



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

## **Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)**

---

**Document de recherche 2021/038**

**Région du Golfe**

### **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**

Monique Niles<sup>1</sup>, Jeff Barrell<sup>1</sup>, Jessica Sameoto<sup>2</sup>, David Keith<sup>2</sup> et Rémi Sonier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pêches et Océans Canada  
Centre des Pêches du Golfe  
343, Avenue de l'Université, C.P. 5030,  
Moncton (Nouveau-Brunswick) E1C 9B6

<sup>2</sup> Pêches et Océans Canada  
Institut océanographique de Bedford  
1, chemin Challenger  
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A1

---

## 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 de consultation scientifique  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-38595-2 N° cat. Fs70-5/2021-038F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

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.

### Also available in English :

*Niles, M., Barrell, J., Sameoto, J., Keith, D. and Sonier, R. 2021. Scallop Fishery Assessment of the Southern Gulf of St. Lawrence in 2018: Commercial Fishery and Survey Data. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2021/038. xii + 178 p.*

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	V
LISTE DES FIGURES.....	VII
RÉSUMÉ .....	XIII
INTRODUCTION .....	1
BIOLOGIE.....	1
DESCRIPTION DE LA PÊCHE .....	2
ZONES DE PÊCHE.....	3
ZONES TAMPONS .....	3
FERMETURES DE ZONE.....	3
SAISONS DE PÊCHE .....	3
ENGINS DE PÊCHE .....	4
COMPTE EN CHAIR.....	4
PERMIS .....	4
DÉBARQUEMENTS ET JOURNAUX DE BORD.....	5
PÊCHE RÉCRÉATIVE .....	5
STATISTIQUES SUR LES CAPTURES .....	5
ANALYSE SPATIALE.....	6
MODÈLE DE DÉPLÉTION .....	7
ÉVALUATION .....	9
DÉBARQUEMENTS.....	9
RAPPORTS DE JOURNAUX DE BORD ET QUALITÉ DES DONNÉES .....	10
ZPP 21A.....	11
ZPP 22 .....	12
WEST POINT .....	12
CAPE TORMENTINE .....	13
ZPP 24 .....	14
PICTOU.....	15
RELEVÉS DE RECHERCHE 2012-2016 .....	15
RÉSULTATS DE RELEVÉ .....	17
ESTIMATIONS DU RELEVÉ .....	19
ZPP 21A.....	19
ZPP 22 nord – West Point .....	19
ZPP 22 sud – Cape Tormentine .....	19
ZPP 24 Pictou .....	19
ÉCARTS ENTRE LES ESTIMATIONS PROVENANT DES RELEVÉS ET LES ESTIMATIONS PROVENANT DU MODÈLE DE DÉPLÉTION .....	19
DISCUSSION.....	20
APPROCHE DE PRÉCAUTION .....	25

---

RÉFÉRENCES CITÉES.....	26
TABLEAUX.....	32
FIGURES.....	57
ANNEXES.....	118
ANNEXE 1 .....	118
ANNEXE 2 .....	120
ANNEXE 3 .....	122
ANNEXE 4 .....	123
ANNEXE 5 .....	124
ANNEXE 6 .....	125
ANNEXE 7 .....	133
ANNEXE 8 .....	135
ANNEXE 9 .....	137
ANNEXE 10 .....	138
ANNEXE 11 .....	143
ANNEXE 12 .....	156

---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Dates du début de la ponte dans certaines Zones de Pêche du Pétoncle (ZPP) du sud du golfe du Saint-Laurent selon l'Index Gonado-Somatique (IGS), y inclut l'année de l'étude, les commentaires sur des pontes partielles et la référence correspondante.....	32
Tableau 2. Sommaire des mesures de gestion dans la pêche aux pétoncles du sud du golfe du Saint-Laurent. ....	33
Tableau 3. Description des zones tampon et des fermetures temporaires pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) avec les limites de profondeur et l'année de mise en œuvre de chacun. ....	34
Tableau 4. Répartition des permis de pêche commerciale du pétoncle et estimations du nombre de permis de pêche actifs ainsi que du total des permis de pêche (entre parenthèses) par ZPP de 2011 à 2016. ....	35
Tableau 5. Nombre de permis, rapports de journaux de bord retournés, débarquements (en nombre de pétoncle) et estimation du poids de muscle de pétoncles dans la pêche récréative du pétoncle du sud du golfe du Saint-Laurent de 2003 à 2016.....	36
Tableau 6. Débarquement de pétoncle (muscles, t) pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) de la région du Golfe, de 1968 à 2016. ....	37
Tableau 7. Nombre de voyages de pêche (jours) pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) dans la région du Golfe, de 1968 à 2016. ....	39
Tableau 8. Étendue spatiale approximative (km <sup>2</sup> ) des activités de pêche utilisée pour les relevés de recherché et des gisements de pétoncle de la région du Golfe selon des positions géographiques de pêche de 2001 à 2016 tirées de journaux de bord (les gisements sont définis par le contour de 20 voyages par km <sup>2</sup> par la méthode de noyau).....	41
Tableau 9. Proportions des débarquements du Golfe attribuée à chaque gisement principal et des trois gisements combinés telles que rapportés dans les journaux de bord commerciaux de 2001 à 2016.....	42
Tableau 10. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 21, de 2011 à 2016.....	43
Tableau 11. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 22, de 2011 à 2016.....	44
Tableau 12. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 23, de 2011 à 2016.....	45
Tableau 13. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 24, de 2011 à 2016.....	46
Tableau 14. Proportion des débarquements de la ZPP attribuée à chaque gisement principal selon les journaux de bord de 2001 à 2016.....	47
Tableau 15. Les résultats du modèle de déplétion pour chaque gisement principal correspondant à la strate d'effort élevé de 2003 à 2016 indiquant le nombre de rapports de journaux de bord (n jdb), le coefficient de capturabilité (q), captures cumulées en tonnes de muscles (C), Biomasse estimée avant la pêche (B <sub>0</sub> (t)) et le taux d'exploitation estimé (Ê). Les cellules ombragées avec le texte en italique indiquent que le modèle n'était pas significatif (P > 0.05). ....	48
Tableau 16. Description des relevés de recherche indiquant la zone, la date, les strates (et profondeurs), l'aire, la proportion de l'aire de la strate et le nombre de stations aléatoires pour chaque relevé. ....	52
Tableau 17. Nombre de pétoncles échantillonnés (n), hauteur de coquille (mm; moyenne, écart type, fourchette de taille), poids du muscle maximal, âge maximal du pétoncle commercial (≥ 80 mm), et rapport des claquettes dans les relevés de recherche par les navires scientifiques dans les zones de pêche du pétoncle du sud du golfe du Saint-Laurent, de 2012 à 2016.....	54

---

Tableau 18. Nombre de pétoncles mesurés (n), des hauteurs de coquille (mm; moyenne et écart-type, fourchette de taille), pour chaque gisement principal (strate d'effort élevé) dans les relevés de recherche (2012-2016). .....	55
Tableau 19. Les indices de biomasse (non corrigés en fonction de l'efficacité du trait) des pétoncles de taille commerciale ( $\geq 80$ mm de hauteur de coquille) relevés par un navire de recherche dédié aux ZPP, selon le poids du muscle (kg par trait standard de 437,27 m <sup>2</sup> ; moyenne, erreur type (SE)), densité (g m <sup>-2</sup> ), superficie de la strate correspondante à effort élevé (km <sup>2</sup> ), biomasse estimée (poids du muscle, t), débarquements au prorata de la strate et taux d'exploitation. ....	56

---

## LISTE DES 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. ....57
- Figure 2. Drague de type Digby couramment utilisé dans la pêche commerciale du pétoncle dans la région du Golfe du MPO, avec barre de débarquement munie de roue. ....57
- Figure 3. Nombre de permis de pêche commerciale du pétoncle de 1986 à 2016 dans la région du Golfe pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP). ....58
- Figure 4. Strates (en bleu) utilisées lors des relevés de recherche (2012 à 2016) qui définissent les gisements pour les estimations de taux de capture et du modèle de déplétion. ....58
- Figure 5. Graphique théorique du modèle de régression linéaire du déclin de l'indice d'abondance en fonction des captures cumulées utilisé pour estimer la biomasse exploitable avant la pêche ( $B_0$ ), la pente ( $q$ ) et l'intercepte ( $qB_0$ ). Modifiée de Ogle 2016. ....59
- Figure 6. Débarquement commercial de pétoncles géants (tonnes de muscles) et nombre de voyages (somme des jours avec les débarquements individuels déclarés) dans la pêche du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1968 à 2016. La moyenne à long terme des débarquements de 1968 à 2010 est indiquée par la ligne pointillée. ....59
- Figure 7. Débarquement commercial de pétoncles géants (tonnes de muscles) et nombre de voyages (somme des jours où des débarquements individuels sont déclarés) dans les ZPP 21, 22, 23 et 24 de la pêche du pétoncle géant du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1987 à 2016. Notez que l'échelle de l'axe des y diffère pour la ZPP 23. ....60
- Figure 8. Débarquement annuel de pétoncles de la Région du Golfe par Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) et prix moyen par kg de muscle. ....61
- Figure 9. Distribution spatiale de l'effort (points noirs) selon les journaux de bord commerciaux de 2011 à 2016 montrant les zones tampon (en bleu) et les fermetures temporaires (région hachuré). ....62
- Figure 10. Diagramme de densité de noyau des voyages de pêche commerciale du pétoncle dans le sud du golfe du Saint-Laurent, exprimée en nombre total de voyages avec données positionnelles par km<sup>2</sup> pour les années 2001 à 2016. 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. Les strates d'échantillonnage respectives (ligne noire) utilisées lors des relevés de recherche sur le pétoncle (2012 à 2016), qui servent à définir le gisement de pétoncles pour le taux de capture et d'autres estimations de l'abondance, sont également indiquées. ....63
- Figure 11. Pourcentage des journées de pêche rapportées dans les journaux de bord par rapport aux journées rapportées dans les bordereaux de vente commerciaux par ZPP dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 2001 à 2016. Le nombre de rapports de la ZPP 23 en 2007 a été insuffisant pour permettre un calcul fiable. Pour la clarté de présentation, le pourcentage de 2007 (0 %) de la ZPP 23 n'est pas présenté sur le graphique. ....64
- Figure 12. Pourcentage des débarquements commerciaux rapportés en fonction du type d'acheteur: inconnu (code 0), commercial (codes commerciaux) et local (code 9997) dans chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP 21, 22, 23 et 24) provenant des journaux de bord et des bordereaux de vente de 2003 à 2015. ....64
- Figure 13. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements (tonnes de muscles) correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour les sous-zones A, B et C de la ZPP 21 (débarquements en gris hachuré, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Notez que dans la sous-zone A, la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016. L'effort de pêche n'est pas disponible en 2001 et 2002. ....65
- Figure 14. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement de la ZPP 21A et les débarquements annuels totaux

---

(incluant les débarquements prorata) (noir). Notez que dans la sous-zone A, la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016. ....	65
Figure 15. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement de la ZPP 21A. Notez que la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016 selon un seuil minimum de 3 kg par heure en place comme mesure de gestion. ....	66
Figure 16. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement de la ZPP 21A (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Notez que la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016 selon un seuil minimum de 3 kg par heure (ligne noire horizontale) en place comme mesure de gestion. Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	66
Figure 17. Taux de capture hebdomadaire (kg h <sup>-1</sup> ) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2013 à 2014 pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A tirés des journaux de bord. ....	67
Figure 18. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2013 à 2014 pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A tirées des journaux de bord. ....	67
Figure 19. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement de la zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 6 m). Notez que la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016 et que la pêche de 2015 était trop faible pour montrer un signal. Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	68
Figure 20. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A dans la baie des Chaleurs pour chaque année de 2003 à 2008. ....	69
Figure 21. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A dans la baie des Chaleurs pour chaque année de 2009 à 2016. ....	70
Figure 22. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement West Point (ZPP 22), (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	71
Figure 23. Proportion of Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 22 landings from the West Point and Cape Tormentine beds between 2001 and 2016 according to fishing positions reported in logbooks. ....	71
Figure 24. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour la zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 22 (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 4.9 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	72
Figure 25. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement West Point et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir). ....	72
Figure 26. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement West Point. ....	72

---



Figure 27. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirées des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement West Point (ZPP 22), (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.....	73
Figure 28. Taux de capture hebdomadaire (kg h <sup>-1</sup> ) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de cinq semaines de 2013 à 2014 pour le gisement West Point tirés des journaux de bord.....	74
Figure 29. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2011 à 2016 pour le gisement West Point tirées des journaux de bord. ....	75
Figure 30. Graphique spatiale des débarquements totaux (kg) par km <sup>2</sup> du gisement West Point selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. ....	76
Figure 31. Graphique spatiale de l'effort cumulatif (heures de traits pêchées) par km <sup>2</sup> du gisement West Point selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. ....	77
Figure 32. Graphique spatiale du taux de capture (kg h <sup>-1</sup> ) du gisement West Point selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. (heures de traits de pêche).....	78
Figure 33. Graphique spatial du nombre de voyages (jours) par km <sup>2</sup> du gisement West selon les journaux de bord de la pêche commerciale pour les années 2011 à 2016. (points par km carré) .....	79
Figure 34. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement West Point (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 4.9 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	80
Figure 35. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2003 à 2006. ....	80
Figure 36. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2007 à 2012. ....	81
Figure 37. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2013 à 2016. ....	82
Figure 38. Estimations du modèle de déplétion de la biomasse exploitable relative de la pêche (B <sub>0</sub> ; section de gauche, t) au début de la pêche et taux d'exploitation (section de droite) pour le gisement de pétoncle dans la ZPP 21A de 2003 à 2006 et en 2013.....	83
Figure 39. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement Cape Tormentine et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir).....	84
Figure 40. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement Cape Tormentine. ....	84
Figure 41. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirées des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement Cape Tormentine (ZPP 22), (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.....	84

Figure 42. Taux de capture hebdomadaire (kg h <sup>-1</sup> ) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de cinq semaines de 2013 à 2014 pour le gisement Cape Tormentine tirés des journaux de bord. ....	85
Figure 43. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2011 à 2016 pour le gisement Cape Tormentine tirées des journaux de bord. ....	86
Figure 44. Graphique spatiale des débarquements totaux (kg) par km <sup>2</sup> du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. ....	87
Figure 45. Graphique spatiale de l'effort cumulatif (heures de traits pêchées) par km <sup>2</sup> du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. ....	88
Figure 46. Graphique spatiale du taux de capture (kg h <sup>-1</sup> ) du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. (heures de traits de pêche). ....	89
Figure 47. Graphique spatial du nombre de voyages (jours) par km <sup>2</sup> du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de la pêche commerciale pour les années 2011 à 2016. (points par km carré). ....	90
Figure 48. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement Cape Tormentine (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 4.9 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	91
Figure 49. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2003 à 2007. ....	91
Figure 50. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2008 à 2012. ....	92
Figure 51. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2013 à 2016. ....	93
Figure 52. Estimations du modèle de déplétion de la biomasse exploitable relative de la pêche (B <sub>0</sub> ; section de gauche, t) au début de la pêche et taux d'exploitation (section de droite) pour le gisement de pétoncle dans la ZPP 21A de 2003 à 2006 et en 2013. ....	94
Figure 53. Taux de capture annuelles (kg par heure de dragage) et effort estimé (heures de dragage) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirées des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour la ZPP 24 (débarquements en gris hachuré, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données d'effort n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	95
Figure 54. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 24 (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 5 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	95
Figure 55. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement Pictou et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir). ....	96
Figure 56. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement Pictou. ....	96

Figure 57. Taux de capture annuelles (kg par heure de dragage) et effort estimé (heures de dragage) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement Pictou (ZPP 24) (débarquements en gris hachuré, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données d'effort n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.....	97
Figure 58. Taux de capture hebdomadaire (kg h <sup>-1</sup> ) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de sept semaines de 2013 à 2014 pour le gisement Pictou tirés des journaux de bord .....	98
Figure 59. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2011 à 2016 pour le gisement Pictou tirées des journaux de bord. ....	99
Figure 60. Graphique spatiale des débarquements totaux (kg) par km <sup>2</sup> du gisement Pictou selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. ....	100
Figure 61. Graphique spatiale de l'effort cumulatif (heures de traits pêchées) par km <sup>2</sup> du gisement Pictou selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. ....	101
Figure 62. Graphique spatiale du taux de capture (kg h <sup>-1</sup> ) du gisement Pictou selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. (heures de traits de pêche). ....	102
Figure 63. Graphique spatial du nombre de voyages (jours) par km <sup>2</sup> du gisement Pictou selon les journaux de bord de la pêche commerciale pour les années 2011 à 2016. (points par km carré). ....	103
Figure 64. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement Pictou (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 5 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002. ....	104
Figure 65. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2003 à 2007. ....	104
Figure 66. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2007 à 2012. ....	105
Figure 67. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2013 à 2016.....	106
Figure 68. Strates et positions des traits d'échantillonnage (points noirs) attribués aléatoirement (par strate) pour les relevés de pétoncles dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2012 à 2016. Il est à noter que la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 22 est divisée en ZPP 22 nord et ZPP 22 sud et que des strates ont été attribuées à chacune. De même pour la ZPP 21A, la ZPP 24 et pour les ZPP 21B et 21C combinées. ....	107
Figure 69. Research survey gear composed of a toothed 8-gang scallop drag used in the 2012 and 2013 scallop surveys (a) and in the 2014 to 2016 surveys (b) in the sud du golfe du Saint-Laurent. ....	107
Figure 70. Distribution spatiale des indices d'abondance du pétoncle géant (nombre par trait standard) de taille commerciale (≥ 80 mm) dans les relevés du sud du golfe du Saint-Laurent, de 2012 à 2016. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité de pétoncles.....	108
Figure 71. Distribution spatiale des indices d'abondance du pétoncle géant (nombre total par trait standard) de petite taille (< 80 mm) des relevés dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 2012 à 2016. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles.....	109
Figure 72. Structure de taille des pétoncles par ZPP d'après les relevés de recherche de 2012 à 2016 à l'aide d'une drague munie de paniers doublés (14 mm). La ligne verticale rouge de	

---

chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux. ....	110
Figure 73. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement de la ZPP 21a (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2013 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux. ....	111
Figure 74. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement West Point (ZPP 22) (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2014 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux. ....	112
Figure 75. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement Cape Tormentine (ZPP 22) (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2012 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux. ....	113
Figure 76. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement Pictou (ZPP 24) (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2015 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux. ....	114
Figure 77. Graphique spatiale du taux de capture moyen ( $\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) du gisement West Point selon les données de journaux de bord commerciaux de 2014 (panneau supérieur) et selon les données provenant du relevé de recherche de 2014 (panneau inférieur). Comparaison PUE relevé/journaux. (Heures de traits de pêche). ....	115
Figure 78. Graphique spatiale du taux de capture moyen ( $\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) du gisement Cape Tormentine selon les données de journaux de bord commerciaux de 2012 (panneau supérieur) et selon les données provenant du relevé de recherche de 2012 (panneau inférieur). Comparaison PUE relevé/journaux. (Heures de traits de pêche). ....	116
Figure 79. Graphique spatiale du taux de capture moyen ( $\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) du gisement Pictou selon les données de journaux de bord commerciaux de 2015 (panneau supérieur) et selon les données provenant du relevé de recherche de 2015 (panneau inférieur). Comparaison PUE relevé/journaux. (Heures de traits de pêche). ....	117

---

## RÉSUMÉ

Ce document présente les indicateurs de pêche commerciale utilisés pour l'évaluation des stocks de pétoncle géant effectuée en 2018 pour les eaux intérieures du sud du golfe du Saint-Laurent jusqu'à la saison de pêche de 2016. Le document comprend les méthodologies, les statistiques sur les pêches commerciales et les résultats des relevés de recherche (2012-2016). Nous présentons les taux de débarquement, d'effort et de capture au niveau de la zone de pêche du pétoncle (ZPP) et au niveau du gisement pour les séries chronologiques disponibles (2003 à 2016). Un modèle Leslie a été utilisé pour la première fois pour estimer les taux d'exploitation et de biomasse exploitable pour les deux grands gisements de la ZPP 22, Cape Tormentine et West Point, pour chaque année où des données sont valides (2003 à 2016). Nous présentons également des estimations pour certaines années (2003, 2011 et 2012) dans le cas du gisement Pictou dans la ZPP 24; le modèle ne s'ajustait pas bien aux données pour les autres années. Les estimations de déplétion pour le gisement de la ZPP 21A sont présentées pour les années où le modèle pouvait s'ajuster aux données (2003, 2005, 2006, 2013 et 2014).

---

## INTRODUCTION

### 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 sédentaire. Le pétoncle géant se nourrit en filtrant les particules de phytoplancton, de microzooplancton et de détritiques. 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 températures de l'eau de 8 à 18°C, et la température optimale pour la croissance se situe entre 10 et 15°C (Young-Lai et Aiken 1986, Stewart et Arnold 1994, Frenette 2004). Les températures supérieures à 18°C peuvent entraîner un stress pour les pétoncles géants, tandis que les températures supérieures à 21°C peuvent être mortelles (Dickie 1958, Stewart et Arnold 1994). Par le passé, des cas de mortalité massive de pétoncles ont été signalés dans des régions du sud du Golfe où les températures étaient élevées. 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 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. Des mesures d'isotopes d'oxygène dans les coquilles de pétoncles ont confirmé que les lignes de croissance représentent des événements annuels (Tan *et al.* 1988). On peut déterminer l'âge des pétoncles en comptant ces anneaux, et on peut déterminer 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 des stocks actuels 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 du muscle augmente de façon exponentielle avec la hauteur de coquille. Néanmoins, des écarts sont observés entre les pétoncles de même taille : le poids du muscle peut varier dans l'espace et dans le temps (annuellement et de façon saisonnière) selon 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 le 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 du muscle d'un mois à l'autre et une variabilité de 31 % entre différentes zones du banc de Georges (É.-U.) au cours d'un même 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 mâles-femelles est généralement de 1:1, à l'exception des hermaphrodites occasionnels (Worms et Davidson 1986). Les pétoncles géants atteignent la maturité sexuelle (leurs follicules sont complètement vidés) lorsque leur hauteur de coquille dépasse 60 mm (Davidson 1998, Davidson et Worms 1989), soit à un âge d'environ trois ans dans le sGSL (Chouinard 1984). Les pétoncles ont un taux de fécondité très élevé : une femelle peut produire de 1 à 270 millions d'œufs par événement annuel de ponte. 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 insignifiante 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 (Barber et Blake 2016, Parsons *et al.* 1992). Les variations soudaines de température attribuables au mélange vertical des eaux chaudes ont été associées à la ponte dans le golfe du Saint-Laurent (Bonardelli *et al.* 1996). Lors de la ponte, les gamètes mâles et femelles sont libérés de façon synchronisée dans la colonne d'eau. La fertilisation est externe, d'où l'importance que les pétoncles individuels soient à proximité les uns des autres sur les gisements. Dans le sGSL, la période de la ponte varie annuellement, mais débute habituellement entre la mi-août et la mi-septembre, et dure de deux à quatre semaines (tableau 1, 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). Le substrat approprié peut être constitué de cailloux, de faune filamenteuse (p. ex. hydraires, 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 constituer un substrat efficace pour la fixation byssale et la protection contre la prédation (Bourgeois *et al.* 2006). Les pétoncles juvéniles sont vulnérables aux prédateurs et 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 le rétablissement des hydraires à croissance rapide qui constituent un support approprié pour la fixation des larves (Bradshaw *et al.* 2005). Par contre, les pétoncles adultes présentent un faible taux de mortalité naturelle. Leurs principaux prédateurs sont les étoiles de mer (p. ex. *Asterias vulgaris* et *Leptasterias polaris*) et les crustacés (p. ex. *Cancer irroratus* et *Homarus americanus*). Bien que les pétoncles géants soient généralement considérés comme sédentaires, ils peuvent nager sur de courtes distances pour échapper à des prédateurs et à des conditions environnementales défavorables (Manuel et Dadswell 1993).

## DESCRIPTION DE LA PÊCHE

Les activités de pêche commerciale, de pêche récréative et de pêche autochtone limitée à des fins alimentaires, sociales et rituelles qui visent le pétoncle géant se pratiquent dans le sud du golfe du Saint-Laurent. La pêche du pétoncle est importante pour de nombreuses collectivités côtières, et vient souvent compléter la pêche 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 – 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 en chair (tableau 2). Les prises sont surveillées par le contrôle des bordereaux de vente des acheteurs inscrits et des journaux de bord des pêcheurs. Dans la région du Golfe, le prix payé aux pêcheurs est passé de 0,57 \$/kg (0,26 \$/lb) en 1967 à 17,64 \$/kg (8 \$/lb) en 1994, et a depuis fluctué entre 13,26 \$ et 28,66 \$/kg (6 \$ et 13 \$/lb) (Mallet 2010).

Bien que les prix puissent influencer sur l'effort de pêche, rien n'indique que ce soit le cas en ce qui concerne la pêche du pétoncle dans le Golfe. Un historique de la pêche du pétoncle dans le Golfe est présenté dans le document de Lanteigne et Davidson (1991).

---

## 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). Cette sous-division a facilité la gestion d'un projet d'ensemencement du pétoncle mené de 1999 à 2010 par l'Union des pêcheurs des Maritimes (Davidson *et al.* 2019). Chaque ZPP et sous-zone comporte ses propres mesures de gestion (tableau 2).

## ZONES TAMPONS

Dans la région du Golfe, des zones tampons ont été établies 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 ministère des Pêches et des Océans (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; ils sont décrits au tableau 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 (tableau 3). Par exemple, de 2005 à 2010, une zone de 210 km<sup>2</sup> à l'ouest du pont de la Confédération a été fermée à la demande des pêcheurs de pétoncles de la ZPP 22. La zone avait été fermée pour permettre le rétablissement du stock de pétoncles. Toutefois, cette zone couvrait seulement 2 % (1,7 km<sup>2</sup>) du gisement principal de Cape Tormentine (tel que défini ci-dessous par analyse de la densité de noyau; l'isobathe de 20 voyages de pêche par km<sup>2</sup>). 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 h<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup> (c.-à-d. 3 kg h<sup>-1</sup>). Cette limite du taux de capture est fondée sur un seuil économique.

## 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 (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/previsions-observations-glaces/conditions-glaces-plus-recentes.html>). 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. Chaque ZPP a sa propre saison, qui est définie à partir de discussions et d'une entente 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 cinq semaines, tandis que pour la ZPP 21 il s'agit principalement d'une pêche estivale, et la ZPP 23 combine une période de pêche estivale et une période en automne. Depuis 1998, la ZPP 24 comporte uniquement une période de pêche à l'automne d'une durée d'environ six semaines. Auparavant, elle comportait également une période de pêche printanière. Dans la plupart des ZPP, la pêche est seulement permise entre 6 h et 18 h et peut être interdite pendant la fin de semaine (le samedi et/ou le dimanche). La ZPP 21B fait



---

exception : chaque semaine, la pêche commence le lundi à 5 h 30 et se termine le vendredi à 14 h. 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 sont présentés au tableau 2.

## **ENGINS DE PÊCHE**

La pêche commerciale du pétoncle se pratique avec des bateaux de pêche de moins de 14 m (45 pi). La plupart des membres de l'industrie utilisent des dragues de type Digby (figure 2), mais certains utilisent des dragues à chaîne. La largeur maximale de drague permise varie d'une ZPP à l'autre, de 4,88 m à 6 m. La longueur totale de l'engin, le diamètre des anneaux, le type et le nombre de rondelles et la barre de remorquage sont décrits dans les conditions de permis de chaque ZPP (tableau 2).

Depuis le début de la pêche, de nombreux changements ont été apportés aux pratiques de l'industrie, notamment en ce qui concerne les engins de pêche. Par exemple, en 2001, le diamètre minimal des anneaux utilisés dans les paniers est passé de 76 mm (3 po) à 82,6 mm (3¼ po) dans la ZPP 22. Ce changement a été mis en œuvre comme mesure de conservation pour réduire la capture de pétoncles de petite taille. Depuis 2003, ce changement a été mis en œuvre dans toutes les ZPP.

## **COMPTE EN CHAIR**

Il n'y a pas de réglementation stipulant une taille minimale pour les pétoncles débarqués dans le Golfe. Néanmoins, la taille est dans une certaine mesure dictée par la taille des anneaux de la drague (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 2). Le compte en chair stipulé par la réglementation est le plus élevé dans la ZPP 24, où le nombre de 52 pétoncles reflète le poids plus faible du muscle 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. Dans toutes les autres ZPP, le nombre maximal de muscles de pétoncle par 500 g est de 39 unités. 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 1986).

## **PERMIS**

La possibilité d'entrer dans l'industrie de la pêche du pétoncle dans la région du Golfe est restreinte depuis les années 1970, alors que le nombre de permis était déjà très élevé. De 2012 à 2016, de 768 à 773 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 4). Aux fins du présent rapport, un permis de pêche du pétoncle est considéré comme actif si au moins un débarquement est déclaré pendant la saison de pêche. Le nombre de permis actifs, estimé à partir des rapports statistiques sur les débarquements et des journaux de bord, est nettement plus faible que le nombre de permis délivrés, et variait de 145 à 189 au cours de la même période. De 2011 à 2016, entre 19 % et 25 % des titulaires de permis étaient actifs. Le pourcentage le plus élevé de permis actifs a été enregistré pour la ZPP 22 (de 42 à 54 %), et le pourcentage le plus faible, dans la ZPP 23 (de 1 à 10 %) (tableau 4). La variation du nombre de permis actifs de 1986 à 2016 (figure 3) montre que le taux de participation récent à la pêche a été faible, avec environ 200 permis actifs depuis le début des années 2000, comparativement à

---

plus de 500 permis actifs entre 1993 et 1998. Par conséquent, il y a un important niveau d'effort latent qui doit être pris en compte dans l'approche de précaution pour les futures décisions de gestion.

## **DÉBARQUEMENTS ET JOURNAUX DE BORD**

La dernière évaluation du pétoncle géant dans le Golfe, réalisée en 2011, présentait les données sur les débarquements et les données des journaux de bord jusqu'en 2010 (Davidson *et al.* 2012). Les données ont été analysées au niveau de la ZPP et aucun modèle empirique n'a été utilisé. Dans l'évaluation de 2011, les données historiques sur les débarquements indiquaient que l'abondance des stocks dans le Golfe était faible. De même, les débarquements commerciaux dans la présente évaluation pour 2018 sont déclarés selon le poids du muscle, et ces chiffres proviennent des bordereaux de vente des acheteurs inscrits et, depuis 2001, des journaux de bord des pêcheurs. Contrairement à l'évaluation précédente, la présente évaluation ne tient pas compte des formulaires supplémentaires B (code d'acheteur 9000) qui représentaient des estimations par les agents des pêches des débarquements non déclarés. Ces estimations étaient incluses dans les débarquements depuis 1982, mais ont été abandonnées en 2009. Cependant, aucune méthode définie ou uniforme n'était utilisée pour obtenir ces estimations.

Les journaux de bord font partie des conditions de permis et sont obligatoires. Les pêcheurs doivent rapporter les 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 toute observation appropriée, comme la compte en chair et les anomalies. 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. Les données commerciales jusqu'en 2016 étaient disponibles et sont incluses dans la présente évaluation.

Chaque entrée du journal de bord est jumelée au bordereau de vente correspondant d'un acheteur inscrit. Les entrées d'un journal de bord qui ne sont pas associées à un bordereau de vente correspondant sont interprétées comme destinées à la vente locale ou à la consommation personnelle. Par ailleurs, les bordereaux de vente sans entrée de journal de bord correspondante sont considérés comme non conformes aux conditions du permis.

## **PÊCHE RÉCRÉATIVE**

Les prises de la pêche récréative en plongée sous-marine sont consignées dans les journaux de bord depuis 2003. En 2016, 264 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<sup>er</sup> mai au 31 octobre); et une hauteur de coquille minimale (102 mm). Le nombre de permis actifs annuels (c.-à-d., pour lesquels des débarquements ont été déclarés dans les journaux de bord) a varié entre 11 et 55 au cours de la période de 2003 à 2016 (tableau 5). La majeure partie des activités se sont déroulées dans la ZPP 21.

## **STATISTIQUES SUR LES CAPTURES**

La Direction des sciences du MPO utilise 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 est exprimé en heures (h). L'effort peut être calculé en fonction de deux sources dans les données du journal de bord :

1. Le nombre total d'heures entre le début du premier trait et la fin du dernier trait de la journée, soit les « heures de pêche » (données disponibles depuis 2001).
2. Le nombre de traits multiplié par la durée moyenne des traits, soit les « heures draguées » (données disponibles depuis 2003). C'est cette mesure de l'effort qui a été utilisée pour la présente évaluation, parce qu'elle est jugée plus informative.

Toutefois, les données sur l'effort ne sont habituellement pas disponibles pour tous les rapports de captures. Pour les captures qui ne comportent pas de données sur l'effort (captures <sub>sans jdb</sub>), l'effort (effort <sub>sans jdb</sub>) est calculé en utilisant le taux de captures connu (taux de captures <sub>jdb</sub>) pour la ZPP (ou le gisement), où le taux de capture correspond au poids des captures en kilogrammes du muscle de pétoncle divisé par le nombre d'heures draguées (kg h<sup>-1</sup>) d'après les journaux de bord qui précisent l'effort :

$$Effort_{\text{ sans jdb}}(h) = \frac{\text{captures}_{\text{ sans jdb}}(kg)}{\text{taux de prise}_{\text{ jdb}}(kg h^{-1})} \quad (1)$$

Lorsque l'effort est exprimé en heures-mètres (hm), il s'agit de l'effort en heures multiplié par la largeur de la drague en mètres. Cette mesure permet 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 l'évaluation précédente (Davidson *et al.* 2012), le PUE était exprimé en kilogrammes du muscle de pétoncle par heure de pêche multipliés par la largeur de la drague (c.-à-d. kg h<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>) (équation 2). Dans la présente évaluation, l'expression privilégiée et plus intuitive du taux de capture est le poids en kilogrammes de muscles de pétoncle divisé par le nombre d'heures draguées (kg h<sup>-1</sup>) (équation 3). En outre, la capture par heure draguée est un indice d'abondance plus exact et informatif que la capture par heure de pêche (Caddy 1989). Les taux de capture ont été calculés de façon similaire à partir du programme d'échantillonnage en mer de 2001 à 2005 (Davidson *et al.* 2012). Ces dernières données ont été obtenues à partir d'une journée de pêche commerciale par gisement et par année avec un biologiste du MPO à bord.

$$\text{taux de capture} (kg h^{-1}m^{-1}) = \frac{\sum \text{capture}(kg)}{\sum \text{heures de pêche}(h) * \text{largeur de drague}(m)} \quad (2)$$

$$\text{taux de capture} (kg h^{-1}) = \frac{\sum \text{capture}(kg)}{\sum \text{heures draguée}(h)} \quad (3)$$

## ANALYSE SPATIALE

La présente évaluation examine également les données du point de vue spatial, par gisement de pétoncles, en se fondant sur la géolocalisation quotidienne des pêches extraites des journaux de bord de 2001 à 2016. Cette approche est logique sur le plan biologique dans le cas des pétoncles géants, car il s'agit d'une espèce sédentaire dont les individus se rassemblent habituellement dans des gisements (Caddy 1989). Le fait de se pencher principalement sur les 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. En ce qui concerne l'impact environnemental de la pêche à la drague sur le fond de la mer, l'analyse spatiale peut également permettre de quantifier l'empreinte de l'activité de pêche au fil du temps.

Les gisements de pétoncles ont été définis comme une fonction de la concentration spatiale de l'effort de pêche. Bien que la cartographie spatiale directe de la densité du pétoncle puisse

---

donner des résultats plus précis, en l'absence de cette information, les connaissances locales des pêcheurs peuvent servir à déterminer l'emplacement des gisements (Brown *et al.* 2012, Smith *et al.* 2015). Pour évaluer la densité et la répartition spatiale de l'effort, les coordonnées de pêche quotidiennes pour les années 2003 à 2016 ont été analysées au moyen de l'estimation par noyau, afin de produire une surface continue de l'activité de pêche (voir la figure 10 et l'annexe 11). Cette approche permet d'établir une carte lissée de la densité des rapports de journaux de bord, exprimée en voyages de pêche par km<sup>2</sup>. La fonction utilise un rayon de recherche de voisinage (c.-à-d. largeur de bande) de 1 000 m pour produire une carte de densité comportant une longueur de bordure de 250 m. Cette analyse a été effectuée au moyen de l'extension Spatial Analyst dans ArcGIS v10.5. Les limites des gisements ont été déterminées par le contour de la densité de noyau d'une valeur seuil de 20 voyages de pêche par km<sup>2</sup> au cours de la période de 2003 à 2016.

Les rapports de journal 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 de la ZPP qui avaient un lieu de pêche précisé. Nous supposons 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 suppose que les taux de capture déclarés dans les journaux de bord équivalent aux taux de capture extraits des données sur les débarquements pour lesquels l'effort est inconnu. Les données géographiques permettent d'examiner spatialement l'effort et le taux de capture et de les distinguer par gisement de pétoncles.

Le total des débarquements et l'effort cumulatif pour chaque année ont été tracés à l'aide des outils Create Fishnet et Spatial Join dans ArcGIS v10.5. Les taux de capture moyens extraits des journaux de bord ont été cartographiés par interpolation de surfaces continues à l'aide d'un schéma de pondération inverse à la distance (IDW). 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 distance des points voisins. Pour cette application, l'interpolation a été fondée sur un minimum de dix points voisins, et les poids ont été ajustés selon le carré de la distance inverse. Les valeurs moyennes ont été utilisées pour les points coïncidents. Le schéma d'IDW 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 v10.5.

La superficie couverte par la pêche du pétoncle, ou empreinte, a été estimée en utilisant l'effort total au prorata, et en supposant que les pêcheurs utilisent tous une vitesse de pêche similaire de 2,5 nœuds (ou 4,6 km h<sup>-1</sup>) (Davidson *et al.* 2012) et respectent la largeur maximale de drague permise dans chaque ZPP. Ce calcul ne tient pas compte des traits répétés sur une même superficie et peut entraîner une surestimation de la superficie balayée. Si des systèmes de surveillance des navires (SSN) venaient à être mis en œuvre à l'avenir, les estimations de l'empreinte seraient grandement améliorées.

## **MODÈLE DE DÉPLÉTION**

Un modèle de déplétion des stocks de Leslie a été appliqué aux données extraites des journaux de bord sur les taux de capture quotidiens (kg h<sup>-1</sup>) en fonction des captures cumulées pour les plus importants gisements de pétoncles dans le sGSL. Les données extraites des journaux de bord et des déclarations de débarquements prises en compte pour chaque gisement ont été

définies par les strates de relevé de recherche illustrées à la figure 4. Dans une analyse distincte, le modèle de Leslie a également été appliqué aux données pour chaque gisement tel que défini par une densité de 20 voyages de pêche km<sup>-2</sup> estimée par la méthode du noyau (voir l'annexe 11). Le modèle de Leslie décrit par 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 pétoncles 3 et 6; ZPP 29 [Smith *et al.* 1999, Smith *et al.* 2008b, 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 (sédentarité et faible mortalité naturelle), constitue une hypothèse raisonnable. Le modèle 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 2016, la méthode Leslie a été utilisée pour estimer la biomasse exploitable ( $B_0$ ) avant la pêche, en se référant à la régression linéaire entre le taux de capture quotidien (kg h<sup>-1</sup>) et les captures cumulées ( $t$ ) (figure 5). À partir de cette méthode analytique, deux estimations subséquentes de déplétion peuvent être obtenues, soit la capturabilité ( $q$ ) et le taux d'exploitation annuel ( $\hat{E}$ ) du gisement (Ricker 1975, Ogle 2017). Ces estimations visent la superficie utile pêchée, qui est plus petite que celle de la strate 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 1,

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

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 y. Visuellement, comme l'illustre la figure 5,  $B_0$  est le point d'intersection de la ligne de régression avec l'axe 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 pendant 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 2016 (voir le script R à l'annexe 12). Les captures cumulées quotidiennes représentent la somme des débarquements quotidiens déclarés (par gisement) jusqu'à ce jour. Les taux de captures commerciales quotidiennes (kg h<sup>-1</sup>) sont obtenus à partir des données du journal de bord,

---

comme pour 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 (annexes 1 et 2) 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 de déplétion sont présentés pour fournir un indice relatif de la biomasse exploitable et du taux d'exploitation.

## ÉVALUATION

### DÉBARQUEMENTS

On estime que les débarquements récréatifs (résultant de la plongée sous-marine), fondés sur les données des journaux de bord, variaient entre 0,02 t et 0,19 t par année au cours de la période de 2003 à 2016, pour l'ensemble des ZPP dans le sGSL, la plupart (85 %) dans la ZPP 21A (tableau 5). Du point de vue des débarquements, la pêche récréative est considérée comme négligeable par rapport à la pêche commerciale et n'est donc pas incluse dans la présente évaluation.

Les débarquements commerciaux historiques sont présentés dans les publications de Lanteigne et Davidson (1991) et du MPO (2011). Les débarquements commerciaux et le nombre de voyages de pêche (jours) dans le sGSL jusqu'en 2016 sont présentés aux tableaux 6 et 7 et à la figure 6. Les débarquements ont été faibles et relativement stables depuis 2002, s'établissant en moyenne à 102 t par année, après une baisse persistante des débarquements depuis 1996. Les débarquements pour 2015 et 2016 étaient respectivement de 71 t et 66 t, ce qui est bien inférieur à la moyenne à long terme (de 1968 à 2010) de 264 t. Des zones de pêche du pétoncle ont été établies vers 1987, et les débarquements annuels correspondants et le nombre de voyages par ZPP pour la période de 1987 à 2016 sont indiqués à la figure 7. En moyenne, les débarquements de la ZPP 22 (64 %) et de la ZPP 24 (24 %) représentaient 88 % du total des débarquements annuels dans le sGSL pendant la période de 2001 à 2016, tandis que les ZPP 21 (11 %) et 23 (1 %) représentaient le reste (figure 8).

La répartition spatiale de l'effort (figure 9), fondée sur les positions géographiques déclarées dans les journaux de bord pour chaque jour de pêche de 2011 à 2016, correspond assez bien aux gisements de pétoncles délimités à partir de relevés de recherche antérieurs (Worms et Chouinard 1983, 1984) et indique que les concentrations de pétoncle dans le sGSL ont persisté au fil du temps. Pour affiner davantage l'empreinte de l'activité de pêche, nous avons utilisé la densité de noyau du nombre agrégé de voyages de pêche par  $\text{km}^{-2}$  à partir des journaux de bord de 2001 à 2016 (tableau 8, figure 10). Ici, un point équivaut à une journée de pêche par un navire. Cette carte des densités identifie clairement trois grands gisements de pétoncles : Cape Tormentine (ZPP 22 sud), West Point (ZPP 22 nord) et Pictou (ZPP 24), tous dans le détroit de Northumberland. En fait, environ 80 % des débarquements du Golfe sont récoltés dans ces trois gisements, selon les données de 2011 à 2016 (tableau 9). Par contre, la proportion récoltée à partir de ces trois mêmes gisements au cours de la période précédente (2001 à 2005) n'était que d'environ 53 %. On trouve d'autres gisements de plus petite taille, comme celui de la ZPP 21A dans la baie des Chaleurs, en petites parcelles partout dans le sGSL. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un gisement de pétoncles important, le gisement de la ZPP 21A a été analysé de la même manière que les grands gisements en raison de ses règles de gestion particulières, en place depuis 2009, qui ont mené à deux reprises à la fermeture complète de la sous-zone pendant une période de trois ans (de 2010 à 2012 et de 2016 à 2018). Cette approche pourrait

---

mener potentiellement à une compréhension unique de la façon dont le stock de pétoncles réagit à de telles fermetures.

## **RAPPORTS DE JOURNAUX DE BORD ET QUALITÉ DES DONNÉES**

De 2001 à 2016, 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 10-13, figure 11). La conformité semble s'être détériorée pour la ZPP 22, avec des taux d'environ 70 % depuis 2012. Cela signifie qu'environ 30 % des voyages de pêche déclarés au moyen des bordereaux de vente n'ont pas d'entrée de journal de bord correspondante. 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. Cette situation est particulièrement difficile pour la ZPP 24, où un pourcentage élevé (65 %) des captures déclarées provient des ventes locales (figure 12). Depuis 2011, le pourcentage des rapports de journaux de bord qui sont utilisables pour l'analyse spatiale du taux de capture se situe entre 45 % et 60 % (tableaux 10-13), ce qui est sous-optimal.

Plus de 33 000 rapports d'activités de pêche enregistrés dans les journaux de bord entre 2001 et 2016 ont été examinés aux fins de la présente évaluation, la majorité correspondant aux trois principaux gisements (tableau 9). Les rapports inappropriés ont été retirés des calculs à l'aide de diverses catégories d'erreurs, notamment une ZPP incorrecte, des dates erronées, un manque de captures déclarées, des coordonnées de pêche manquantes, un effort non précisé, etc. Une grande incertitude est associée à l'incohérence de la quantification de l'effort de pêche, qui est exprimée soit en heures de pêche, soit en nombre et en durée moyenne des traits (heures draguées). Il n'y a pas d'indication claire à savoir si l'effort en « heures de pêche » comprenait le temps entre les traits (c.-à-d. le temps de déplacement ou de tri). Pour chaque gisement sur une base annuelle, plusieurs rapports indiquaient des « heures de pêche » supérieures aux 12 heures permises, ce qui souligne encore davantage la divergence. Une faible proportion de rapports comportait également des erreurs soupçonnées de saisie de données découlant de la numérisation des données des journaux de bord, avec des estimations très importantes ou très faibles de l'effort attribuables à la méthode de saisie des données ou à d'autres erreurs humaines (p. ex. 11,5 h entrées comme « 115 h »). Ces données erronées ont été corrigées dans la mesure du possible au moyen de données corroborantes, ou ont été omises.

