12.51	-	-	17.7
	2023	12.22	-	-	16.9

Tableau 15. Indices de la biomasse exploitable (non corrigés en fonction de l'efficacité de la drague) des pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm de hauteur de coquille) des relevés d'octobre par navire de recherche dédiés aux gisements des pétoncles en nombre (nombre par m^2) et en poids de chair (kg par trait standard de $657 m^2$; moyenne, erreur type [ET]), densité (g par m^2), zone de gisement correspondante (km^2) selon le contour de 20 jours par km^2 , indice de la biomasse (poids de la chair, t), débarquements calculés au prorata en fonction du gisement et taux d'exploitation qui en découle, de 2019 à 2023.

Gisement	ZPP 22					ZPP 22					ZPP 24				
	West Point					Cape Tormentine					Pictou				
Année	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Abondance (nombre par m^2)															
Moyenne	0.013	0.020	0.016	0.018	0.019	0.013	0.017	0.036	0.036	0.038	0.017	NA	0.024	0.037	0.024
Erreur type	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.008	0.008	0.002	NA	0.003	0.004	0.003
Abondance (kg par trait standard)															
Moyenne	0.162	0.190	0.154	0.142	0.179	0.129	0.103	0.166	0.254	0.31	0.172	NA	0.185	0.310	0.31
Erreur type	0.026	0.033	0.023	0.020	0.030	0.027	0.024	0.024	0.053	0.06	0.021	NA	0.018	0.034	0.04
Densité (g par m^2)	0.25	0.29	0.23	0.22	0.27	0.20	0.16	0.25	0.39	0.47	0.26	NA	0.28	0.47	0.47
Superficie de la strate (km^2)	137	-	-	-	-	92	-	-	-	-	78	-	-	-	-
Indice de la biomasse (t)	34	40	32	30	37	18	14	23	35	43	20	NA	22	37	36
Débarquements (t)	16	11	11	18	4*	12	17	17	11	35*	3	5	5	8	4*
Taux d'exploitation	32%	22%	26%	38%	10%	40%	54%	42%	24%	45%	15%	NA	23%	22%	11%

* Données préliminaires – 2023

Tableau 16. Indices de la biomasse (non corrigés en fonction de l'efficacité de la drague) des pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm de hauteur de coquille) des relevés d'avril par navire de recherche dédiés aux gisements des pétoncles en poids de chair (kg par trait standard de 657 m²; moyenne, erreur type [ET]), densité (g par m²), zone correspondante du gisement (km²) selon le contour de 20 jours par km², indice de la biomasse (poids de la chair, t), débarquements calculés au prorata en fonction du gisement et taux d'exploitation qui en découle, de 2022 à 2023. Les deux colonnes ombrées reflètent les résultats ajustés (contrôlés) pour tenir compte des différences d'état entre les relevés d'avril et d'octobre.

Caractéristiques	ZPP 22							
	West Point		Cape Tormentine		West Point		Cape Tormentine	
Année	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Abondance (nombre par m ²)								
Moyenne	0.056	0.022	0.066	0.057	0.056	0.022	0.066	0.057
Erreur type	0.011	0.003	0.013	0.017	0.011	0.003	0.013	0.017
Abondance (kg par trait standard)								
Moyenne	0.56	0.27	0.44	0.71	0.441	0.215	0.454	0.471
Erreur type	0.10	0.04	0.08	0.20	0.079	0.031	0.083	0.136
Densité (g par m ²)	0.86	0.41	0.67	1.08	0.67	0.33	0.69	0.72
Superficie de la strate (km ²)	137	-	92	-	137		92	
Indice de la biomasse (t)	100	53	51	64	92	64	45	66
Débarquements (t)	18	4*	11	35*	18	4*	11	35*
Taux d'exploitation	13%	7%	15%	35%	20%	6%	25%	53%

* Données préliminaires.

Tableau 17. Indices de la biomasse exploitable (non corrigés en fonction de l'efficacité de la drague) des pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm de hauteur de coquille) des relevés d'octobre par navire de recherche des pétoncles en nombre (nombre par m^2) et en poids de chair (kg par trait standard de $657 m^2$; moyenne, erreur type [ET]), en densité (g par m^2), par zone de relevé correspondante (km^2), indice de la biomasse (poids de la chair, t), débarquements calculés au prorata en fonction de la zone de relevé de 2019 à 2023, ratio des débarquements (zone ayant fait l'objet d'un relevé : aire principale) pour l'aire principale de la région du Golfe (ZPP 22 et ZPP 24). À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020; par conséquent, l'indice de la biomasse manquante de Pictou a été estimé à partir de la biomasse moyenne (29 t) de la série chronologique. Les résultats du relevé d'avril, ajustés en fonction de l'état, sont présentés pour 2022a et 2023a (colonnes ombrées).

Caractéristique	ZPP 22 et ZPP 24 de l'aire principale						
	2019	2020	2021	2022	2023	2022a	2023a
Abondance (nombre par m^2)							
Moyenne	0.012	0.015	0.021	0.025	0.026	0.056	0.035
Erreur type	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.007	0.006
Abondance (kg par trait standard)							
Moyenne	0.14	0.12	0.14	0.20	0.23	0.41	0.30
Erreur type	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05
Densité (g par m^2)	0.21	0.19	0.22	0.30	0.35	0.63	0.46
Superficie de la strate (km^2)	454	454	454	454	454	326	326
Indice de la biomasse (t)	114	126	117	162	185	205	150
Débarquements (t) – zone de relevé	35	38	37	40	46	40	46
Débarquements (t) – aire principale	61	65	64	64	79*	64	79*
Ration des débarquements (relevé : aire principale)	0.58	0.61	0.60	0.66	0.58	0.66	0.58

* Données préliminaires.

Tableau 18. Estimations de la biomasse exploitable (B_0) pour l'aire principale des pétoncles (ZPP 22 et 24) de 2017 à 2023, dans le sud du Golfe du Saint-Laurent, calculées à l'aide d'un modèle JABBA à données limitées (avec des données jusqu'en 2023, y compris celles des relevés, des débarquements et des efforts), estimations de la biomasse exploitable du modèle d'épuisement et indices de la biomasse des relevés. Veuillez noter que les indices du relevé d'avril ne sont pas ajustés en fonction de l'état.

Année	Modèle JABBA	Modèle JABBA mis à jour	Modèle d'épuisement	Indices de relevé	
				Octobre	Avril
2017	293	258	-	-	-
2018	312	267	-	-	-
2019	280	254	-	251	-
2020	290	259	-	253	-
2021	249	290	227	250	-
2022	-	354	-	295	442
2023	-	298	-	390	467

9. FIGURES

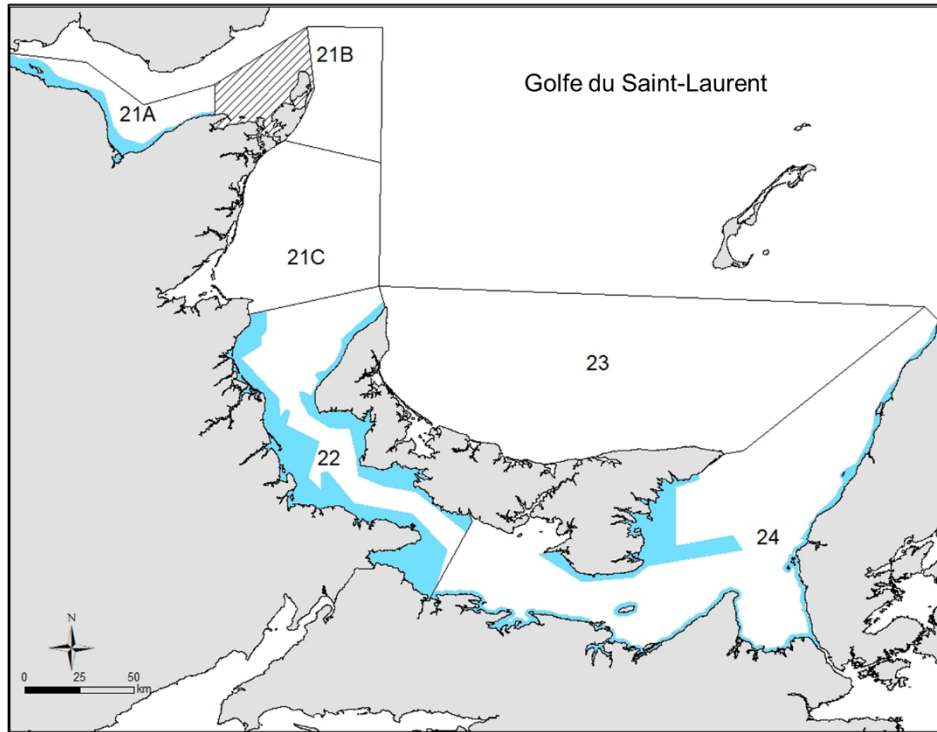


Figure 1. Zones de pêche du pétoncle (ZPP) et emplacements des zones tampons (en bleu) de pêche et des zones fermées (hachuré) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.



Figure 2. Drague de type Digby à neuf paniers couramment utilisée dans la pêche du pétoncle géant dans la région du Golfe.

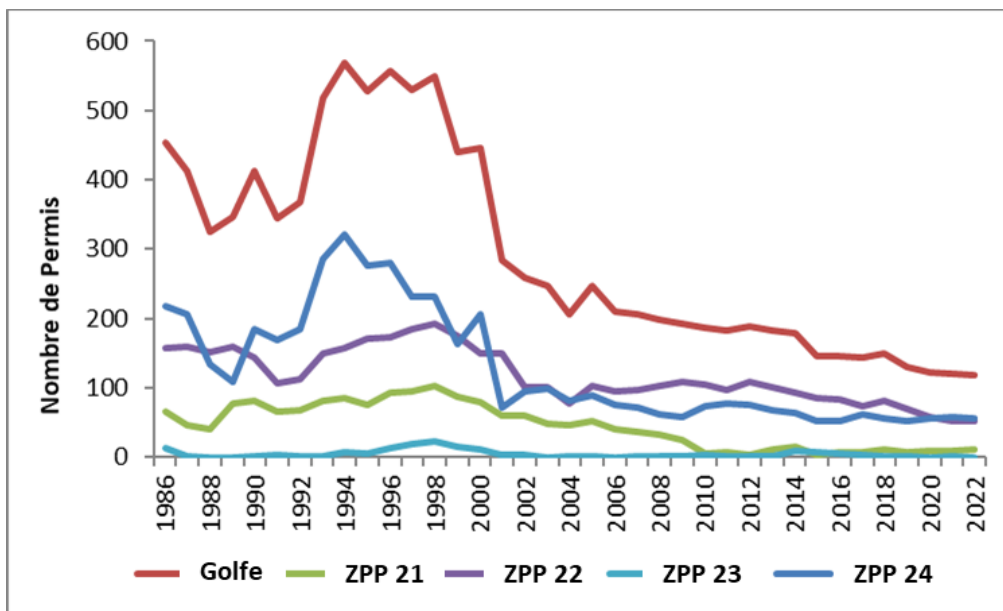


Figure 3. Nombre de permis de pêche commerciale du pétoncle de 1986 à 2022 dans la région du Golfe pour chaque zone de pêche du pétoncle (ZPP).

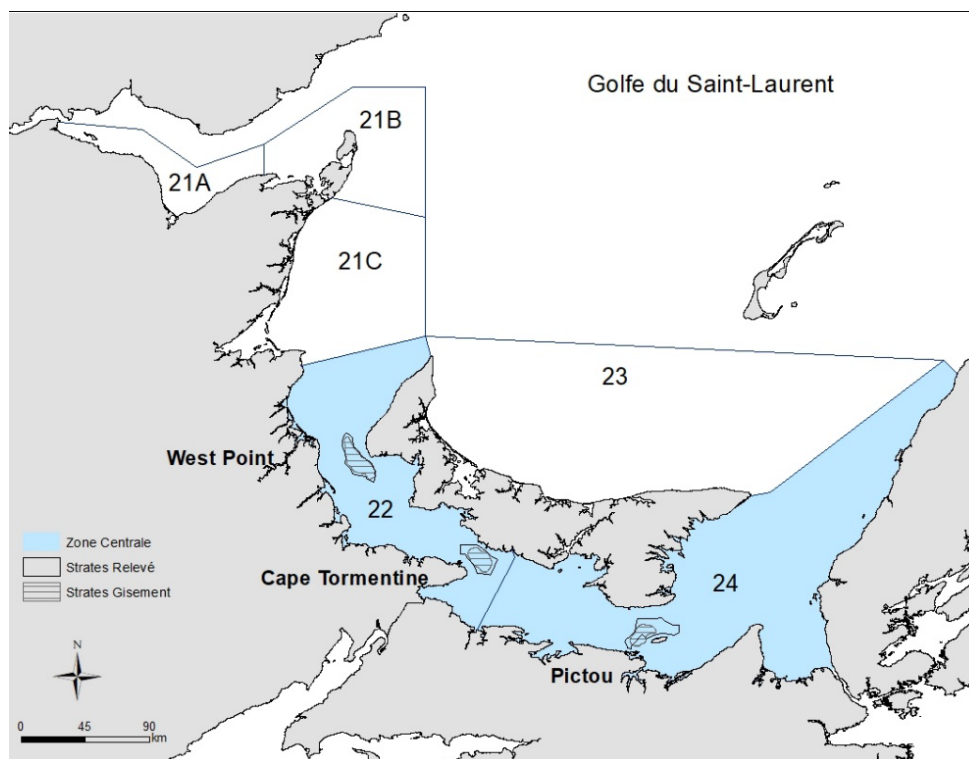


Figure 4. Carte de l'aire principale (ZPP 22 et ZPP 24; zone ombrée en bleu pâle), des strates des gisements de pétoncles (du nord au sud, West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22 et Pictou dans la ZPP 24, tels que définis par le contour de 20 jours par km² [zone hachurée]) et des strates d'échantillonnage des relevés (polygones de lignes pleines) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent (sGSL). Les strates extérieures de chaque gisement sont également indiquées (polygone extérieur moins zone des strates des gisements).

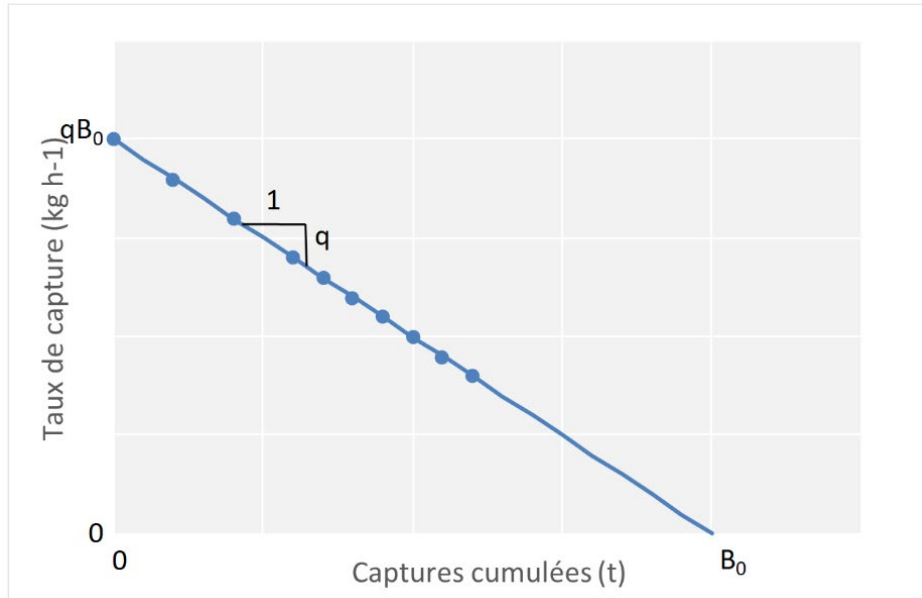


Figure 5. Graphique du modèle théorique de régression linéaire du déclin de l'indice d'abondance avec l'augmentation des captures cumulées utilisées pour estimer la biomasse exploitable avant la pêche (B_0), la pente (q) et le point d'intersection (qB_0). Modifié d'après Ogle 2016.



Figure 6. Engin d'un relevé de recherche composé d'une drague à pétoncle de type Digby à huit paniers (anneaux de 82,6 mm) dont deux sont revêtus (mailles de 18 mm) utilisé dans les relevés des pétoncles en 2019 et 2023 dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

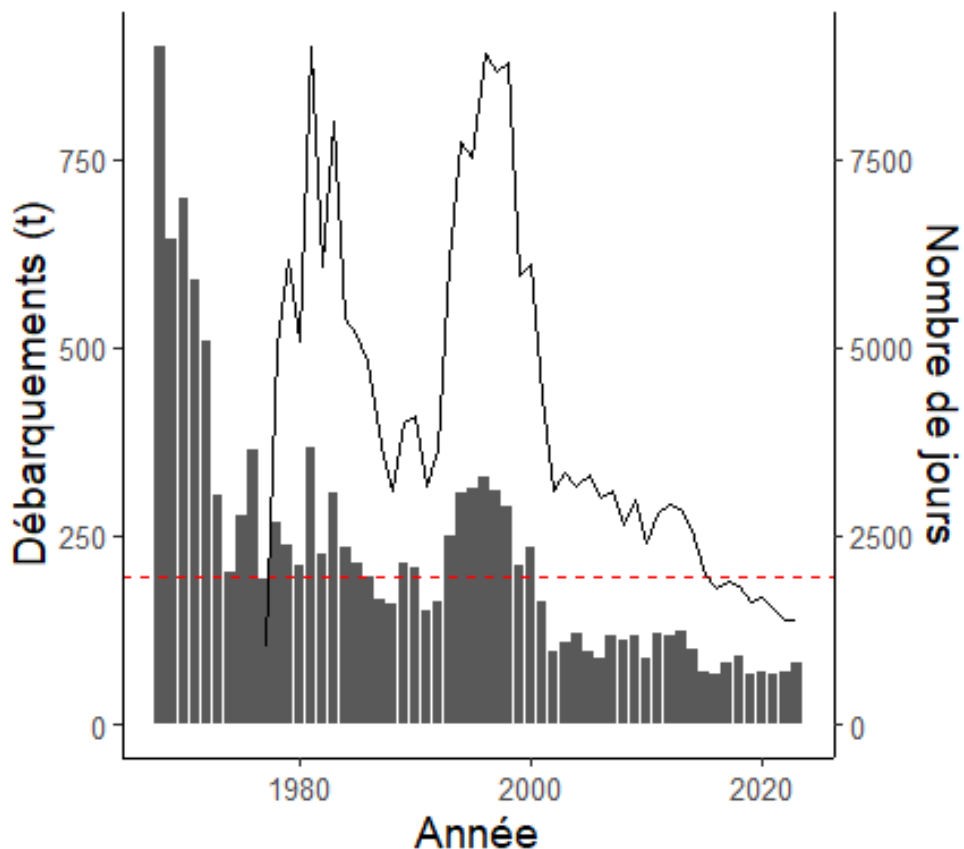


Figure 7. Débarquement commercial de pétoncles géants (tonnes de chair), médiane à long terme et nombre de voyages (jours de pêche) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent, de 1968 à 2023.

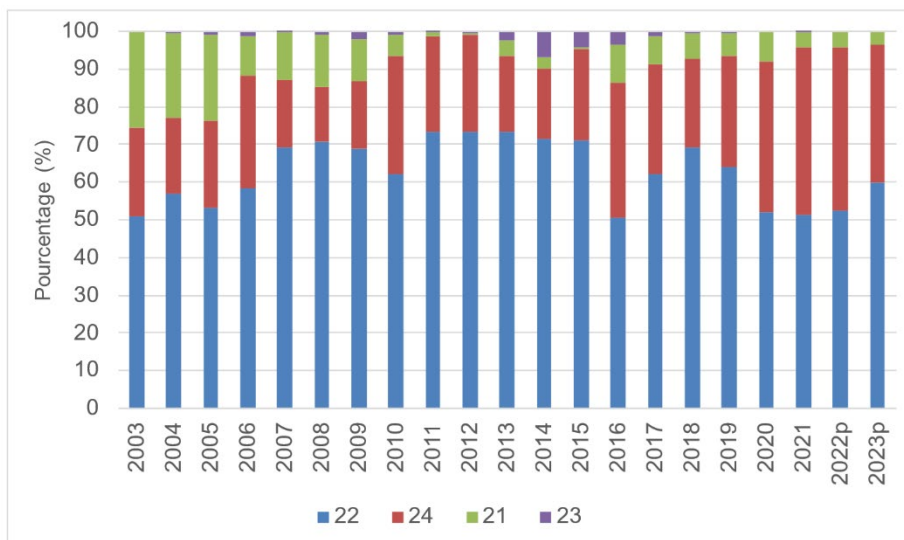


Figure 8. Proportion des débarquements dans le Golfe provenant des zones de pêche du pétoncle (ZPP) 21, 22, 23 et 24 entre 2003 et 2023 selon les journaux de bord et les bordereaux de vente commerciaux.

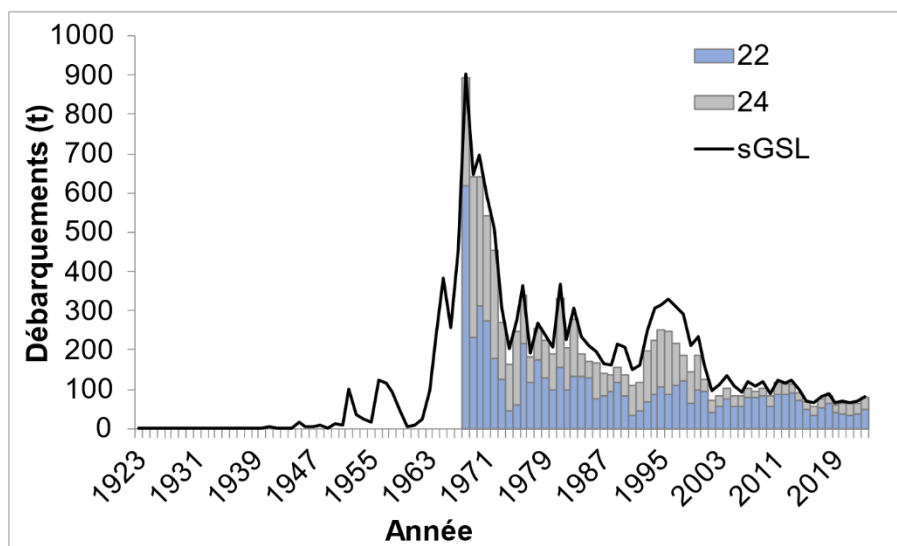


Figure 9. Débarquements inscrits de pétoncles géants (tonnes de chair), pour l'aire principale (ZPP 22 et 24) et tout le sud du Golfe du Saint-Laurent, de 1923 à 2023.

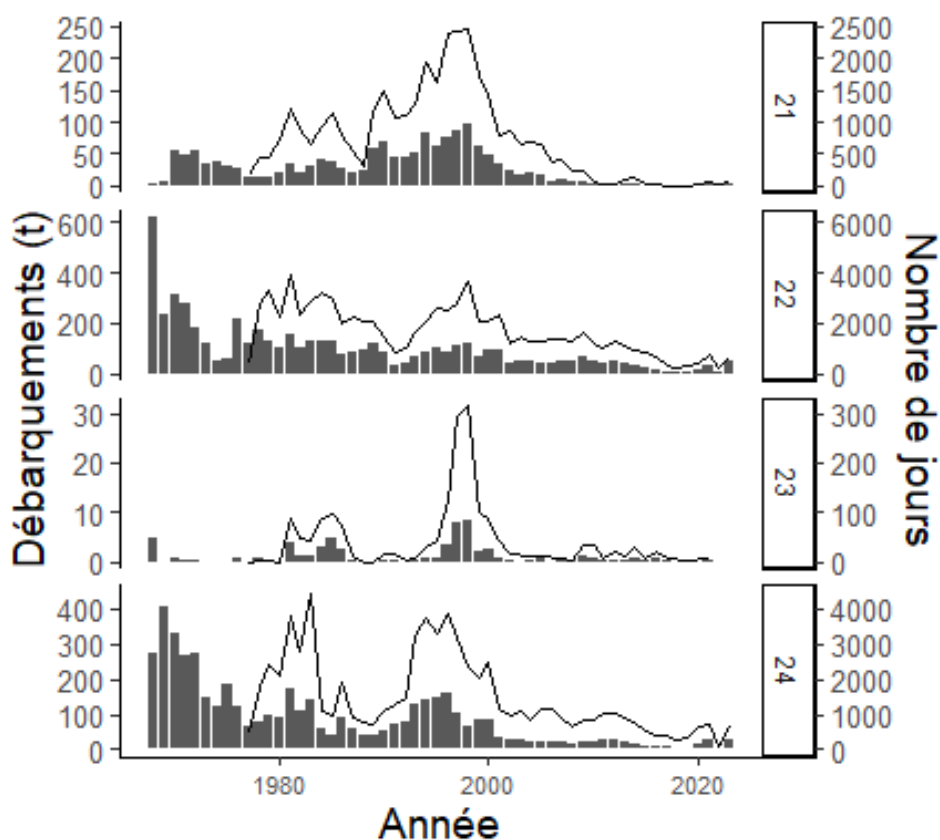


Figure 10. Débarquements commerciaux de pétoncles géants (barres; tonnes de chair) et nombre de voyages (ligne; somme des jours où des débarquements distincts sont déclarés) dans les ZPP 21, 22, 23 et 24 de la pêche du pétoncle du sud du Golfe du Saint-Laurent, de 1987 à 2016. Noter les différences d'échelle sur l'axe des y lors de la comparaison des ZPP.

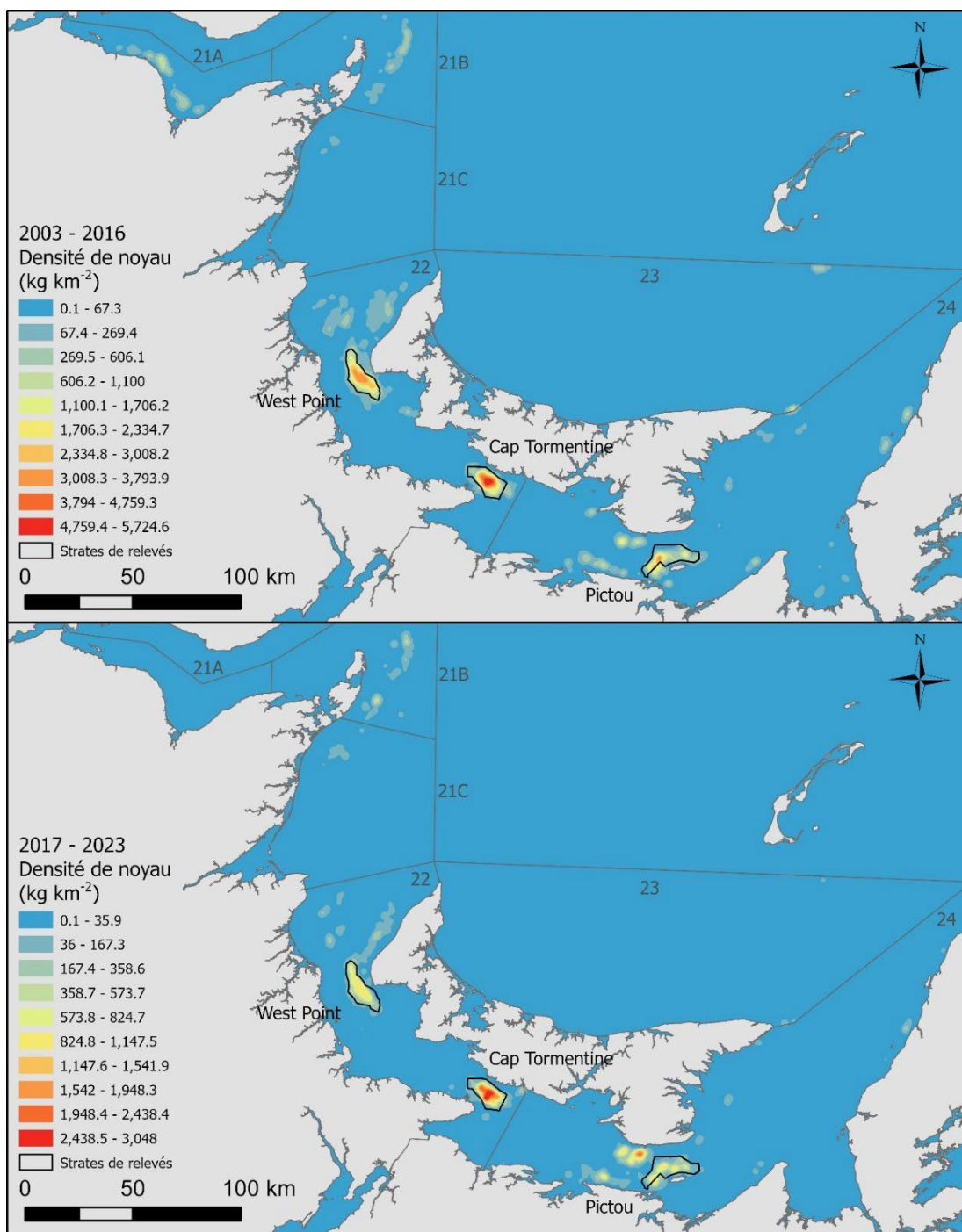


Figure 11. Diagramme de densité de noyau de la pêche commerciale du pétoncle dans le sud du Golfe du Saint-Laurent, exprimée en kg de poids de chair avec données de position par km² tirées des journaux de bord pour les années 2003 à 2016 (panneau du haut) et 2017 à 2023 (panneau du bas). L'effort de pêche se fait principalement dans trois gisements principaux de pétoncles : du nord au sud, West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22 et Pictou dans la ZPP 24. On peut également voir les strates d'échantillonnage respectives du relevé (ligne noire) utilisées pendant les relevés de recherche sur les pétoncles (2019 à 2023).

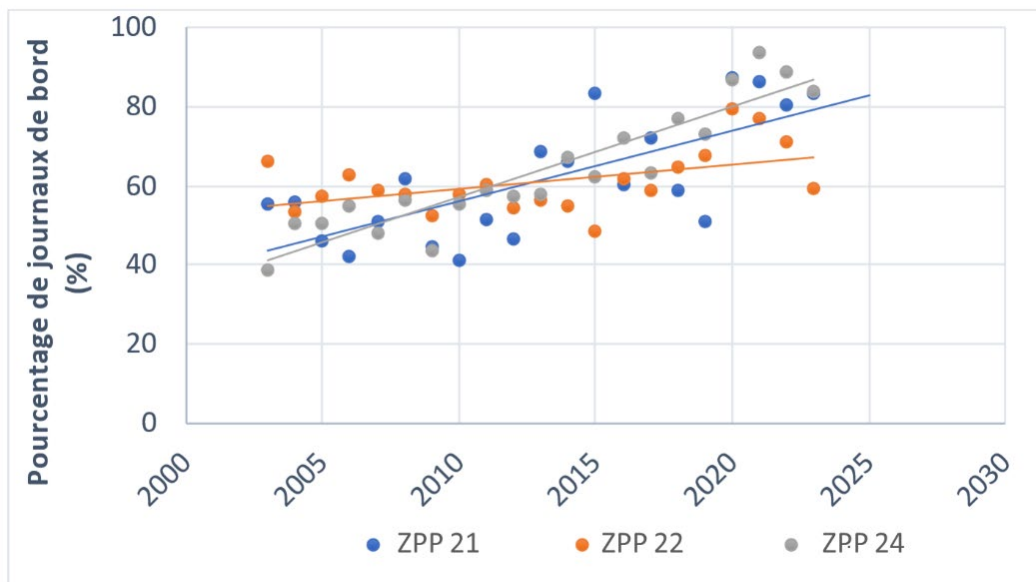


Figure 12. Le pourcentage (et les tendances) des données utilisables des journaux de bord (pour l'analyse spatiale du taux de capture) par rapport au nombre total de jours de pêche déclarés par ZPP de 2001 à 2023. Veuillez noter que les déclarations de la ZPP 23 ne sont pas incluses dans le graphique.

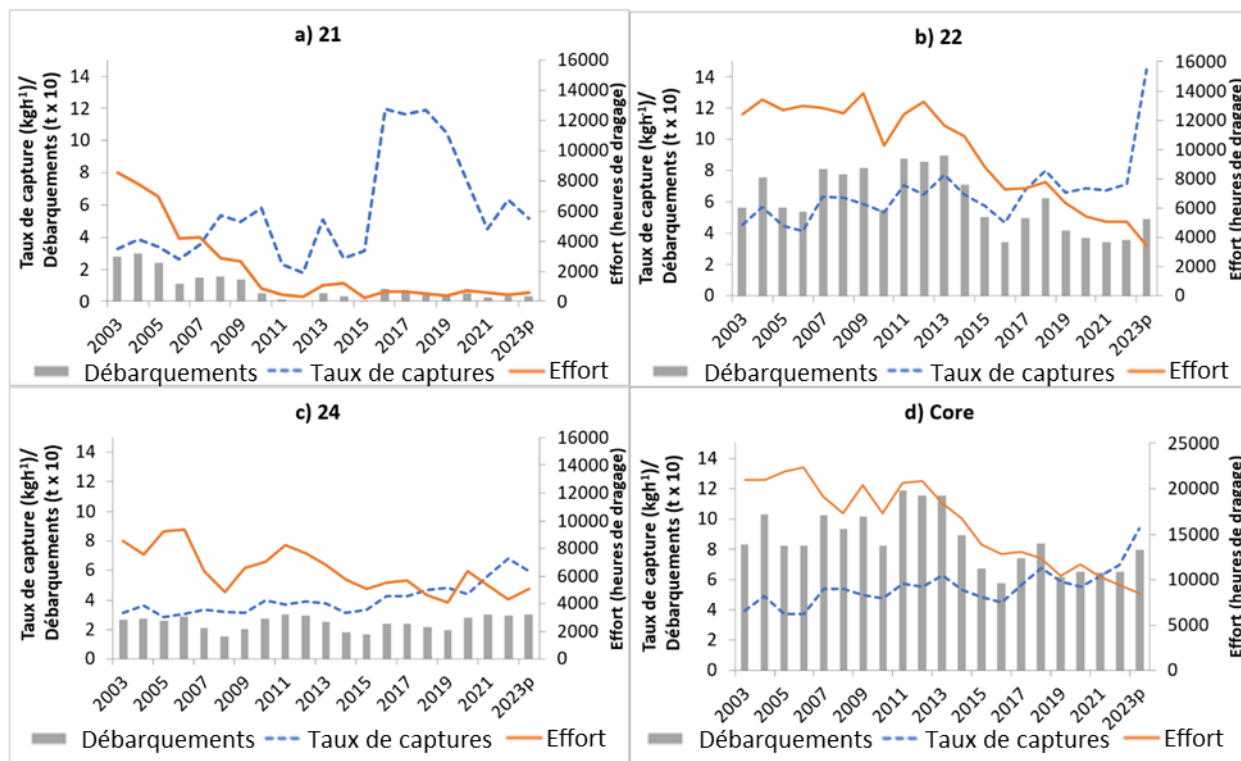


Figure 13. Débarquements annuels (t de chair), taux de captures correspondants (kg h^{-1}) et effort calculé au prorata (heures de dragage) pour les zones de pêche du pétoncle (ZPP) 21, 22 et 24 et l'aire principale (ZPP 22 et 24) selon les journaux de bord et les bordereaux de vente de 2003 à 2023p (p =préliminaire). Noter que la pêche a été fermée dans la ZPP 21A de 2010 à 2012, de 2016 à 2018 et en 2023.

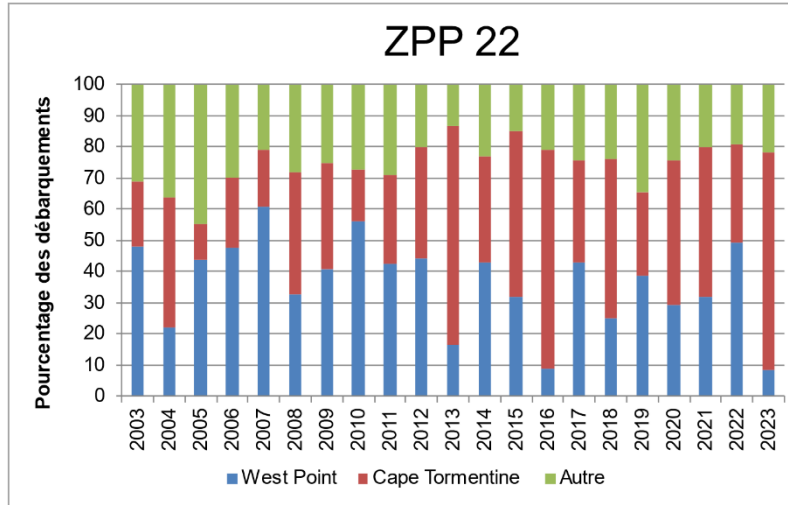


Figure 14. Proportion des débarquements de la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 22 provenant des gisements de West Point et de Cape Tormentine (définis par le contour de 20 jours par km², Niles et al. 2021) entre 2003 et 2023 selon les positions de pêche déclarées dans les journaux de bord.

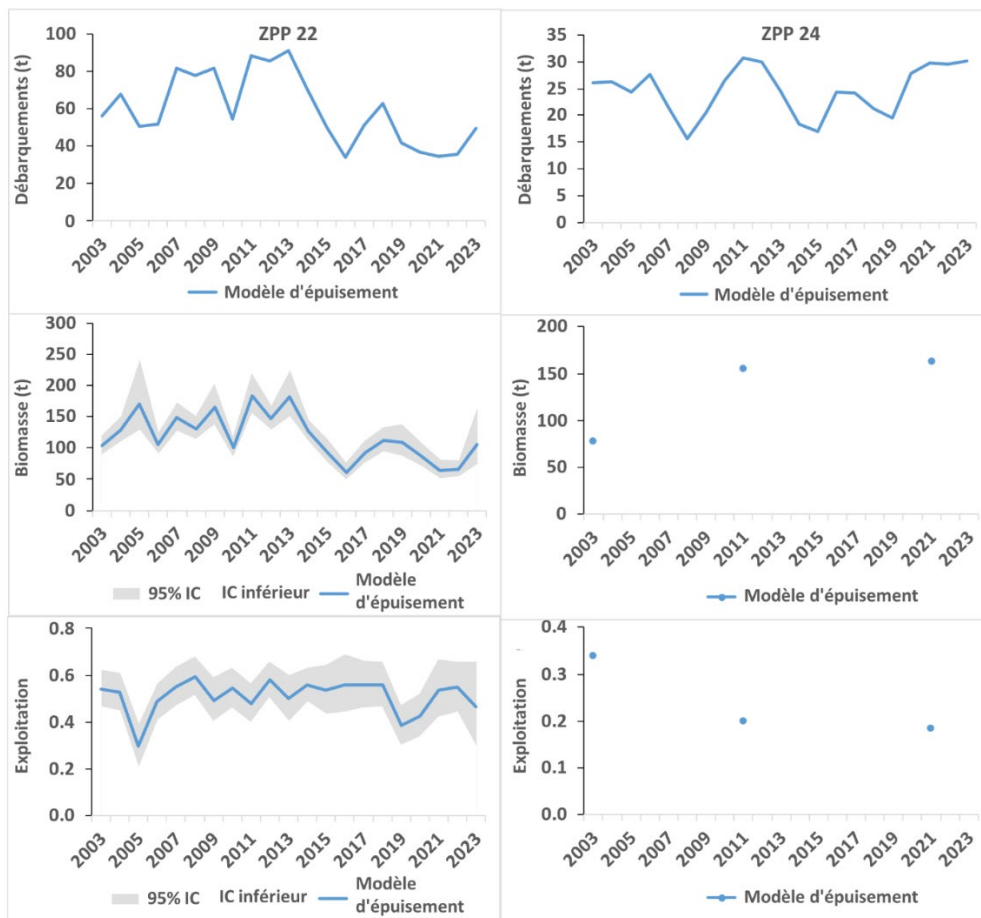


Figure 15. Estimations du modèle d'épuisement de la biomasse exploitable (B_0) au début de la pêche et taux d'exploitation (\tilde{E}) de 2003 à 2023 pour les principales zones de pêche du pétoncle (ZPP 22 et 24) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent; les intervalles de confiance (IC) à 95 % sont également indiqués. Seuls les modèles statistiquement significatifs sont présentés.

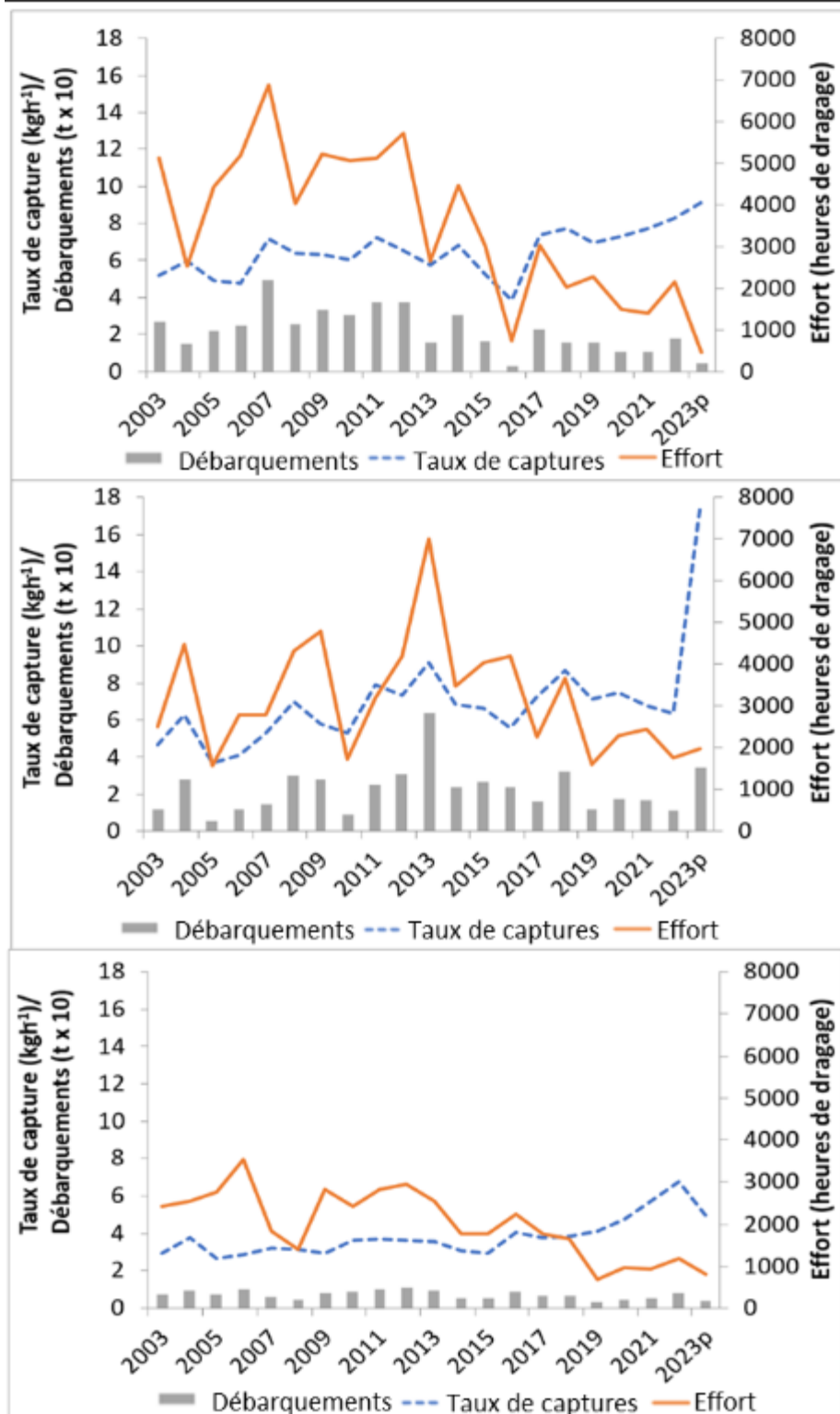


Figure 16. Débarquements annuels (t de chair), taux de captures correspondants [kg h^{-1}] et effort calculé au prorata (heures de dragage) tirés des journaux de bord des pétoncles de 2003 à 2023 pour les gisements de West Point (panneau du haut), de Cape Tormentine (panneau du milieu) et de Pictou (panneau du bas). Les données préliminaires sont présentées pour 2023.

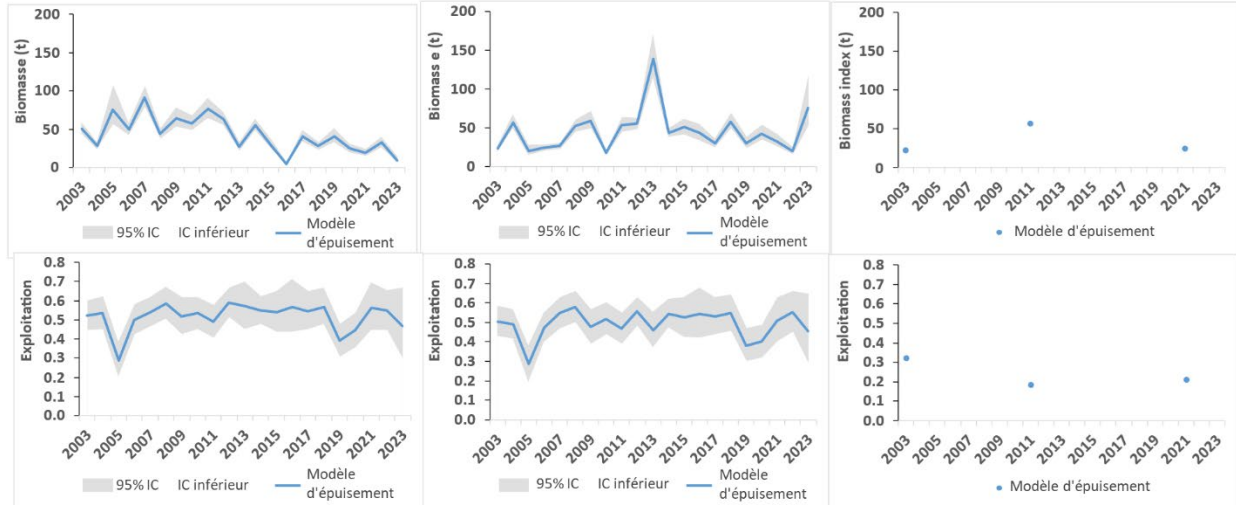


Figure 17. Estimations du modèle d'épuisement de la biomasse exploitable (B_0) au début de la pêche et taux d'exploitation (\tilde{E}) de 2003 à 2023 pour les grands gisements de pétoncles (West Point, panneau de gauche, Cape Tormentine, panneau du milieu et Pictou, panneau de droite) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent; les intervalles de confiance à 95 % sont également indiqués. Seuls les modèles statistiquement significatifs sont présentés.

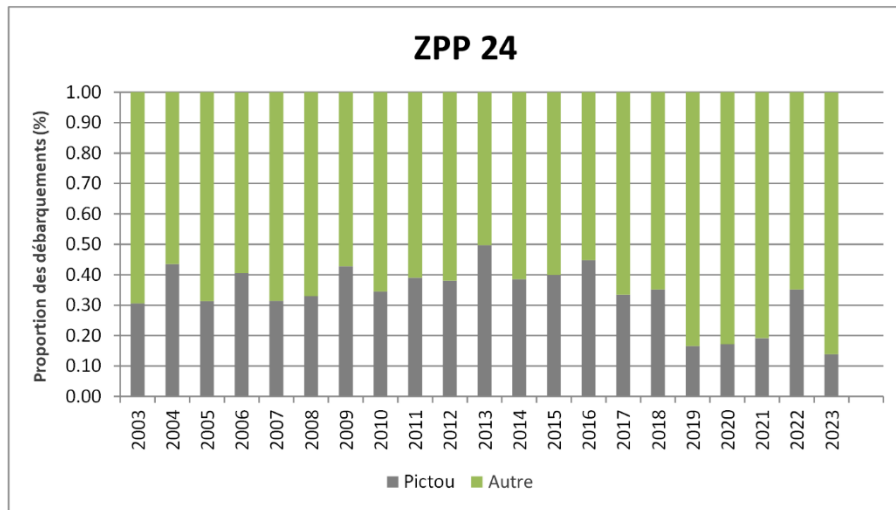


Figure 18. Proportion des débarquements de la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 24 provenant du gisement de Pictou (défini par le contour de 20 jours par km^2 , Niles et al. 2021) entre 2003 et 2023 selon les positions de pêche déclarées dans les journaux de bord.

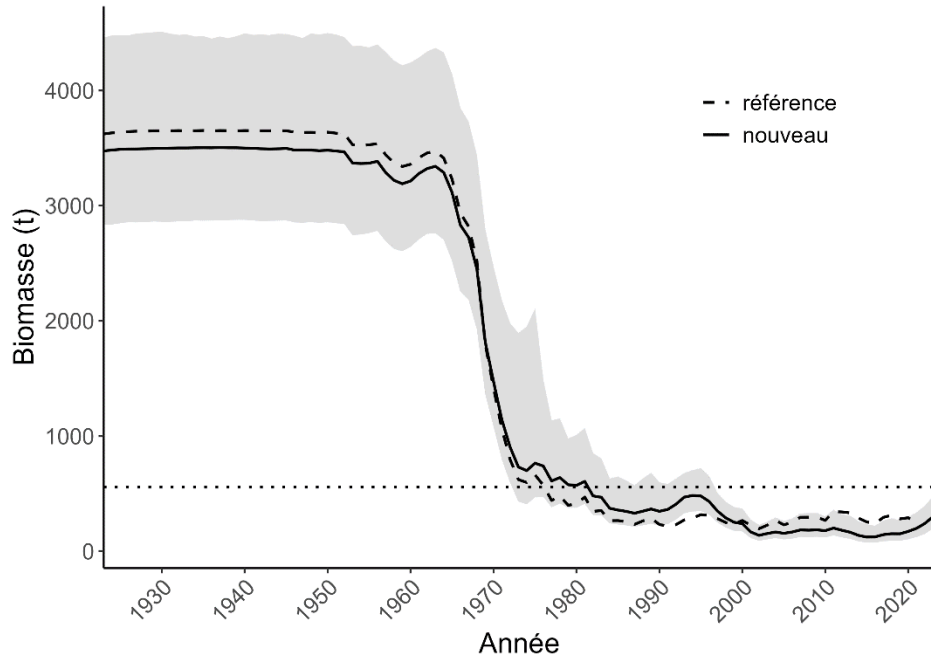


Figure 19. Estimation des niveaux de biomasse du pétoncle géant d'après les données des captures commerciales et sur l'effort (modèle de référence 1923 à 2021) ainsi qu'estimations de la biomasse du relevé d'automne (modèle mis à jour, 1923 à 2023) pour l'aire principale du stock de pétoncles géants du sGSL, tel que produites par un modèle JABBA. La ligne pointillée représente l'estimation du PRL en fonction de la B_{RMD} 0,4 du modèle mis à jour.

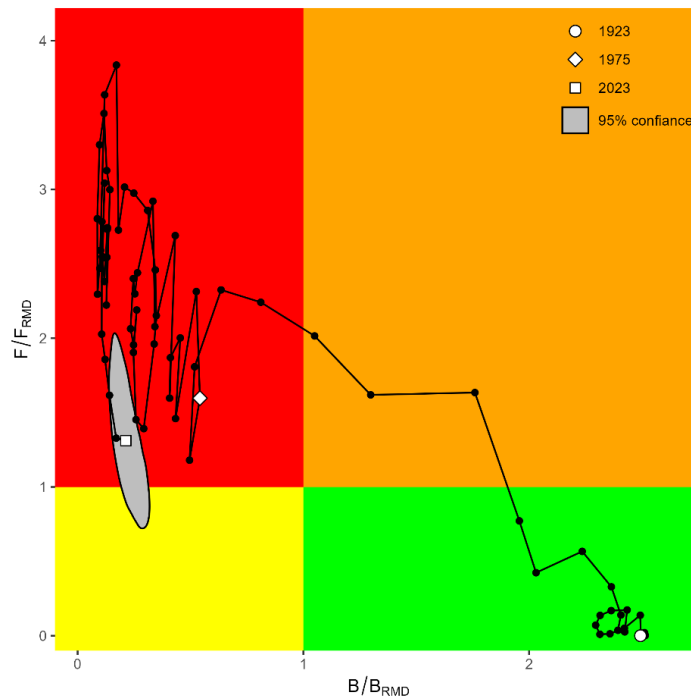


Figure 20. Un graphique de Kobe de la mortalité relative liée à la pêche en fonction de la biomasse relative estimée par un modèle JABBA ajusté aux données de débarquements et d'effort de pêche des pétoncles géants de 1923 à 2023. Ce modèle estime la B_{RMD} à 1391 t, tandis que la F_{RMD} est estimée à 0,205.

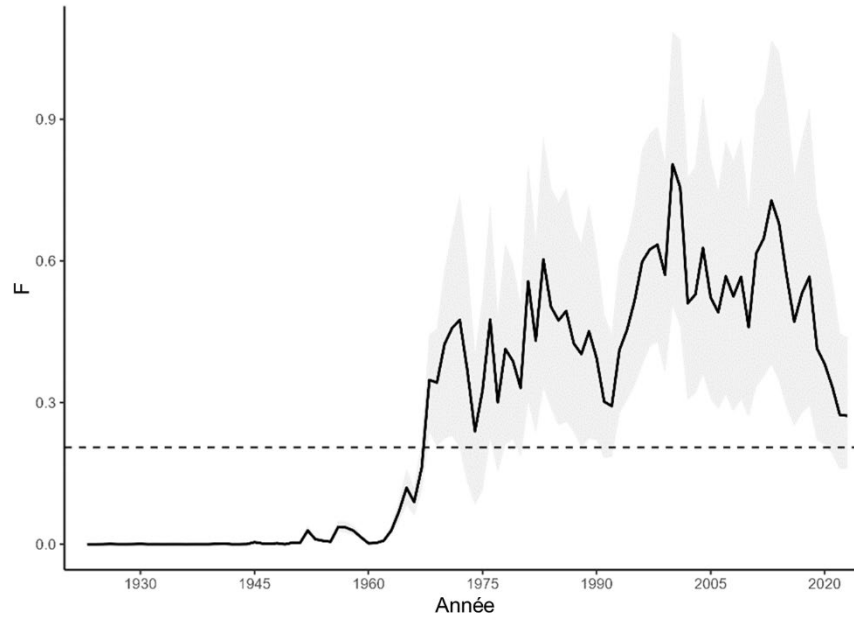


Figure 21. Mortalité par pêche du pétoncle géant (F) et intervalle de confiance à 95 % estimés par le JABBA ajusté aux données de 1923 à 2023. La ligne horizontale en tirets indique la $F_{RMD} = 0,2$.

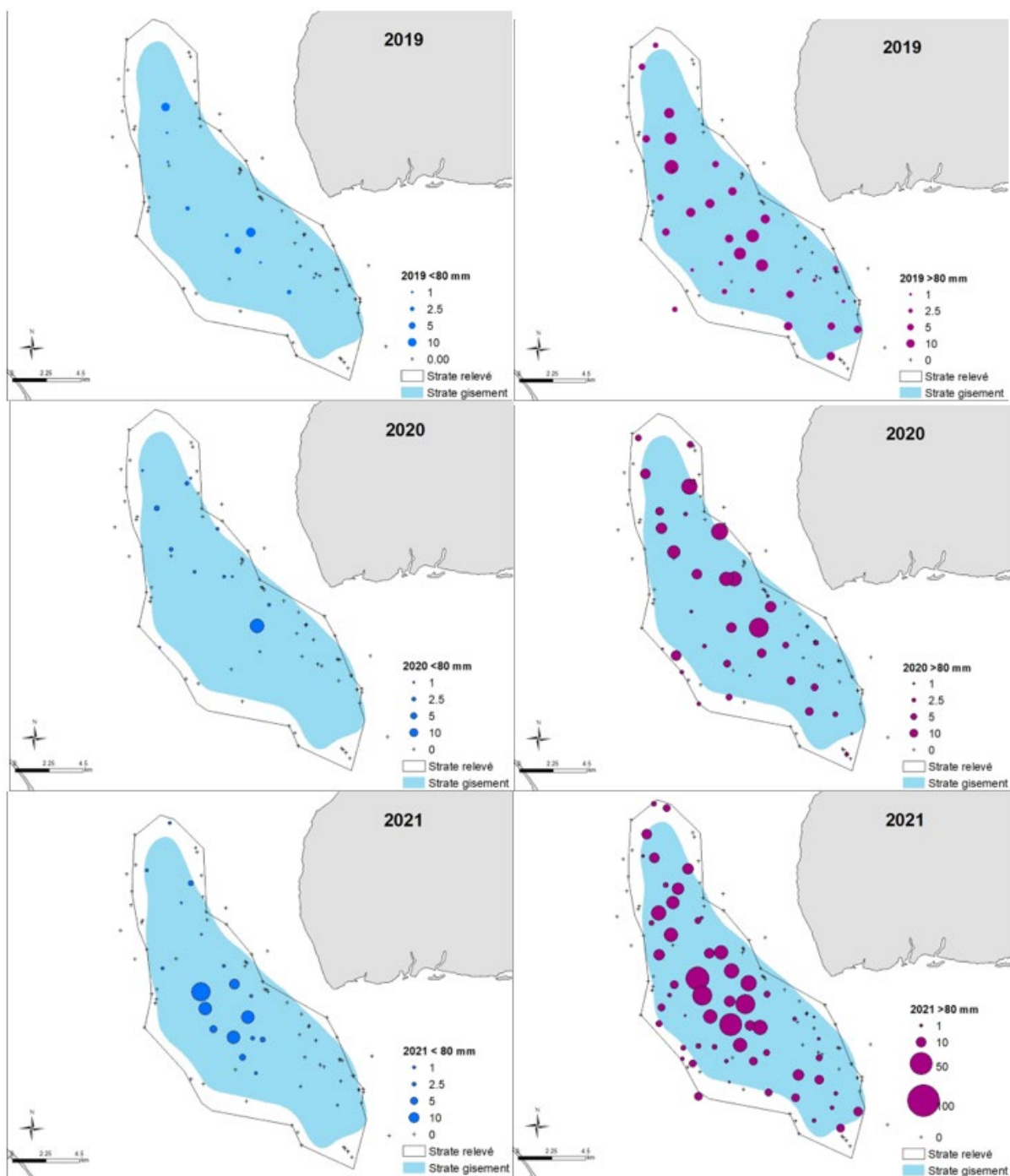


Figure 22. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre par trait standard) dans le gisement de West Point de la région du Golfe tirée des relevés de 2019 à 2021. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles. Les cercles rouges représentent les pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm) et les cercles bleus, les petits pétoncles (< 80 mm).

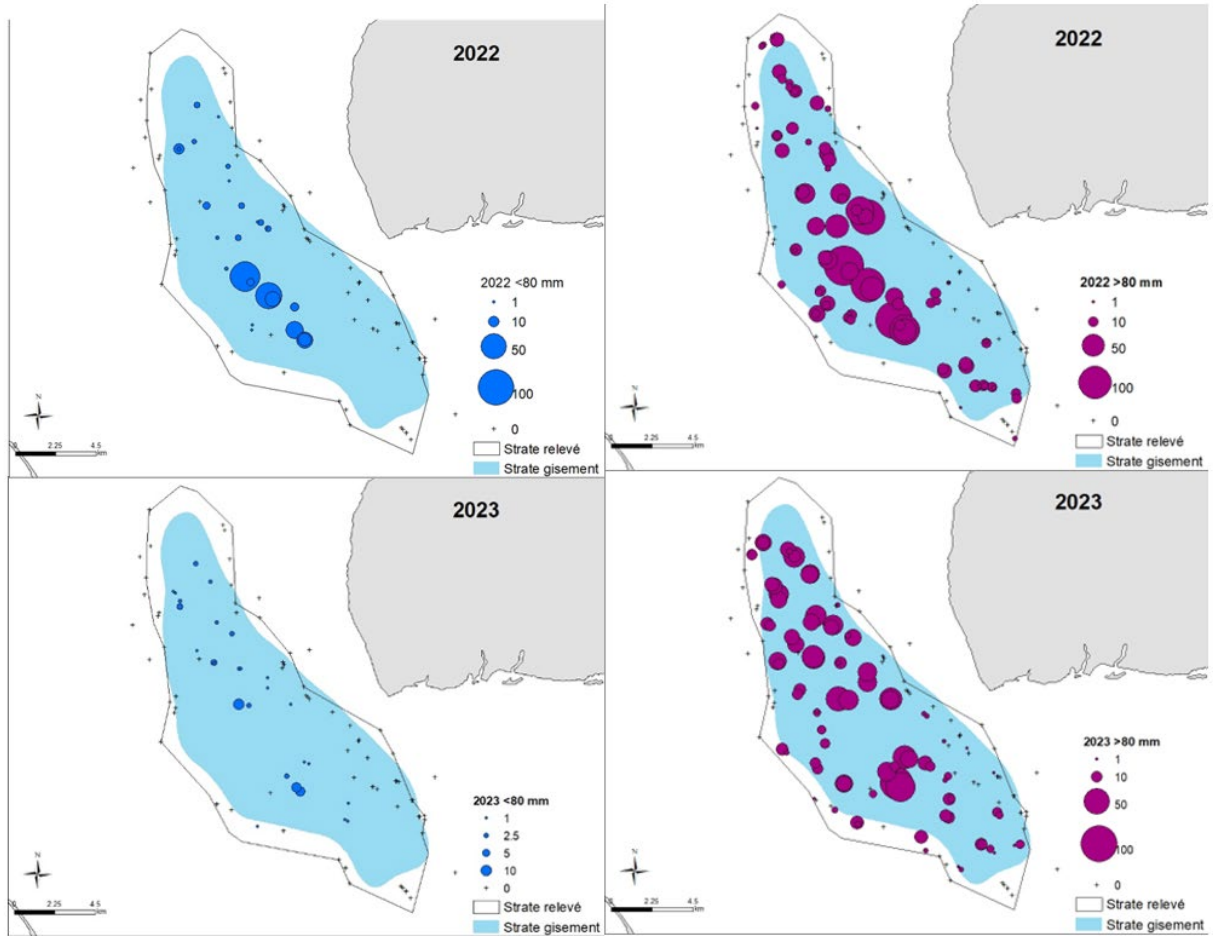


Figure 23. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre par trait standard) dans le gisement de West Point de la région du Golfe tirée des relevés de 2022 et de 2023. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles. Les cercles rouges représentent les pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm) et les cercles bleus, les petits pétoncles (< 80 mm).