Comme prévu, les taux de capture calculés à partir des données sur les heures draguées étaient supérieurs à ceux calculés à partir des heures de pêche. En raison de l'incertitude accrue concernant les heures de pêche, la mesure privilégiée et jugée plus fiable était le nombre d'heures draguées. Les heures draguées ont donc été utilisées dans les analyses suivantes de l'effort et des taux de capture.

D'autres problèmes peuvent survenir en raison de la géolocalisation inexacte des activités de pêche et de la déclaration d'une seule position géographique pour chaque jour de pêche. En outre, certains pêcheurs de pétoncles déclaraient régulièrement les mêmes coordonnées géographiques pour plusieurs jours, et il est impossible de déterminer si cela représentait de la pêche répétée ou de la commodité dans la déclaration des données. Certains journaux de bord continuent de mentionner des coordonnées du système Loran-C même si la transmission a pris fin en 2010. Les coordonnées du système Loran-C sont moins précises que les coordonnées en latitude et longitude, et leur utilisation peut entraîner des problèmes de conversion menant à l'invalidation des données géographiques de certains journaux de bord.

---

Par conséquent, les données manquantes et inexactes dans les journaux de bord sont le principal facteur d'incertitude des données sur les débarquements et l'effort de pêche utilisées dans la présente évaluation.

## **ZPP 21A**

### **Débarquements**

Pendant la période de 2001 à 2016, les débarquements annuels de la ZPP 21A a augmenté entre 2001 et 2004, passant de 9,4 t à 16,3 t, mais il a diminué depuis pour atteindre un creux de 3 t en 2014 (figure 13). Les faibles débarquements en 2015 ne sont pas divulgués conformément à la *Loi sur la protection des renseignements personnels* (moins de cinq permis de pêche étaient actifs). En 2013, la limite de la zone tampon a été augmentée de 15 m à 18 m de profondeur d'eau, ce qui a réduit de moitié la zone exploitable du gisement. Cette situation pourrait expliquer en partie la diminution du nombre de débarquements. Au cours de cette série temporelle, les débarquements provenant de cette sous-zone représentaient entre 34 % et 96 % des débarquements de la ZPP 21, sauf pour les années 2010 à 2012 et 2016, alors que la pêche était interdite dans la ZPP 21A.

De 2001 à 2016 (à l'exclusion des années de fermeture), les débarquements annuels au prorata provenant du gisement de la ZPP 21A variait de 2 t (2009) à 10 t (2002) du muscle de pétoncle et représentait de 31 % à 100 % de tous les débarquements de la ZPP 21A (tableau 14, figures 13 et 14).

### **Statistiques sur les captures**

Les taux de capture moyens ont varié d'un minimum de 1,9 kg h<sup>-1</sup> (2009) à un maximum de 5,3 kg h<sup>-1</sup> (2013) (figures 15 et 16). Les taux de capture commerciale calculés à partir des données d'échantillonnage en mer (2001 à 2005) se situent dans la fourchette obtenue à partir des données des journaux de bord et concordent presque parfaitement lorsqu'on tient compte de la semaine d'échantillonnage (annexe 3). Le taux de capture le plus élevé de la série temporelle a été enregistré en 2013, après trois ans de fermeture de la sous-zone. Toutefois, les taux de capture moyens sont immédiatement tombés sous le seuil de gestion de 3 kg h<sup>-1</sup> (c.-à-d. 0,5 kg h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>) de cette zone pour les deux années suivantes. Les taux de capture au début de la saison étaient d'environ 7,4 kg h<sup>-1</sup> en 2013 et 2,8 kg h<sup>-1</sup> en 2014, et avaient baissé respectivement à 3,5 kg h<sup>-1</sup> et 1,9 kg h<sup>-1</sup> à la fin de la saison de quatre semaines (figure 17). Les captures hebdomadaires cumulées montrent que plus de 75 % des captures sont effectuées avant la fin de la troisième semaine (figure 18).

### **Analyse spatiale**

Selon les données commerciales pour la période de 2003 à 2014, la superficie draguée chaque année est estimée à environ 43 km<sup>2</sup> (plage : 29 à 121 km<sup>2</sup>) (figure 19).

### **Estimations du modèle de déplétion**

Les modèles de déplétion pour le gisement de la ZPP 21A en 2003, 2005, 2006, 2013 et 2014 ont fourni des estimations utilisables des paramètres pour déterminer la capturabilité ( $q$ ), la biomasse initiale ( $B_0$ ) et le taux d'exploitation ( $\hat{E}$ ) (figures 20 et 21). Pour les autres années, la pêche était fermée ou il n'y avait aucune preuve d'une relation entre le taux de capture et les débarquements commerciaux. Pour ces années, il n'a pas été possible d'estimer les paramètres du modèle. Les estimations de biomasse exploitable et de l'exploitation pour toutes les années sont présentées au tableau 15. L'estimation de la biomasse exploitable avant la pêche en 2003 et 2004 était respectivement de 28,85 t et 18,59 t, mais elle a rapidement diminué pour s'établir à 8,17 t en 2006. Après la fermeture de la pêche de 2010 à 2012,



---

l'estimation de la biomasse exploitable avant la pêche en 2013 n'était que de 7,2 t, dont 5 t ont été débarquées selon les rapports. Les taux de capture en 2013 ont diminué rapidement, passant de 7,4 kg h<sup>-1</sup> au début de la saison à 3,5 kg h<sup>-1</sup> lorsque la pêche a pris fin quatre semaines plus tard (figures 17 et 21). Le taux d'exploitation estimé pour les années où les modèles de déplétion étaient statistiquement significatifs était supérieurs à 30 % et a atteint 65 % en 2013.

## **ZPP 22**

Selon les journaux de bord, les débarquements de la ZPP 22 de 2001 à 2016 ont varié annuellement d'un maximum de 95 t (2001) à un minimum de 34 t (2016) après cinq années de baisse des débarquements, de l'effort et des taux de capture (figure 22). Selon les données récentes des journaux de bord, de 2011 à 2016, la majorité des débarquements de la ZPP 22 (environ 85 %) sont partagés entre les gisements de Cape Tormentine et de West Point (tableau 14, figure 23). Il s'agit d'une augmentation par rapport à une période antérieure (2001 à 2006), pendant laquelle ces gisements ne représentaient que 66 % des débarquements. Sur une base saisonnière, la répartition entre les deux gisements varie, commençant parfois par une plus grande proportion de débarquements 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. Les variations hebdomadaires figurent à l'annexe 1.

Les taux de capture annuels ont été en moyenne de 6 kg h<sup>-1</sup>, oscillant entre 4,4 kg h<sup>-1</sup> (2006) et 8,1 kg h<sup>-1</sup> (2013) depuis le début de la série temporelle en 2003 (figure 22). Les résultats au niveau de la ZPP 22 doivent être interprétés avec prudence, compte tenu des fluctuations des taux de capture au cours de la saison entre les deux gisements principaux. Cette dynamique tendrait à atténuer les fluctuations, ce qui nécessiterait une analyse au niveau du gisement pour interpréter les tendances dans la ZPP 22.

La superficie balayée par la pêche du pétoncle chaque année s'élève en moyenne sur 254 km<sup>2</sup> dans cette ZPP (figure 24). Cette valeur a été estimée à partir de l'effort au prorata et en supposant une vitesse de dragage statique de 2,5 nœuds et une largeur de drague réglementaire maximale de 4,9 m.

## **WEST POINT**

### **Débarquements**

Pendant la période de 2001 à 2016, les débarquements annuels au prorata pour le gisement West Point variaient de 3 t (2016) à 49 t (2007) du muscle de pétoncle et représentait de 9 % à 64 % des débarquements pour la ZPP 22 (tableau 14, figure 25). Les faibles débarquements de 2016 pourraient refléter le faible poids du muscle par rapport à la taille de la coquille, tel que déclaré par les pêcheurs et confirmé par l'analyse d'échantillons (MPO, données non publiées). L'effort a vraisemblablement été déplacé vers d'autres gisements dans la ZPP 22 cette année-là pour éviter la capture des individus de plus petite taille, comme l'ont indiqué les membres de l'industrie et les données des journaux de bord. Cette année a également représenté la plus faible proportion des débarquements de la ZPP 22 en provenance du gisement West Point entre 2001 et 2016, soit 9 % (tableau 14). Un cycle d'expansion et de réduction est perceptible pour le gisement West Point en raison de l'oscillation entre les débarquements élevés et les débarquements faibles au cours des années séquentielles depuis 2001.

### **Statistiques sur les captures**

Les taux de capture annuels moyens pour la période de 2003 à 2016 variaient entre 3,6 kg h<sup>-1</sup> (2016) et 7,4 kg h<sup>-1</sup> (2011) (figures 26 et 27, annexe 4). Les taux de capture commerciale

---

calculés à partir des données d'échantillonnage en mer (2001 à 2005) se situent dans la fourchette obtenue à partir des données des journaux de bord et concordent presque parfaitement lorsqu'on tient compte de la semaine d'échantillonnage (annexe 3). Une ventilation des taux de capture par semaine pour les années 2011 à 2016 illustre une baisse généralisée au cours de la saison de pêche, et cette tendance est constante pour la plupart des années (figure 28). Dans l'ensemble, les taux de capture hebdomadaires moyens au début de la saison étaient d'environ 8 kg h<sup>-1</sup> (plage : 4,5 – 9,5 kg h<sup>-1</sup>). La saison se termine généralement avec des taux de capture d'environ 4 kg h<sup>-1</sup> (plage : 3,2 à 5,5 kg h<sup>-1</sup>). Des exceptions ont été constatées pour 2013 et 2016. En 2013, l'effort visait principalement le gisement Cape Tormentine au début de la saison. En 2016, la saison a commencé avec de faibles taux de capture d'environ 4,5 kg h<sup>-1</sup>, ce qui s'explique par le faible poids du muscle par rapport à la hauteur de coquille observé cette année-là. Les captures cumulées hebdomadaires montrent que de 73 % à 94 % du total des captures sont effectuées avant la fin de la troisième semaine, sauf en 2013 (figure 29). La saison dure cinq semaines.

### **Analyse spatiale**

Les figures 30 à 33 illustrent la variation spatiale des débarquements, de l'effort et des taux de capture. Pour les analyses au niveau du gisement, l'étendue du gisement où la majeure partie de l'effort est concentré a été définie comme le contour de densité, estimé par la méthode du noyau, de 20 voyages de pêche par km<sup>2</sup>. Selon ce calcul, le gisement West Point a une étendue spatiale d'environ 137 km<sup>2</sup>. Selon les données commerciales pour la période de 2003 à 2016, la superficie moyenne balayée par les dragues de pétoncle chaque année est estimée à 84 km<sup>2</sup> (plage : 14 à 130 km<sup>2</sup>) (figure 34).

### **Estimations du modèle de déplétion**

Le modèle de déplétion, ajusté aux données de débarquements commerciaux et de taux de capture de West Point pour 2003 à 2016, était significatif pour toutes les années ( $p < 0,05$ ) (tableau 15, figures 35 à 37). Les estimations de la biomasse exploitable provenant des modèles de déplétion variaient entre 7 t au cours de l'année d'analyse la plus récente (2016) et 83 t (2009), tandis que les taux d'exploitation annuels variaient entre 22 % et 65 %, pour une moyenne de 52 % (figure 38). La diminution des estimations de la biomasse exploitable observée au cours des cinq dernières années pourrait indiquer que la pêche est effectuée à des niveaux insoutenables.

## **CAPE TORMENTINE**

### **Débarquements**

Pendant la période de 2001 à 2016, les débarquements au prorata provenant du gisement Cape Tormentine a fluctué entre 5 t et 36 t du muscle de pétoncle, avec un sommet exceptionnel de 68 t en 2013 (figure 39). Ce gisement représentait de 12 % à 80 % des débarquements pour la ZPP 22 (tableau 14). Il y a eu une fermeture partielle de la partie ouest du gisement Cape Tormentine de 2005 à 2010. Toutefois, la partie ouest (à l'ouest du pont de la Confédération) ne représente qu'environ 7 % des débarquements pour ce gisement, selon les journaux de bord. Un cycle de fluctuation est perceptible pour les débarquements du gisement Cape Tormentine depuis 2001.

### **Statistiques sur les captures**

Les taux de capture annuels moyens calculés à partir des données sur les heures draguées pour la période de 2003 à 2016 variaient de 3,4 kg h<sup>-1</sup> (2005) à 9,5 kg h<sup>-1</sup> (2013) (figures 40 et 41 et annexe 4) pour le gisement Cape Tormentine. Les débarquements, l'effort et les taux de capture ont tous atteint un sommet en 2013. Il convient de souligner que cette occurrence était

---

dans une certaine mesure masquée au niveau de la ZPP (figure 22). Les taux de capture commerciale calculés à partir des données d'échantillonnage en mer (2001 à 2005) se situent dans la fourchette obtenue à partir des données des journaux de bord, même s'ils ne représentaient qu'une journée de pêche par année, sur un seul bâtiment commercial (figure 40 et annexe 3). Une ventilation des taux de capture par semaine montre une baisse générale au cours de la saison de pêche, et cette tendance se répète chaque année (figure 42). Les taux de capture au début de la saison sont plus élevés que ceux du gisement West Point ( $8 \text{ kg h}^{-1}$ ), à environ  $10 \text{ kg h}^{-1}$  (plage :  $7,3$  à  $12,2 \text{ kg h}^{-1}$ ), et la saison s'est terminée à un taux d'environ  $5 \text{ kg h}^{-1}$  (plage :  $3,5$  à  $6,2 \text{ kg h}^{-1}$ ). L'effort tend également à diminuer au cours de la saison, mais il y a une certaine variabilité d'une semaine à l'autre, qui pourrait être liée au fait que les pêcheurs passent d'un gisement à un autre dans la ZPP 22 (figure 42). Les captures cumulées hebdomadaires sur les captures montrent que de 76 % à 94 % du total des captures sont effectuées avant la fin de la troisième semaine (figure 43). La saison dure cinq semaines.

### **Analyse spatiale**

Les figures 44 à 47 illustrent la variation spatiale des débarquements, de l'effort et des taux de capture de 2011 à 2016. La variation spatiale des débarquements, de l'effort et des taux de capture indique que la saison de pêche 2013 était exceptionnelle. Les taux de capture élevés sont répartis en petites parcelles sur la partie centrale du gisement.

L'étendue du gisement où la majeure partie de l'effort est concentrée (c.-à-d. le contour de densité de 20 voyages de pêche par  $\text{km}^2$ , estimé par la méthode du noyau, entre 2001 et 2016) a été estimée à environ  $92 \text{ km}^2$  (tableau 8). Entre 2003 et 2016, la superficie balayée en moyenne par la pêche du pétoncle de Cape Tormentine chaque année était estimée à  $89 \text{ km}^2$  (plage :  $52$  à  $150 \text{ km}^2$ ) (figure 48).

### **Estimations du modèle de déplétion**

Les modèles de déplétion pour le gisement Cape Tormentine de 2003 à 2016 ont fourni des estimations utilisables des paramètres pour la capturabilité ( $q$ ), la biomasse initiale ( $B_0$ ) et le taux d'exploitation ( $\hat{E}$ ) ( $p < 0,001$ ; tableau 15, figures 49 à 51). Les taux annuels d'exploitation estimés à partir du modèle de déplétion variaient de 42 % à 62 %, la moyenne étant de 55 % (figure 52). La biomasse exploitable a fluctué d'un creux de 17 t (2005) à 122 t (2013) et était en moyenne de 48 t (figure 52). À l'exception de 2016, la biomasse était supérieure à la moyenne depuis 2011.

### **ZPP 24**

Contrairement aux autres ZPP, la majorité des débarquements (65 %) 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 12). Les débarquements annuels variaient de 16,7 t (2008) à 32,6 t (2013) (figure 53). Les débarquements et l'effort ont diminué graduellement de 2006 à 2008, puis ont augmenté avec l'effort jusqu'en 2013, sans tendance discernable en ce qui concerne les taux de capture. Les taux de capture annuels au cours de la série temporelle de 2003 à 2016 étaient en moyenne de  $3,6 \text{ kg h}^{-1}$  et variaient dans une fourchette étroite de  $2,6 \text{ kg h}^{-1}$  (2005) à  $4,6 \text{ kg h}^{-1}$  (2016) (figure 53). Ce taux est nettement inférieur au taux de capture annuel moyen de  $6 \text{ kg h}^{-1}$  dans la ZPP 22 au cours de la même période (figure 22).

Selon les données des journaux de bord, plus de  $90 \text{ km}^2$  et jusqu'à  $180 \text{ km}^2$  sont dragués dans le cadre de la pêche du pétoncle chaque année dans cette ZPP (figure 54).

---

## PICTOU

### Débarquements

Un pourcentage important (de 68 % à 86 %) des débarquements de la ZPP 24 provenaient du gisement Pictou (tableau 14). Les tendances hebdomadaires de la proportion des débarquements en provenance du gisement Pictou figurent à l'annexe 2. Les débarquements annuels déclarés et calculés au prorata pour le gisement Pictou variaient entre 12,9 t et 23,7 t du muscle de pétoncle pour la série temporelle de 2001 à 2016 (figure 55).

### Statistiques sur les captures

Pendant la période de 2003 à 2016, les taux de capture ont fluctué entre 2,7 kg h<sup>-1</sup> (2005) et 4,4 kg h<sup>-1</sup> (2016), avec une moyenne de 3,4 kg h<sup>-1</sup>, et étaient généralement plus élevés après 2009 (figures 56 et 57, annexe 4). Les taux de capture du gisement Pictou étaient inférieurs à ceux des deux gisements principaux de la ZPP 22 pour toutes les années, sauf en 2016, où le taux du gisement West Point était inférieur; cette exception correspond à la situation du faible poids du muscle abordée précédemment, au cours de laquelle l'effort de pêche avait été réorienté vers le gisement Cape Tormentine. Le taux de capture commerciale calculé à partir des données du seul voyage d'échantillonnage en mer en 2004 se situait dans la fourchette obtenue à partir des données des journaux de bord et concorde presque parfaitement lorsqu'on tient compte de la semaine d'échantillonnage (annexe 3). Contrairement à la tendance saisonnière des taux de capture pour les gisements de pétoncles dans la ZPP 22, les taux de capture pour le gisement Pictou demeurent stables à un niveau relativement faible d'environ 4,5 kg h<sup>-1</sup> (fourchette de moyenne : 2,7 à 4,8 kg h<sup>-1</sup>) pendant la saison de six ou sept semaines (figure 58). Plus de 75 % des débarquements sont réalisés avant la fin de la cinquième semaine (figure 59).

### Analyse spatiale

La variation spatiale des débarquements, de l'effort et des taux de capture pour le gisement Pictou est illustrée aux figures 60 à 63 pour chaque année de 2011 à 2016.

Le gisement Pictou a une étendue spatiale d'environ 78 km<sup>2</sup> selon une estimation de la densité de noyau (tableau 8). Selon les données commerciales de 2003 à 2016, la superficie balayée chaque année par la pêche du pétoncle était estimée à 108 km<sup>2</sup> (plage : 73 à 140 km<sup>2</sup>) (figure 64).

### Estimations du modèle de déplétion

Le modèle de déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulés pour le gisement Pictou dans la ZPP 24 était significatif pour 2003, 2011 et 2012 (tableau 15). Les taux de capture sont très faibles dans cette zone par rapport aux autres zones analysées aux fins de la présente évaluation, et on constate peu ou pas de baisse des taux de capture au cours de la saison (figures 65 à 67). L'estimation du modèle pour la biomasse exploitable avant la pêche en 2011 était de 82 t pour un taux d'exploitation correspondant de 28 %. Le fait que les taux de capture sont très faibles donne à penser que la population est à un faible niveau d'abondance, et cette zone pourrait ne pas convenir à l'application du modèle de Leslie.

## RELEVÉS DE RECHERCHE 2012-2016

Entre 1986 et 2011, un seul relevé de recherche a été mené dans la région du Golfe, en 1997, et il portait uniquement sur la ZPP 22 (Hanson 1998). Quinze ans plus tard, en 2012, un programme de relevés de recherche annuel, cyclique et multi-espèces pour le pétoncle dans le sGSL a été lancé afin d'obtenir des indices indépendants des activités de pêche en ce qui

---

concerne l'abondance, la biomasse et les caractéristiques biologiques (hauteur de coquille, poids du muscle, âge). Une section d'une ZPP ou une ZPP dans son ensemble a fait l'objet d'un relevé annuel, à l'exception de la ZPP 23 qui a été exclue en raison du faible effort de pêche du pétoncle signalé pour cette zone au cours des dernières années. Les secteurs de relevé, les dates, les descriptions des strates et le nombre de traits d'échantillonnage figurent au tableau 16. Les relevés de recherche menés dans la ZPP 21A et la ZPP 24 ont eu lieu avant le début de la pêche dans les années correspondantes, tandis que les relevés menés dans la ZPP 22, la ZPP 21B et la ZPP 21C ont eu lieu après la fin de la pêche annuelle. Un plan aléatoire stratifié a été appliqué à chaque relevé de recherche (Smith et Gavaris 1993). La zone visée par le relevé excluait une profondeur d'eau inférieure à 5,5 m, ce qui correspond à la limite de navigation du navire de recherche. Chaque zone de relevé a été divisée en sous-zones non chevauchantes appelées strates, qui correspondaient au modèle de répartition de l'effort de pêche commerciale du pétoncle géant (figure 68). Les strates tampons correspondent aux zones dans lesquelles le dragage du pétoncle est interdit afin de protéger les homards juvéniles et leur habitat. Le nombre de stations de relevé a été réparti proportionnellement à la taille de la strate, puis pondéré selon l'effort de pêche afin d'attribuer plus de stations où l'effort de pêche était le plus élevé. Les emplacements de trait ont été générés aléatoirement à l'aide de l'outil Create Random Points dans ArcGIS v10.1.

Le relevé de 2012 a été mené à bord du navire de la Garde côtière canadienne (NGCC) *Opilio*, tandis que les relevés subséquents (de 2013 à 2016) ont été menés à bord du NGCC *M. Perley*. Une drague à pétoncle Digby à huit paniers a été utilisée comme engin de relevé (figure 69). Tous les paniers ont été doublés d'une doublure en Vexar<sup>MD</sup> (maillage de 14 mm) afin de retenir les petits pétoncles et les petites espèces benthiques. En 2014, la drague a été remplacée par une drague similaire, qui était toutefois équipée de patins (32,6 cm x 30,5 cm) et d'une barre de remorquage plus courte (3,4 m contre 4,6 m) pour une meilleure adaptation à la table de triage (annexe 5). À chaque station d'échantillonnage, un trait de deux minutes à une vitesse de 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 l'incrément de 0,01 mm le plus près (c.-à-d. la distance maximale entre l'umbo et la marge de la coquille extérieure). Les claquettes ont été dénombrées et mesurées. Les claquettes sont des pétoncles morts dont les deux valves sont toujours attachées à la charnière; elles sont utilisées comme indice de mortalité naturelle. L'indice est fondé sur la dissolution du résilium (la structure de rattachement des deux valves), et peut être affecté par de nombreux facteurs, comme les interactions physiques avec les engins de pêche. Par conséquent, il faut faire preuve de prudence dans l'interprétation de cette mesure, tout particulièrement lorsque les données sont recueillies après la fin de la pêche annuelle, comme c'était le cas pour les ZPP 21B, 21C et 22.

Un échantillonnage biologique des pétoncles a été effectué en laboratoire après le relevé pour obtenir des poids vivants et des poids du muscle en utilisant une balance numérique d'une exactitude de 0,1 g. Le sexe et l'âge ont également été notés. Les structures de taille ont été déterminées à partir des données d'échantillonnage des pétoncles. Les relations entre la hauteur de coquille et le poids du muscle ont été obtenues par régression linéaire entre la transformation logarithmique du poids du muscle la chair et celle de la hauteur de coquille. Une analyse détaillée de la relation entre la hauteur de coquille et le poids du muscle a été effectuée à l'aide du modèle de la région des Maritimes du MPO, et les résultats ont été comparés à ceux des gisements de pétoncles de la région des Maritimes (voir l'annexe 6).

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) :

---

$$\text{Taux de claquettes} = (C/L) (52/t) (9)$$

Où :

C= nombre de claquettes dans l'échantillon

L= nombre de pétoncles vivants dans l'échantillon

t= nombre de semaines pendant lesquelles les claquettes demeurent attachées  
[33 semaines selon Merrill et Posgay (1964)]

Les données de capture ont été normalisées en fonction d'une distance de trait de 153,7 m (durée cible d'un trait de deux minutes à 2,5 nœuds) et d'une aire de trait de 437,3 m<sup>2</sup> (0,0004 km<sup>2</sup>), fondées sur la largeur intérieure de l'engin de relevé, soit 2,8 m. L'abondance moyenne (c.-à-d. le nombre d'individus) et le poids en coquille (kg) des pétoncles par trait standard ont été calculés pour chaque strate du relevé. À partir des données d'échantillonnage de la pêche commerciale en mer (2001-2005, Davidson *et al.* 2012) et en fonction d'une taille d'anneau commercial de 82,6 mm, nous avons estimé une hauteur de coquille minimale de 80 mm dans les engins de pêche commerciale (taille commerciale). Le poids des muscles (kg) par trait standard des pétoncles de taille commerciale (c.-à-d.  $\geq$  hauteur de coquille de 80 mm) a ensuite été calculé pour chaque gisement (strate correspondant à un effort de pêche élevé) afin d'obtenir des estimations de la biomasse exploitable et du taux d'exploitation. Comme pour les taux de capture de la pêche commerciale, on a procédé à une analyse spatiale en appliquant un schéma de pondération inverse à la distance (IDW) aux données sur le taux de capture du relevé de recherche (kg h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>) des années pertinentes pour les gisements de Cape Tormentine, West Point et Pictou.

La présente analyse porte notamment sur la structure de taille des pétoncles provenant de la pêche commerciale, telle que décrite dans les programmes d'échantillonnage en mer menés de 2001 à 2005 avec le personnel du MPO à bord (Davidson *et al.* 2012). Les données ont été analysées de nouveau au niveau du gisement plutôt qu'au niveau de la ZPP, comme c'était le cas lors de la dernière évaluation.

## RÉSULTATS DE RELEVÉ

Entre 2012 et 2016, cinq relevés ont été exécutés, chacun ciblant une ZPP ou une section différente de la région du Golfe (tableau 16). Dans l'ensemble, 481 stations de relevé ont été échantillonnées, dont 177 ont capturé des pétoncles géants. Cela signifie que 63 % des stations de relevé n'ont capturé aucun pétoncle. En fait, aucun pétoncle n'a été capturé dans sept strates qui, ensemble, représentent une superficie supérieure à 12 000 km<sup>2</sup> (54 % de la superficie totale visée par le relevé). Pour ces raisons, la densité des pétoncles ne sera présentée que par strate afin de limiter tout effet de dilution sur les estimations d'abondance, en portant une attention particulière à l'analyse des strates à effort élevé coïncidant avec les grands gisements de pétoncles (West Point, Cape Tormentine et Pictou).

À l'exception de la ZPP 24, la répartition spatiale du pétoncle établie à partir du relevé (figures 70 et 71) concorde avec les données de la pêche commerciale tirées des journaux de bord (figure 9). Dans le cas de la ZPP 24, la grande taille de la strate d'effort de pêche élevé et la répartition aléatoire des stations n'étaient pas optimales et n'ont pas permis de caractériser le gisement Pictou comme le définit l'effort de pêche commerciale (figures 10 et 68), qui est le principal gisement pêche de cette ZPP. En général, la distribution des petits pétoncles (< 80 mm) et celle des pétoncles de taille commerciale ( $\geq$  80 mm) se chevauchaient. Dans la ZPP 22, les pétoncles étaient absents dans les zones tampons (annexe 7). Par contre, des densités élevées ont été trouvées dans les zones tampons de la ZPP 21A et de la ZPP 24. Dans le cas de la ZPP 21A, cette constatation peut s'expliquer en partie par des changements

---

récents dans les limites tampons de 15 à 18,6 m de profondeur d'eau, qui englobent maintenant une partie de la zone d'effort modéré (gisement).

Les caractéristiques biologiques des pétoncles échantillonnés au cours des relevés de recherche sont résumées au tableau 17. Au total, 2 797 pétoncles ont été mesurés au cours de la période de relevé de cinq ans. La hauteur de coquille des pétoncles variait de 13 à 146 mm (tableau 17). La figure 72 illustre la répartition de la structure de taille à partir des captures du relevé. Le recrutement de pétoncles était évident dans toutes les zones échantillonnées. Dans la ZPP 21A, les pétoncles de taille de pré-recrues (< 80 mm) étaient abondants, tandis que moins de pétoncles avaient une taille comprise entre 80 et 110 mm. Il y avait très peu de pétoncles dont la hauteur de coquille était supérieure à 110 mm dans la ZPP 22 sud (gisement Cape Tormentine), et la hauteur de coquille maximale enregistrée dans cette région était de 125 mm. Il y avait relativement moins de pétoncles de petite taille dans la ZPP 24, où 50 % de tous les pétoncles avaient une hauteur de coquille supérieure à 86 mm. La structure de taille des pétoncles échantillonnés dans les grands gisements (c.-à-d. strates à effort élevé) durant les relevés sont décrites au tableau 18 et dans les figures 73 à 76, et sont comparées aux structures de taille des pétoncles tirées de la pêche commerciale lors du programme d'échantillonnage en mer (Davidson *et al.* 2012). Le gisement Cape Tormentine, qui comptait peu de pétoncles d'une hauteur de coquille supérieure à 120 mm, est particulièrement intéressant. Par ailleurs, deux vagues de recrutement saines dans les fourchettes de 35 à 40 mm et de 75 à 80 mm ont été observées, ce qui pourrait expliquer des débarquements plus importants déclarés l'année suivante en 2013, alors que 76 % des débarquements de la ZPP 22 provenaient de ce gisement.

La structure de taille des pétoncles capturés par les engins commerciaux (diamètre minimal des anneaux de 82,6 mm), contrairement à l'engin utilisé pour les relevés (maillage de 14 mm), montre un pic élevé à environ 90 mm et diminuait rapidement de chaque côté de ce mode (figures 73 à 76). La distribution tronquée au-delà de 90 mm reflète l'abondance relativement plus faible de ces animaux de grande taille dans les gisements de Cape Tormentine et de Pictou. Cette tendance est constante d'une année à l'autre, et reflète l'effet de sélection de la taille de la drague commerciale pour ce qui est des plus grandes tailles.

Les relations poids-longueur des pétoncles dans la région du Golfe ont été comparés à ceux de la région des Maritimes (c.-à-d. baie de Fundy et banc de Georges « a ») et sont documentés à l'annexe 6. Le poids prédit du muscle d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm (aussi appelée condition) était le plus faible dans la ZPP 24 et le plus élevé dans la ZPP 22 nord (tableau A6-b). Les plus petits muscles observés chez les individus dans la ZPP 24 étaient conformes à Worms (1984) et à Davidson *et al.* (2012). Les résultats indiquent que le poids moyen du muscle d'un pétoncle de 100 mm provenant de la région du Golfe est d'environ 15 g, et qu'il se situe à l'intérieur des fourchettes observées pour la zone relativement productive du banc de Georges « a » (c.-à-d. 16 g), et que ce poids moyen est généralement plus élevé que celui observé pour la zone de production du pétoncle 4 (c.-à-d. 11 g) dans la baie de Fundy. Toutefois, cette comparaison ne tient pas compte des variations interannuelles des données du Golfe, ce qui peut être pertinent puisque chaque zone de relevé a été échantillonnée au cours d'une année différente.

L'âge des pétoncles géants capturés par l'engin du relevé de recherche variait de 2 à 16 ans (tableau 17). L'âge maximal observé dans la ZPP 22 et les ZPP 21B et 21C était de 13 ans. Un indice de mortalité naturelle, fondé sur le rapport des claquettes aux pétoncles vivants dont la hauteur de coquille était supérieure à 80 mm, variait d'environ 0,09 dans les ZPP 21B et 21C à 0,25 dans la ZPP 22 sud, ce qui correspond aux taux rapportés par Lanteigne *et al.* (1987).

---

Plus de 100 autres espèces ont été capturées par les stations de relevé (annexes 9 et 10). Les espèces les plus abondantes étaient les échinodermes (p. ex. dollars de sable, étoiles de mer et ophiures). Des crustacés comme le crabe commun, le crabe demoiselle, le crabe des neiges et le homard étaient aussi fréquemment capturés par la drague. Les espèces exploitées commercialement les plus abondantes capturées par la drague étaient le crabe commun, suivi de près par l'espèce visée, le pétoncle géant.

## **ESTIMATIONS DU RELEVÉ**

Les estimations de la biomasse exploitable (hauteur de coquille  $\geq 80$  mm) tirées des relevés de recherche pour les principaux gisements de pétoncle (ZPP 21A, West Point, Cape Tormentine et Pictou) sont présentées au tableau 19. Les débarquements de chaque gisement correspondant à l'année du relevé sont tirés des données commerciales des journaux de bord et servent à estimer les taux d'exploitation. On notera que les taux d'exploitation provenant des estimations de relevé ne sont pas ajustés en fonction de l'efficacité des engins de pêche.

### **ZPP 21A**

La ZPP 21A dans la baie des Chaleurs a fait l'objet d'un relevé du 28 juin au 5 juillet 2013, soit avant la saison de pêche. La densité moyenne de pétoncles de taille commerciale (hauteur de coquille  $\geq 80$  mm) dans le gisement était de  $0,033 \text{ g m}^{-2}$  (0,14 kg par trait standard). La biomasse exploitable avant la pêche, en poids du muscle, a été estimée à 8 t (pour la strate de l'effort de pêche élevé). Avec des débarquements commerciaux de 5 t en 2013 pour cette zone, le taux d'exploitation basé sur l'indice de la biomasse exploitable serait de 59 %.

### **ZPP 22 nord – West Point**

Le gisement de la ZPP 22 West Point a fait l'objet d'un relevé entre le 31 mai et le 11 juin 2014, juste à la fin de la saison de pêche. La biomasse exploitable estimée, en poids du muscle, était équivalente à 68 t. L'indice de biomasse de taille commerciale avant pêche, compte tenu des débarquements survenus avant le relevé, a été estimé à 100 t, ce qui donne un taux d'exploitation estimé de 32 %.

### **ZPP 22 sud – Cape Tormentine**

Le gisement de la ZPP 22 de Cape Tormentine a fait l'objet d'un relevé entre le 27 juin et le 5 juillet 2012, après la saison de pêche. La biomasse exploitable estimée, en poids du muscle, telle que mesurée par le relevé, était équivalente à 127 t. On a ensuite estimé que l'indice de biomasse avant la pêche commerciale était de 158 t, en additionnant les débarquements survenus avant le relevé, ce qui donne un taux d'exploitation estimé de 20 %.

### **ZPP 24 Pictou**

Le gisement Pictou dans la ZPP 24 a fait l'objet d'un relevé entre le 14 et le 29 août 2015, deux mois avant la saison de pêche. La biomasse exploitable estimée, en poids du muscle, telle que mesurée par le relevé, était équivalente à 91 t. Le taux d'exploitation estimé pour une récolte de 14 t est de 15 %.

## **ÉCARTS ENTRE LES ESTIMATIONS PROVENANT DES RELEVÉS ET LES ESTIMATIONS PROVENANT DU MODÈLE DE DÉPLÉTION**

Les taux moyens de capture sont représentés spatialement tant pour les données de relevé que pour les données des journaux de bord de la pêche commerciale pour les trois grands gisements de pétoncles : West Point, Cape Tormentine et Pictou (figures 77 à 79). En raison



---

des différences dans les superficies couvertes entre les estimations de relevé (strates) et le modèle de déplétion (superficie pêchée), ainsi que des différences entre les types d'engins utilisés pour le relevé et pour la pêche commerciale, ces estimations ne sont pas directement comparables. Les indices de biomasse exploitée estimés à partir des modèles de déplétion sont généralement inférieurs aux indices de biomasse de taille commerciale (hauteur de coquille  $\geq 80$  mm) découlant des relevés, pour les années où les deux sont disponibles. Cette différence pourrait s'expliquer en partie par les différences entre les composantes de la population de pétoncles qui sont incluses dans les estimations de la biomasse. L'engin de pêche utilisé pour le relevé était muni d'une doublure, et la structure de taille des pétoncles capturés indiquait un taux de rétention plus élevé (sélectivité relative plus élevée), pour les pétoncles d'une hauteur de coquille de 80 à 90 mm, que celui mesuré pour les engins commerciaux (voir les exemples aux figures 73 à 76). De plus, les estimations de la biomasse selon le modèle de déplétion sont fonction des taux de capture et de l'épuisement sur la superficie du gisement où l'abondance est élevée, dont l'étendue est plus petite que celle de la strate de relevé utilisée pour définir les indices de la biomasse commerciale. Cette différence entre les estimations de la biomasse entraîne des taux d'exploitation plus élevés déduits du modèle de déplétion en comparaison de ceux déduits des estimations des relevés. Toutefois, bien qu'elles ne soient pas directement comparables, les estimations de l'exploitation tirées de l'analyse de de déplétion dans les données sur les pêches commerciales et celles tirées de l'analyse des relevés indiquent que les niveaux d'exploitation sont relativement élevés pour les stocks du sGSL.

## DISCUSSION

La pêche du pétoncle géant dans le sud du golfe du Saint-Laurent est gérée par la région du Golfe 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 sont faibles depuis 2002 comparativement aux années précédentes (MPO 2011). Seulement 19 % des 768 détenteurs de permis ont participé à la pêche du pétoncle en 2015 et en 2016, ce qui laisse supposer un effort latent important. Cette situation donne à penser qu'il pourrait y avoir une réactivation des permis latents dès les premiers signes de rétablissement du stock de pétoncles, ce qui mérite d'être pris en considération dans les futures stratégies de gestion. Depuis 2002, les débarquements dans l'ensemble de la région du Golfe ont fluctué entre 55 t et 160 t par année. En moyenne, la ZPP 22 (63 %) et la ZPP 24 (25 %) représentent ensemble 88 % des débarquements du Golfe. À l'aide d'une analyse spatiale, nous avons constaté que l'effort de pêche vise principalement trois gisements : West Point (ZPP 22 nord), Cape Tormentine (ZPP 22 sud) et Pictou (ZPP 24), tous situés dans le détroit de Northumberland. Environ 80 % des débarquements du Golfe sont récoltés dans ces trois gisements. Des gisements plus petits sur le plan de l'effort et des débarquements, comme dans la baie des Chaleurs (ZPP 21A), ont été trouvés en petites parcelles dans l'ensemble du sGSL.

Bien qu'aucun changement n'ait été apporté aux mesures de gestion des pêches dans le Golfe depuis la dernière évaluation (MPO 2011), des changements notables ont eu lieu au cours des 20 dernières années. Premièrement, une augmentation de la taille des anneaux de 76 mm à 82,6 mm a été stipulée au début des années 2000 dans le but de réduire le nombre de petits pétoncles capturés par la drague comme mesure de conservation. 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 la pêche vers des pétoncles de plus grande taille. Deuxièmement, l'effort de pêche a été réduit récemment (2016) grâce à des journées de pêche plus courtes dans la ZPP 22. Troisièmement, 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. la zone tampon).

Les taux de capture moyens basés sur des données qui reflètent avec plus de précision l'effort de pêche réel (c.-à-d. les « heures draguées » contre les « heures de pêche ») sont seulement disponibles depuis 2003, ce qui correspond à une période pendant laquelle la ressource était déjà considérée comme peu abondante dans le sGSL (MPO 2011). Les taux de capture dans le sGSL étaient généralement inférieurs à  $10 \text{ kg h}^{-1}$  même au début de la saison de pêche et diminuent rapidement sur une période de quelques semaines. Les taux de capture tirés des données commerciales des journaux de bord se situent dans la fourchette de ceux obtenus par le programme d'échantillonnage en mer de 2001 à 2005. Ce fait renforce notre confiance dans l'exactitude des taux de capture commerciale tirés des journaux de bord, surtout si l'on tient compte des variations au cours de la saison et entre les navires, et du fait que chaque échantillonnage en mer a été effectué pendant un seul jour de pêche, à partir d'un seul navire. Dans la série temporelle 2003-2016 visée par la présente évaluation, les taux de capture ont été les plus élevés dans la ZPP 22, avec une valeur moyenne de  $6,0 \text{ kg h}^{-1}$  variant de  $4,4$  à  $8,1 \text{ kg h}^{-1}$ , alors qu'ils sont généralement demeurés inférieurs à  $3,5 \text{ kg h}^{-1}$  dans les ZPP 21A et 24. Dans l'ensemble, les taux de capture annuels sont relativement faibles dans le Golfe comparativement à ceux déclarés dans les autres régions de pêche du pétoncle dans le Canada atlantique, notamment la baie de Fundy ( $10$  à  $25 \text{ kg h}^{-1}$ ) (Sameoto *et al.* 2012, Nasmith *et al.* 2016). Des points de référence fondés sur les taux de capture ont été établis pour la ZPP 6 dans la baie de Fundy en utilisant un point de référence inférieur de  $6,2 \text{ kg h}^{-1}$  et un point de référence supérieur de  $9,1 \text{ kg h}^{-1}$  (Nasmith *et al.* 2016). Ces taux de capture plus élevés ne peuvent pas simplement s'expliquer par de petites différences dans la largeur de la drague; la pêcherie de la baie de Fundy stipule une largeur totale de drague de  $5,5 \text{ m}$ , tandis que celles stipulées pour les ZPP 22 et 24 sont de  $4,9 \text{ m}$  et  $5 \text{ m}$ , respectivement. À l'inverse, les taux de capture pour la ZPP 22 se situent dans la fourchette de ceux observés dans la zone de pêche du pétoncle des Îles-de-la-Madeleine (ZPP 20, région du Québec), et également dans le sGSL. Dans la ZPP 20, où des dragues de  $7,32 \text{ m}$  sont utilisées, les taux de capture se sont stabilisés dans la plage supérieure ( $1,46$  à  $1,86 \text{ kg h}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ; selon la largeur moyenne de la drague dans le sGSL, cela correspond à  $7,3$  à  $9,3 \text{ kg h}^{-1}$ ) depuis la mise en œuvre de certaines mesures de gestion comme les limites de jours en mer (voir MPO 2013 et Trottier *et al.* 2017).

Pour la première fois, nous avons utilisé un modèle de déplétion dans l'évaluation des stocks. Le modèle a été ajusté aux données extraites des journaux de bord qui représentent les débarquements et les taux de capture pour les plus importants gisements de pétoncles dans le sGSL. Cette approche permet de mieux 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 2016) pour les gisements de Cape Tormentine et de West Point dans la ZPP 22. Pour le gisement Pictou dans la ZPP 24, le modèle n'était significatif que pour les données de 2011, ce qui pourrait indiquer que la quantité de pétoncles capturés pendant la saison de pêche était insuffisante pour détecter une diminution de l'abondance. En outre, les taux d'abondance dans cette zone sont relativement faibles. En général, les niveaux d'exploitation dérivés du modèle sont élevés. Ils étaient en moyenne de  $53 \%$  (fourchette :  $22 \%$  à  $65 \%$ ) pour les deux grands gisements de pétoncles de la ZPP 22 au cours de la période de 2003 à 2016. Malgré l'incertitude entourant les données dépendantes de la pêche, ces estimations se situent à des niveaux bien supérieurs à ce qui pourrait être considéré comme une pêche durable. Dès 1984, Worms 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 la pêche. Par contre, dans la pêche côtière de la baie de Fundy et la pêche extracôtière du banc de Georges, considérées comme durable (c.-à-d. qu'elle demeure dans la zone de stock saine selon l'approche de

---

précaution et qu'elle est certifiée par le MSC), et des plus productifs pour cette espèce, des taux d'exploitation cibles sont fixés à 15 % et 25 % respectivement (Smith *et al.* 2012a, Smith et Hubley 2012). Pour les stocks de pétoncles de la baie de Fundy, des taux d'exploitation de 20 % et plus ont toujours entraîné une diminution de la biomasse (Smith et Hubley 2012), et un taux de 15 % a été adopté comme point de référence pour les prélèvements (c.-à-d. le taux d'exploitation maximal) dans cette zone dans le contexte de l'approche de précaution (MPO 2015).

La source la plus importante d'incertitude dans les estimations de la biomasse exploitable en fonction du modèle de déplétion découle de l'incertitude associée aux données commerciales. L'amélioration des rapports dans les journaux de bord commerciaux augmenterait considérablement l'exactitude de ces estimations, ce qui permettrait d'accroître la confiance dans l'évaluation du stock et d'améliorer la gestion durable de la ressource. Le pourcentage des rapports en provenance des journaux de bord qui sont utilisables pour l'analyse du taux de capture spatiale varie annuellement de 45 % à 60 %. 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. De nombreux systèmes sont facilement accessibles, comme les journaux de bord électroniques, les systèmes de surveillance des navires (SSN), la vérification à quai, les avis par radio préalables au départ et à l'arrivée des pêcheurs et les systèmes de vérification de la saisie des données, entre autres. Dans la région des Maritimes, les efforts visant à améliorer la qualité des données des journaux de bord dans la ZPP 29 ouest ont mené à un examen et une vérification exhaustifs des journaux de bord. Le résultat est que 99 % des rapports se prêtaient aux fins d'analyse de haute qualité (Sameoto *et al.* 2012).

En 2003, de nouvelles exigences en matière de données ont été introduites pour les journaux de bord des pêcheurs dans le sGSL : le nombre et la durée moyenne des traits ont été ajoutés afin d'améliorer les données sur l'effort de pêche. L'effort mesuré en heures draguées (par opposition au nombre total d'heures de pêche indiqué précédemment) donne un taux de capture plus réaliste que les heures de pêche (nombre d'heures entre le début du premier trait et la fin du dernier trait de la journée), tout en affichant des tendances similaires. Toutefois, un espace pour indiquer les heures de pêche a été conservé dans le journal de bord, en plus de la nouvelle mesure. À la suite de ce changement, certains pêcheurs ont utilisé une seule des deux mesures ou les deux de façon incohérente. Pour éviter toute confusion, il faudrait simplement supprimer du journal de bord l'espace prévu pour consigner les heures de pêche, et fournir des instructions claires pour que les données essentielles soient entrées correctement, tout particulièrement celles représentant l'effort de pêche. En outre, il faudrait améliorer les directives pour l'entrée des coordonnées spatiales, de manière à ce que les coordonnées soient entrées uniformément dans un format unique, ce qui réduira le fardeau de la saisie des données et du contrôle de la qualité tout en améliorant les données disponibles pour l'analyse spatiale. Il faut dès maintenant 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. De meilleures données sur les pêches (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. 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.

La présente évaluation constitue une première étape vers l'analyse spatiale des données sur les pêches du pétoncle dans le sGSL. D'autres améliorations dans les analyses spatiales nous permettront de mieux comprendre comment le stock de pétoncles réagit à la pêche et aux

---

mesures de gestion dans la région du Golfe. Nous avons analysé les données sur la pêche et les données de relevé à différentes échelles spatiales (aire du gisement de pétoncles telle que définie par les strates de relevé correspondant à un effort de pêche élevé et, à l'annexe 11, aire du gisement de pétoncles telle que définie par l'effort selon la méthode du noyau), et pour toutes ces échelles, nous avons obtenu des résultats similaires : des taux d'exploitation élevés, supérieurs à la règle du taux de récolte pour les pêches dans la baie de Fundy (MPO 2015). L'échelle spatiale est essentielle pour la gestion des pétoncles, comme l'a décrit Caddy (1989) et comme l'ont démontré Smith *et al.* (2015, 2017), qui ont constaté que les captures étaient les plus importantes dans les zones où l'habitat est le plus approprié, et où les densités et les taux de capture sont les plus élevés. Les efforts futurs devraient être axés sur une meilleure compréhension de la dynamique spatiale de la pêche, ce qui se traduira par une meilleure gestion durable de la pêche, comme on l'a vu dans la région des Maritimes (Smith *et al.* 2008a).

La fermeture sur trois ans (2010 à 2012) de la ZPP 21A donne un aperçu de l'effet de la pêche sur la population de pétoncles. En 2013, lorsque la pêche a rouvert, les taux de capture ont atteint leurs valeurs maximales pour la série temporelle (2003 à 2015) et sont rapidement tombés sous le seuil l'année suivante, ce qui confirme les bénéfices à court terme de la fermeture. La forte baisse des taux de capture au cours de la saison 2013 témoigne d'une exploitation intense. En fait, les modèles de déplétion ont estimé un taux d'exploitation de 65 %, ce qui donne une explication raisonnable des faibles taux de capture au début de la saison 2014. De toute évidence, toute augmentation potentielle de la biomasse exploitable découlant de la fermeture sur trois ans a été rapidement éliminée à la reprise de la pêche en 2013. Des expériences menées ailleurs donnent à penser que des périodes de fermeture de six ans pour les pétoncles géants pourraient optimiser les bénéfices des fermetures futures (Hart 2003), même si l'on ne sait pas si ces dynamiques s'appliqueraient aux gisements épuisés comme ceux identifiés dans le sGSL.

Les relevés de recherche effectués entre 2012 et 2016 ont donné un aperçu biologique des stocks de pétoncle, mais ils couvraient une zone différente chaque année, de sorte que chaque zone n'a été étudiée qu'une seule fois. Pour les années de relevé, la condition (c.-à-d. le poids prédit du muscle d'un pétoncle de 100 mm) était comparable à celles mesurées dans certains des secteurs les plus productifs du pétoncle géant dans les régions des Maritimes (annexe 6). Les signes de recrutement (c.-à-d. l'abondance de pétoncles dont la hauteur de coquille est inférieure à 80 mm) étaient évidents dans la structure de taille dans chaque zone étudiée. Toutefois, l'utilité de ces relevés « instantanés » uniques pour fournir des estimations de l'abondance est douteuse, compte tenu de la couverture temporelle et spatiale limitée. En particulier, la couverture des gisements principaux était trop limitée, particulièrement dans la ZPP 24, tandis que la couverture de grandes superficies d'habitat n'hébergeant pas de pétoncles a affaibli tout signal des gisements.

En raison des incertitudes entourant les données provenant de la pêche du pétoncle qui ont été mentionnées précédemment (c.-à-d. les journaux de bord de la pêche commerciale), il est primordial de produire des données et des indices de surveillance du stock indépendants de la pêche commerciale. L'objectif serait de créer une série temporelle de données empiriques pour compléter et éclairer les estimations du modèle de déplétion calculées à partir des données de la pêche commerciale. On pourrait envisager d'entreprendre des relevés périodiques, de préférence annuels, des gisements de pétoncles qui représentent la majorité de l'effort de pêche et des débarquements. On pourrait également accroître l'efficacité du plan des relevés en concentrant les efforts de surveillance sur ces gisements de pétoncles, ce qui permettrait de surveiller les gisements principaux au cours d'une même saison. Les données de ces relevés serviraient à surveiller l'état productif de la ressource, y compris l'état, les indices de recrutement, les indices de mortalité naturelle et les indices de la biomasse exploitable pour

---

estimer les taux d'exploitation relatifs de la pêche. Le fait d'accroître la confiance à l'égard des données provenant de sources à la fois dépendantes et indépendantes de la pêche commerciale permettra de mieux comprendre la façon dont les stocks de pétoncles réagissent à la pêche, et de fournir les meilleurs avis scientifiques possible aux gestionnaires et aux décideurs du secteur des pêches, conformément au Cadre pour la pêche durable (MPO 2006).

Pour que les relevés à venir soient plus informatifs, il faudrait tenir davantage compte de l'échelle spatiale et de l'intensité d'échantillonnage dans leur conception. Les résultats de l'analyse spatiale des données de la pêche commerciale et des données de relevé devraient être utiles pour définir et éclairer la méthodologie future des relevés afin de cibler les grands gisements de pétoncles, c.-à-d. là où l'effort de pêche est concentré et influe le plus sur la population. En outre, le moment choisi pour tout relevé futur sera important pour surveiller les tendances annuelles de la condition (c.-à-d. le poids prédit du muscle d'un pétoncle de 100 mm). La condition peut varier dans l'espace et dans le temps en fonction de facteurs comme les conditions environnementales auxquelles le pétoncle est exposé. Les variations annuelles de l'état peuvent masquer ou fausser les variations perçues de l'abondance, et contredire une importante hypothèse des évaluations, à savoir que les taux de capture sont proportionnels à l'abondance. L'absence de surveillance normalisée et systématique de l'état (c.-à-d. le poids du muscle) ajoute donc de l'incertitude quant à l'utilisation des taux de capture, même ceux dérivés des données indépendantes des pêches, comme indices de la situation du stock.

L'hypothèse selon laquelle le taux de claquettes peut constituer un indice de mortalité naturelle peut être inappropriée dans les cas où les données sur le taux de claquettes sont recueillies après la pêche. L'intégrité des claquettes, au-delà de la détérioration naturelle de la membrane de la charnière, peut être compromise par les interactions avec les engins de pêche et par les pratiques de pêche déclarées associées à la séparation des coquilles lors du tri des captures afin de réduire le temps de manipulation (Caddy 1989). On pourrait obtenir de l'information plus pertinente si ces données étaient recueillies avant la pêche, en particulier si la période entre la fin de la pêche et le relevé excède la durée prévue des claquettes, soit 33 semaines pour le sGSL. Les taux de claquettes doivent également être présentés par groupe de tailles, car la résistance du résilium peut différer selon la taille de la coquille (MacDonald et Thompson 1986). Il est possible que la mortalité naturelle soit sous-estimée par le taux de claquettes dans les situations où la prédation n'entraîne pas la formation de claquettes (c.-à-d. homard). Il faudrait régler ces questions avant d'intégrer le taux de claquettes comme indice de mortalité naturelle dans l'évaluation du stock de pétoncles.

On s'inquiète des effets du changement climatique, en particulier de l'augmentation des températures de la mer, sur la croissance, la reproduction et la survie du pétoncle dans le sGSL. Les principaux gisements de pétoncles dans le sGSL se trouvent dans le détroit de Northumberland, une zone peu profonde et bien mélangée où les températures près du fond peuvent dépasser les températures optimales (10 à 15°C) et même les températures plus élevées (>18°C) (Chassé *et al.* 2014) qui sont physiologiquement stressantes pour le pétoncle géant (Dickie 1958). Sachant que les températures supérieures à 21°C peuvent être mortelles pour le pétoncle géant, certaines des températures moyennes quotidiennes au fond les plus élevées ont été observées en septembre (moyenne quotidienne de 18,9°C en 2017) près du gisement Cape Tormentine, à 19 m de profondeur (Ouellet *et al.* 2019). Les conséquences de l'augmentation de la température de l'eau et du changement climatique en général sur le stock de pétoncles du Golfe (c.-à-d. la productivité), indépendamment des effets de la pêche sur la population, sont inconnues mais probablement néfastes et devraient être prises en compte dans la prochaine évaluation (Rheuban *et al.* 2018).

---

## APPROCHE DE PRÉCAUTION

L'approche de précaution consiste à faire preuve de prudence dans les futurs processus de gestion lorsque l'information scientifique disponible est incertaine, peu fiable ou inadéquate (MPO 2006). Le manque de renseignements scientifiques ne devrait pas être utilisé comme motif pour reporter ou éviter la mise en œuvre de mesures visant à empêcher des dommages graves à la ressource (FAO 1995).

L'approche de précaution consiste à élaborer une stratégie de récolte qui définit trois zones d'état du stock : 1) zone saine, 2) zone de prudence, lorsque la pêche devrait être réduite et 3) zone critique, lorsque des dommages graves se produisent. La stratégie établit des taux de récolte autorisés pour chacune des zones d'état du stock.

Le ministère des Pêches et des Océans (MPO) a établi des lignes directrices et des définitions pour assurer la conformité des stratégies de récolte à l'approche de précaution. Elles comprennent un taux d'exploitation de référence pour trois zones d'état du stock délimitées par un point de référence limite et un point de référence supérieur du stock (MPO 2006).

### Définitions (MPO 2006) :

*Le point de référence supérieur (PRS) du stock est le seuil de l'état du stock en dessous duquel le taux d'exploitation doit être réduit. La zone au-dessus du PRS est appelée zone saine.*

*Le point de référence limite (PRL) correspond à l'état du stock en dessous duquel la productivité est suffisamment compromise pour entraîner de graves dommages, mais au-dessus du niveau auquel le risque d'extinction devient préoccupant. La zone d'état du stock au-dessus du PRL, mais en dessous PRS, est appelée zone de prudence. La zone située sous le PRL est appelée zone critique.*

*Le taux d'exploitation de référence est le taux d'exploitation maximal acceptable. Il doit être inférieur ou égal au taux d'exploitation associé au rendement maximal durable.*

Le cadre recommande d'utiliser la  $B_{RMD}$  (ou une variable de remplacement), soit la biomasse qui assure le rendement maximal durable. Les points de référence doivent ensuite être fixés à 80 % et 40 % de la  $B_{RMD}$  (ou son approximation) pour le PRS et le PRL, respectivement. En l'absence d'une valeur  $B_{RMD}$  modélisée, les variables de remplacement qui pourraient être utilisées comprennent le taux de capture, la valeur correspondant à 50 % de la biomasse historique maximale, ou la biomasse moyenne sur une période de production (Smith *et al.* 2012b). Le taux de capture a déjà été utilisé pour déterminer les points de référence dans la pêche du pétoncle géant ailleurs au pays (Îles-de-la-Madeleine dans la région du Québec, MPO 2010; et Zone 6 dans la région des Maritimes, Nasmith *et al.* 2016). En règle générale, le PRL est fixé au taux de capture le plus faible enregistré, et le PRS est fixé au taux de capture moyen sur une période considérée comme productive.

Aucun point de référence conforme à l'approche de précaution n'a pu être établi pour le moment. Nous ne disposons pas d'indicateurs à long terme de l'abondance, de la productivité ou de l'exploitation durable qui permettraient de définir des points de référence appropriés. Les taux de capture fondés sur les séries temporelles relativement courtes tirées des journaux de bord des pêches sont intrinsèquement très incertains, particulièrement en ce qui concerne la proportionnalité à l'abondance. Dans tous les cas, les données disponibles sur les taux de capture datent de la dernière décennie et représentent une période pour laquelle la ressource est déjà considérée comme étant de faible abondance.

Néanmoins, ce document présente les meilleures données actuellement disponibles pour ce stock afin que des discussions puissent être amorcées avec les gestionnaires des pêches et l'industrie de la pêche sur l'élaboration de points de référence potentiels conformes au principe

---

de précaution. Les problèmes de qualité liés aux données dépendantes de la pêche et aux données indépendantes de la pêche ont été soulignés ci-dessus, et des améliorations clés ont été proposées. Des améliorations substantielles devront être apportées à ces sources de données complémentaires afin qu'une évaluation plus approfondie de l'état du stock puisse être effectuée dans le futur.

## RÉFÉRENCES CITÉES

- 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* (3<sup>rd</sup> edition) Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 1196 p.
- 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.
- 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.
- Brown, C.J., Sameoto, J.A., and Smith, S.J. 2012. Multiple methods, maps, and management applications: Purpose made seafloor maps in support of ocean management. *J. Sea Res.* 72:1-13.
- Caddy, J.F. 1972. Progressive loss of byssal attachment with size in the sea scallop (*Placopecten magellanicus*)(Gmelin). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 9:179-190.
- 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
- Chassé, J., Lambert, N., Comeau, M., Galbraith, P.S., Larouche, P. and Pettipas, R.G. 2014. [Environmental conditions in the southern Gulf of St. Lawrence relevant to lobster](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/031. v + 25 p.
- Chouinard, G.A.1984. Growth of the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) on the Tormentine bed, Northumberland Strait, Canada. ICES. C.M. 1984/K:42.
- Culliney, J.L. 1974. Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) *Biol. Bull.* 147: 321:332.
- Cyr, C. 2006. Amélioration de la qualité de la collecte du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791) par un meilleur contrôle de la période d'immersion des collecteurs aux Îles-de-la-Madeleine, Québec. Thèse du grade de maîtrise en océanographie. Rimouski : Université du Québec à Rimouski. xxii + 152 p.
- Cyr, C. 2010. Suivi et monitoring associés à l'élevage du pétoncle géant pour l'année 2009. SODIM. Merinov, Centre des Iles-de-la-Madeleine. Dossier n°710.196. 20 p.

- 
- Davidson, L.-A. 1998. Maturation gonadique du Pétoncle Géant *Placopecten magellanicus*, (Gmelin) du stade juvénile au stade adulte. Thèse, MSc., Université de Moncton, 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. ii + xx 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 J. Worms. 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: 20 p.
- Dickie, L.M. 1958. Effects of high temperature on survival of the giant scallop. J. Fish. Res. Bd. Canada. 15(6): 1189-1211.
- Dickie, L.M. and MacInnes, C.D. 1958. Gulf of St. Lawrence Scallop Explorations - 1957. Fish. Res. Bd. Canada. MS. Rept. Ser. (Biol.) No. 650. 62 p.
- Drew, G.A. 1906. The habits, anatomy and embryology of giant scallop (*Pecten tenuicostatus*, Mighels). Univ. Maine Stud. 6. 71 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1995. Code of conduct for responsible fisheries. FAO, Rome, Italy, 41 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.
- Giguère, M., Brulotte, S. et Goudreau, P. 2000. [État des stocks de pétoncles des eaux côtières du Québec](#). CSAS. Res. Doc. 2000/086. 46 p.
- 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.
- 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 Journal of Marine Science, 63: 811-821.
- Hart, D.R. 2003. Yield- and biomass-per-recruit analysis of rotational fisheries, with an application to the sea scallop *Placopecten magellanicus*. Fish Bull. 101: 44-57.
- 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.
- Lanteigne, M., Davidson, L.-A. and Worms, J. 1987. Status of the southern Gulf of St. Lawrence scallop stocks – 1986. CAFSAC Res. Doc. 87/84. 40 p.



- 
- 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.
- 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.
- 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.
- MacDonald, B.A. and Thompson, R.J. 1986. Production, dynamics and energy partitioning in two populations of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 101:285-299.
- MacLean, L.A. and Gillis, D.J. 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.
- Mallet, M. 2010. Commercial Scallop (*Placopecten magellanicus*) Fishery Profile in the Gulf Region. Statistical and Economic Analysis Series. No. 1-5: v + 25 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.
- 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. 2010. [Évaluation des stocks de pétoncle des eaux côtières du Québec en 2009](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/044.
- MPO. 2011. [Évaluation de la pêche du pétoncle \(\*Placopecten magellanicus\*\) du sud du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/039.
- 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. Plan de gestion intégrée des pêches – [Pêche côtière du pétoncle – Région des Maritimes](#).
- 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* (2<sup>nd</sup> 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.
- Ogle, D.H. 2017. FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.17.
- Ogle, D.H. 2016. *Introductory Fisheries Analyses with R*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Technical Report Bulletin, Bull. Fish. Res. Board Can. 191 p.
- Ouellet, M., Giard, D., Gagnon, D. and Comeau, M. 2019. Coastal temperature monitoring program from 2016 to 2017: southern Gulf of St. Lawrence. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1296: vii + 510 p.
- 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: 203-2014.
- 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.
- Posgay, J.A. 1957. The range of the sea scallop. The Nautilus 71(2): 55-57.
- 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.
- 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 K.E. Stokesbury. 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., Bourdages, H., Choi, J., Dawe, E., Dunham, J.S., Gendron, L., Hardie, D., Moriyasu, M., Orr, D., Roddick, D., Rutherford, D., Sainte-Marie, B., Savard, L., Shelton, P., Stansbury, D., Tremblay, M.J. and Zhang, Z. 2012b. [Technical Guidelines for the Provision of Scientific Advice on the Precautionary Approach for Canadian Fish Stocks: Section 7 – Invertebrate Species](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/117. iv + 30 p.

- 
- 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. Management, 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. 2012a. [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., Lundy, M.J. and Claytor, R. 1999. [Scallop Production Areas 4 and 5 in the Bay of Fundy: Stock Status update for 1999.](#) Can. Sci. Adv. Sec. Res. Doc. 99/170: 51 p.
- Smith, S.J., Lundy, M.J., Tremblay, J., Frail, C. and Rowe, S. 2008a. [Scallop Fishing Area 29: Stock Status and update for 2008.](#) Can. Sci. Adv. Sec. Res. Doc. 2008/033: 49 p.
- Smith, S.J., Nasmith, L., Glass, A., Hubley, B. and Sameoto, J.A. 2015. [Framework assessment for SFA 29 West scallop fishery.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/110. v + 69 p.
- Smith, S.J., Rowe, S. and Lundy, M. 2008b. [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., Sameoto, J.A. and Brown, C.J. 2017. Setting biological reference points for sea scallops (*Placopecten magellanicus*) allowing for the spatial distribution of productivity and fishing effort. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 74:650-667.
- 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* (2<sup>nd</sup> 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.
- 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.
- Wildish, D.J. and Saulnier, A.M., 1993. Hydrodynamic control of filtration in *Placopecten magellanicus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 174, 65–82.
- Worms, J. 1984. Scallop biomass and density estimates in the southern Gulf of St Lawrence. CAFSAC Res Doc 84/90.
- Worms, J. 1986. Meat count analysis for sea scallop stocks in the southern Gulf of St. Lawrence. CSCPA 86/15.
-

---

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.M. and Davidson, L.-A. 1986. 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.

## TABLEAUX

*Tableau 1. Dates du début de la ponte dans certaines Zones de Pêche du Pétoncle (ZPP) du sud du golfe du Saint-Laurent selon l'Index Gonado-Somatique (IGS), y inclut l'année de l'étude, les commentaires sur des pontes partielles et la référence correspondante.*

<b>ZPP</b>	<b>Région</b>	<b>Début de la ponte</b>	<b>Années des études</b>	<b>Commentaires</b>	<b>Références</b>
21A	Baie des Chaleurs (N.-B.)	28/08 – 11/09	2001-2005	Ponte partielle 27/07/2001 10/08/2004	Davidson et al. (2019)
19	Baie des Chaleurs (QC)	01/08 – 15/09.	1984-1994	Ponte partielle 07/1986, 07/1988, 07/1989	Bonardelli et al. (1996) Giguère et al. (2000)
22	Détroit de Northumberland (Richibouctou -West Point)	12/08 – 01/09	1997-2001	-	Davidson et al. (2019)
24	Détroit de Northumberland (Pictou)	16/08	1999	-	MPO (données non publiées)
23	Hardy's Channel	07/09	1996	-	MacLean et Gillis (1996)
20	Îles-de-la-Madeleine (QC)	17/08 –08/09	1990-1999 2003-2004 2007-2010	Ponte partielle 10/08/2009	Cyr (2006, 2010) Giguère et al. (2000)

Tableau 2. Sommaire des mesures de gestion dans la pêche aux pétoncles du sud du golfe du Saint-Laurent.

Mesure de gestion	Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP)					
	21A	21B	21C	22	23	24
Saison 2015	14/07 au 08/08	10/05 au 08/08	22/06 au 24/07	11/05 au 15/06	06/07 au 29/08; 05/11 au 01/12	26/10 au 28/11
Saison 2016	Fermée	10/05 au 08/08 <sup>a</sup>	04/07 au 30/07	02/05 au 04/06	04/07 au 27/08; 24/10 au 26/11	01/11 au 15/12
Nombre de jours de pêche dans la saison	24	42	24	30	72 <sup>b</sup>	39
Heures d'ouverture	6 h à 18 h	5 h 30 lundi à 14 h vendredi	5 h à 18 h	6 h à 17 h <sup>c</sup>	6 h à 18 h	6 h à 18 h
Fermetures journalières	samedi et dimanche	samedi et dimanche	dimanche	dimanche	dimanche	dimanche
Compte en chair (nombre par 500 g)	35	39	39	44	33	52
Tailles des anneaux (mm)	82.6	82.6	82.6	82.6	82.6	82.6
Largeur de la drague (m)	6	6	6	4.88	6	5
Barre de trait - spécifications <sup>d</sup>	ns	ns	ns	avec skis de 50.8 mm	ns	ns
Rondelles	acier (max de 8) et cravate de caoutchouc ou 2 rondelles en caoutchouc sur la verticale					

<sup>a</sup> maximum de 42 jours consécutifs à l'intérieure d'une saison

<sup>b</sup> réduit en 2017 à 50

<sup>c</sup> 6 h à 18 h en 2015

<sup>d</sup> non spécifiée

Tableau 3. Description des zones tampon et des fermetures temporaires pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) avec les limites de profondeur et l'année de mise en œuvre de chacun.

ZPP	Limite de profondeur	Zone tampon Année	Fermetures	Description
21A	<15 <18.6 m <18.6 m mod.	1999 2013 2015	-	-
21B	<18.6 m	1999	-	Section est - accord informel
21C	<18.6 m		-	accord informel
22	<11 m	2005	-	-
23	<27.4 ouest < 36 m est	-	-	accord informel
24	<1 mn de la côte N.-É. côte IPE et < 27.4 m <27 m ouest du Cape Breton (N.-É.)	1996 1999 2006	-	-
21A	Pas de limites	-	2010-2012 2016-2018	Décision de gestion d'une limite inférieur du taux de capture (3 kg h <sup>-1</sup> )
21B	Pas de limites	-	2008	Moitié ouest de la ZPP
22	Pas de limites	-	2005-2010	Ouest du pont de la Confédération

Tableau 4. Répartition des permis de pêche commerciale du pétoncle et estimations du nombre de permis de pêche actifs ainsi que du total des permis de pêche (entre parenthèses) par ZPP de 2011 à 2016.

ZPP	Statut	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Actif en 2016
21	Actif (total)	6 (103)	3 (103)	11 (103)	12 (101)	5 (101)	6 (101)	6%
21A	Actif (total)	0 (28)	0 (28)	9 (28)	10 (29)	3 (29)	0 (29)	0%
21B	Actif (total)	3 (27)	1 (27)	0 (27)	1 (24)	1 (24)	4 (24)	17%
21C	Actif (total)	3 (48)	2 (48)	2 (48)	1 (48)	1 (48)	2 (48)	4%
22	Actif (total)	97 (202)	109 (201)	101 (200)	92 (200)	84 (200)	83 (200)	42%
23	Actif (total)	2 (78)	2 (78)	2 (78)	8 (78)	6 (78)	5 (78)	6%
24	Actif (total)	77 (390)	75 (390)	68 (390)	63 (390)	52 (389)	51 (389)	13%
SGSL	Actif (total)	181 (773)	189 (772)	182 (772)	175 (769)	147 (768)	145 (768)	19%



Tableau 5. Nombre de permis, rapports de journaux de bord retournés, débarquements (en nombre de pétoncle) et estimation du poids de muscle de pétoncles dans la pêche récréative du pétoncle du sud du golfe du Saint-Laurent de 2003 à 2016.

Année	Nombre de permis récréatifs	Nombre de journaux récréatifs retournés	Nombre de journaux récréatifs retournés et actifs	Nombre de jours pêchés	Débarquements Nombre de pétoncle	Poids estimé du muscle (kg)*
2003	-	16	11	55	1538	26
2004	-	41	41	177	5025	83
2005	-	61	37	169	5835	97
2006	-	69	51	241	9023	150
2007	-	73	37	176	6886	114
2008	-	77	50	197	7590	126
2009	-	71	42	194	7258	120
2010	-	67	49	204	7521	125
2011	267	92	55	331	11620	193
2012	336	77	53	208	9239	153
2013	243	59	46	165	7490	124
2014	227	70	52	149	7530	125
2015	212	61	52	163	6305	105
2016	259	30	19	76	2720	45

\* basé sur 16.6 g par pétoncle de 100 mm

Tableau 6. Débarquement de pétoncle (muscles, t) pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) de la région du Golfe, de 1968 à 2016.

<b>Année</b>	<b>ZPP 21</b>	<b>ZPP 22</b>	<b>ZPP 23</b>	<b>ZPP 24</b>	<b>Total (golfe)</b>
1968	3	619	5	274	901
1969	5	232	0	408	645
1970	55	313	1	329	697
1971	49	276	0	266	591
1972	55	178	0	276	509
1973	34	124	0	147	305
1974	37	46	0	119	202
1975	31	60	0	186	278
1976	26	218	1	120	365
1977	13	118	0	63	194
1978	13	174	1	80	268
1979	14	129	0	95	239
1980	19	100	0	90	209
1981	33	158	4	174	368
1982	20	98	1	108	227
1983	30	133	1	144	308
1984	40	132	3	60	234
1985	39	129	5	41	213
1986	26	77	2	91	196
1987	22	83	0	59	164
1988	23	96	0	42	161
1989	59	118	0	38	215
1990	70	82	0	56	208
1991	43	35	0	73	152

<b>Année</b>	<b>ZPP 21</b>	<b>ZPP 22</b>	<b>ZPP 23</b>	<b>ZPP 24</b>	<b>Total (golfe)</b>
1992	43	44	0	76	163
1993	53	66	0	132	251
1994	81	86	1	141	308
1995	61	105	1	145	313
1996	76	87	3	162	328
1997	87	111	8	105	310
1998	97	121	8	64	291
1999	62	64	2	82	210
2000	48	98	3	87	235
2001	34	95	1	32	162
2002	23	43	0	29	95
2003	26	55	0	26	108
2004	27	67	0	27	121
2005	22	50	1	25	97
2006	8	49	0	28	86
2007	15	80	0	22	118
2008	15	77	1	17	110
2009	13	81	3	21	117
2010	5	55	1	28	88
2011	1	88	1	31	120
2012	1	85	1	30	116
2013	5	89	3	26	124
2014	3	70	7	19	99
2015	NA	50	3	17	71
2016	7	34	2	24	66

NA = pas disponible.

Tableau 7. Nombre de voyages de pêche (jours) pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) dans la région du Golfe, de 1968 à 2016.

<b>Année</b>	<b>ZPP 21</b>	<b>ZPP 22</b>	<b>ZPP 23</b>	<b>ZPP 24</b>	<b>Total (golfe)</b>
1968	NA	NA	NA	NA	NA
1969	NA	NA	NA	NA	NA
1970	NA	NA	NA	NA	NA
1971	NA	NA	NA	NA	NA
1972	NA	NA	NA	NA	NA
1973	NA	NA	NA	NA	NA
1974	NA	NA	NA	NA	NA
1975	NA	NA	NA	NA	NA
1976	NA	NA	NA	NA	NA
1977	153	424	0	450	1027
1978	441	2755	1	1820	5017
1979	448	3321	2	2407	6178
1980	735	2262	0	2089	5086
1981	1206	3910	88	3790	8994
1982	885	2379	47	2783	6094
1983	666	2867	41	4440	8014
1984	942	3261	86	1112	5401
1985	1123	2957	95	1003	5178
1986	807	2014	73	1931	4825
1987	538	2216	12	939	3705
1988	299	2049	0	763	3111
1989	1174	2115	0	710	3999
1990	1495	1496	16	1101	4108
1991	1057	812	17	1275	3161

<b>Année</b>	<b>ZPP 21</b>	<b>ZPP 22</b>	<b>ZPP 23</b>	<b>ZPP 24</b>	<b>Total (golfe)</b>
1992	1104	1057	2	1472	3635
1993	1293	1605	6	3252	6156
1994	1925	2073	28	3719	7745
1995	1631	2574	41	3291	7537
1996	2389	2531	122	3881	8923
1997	2410	2793	293	3164	8660
1998	2446	3644	316	2378	8784
1999	1739	2047	101	2070	5957
2000	1406	2120	86	2514	6126
2001	802	2387	45	1138	4372
2002	849	1246	18	973	3086
2003	718	1496	0	1084	3298
2004	745	1442	10	823	3020
2005	695	1319	4	981	2995
2006	328	1416	0	1040	2784
2007	393	1685	5	741	2824
2008	295	1531	14	715	2555
2009	280	1972	20	724	2996
2010	22	958	32	854	1866
2011	19	1629	17	1136	2801
2012	15	1767	25	1106	2913
2013	148	1523	69	980	2720
2014	156	1534	60	843	2593
2015	NA	1198	25	641	1885
2016	58	1203	41	703	1739

NA = pas disponible.

Tableau 8. Étendue spatiale approximative (km<sup>2</sup>) des activités de pêche utilisée pour les relevés de recherche et des gisements de pétoncle de la région du Golfe selon des positions géographiques de pêche de 2001 à 2016 tirées de journaux de bord (les gisements sont définis par le contour de 20 voyages par km<sup>2</sup> par la méthode de noyau).

ZPP	Gisement	Aire de la strate du relevé (km <sup>2</sup> )	Étendue spatiale approximative du gisement (km <sup>2</sup> )
21A	Baie des Chaleurs	231	22
22	West Point	557	137
22	Cape Tormentine	248	92
24	Pictou	1500	78

Tableau 9. Proportions des débarquements du Golfe attribuée à chaque gisement principal et des trois gisements combinés telles que rapportés dans les journaux de bord commerciaux de 2001 à 2016.

<b>ZPP</b>	<b>22</b>		<b>24</b>	<b>Golfe</b>
<b>Année</b>	<b>Cape Tormentine</b>	<b>West Point</b>	<b>Pictou</b>	<b>Total</b>
2001	0.16	0.18	0.16	0.50
2002	0.05	0.28	0.23	0.57
2003	0.12	0.25	0.16	0.53
2004	0.27	0.12	0.15	0.53
2005	0.07	0.26	0.19	0.53
2006	0.14	0.29	0.26	0.69
2007	0.15	0.42	0.15	0.71
2008	0.30	0.25	0.11	0.67
2009	0.24	0.31	0.14	0.69
2010	0.14	0.38	0.20	0.72
2011	0.22	0.34	0.19	0.76
2012	0.26	0.35	0.20	0.81
2013	0.52	0.11	0.22	0.85
2014	0.28	0.32	0.19	0.79
2015	0.40	0.24	0.25	0.89
2016	0.39	0.04	0.35	0.78

Tableau 10. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 21, de 2011 à 2016.

Année	Bordereaux de vente	Journaux de bord					
	Nombre de jours rapportés	Nombre de jours rapportés	Pourcentage de déclaration (%)	Utilisable pour géolocalisation	Utilisables pour l'effort (heures pêchées)	Utilisables pour l'effort (heures draguées)	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	28	28	100	18	18	16	57
2012	15	15	100	7	7	7	47
2013	148	141	95	116	114	97	66
2014	156	127	81	107	96	90	58
2015	24	24	100	20	20	12	50
2016	58	58	100	36	28	26	45



Tableau 11. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 22, de 2011 à 2016.

Année	Bordereaux de vente	Journaux de bord					
	Nombre de jours rapportés	Nombre de jours rapportés	Poucentage de déclaration (%)	Utilisable pour géolocalisation	Utilisables pour l'effort (heures pêchées)	Utilisables pour l'effort (heures draguées)	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	1629	1446	89	1323	1287	949	58
2012	1767	1278	72	1160	1142	922	52
2013	1523	1107	73	1029	940	868	57
2014	1534	1066	69	959	848	722	47
2015	1198	934	78	814	786	565	47
2016	1203	878	73	646	583	492	41

Tableau 12. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 23, de 2011 à 2016.

Année	Bordereaux de vente	Journaux de bord					
	Nombre de jours rapportés	Nombre de jours rapportés	Poucentage de déclaration (%)	Utilisable pour géolocalisation	Utilisables pour l'effort (heures pêchées)	Utilisables pour l'effort (heures draguées)	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	17	17	100	10	9	10	59
2012	25	25	100	0	0	0	0
2013	69	35	51	21	21	21	30
2014	60	59	98	59	58	51	85
2015	25	25	100	25	25	14	56
2016	41	37	90	32	24	29	71

Tableau 13. Retour des journaux de bord commerciaux par rapport aux bordereaux de vente pour la Zone de Pêche du Pétoncle 24, de 2011 à 2016.

Année	Bordereaux de vente	Journaux de bord					
	Nombre de jours rapportés	Nombre de jours rapportés	Poucentage de déclaration (%)	Utilisable pour géolocalisation	Utilisables pour l'effort (heures pêchées)	Utilisables pour l'effort (heures draguées)	Pourcentage de journaux utilisables (%)
2011	1136	1126	99	926	912	626	55
2012	1106	1083	98	913	911	593	54
2013	980	882	90	691	686	463	47
2014	843	763	91	676	659	477	57
2015	679	679	100	601	597	393	58
2016	703	703	100	561	553	376	53

Tableau 14. Proportion des débarquements de la ZPP attribuée à chaque gisement principal selon les journaux de bord de 2001 à 2016.

ZPP	21A	22		24
Année	gisement 21A	Cape Tormentine	West Point	Pictou
2001	0.74	0.26	0.28	0.70
2002	0.70	0.12	0.64	0.76
2003	0.67	0.23	0.50	0.70
2004	0.58	0.46	0.21	0.72
2005	0.69	0.14	0.50	0.77
2006	0.65	0.24	0.50	0.84
2007	0.42	0.21	0.60	0.80
2008	0.31	0.42	0.36	0.75
2009	0.82	0.35	0.45	0.71
2010	NA	0.21	0.60	0.66
2011	NA	0.30	0.47	0.75
2012	NA	0.36	0.48	0.75
2013	0.91	0.76	0.17	0.83
2014	0.71	0.38	0.43	0.85
2015	1.00	0.57	0.34	0.85
2016	NA	0.80	0.09	0.86

NA: pas disponible.

Tableau 15. Les résultats du modèle de déplétion pour chaque gisement principal correspondant à la strate d'effort élevé de 2003 à 2016 indiquant le nombre de rapports de journaux de bord (*n jdb*), le coefficient de capturabilité (*q*), captures cumulées en tonnes de muscles (*C*), Biomasse estimée avant la pêche (*B<sub>0</sub> (t)*) et le taux d'exploitation estimé (*Ê*). Les cellules ombragées avec le texte en italique indiquent que le modèle n'était pas significatif (*P > 0.05*).

Année	Gisement (strate)	n (jdb)	q	C (t)	B <sub>0</sub> (t)	Ê
2003	21A (strate 2)	160	0.157	9	28.85	0.30
2004	21A (strate 2)	154	0.031	9	124.48	0.08
2005	21A (strate 2)	130	0.339	9	18.59	0.48
2006	21A (strate 2)	39	0.431	4	8.17	0.52
2007	21A (strate 2)	42	0.273	4	-9.77	-0.39
2008	21A (strate 2)	42	0.485	1	6.69	0.15
2009	21A (strate 2)	34	0.163	1	12.23	0.12
2010	21A (strate 2)	Pêche fermée				
2011	21A (strate 2)					
2012	21A (strate 2)					
2013	21A (strate 2)	86	1.130	5	7.20	0.65
2014	21A (strate 2)	61	0.565	2	5.28	0.39
2015	21A (strate 2)	-	-	-	-	-
2016	21A (strate 2)	Pêche fermée				
2003	Cape Tormentine (Strate 3)	232	0.264	13	24.53	0.54

<b>Année</b>	<b>Gisement (strate)</b>	<b>n (jdb)</b>	<b>q</b>	<b>C (t)</b>	<b>B<sub>0</sub> (t)</b>	<b>Ê</b>
2004	Cape Tormentine (Strate 3)	315	0.163	36	58.63	0.62
2005	Cape Tormentine (Strate 3)	91	0.261	8	16.60	0.49
2006	Cape Tormentine (Strate 3)	152	0.267	13	22.23	0.59
2007	Cape Tormentine (Strate 3)	177	0.182	17	37.06	0.47
2008	Cape Tormentine (Strate 3)	195	0.172	33	58.80	0.56
2009	Cape Tormentine (Strate 3)	225	0.192	29	48.99	0.59
2010	Cape Tormentine (Strate 3)	141	0.305	12	23.44	0.50
2011	Cape Tormentine (Strate 3)	280	0.165	27	62.57	0.42
2012	Cape Tormentine (Strate 3)	303	0.223	31	50.92	0.61
2013	Cape Tormentine (Strate 3)	560	0.115	68	122.07	0.56
2014	Cape Tormentine (Strate 3)	248	0.191	27	52.73	0.51
2015	Cape Tormentine (Strate 3)	285	0.201	29	51.14	0.56
2016	Cape Tormentine (Strate 3)	355	0.189	27	44.45	0.61
2003	West Point (Strate 3)	411	0.161	28	46.31	0.60
2004	West Point (Strate 3)	94	0.170	16	45.39	0.35
2005	West Point (Strate 3)	383	0.101	29	64.54	0.44
2006	West Point (Strate 3)	433	0.140	27	48.90	0.55

<b>Année</b>	<b>Gisement (strate)</b>	<b>n (jdb)</b>	<b>q</b>	<b>C (t)</b>	<b>B<sub>0</sub> (t)</b>	<b>Ê</b>
2007	West Point (Strate 3)	435	0.141	50	76.82	0.65
2008	West Point (Strate 3)	273	0.218	28	45.74	0.61
2009	West Point (Strate 3)	356	0.103	37	82.59	0.45
2010	West Point (Strate 3)	367	0.174	33	51.45	0.64
2011	West Point (Strate 3)	455	0.134	41	78.15	0.53
2012	West Point (Strate 3)	452	0.123	41	76.07	0.55
2013	West Point (Strate 3)	213	0.093	15	70.19	0.22
2014	West Point (Strate 3)	368	0.193	32	51.94	0.61
2015	West Point (Strate 3)	215	0.275	17	30.75	0.55
2016	West Point (Strate 3)	71	0.742	3	6.58	0.47
2003	Pictou (Strate 1)	230	0.030	18	96.32	0.19
2004	<i>Pictou (Strate 1)</i>	242	-0.035	19	-96.93	-0.20
2005	<i>Pictou (Strate 1)</i>	344	-0.005	19	-529.51	-0.04
2006	<i>Pictou (Strate 1)</i>	418	0.003	23	1115.68	0.02
2007	<i>Pictou (Strate 1)</i>	226	0.012	17	251.48	0.07
2008	<i>Pictou (Strate 1)</i>	201	0.000	12	-38332.11	0.00
2009	<i>Pictou (Strate 1)</i>	209	0.053	14	71.61	0.20

---

<b>Année</b>	<b>Gisement (strate)</b>	<b>n (jdb)</b>	<b>q</b>	<b>C (t)</b>	<b>B<sub>0</sub> (t)</b>	<b>Ê</b>
2010	<i>Pictou (Strate 1)</i>	315	0.049	18	-69.94	-0.26
2011	Pictou (Strate 1)	451	0.052	23	82.50	0.28
2012	Pictou (Strate 1)	439	0.033	22	117.58	0.19
2013	<i>Pictou (Strate 1)</i>	369	0.001	20	2855.98	0.01
2014	<i>Pictou (Strate 1)</i>	403	0.015	15	216.65	0.07
2015	<i>Pictou (Strate 1)</i>	327	0.033	14	-92.85	-0.16
2016	<i>Pictou (Strate 1)</i>	299	0.022	20	223.87	0.09



Tableau 16. Description des relevés de recherche indiquant la zone, la date, les strates (et profondeurs), l'aire, la proportion de l'aire de la strate et le nombre de stations aléatoires pour chaque relevé.

ZPP	Dates	Année	Strate	Description de la strate	Aire (km <sup>2</sup> )	Aire proportionnelle à la strate	Nombre de stations
21A	28/06 – 05/07	2013	1	Zone tampon (5-18 m)	194	0.146	16
			2	Effort modéré	231	0.174	39
			3	Effort faible	494	0.372	18
			4	Pas d'effort (>36.5 m)	408	0.308	14
			<b>Total</b>				<b>1327</b>
21BC	11/08- 25/08	2016	1	Effort modéré (18-36 m)	422	0.059	23
			2	Effort faible (18-36 m)	2308	0.324	52
			3	Pas d'effort (>36 m)	2659	0.373	18
			4	Zone tampon (5-18m and western half)	1736	0.244	24
			<b>Total</b>				<b>7125</b>
22 nord	31/05 – 11/06	2014	1	Effort faible – gisement Cap St-Louis	781	0.253	14
			2	Effort modéré – gisement Miminegash	825	0.268	26
			3	Effort élevé – gisement West Point	557	0.181	37
			4	Zone tampon (5-11 m)	919	0.298	12
			<b>Total</b>				<b>3082</b>

ZPP	Dates	Année	Strate	Description de la strate	Aire (km <sup>2</sup> )	Aire proportionnelle à la strate	Nombre de stations
22 sud	27/06 - 05/07	2012	1	Peu ou pas d'effort	410	0.234	11
			2	Effort faible – gisement Cape Tormentine ouest	139	0.079	13
			3	Effort élevé – gisement Cape Tormentine	248	0.142	20
			4	Zone tampon – côté N.-B. (5-11 m)	736	0.421	18
			5	Zone tampon – côté I.-P.É. (5-11 m)	217	0.124	6
			<b>Total</b>				<b>1750</b>
24	14/08 - 29/08	2015	1	Effort élevé – gisement Pictou	1500	0.147	48
			2	Effort modéré	763	0.075	22
			3	Effort faible	668	0.065	18
			4	Pas d'effort	6199	0.606	12
			5	Zone tampon	1106	0.108	20
			<b>Total</b>				<b>10236</b>
<b>Golfe</b>			<b>Total</b>	<b>23520</b>	<b>-</b>	<b>481</b>	

Tableau 17. Nombre de pétoncles échantillonnés (n), hauteur de coquille (mm; moyenne, écart type, fourchette de taille), poids du muscle maximal, âge maximal du pétoncle commercial ( $\geq 80$  mm), et rapport des claquettes dans les relevés de recherche par les navires scientifiques dans les zones de pêche du pétoncle du sud du golfe du Saint-Laurent, de 2012 à 2016.

ZPP	Année	n	Hauteur de coquille (mm)				Max poids du muscle(g)	Age moyen $\geq 80$ mm	Age Max	Taux de Claquettes
			Moyenne	ET	Min	Max				
21A	2013	255	67.6	22.01	17	147	54	8.8	15	0.148
21BC*	2016	499	82.3	34.91	18	143	51	8.5	13	0.085
22 nod*	2014	395	75.9	26.59	20	146	60	6.9	13	0.112
22 sud*	2012	1112	72.1	29.35	15	125	32	7.3	13	0.245
24	2015	536	84.2	27.31	13	137	38	8.6	16	0.203

\*relevé effectué après la pêche

Tableau 18. Nombre de pétoncles mesurés (n), des hauteurs de coquille (mm; moyenne et écart-type, fourchette de taille), pour chaque gisement principal (strate d'effort élevé) dans les relevés de recherche (2012-2016).

ZPP	gisement	Année	N	Moyenne	Hauteur de coquille (mm)			Hauteur de coquille (mm) ≥ 80 mm		
					ET	Min	Max	n	Moyenne ± ET	
21A	21A bed	2013	75	68.4	34.26	17	140	23	114.3	± 13.55
22	West Point	2014	339	71.0	23.67	20	132	126	103.3	± 13.89
22	Cape Tormentine	2012	917	71.0	21.66	15	125	376	91.2	± 8.24
24	Pictou	2015	153	79.1	32.35	13	134	86	95.2	± 11.31

Tableau 19. Les indices de biomasse (non corrigés en fonction de l'efficacité du trait) des pétoncles de taille commerciale ( $\geq 80$  mm de hauteur de coquille) relevés par un navire de recherche dédié aux ZPP, selon le poids du muscle (kg par trait standard de 437,27 m<sup>2</sup>; moyenne, erreur type (SE)), densité (g m<sup>-2</sup>), superficie de la strate correspondante à effort élevé (km<sup>2</sup>), biomasse estimée (poids du muscle, t), débarquements au prorata de la strate et taux d'exploitation.