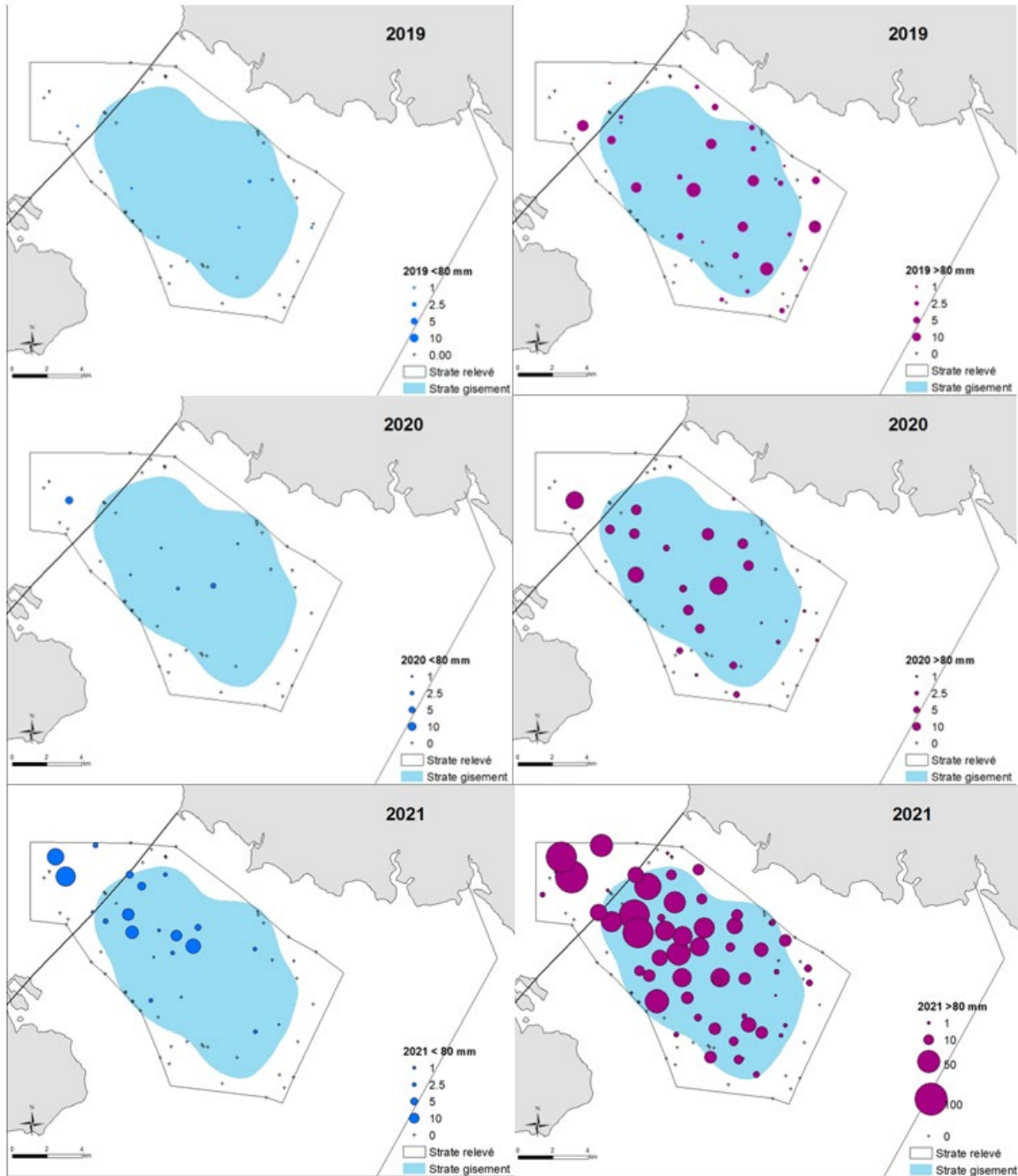


Figure 24. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Cape Tormentine de la région du Golfe tirée des relevés de 2019 et de 2021. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles. Les cercles rouges représentent les pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm) et les cercles bleus, les petits pétoncles (< 80 mm).

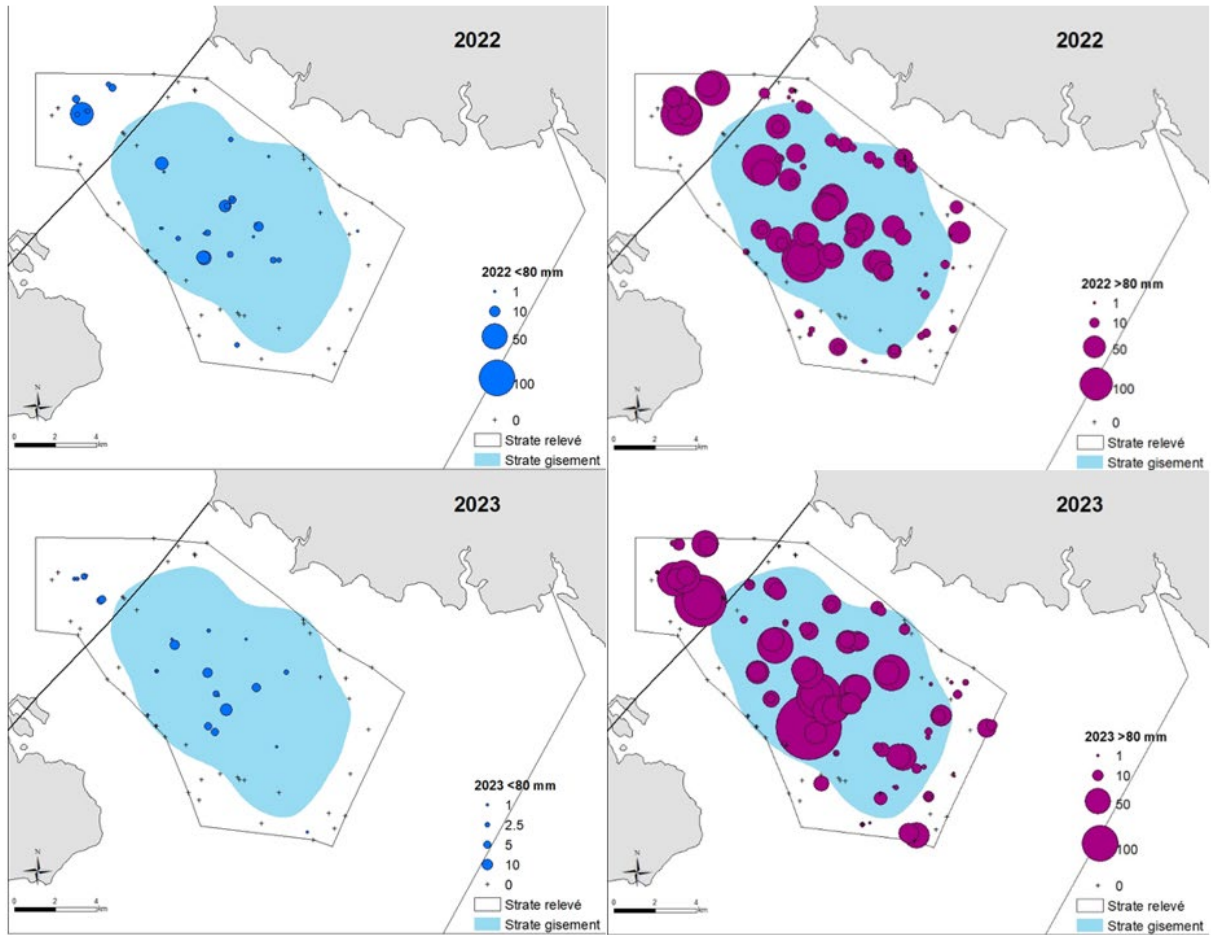


Figure 25. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Cape Tormentine de la région du Golfe tirée des relevés de 2022 et de 2023. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles. Les cercles rouges représentent les pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm) et les cercles bleus, les petits pétoncles (< 80 mm).

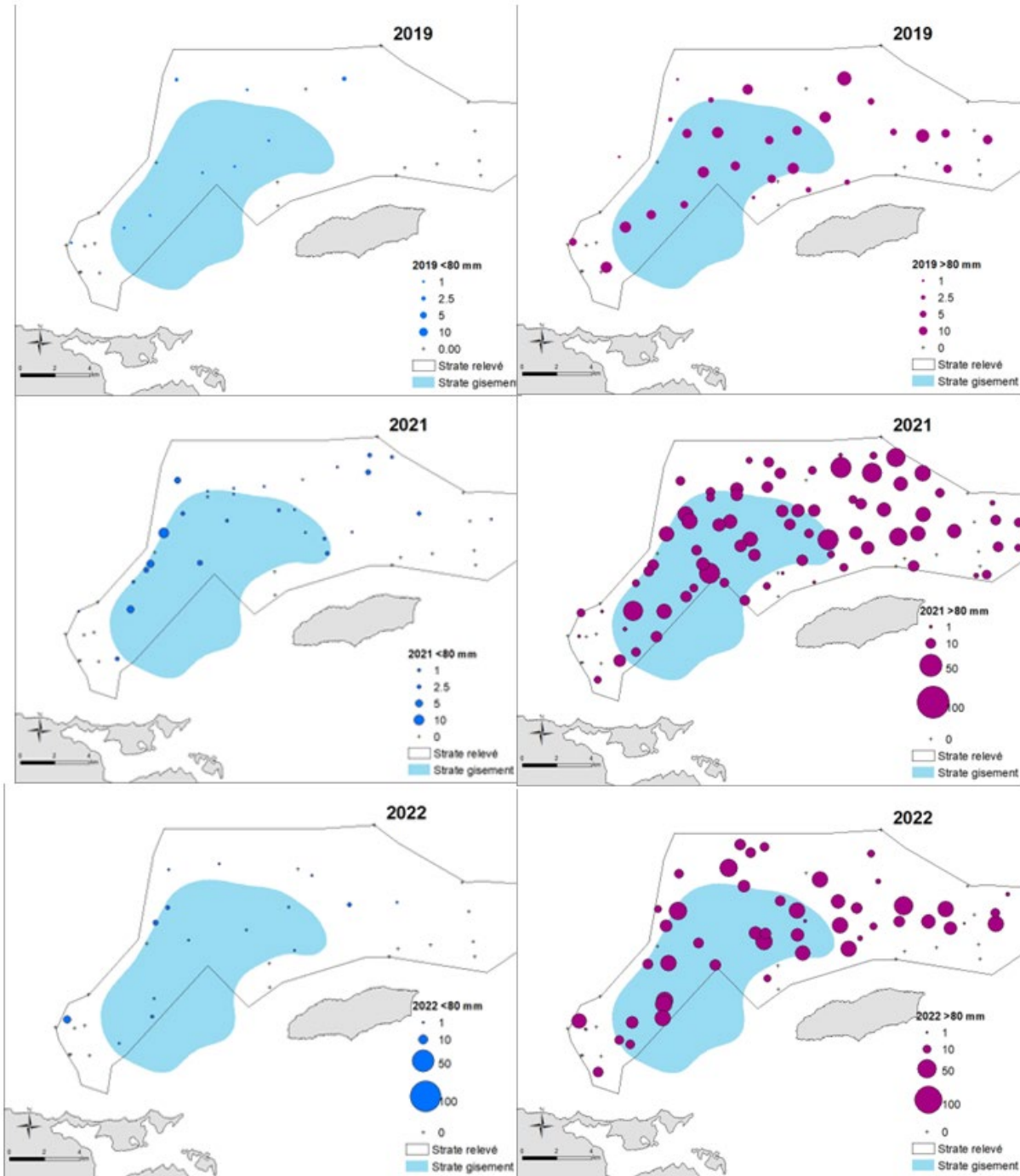


Figure 26. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Pictou de la région du Golfe tirée des relevés de 2019 et de 2021. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles. Les cercles rouges représentent les pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm) et les cercles bleus, les petits pétoncles (< 80 mm).

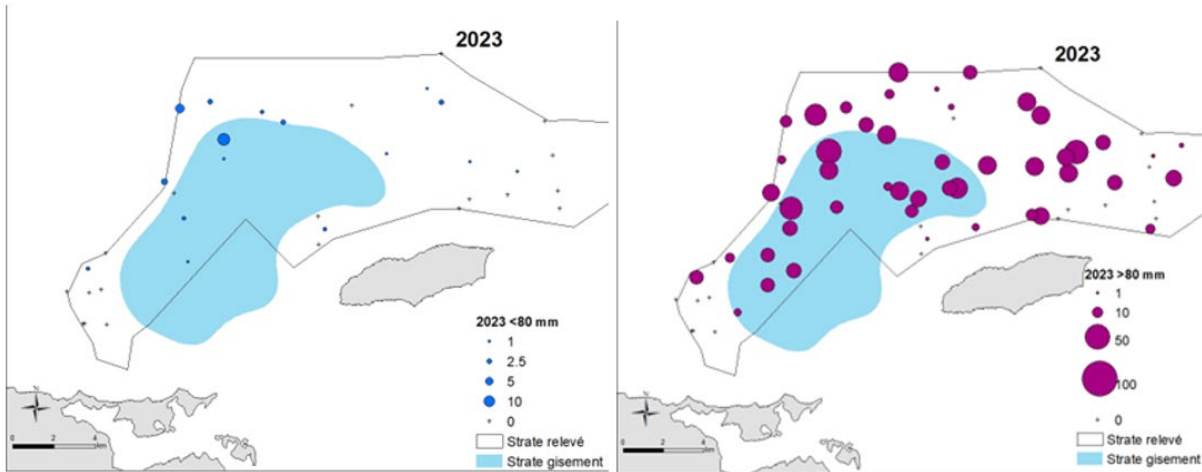


Figure 27. Répartition spatiale de la densité du pétoncle géant (nombre total par trait standard) dans le gisement de Pictou de la région du Golfe tirée des relevés de 2022 et de 2023. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles. Les cercles rouges représentent les pétoncles de taille commerciale (≥ 80 mm) et les cercles bleus, les petits pétoncles (< 80 mm).

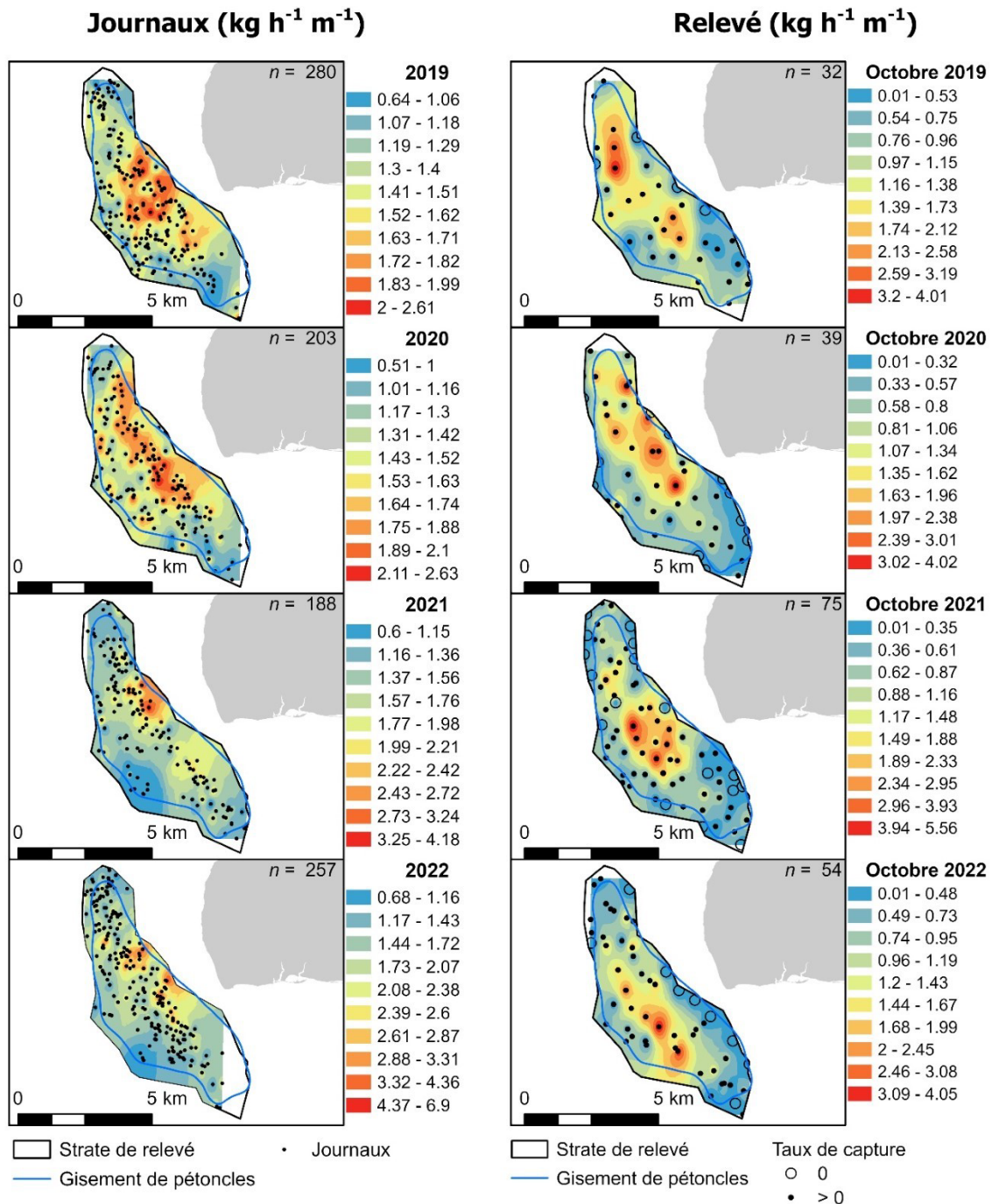


Figure 28a. Graphique spatial du taux de capture moyen (kg h⁻¹m⁻¹) du gisement de West Point (ZPP 22) selon les données des journaux de bord commerciaux (à gauche) et celles des relevés de recherche (à droite) de 2019 à 2022. Des relevés ont été menés en avril et en octobre.

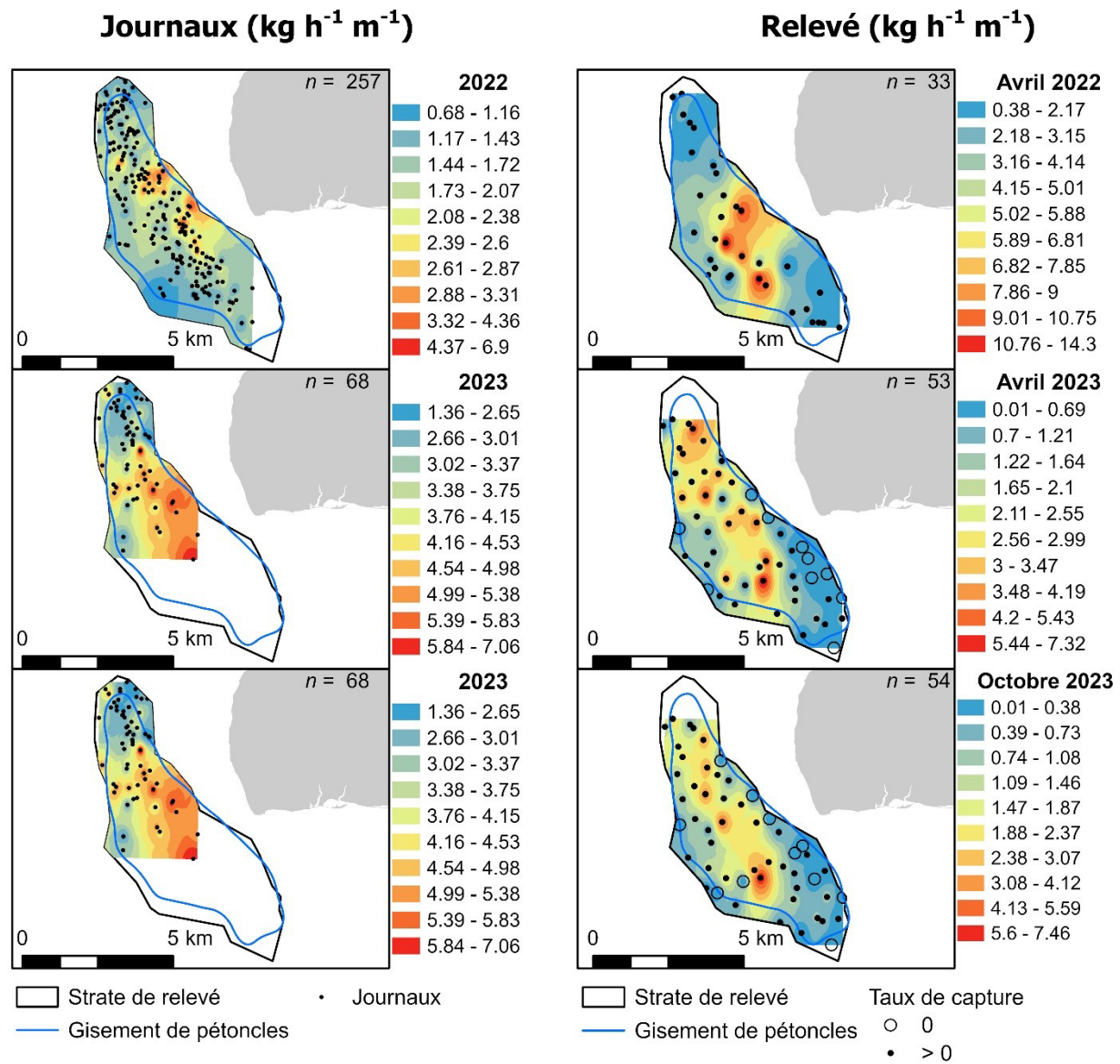


Figure 28b. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$) du gisement de West Point (ZPP 22) selon les données des journaux de bord commerciaux (à gauche) et celles des relevés de recherche (à droite) de 2022 à 2023. Des relevés ont été menés en avril et en octobre 2022 et 2023.

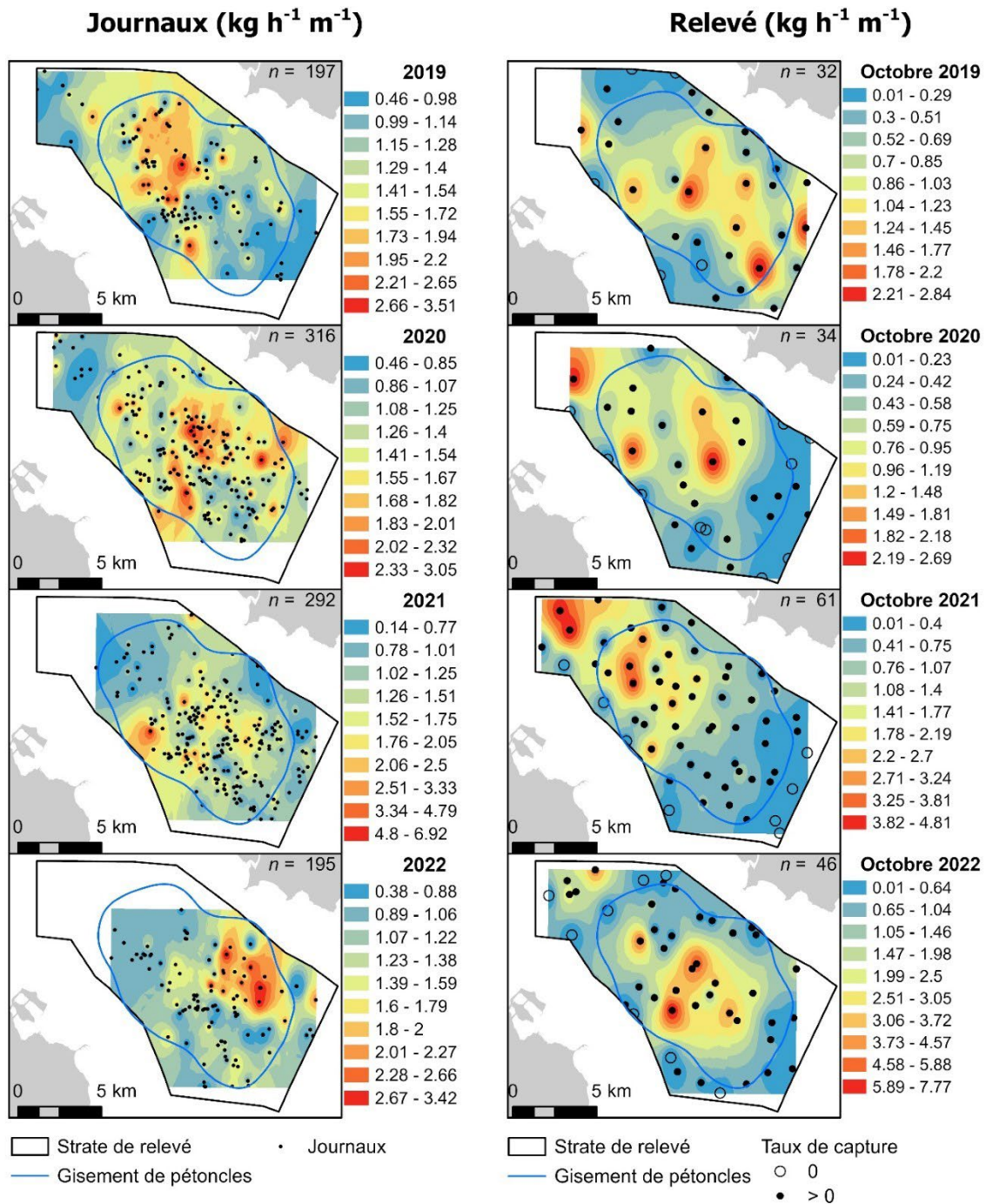


Figure 29a. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1} \text{m}^{-1}$) du gisement de Cape Tormentine selon les données des journaux de bord commerciaux (panneau de gauche) et celles des relevés de recherche (panneau de droite) de 2019 à 2022. Des relevés ont été menés en avril et en octobre.

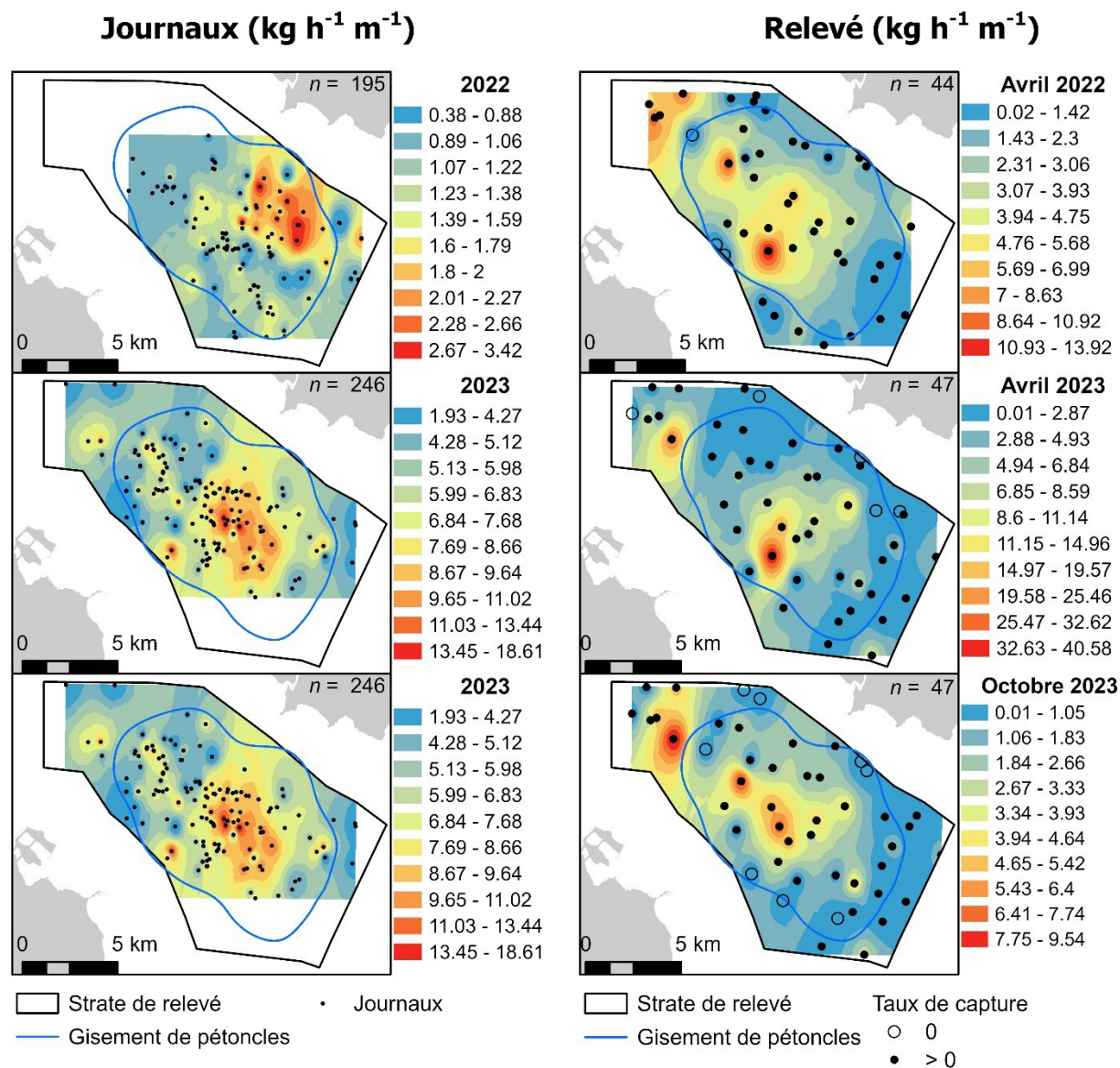


Figure 29b. Graphique spatial du taux de capture moyen ($\text{kg h}^{-1} \text{m}^{-1}$) du gisement de Cape Tormentine selon les données des journaux de bord commerciaux (panneau de gauche) et celles des relevés de recherche (panneau de droite) de 2022 à 2023. Des relevés ont été menés en avril et en octobre.

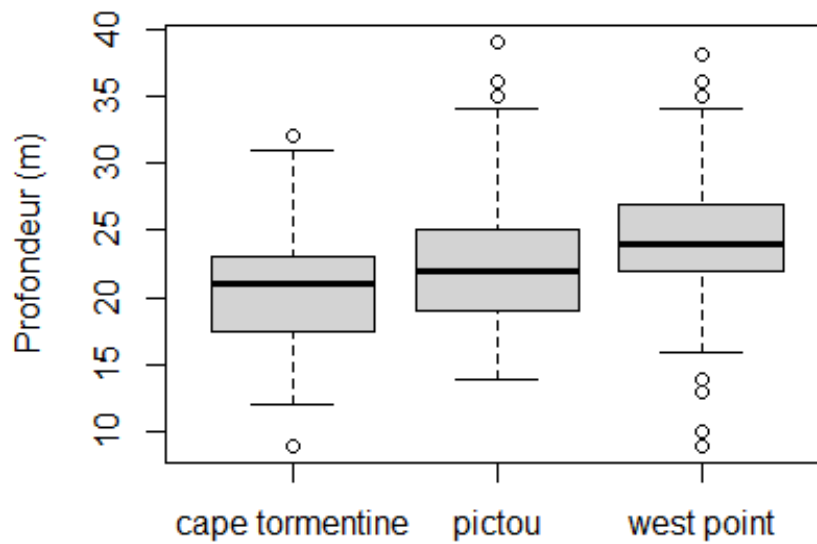


Figure 31. Diagramme de quartiles de la profondeur de l'eau en mètres des traits de relevé ayant capturé des pétoncles sur chaque gisement (Cape Tourmentine, Pictou et West Point) au cours de la série chronologique des relevés (de 2019 à 2023), au sein du détroit de Northumberland, dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

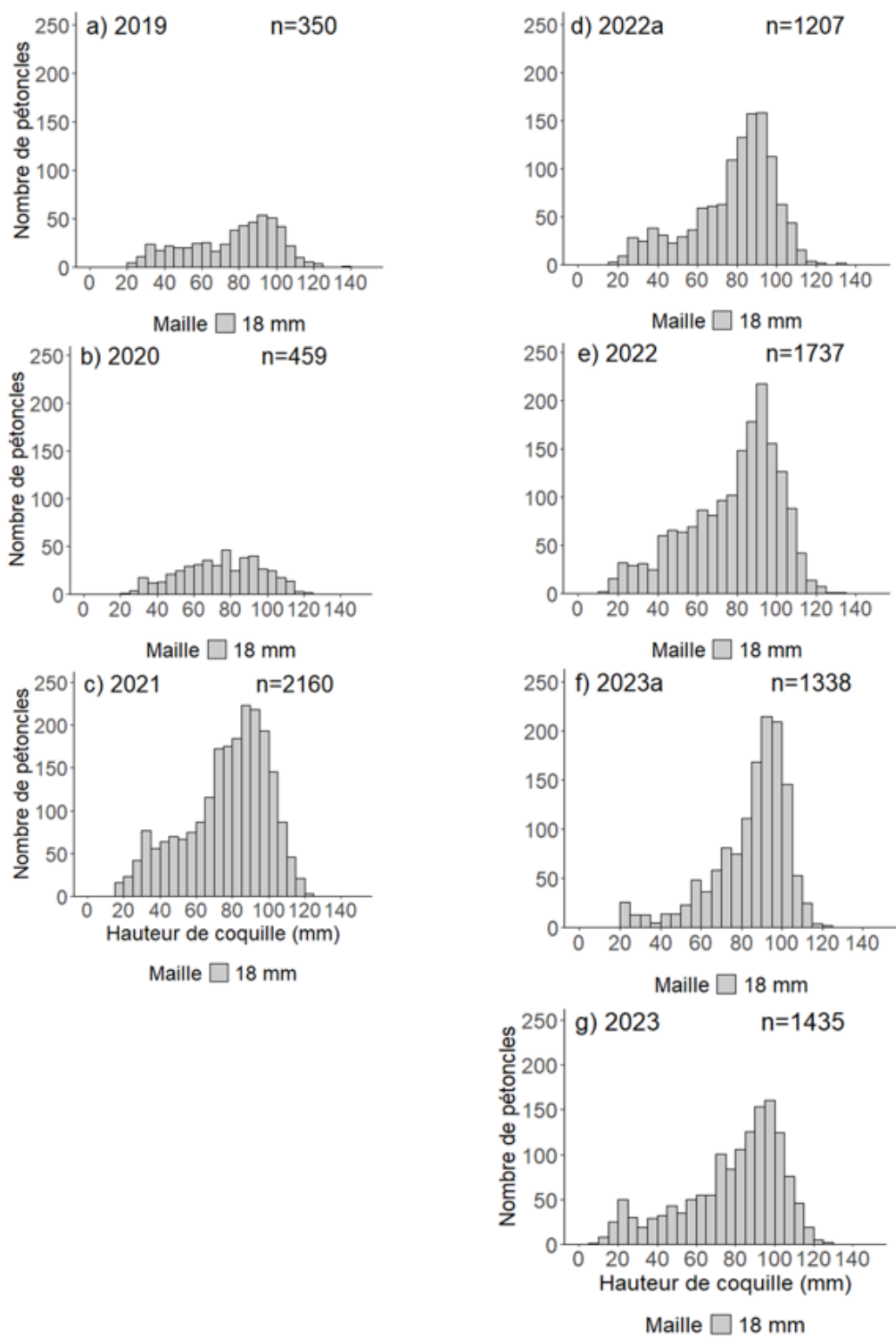


Figure 32. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur les principaux gisements (ZPP 22 et 24) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023.

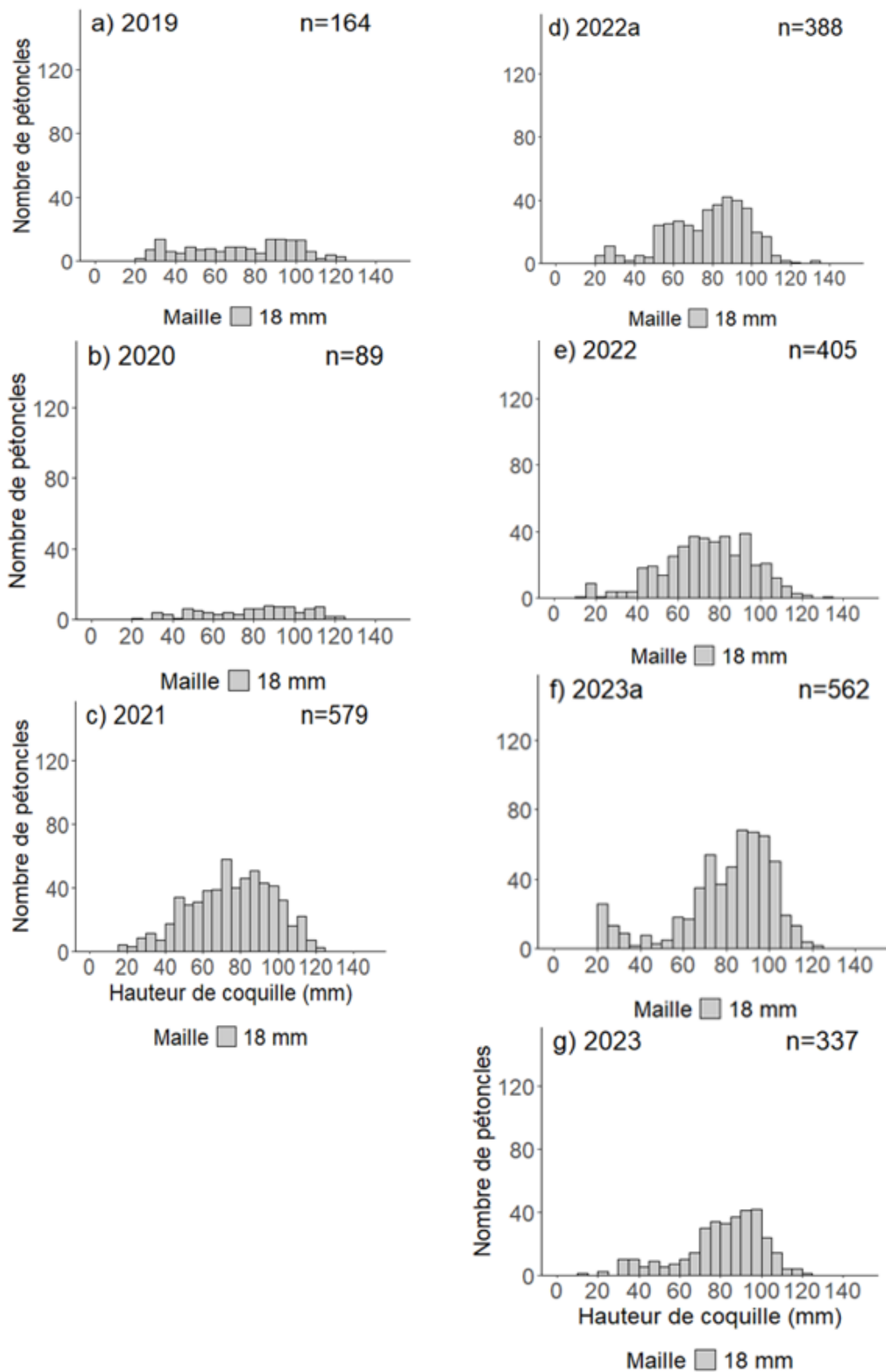


Figure 33. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur le gisement de West Point (ZPP 22) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023.

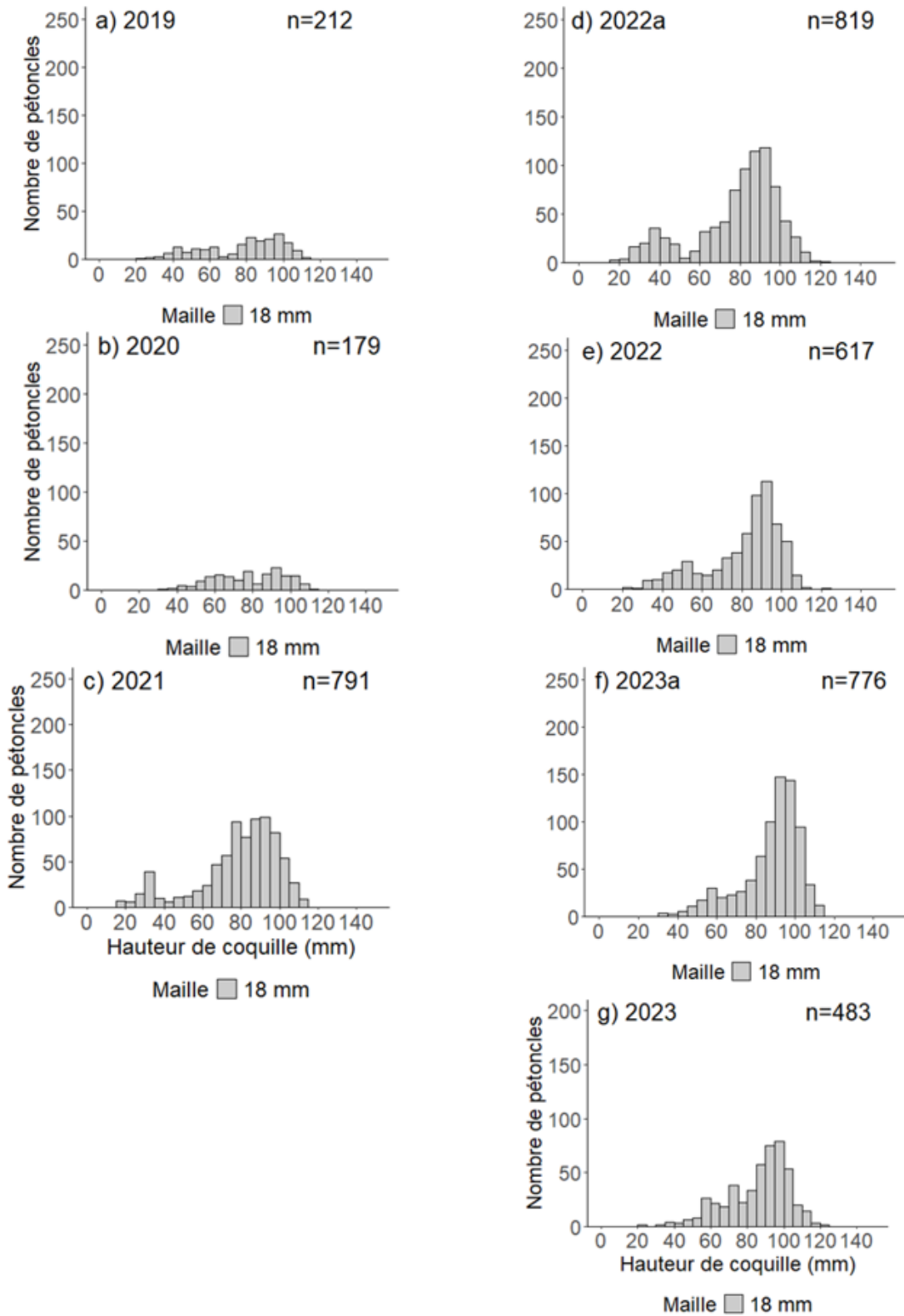


Figure 34. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur le gisement de Cape Tormentine (ZPP 22) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023.

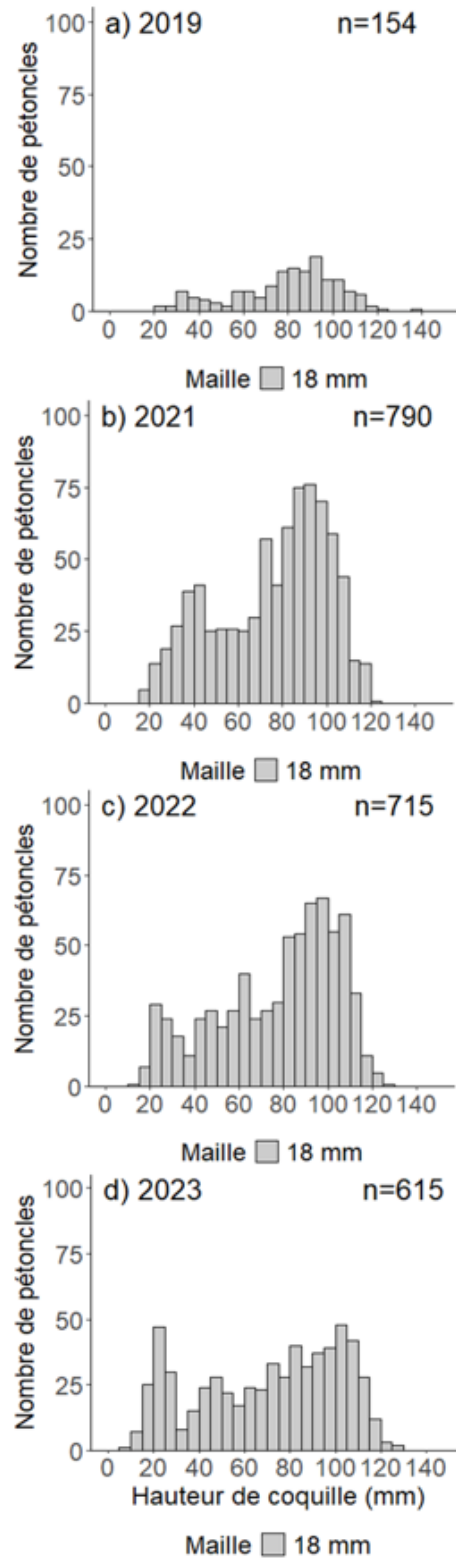


Figure 35. Répartition de la hauteur de coquille des pétoncles géants sur le gisement de Pictou (ZPP 24) selon les relevés de recherche effectués au moyen d'une drague à pétoncle à huit paniers (les tailles des pétoncles des deux paniers revêtus de maillage de 18 mm sont montrées ici) menés entre 2019 et 2023 (à noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020).

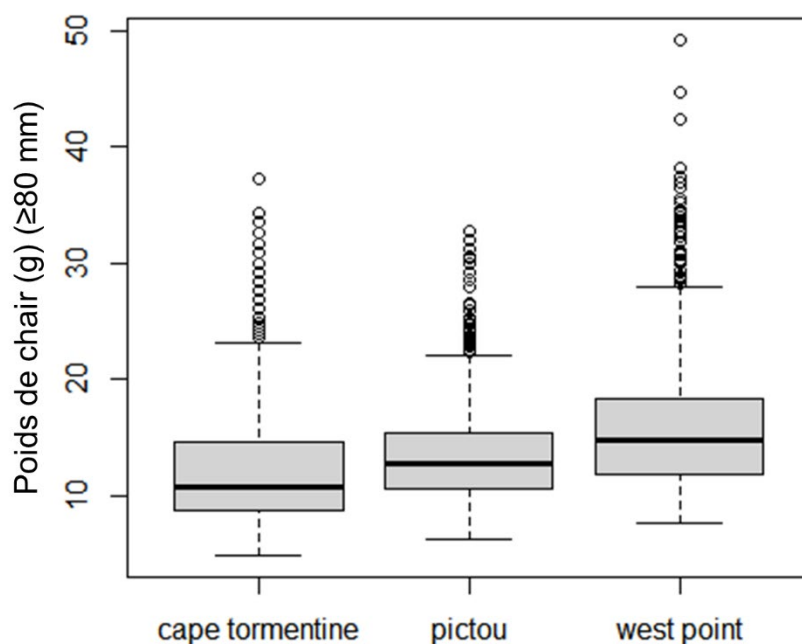


Figure 36. Diagramme de quartiles du poids de chair (g) de pétoncles géants ≥ 80 mm de hauteur de coquille de chaque grand gisement pour toutes les années de relevés combinées (2019 à 2023), maillage = 82,6 mm).

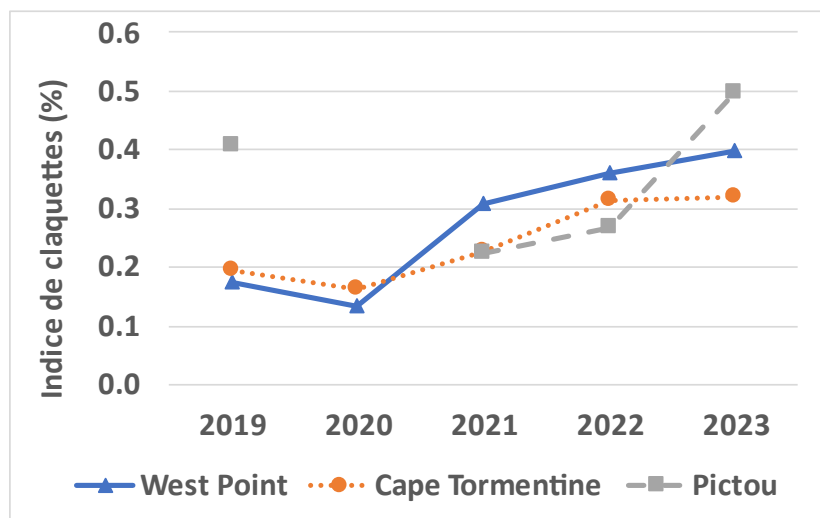


Figure 37. Indice des claquettes (%) en proportion de claquettes des relevés de recherche menés en octobre (2019 à 2023) sur les grands gisements de pétoncle (West Point, ligne pleine, Cape Tormentine, ligne pointillée et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

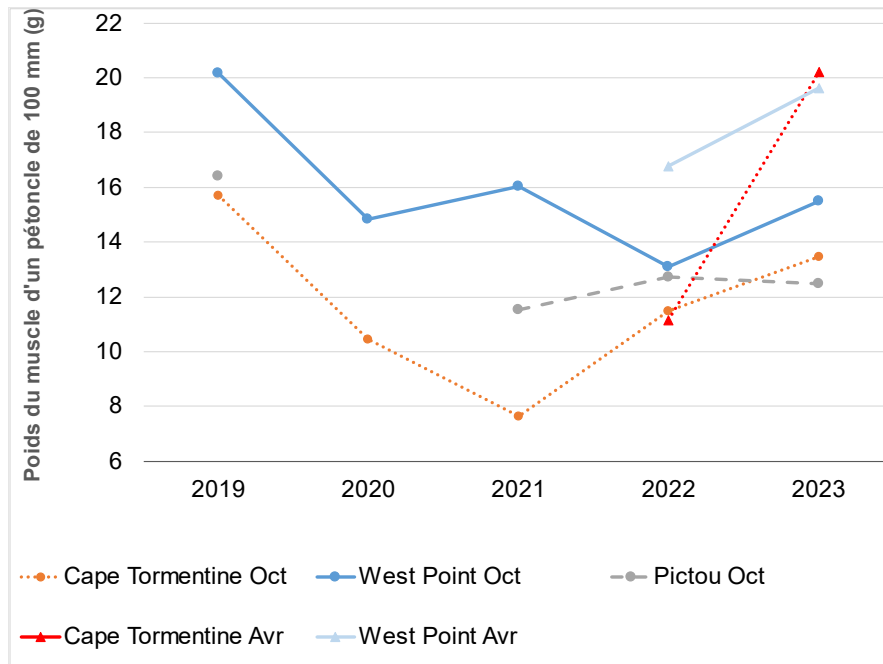


Figure 38. État, ou poids de la chair prévu d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, d'après les relevés de recherche effectués en octobre (2019 à 2023) et en avril (2022 et 2023) des trois principaux gisements de pétoncle (Cape Tourmentine, ligne pointillée; West Point, ligne pleine; et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

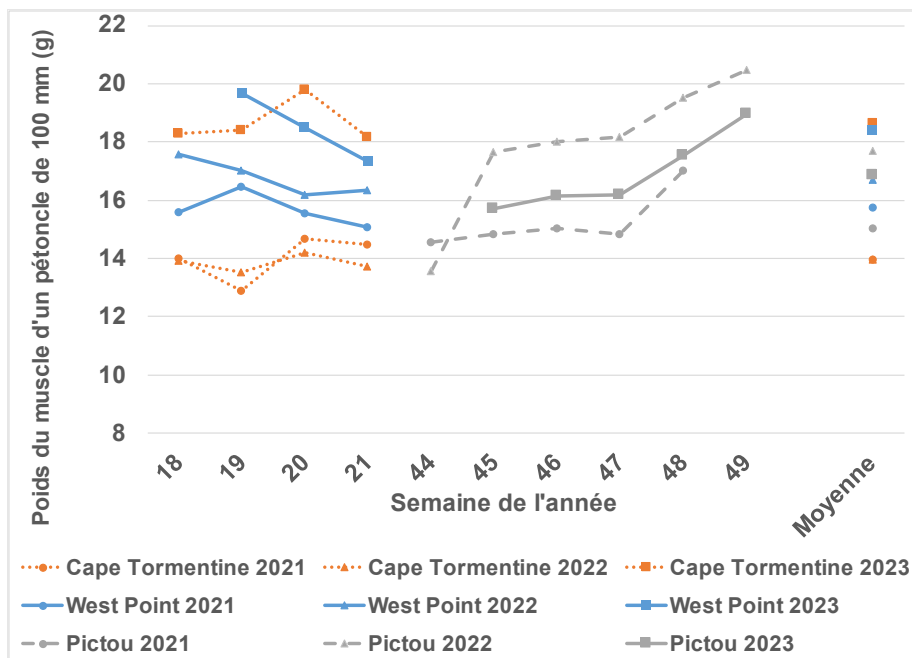


Figure 39. État, ou poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, provenant d'un échantillonnage au quai hebdomadaire (et moyenne) de la saison de pêche en 2021 (cercle), 2022 (triangle) et 2023 (carré) des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tourmentine, ligne pointillée; West Point, ligne pleine; et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

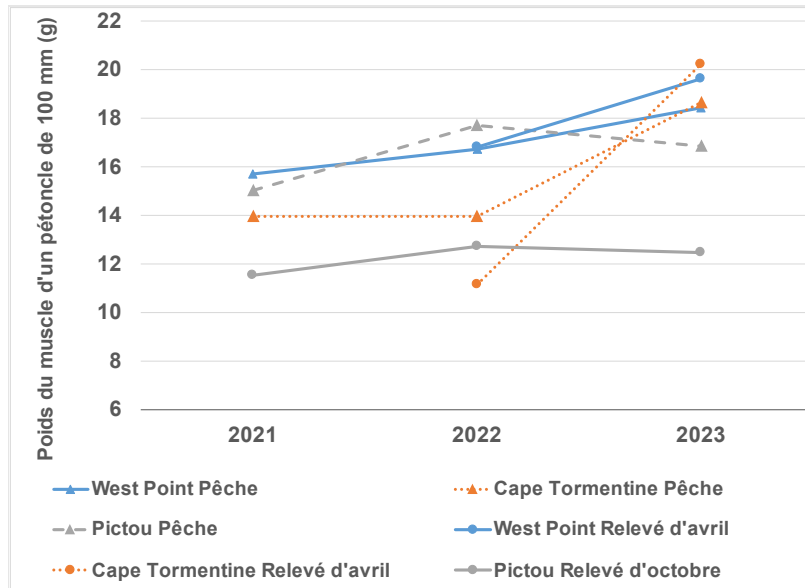


Figure 40. État, ou poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm, provenant d'un échantillonnage au quai pendant la saison de pêche (triangle) et état du relevé correspondant (cercle) de 2021 à 2023 pour chacun des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tourmentine, ligne pointillée; West Point, ligne pleine; et Pictou, ligne à tirets longs) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

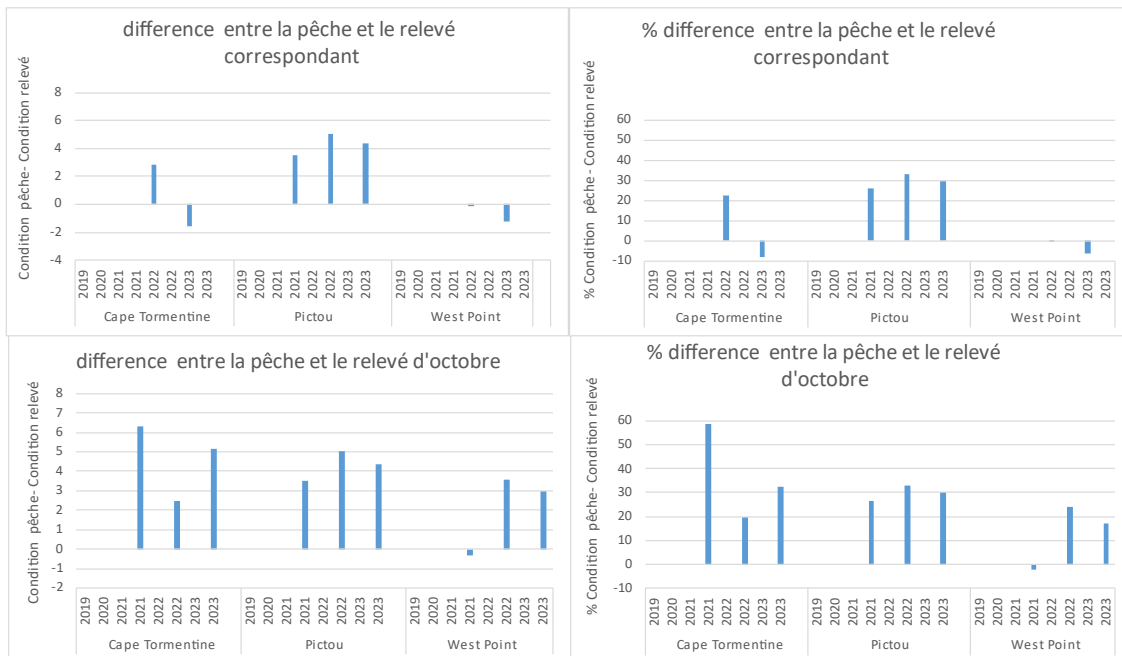


Figure 41. Différence (panneaux de gauche) et différence en pourcentage (panneaux de droite) entre l'état de la pêche (poids de la chair prévu en grammes d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm) et état du relevé lorsque disponible pour 2021, 2022 et 2023 des trois grands gisements de pétoncle (Cape Tormentine, West Point et Pictou) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent. Les panneaux du haut comparent l'état de la pêche et celui du relevé correspondant (relevé printanier pour Cape Tormentine et West Point et relevé automnal pour Pictou). Les panneaux inférieurs comparent l'état de la pêche à celui du relevé d'octobre pour tous les gisements.

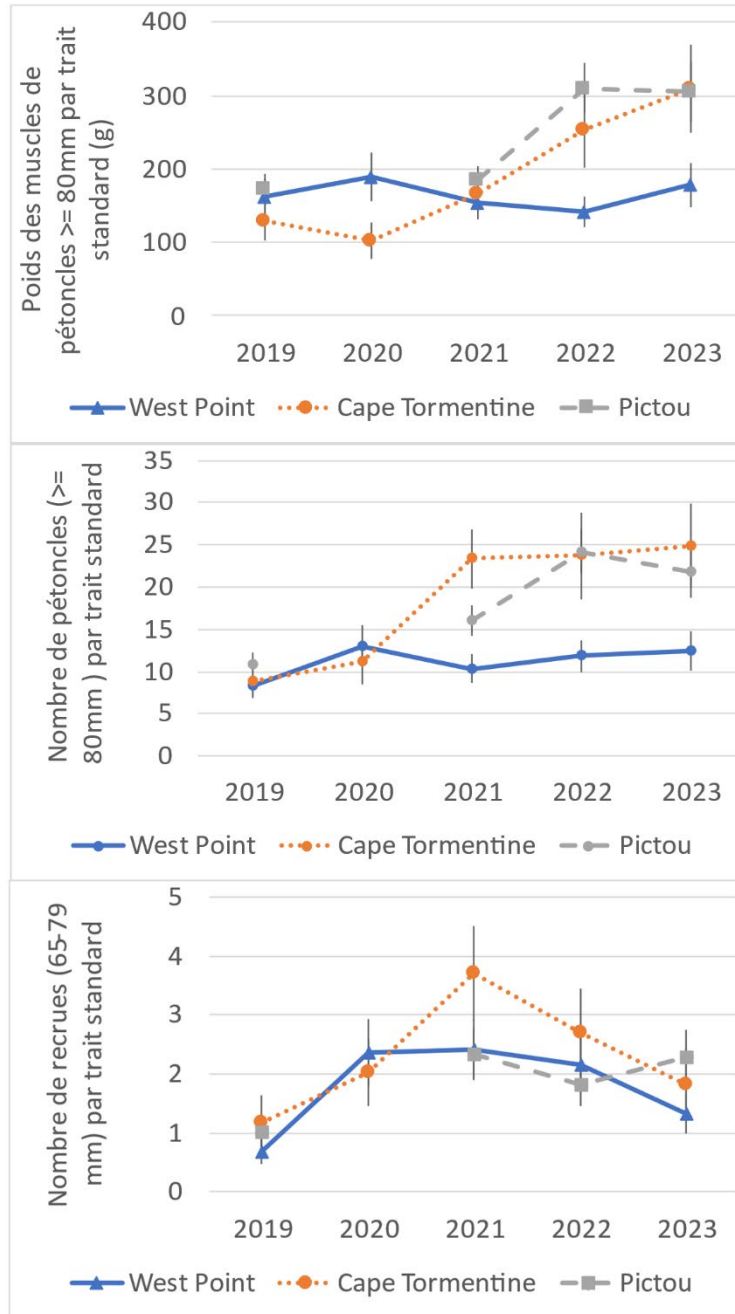


Figure 42. Poids de la chair (g) moyen (ET) [panneau du haut] et nombre de pétoncles (hauteur de coquille > 80 mm) [panneau du milieu] par trait standard (657 m²) et nombre de recrues (hauteur de coquille de 65 à 79 mm) [panneau du bas] par trait standard à maillage de 18 mm (219,2 m²) pour les gisements de West Point (triangles), Cape Tourmentine (cercles) et Pictou (carrés) [tels que définis par le contour de 20 jours par km⁻², voir Niles et al. 2021] des relevés d'octobre, 2019 à 2023.