Caractéristiques	ZPP 21A	ZPP 22 nord	ZPP 22 sud	ZPP 24
gisement	21A	West Point	Cape Tormentine	Pictou
Année	2013	2014	2012	2015
Abondance (kg par trait standard)	-	-	-	-
Moyenne	0.014	0.053	0.223	0.027
Erreur standard	0.006	0.018	0.057	0.008
Densité (g par m <sup>2</sup> )	0.033	0.12	0.51	0.06
Aire de la strate (km <sup>2</sup> )	231	557	248	1,500
Biomasse (t) avant la pêche	8	100	158	91
Débarquements (t)	5	32	31	14
Taux d'exploitation	59%	32%	20%	15%

## FIGURES

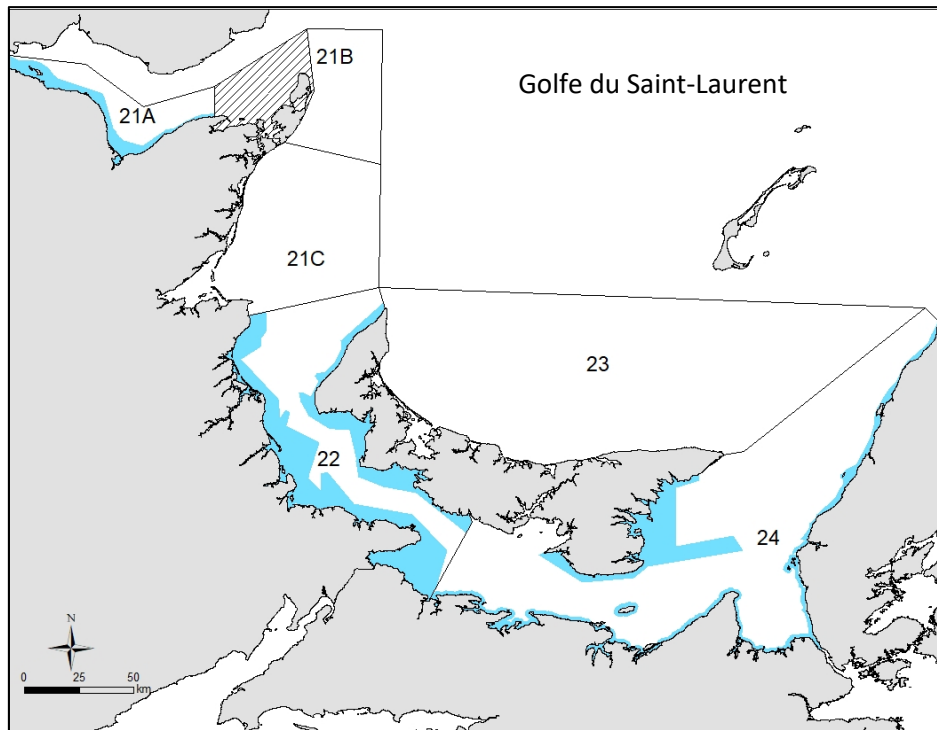


Figure 1. Zones de pêche du pétoncle (ZPP) et emplacements des zones tampons (en bleu) de pêche et des zones fermées (hachuré) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.



Figure 2. Drague de type Digby couramment utilisé dans la pêche commerciale du pétoncle dans la région du Golfe du MPO, avec barre de débarquement munie de roue.

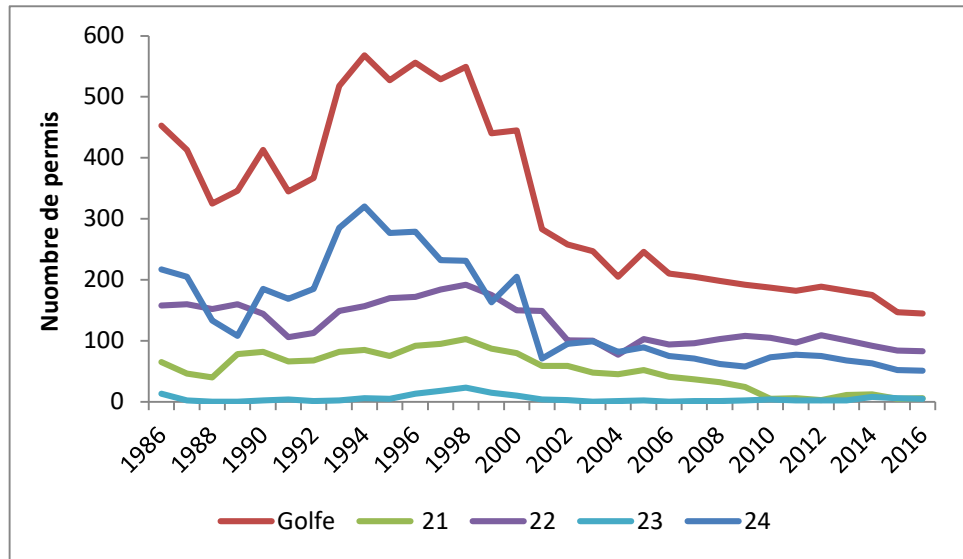


Figure 3. Nombre de permis de pêche commerciale du pétoncle de 1986 à 2016 dans la région du Golfe pour chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP).

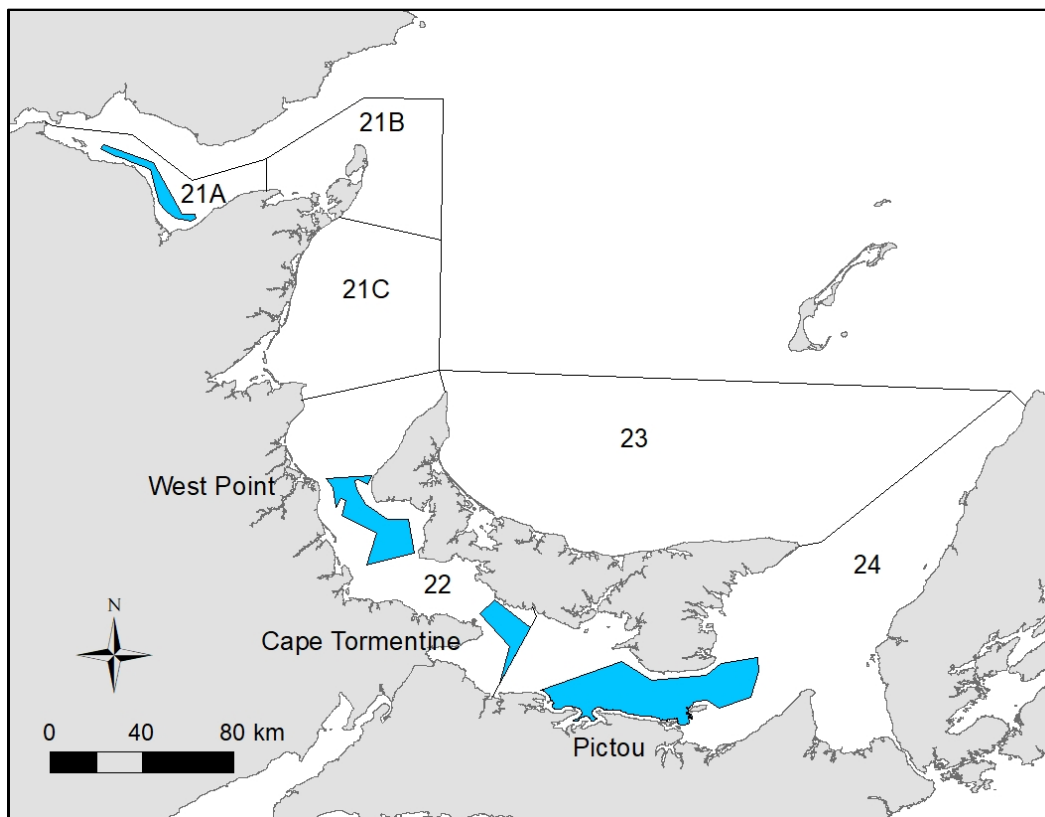


Figure 4. Strates (en bleu) utilisées lors des relevés de recherche (2012 à 2016) qui définissent les gisements pour les estimations de taux de capture et du modèle de déplétion.

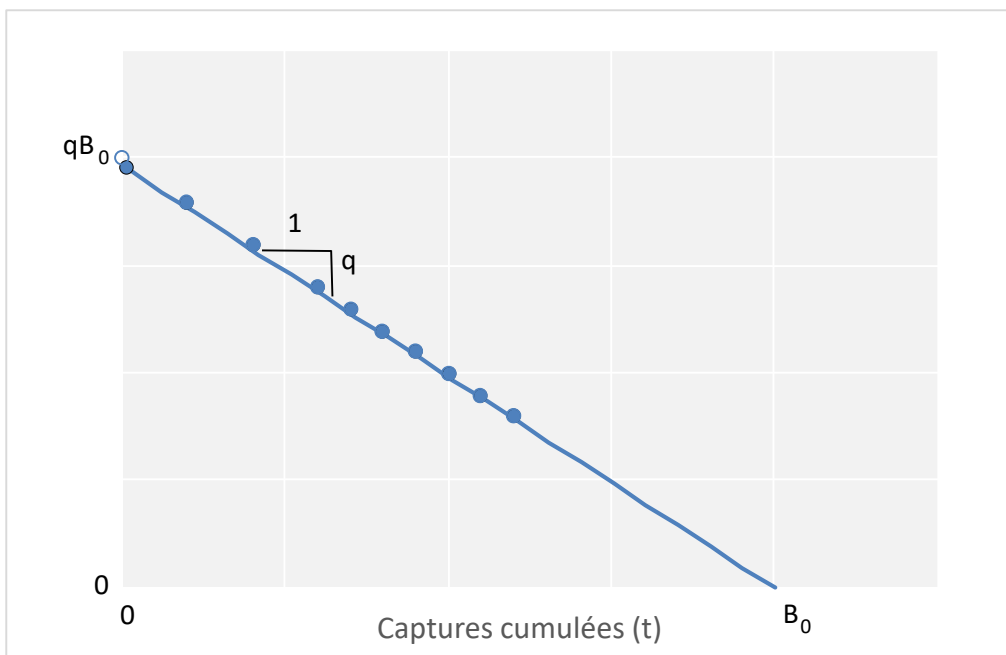


Figure 5. Graphique théorique du modèle de régression linéaire du déclin de l'indice d'abondance en fonction des captures cumulées utilisé pour estimer la biomasse exploitable avant la pêche ( $B_0$ ), la pente ( $q$ ) et l'intercepte ( $qB_0$ ). Modifiée de Ogle 2016.

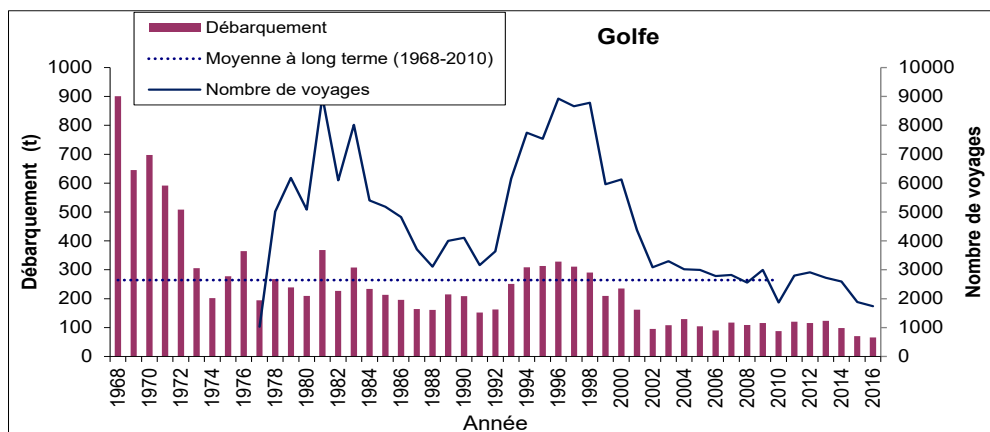


Figure 6. Débarquement commercial de pétoncles géants (tonnes de muscles) et nombre de voyages (somme des jours avec les débarquements individuels déclarés) dans la pêche du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1968 à 2016. La moyenne à long terme des débarquements de 1968 à 2010 est indiquée par la ligne pointillée.



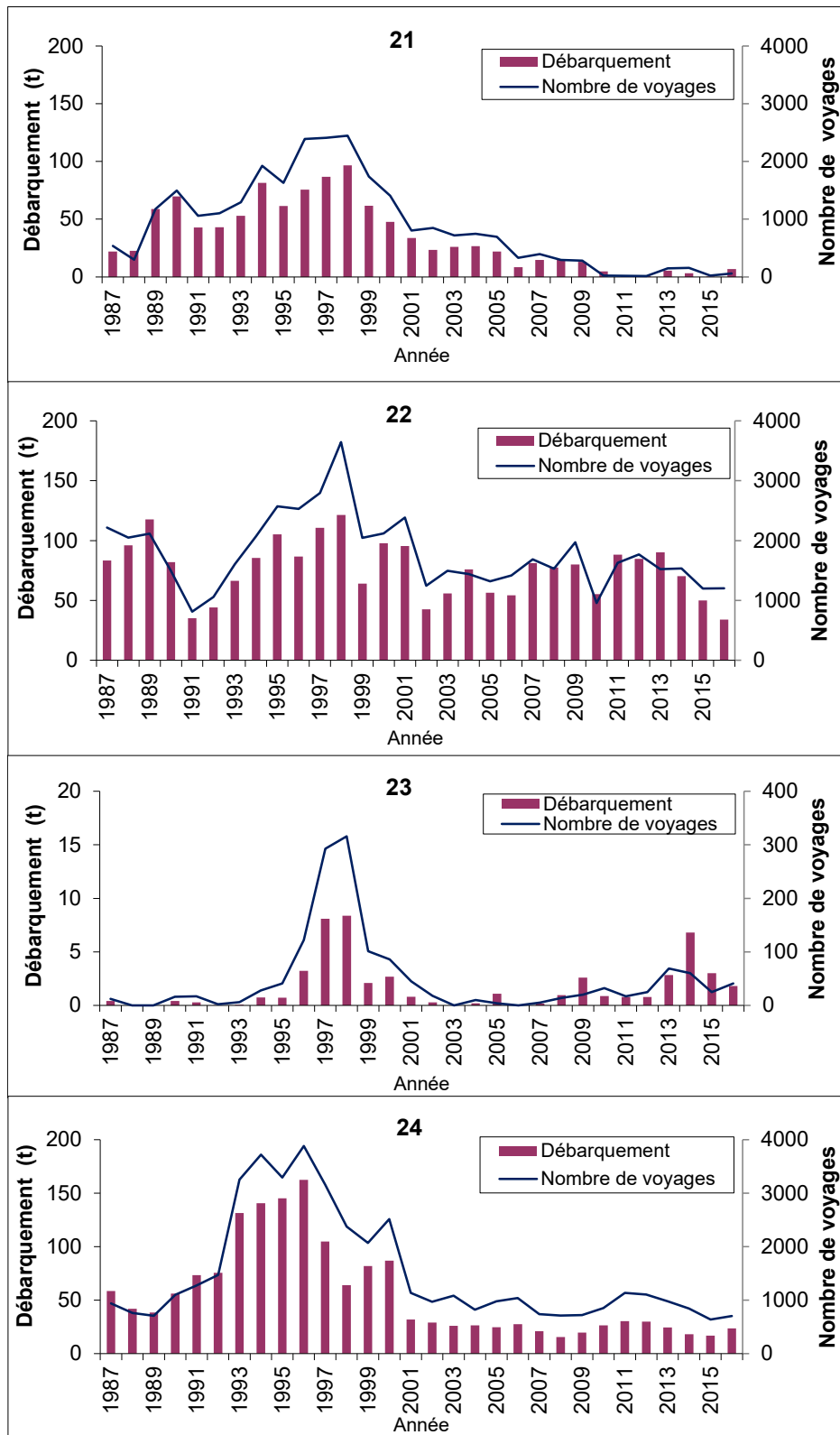


Figure 7. Débarquement commercial de pétoncles géants (tonnes de muscles) et nombre de voyages (somme des jours où des débarquements individuels sont déclarés) dans les ZPP 21, 22, 23 et 24 de la pêche du pétoncle géant du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1987 à 2016. Notez que l'échelle de l'axe des y diffère pour la ZPP 23.

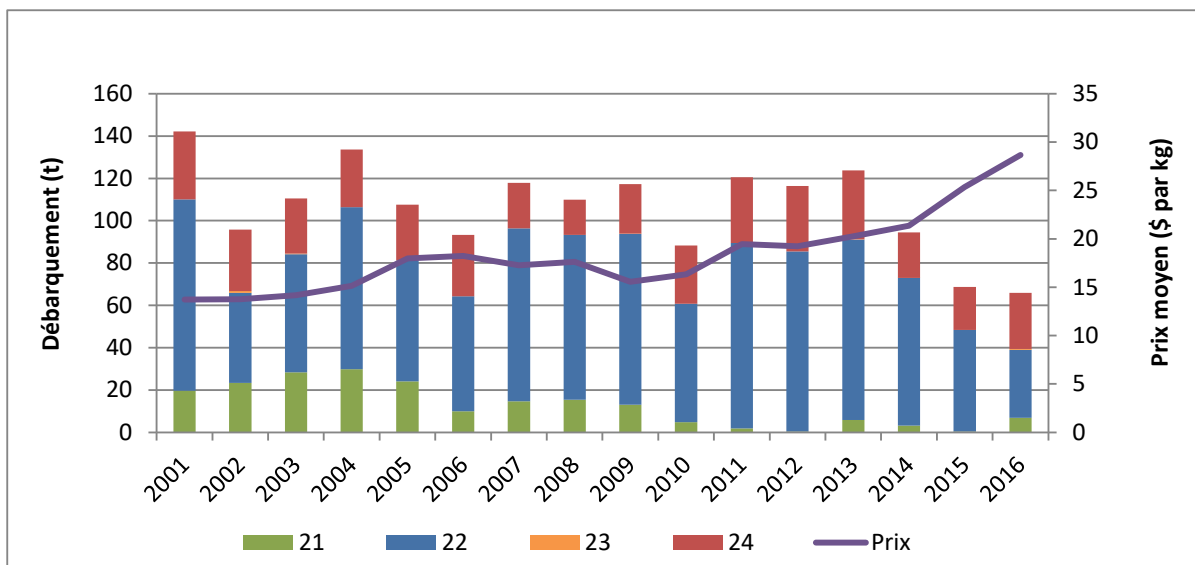


Figure 8. Débarquement annuel de pétoncles de la Région du Golfe par Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) et prix moyen par kg de muscle.

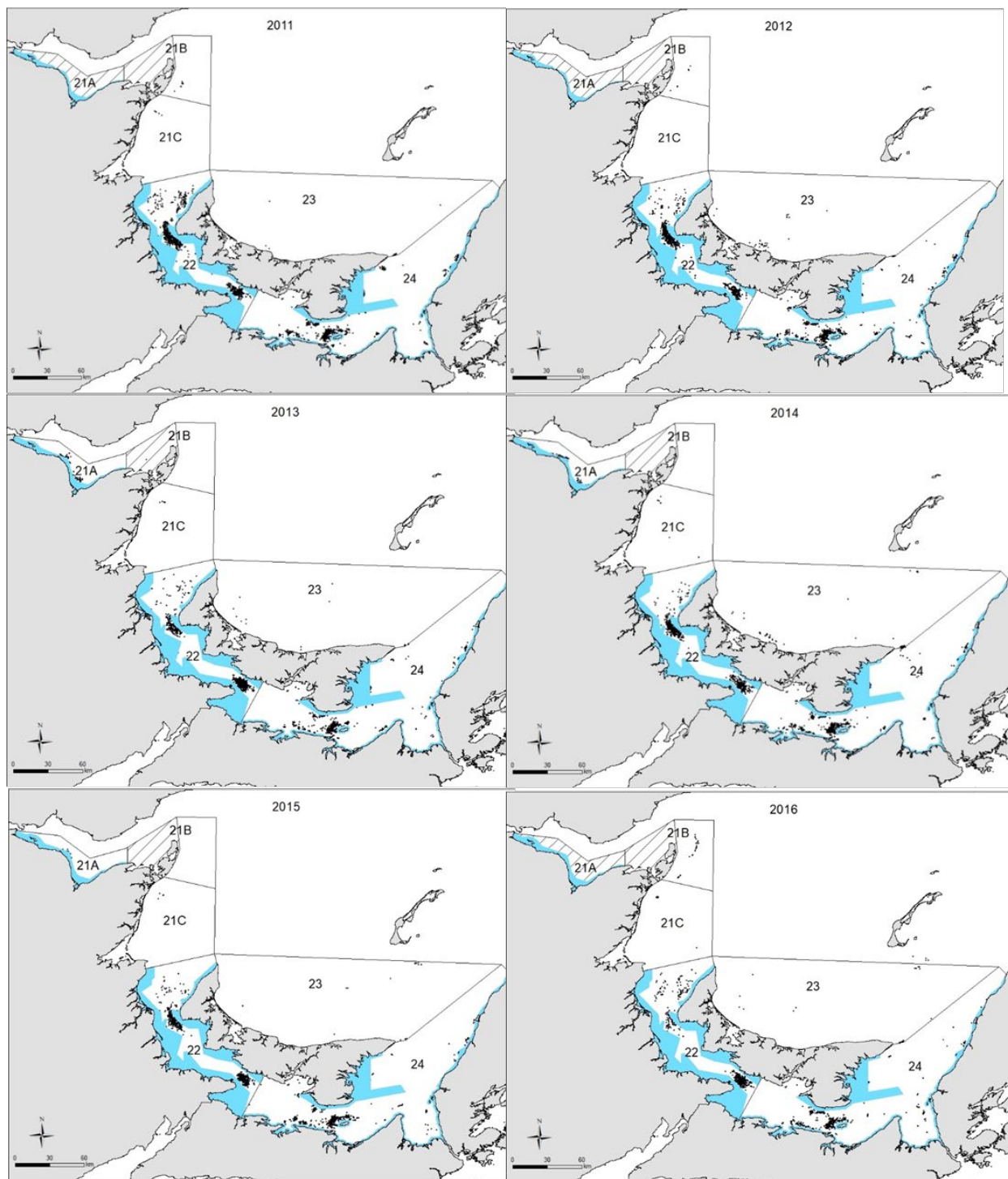


Figure 9. Distribution spatiale de l'effort (points noirs) selon les journaux de bord commerciaux de 2011 à 2016 montrant les zones tampon (en bleu) et les fermetures temporaires (région hachurée).

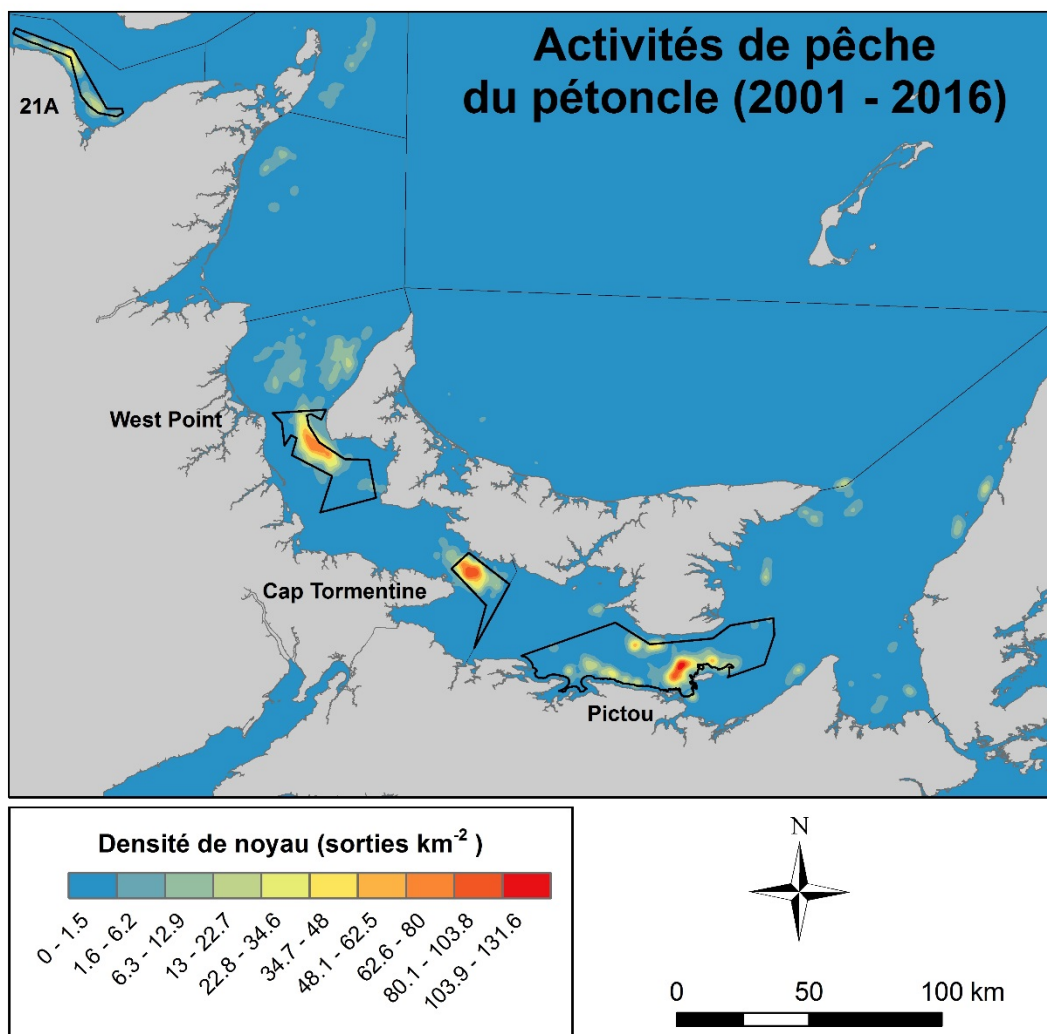


Figure 10. Diagramme de densité de noyau des voyages de pêche commerciale du pétoncle dans le sud du golfe du Saint-Laurent, exprimée en nombre total de voyages avec données positionnelles par km<sup>2</sup> pour les années 2001 à 2016. L'effort de pêche se fait principalement dans trois gisements principaux de pétoncles : du nord au sud, West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22 et Pictou dans la ZPP 24. Les strates d'échantillonnage respectives (ligne noire) utilisées lors des relevés de recherche sur le pétoncle (2012 à 2016), qui servent à définir le gisement de pétoncles pour le taux de capture et d'autres estimations de l'abondance, sont également indiquées.

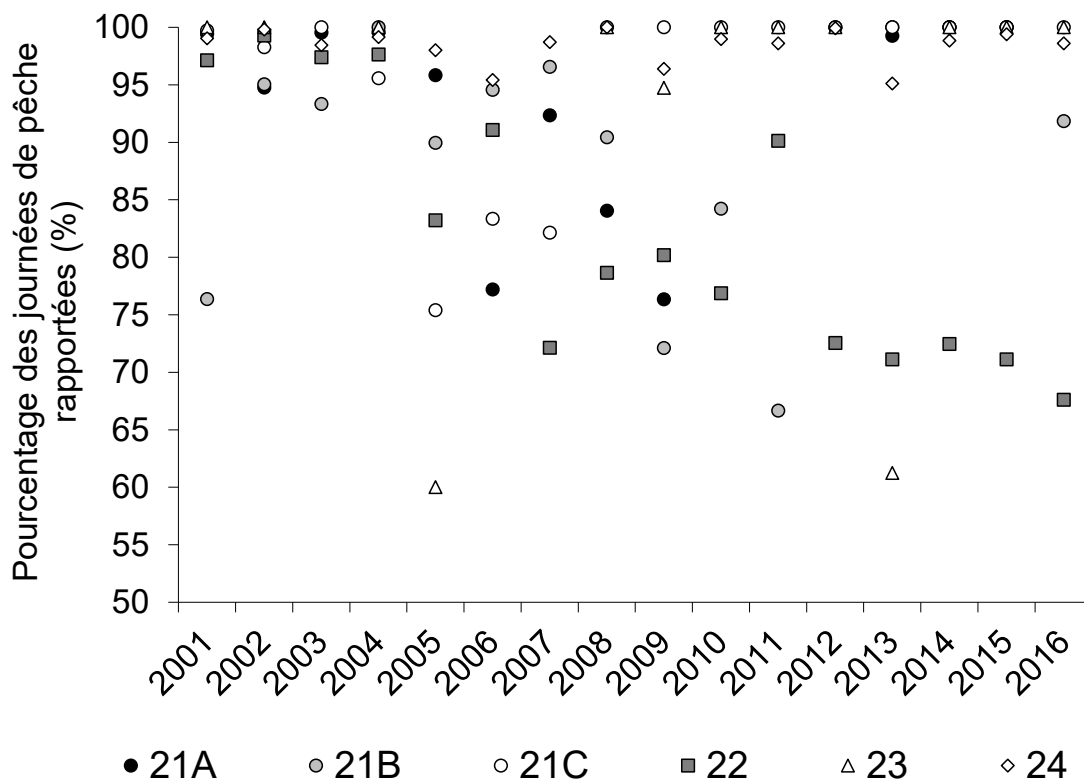


Figure 11. Pourcentage des journées de pêche rapportées dans les journaux de bord par rapport aux journées rapportées dans les bordereaux de vente commerciaux par ZPP dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 2001 à 2016. Le nombre de rapports de la ZPP 23 en 2007 a été insuffisant pour permettre un calcul fiable. Pour la clarté de présentation, le pourcentage de 2007 (0 %) de la ZPP 23 n'est pas présenté sur le graphique.

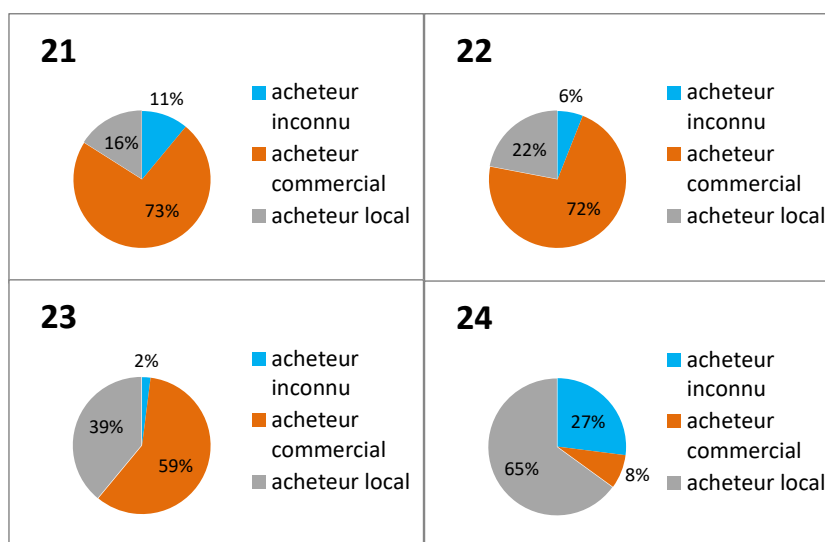


Figure 12. Pourcentage des débarquements commerciaux rapportés en fonction du type d'acheteur: inconnu (code 0), commercial (codes commerciaux) et local (code 9997) dans chaque Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP 21, 22, 23 et 24) provenant des journaux de bord et des bordereaux de vente de 2003 à 2015.

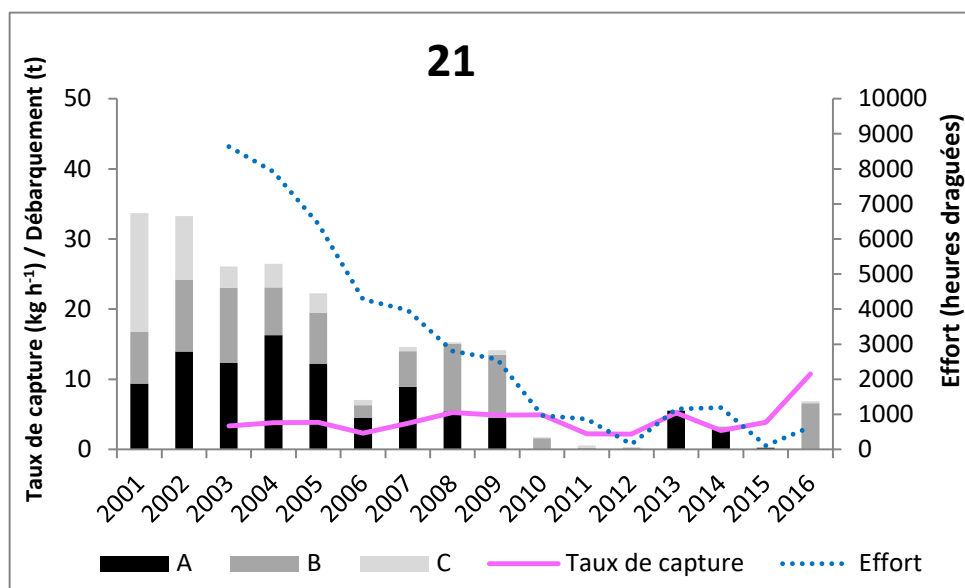


Figure 13. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements (tonnes de muscles) correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour les sous-zones A, B et C de la ZPP 21 (débarquements en gris hachuré, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Notez que dans la sous-zone A, la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016. L'effort de pêche n'est pas disponible en 2001 et 2002.

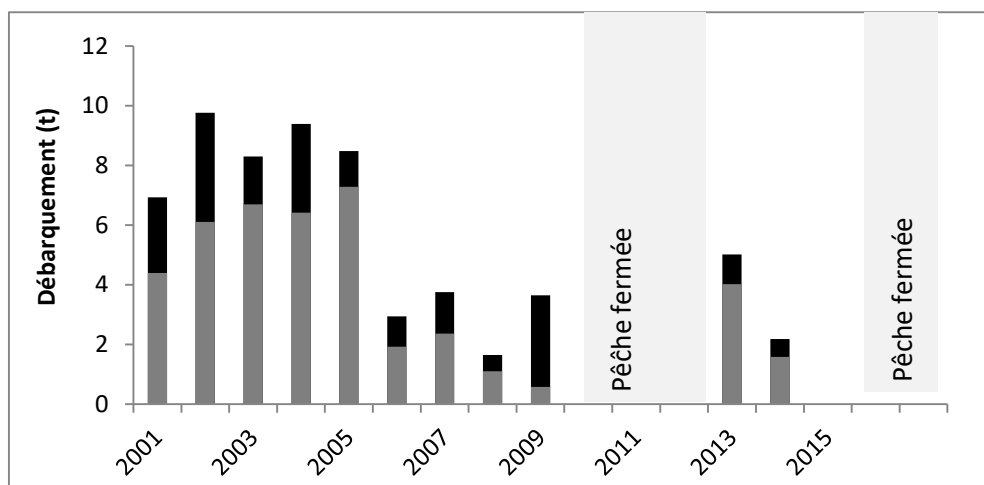


Figure 14. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement de la ZPP 21A et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir). Notez que dans la sous-zone A, la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016.

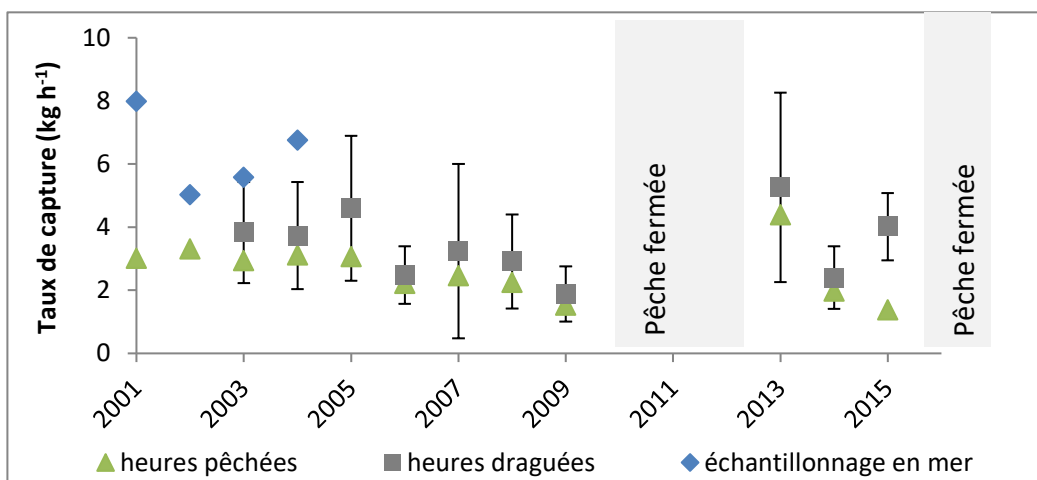


Figure 15. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement de la ZPP 21A. Notez que la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016 selon un seuil minimum de 3 kg par heure en place comme mesure de gestion.

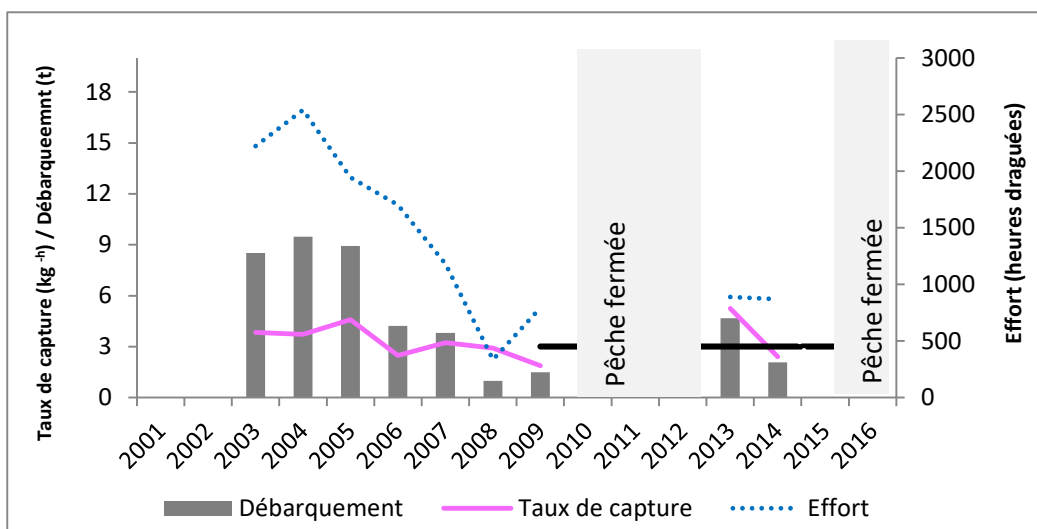


Figure 16. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement de la ZPP 21A (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Notez que la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016 selon un seuil minimum de 3 kg par heure (ligne noire horizontale) en place comme mesure de gestion. Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

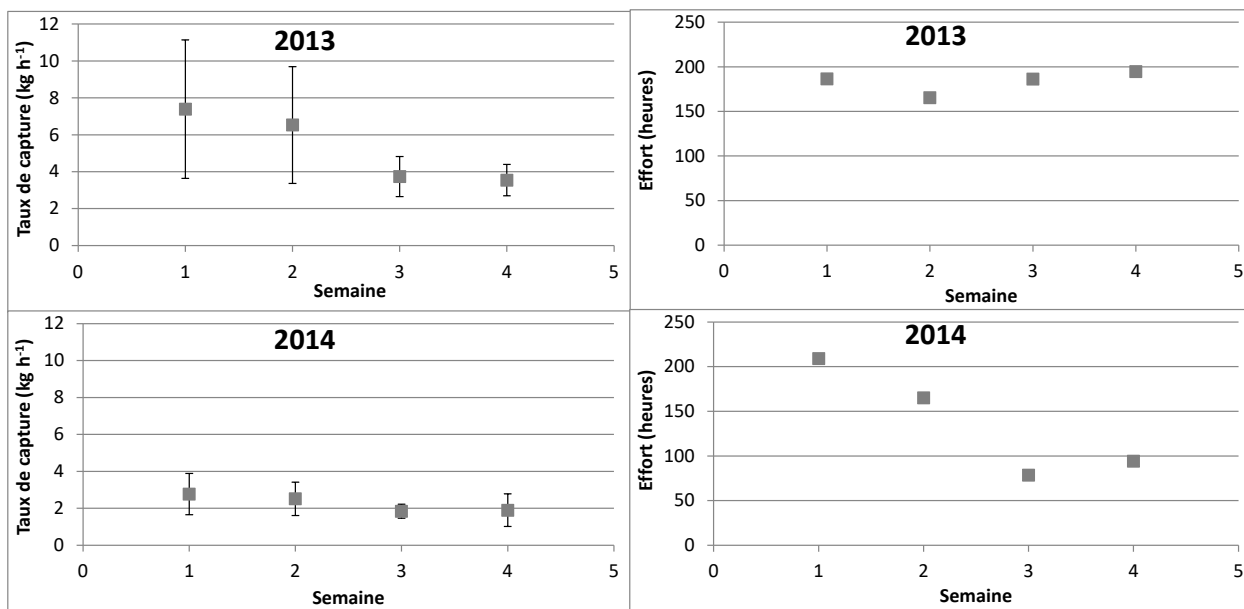


Figure 17. Taux de capture hebdomadaire (kg h<sup>-1</sup>) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2013 à 2014 pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A tirés des journaux de bord.

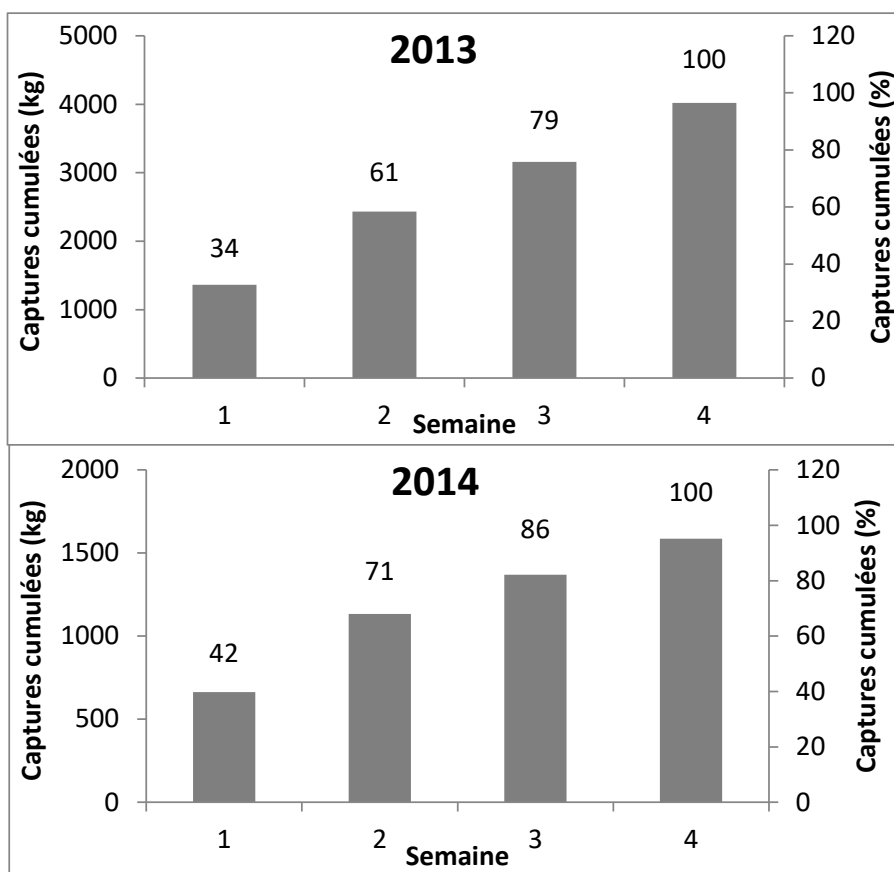


Figure 18. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2013 à 2014 pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A tirés des journaux de bord.