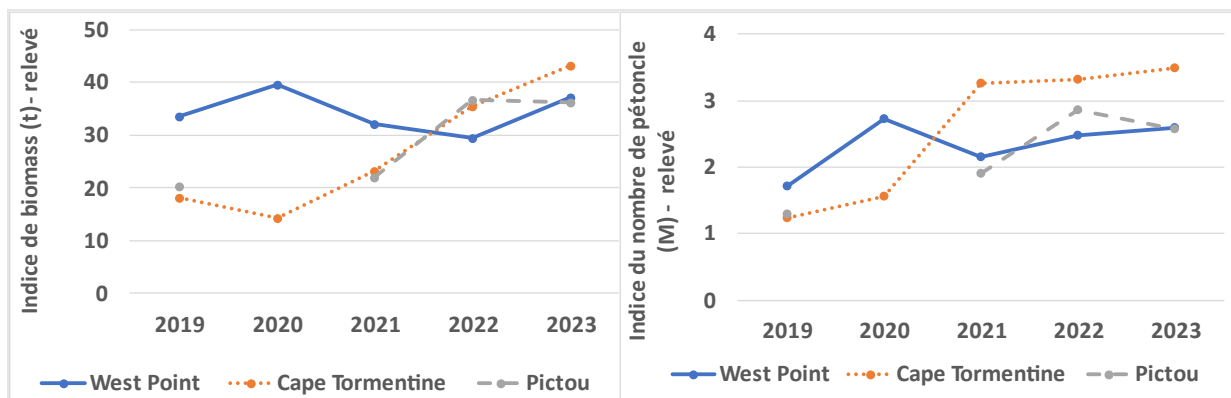


Figure 43. En octobre, les indices de la biomasse des relevés (cercles) de la biomasse exploitable (B, t) [panneau de gauche] et les nombres de pétoncles commerciaux (M, millions) [panneau de droite], pour les gisements de West Point (ligne pleine), de Cape Tormentine (tirets courts) et le gisement de Pictou (tirets longs) [tels que définis par le contour de 20 jours par km², voir Niles et al. 2021] de 2019 à 2023. Veuillez noter que le relevé de 2020 n'a pas été mené à Pictou en raison des restrictions de voyage liées à la COVID-19.

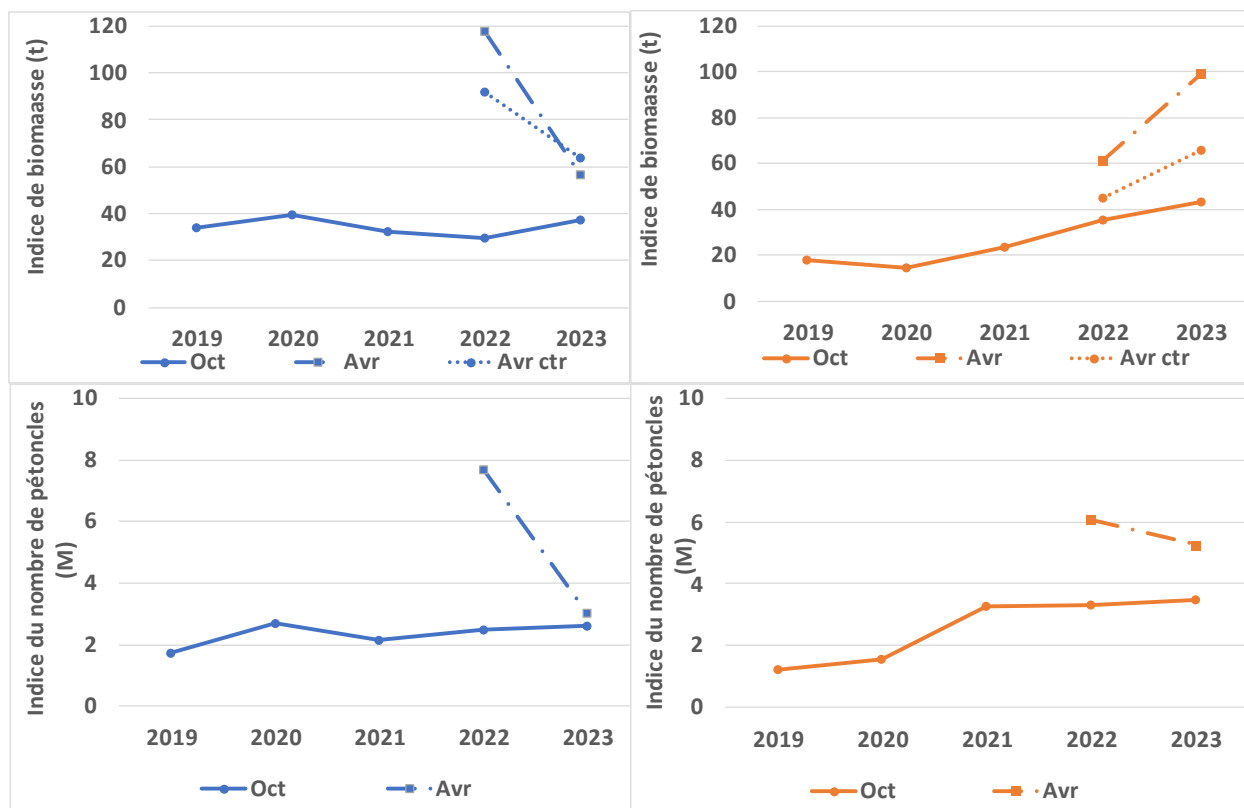


Figure 44. Octobre 2019 à 2023 (cercles), avril 2022 et 2023 (triangles) et avril ajustés pour l'état (tirets courts) les indices de la biomasse exploitable (B) [panneaux supérieurs] et les indices des relevés du nombre de pétoncles (hauteur de coquille > 80 mm) en millions (M) (panneaux inférieurs), pour le gisement de West Point (panneau de gauche) et le gisement de Cape Tormentine (panneau de droite) [tels que définis par le contour de 20 jours par km², voir Niles et al. 2021].

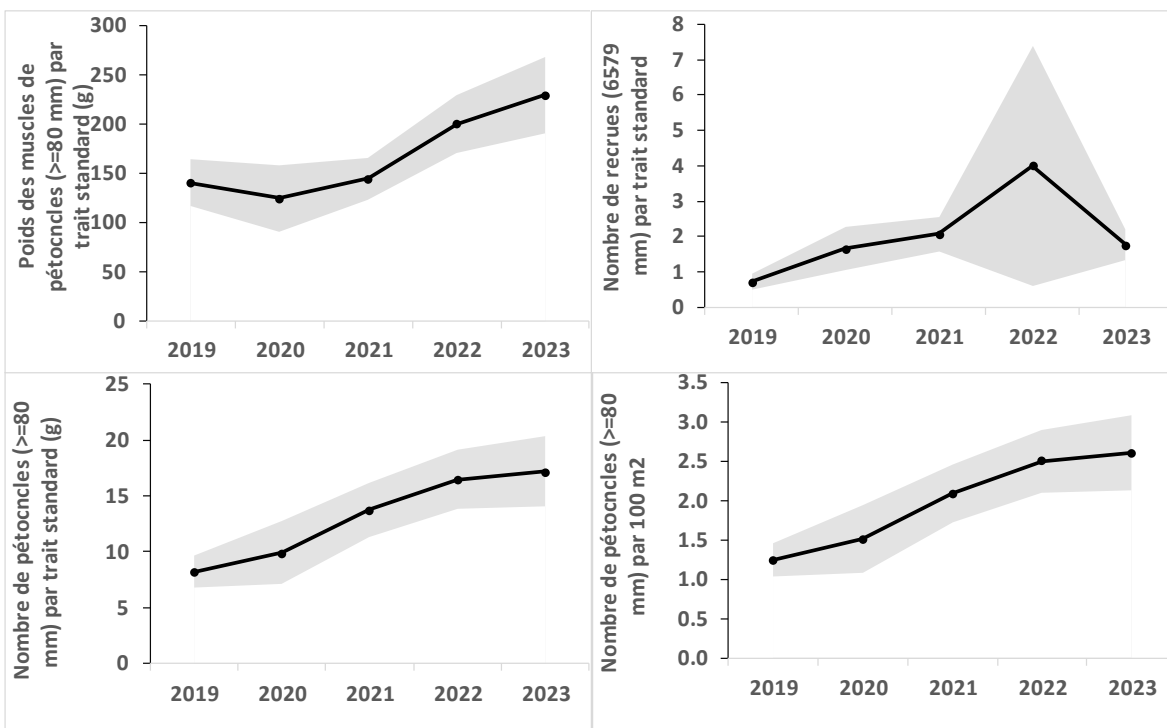


Figure 45. Poids de la chair moyen du pétoncle de taille commerciale (hauteur de coquille de ≥ 80 mm) [en haut à gauche], nombre moyen de pétoncles de taille des recrues (hauteur de la coquille de 65 à 79 mm, maillage de 18 mm seulement) et nombre moyen de pétoncles de taille commerciale (hauteur de coquille ≥ 80 mm) [en bas à droite] par trait standard et par 100 m² [en bas à droite] des relevés d'octobre pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates de relevé]. Les zones ombrées représentent l'intervalle de confiance à 95 %.

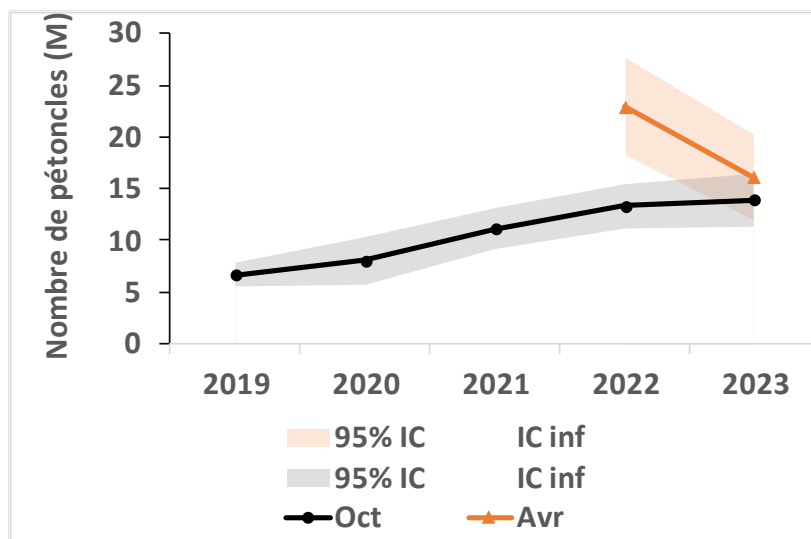


Figure 46. Nombre de pétoncles de taille commerciale en millions (M) des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) exprimé par le nombre de pétoncles (M) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés]. Les prélèvements pendant la pêche de mai ne sont pas pris en compte dans les estimations du relevé d'octobre. À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020 ni de relevés en avril; par conséquent, les nombres manquants de Pictou ont été estimés à partir des nombres moyens de la série chronologique (moyenne = 4,7 M).

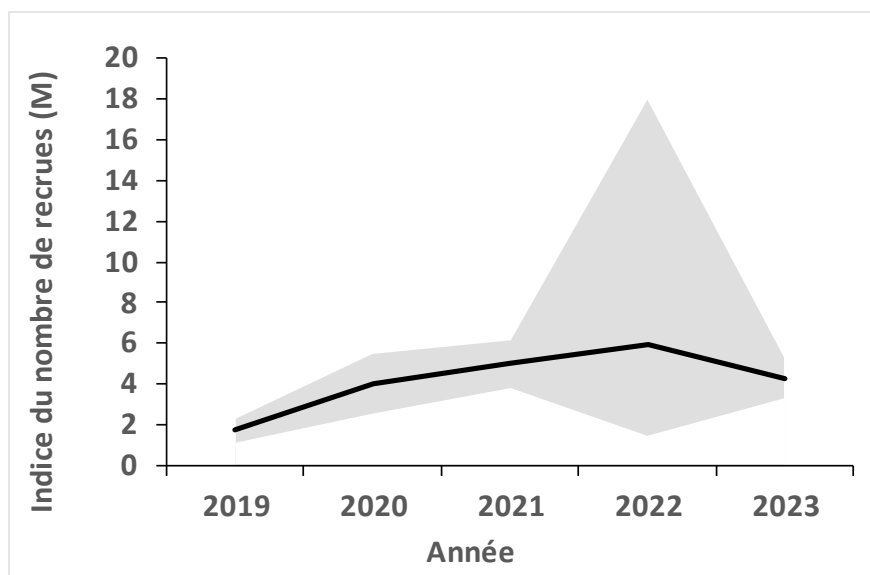


Figure 47. Nombre de recrues des relevés d'octobre selon les paniers revêtus des dragues (maillage de 18 mm) exprimé comme le nombre total de recrues en millions (M) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés]. Les zones ombrées en gris représentent les intervalles de confiance à 95 %.

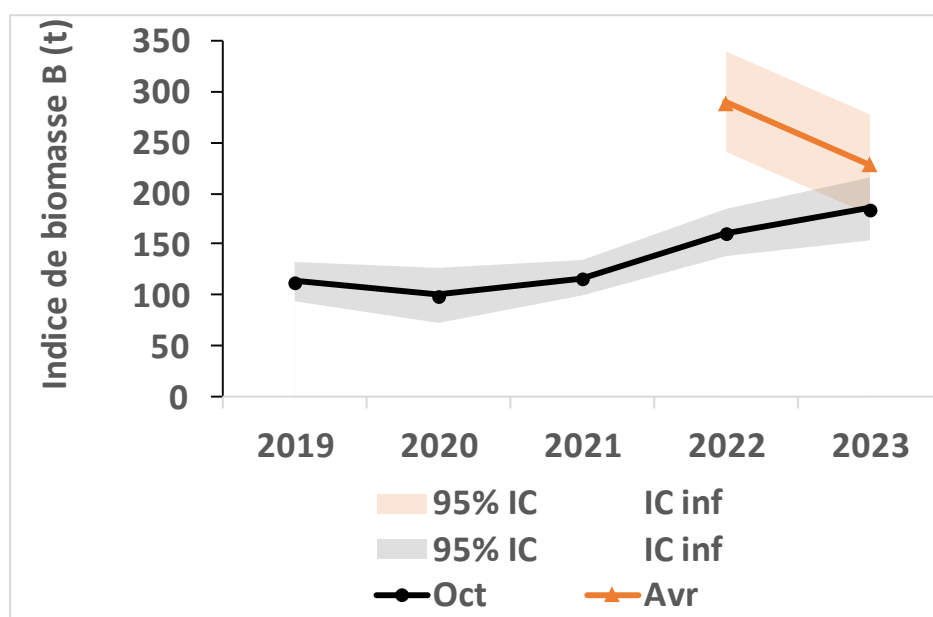


Figure 48. Indice de la biomasse des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) exprimé par la biomasse exploitable (B_0) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés]. Les zones ombrées en gris représentent les intervalles de confiance à 95 %. À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020 ni de relevés en avril; par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir de la biomasse moyenne de la série chronologique (moyenne = 29 t). Les estimations de la biomasse du relevé d'avril ont été contrôlées en fonction de l'état en utilisant la relation entre le poids de la chair et la hauteur de coquille des pétoncles du relevé d'avril.

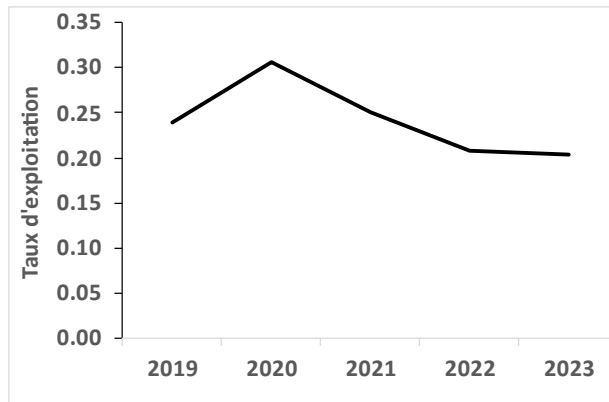


Figure 49. Taux d'exploitation des pétoncles géants commerciaux pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou) [les gisements sont définis par les strates des relevés]. À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020; par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir de la biomasse moyenne de la série chronologique.

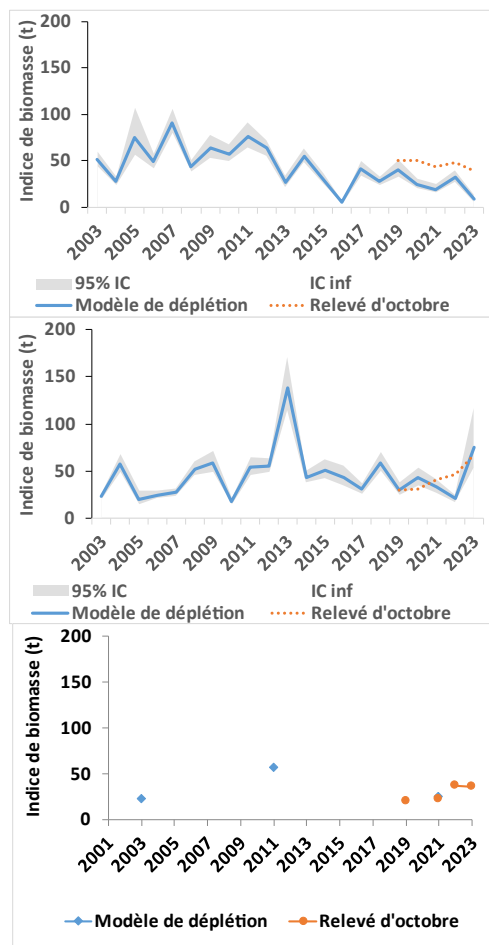


Figure 50. Les estimations du modèle d'épuisement ($p < 0,05$) de 2003 à 2023 (ligne continue, bleue) au début de la pêche (B_0) et les intervalles de confiance (IC) à 95 % correspondants pour les gisements de West Point (en haut), de Cape Tormentine (au milieu) et de Pictou (en bas) [tels que définis par le contour de 20 jours par km^2 , voir Niles et al. 2021]. Seuls les modèles statistiquement significatifs sont présentés. Les estimations correspondantes de la biomasse exploitable (B_0) du relevé d'octobre (ligne en tirets, orange) avant la pêche de 2019 à 2023 sont également indiquées.

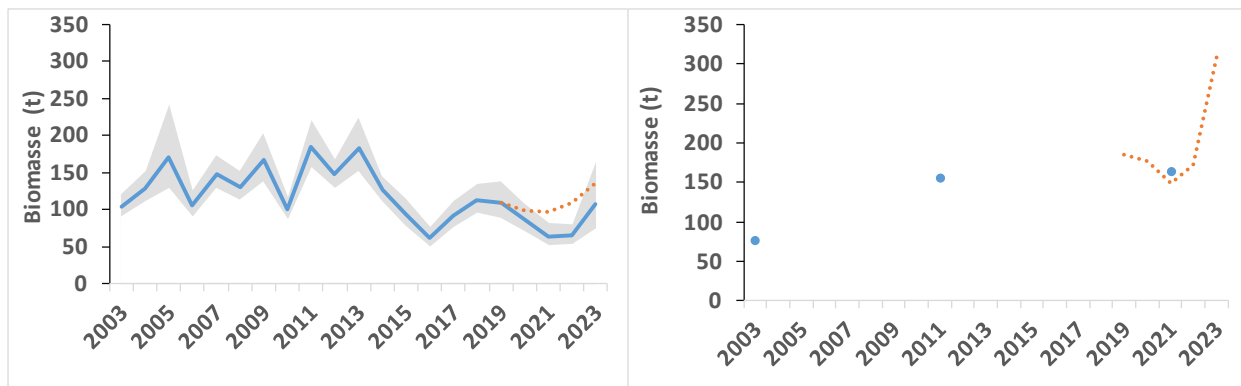


Figure 51. Les estimations du modèle d'épuisement ($p < 0,05$) de 2003 à 2023 (ligne continue, bleue) au début de la pêche (B_0) et les intervalles de confiance (IC) à 95 % correspondants pour la ZPP 22 (à gauche) et la ZPP 24 (à droite). Seuls les modèles statistiquement significatifs sont présentés. On peut également voir les estimations correspondantes du relevé d'octobre (ligne en tirets) de la biomasse exploitable (B_0) avant la pêche calculée au prorata de la superficie de la ZPP en utilisant le ratio des débarquements (strate du relevé par rapport à la ZPP) de 2019 à 2023, pour les grands gisements de pétoncles dans chaque ZPP (tels que définis par les strates des relevés). À noter que les débarquements de gisements dans la ZPP 22 sont ajoutés aux estimations du relevé d'octobre, puisque les relevés ont eu lieu après la pêche. À noter également que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020; par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir de la biomasse moyenne de la série chronologique (moyenne = 29 t).

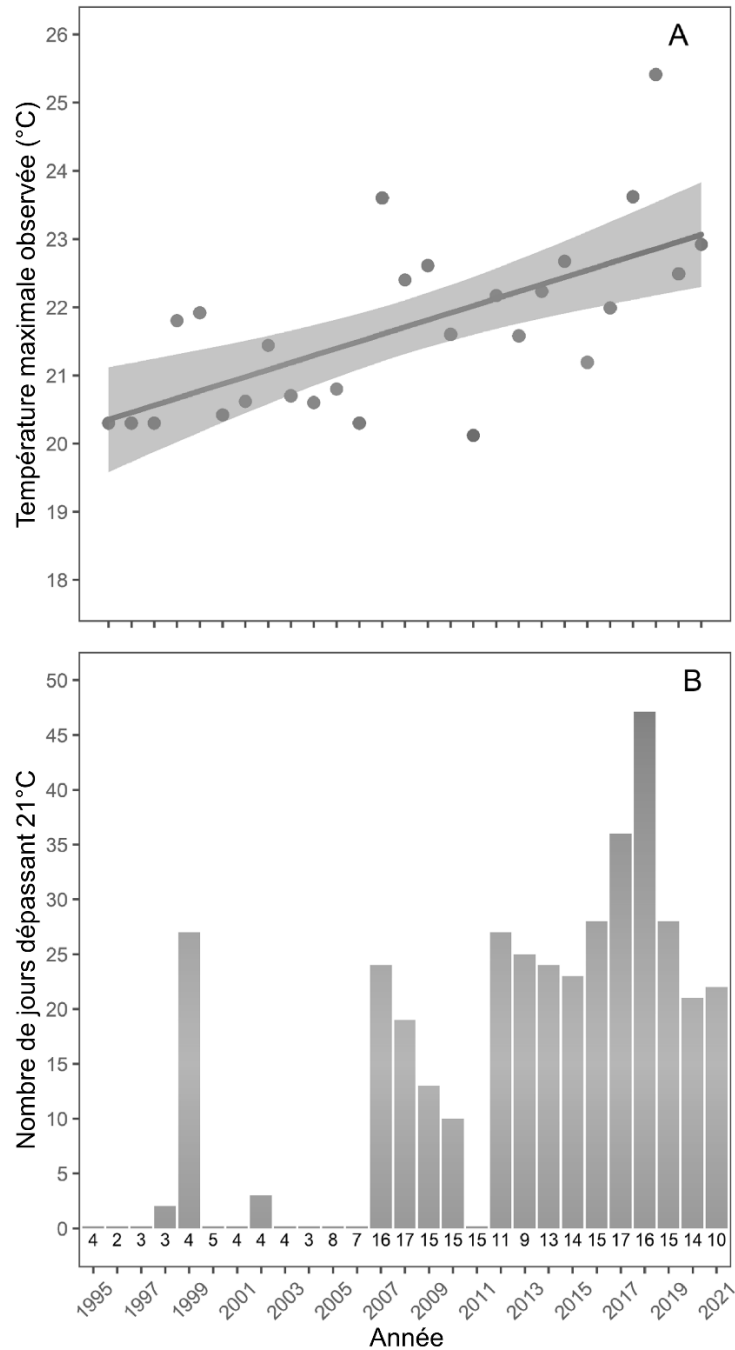


Figure 52. A. Températures maximales au fond en été (juillet à septembre) enregistrées dans le détroit de Northumberland de 1995 à 2021. Chaque point représente l'enregistrement unique de la température au fond la plus élevée dans les sites surveillés dont la profondeur varie de 9 à 25 m (fourchette de profondeur des pétoncles dans le détroit de Northumberland; N = 58). B. Le nombre total de jours pendant l'été (juillet à septembre) pendant lesquels au moins un site surveillé dans le détroit de Northumberland présentait une température quotidienne maximale supérieure à 20,9 °C (température létale signalée pour les pétoncles géants; Dickie 1958; Stewart et Arnold 1994) de 1995 à 2021 pour tous les sites surveillés dont les profondeurs varient de 9 à 25 m. Le nombre de sites surveillés chaque année est indiqué par les valeurs sous chaque barre dans le panneau B. Les données fournies par D. Gagnon (MPO Golfe) ont été recueillies dans le cadre du programme de suivi de la température du Golfe du MPO.

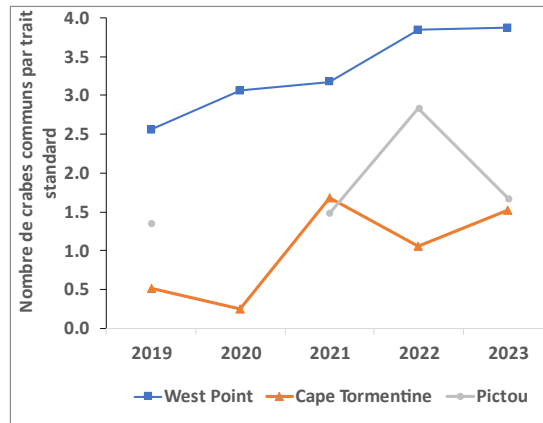


Figure 53. Nombre moyen de crabes communs (panneau du haut) par trait standard (657 m²) à partir du mois d'octobre (cercles) sur les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou, tels que définis par le contour de 20 jours par km², voir Niles et al. 2021).

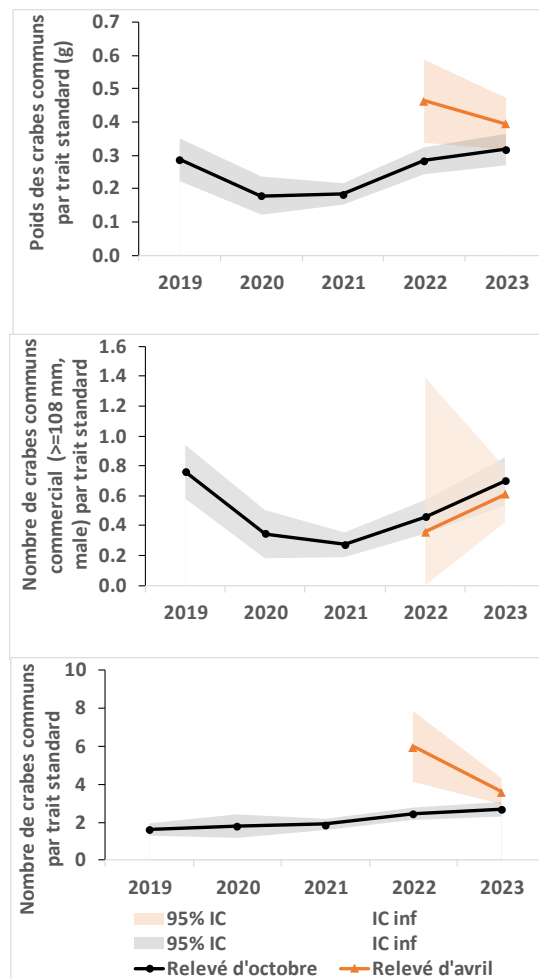


Figure 54. Poids moyen du crabe commun (en haut), nombre moyen de crabes communs (au centre) de taille commerciale (largeur de carapace de ≥ 108 mm, mâles) et nombre moyen de crabes communs (panneaux du bas) par trait standard (657 m²) tirés des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou; les gisements sont définis par les strates des relevés). Les zones ombrées représentent l'intervalle de confiance à 95 %.

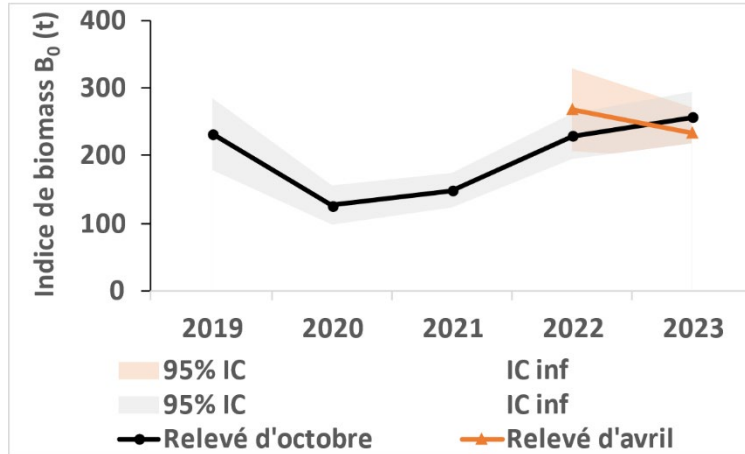


Figure 55. Indice de la biomasse des relevés d'octobre (cercles) et d'avril (triangles) exprimé par la biomasse des crabes communs (B_0) pour les trois grands gisements (West Point, Cape Tormentine et Pictou; les gisements sont définis par les strates des relevés). À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020 ni de relevés en avril; par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir de la biomasse moyenne de la série chronologique (moyenne = 38,5 t).

10. ANNEXES

ANNEXE A.1.

Tableau A1 Résumé des mesures de gestion en 2022 et des changements au fil des ans (mesure dans l'année où elle est entrée en vigueur) pour la pêche au pétoncle géant dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

Mesure de gestion	Année	Zone de pêche du pétoncle (ZPP)					
		21A	21B	21C	22	23	24
Saison	2022	11 au 22 juill.	10 mai au 8 août ^a	4 au 29 juill.	2 au 28 mai	4 juill. Au 20 août	1 ^{er} nov. au 15 déc.
	2016	-	-	-	-	4 juill. au 27 août 24 oct. Au 26 nov.	-
	1999	-	-	-	-	-	15 au 21 avril; 5 mai au 14 juin; 1 ^{er} oct. au 31 déc.
	1995	29 avril au 31 déc.	29 avril au 31 déc.	29 avril au 31 déc.	-	1 ^{er} avril au 31 déc.	-
	1986	-	-	-	28 avril au 28 juin	-	15 avril au 30 juin; 1 ^{er} oct. au 31 déc.
Nombre de jours de pêche en saison	2022	10	42	20	24	42	39
	2021	-	-	-	-	-	-
	2019	10	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	24	-	-
	2017	-	-	20	-	-	-
	2015	-	-	24	30	40	-
	2013	-	42	-	-	-	-
	2012	-	50	-	-	-	-
	2010	-	-	25	-	-	-
	2009	20	-	-	-	-	-
	2008	25	-	-	-	72	-
2007	30	-	-	-	-	-	

Mesure de gestion	Année	Zone de pêche du pétoncle (ZPP)					
		21A	21B	21C	22	23	24
	1995	242	242	242	-	236	39
	1993	-	-	-	34	-	-
	1992	-	-	-	62	-	-
Heures d'ouverture	2022	6 h à 18 h	Aucune fermeture	4 h à 21 h	6 h à 17 h	6 h à 18 h	6 h à 18 h
	2016	-	-	-	6 h à 17 h	-	-
	2015	-	-	5 h à 18 h	6 h à 18 h ^c	6 h à 18 h	6 h à 18 h
	2013	-	Aucune fermeture	-	-	-	-
	2002	6 h à 18 h	-	-	-	-	-
	2001	5 h 30 à 20 h	5 h 30 lundi à 14 h vendredi	-	-	-	-
	1997	-	-	5 h 30 à 20 h	5 h 30 à 20 h	-	-
Jours fermés	2022	Samedi et dimanche	Aucun	Samedi et dimanche	Dimanche	Dimanche	Dimanche
Compte en chair (nombre par 500 g)	2022	35	39	39	44	33	52
	2015	35	39	39	-	33	-
	2014	37	-	-	-	-	-
	2013	39	-	-	-	-	-
	2002	-	-	-	44	-	-
	2001	39	-	-	-	-	-
	1991	-	-	-	52	52	52
Taille de l'anneau (mm)	2024	-	88.9	88.9	-	-	-
	2022	82.6	82.6	82.6	88.9	82.6	82.6
	2019	-	-	-	88.9	-	-
	2003	82.6	82.6	82.6	-	-	-
	2002	-	-	-	-	-	82.6
	2001	76.2	76.2	76.2	82.6	82.6	76.2
	2000	-	-	-	82.6	-	-

Mesure de gestion	Année	Zone de pêche du pétoncle (ZPP)					
		21A	21B	21C	22	23	24
	1996	-	-	-	76.2	-	-
Largeur de la drague (m) ^c	2022	6	6	6	4.88	6	5
	1987	6	6	6	4.88	6	5
	1980	-	-	-	3.5	-	3.5
Spécifications de la barre de trait ^b	2022	np	np	nap	À patins de chalut de 50,8 mm	np	np
	2002	np	np	np	À patins de chalut de 50,8 mm	np	np
Rondelles	2022	Acier (8 max.) et cravates en caoutchouc ou 2 rondelles en caoutchouc à la verticale			Pas de rondelles en caoutchouc	Acier (8 max.) et cravates en caoutchouc ou 2 rondelles en caoutchouc à la verticale	
	2019	-	-	-	Pas de rondelles en caoutchouc	-	-
	2002	Acier (8 max.) et cravates en caoutchouc ou 2 rondelles en caoutchouc à la verticale					
Longueur maximale du navire	2022	14 m					
	1980	15.24 m					
	1956	Aucune limite					

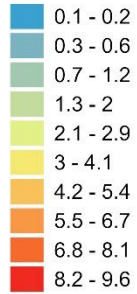
^a Maximum de 42 jours consécutifs au cours de cette saison

^b np = non précisé

^c Non réglementé jusqu'en 1987, Jamieson et ses collaborateurs (1980) ont signalé que la largeur moyenne des dragues utilisées par les pêcheurs en 1980 était de 3,5 m dans le détroit de Northumberland, et que la longueur maximale des navires était de 15,24 m et le tonnage brut maximal de 25,5 m. Bourne (1964) a documenté que des navires (> 20 m) de la région des Maritimes extracôtière ont pêché dans le sGSL pendant la période de 1950 à 1956. Le règlement de 1956 limitait la longueur totale des navires de moins de 20 m.

ANNEXE A.2.

Effort de pêche
(jours km⁻² an⁻¹)



— Gisement de pétoncles

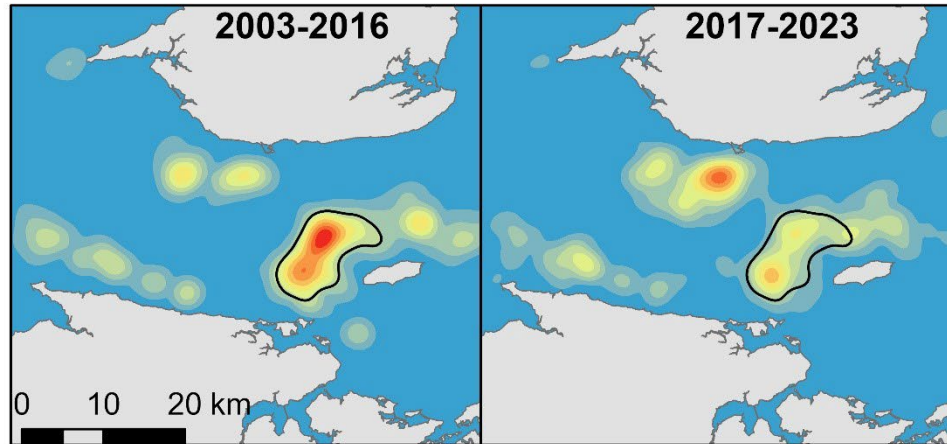


Figure A2-a. Représentation de l'évolution de l'effort de pêche (densité de noyau des renseignements aux journaux de bord; jours km⁻² année⁻¹) au gisement de Pictou entre les périodes de 2003 à 2016 et de 2017 à 2023. Une plus grande proportion de l'effort s'est produite à l'extérieur du gisement principal au cours de la dernière période, principalement au nord-ouest, près de Wood Islands.

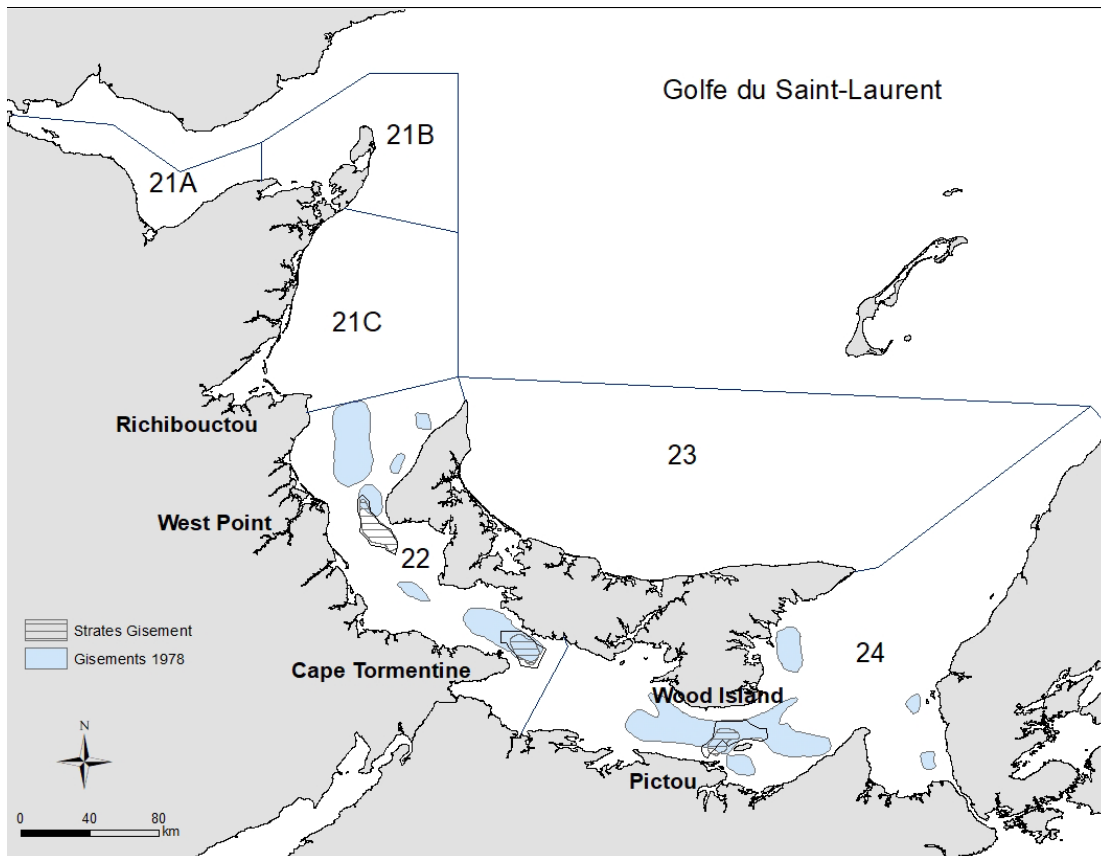


Figure A2-b. Lieu potentiellement productif de pétoncles (bleu ombré) dans le détroit de Northumberland tel que décrit en 1978 (modifié d'après Jamieson 1978) et grands gisements (zone hachurée, tels que décrits dans Niles et al. 2021). Le gisement de Richibouctou, qui a connu une réduction considérable de l'effort de pêche dans les années 2000, est situé dans le coin nord-ouest du détroit, désigné comme couvrant 447,61 km².

ANNEXE A.3.

Tableau A3-a. Débarquement de pétoncle (chairs, t) pour chaque zone de pêche du pétoncle (ZPP) de la région du Golfe, de 1968 à 2016.

Année	ZPP 21	ZPP 22	ZPP 23	ZPP 24	Total (Golfe)	Principale
1968	3	619	5	274	901	893
1969	5	232	0	408	645	640
1970	55	313	1	329	697	642
1971	49	276	0	266	591	542
1972	55	178	0	276	509	454
1973	34	124	0	147	305	271
1974	37	46	0	119	202	165
1975	31	60	0	186	278	246
1976	26	218	1	120	365	338
1977	13	118	0	63	194	181
1978	13	174	1	80	268	254
1979	14	129	0	95	239	224
1980	19	100	0	90	209	190
1981	33	158	4	174	368	332
1982	20	98	1	108	227	206
1983	30	133	1	144	308	277
1984	40	132	3	60	234	191
1985	39	129	5	41	213	170
1986	26	77	2	91	196	168
1987	22	83	0	59	164	142
1988	23	96	0	42	161	138
1989	59	118	0	38	215	156
1990	70	82	0	56	208	138

Année	ZPP 21	ZPP 22	ZPP 23	ZPP 24	Total (Golfe)	Principale
1991	43	35	0	73	152	109
1992	43	44	0	76	163	120
1993	53	66	0	132	251	198
1994	81	86	1	141	308	226
1995	61	105	1	145	313	251
1996	76	87	3	162	328	249
1997	87	111	8	105	310	216
1998	97	121	8	64	291	186
1999	62	64	2	82	210	146
2000	48	98	3	87	235	185
2001	34	95	1	32	162	127
2002	23	43	0	29	95	72
2003	28	56	-	26	111	83
2004	30	76	1	27	134	103
2005	24	57	1	25	108	83
2006	10	55	1	29	95	84
2007	15	82	0	21	118	103
2008	15	78	1	16	110	94
2009	13	82	3	21	119	103
2010	5	55	1	28	90	83
2011	1	88	0	31	122	119
2012	0	86	1	30	117	116
2013	5	91	3	25	124	116
2014	3	71	7	18	99	89
2015	0	51	3	17	71	68
2016	7	34	2	24	68	59

Année	ZPP 21	ZPP 22	ZPP 23	ZPP 24	Total (Golfe)	Principale
2017	6	51	1	24	83	75
2018	6	63	ND	21	91	84
2019	4	42	ND	19	66	61
2020	6	37	ND	28	71	65
2021	3	34	ND	30	67	64
2022	3	36	ND	30	69	66
2023p	3	49	ND	30	83	80

N.D. : données non disponibles.

Tableau A3-b. Nombre de jours de pêche (1 voyage = 1 jour) pour chaque zone de pêche du pétoncle (ZPP) dans la région du Golfe, de 1968 à 2021.

Année	ZPP 21	ZPP 22	ZPP 23	ZPP 24	Total (Golfe)	Principale
1977	153	424	NA	450	1027	874
1978	441	2755	1	1820	5017	4575
1979	448	3321	2	2407	6178	5728
1980	735	2262	NA	2089	5086	4351
1981	1206	3910	88	3790	8994	7700
1982	885	2379	47	2783	6094	5162
1983	666	2867	41	4440	8014	7307
1984	942	3261	86	1112	5401	4373
1985	1123	2957	95	1003	5178	3960
1986	807	2014	73	1931	4825	3945
1987	538	2216	12	939	3705	3155
1988	299	2049	NA	763	3111	2812
1989	1174	2115	NA	710	3999	2825
1990	1495	1496	16	1101	4108	2597
1991	1057	812	17	1275	3161	2087

Année	ZPP 21	ZPP 22	ZPP 23	ZPP 24	Total (Golfe)	Principale
1992	1104	1057	2	1472	3635	2529
1993	1293	1605	6	3252	6156	4857
1994	1925	2073	28	3719	7745	5792
1995	1631	2574	41	3291	7537	5865
1996	2389	2531	122	3881	8923	6412
1997	2410	2793	293	3164	8660	5957
1998	2446	3644	316	2378	8784	6022
1999	1739	2047	101	2070	5957	4117
2000	1406	2120	86	2514	6126	4634
2001	802	2387	45	1138	4372	3525
2002	849	1246	18	973	3086	2219
2003	724	1514	NA	1109	3298	2623
2004	758	1487	11	934	3020	2421
2005	747	1434	17	1186	2995	2620
2006	387	1511	2	1209	2784	2720
2007	448	1734	5	933	2824	2667
2008	295	1618	14	715	2555	2333
2009	289	1836	48	853	2996	2689
2010	95	1333	33	966	1866	2299
2011	31	1635	11	1138	2801	2773
2012	15	1782	25	1108	2913	2890
2013	142	1740	38	951	2720	2691
2014	137	1522	95	856	2593	2378
2015	24	1234	51	683	1885	1917
2016	58	1010	77	707	1739	1717
2017	54	1104	26	761	1896	1865

Année	ZPP 21	ZPP 22	ZPP 23	ZPP 24	Total (Golfe)	Principale
2018	63	1196	NA	594	1842	1790
2019	52	965	NA	606	1620	1571
2020	89	804	NA	828	1698	1632
2021	59	752	NA	728	1535	1480
2022	62	762	NA	559	1383	1321
2023	63	647	NA	668	1378	1315

N.D. : données non disponibles.

Tableau A3-c. Proportion des débarquements des ZPP attribués à chaque grand gisement de pétoncles (Niles et al. 2021, contour de 20 points) d'après les données des journaux de bord de 2003 à 2023.

ZPP	22			24
Année	Cape Tormentine	West Point	Cape Tormentine et West Point	Pictou
2003	0.21	0.48	0.69	0.31
2004	0.41	0.22	0.64	0.43
2005	0.12	0.44	0.55	0.31
2006	0.23	0.47	0.70	0.41
2007	0.18	0.61	0.79	0.31
2008	0.39	0.33	0.72	0.33
2009	0.34	0.41	0.75	0.43
2010	0.17	0.56	0.72	0.34
2011	0.28	0.42	0.71	0.39
2012	0.36	0.44	0.80	0.38
2013	0.70	0.16	0.87	0.50
2014	0.34	0.43	0.77	0.39
2015	0.53	0.32	0.85	0.40
2016	0.70	0.09	0.79	0.45
2017	0.33	0.43	0.76	0.33
2018	0.51	0.25	0.76	0.35
2019	0.27	0.39	0.66	0.17
2020	0.47	0.29	0.76	0.17
2021	0.48	0.32	0.80	0.19
2022	0.31	0.49	0.81	0.35
2023p	0.70	0.08	0.78	0.14

Tableau A3-d. Estimations du modèle d'épuisement pour chaque grand gisement de pétoncles correspondant aux strates de gisement (Niles et al. 2021, contour de 20 points) de 2017 à 2023, indiquant le nombre de renseignements aux journaux de bord (n), le coefficient de capturabilité (q), les captures cumulatives en tonnes de chairs (C), la biomasse estimée avant la pêche (B_0 [t]) et le taux d'exploitation estimé (\hat{E}). Les cellules ombrées avec le texte en italique indiquent que le modèle n'était pas significatif ($p > 0.05$).

Année	Zone	n (journaux de bord)	q	C (t)	B_0 (t)	\hat{E}
2017	Cape Tormentine	683	0.347	16	30.91	0.53
2018	Cape Tormentine	812	0.219	32	57.32	0.55
2019	Cape Tormentine	704	0.273	11	31.63	0.36
2020	Cape Tormentine	659	0.233	17	40.57	0.42
2021	Cape Tormentine	588	0.327	17	32.10	0.52
2022	Cape Tormentine	540	0.558	11	20.34	0.55
2023	Cape Tormentine	394	0.280	34	75.17	0.46
2017	West Point	709	0.258	22	39.55	0.55
2018	West Point	820	0.471	16	27.02	0.58
2019	West Point	688	0.188	16	43.05	0.37
2020	West Point	671	0.402	11	23.05	0.46
2021	West Point	592	0.557	11	19.18	0.57
2022	West Point	540	0.325	18	32.35	0.55
2023	West Point	394	2.409	4	8.70	0.47
2017	Pictou	372	0.038	6	120.45	0.05
2018	Pictou	390	-0.131	6	-33.39	-0.19
2019	Pictou	388	-0.099	3	-45.63	-0.06
2020	Pictou	702	-0.008	5	-581.81	-0.01
2021	Pictou	611	0.266	5	25.26	0.20
2022	Pictou	410	-0.111	8	-58.69	-0.14
2023	Pictou	512	0.089	4	71.59	0.06

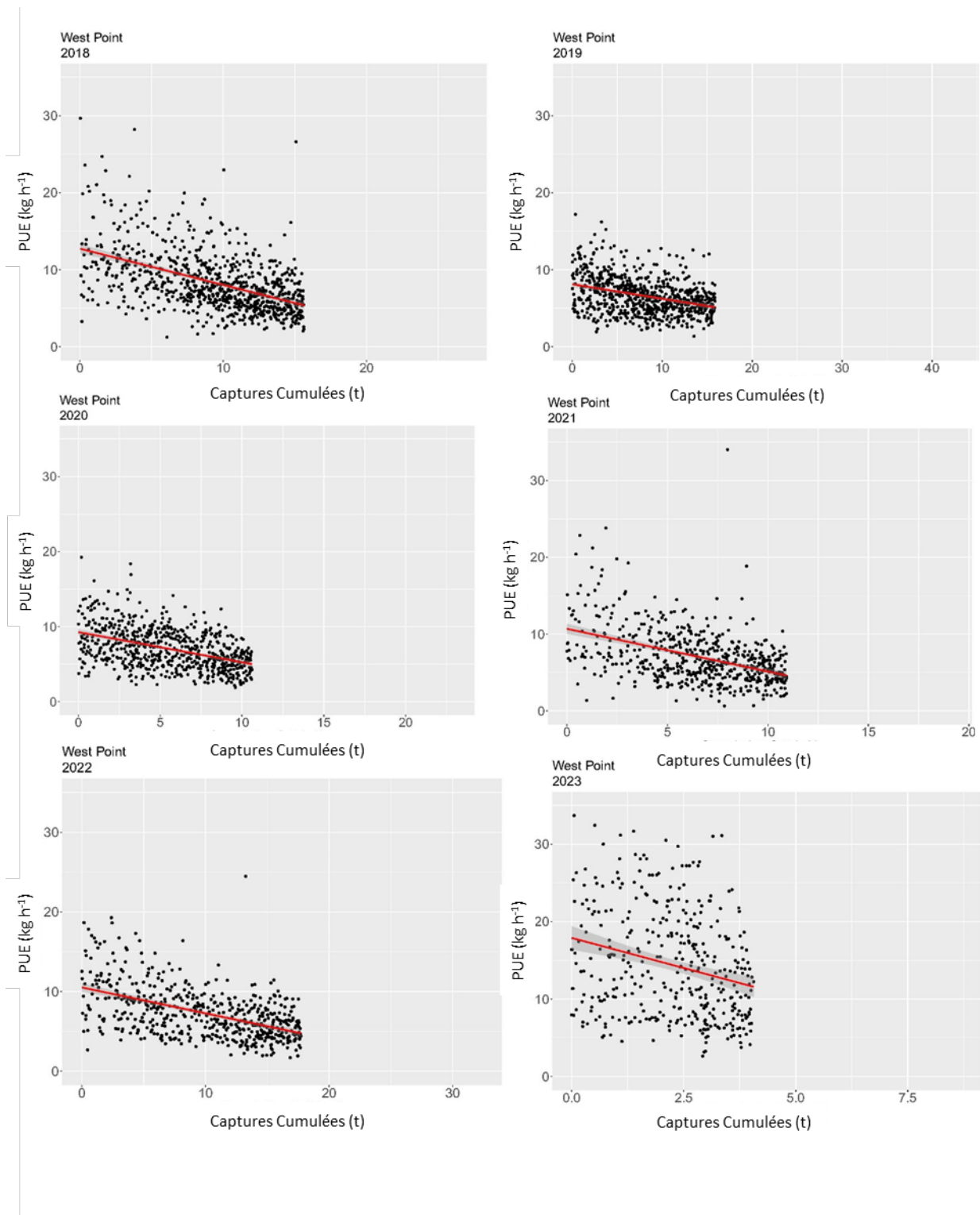


Figure A3-a. Graphique des taux de capture quotidiens par rapport aux captures cumulées de pétoncles et à la ligne la mieux ajustée du modèle d'épuisement de Leslie pour les données du gisement de West Point, tel que défini par la strate du gisement des relevés pour chaque année de 2018 à 2023.

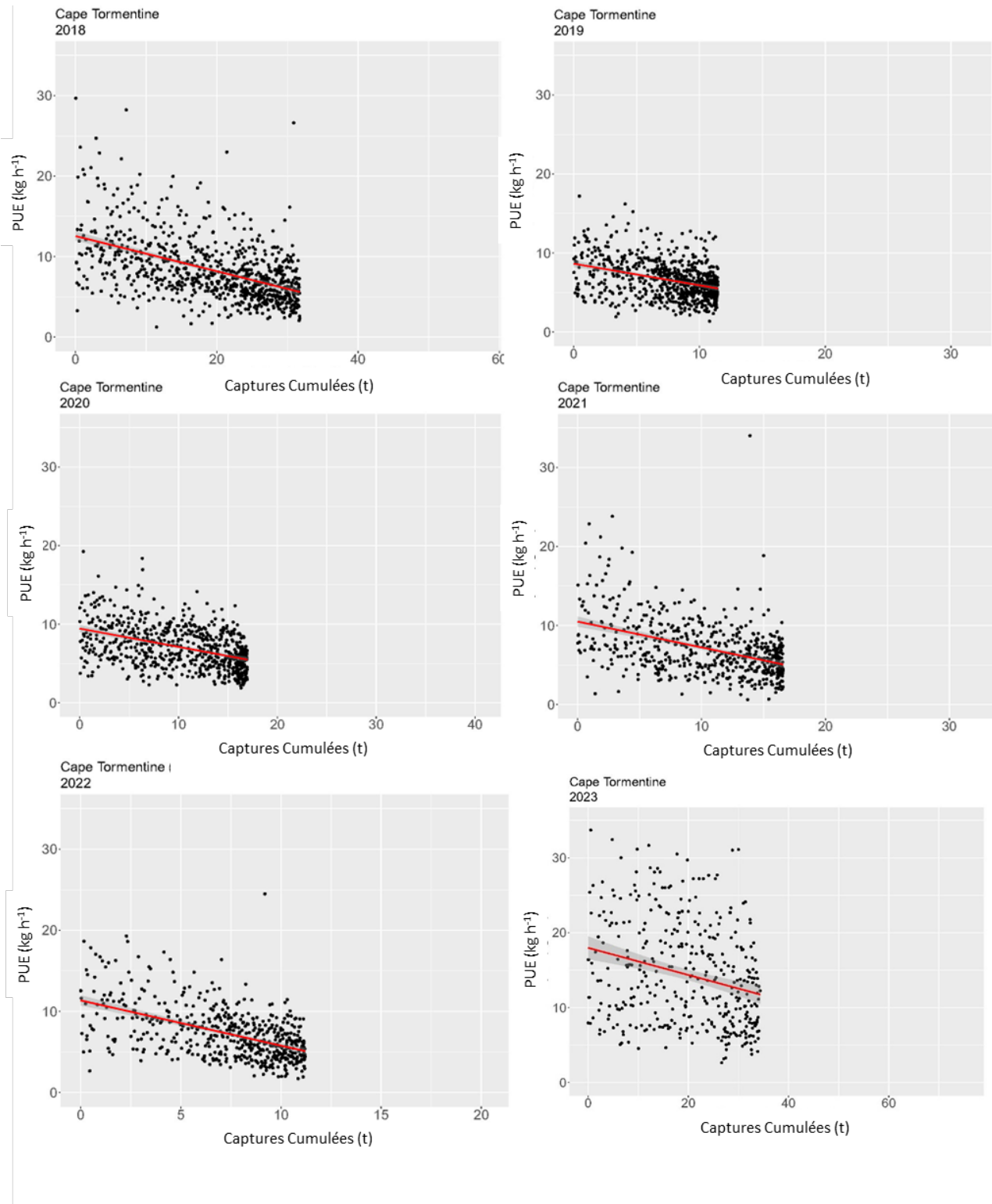


Figure A3-b. Graphique des taux de capture quotidiens par rapport aux captures cumulatives de pétoncles et à la ligne la mieux ajustée du modèle d'épuisement de Leslie pour les données du gisement de Cape Tormentine, tel que défini par la strate du gisement des relevés pour chaque année de 2018 à 2023.

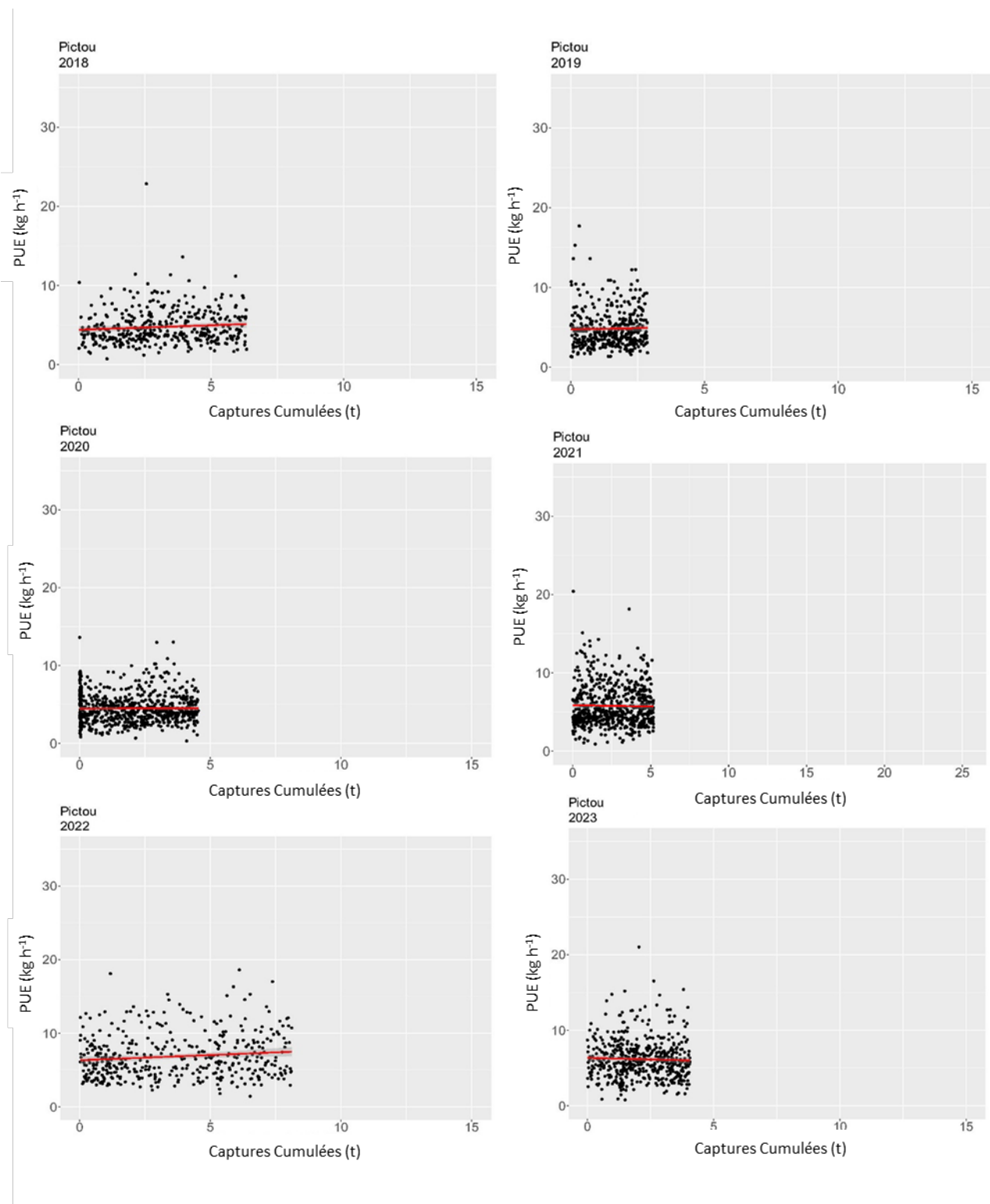


Figure A3-c. Graphique des taux de capture quotidiens par rapport aux captures cumulatives de pétoncles et à la ligne la mieux ajustée du modèle d'épuisement de Leslie pour les données du gisement de Pictou, tel que défini par la strate du gisement des relevés pour chaque année de 2018 à 2023. À noter que seul le modèle de 2021 était statistiquement significatif.

ANNEXE A.4.