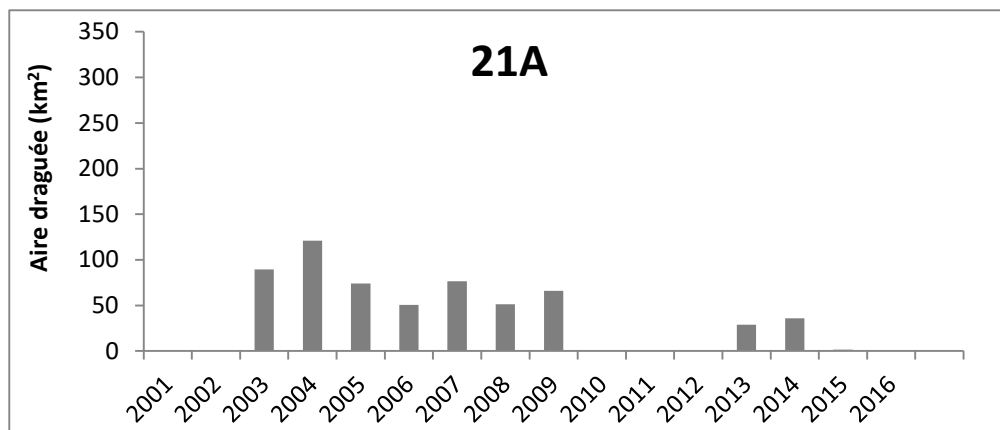


Figure 19. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement de la zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 6 m). Notez que la pêche était fermée de 2010 à 2012 et en 2016 et que la pêche de 2015 était trop faible pour montrer un signal. Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

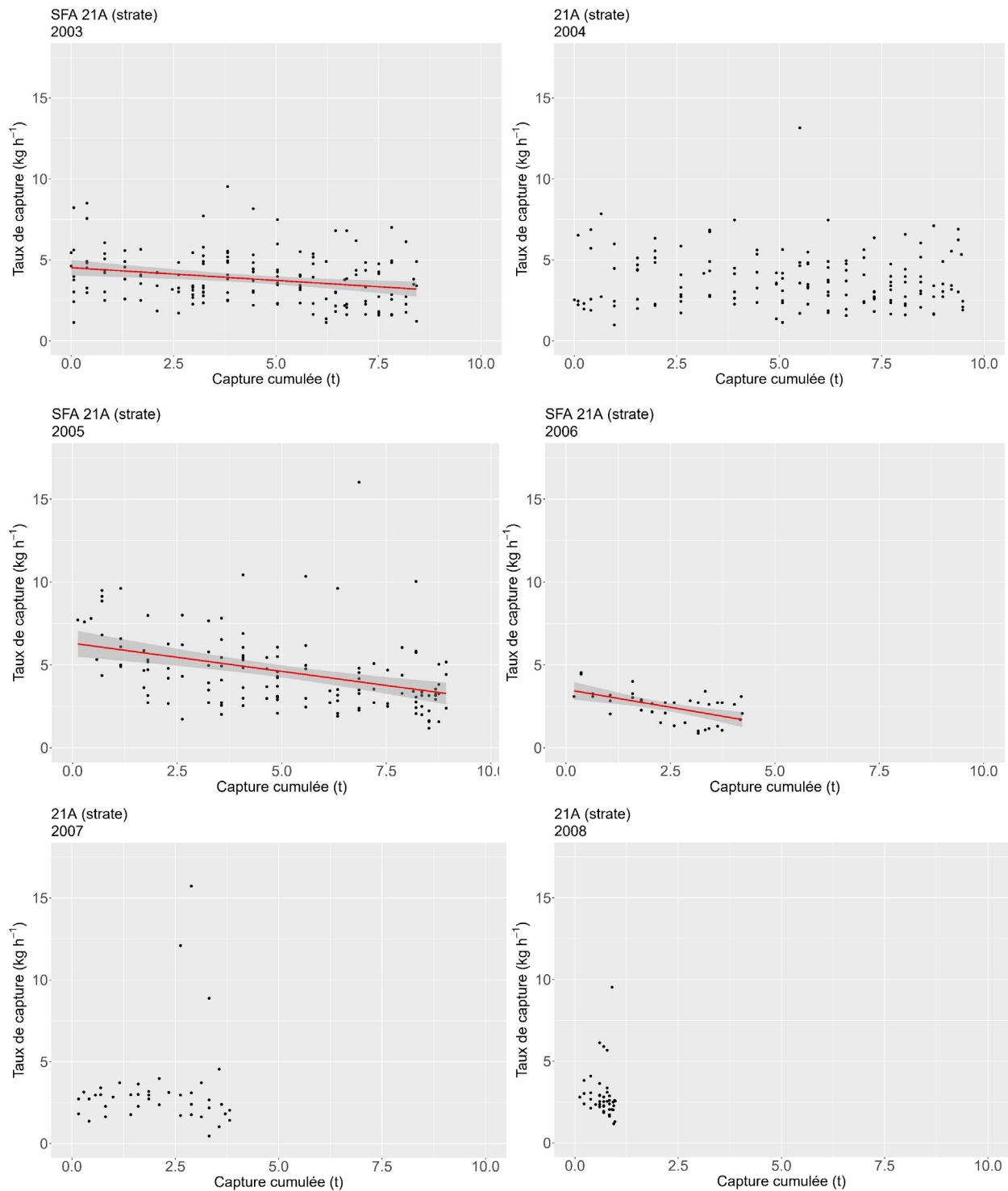


Figure 20. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A dans la baie des Chaleurs pour chaque année de 2003 à 2008.

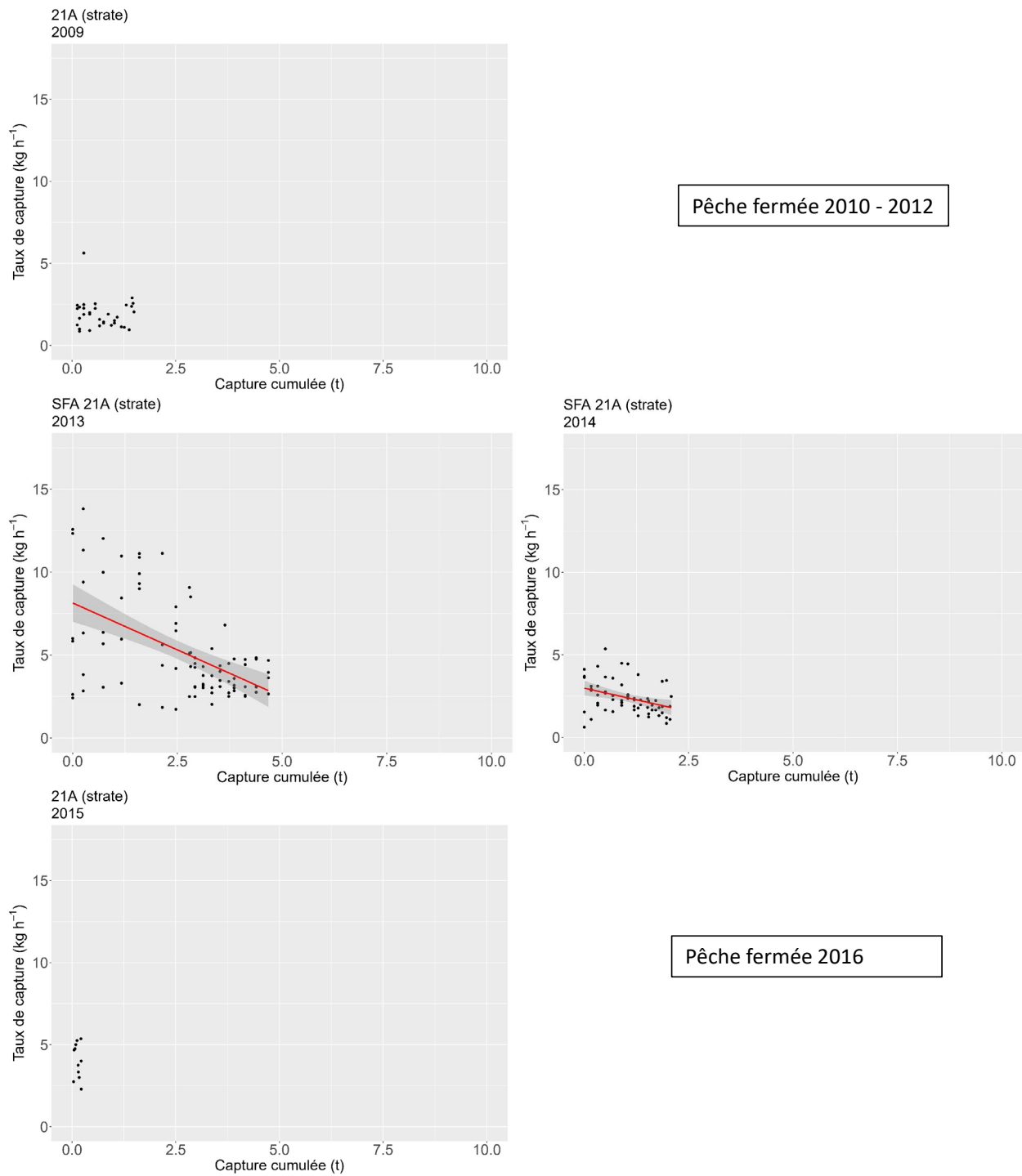


Figure 21. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement de la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 21A dans la baie des Chaleurs pour chaque année de 2009 à 2016.

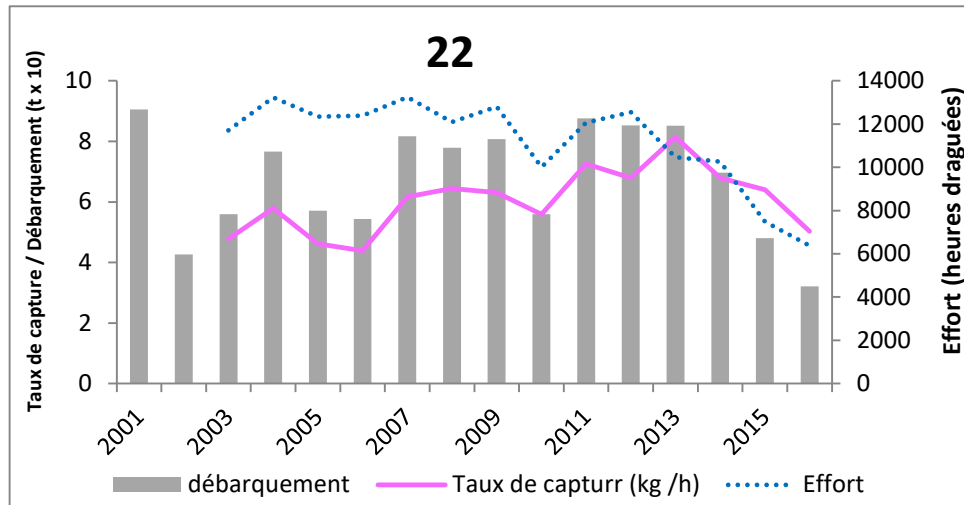


Figure 22. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement West Point (ZPP 22), (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

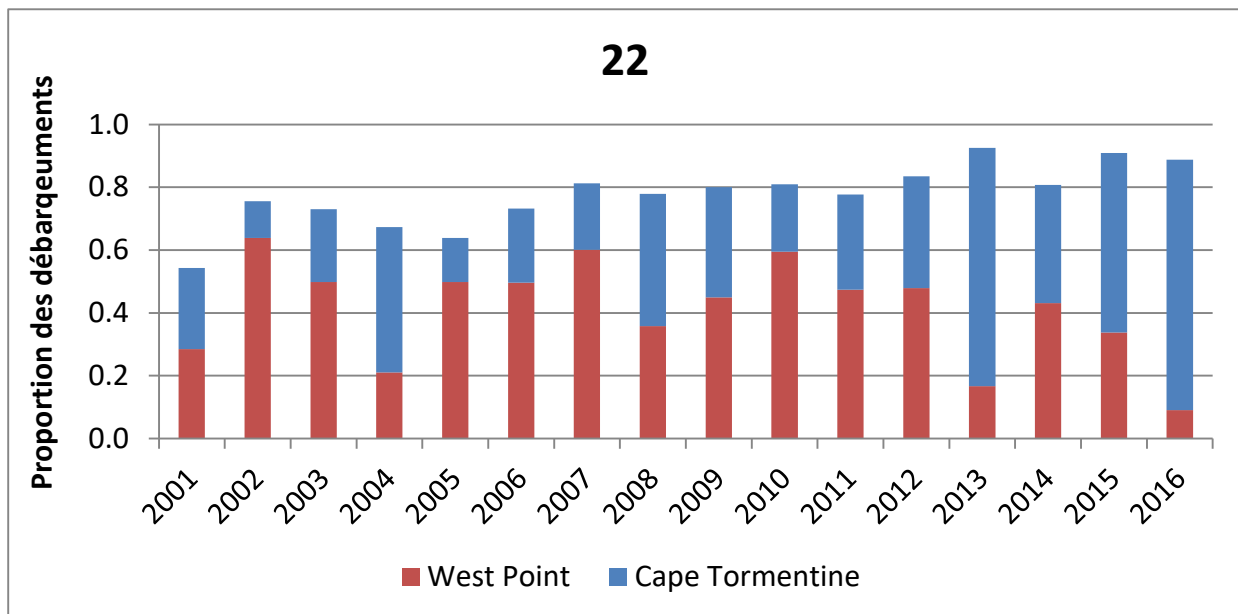


Figure 23. Proportion of Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 22 landings from the West Point and Cape Tormentine beds between 2001 and 2016 according to fishing positions reported in logbooks.

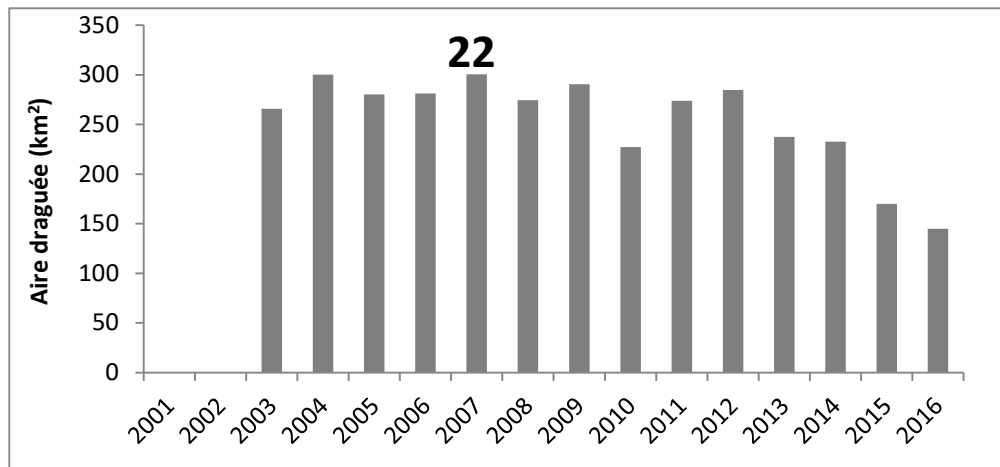


Figure 24. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour la zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 22 (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 4.9 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

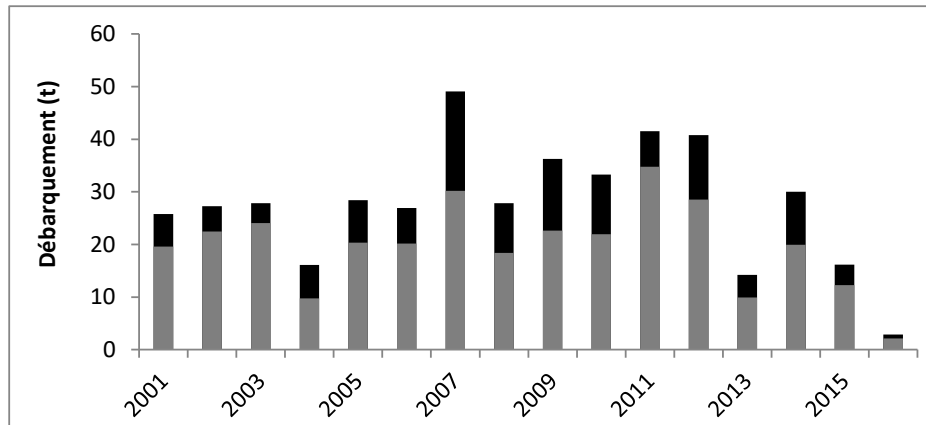


Figure 25. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement West Point et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir).

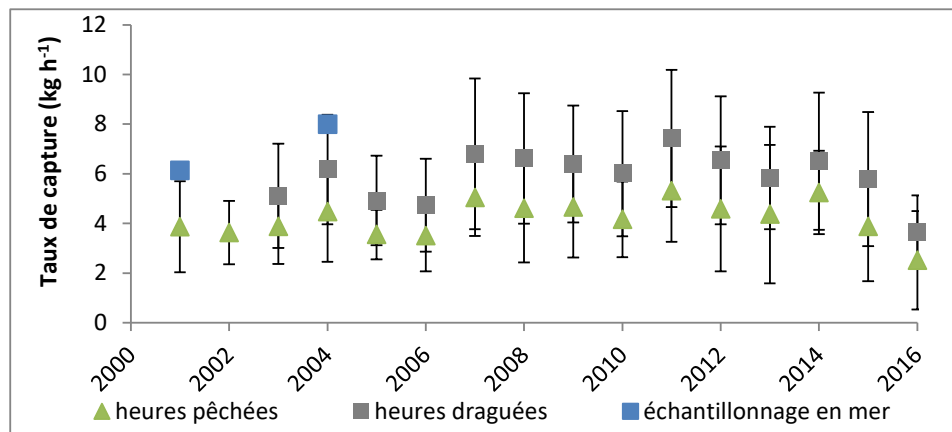


Figure 26. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement West Point.

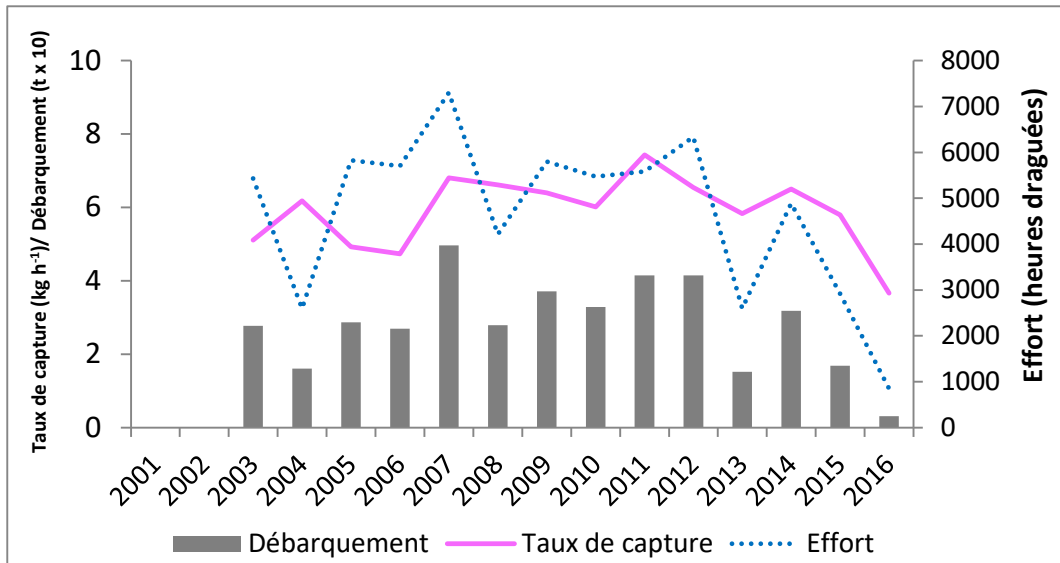


Figure 27. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement West Point (ZPP 22), (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

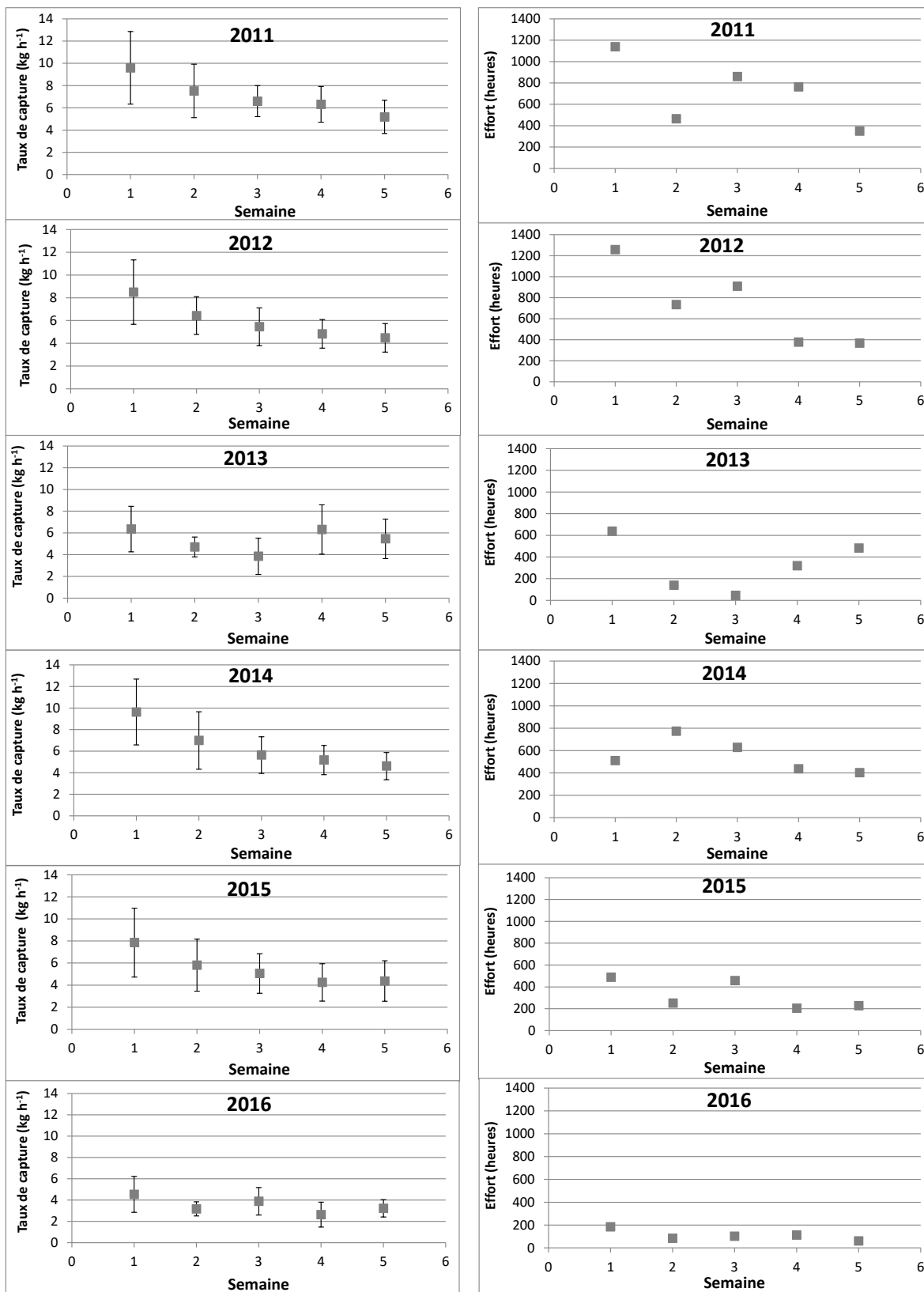


Figure 28. Taux de capture hebdomadaire (kg h<sup>-1</sup>) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de cinq semaines de 2013 à 2014 pour le gisement West Point tirés des journaux de bord.

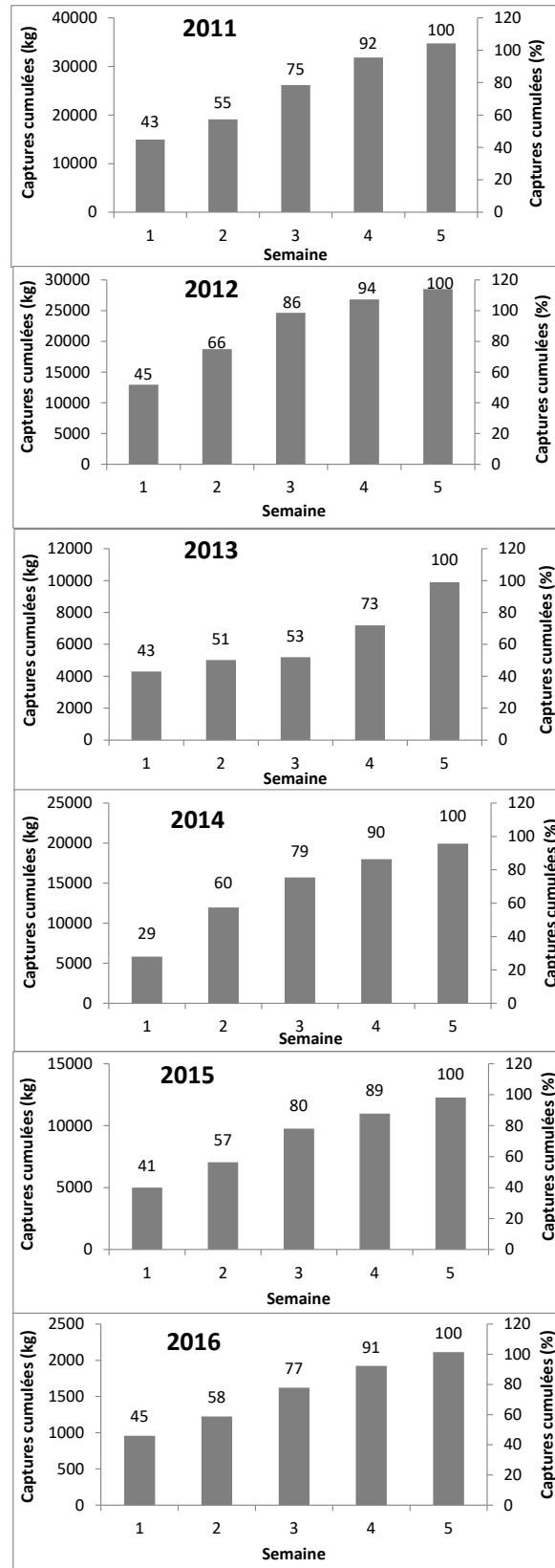


Figure 29. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2011 à 2016 pour le gisement West Point tirées des journaux de bord.



### Débarquements totaux (kg)

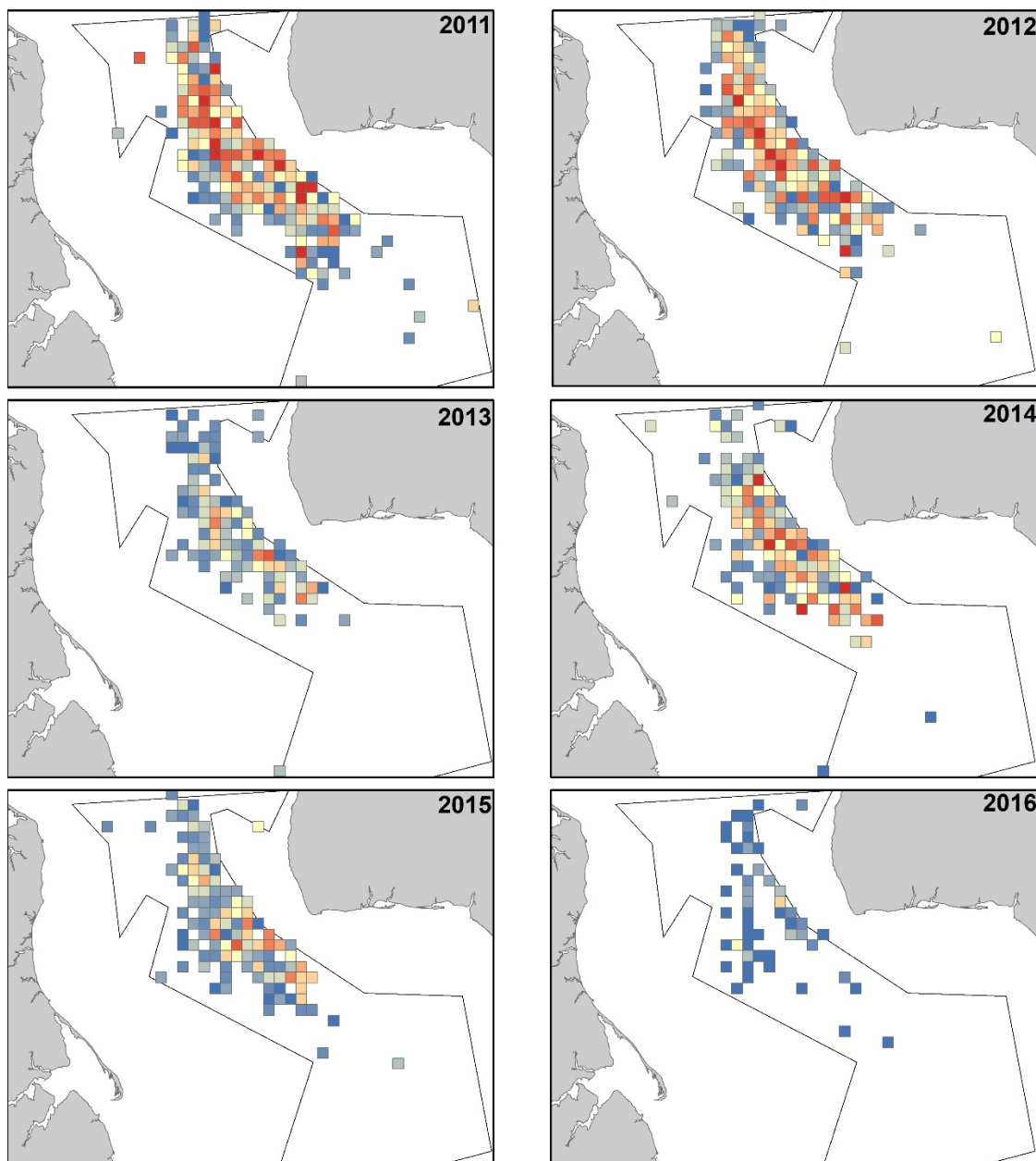
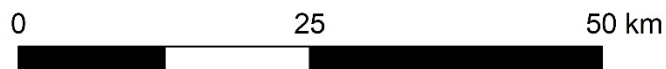


Figure 30. Graphique spatiale des débarquements totaux (kg) par km<sup>2</sup> du gisement West Point selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016.

### Effort cumulatif (heures draguées)

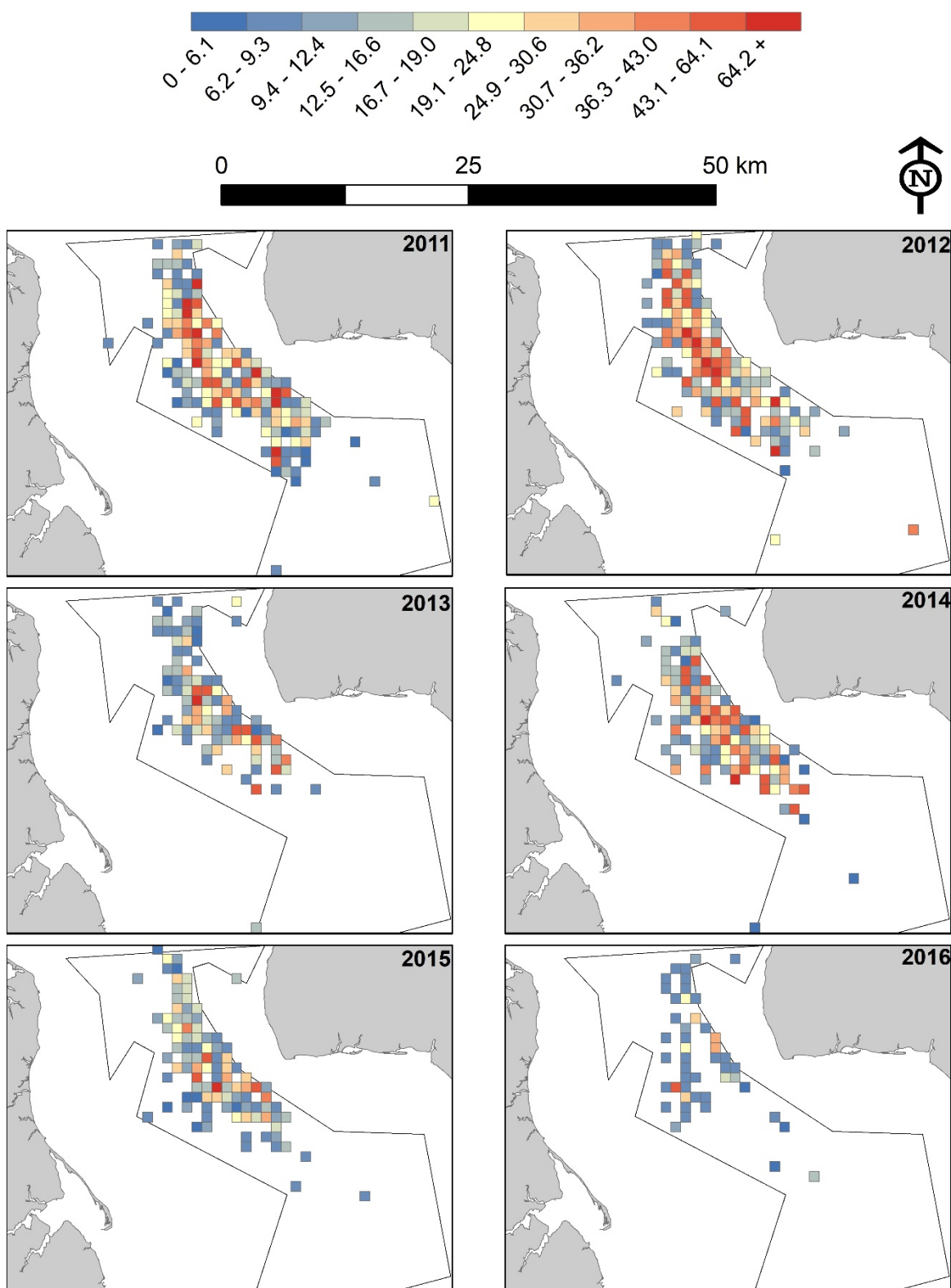


Figure 31. Graphique spatiale de l'effort cumulatif (heures de traits pêchées) par km<sup>2</sup> du gisement West Point selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016.

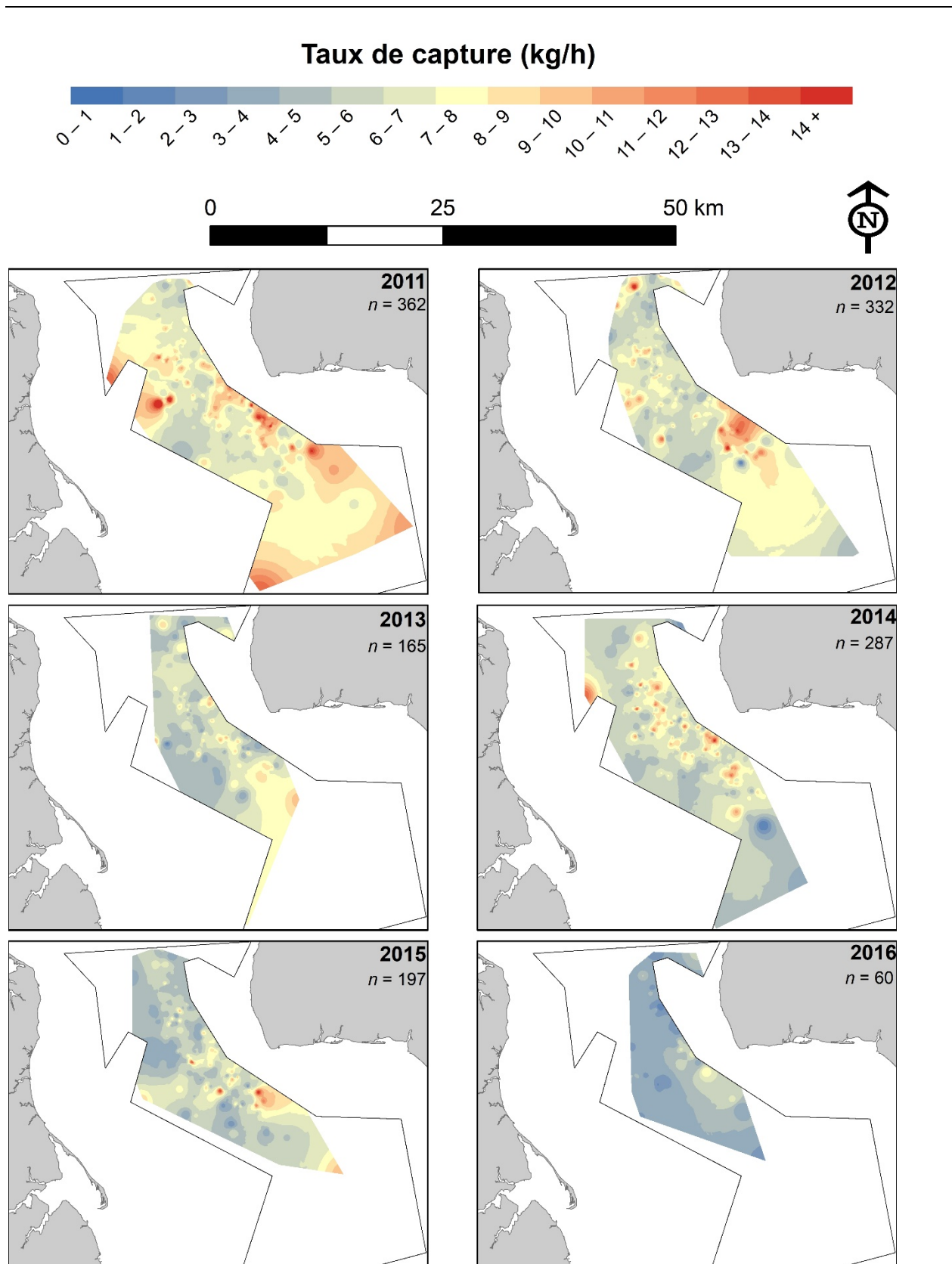


Figure 32. Graphique spatiale du taux de capture ( $\text{kg h}^{-1}$ ) du gisement West Point selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. (heures de traits de pêche).



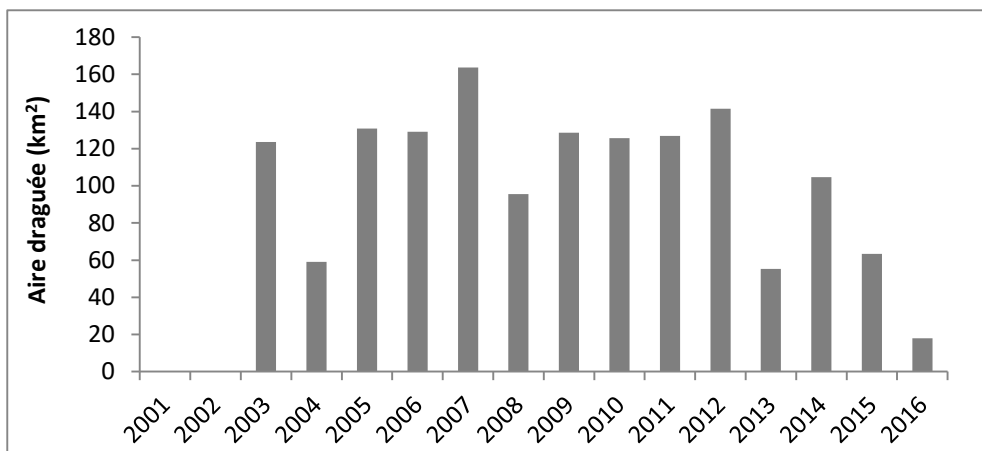


Figure 34. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement West Point (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 4.9 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

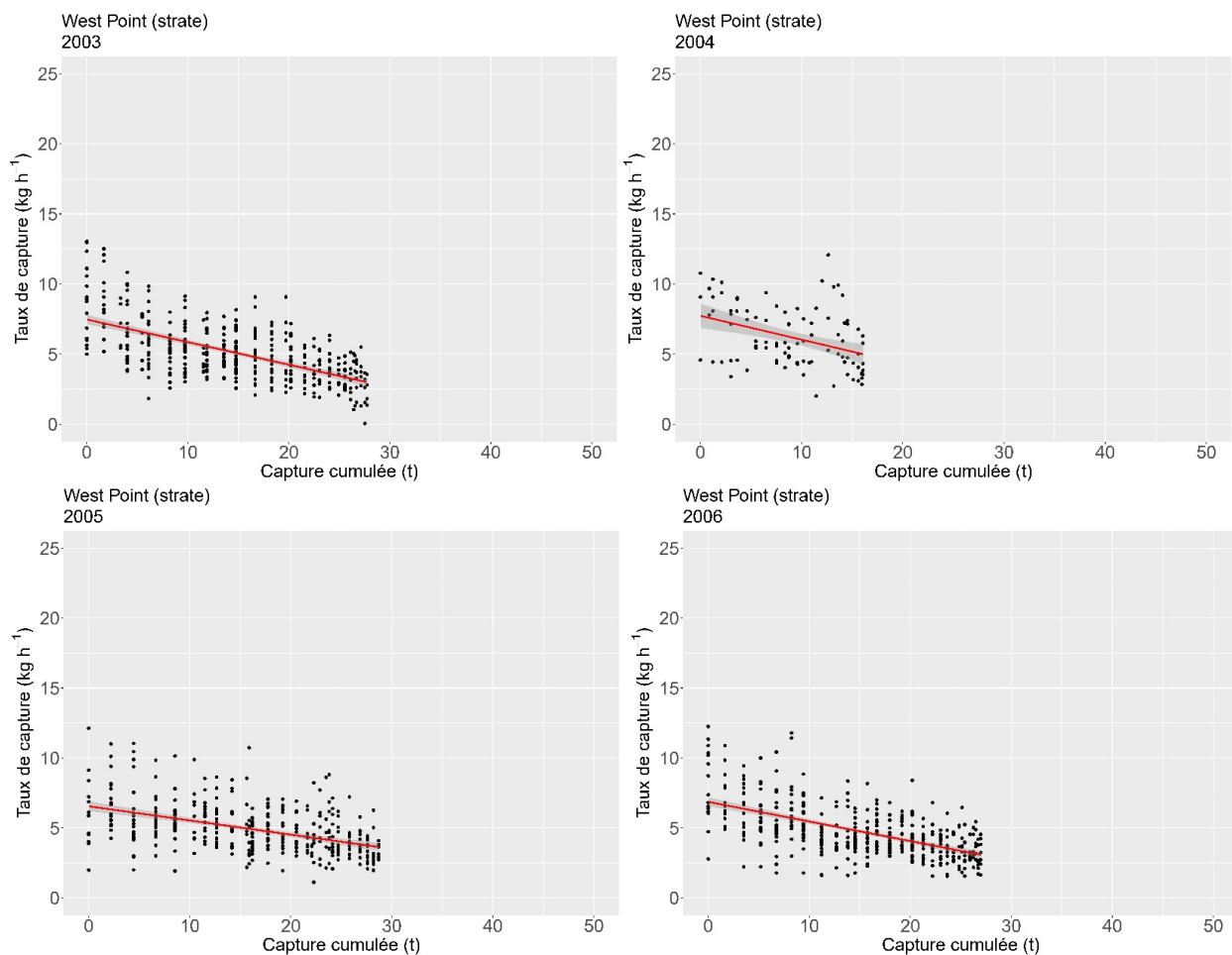


Figure 35. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2003 à 2006.

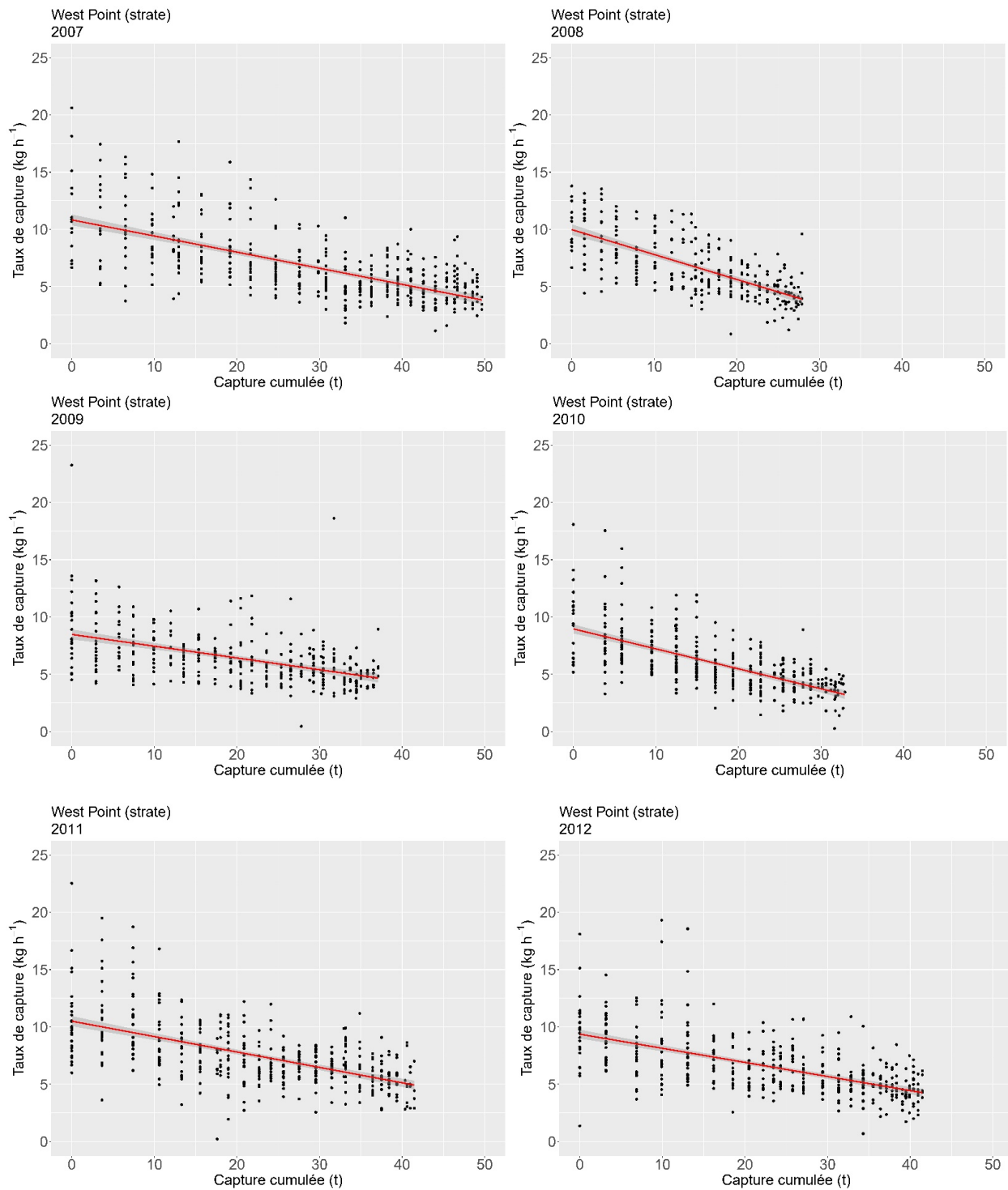


Figure 36. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2007 à 2012.