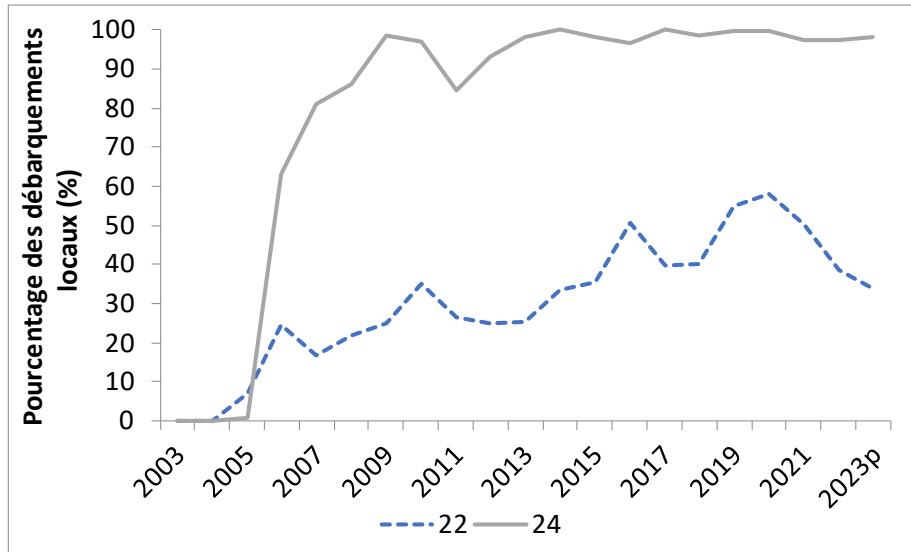


Figure A4. Pourcentage des débarquements de pétoncles commerciaux qui proviennent d'acheteurs locaux (code d'acheteur 9997), dans la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 22 (ligne pointillée) et 24 (ligne pleine).

ANNEXE A.5.

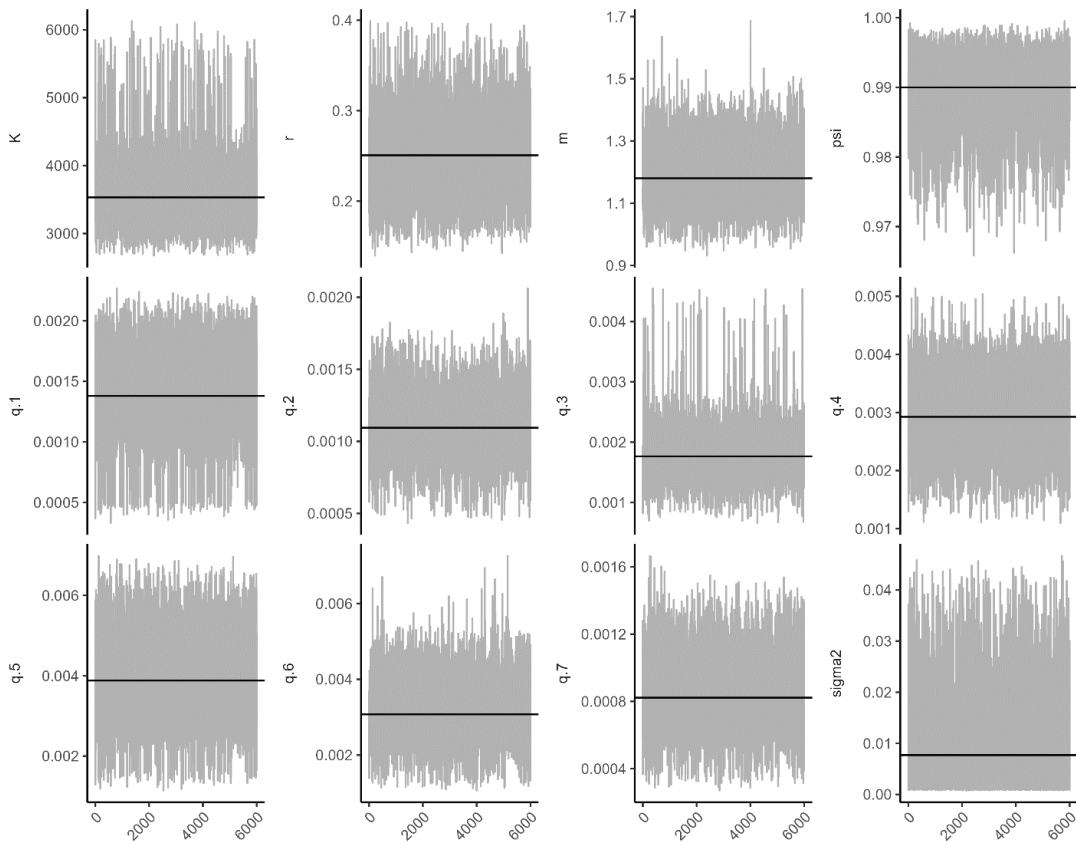


Figure A5-a. Estimations des principaux paramètres du modèle dans l'ensemble des répétitions de la méthode de MCCM des trois méthodes de MCCM pour le modèle JABBA mis à jour.

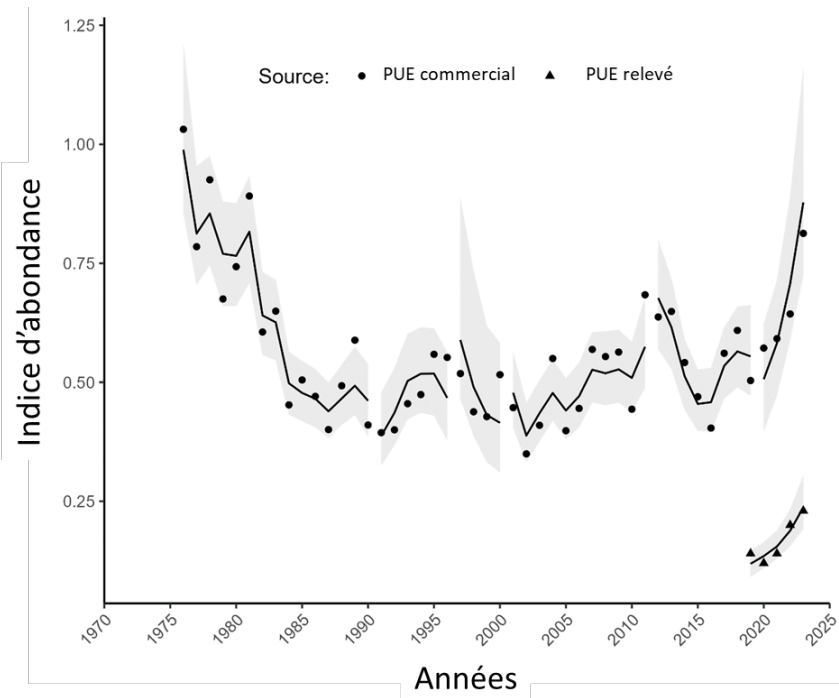


Figure A5-b. Résidus des indices de PUE observées et prévues par transformation logarithmique à partir des indices d'abondance indépendants et dépendants de la pêche.

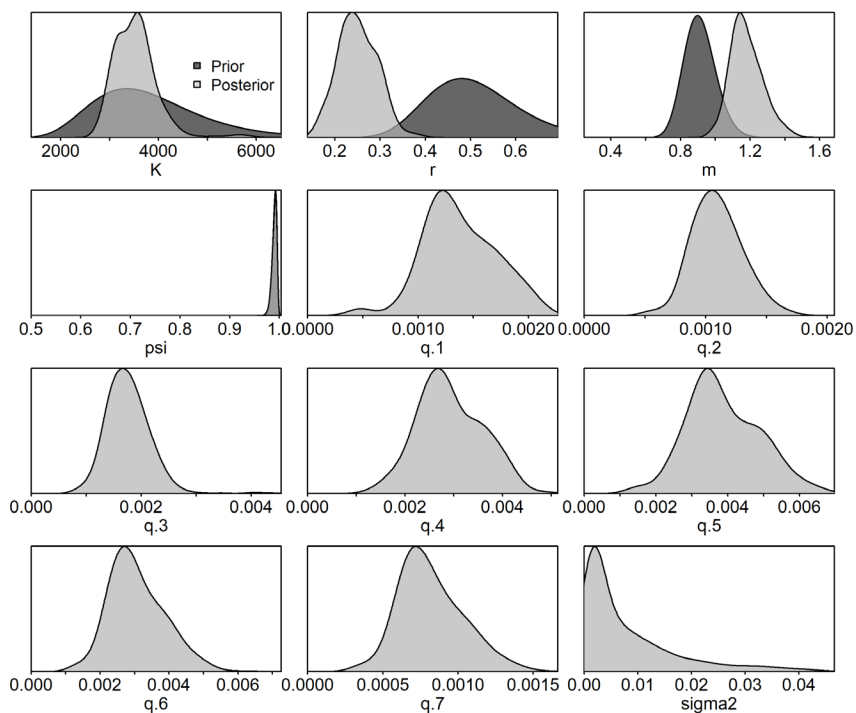


Figure A5-c. Distributions a posteriori et a priori de paramètres pour la capacité de charge (K), le taux de croissance intrinsèque (r) et la forme (m), à partir du modèle JABBA mis à jour ajusté au pétoncle géant provenant de l'aire principale du sGSL.

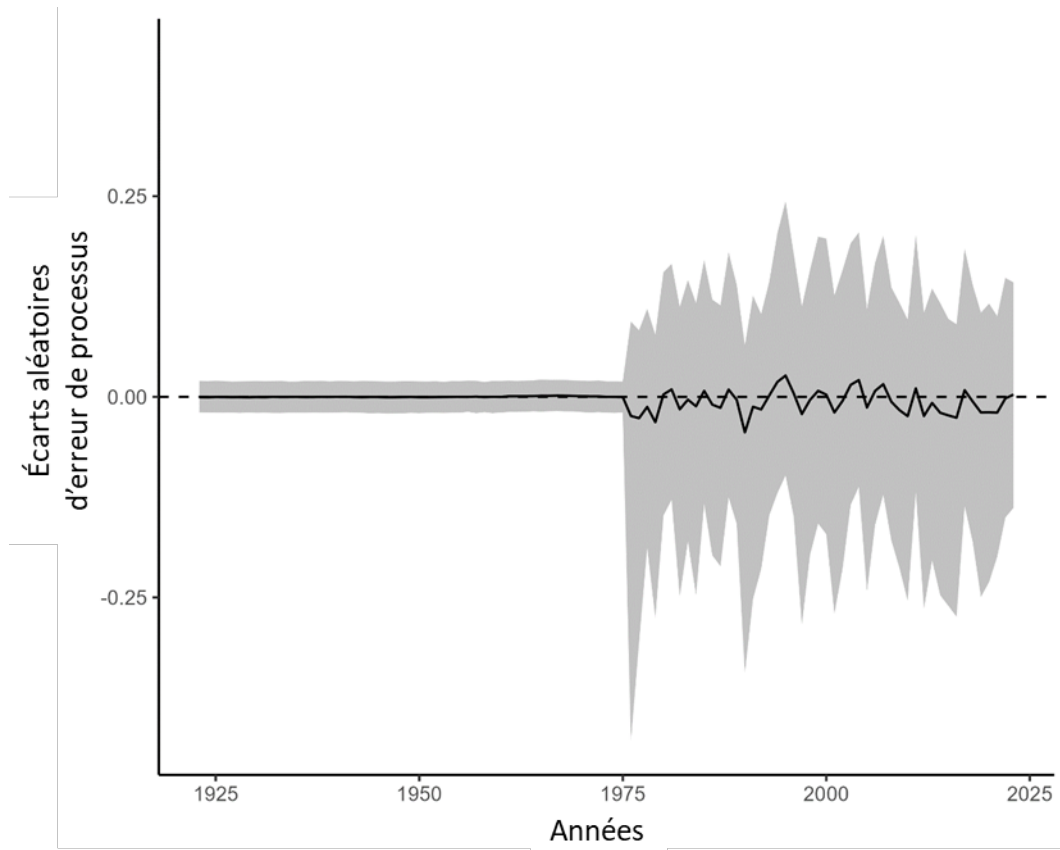


Figure A5-d. Écart aléatoire d'erreur de processus pour le modèle JABBA mis à jour.

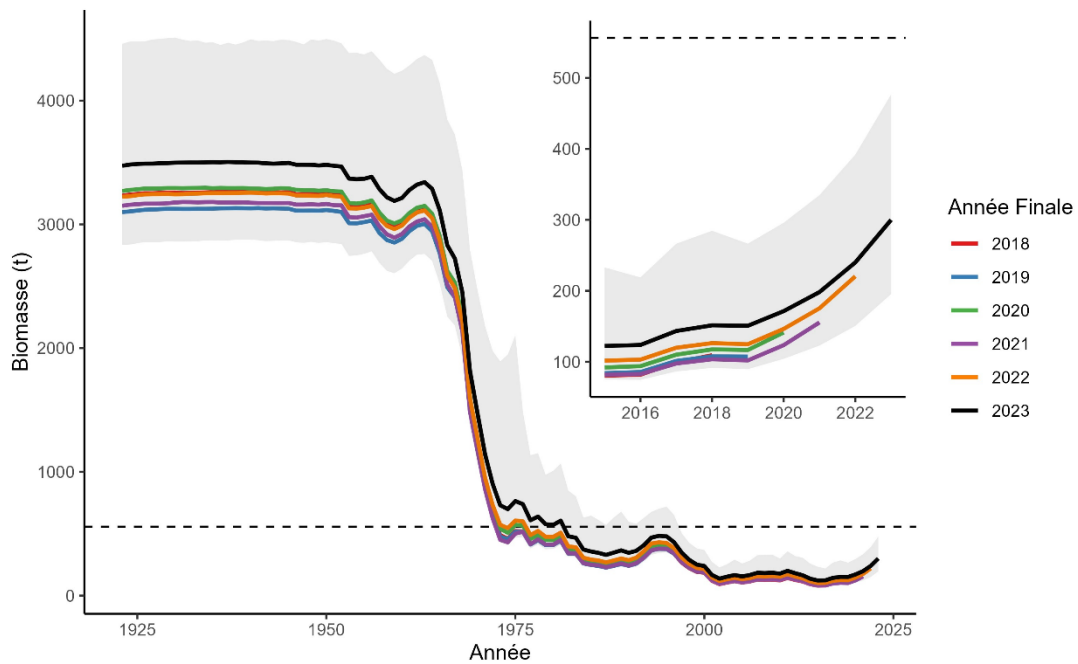


Figure A5-e. Estimations de la biomasse à partir d'une analyse rétrospective avec l'ajustement du modèle JABBA mis à jour.

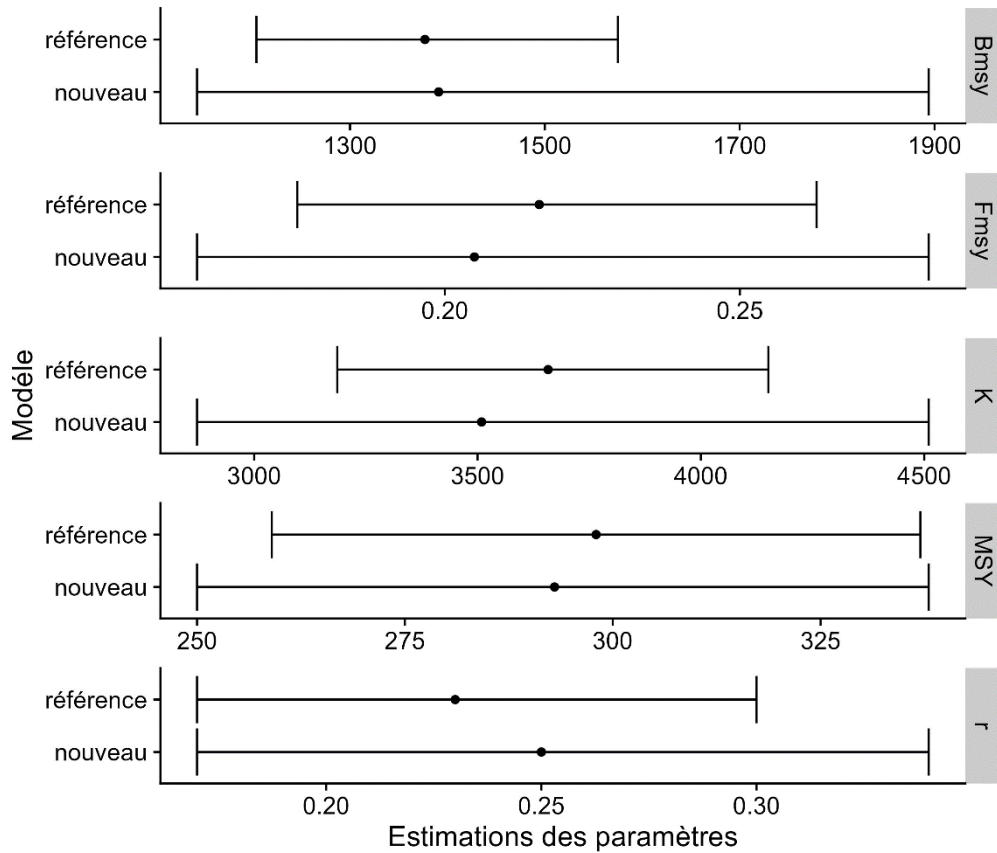


Figure A5-f. Graphique en forêt comparant les estimations des paramètres de référence et ceux du modèle JABBA mis à jour ajusté aux données sur les pétoncles géants de l'aire principale du sGSL. Les estimations des paramètres sont affichées avec leurs intervalles de confiance à 95 %.

ANNEXE A.6.

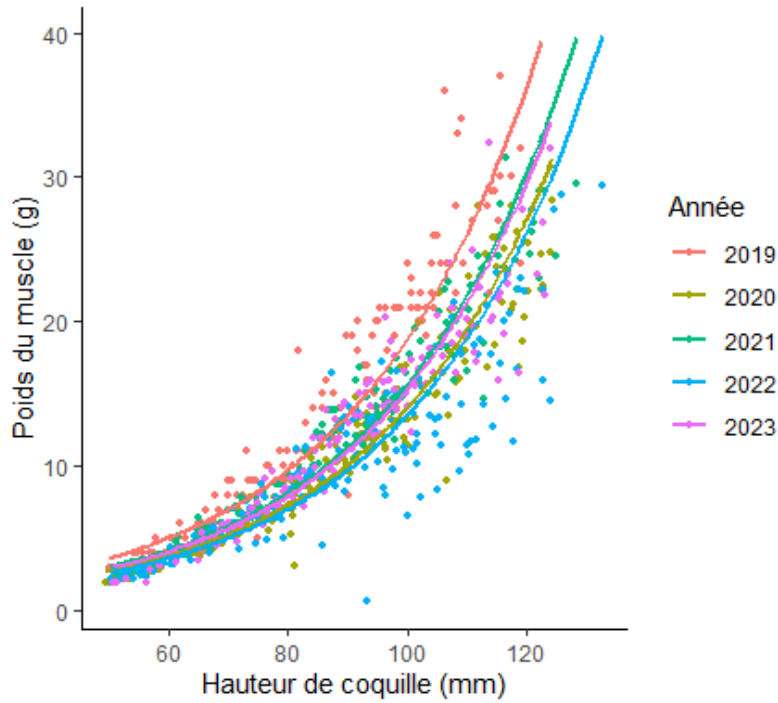


Figure A6-a. Relations entre la hauteur de coquille et le poids de la chair de 2019 à 2023 pour le gisement de West Point tirées du relevé de recherche d'octobre.

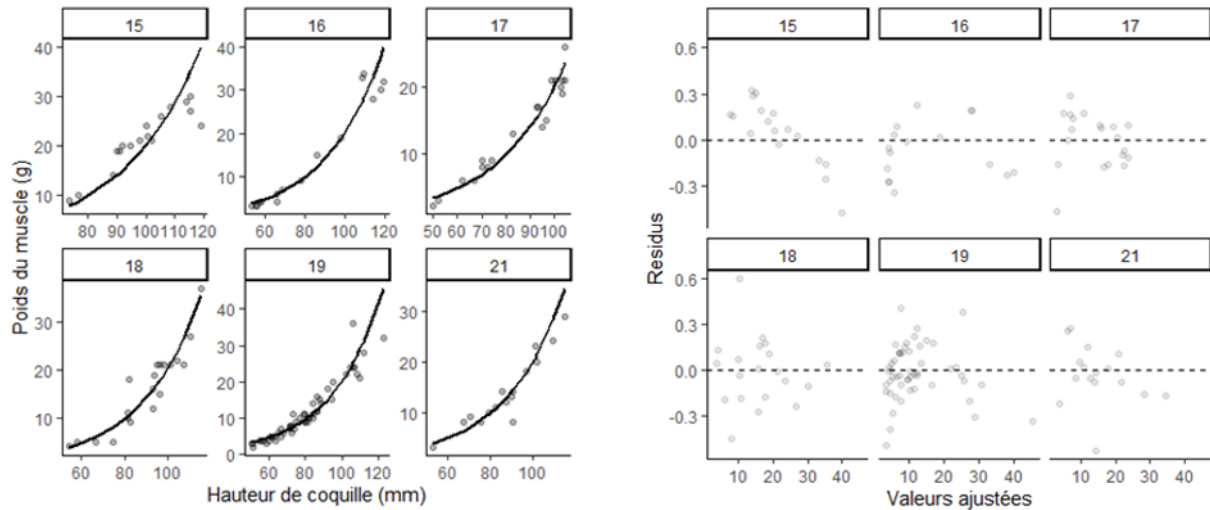


Figure A6-b. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2019 sur le gisement de West Point tirées du relevé de recherche d'octobre.

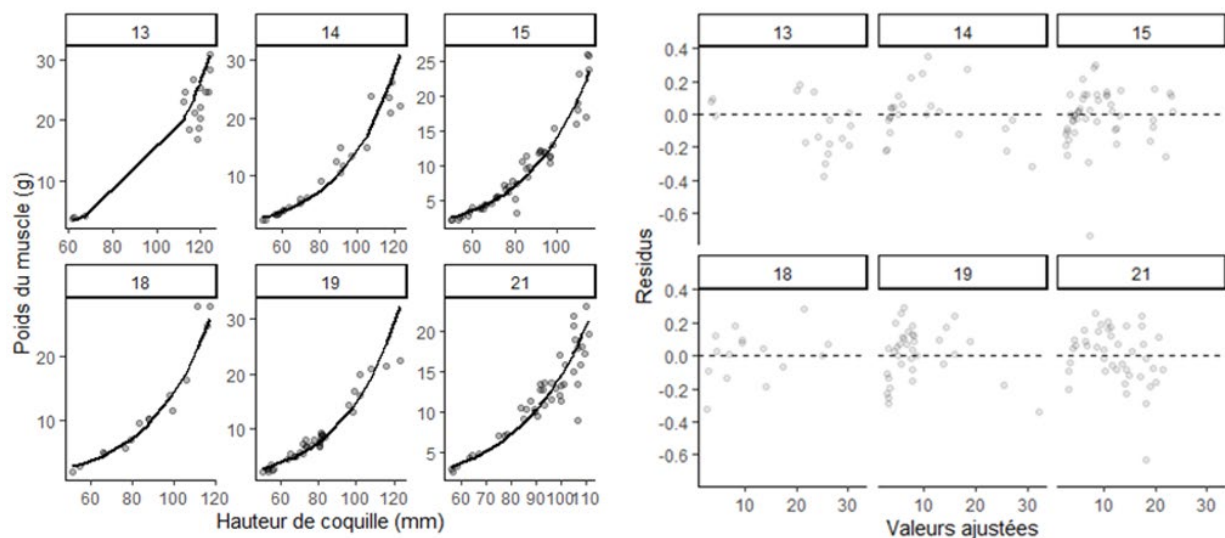


Figure A6-c. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2020 sur le gisement de West Point tirées du relevé de recherche d'octobre.

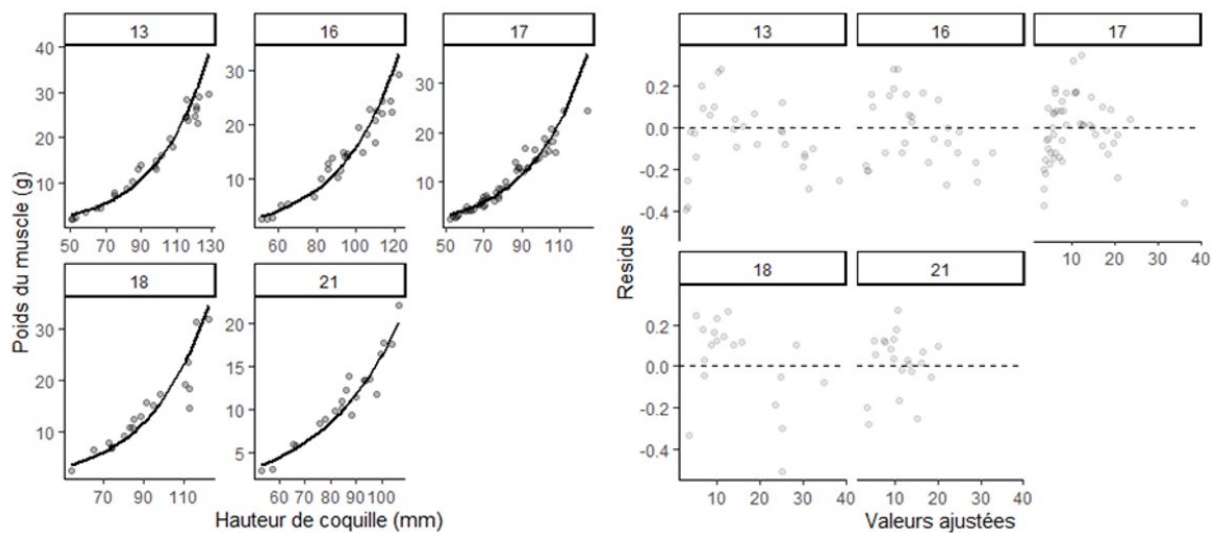


Figure A6-d. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2021 sur le gisement de West Point tirées du relevé de recherche d'octobre.

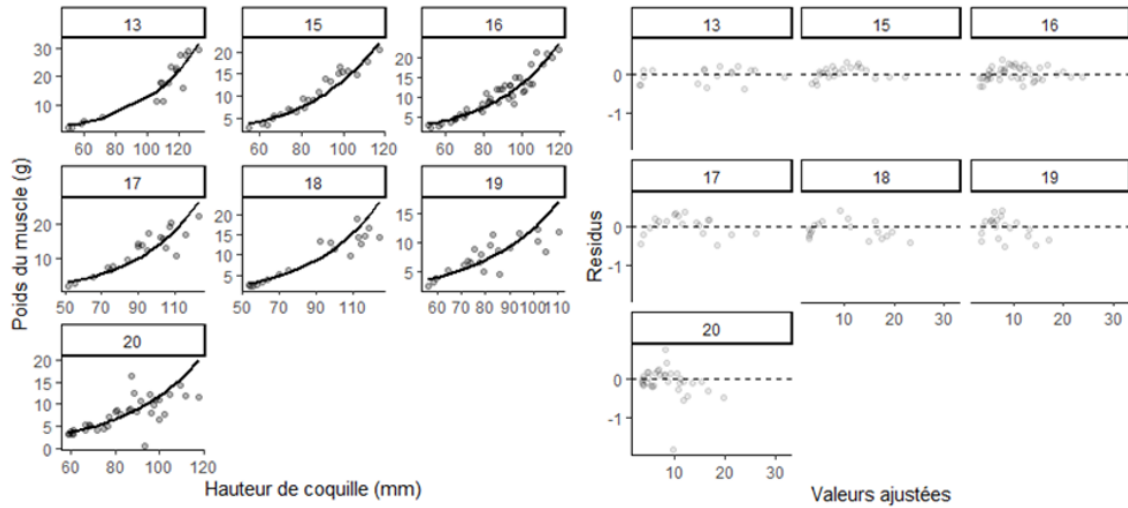


Figure A6-e. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2022 sur le gisement de West Point tirées du relevé de recherche d'octobre.

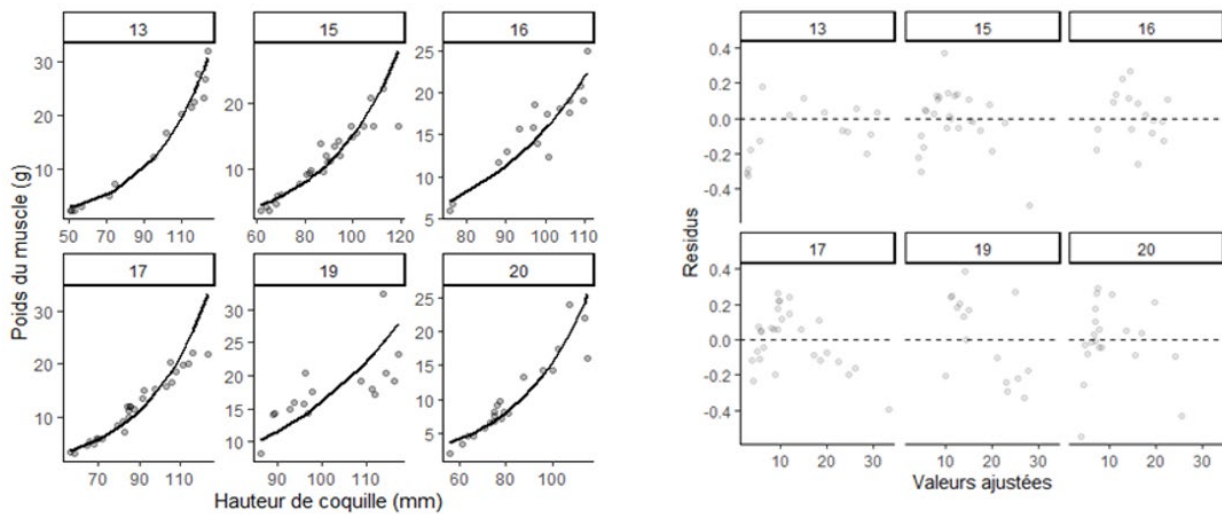


Figure A6-f. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2023 sur le gisement de West Point tirées du relevé de recherche d'octobre.