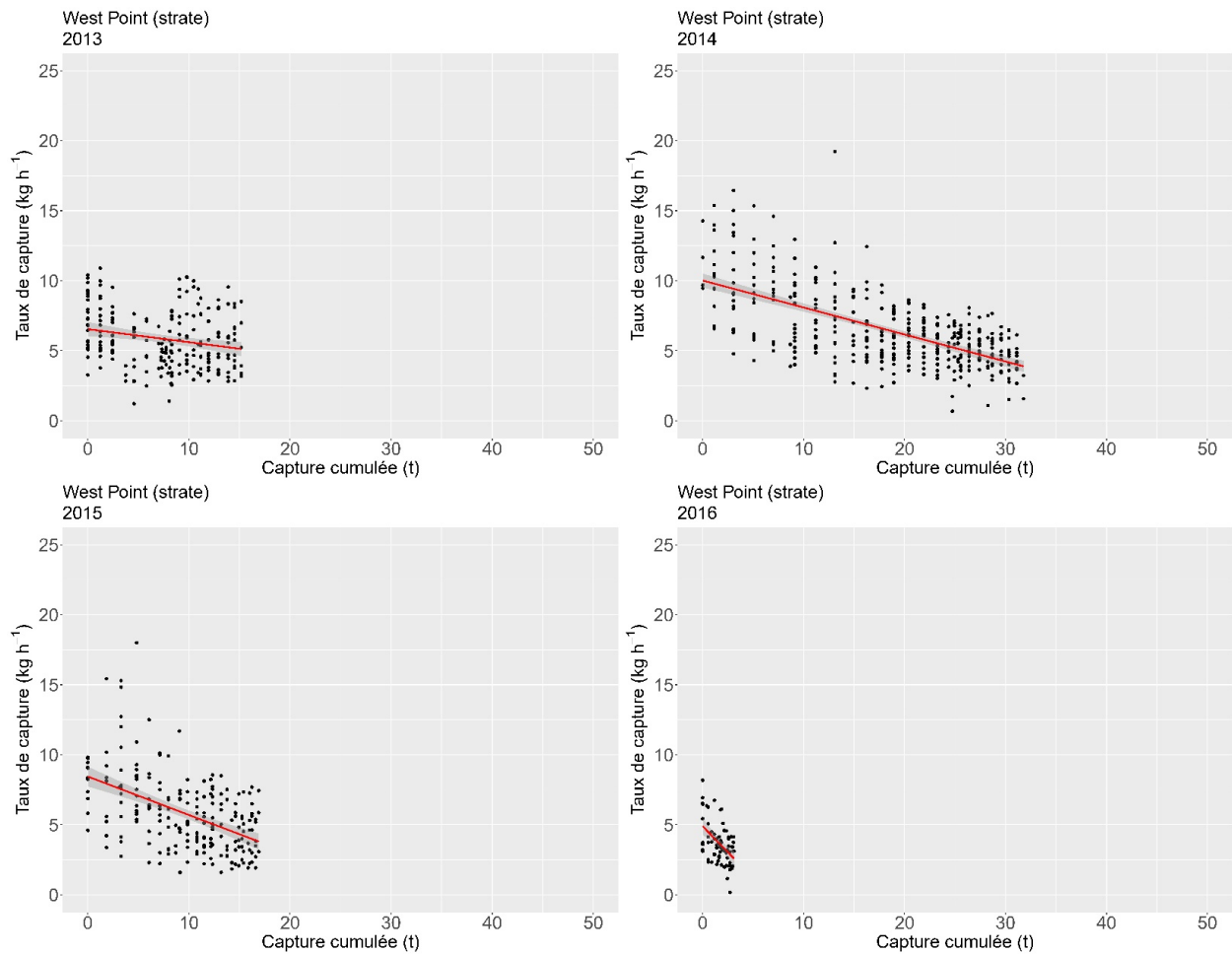


Figure 37. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2013 à 2016.

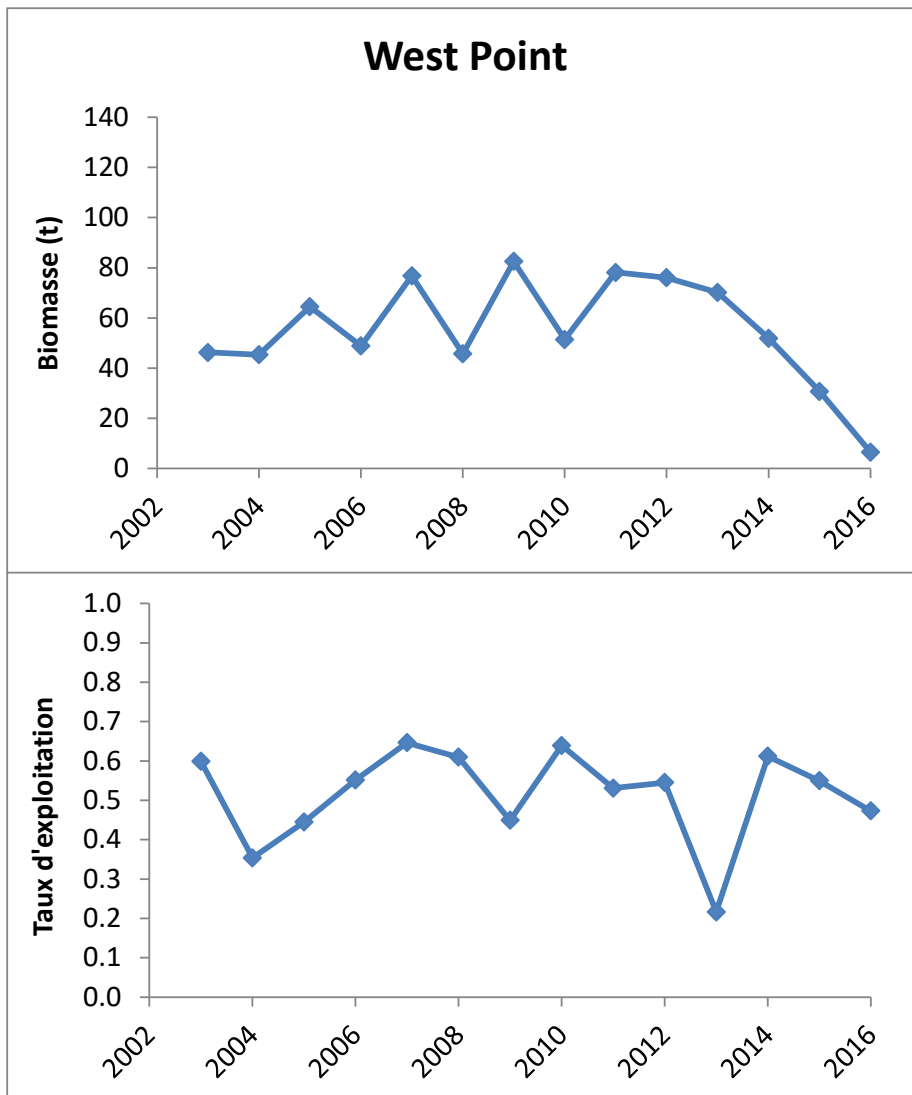


Figure 38. Estimations du modèle de déplétion de la biomasse exploitable relative de la pêche ( $B_0$ ; section de gauche, t) au début de la pêche et taux d'exploitation (section de droite) pour le gisement de pétoncle dans la ZPP 21A de 2003 à 2006 et en 2013.



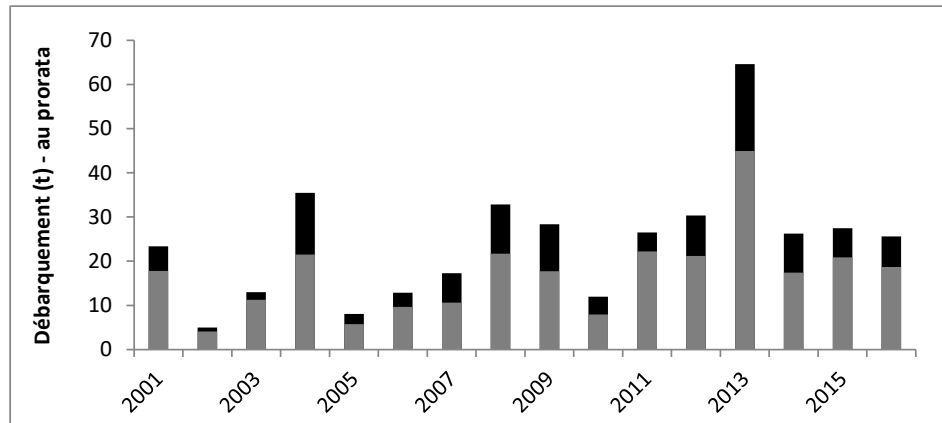


Figure 39. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement Cape Tormentine et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir).

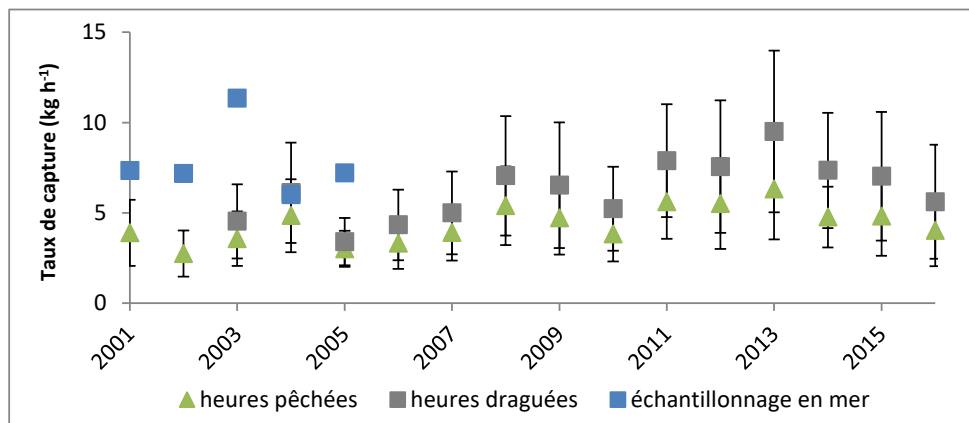


Figure 40. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement Cape Tormentine.

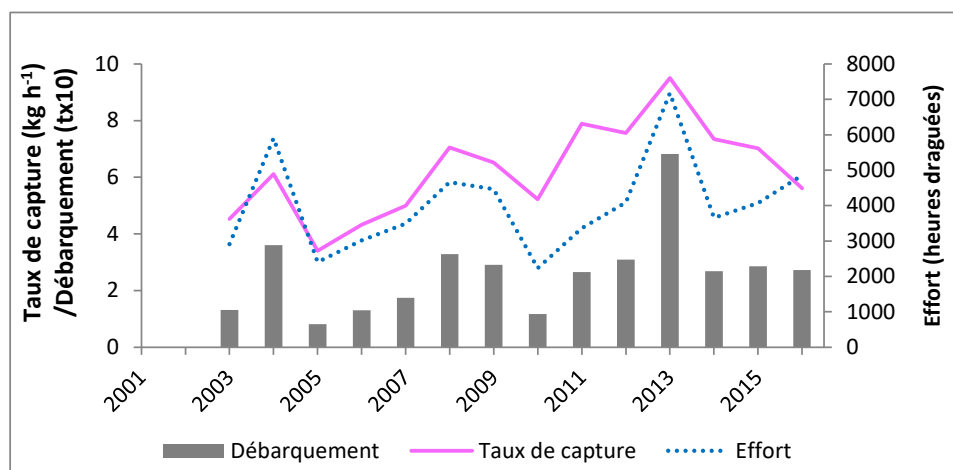


Figure 41. Taux de capture annuelles (kg par heure draguée) et effort estimé (heures draguées) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement Cape Tormentine (ZPP 22), (débarquements en gris, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

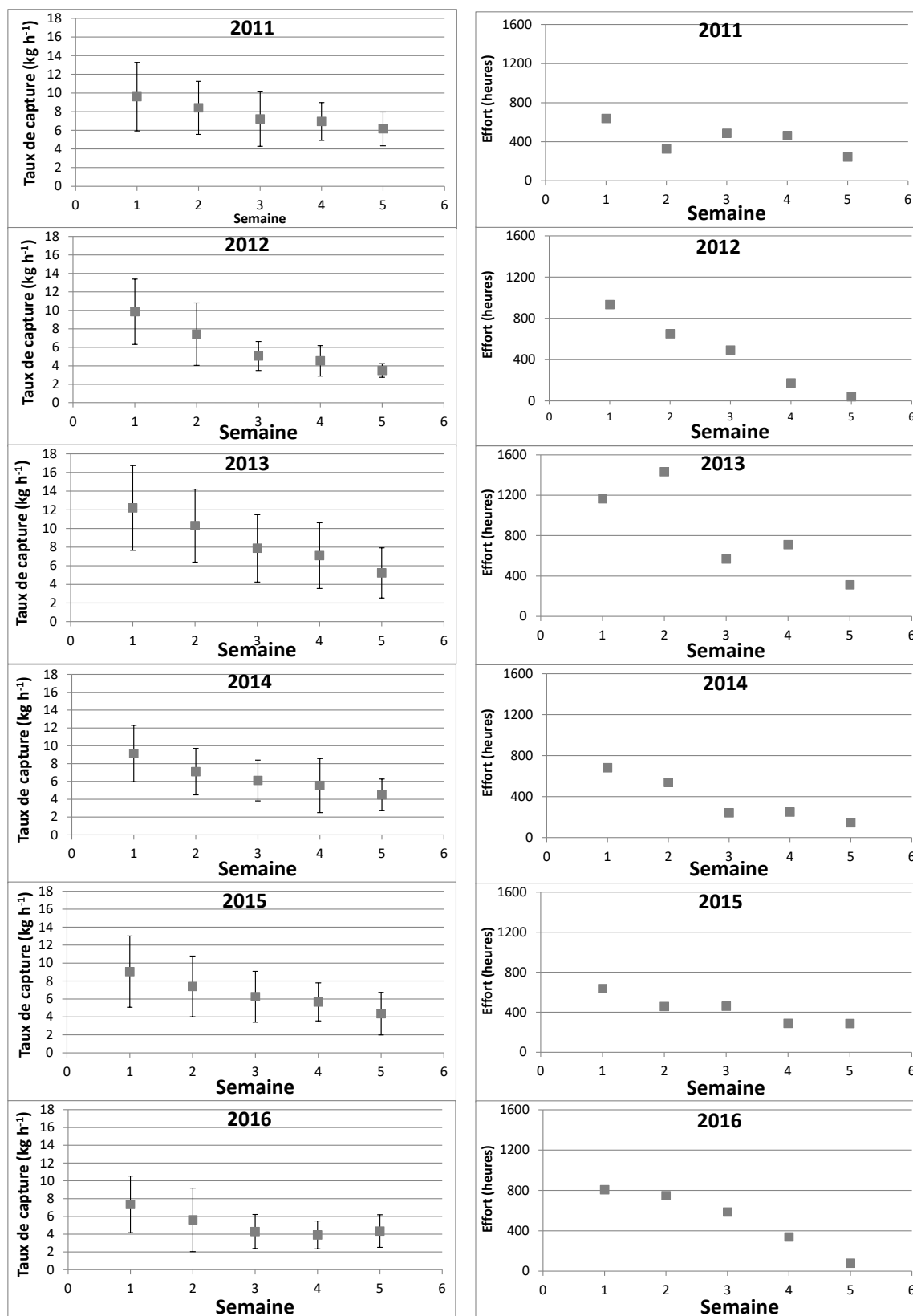


Figure 42. Taux de capture hebdomadaire (kg h<sup>-1</sup>) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de cinq semaines de 2013 à 2014 pour le gisement Cape Tormentine tirés des journaux de bord.

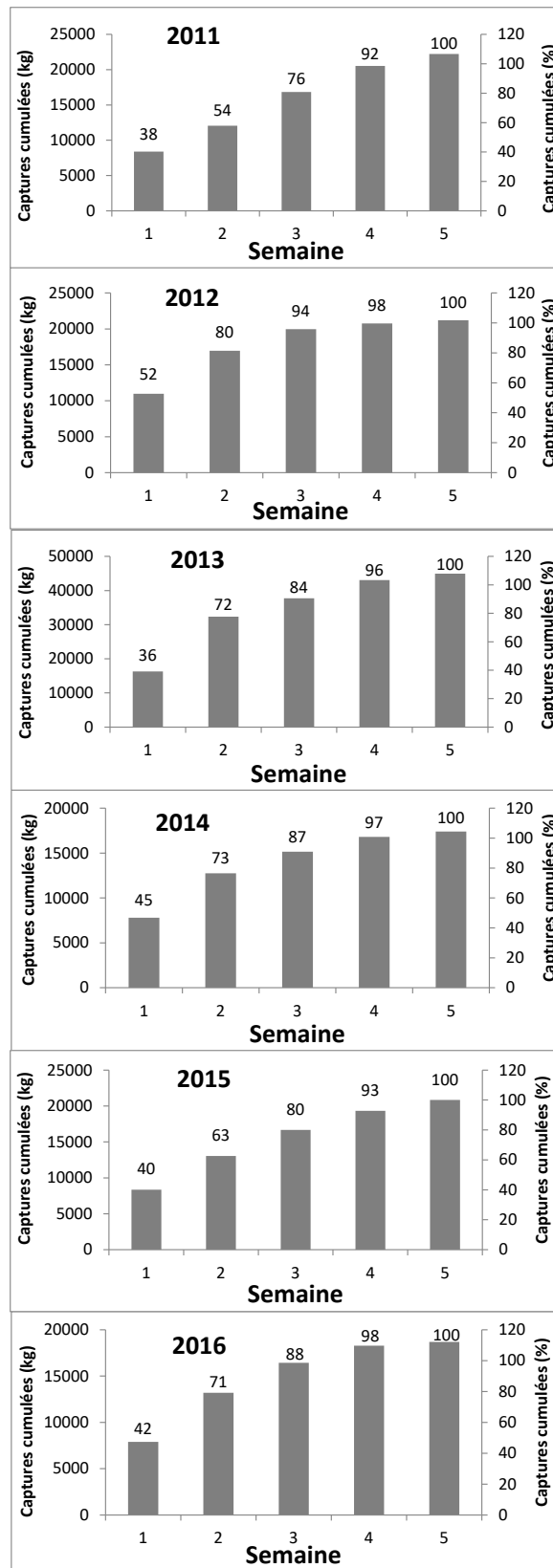


Figure 43. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2011 à 2016 pour le gisement Cape Tormentine tirées des journaux de bord.

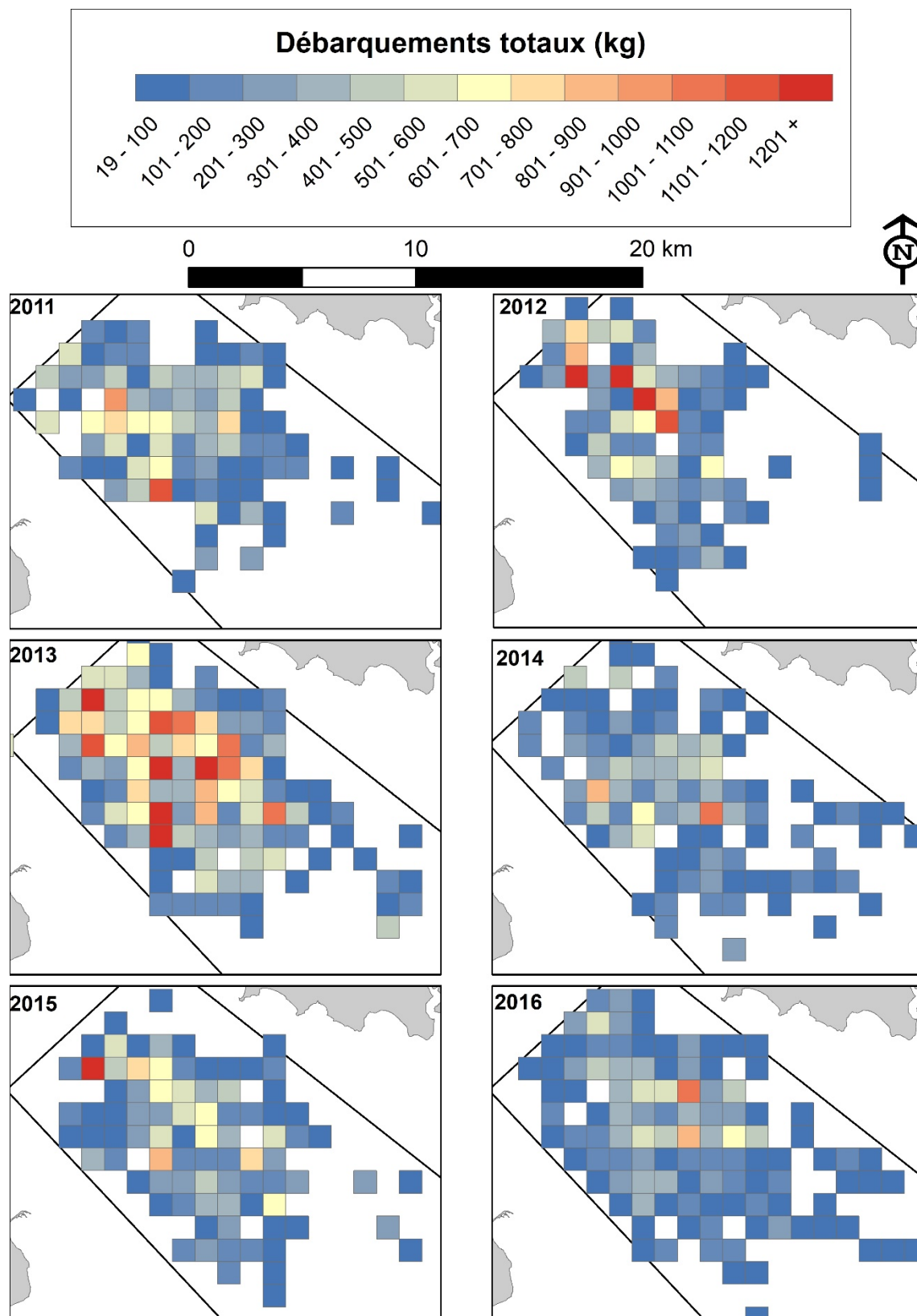


Figure 44. Graphique spatiale des débarquements totaux (kg) par km<sup>2</sup> du gisement Cape Tourmentine selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016.

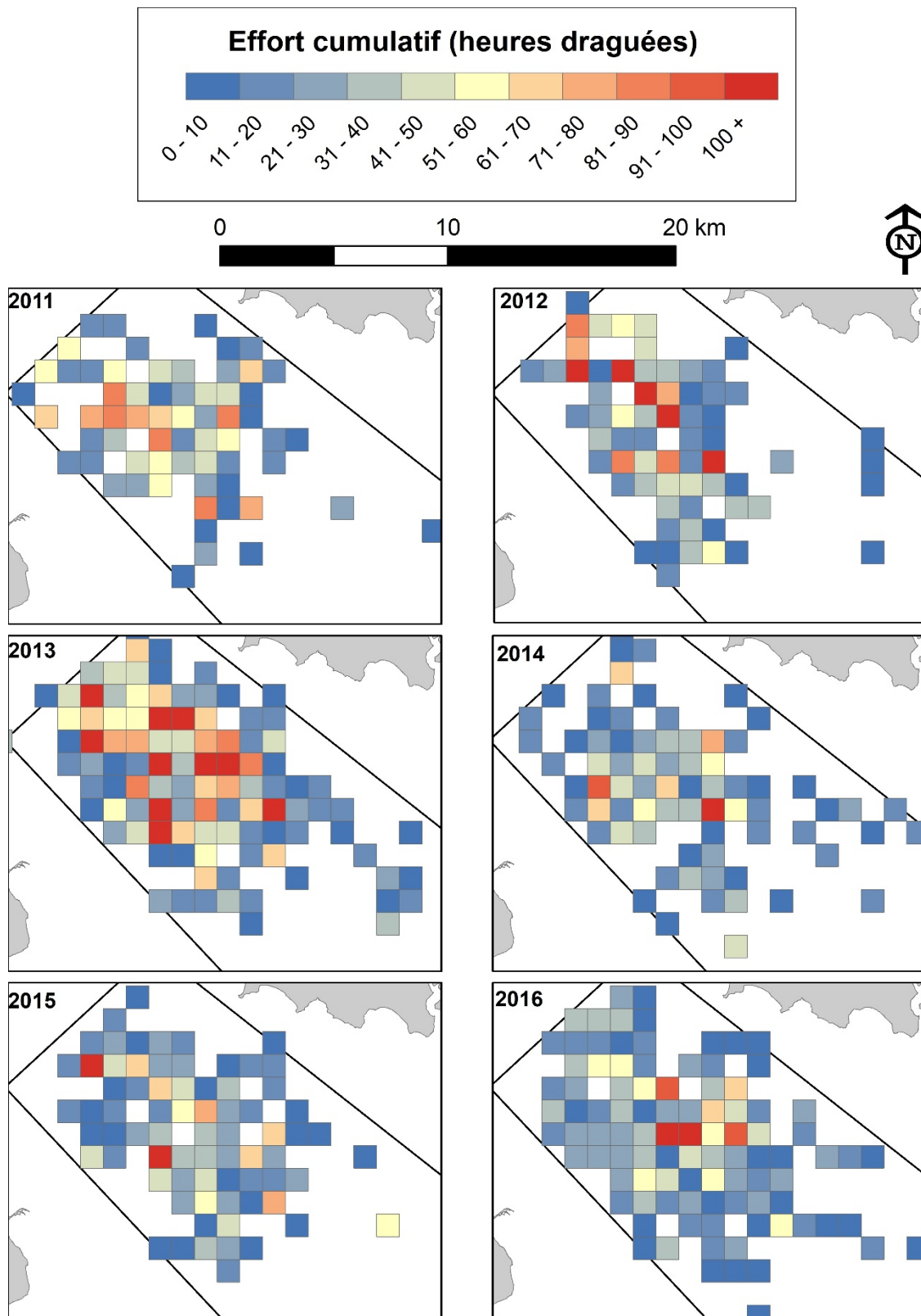


Figure 45. Graphique spatiale de l'effort cumulatif (heures de traits pêchées) par km<sup>2</sup> du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016.

### Taux de capture (kg/h)

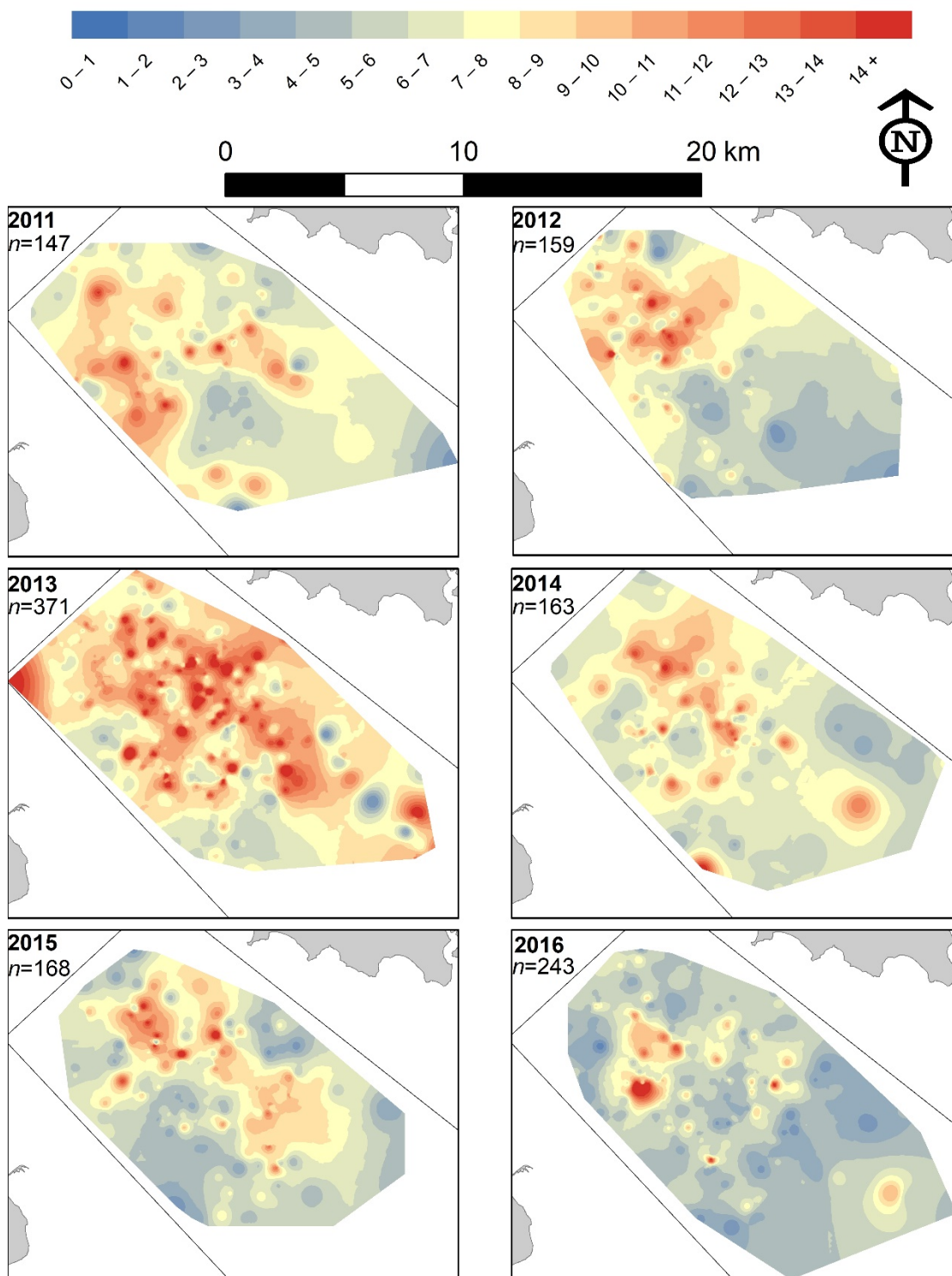


Figure 46. Graphique spatiale du taux de capture ( $\text{kg h}^{-1}$ ) du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. (heures de traits de pêche).

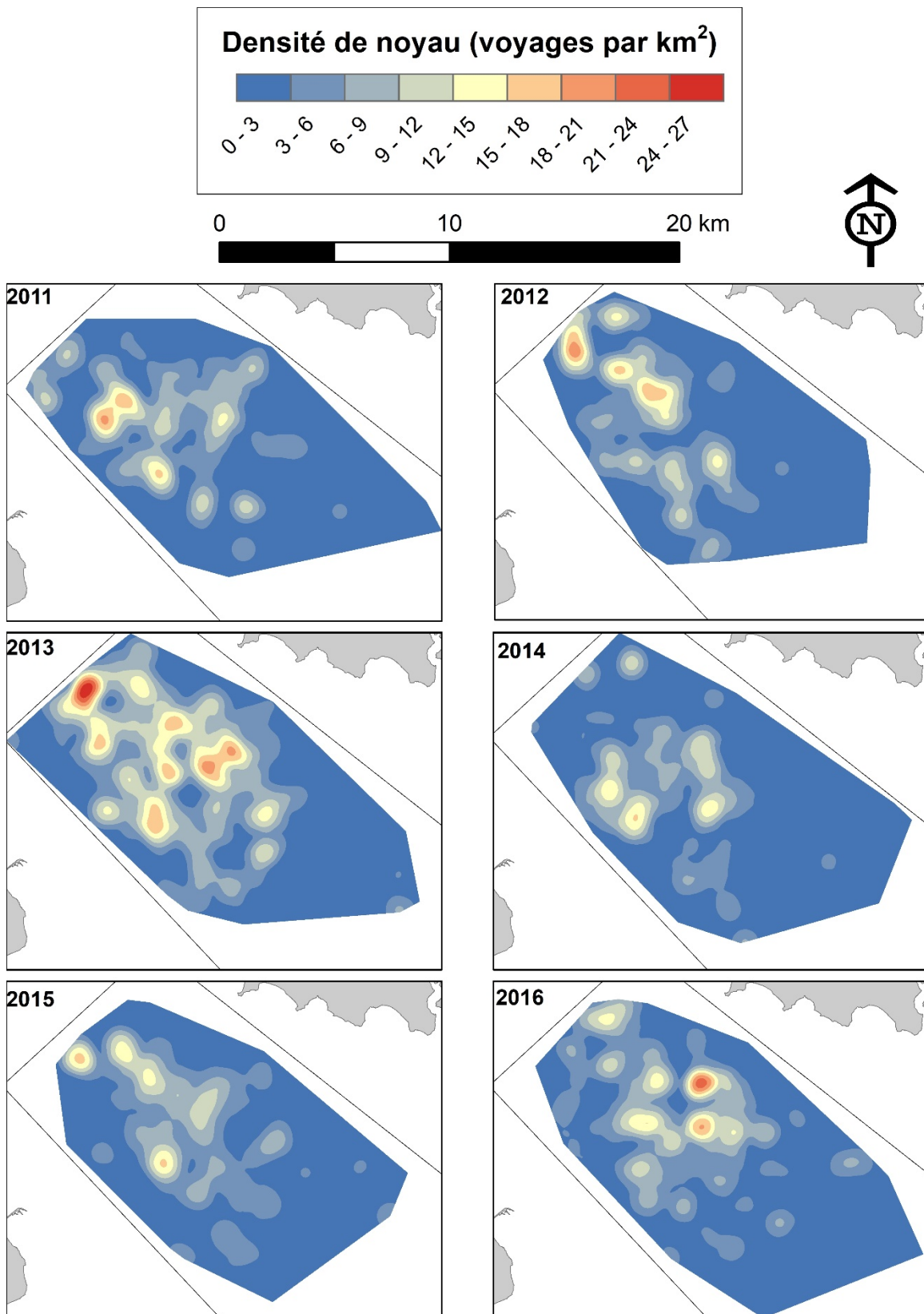


Figure 47. Graphique spatial du nombre de voyages (jours) par km<sup>2</sup> du gisement Cape Tormentine selon les journaux de bord de la pêche commerciale pour les années 2011 à 2016. (points par km carré).

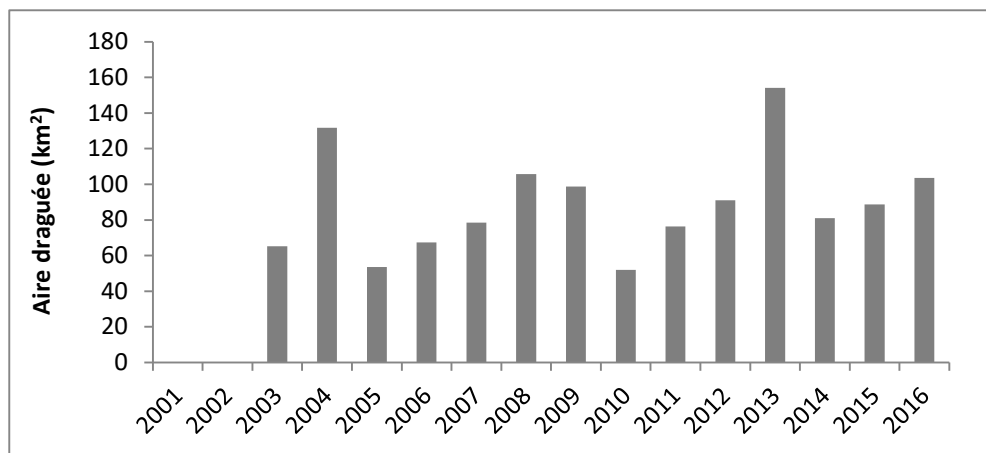


Figure 48. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement Cape Tormentine (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 4.9 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

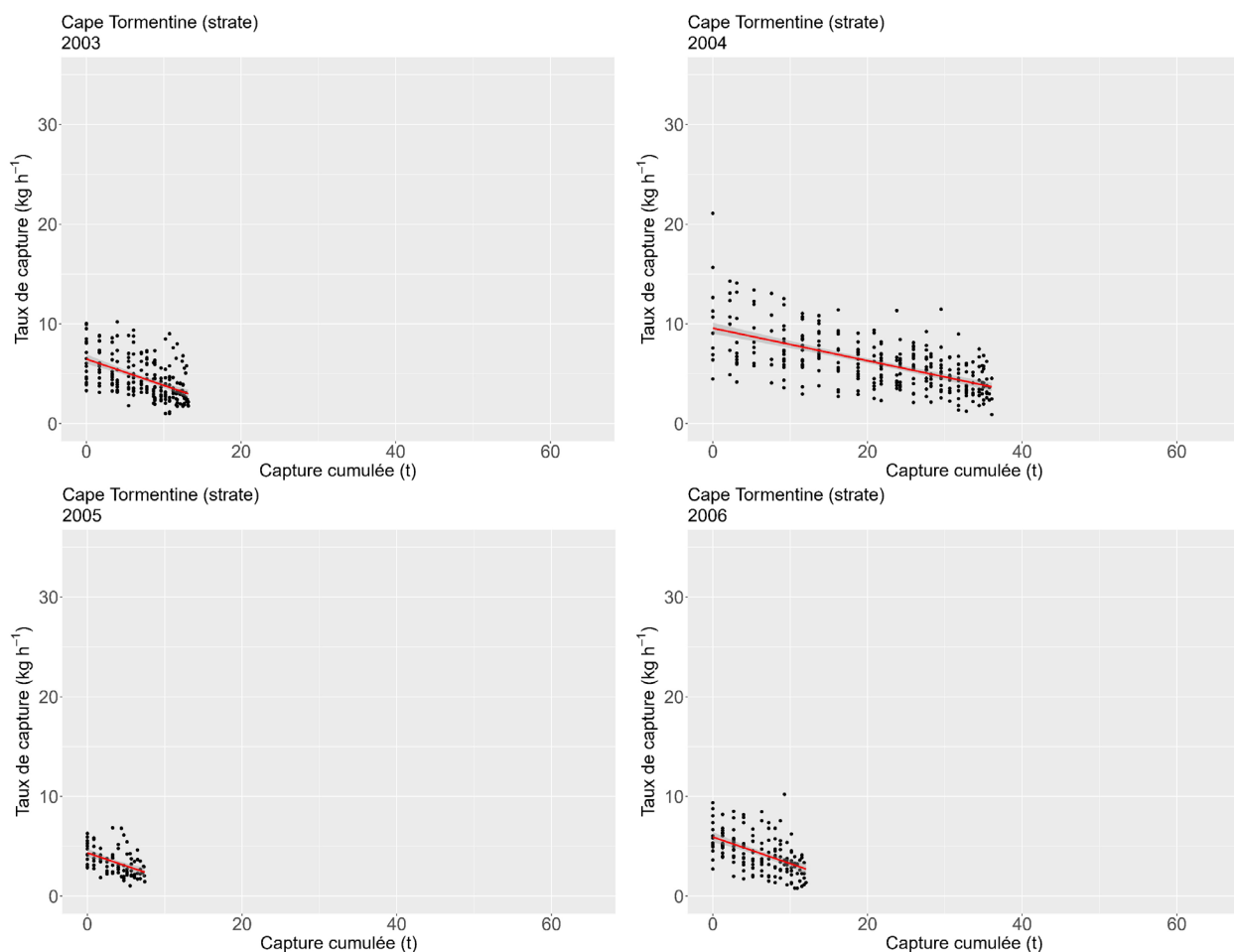


Figure 49. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2003 à 2007.



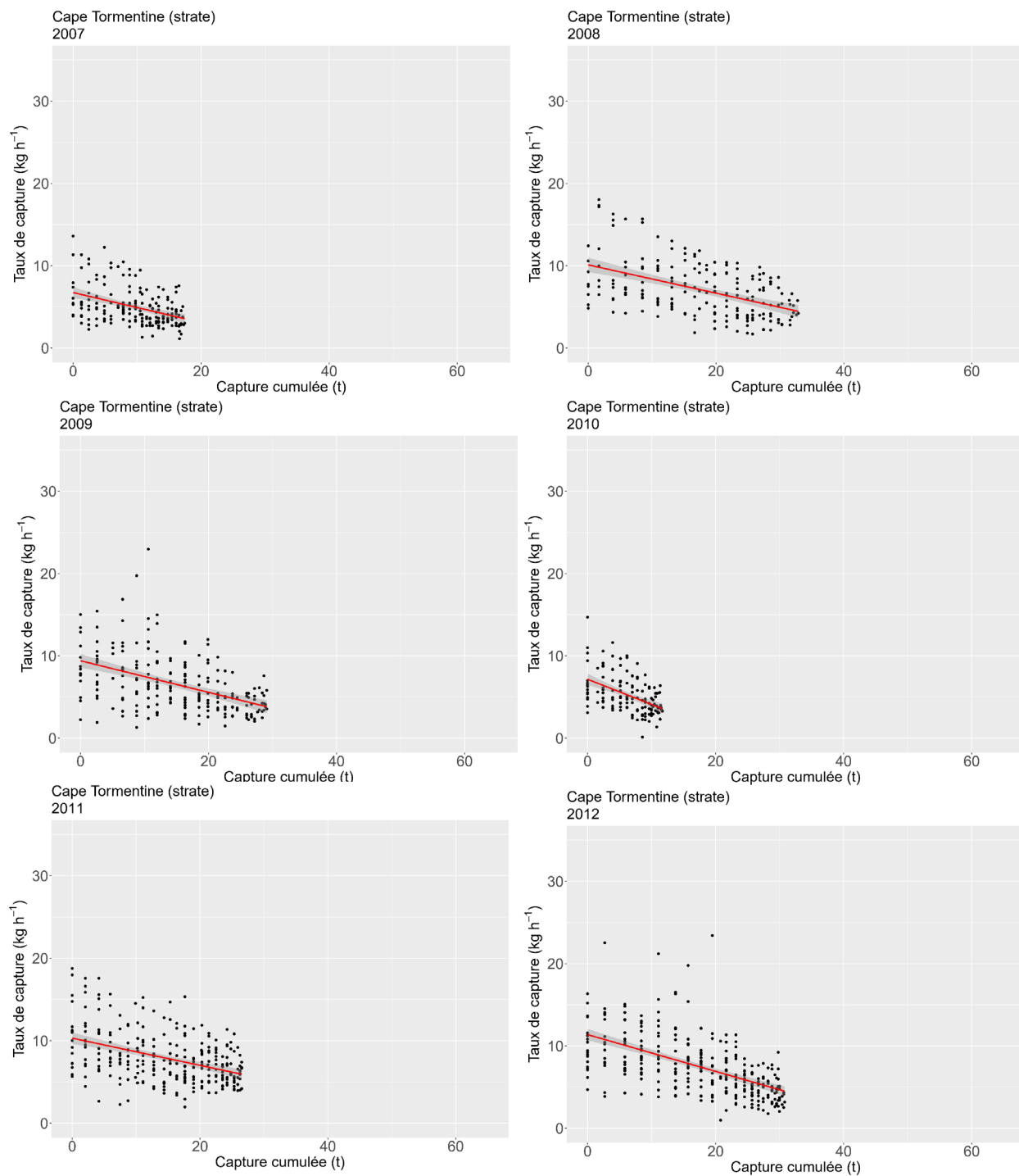


Figure 50. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2008 à 2012.

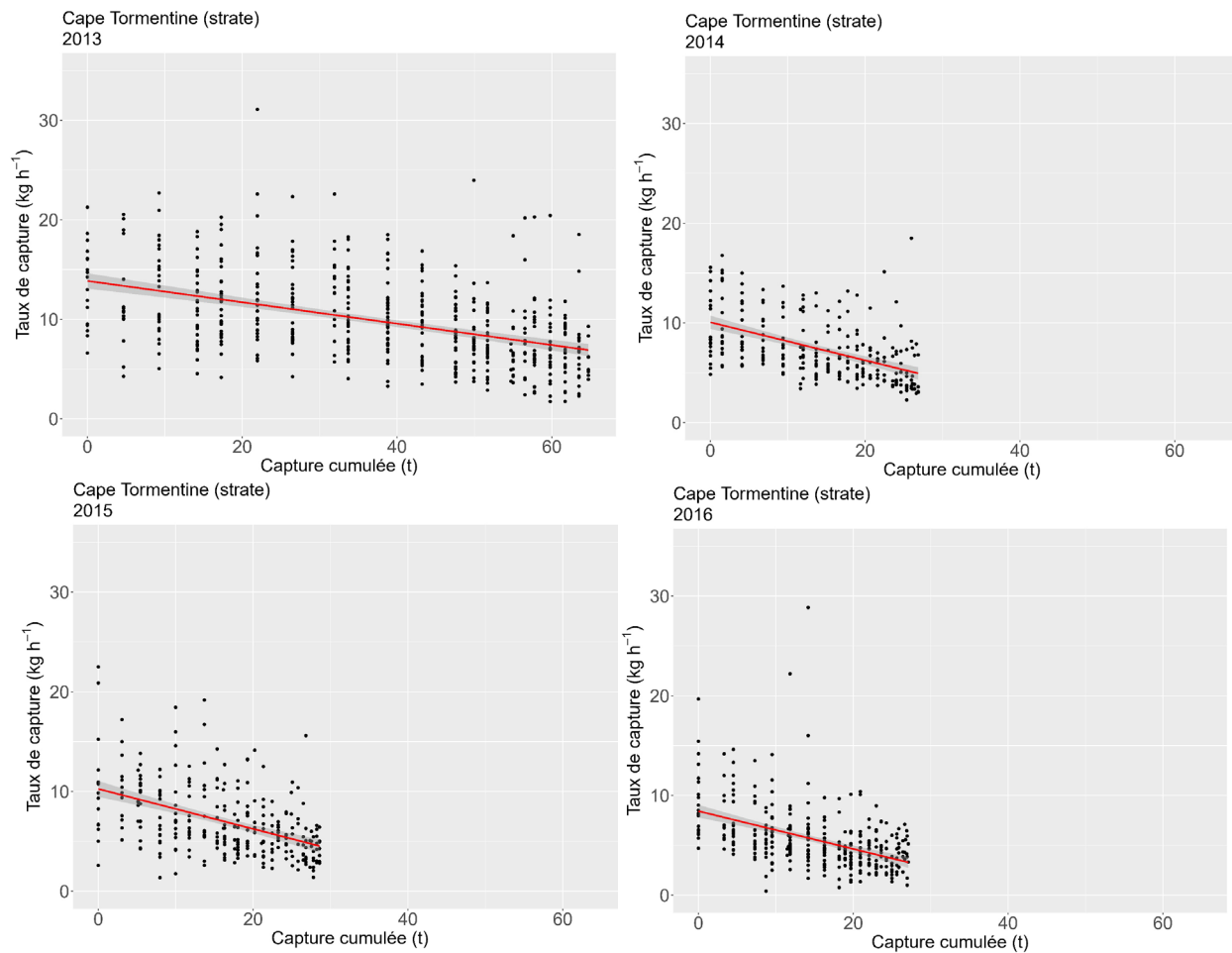


Figure 51. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2013 à 2016.

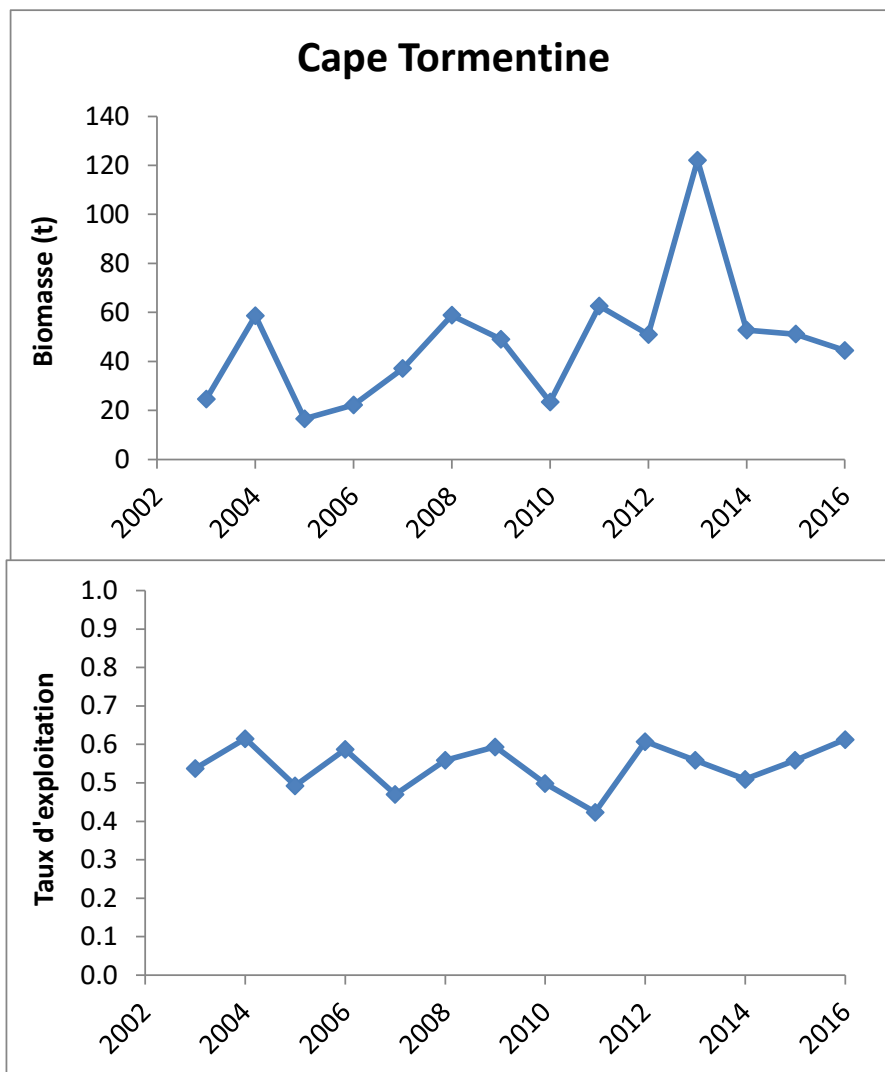


Figure 52. Estimations du modèle de déplétion de la biomasse exploitable relative de la pêche ( $B_0$ ; section de gauche, t) au début de la pêche et taux d'exploitation (section de droite) pour le gisement de pétoncle dans la ZPP 21A de 2003 à 2006 et en 2013.

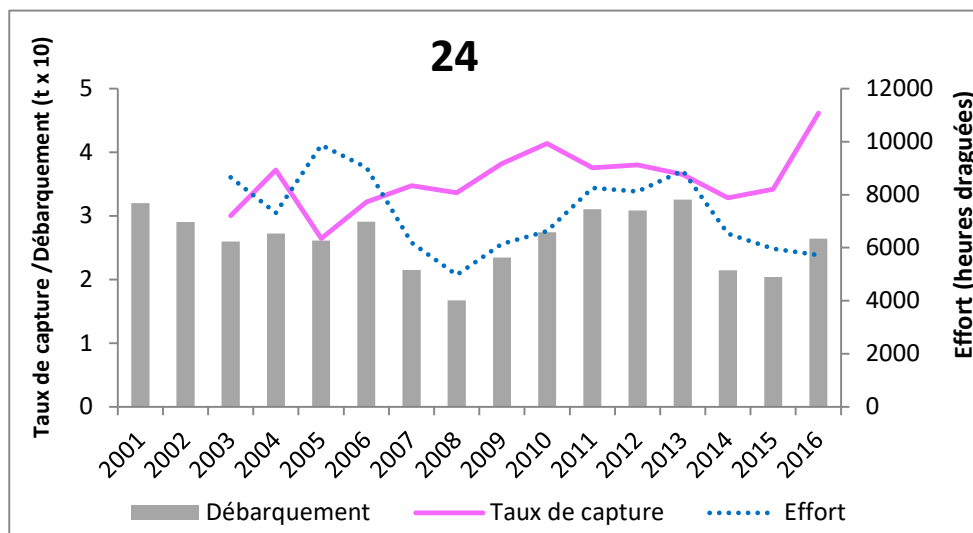


Figure 53. Taux de capture annuelles (kg par heure de dragage) et effort estimé (heures de dragage) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirés des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour la ZPP 24 (débarquements en gris hachuré, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données d'effort n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

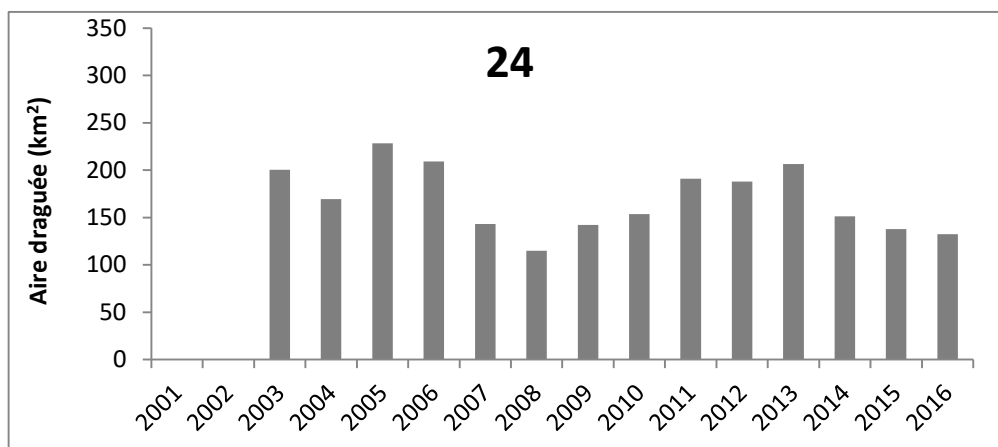


Figure 54. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour la Zone de Pêche du Pétoncle (ZPP) 24 (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 5 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

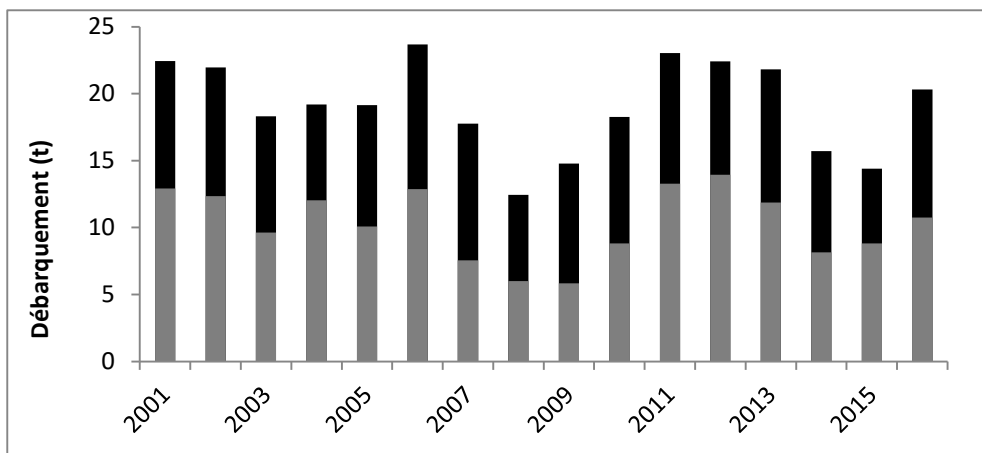


Figure 55. Débarquements annuels (tonnes de muscles) (gris) de 2001 à 2016 tirés des journaux de bord utilisables pour le gisement Pictou et les débarquements annuels totaux (incluant les débarquements prorata) (noir).

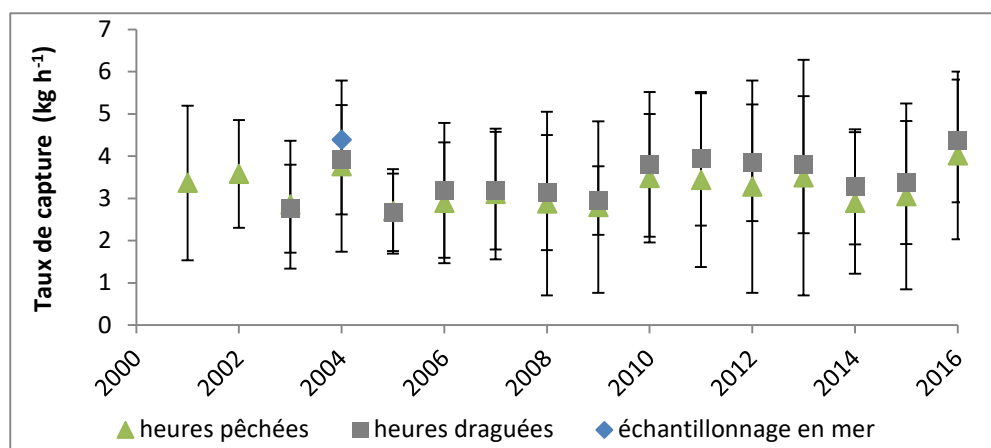


Figure 56. Taux de capture annuel (kg par heure draguée, kg par heure pêchée) tirés des journaux de bord de 2001 à 2016 et taux de capture de l'échantillonnage en mer (kg par heure draguée) pour le gisement Pictou.

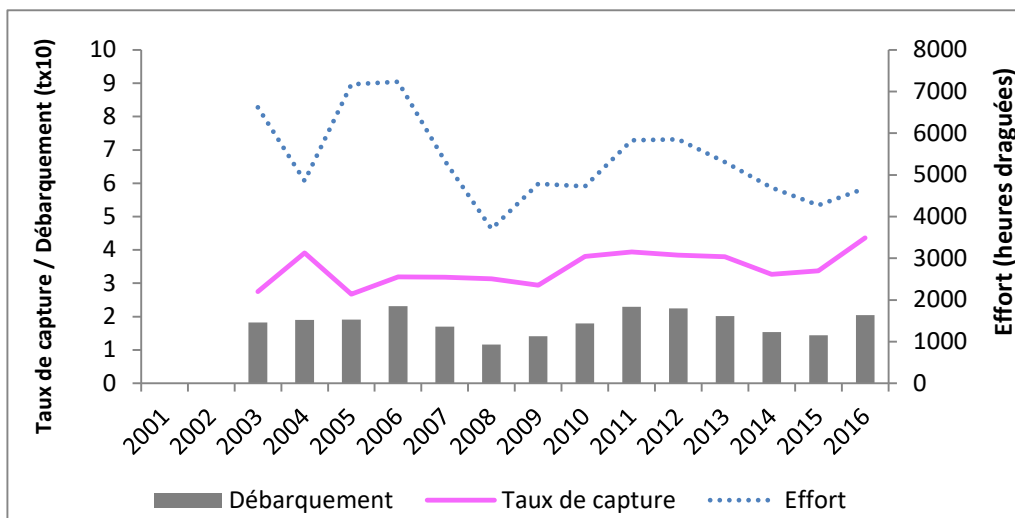


Figure 57. Taux de capture annuelles (kg par heure de dragage) et effort estimé (heures de dragage) d'après les journaux de bord, et débarquements correspondants tirées des journaux de bord, de 2003 à 2016 pour le gisement Pictou (ZPP 24) (débarquements en gris hachuré, taux de capture en rose uni et effort en bleu pointillé). Les données d'effort n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

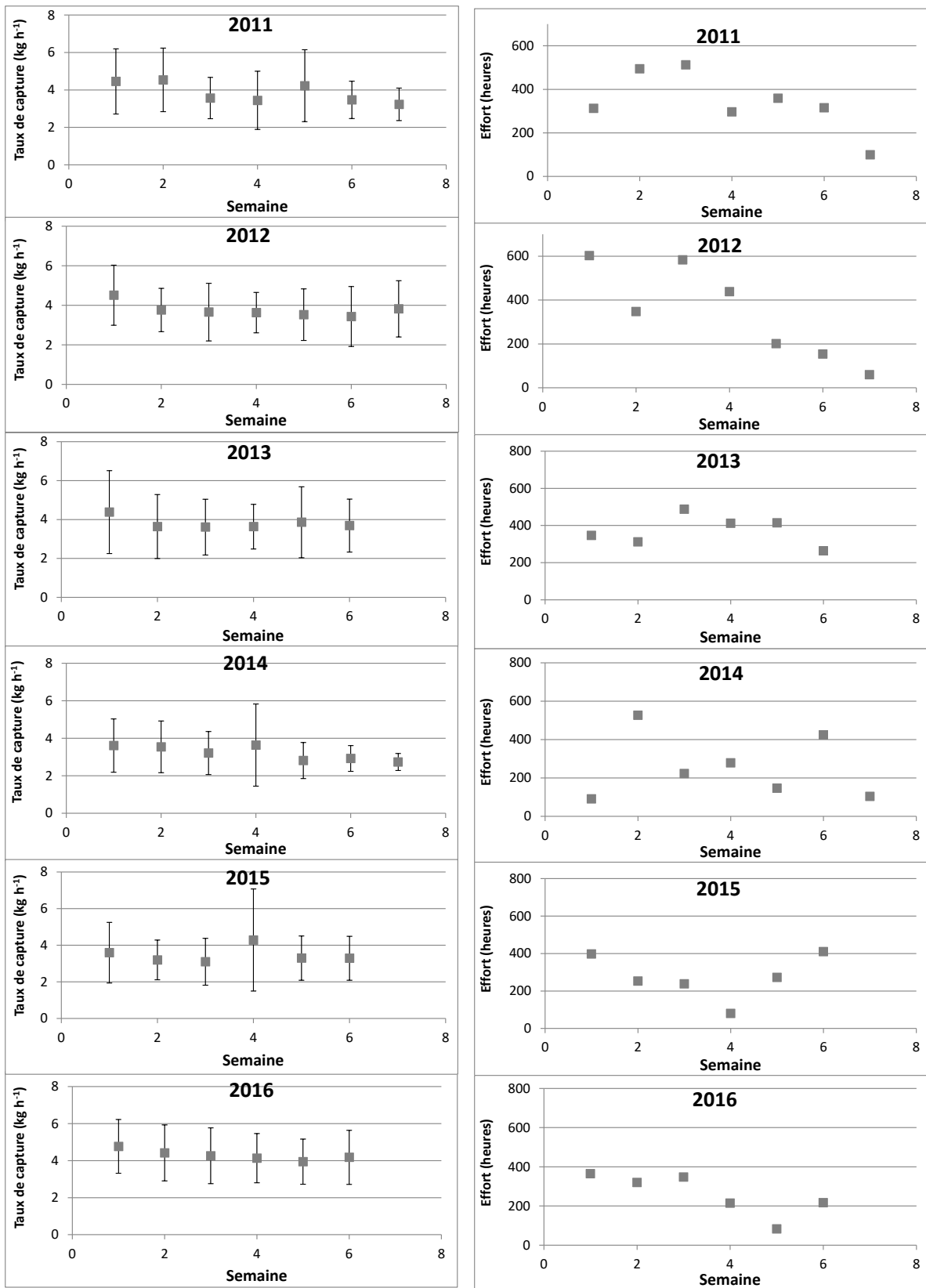


Figure 58. Taux de capture hebdomadaire (kg h<sup>-1</sup>) et effort (heures draguées) au cours de la saison de pêche de sept semaines de 2013 à 2014 pour le gisement Pictou tirés des journaux de bord

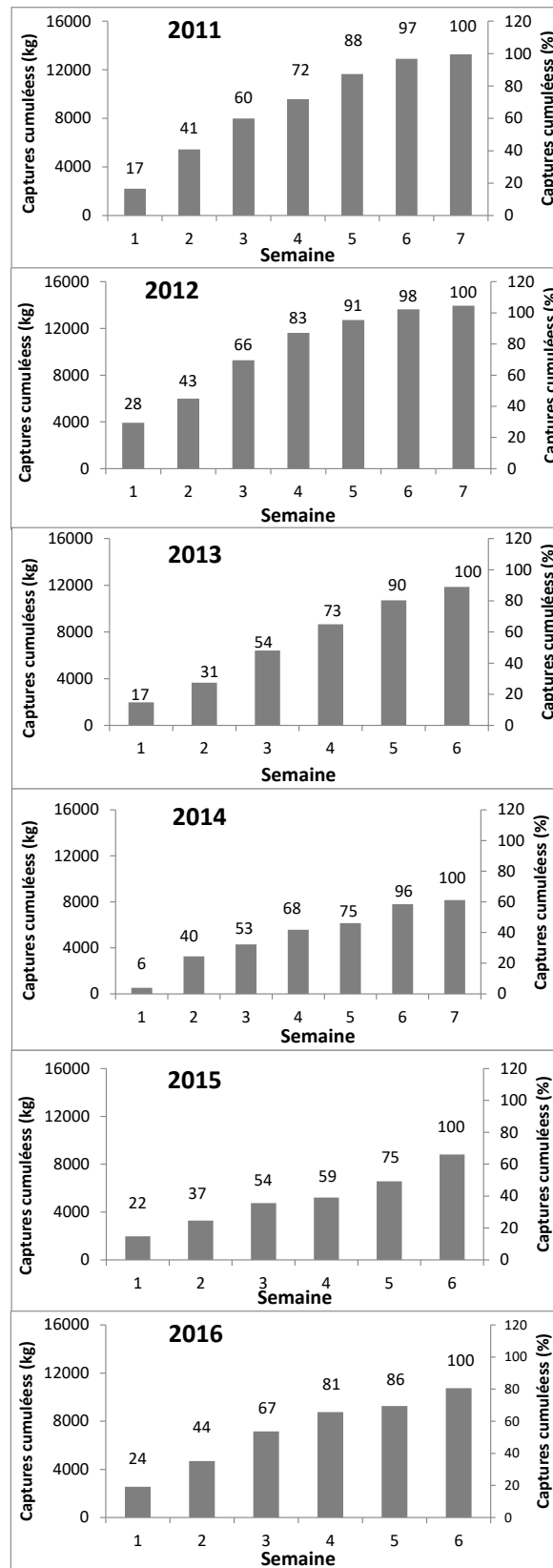


Figure 59. Captures cumulées hebdomadaire (kg) au cours de la saison de pêche de quatre semaines de 2011 à 2016 pour le gisement Pictou tirées des journaux de bord.





## Effort cumulatif (heures draguées)

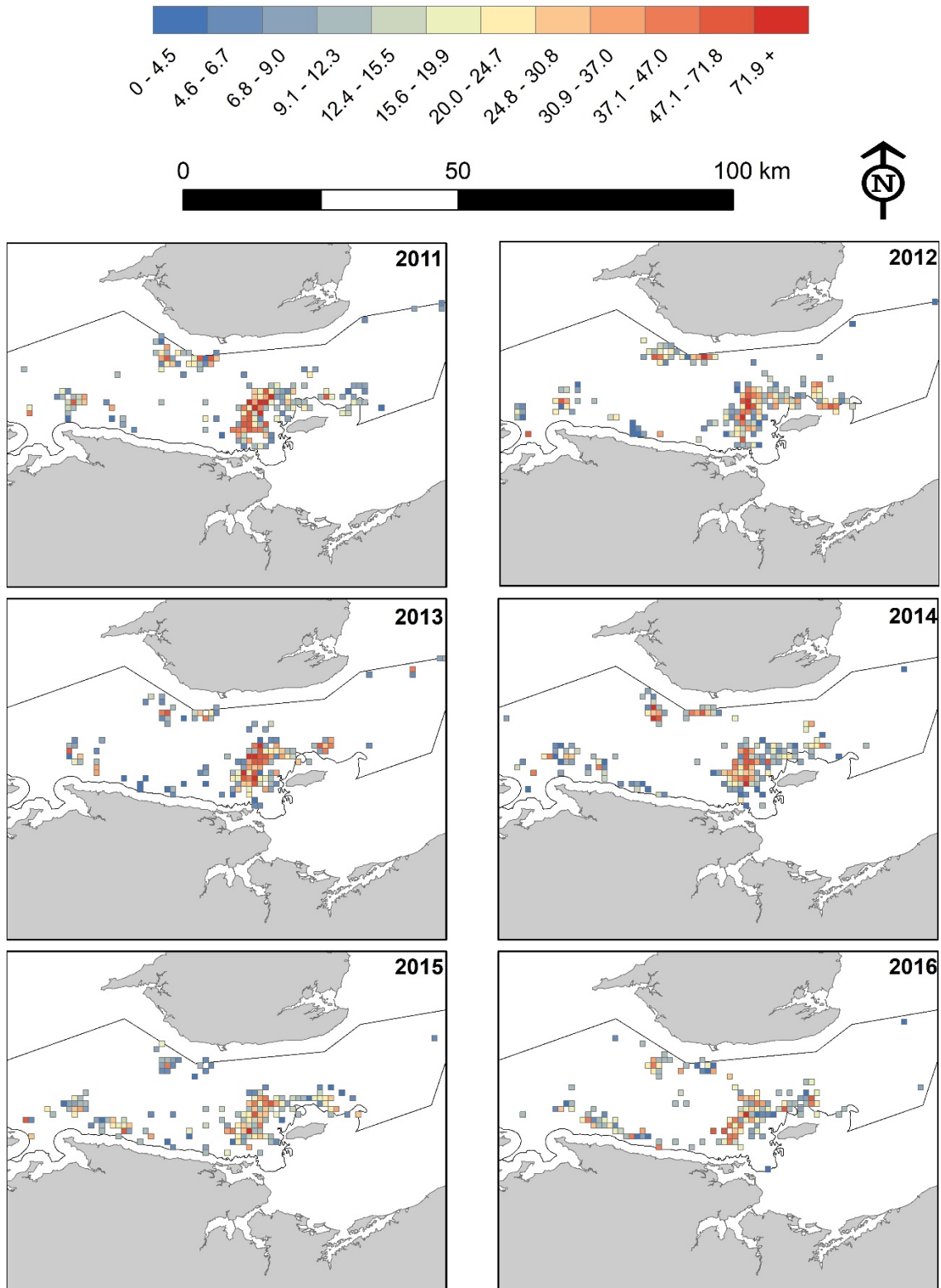


Figure 61. Graphique spatiale de l'effort cumulatif (heures de traits pêchées) par km<sup>2</sup> du gisement Pictou selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016.

## Taux de capture (kg/h)

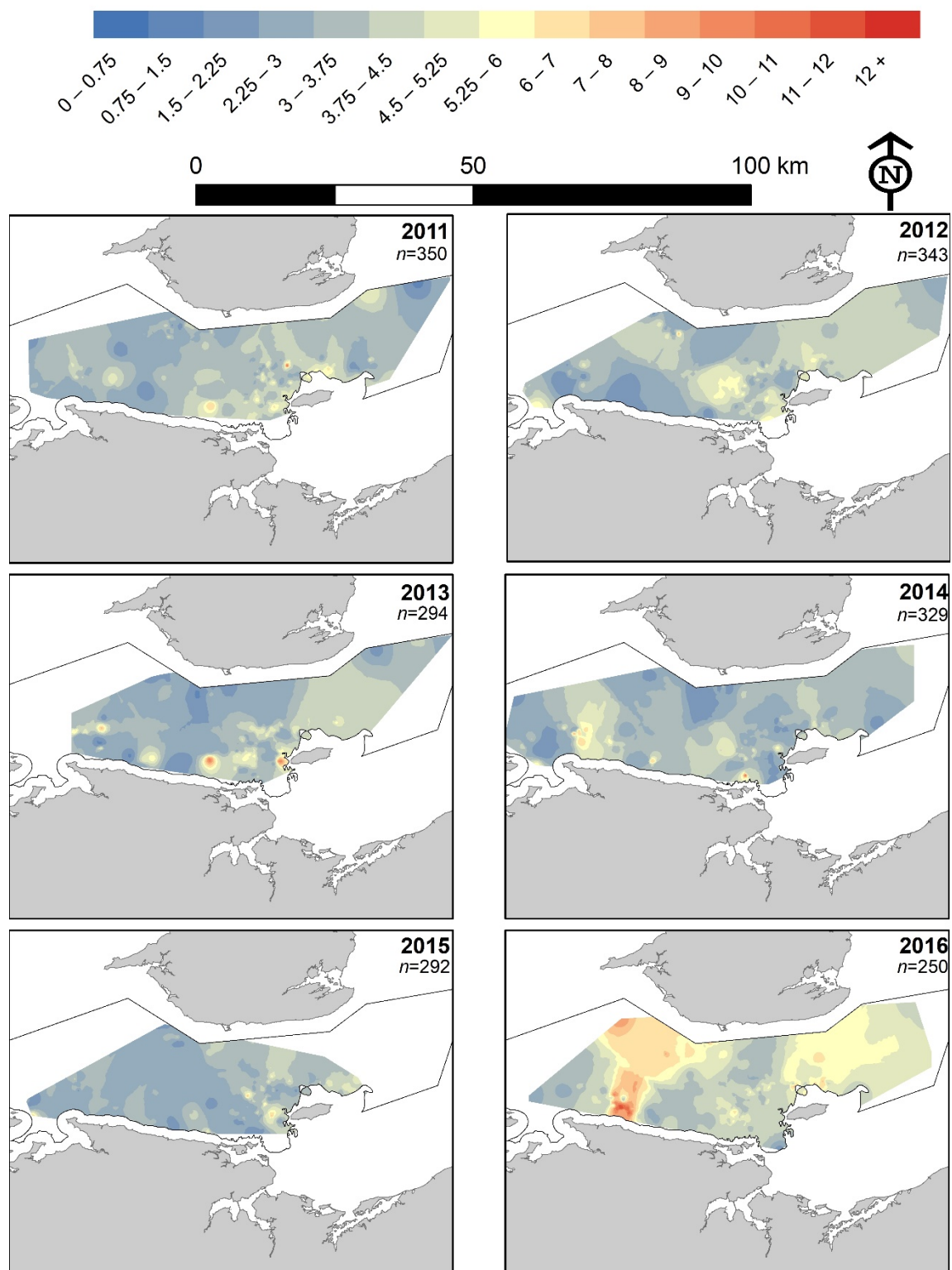


Figure 62. Graphique spatial du taux de capture ( $\text{kg h}^{-1}$ ) du gisement Pictou selon les journaux de bord de pêche commerciale, pour les années 2011 à 2016. (heures de traits de pêche).



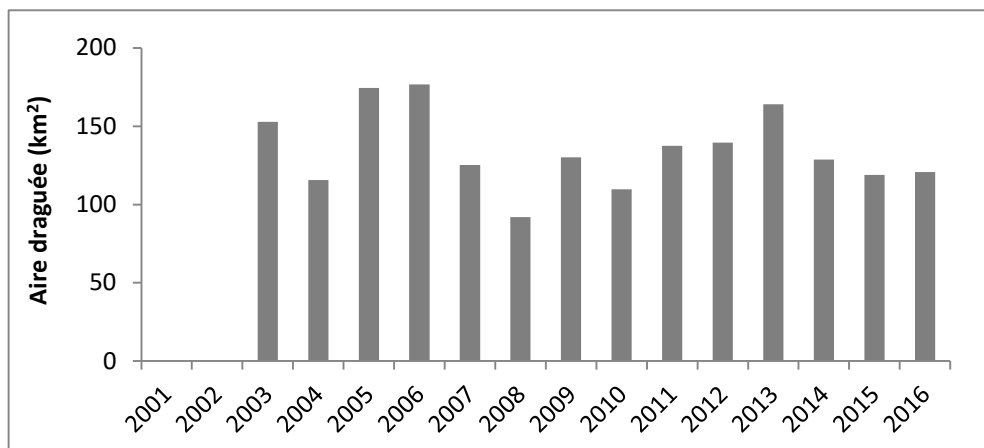


Figure 64. Estimation de l'aire draguée de 2003 à 2016 selon les journaux de bord utilisables pour le gisement Pictou (vitesse de dragage moyenne de 2 noeuds et une largeur de drague de 5 m). Les données n'étaient pas disponibles pour 2001 et 2002.

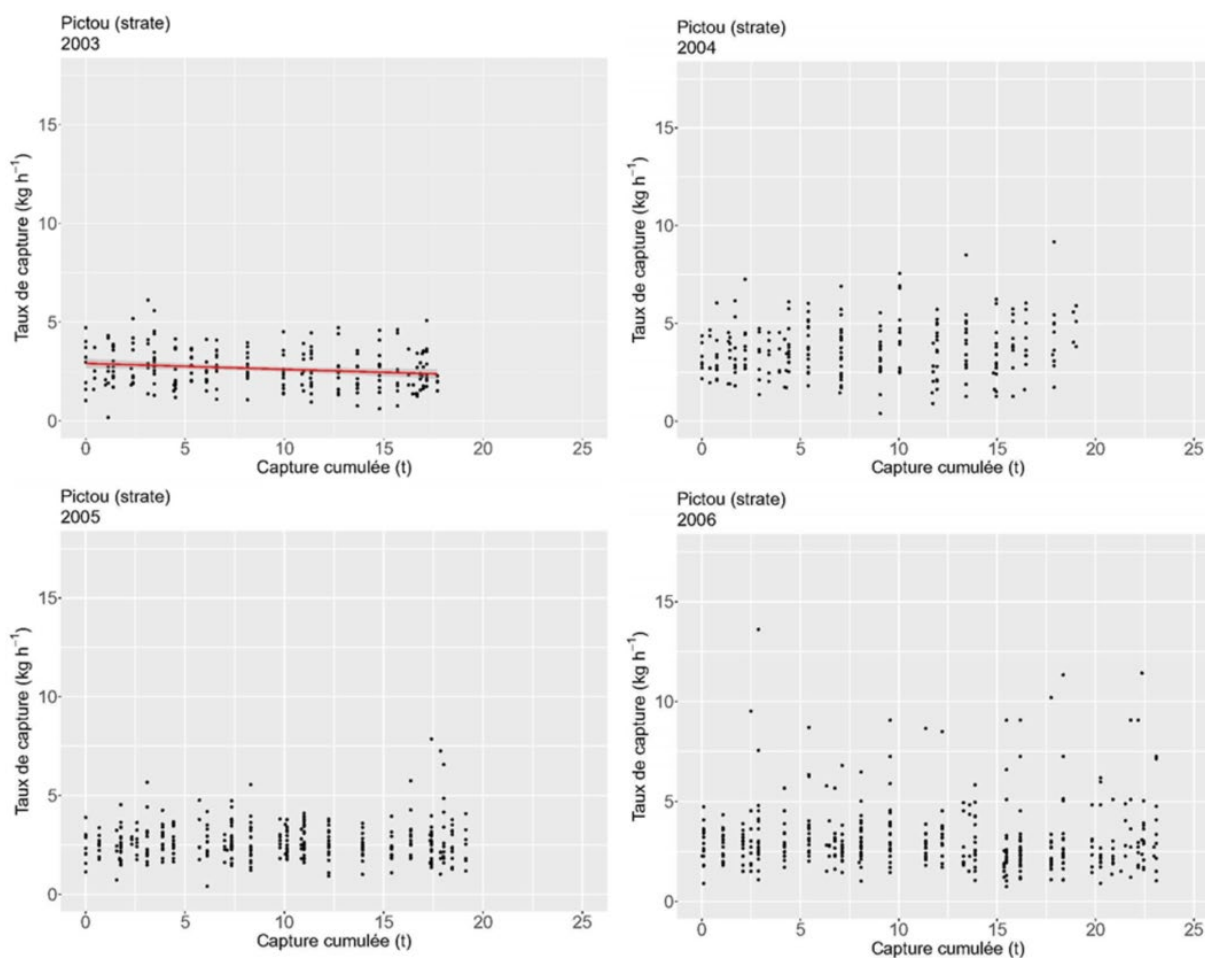


Figure 65. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2003 à 2007.

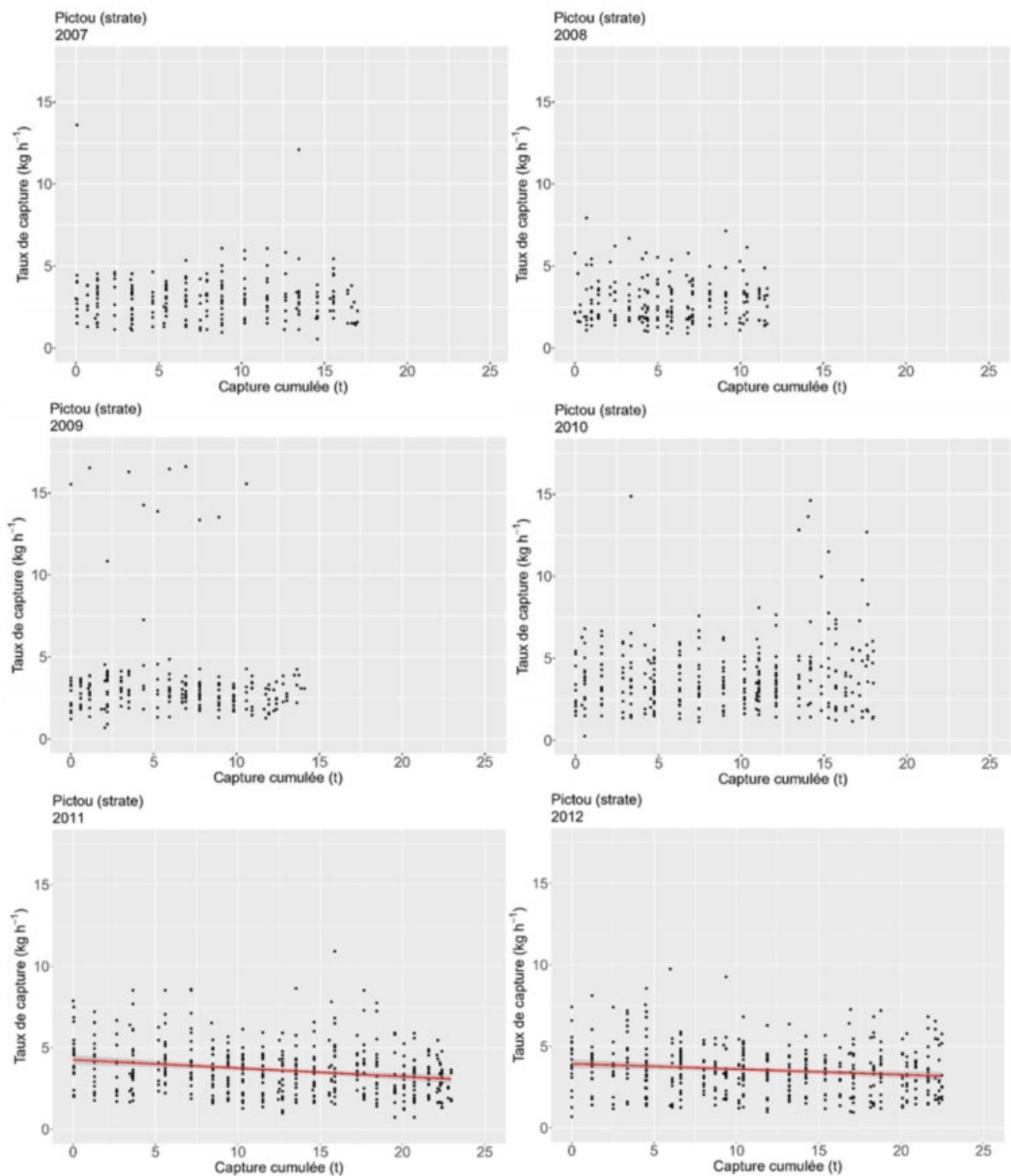


Figure 66. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2007 à 2012.

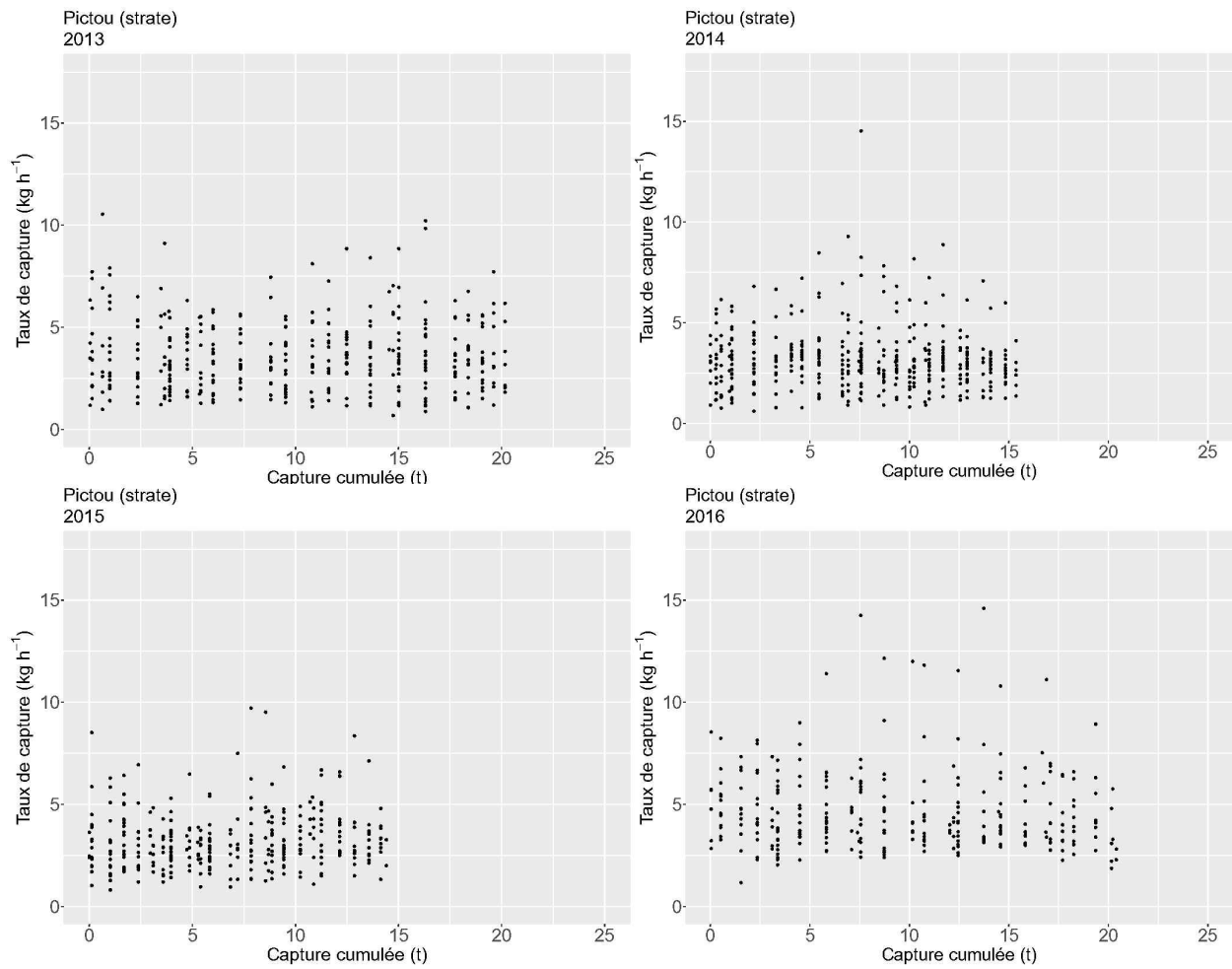


Figure 67. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par la strate du relevé pour chaque année de 2013 à 2016.

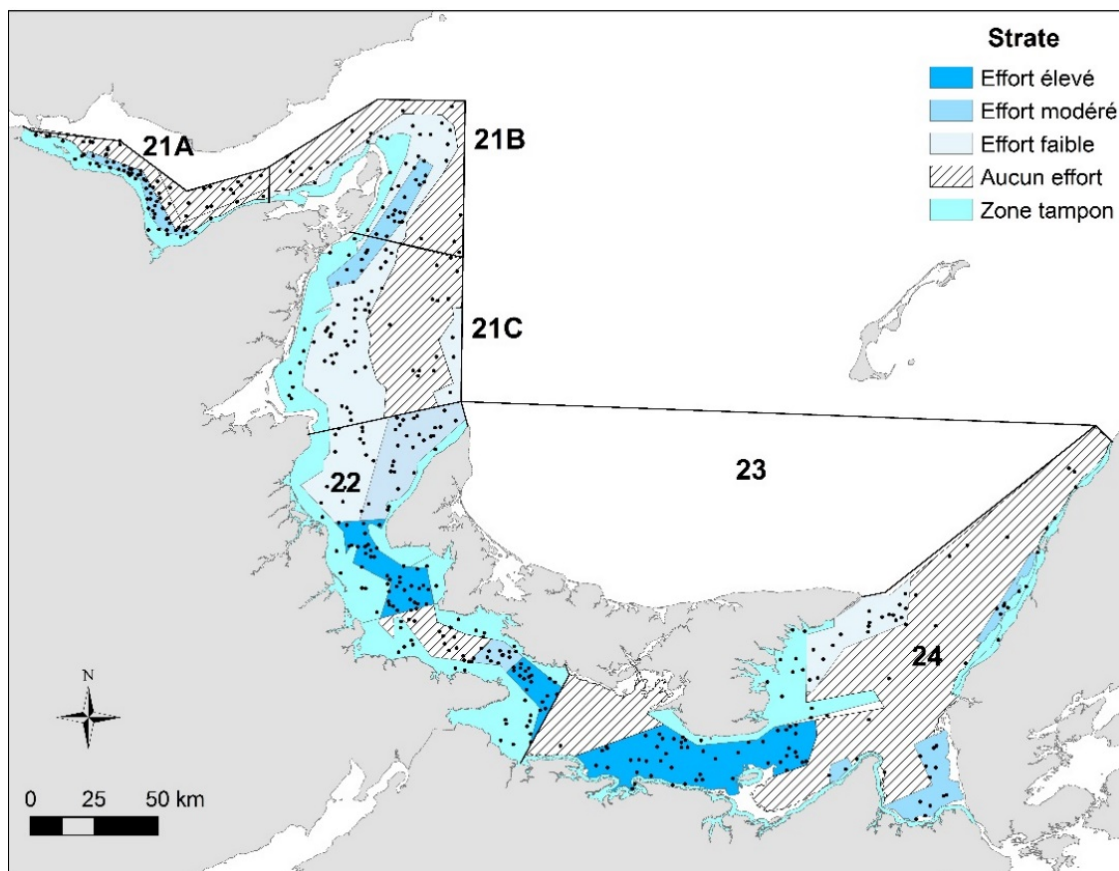


Figure 68. Strates et positions des traits d'échantillonnage (points noirs) attribués aléatoirement (par strate) pour les relevés de pétoncles dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2012 à 2016. Il est à noter que la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 22 est divisée en ZPP 22 nord et ZPP 22 sud et que des strates ont été attribuées à chacune. De même pour la ZPP 21A, la ZPP 24 et pour les ZPP 21B et 21C combinées.

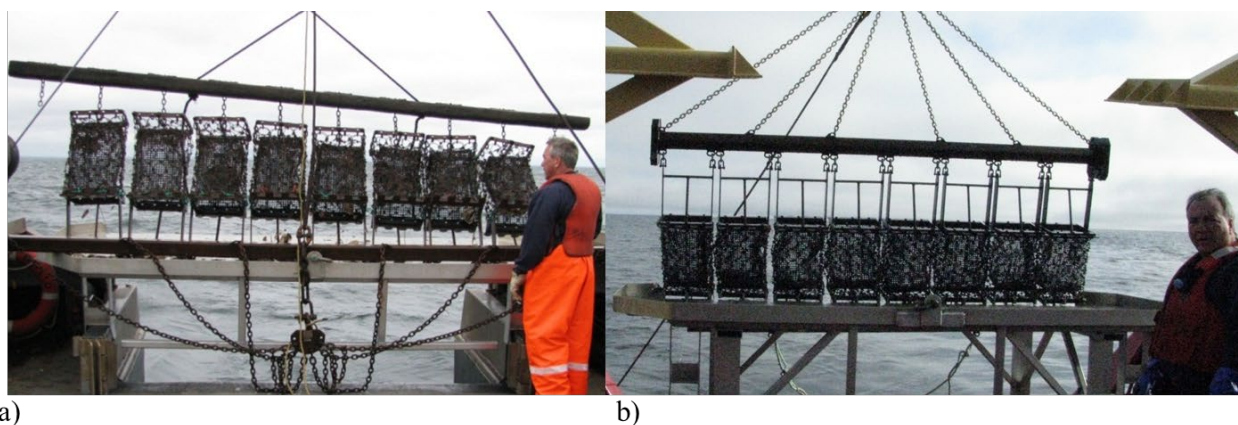


Figure 69. Research survey gear composed of a toothed 8-gang scallop drag used in the 2012 and 2013 scallop surveys (a) and in the 2014 to 2016 surveys (b) in the sud du golfe du Saint-Laurent.