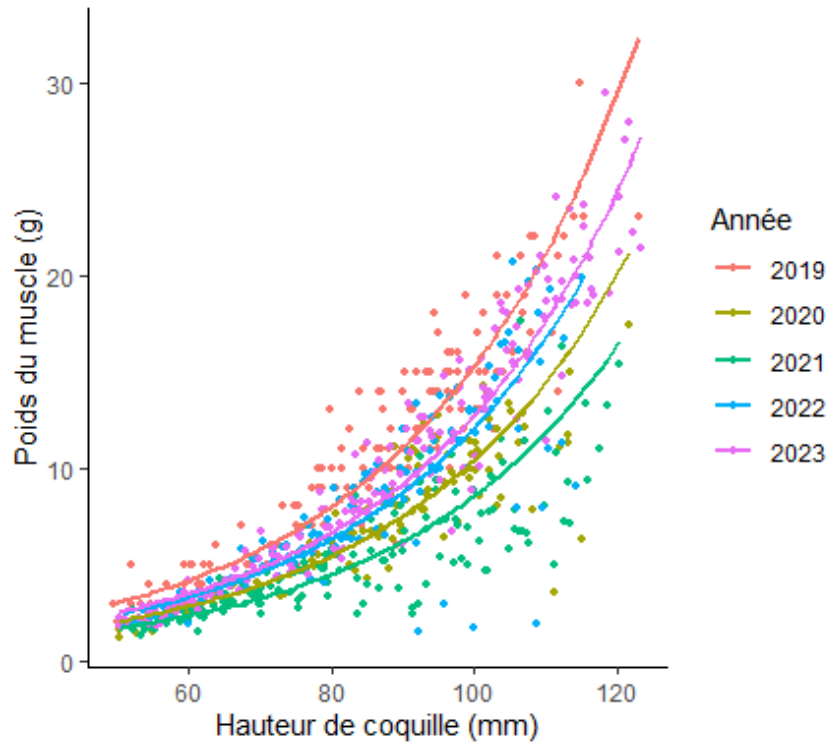


Figure A6-g. Relations entre la hauteur de coquille et le poids de la chair de 2019 à 2023 pour le gisement de Cape Tormentine tirées du relevé de recherche d'octobre.

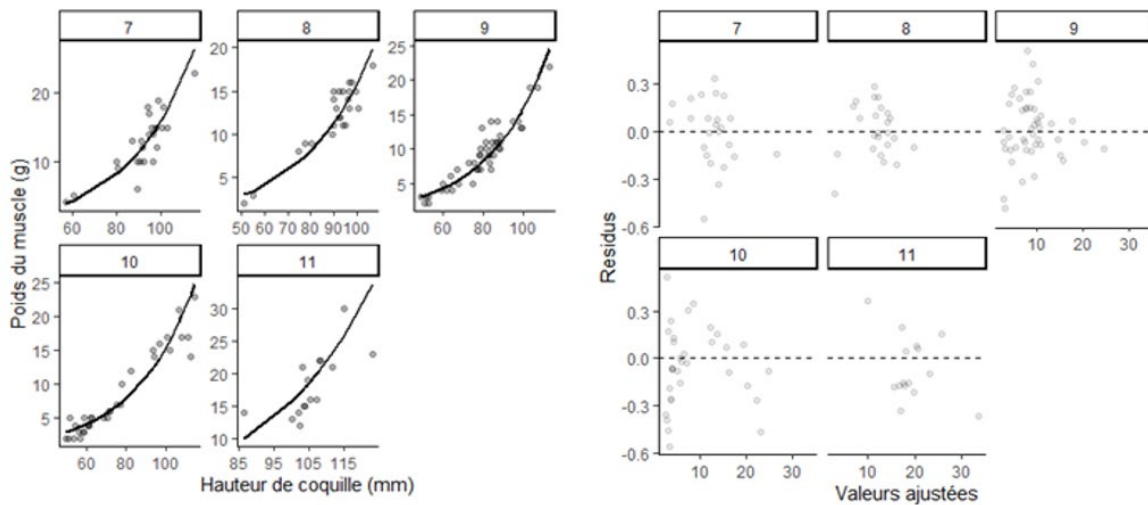


Figure A6-h. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2019 sur le gisement de Cape Tormentine tirées du relevé de recherche d'octobre.

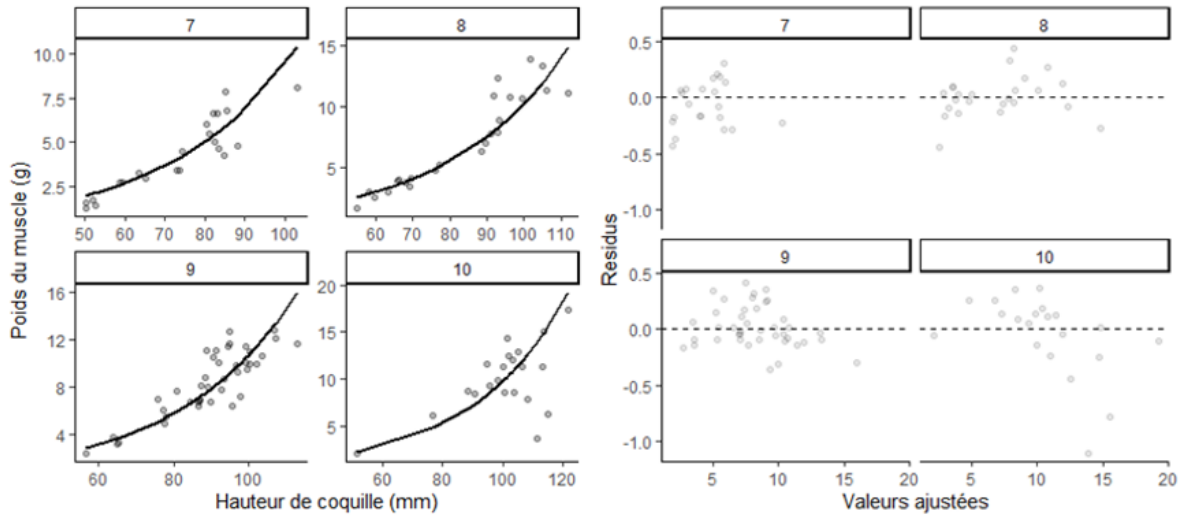


Figure A6-i. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2020 sur le gisement de Cape Tormentine tirées du relevé de recherche d'octobre.

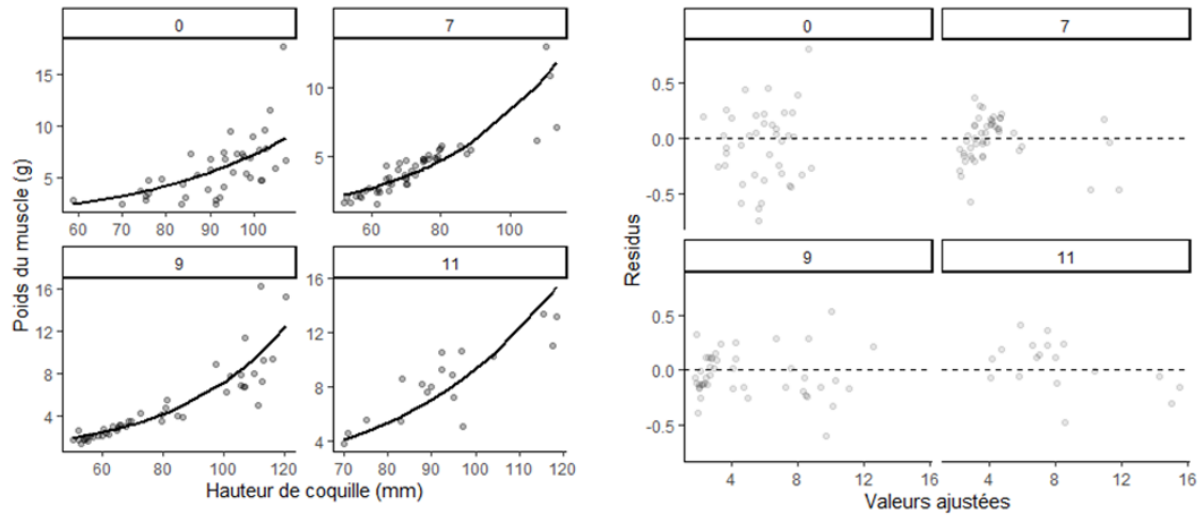


Figure A6-j. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2021 sur le gisement de Cape Tormentine tirées du relevé de recherche d'octobre.

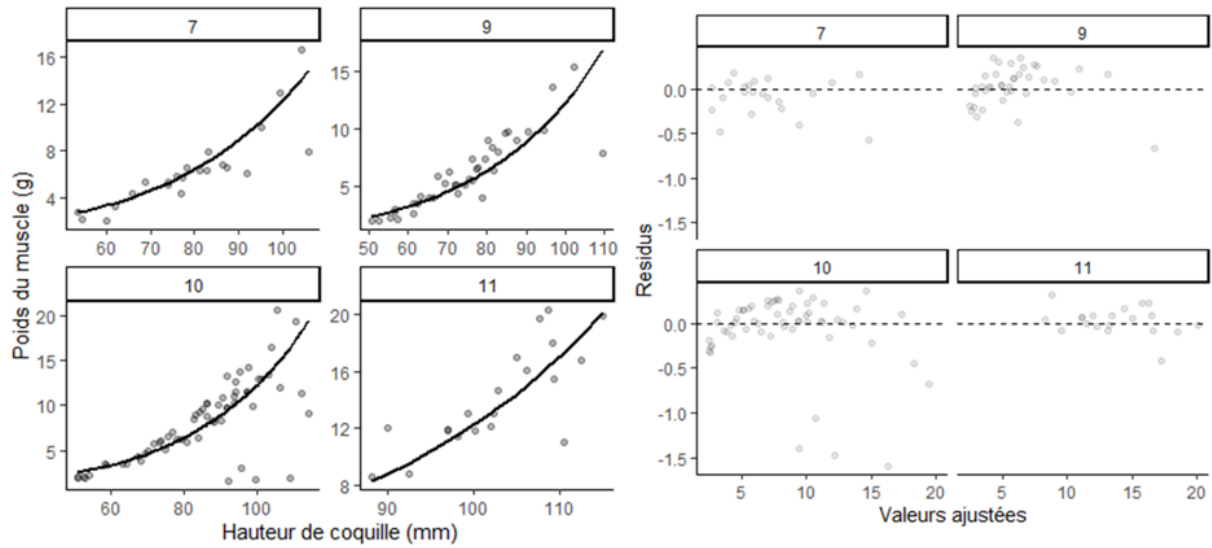


Figure A6-k. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2022 sur le gisement de Cape Tormentine tirées du relevé de recherche d'octobre.

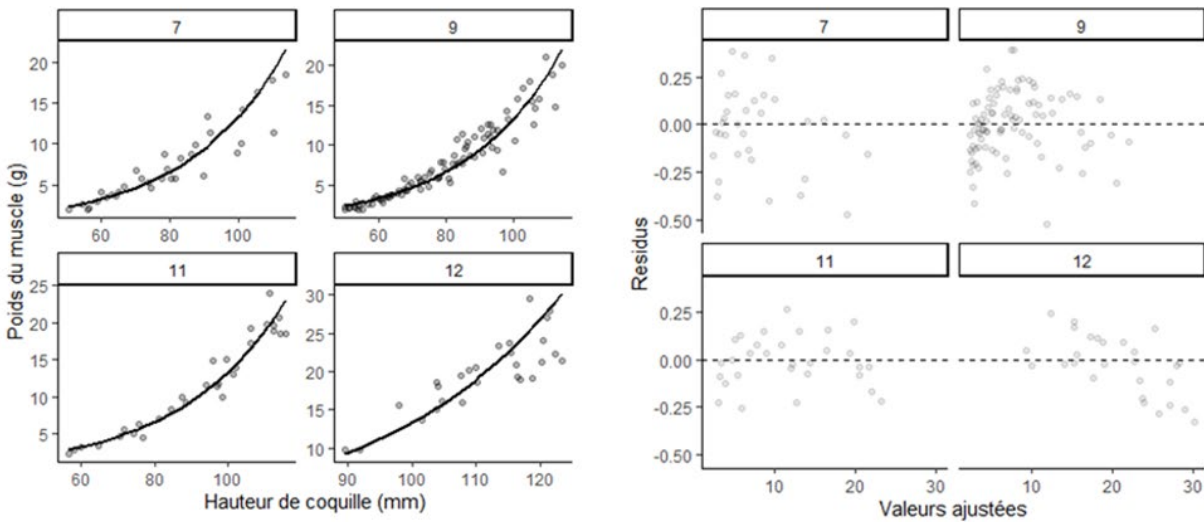


Figure A6-l. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2023 sur le gisement de Cape Tormentine tirées du relevé de recherche d'octobre.

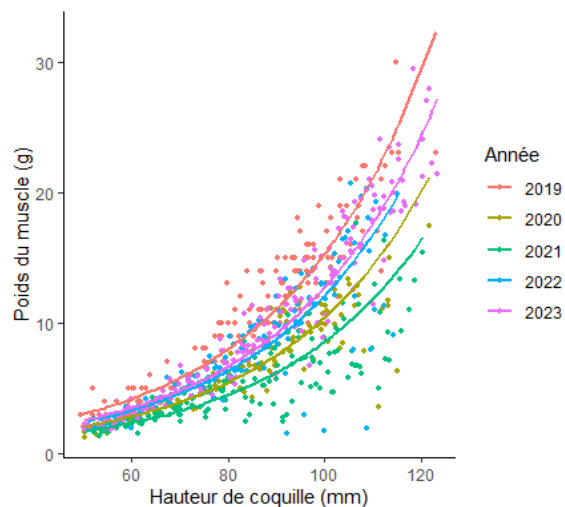


Figure A6-m. Relations entre la hauteur de coquille et le poids de chair de 2019 à 2023 pour le gisement de Pictou tirées du relevé de recherche d'octobre.

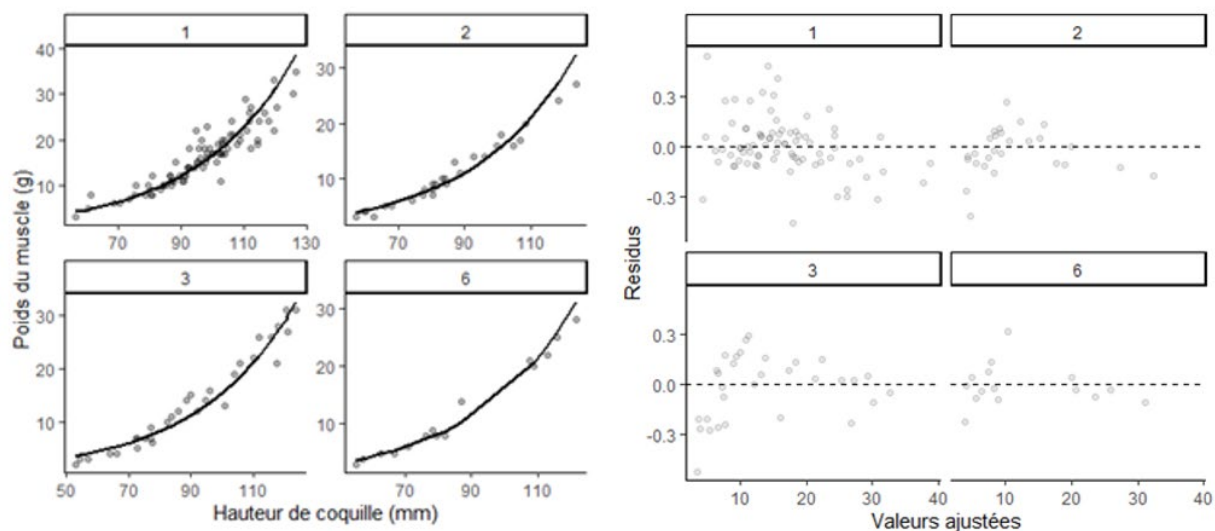


Figure A6-n. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2019 sur le gisement de Pictou tirées du relevé de recherche d'octobre.

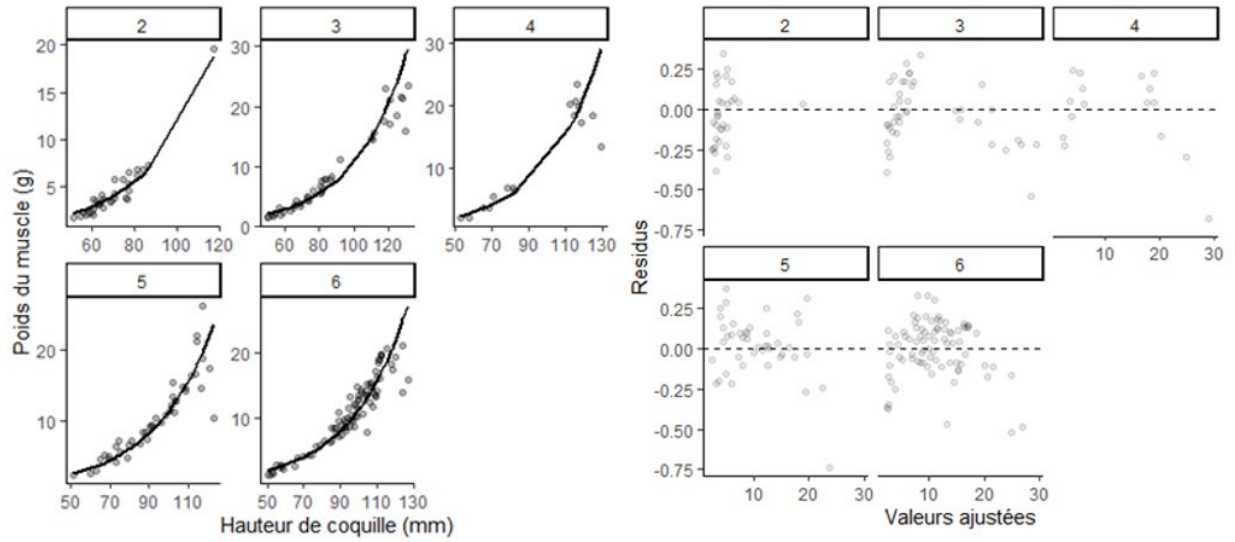


Figure A6-o. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2021 sur le gisement de Pictou tirées du relevé de recherche d'octobre.

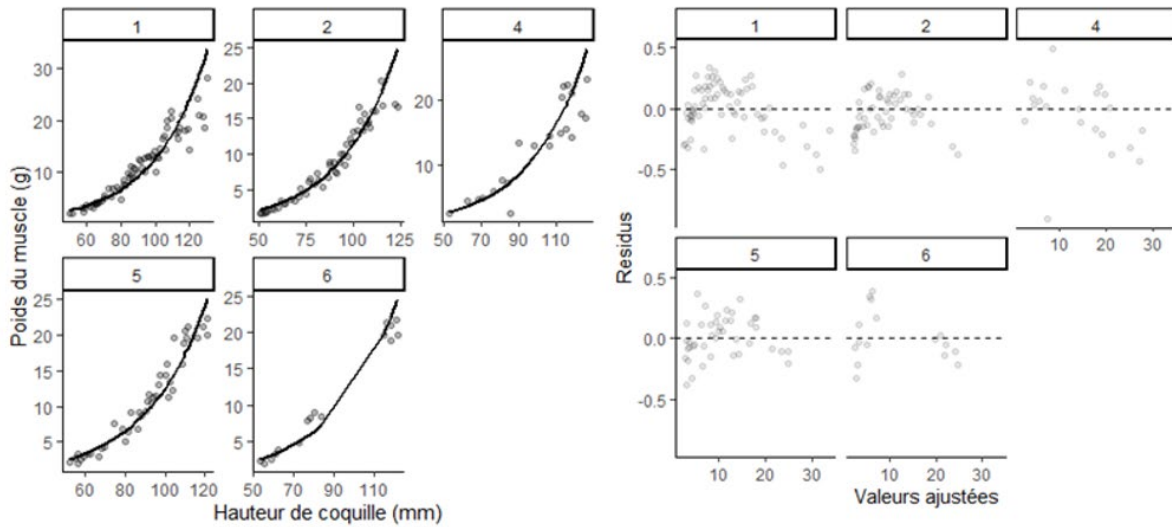


Figure A6-p. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2022 sur le gisement de Pictou tirées du relevé de recherche d'octobre.

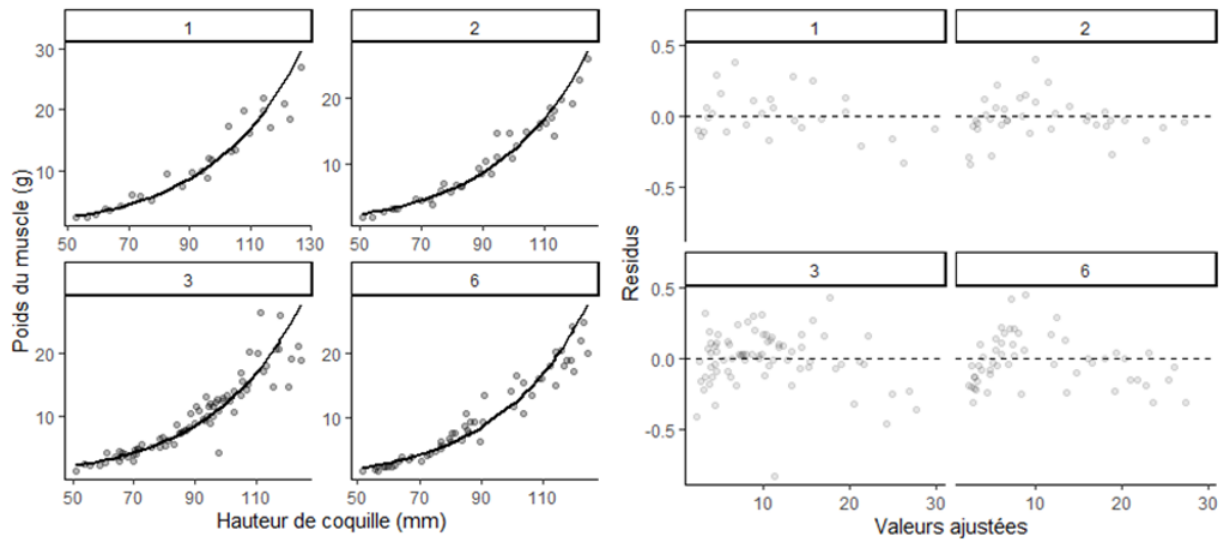


Figure A6-q. Graphiques de diagnostic résiduel de l'ajustement du GLMM par trait pour les données de 2023 sur le gisement de Pictou tirées du relevé de recherche d'octobre.

ANNEXE A.7.

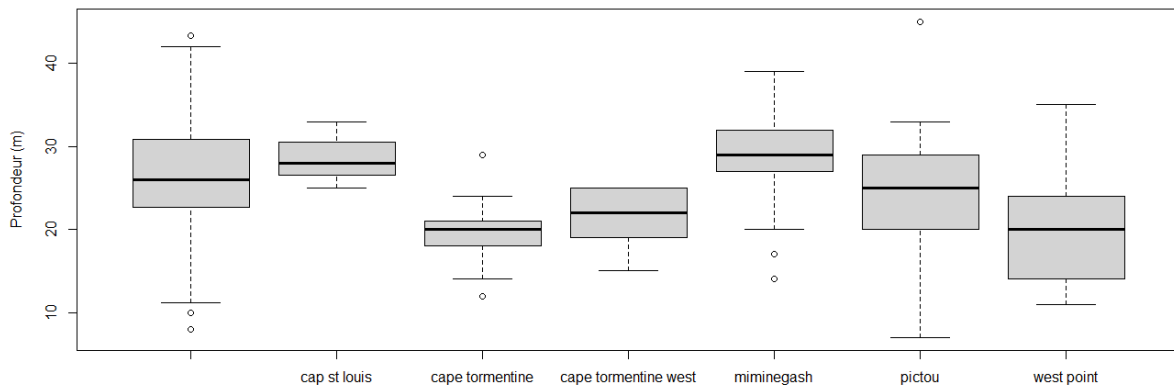


Figure A7. Diagramme de quartiles de la profondeur de l'eau en mètres des traits de relevé ayant capturé des pétoncles sur chaque gisement (Cap St. Louis, Cape Tourmentine, ouest de Cape Tourmentine, Pictou et West Point; autre) au cours de la série chronologique des relevés (de 2012 à 2016) dans le sud du Golfe du Saint-Laurent.

ANNEXE A.8.

Tableau A8-a. Statistiques des strates pour les relevés du pétoncle de Northumberland menés en octobre et en avril (année indiquée par la lettre a) de 2019 à 2023. Nom de la strate (h), nombre d'échantillons (n_h), proportion d'échantillons dans la strate (W_h), moyenne et variance du poids de la chair de pétoncles (g) de pétoncles ≥ 80 mm par trait standard (657 m²), \bar{y}_h et s_h respectivement.

Année	Strate (h)	n_h	W_h	\bar{y}_h	s_h	Estimation de la biomasse (t) pour la strate
2019	1	30	0.25752	161.65	26.36	33.68
2019	2	4	0.06391	137.42	18.66	7.11
2019	3	18	0.17293	129.08	27.06	18.06
2019	4	14	0.11842	74.02	26.83	7.09
2019	5	13	0.14662	171.81	20.7	20.38
2019	6	20	0.2406	139.96	30.53	27.25
2020	1	27	0.4202	189.57	33.13	39.50
2020	2	12	0.1043	58.71	20.93	3.04
2020	3	19	0.2822	102.5	24.11	14.34
2020	4	12	0.1933	49.67	28.57	4.76
2021	1	55	0.25752	154.06	23.45	32.10
2021	2	17	0.06391	41.97	12.75	2.17
2021	3	42	0.17293	166.4	23.59	23.28
2021	4	19	0.11842	118.3	47.77	11.33
2021	5	32	0.14662	185.24	18.42	21.97
2021	6	51	0.2406	133.62	17.96	26.01
2022a	1	31	0.4202	564	97.82	117.51
2022a	2	2	0.1043	269.5	168.95	13.94
2022a	3	30	0.2822	439.4	80.98	61.48
2022a	4	14	0.1933	405	129.26	38.80
2022	1	43	0.25752	141.8	19.91	29.54
2022	2	10	0.06391	43.03	12.45	2.23

Année	Strate (h)	n_h	W_h	\bar{y}_h	s_h	<i>Estimation de la biomasse (t) pour la strate</i>
2022	3	29	0.17293	253.61	52.5	35.48
2022	4	17	0.11842	112.29	40.82	10.76
2022	5	20	0.14662	309.5	34.19	36.71
2022	6	31	0.2406	240.43	33.51	46.80
2023a	1	45	0.4202	271.5	38.76	56.57
2023a	2	8	0.1043	120.6	52.14	6.24
2023a	3	31	0.2822	708.4	203.33	99.12
2023a	4	16	0.1933	547.9	225.32	52.50
2023	1	46	0.25752	178.64	30.35	37.22
2023	2	8	0.06391	37.92	18.4	1.96
2023	3	30	0.17293	309.25	60.4	43.27
2023	4	17	0.11842	262.01	92.27	25.10
2023	5	16	0.14662	305.78	41.29	36.27
2023	6	34	0.2406	212.91	27.28	41.45

Tableau A8-b. Résultats des relevés pour la moyenne (ET) et les intervalles de confiance à 95 % du poids de la chair (g) de pétoncles ≥ 80 mm par trait standard (657 m²) capturés lors du relevé d'octobre de 2019 à 2023 et des relevés d'avril de 2022a et 2023a, zone de relevé et estimations de la biomasse exploitable qui en découlent, estimation de la biomasse avant la pêche (B_0) des trois gisements, ratio des débarquements (zone de relevé : aire principale) et estimation calculée au prorata de la biomasse exploitable (B_0) pour l'aire principale de la région du Golfe (ZPP 22 et ZPP 24). À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020 ni de relevés en avril (a); par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir de la biomasse moyenne (29 t) de la série chronologique. Pour les relevés d'avril (a) bce signifie biomasse contrôlée pour l'état.

Année	Moyenne du relevé	ET du relevé	IC à 95 % inférieur	IC à 95 % supérieur	Zone de relevé (km ²)	Estimation de la biomasse (t) pour l'ensemble de la zone de relevé	B_0 (t) pour l'ensemble de la zone de relevé, avant la pêche	Ratio des débarquements	B_0 (t) au prorata par rapport à l'aire principale
2019	140.36	11.944	116.57	164.15	454	114	145	0.58	251
2020	124.32	16.593	90.914	157.718	326	62	124	0.61	253
2021	144.45	10.568	123.5	165.4	454	117	149	0.60	250
2022	199.65	14.927	170.1	229.2	454	162	194	0.66	295
2023	228.99	19.251	190.75	267.24	454	185	228	0.58	390
2022a-bce	414.46	49.754	314.79	514.14	326	205	243	0.66	414
2023a-bce	303.3	49.988	202.99	403.61	326	150	192	0.58	380
2022a	467.39	56.09	354.3	580.5	326	232	261	0.66	442
2023a	432.48	74.043	283.8	581.2	326	214	243	0.58	467

Tableau A8-c. Résultats des relevés pour la moyenne (erreur type) et les intervalles de confiance à 95 % du nombre de pétoncles ≥ 80 mm par trait standard (657 m²) capturés lors du relevé d'octobre de 2019 à 2023 et des relevés d'avril de 2022 et 2023, la zone de relevé et l'estimation du nombre de pétoncles pour l'ensemble de la zone de relevé et les nombres calculés au prorata pour l'aire principale de la région du Golfe (ZPP 22 et ZPP 24). À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020 ni de relevés en avril (a); par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir des nombres moyens (5 M) de la série chronologique.

Année	Moyenne du relevé	ET du relevé	IC à 95 % inférieur	IC à 95 % supérieur	Zone de relevé (km ²)	Nombre de pétoncles (millions) pour l'ensemble de la zone de relevé	Nombre calculé au prorata de l'aire principale commerciale (M)
2019	8.21	0.709	6.79	9.6	454	6.64	11.46
2020	9.93	1.410	7.11	12.8	326	4.92	15.91
2021	13.76	1.207	11.3	16.2	454	11.13	18.65
2022	16.46	1.335	13.8	19.1	454	13.32	20.30
2023	17.17	1.577	14.0	20.3	454	13.89	23.83
2022a	36.76	4.774	27.2	46.3	326	18.22	34.94
2023a	22.93	4.171	14.6	31.3	326	11.37	27.57

Tableau A8-d. Résultats des relevés pour la moyenne (erreur type) et les intervalles de confiance à 95 % du nombre de recrues de pétoncles (65 à 79 mm) par trait standard (657 m²) capturés lors du relevé d'octobre de 2019 à 2023 et des relevés d'avril de 2022 et 2023, la zone de relevé et l'estimation du nombre de pétoncles pour l'ensemble de la zone de relevé et les nombres calculés au prorata pour l'aire principale de la région du Golfe (ZPP 22 et ZPP 24). À noter que le gisement de Pictou n'a pas fait l'objet d'un relevé en 2020 ni de relevés en avril (a); par conséquent, la biomasse manquante de Pictou a été estimée à partir des nombres moyens (0,12 M) de la série chronologique.

Année	Moyenne du relevé	ET du relevé	IC à 95 % inférieur	IC à 95 % supérieur	Nombre de pétoncles (millions) pour l'ensemble de la zone de relevé	Nombre de pétoncles calculé au prorata pour l'aire principale (M)
2019	0.24	0.071	0.1	0.4	0.19	0.33
2020	0.59	0.270	0.0	1.1	0.29	0.68
2021	1.43	0.347	0.7	2.1	1.16	1.94
2022	0.54	0.157	0.2	0.9	0.44	0.67
2023	0.66	0.136	0.4	0.9	0.53	0.91
2022a	3.08	1.018	1.0	5.1	1.53	2.51
2023a	0.32	0.097	0.1	0.5	0.16	0.47