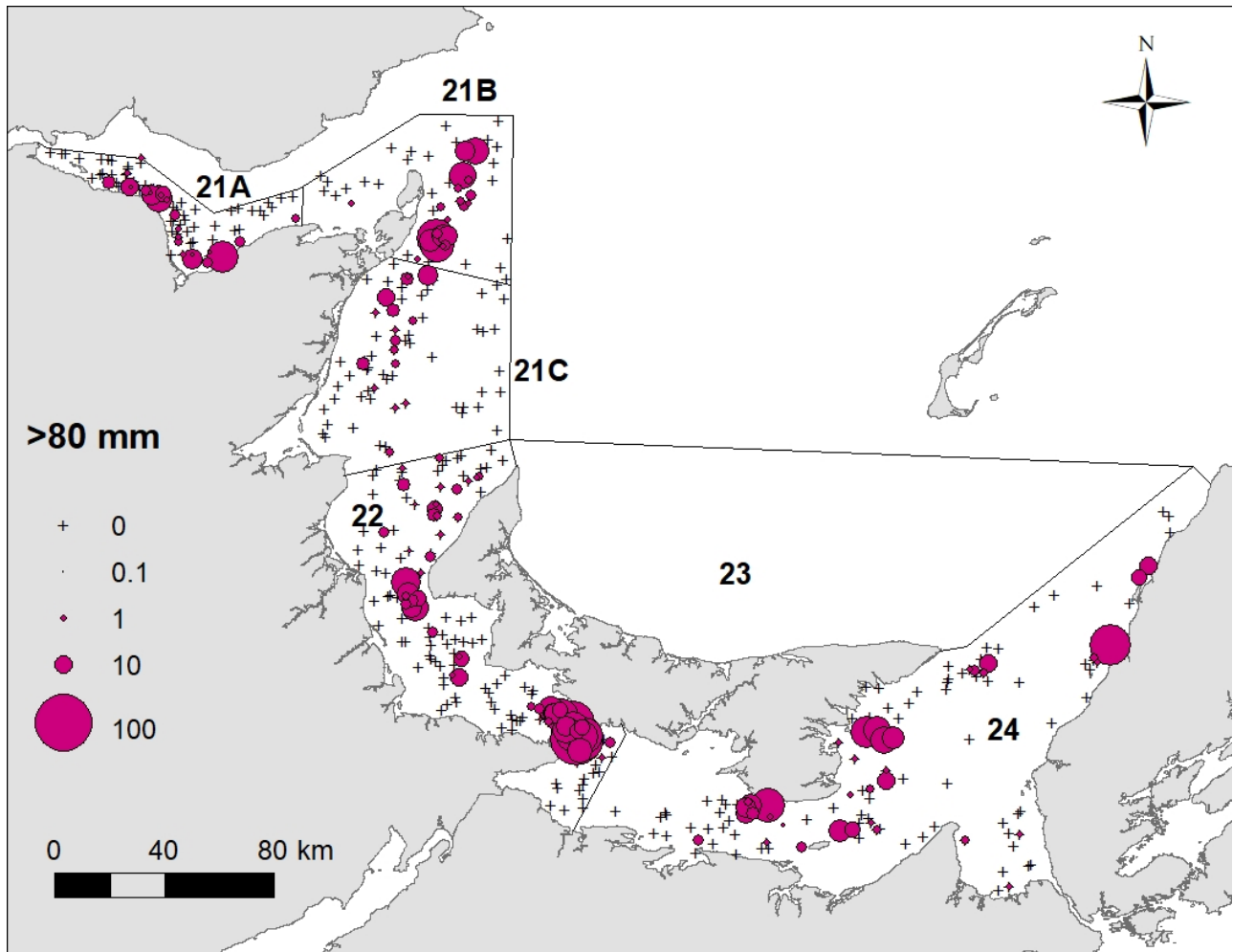


Figure 70. Distribution spatiale des indices d'abondance du pétoncle géant (nombre par trait standard) de taille commerciale ( $\geq 80$  mm) dans les relevés du sud du golfe du Saint-Laurent, de 2012 à 2016. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité de pétoncles.

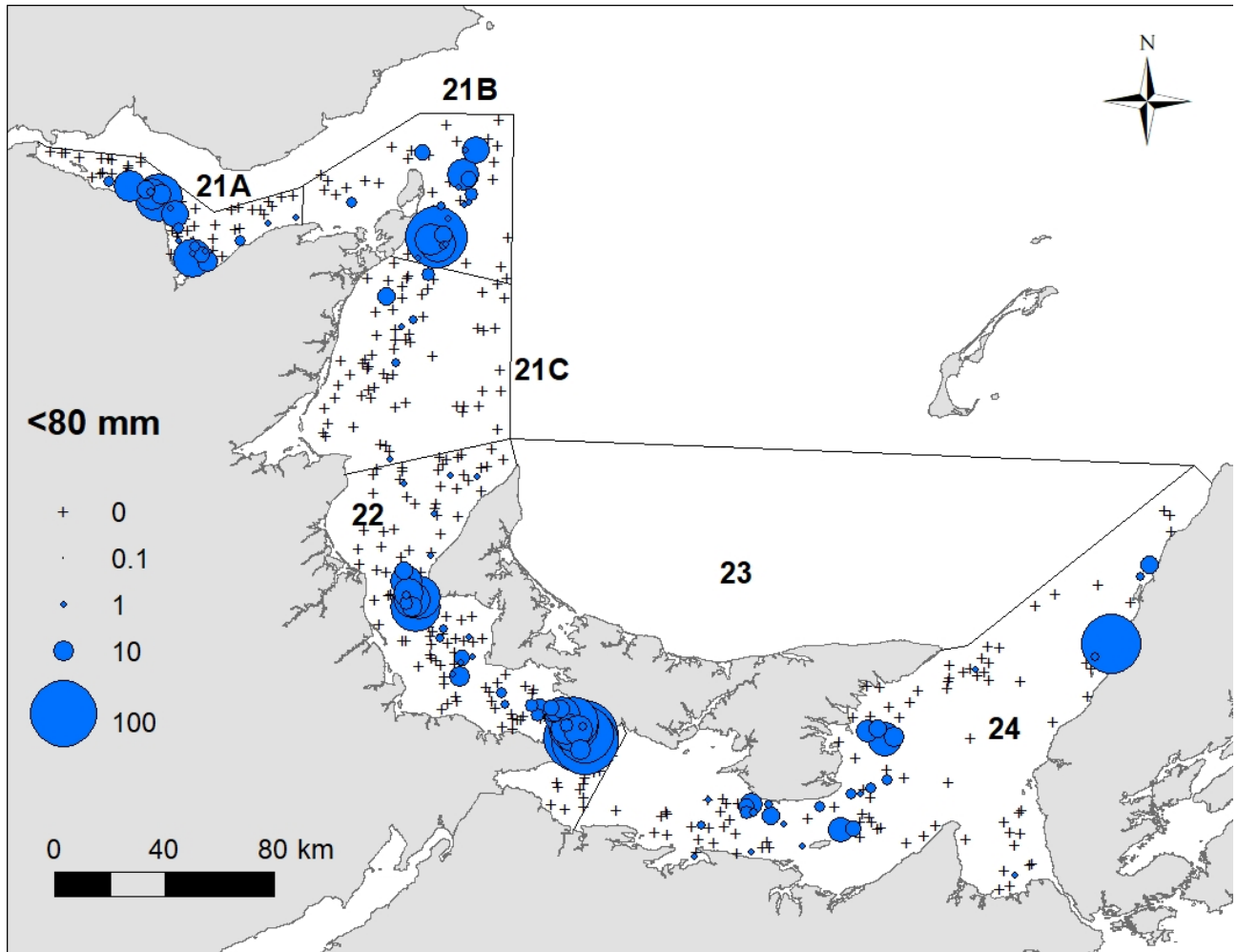


Figure 71. Distribution spatiale des indices d'abondance du pétoncle géant (nombre total par trait standard) de petite taille (< 80 mm) des relevés dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 2012 à 2016. La superficie du cercle est proportionnelle à la densité des pétoncles.

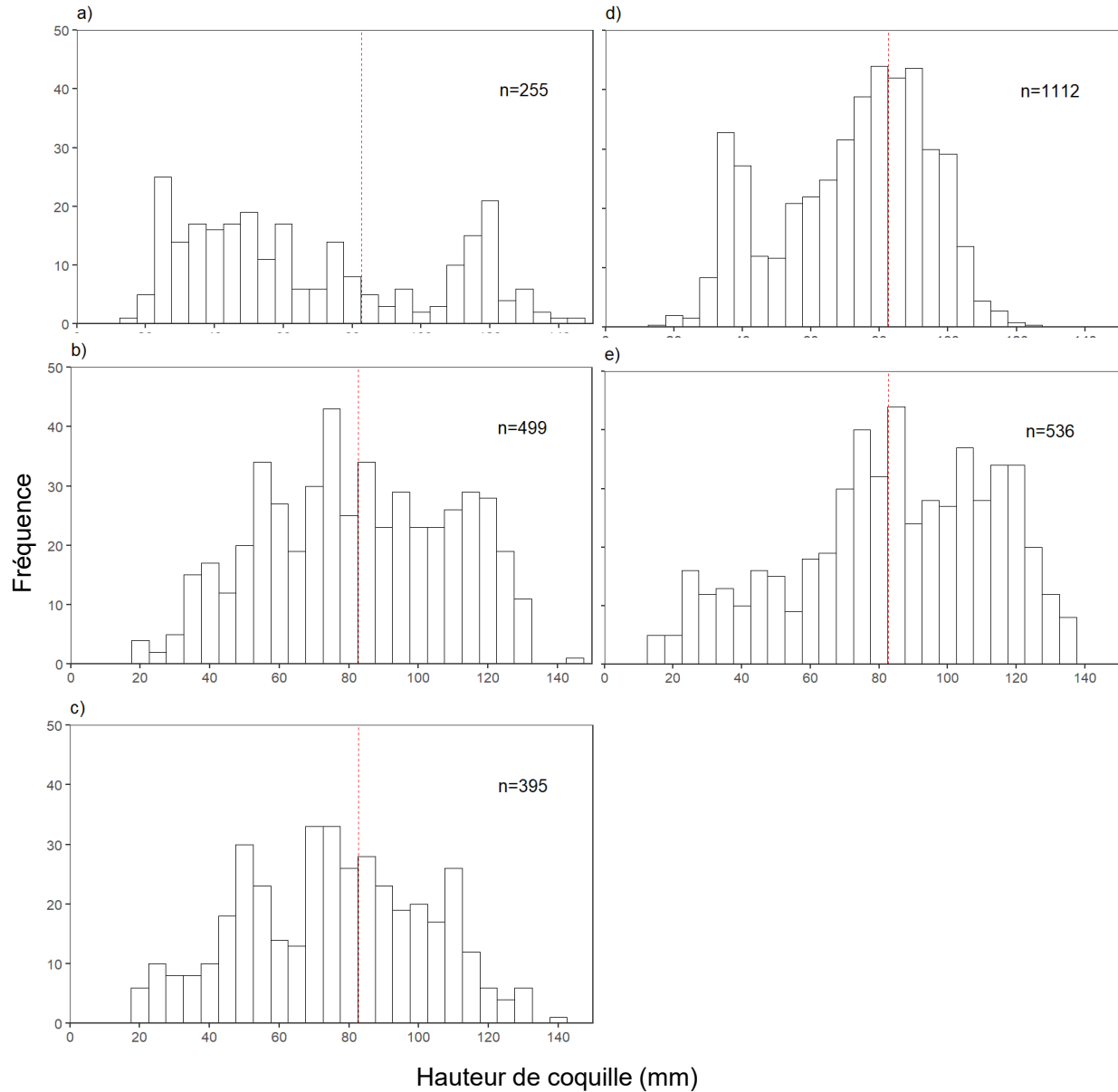


Figure 72. Structure de taille des pétoncles par ZPP d'après les relevés de recherche de 2012 à 2016 à l'aide d'une drague munie de paniers doublés (14 mm). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux.

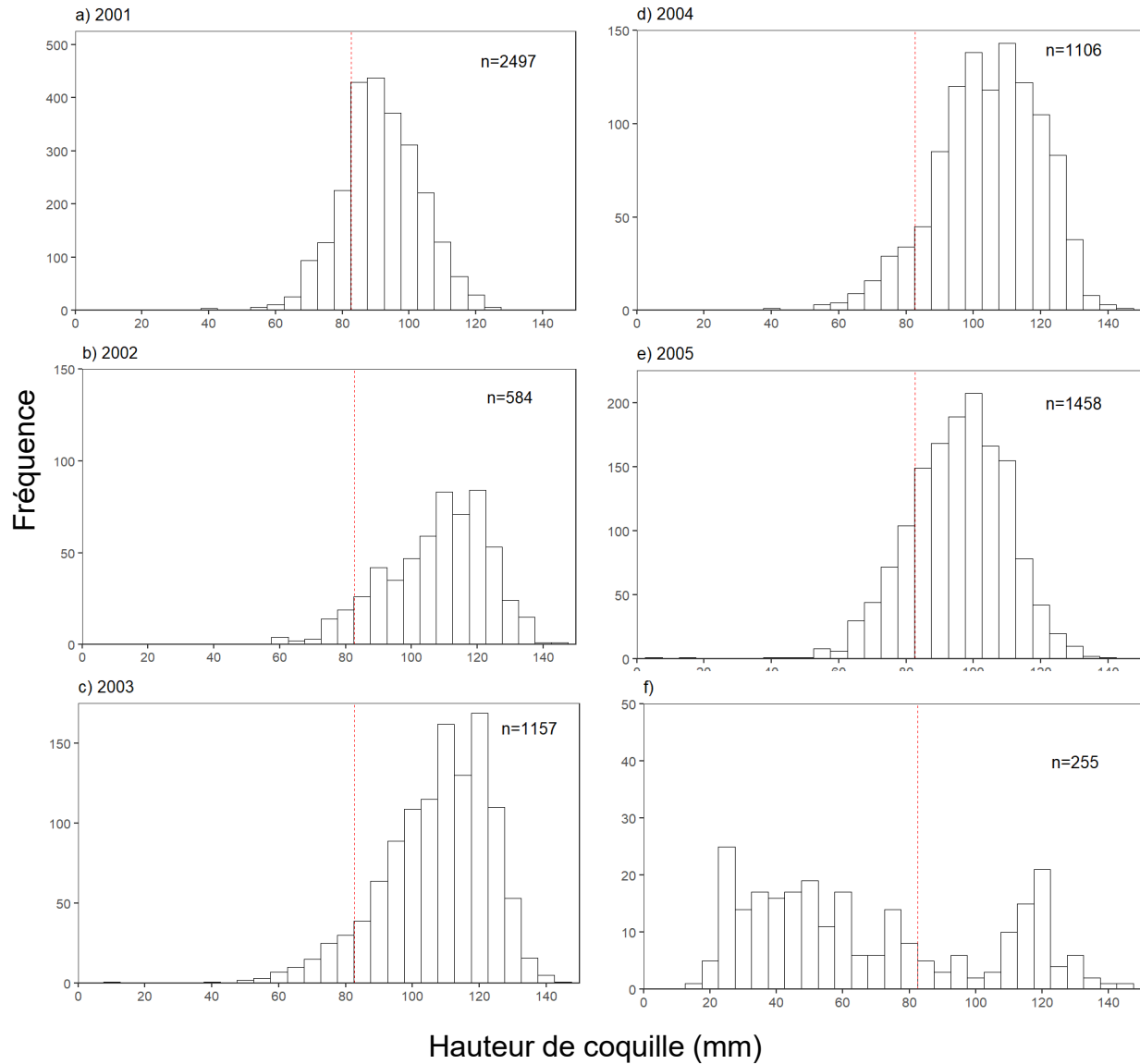


Figure 73. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement de la ZPP 21a (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2013 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux.

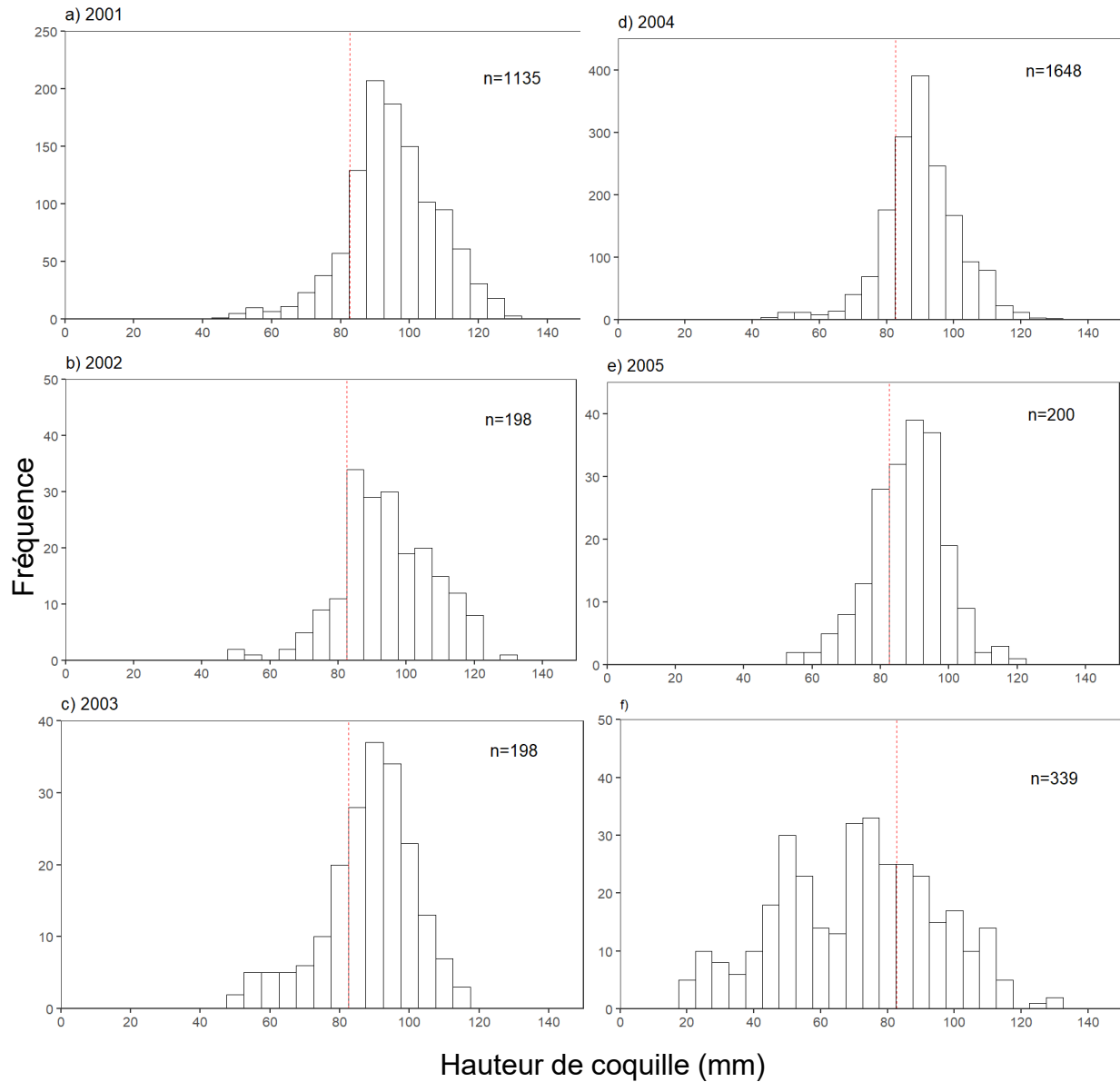


Figure 74. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement West Point (ZPP 22) (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2014 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux.

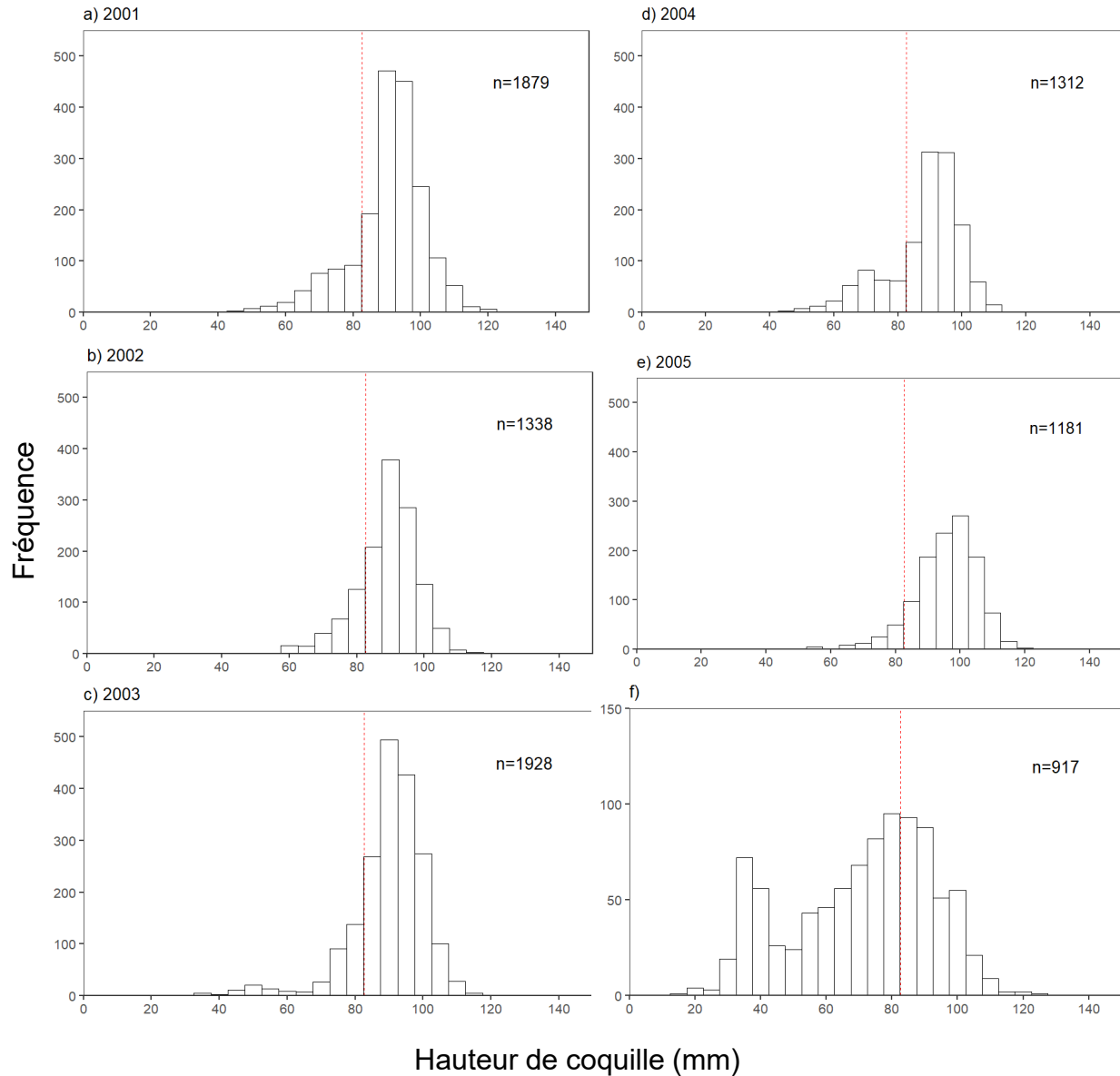


Figure 75. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement Cape Tormentine (ZPP 22) (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2012 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux.

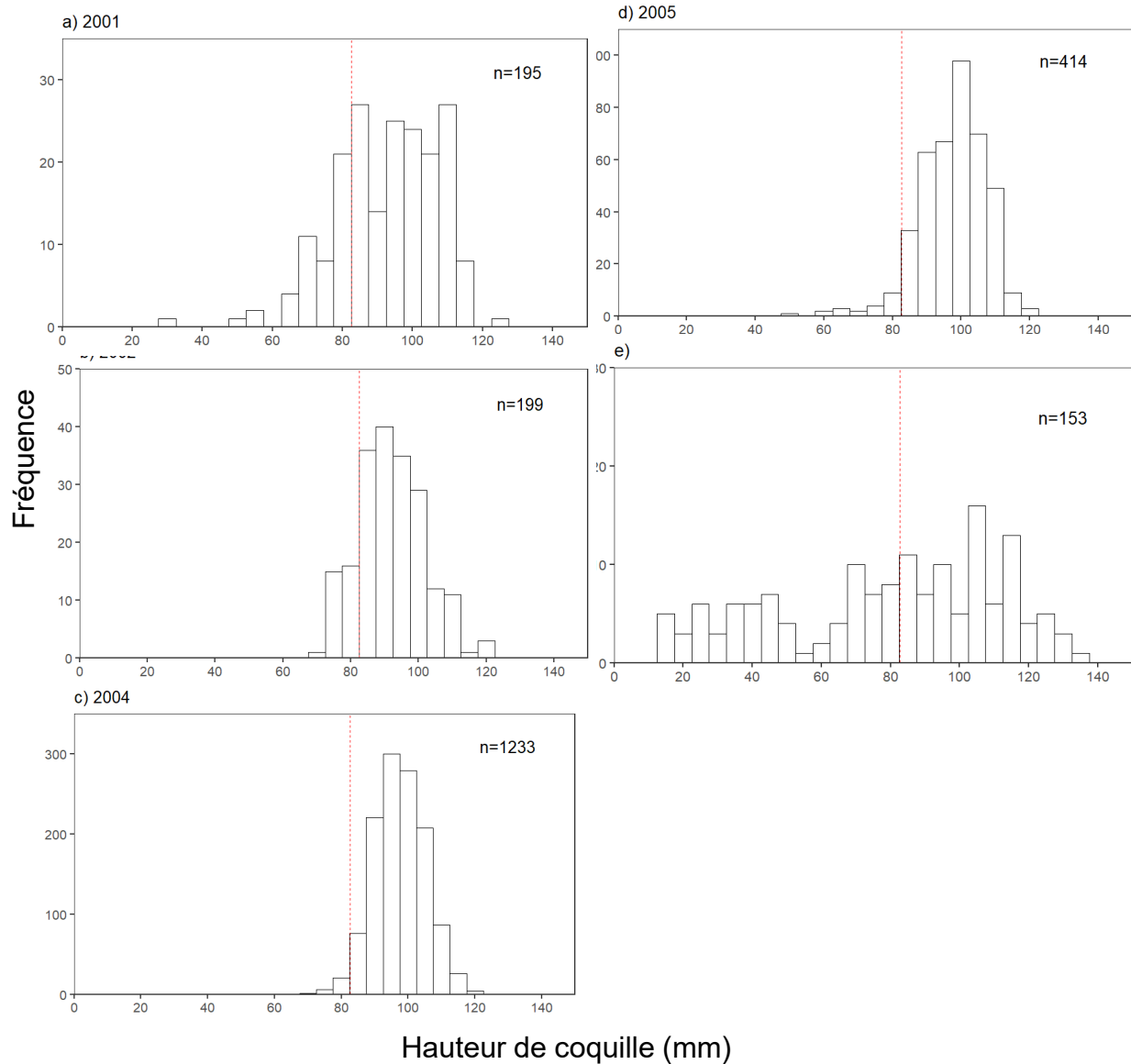


Figure 76. Structure de taille de pétoncle d'après l'échantillonnage en mer (de 2001 à 2005) des prises commerciales du gisement Pictou (ZPP 24) (a à e) et du relevé scientifique dans la strate d'effort élevé en 2015 (f). La ligne verticale rouge de chaque section indique la marque de 82,6 mm correspondant à la taille réglementaire des anneaux commerciaux.

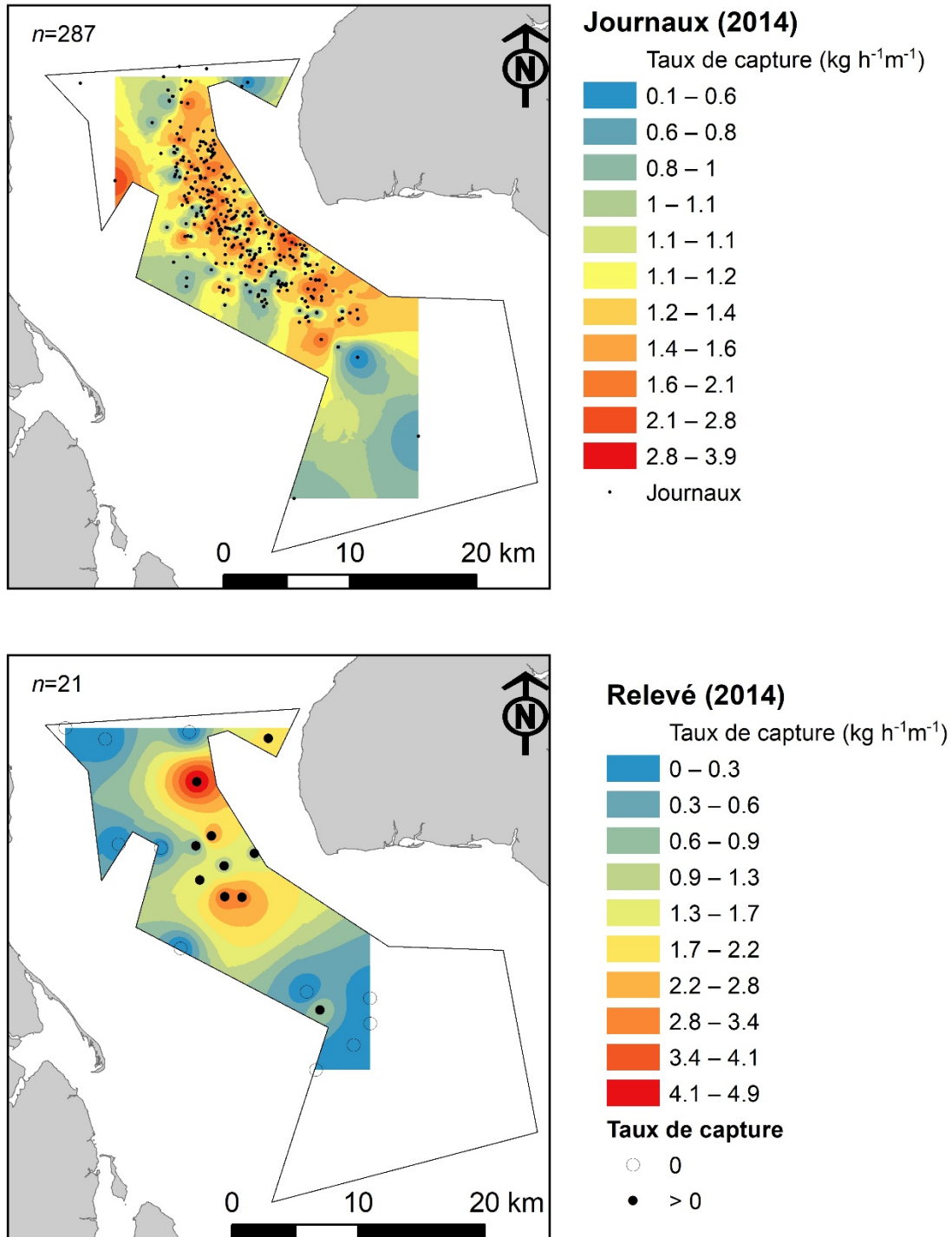


Figure 77. Graphique spatiale du taux de capture moyen ( $\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) du gisement West Point selon les données de journaux de bord commerciaux de 2014 (panneau supérieur) et selon les données provenant du relevé de recherche de 2014 (panneau inférieur). Comparaison PUE relevé/journaux. (Heures de traits de pêche).



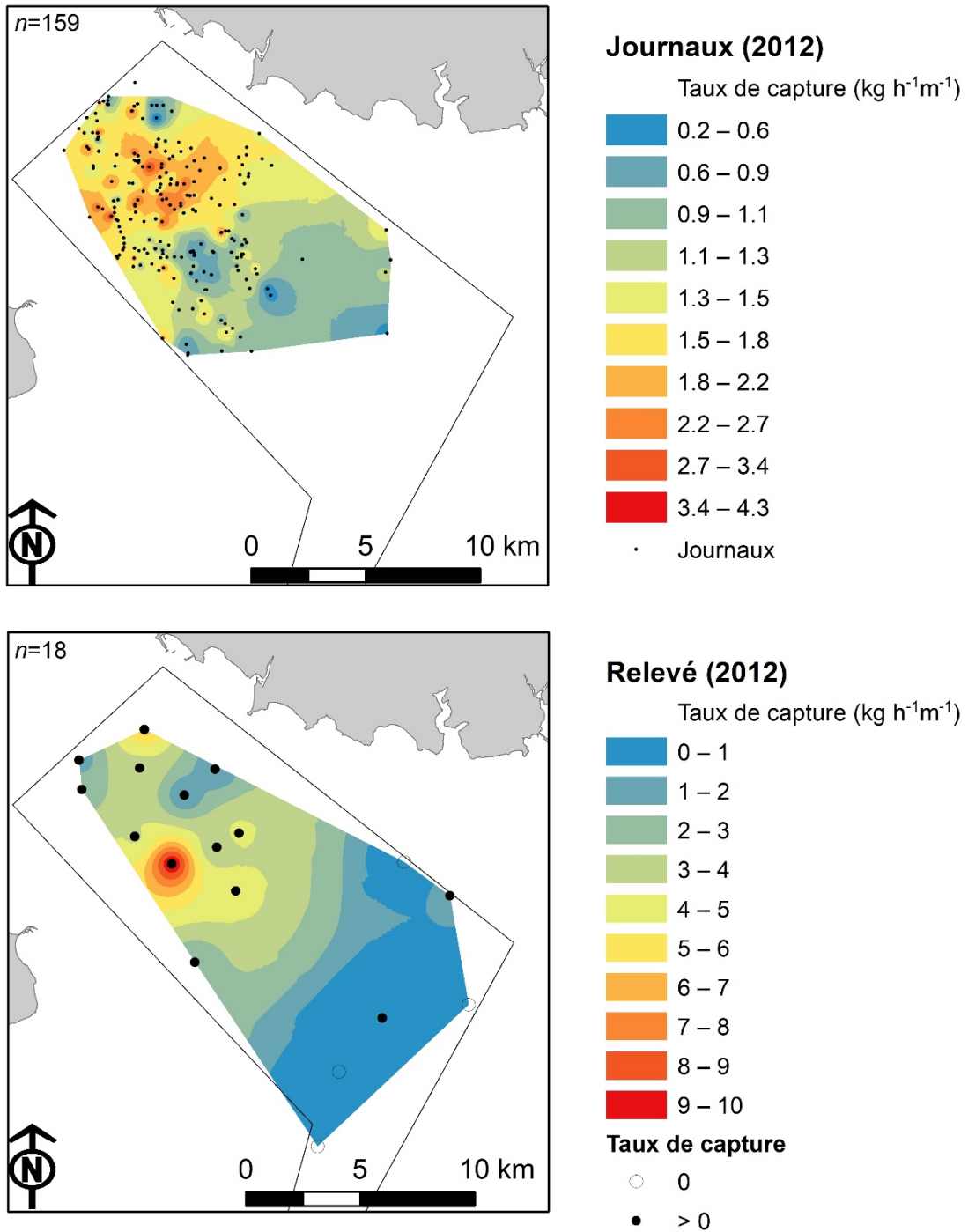


Figure 78. Graphique spatiale du taux de capture moyen ( $\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) du gisement Cape Tormentine selon les données de journaux de bord commerciaux de 2012 (panneau supérieur) et selon les données provenant du relevé de recherche de 2012 (panneau inférieur). Comparaison PUE relevé/journaux. (Heures de traits de pêche).

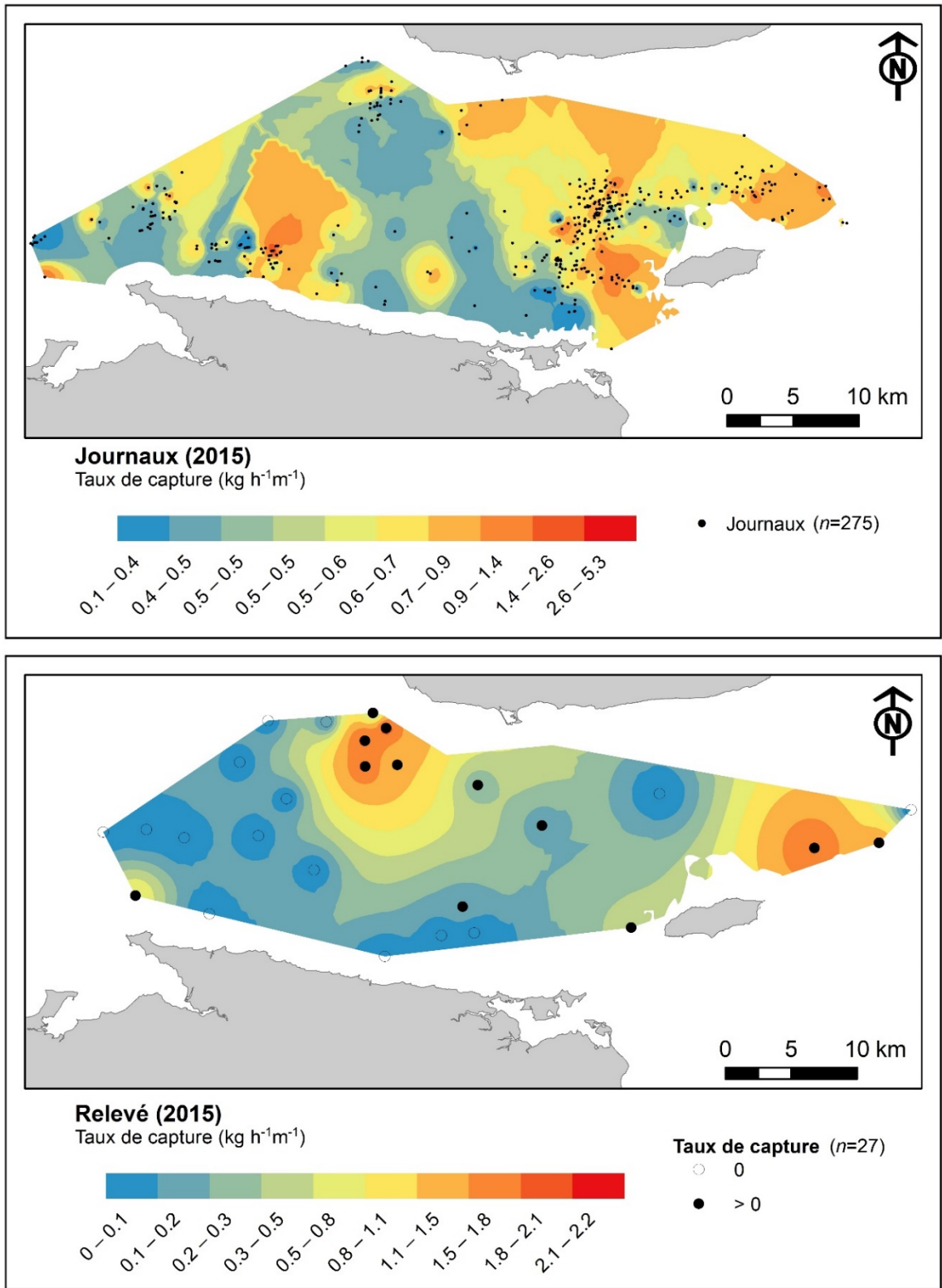


Figure 79. Graphique spatial du taux de capture moyen ( $\text{kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) du gisement Pictou selon les données de journaux de bord commerciaux de 2015 (panneau supérieur) et selon les données provenant du relevé de recherche de 2015 (panneau inférieur). Comparaison PUE relevé/journaux. (Heures de traits de pêche).

## ANNEXES

### ANNEXE 1

*Tableau A1. Proportion des débarquements de pétoncle hebdomadaires attribuée aux gisements Cape Tormentine, West Point ou autres dans la Zone de Pêche du Pétoncle 22 selon les positions de pêche journalières rapportées dans les journaux de bors de 2003 à 2016.*

Année	Semaine	Cape Tormentine	West Point	Autre	Année	Semaine	Cape Tormentine	West Point	Autre
2003	1	0.37	0.43	0.20	2010	1	0.25	0.63	0.12
	2	0.21	0.51	0.28		2	0.16	0.51	0.33
	3	0.10	0.56	0.33		3	0.09	0.50	0.41
	4	0.07	0.46	0.47		4	0.11	0.36	0.53
	5	0.02	0.38	0.60		5	0.16	0.27	0.57
2004	1	0.47	0.23	0.30	2011	1	0.29	0.52	0.19
	2	0.51	0.20	0.29		2	0.36	0.35	0.29
	3	0.42	0.17	0.41		3	0.28	0.35	0.37
	4	0.28	0.17	0.55		4	0.23	0.39	0.38
	5	0.14	0.30	0.57		5	0.25	0.36	0.39
2005	1	0.18	0.49	0.33	2012	1	0.42	0.46	0.12
	2	0.11	0.51	0.39		2	0.39	0.35	0.25
	3	0.10	0.39	0.51		3	0.27	0.46	0.27
	4	0.03	0.26	0.71		4	0.20	0.46	0.34
	5	0.08	0.43	0.49		5	0.18	0.49	0.32
2006	1	0.32	0.43	0.25	2013	1	0.72	0.19	0.09
	2	0.21	0.48	0.30		2	0.89	0.04	0.07
	3	0.15	0.55	0.30		3	0.80	0.05	0.15
	4	0.10	0.53	0.37		4	0.50	0.25	0.25
	5	0.13	0.66	0.21		5	0.36	0.44	0.20

<b>Année</b>	<b>Semaine</b>	<b>Cape Tormentine</b>	<b>West Point</b>	<b>Autre</b>	<b>Année</b>	<b>Semaine</b>	<b>Cape Tormentine</b>	<b>West Point</b>	<b>Autre</b>
2007	1	0.21	0.67	0.12	2014	1	0.48	0.34	0.18
	2	0.22	0.69	0.09		2	0.34	0.48	0.18
	3	0.17	0.57	0.26		3	0.24	0.38	0.38
	4	0.16	0.40	0.44		4	0.31	0.43	0.27
	5	0.13	0.53	0.34		5	0.17	0.44	0.39
2008	1	0.43	0.43	0.15	2015	1	0.58	0.34	0.09
	2	0.46	0.25	0.30		2	0.60	0.26	0.14
	3	0.41	0.23	0.36		3	0.50	0.37	0.13
	4	0.40	0.18	0.42		4	0.43	0.22	0.35
	5	0.26	0.20	0.53		5	0.44	0.38	0.18
2009	1	0.41	0.45	0.14	2016	1	0.81	0.10	0.09
	2	0.43	0.32	0.25		2	0.81	0.04	0.15
	3	0.28	0.42	0.30		3	0.63	0.09	0.29
	4	0.20	0.46	0.35		4	0.62	0.07	0.30
	5	0.17	0.59	0.25		5	0.43	0.13	0.44

## ANNEXE 2

Tableau A2. Proportion des débarquements de pétoncle hebdomadaires attribuée au gisement Pictou ou autres dans la Zone de Pêche du Pétoncle 24 selon les positions de pêche journalières rapportées dans les journaux de bors de 2003 à 2016.

Année	Semaine	Pictou	Autre	Année	Semaine	Pictou	Autre	Année	Semaine	Pictou	Autre
2003	1	0.32	0.68	2009	1	0.25	0.75	2015	1	0.43	0.57
	2	0.30	0.70		2	0.33	0.67		2	0.38	0.62
	3	0.26	0.74		3	0.45	0.55		3	0.38	0.62
	4	0.28	0.72		4	0.40	0.60		4	0.43	0.57
	5	0.36	0.64		5	0.24	0.76		5	0.38	0.62
	6	0.33	0.67		6	0.34	0.66		6	0.38	0.62
	7	0.34	0.66		7	0.20	0.80		-	-	-
2004	1	0.31	0.69	2010	1	0.34	0.66	2016	1	0.42	0.58
	2	0.37	0.63		2	0.33	0.67		2	0.45	0.55
	3	0.50	0.50		3	0.38	0.62		3	0.41	0.59
	4	0.45	0.55		4	0.36	0.64		4	0.38	0.62
	5	0.52	0.48		5	0.23	0.77		5	0.38	0.62
	6	0.46	0.54		6	0.16	0.84		6	0.42	0.58
	7	0.57	0.43		7	0.36	0.64		7	0.70	0.30
2005	1	0.25	0.75	2011	1	0.34	0.66	-			
	2	0.31	0.69		2	0.48	0.52				
	3	0.50	0.50		3	0.47	0.53				
	4	0.31	0.69		4	0.36	0.64				
	5	0.26	0.74		5	0.28	0.72				
	6	0.29	0.71		6	0.42	0.58				
	7	0.13	0.87		7	0.33	0.67				

Année	Semaine	Pictou	Autre	Année	Semaine	Pictou	Autre	Année	Semaine	Pictou	Autre	
2006	1	0.40	0.60	2012	1	0.48	0.52					
	2	0.62	0.38		2	0.46	0.54					
	3	0.46	0.54		3	0.45	0.55					
	4	0.30	0.70		4	0.35	0.65					
	5	0.34	0.66		5	0.25	0.75					
	6	0.37	0.63		6	0.18	0.82					
	7	0.24	0.76		7	0.20	0.80					
2007	1	0.12	0.88	2013	1	0.31	0.69					
	2	0.28	0.72		2	0.50	0.50					
	3	0.43	0.57		3	0.50	0.50					
	4	0.33	0.67		4	0.48	0.52					
	5	0.37	0.63		5	0.50	0.50					
	6	0.28	0.72		6	0.47	0.53					
	7	0.27	0.73		7	0.65	0.35					
2008	1	0.09	0.91	2014	1	0.31	0.69					
	2	0.38	0.62		2	0.49	0.51					
	3	0.42	0.58		3	0.35	0.65					
	4	0.36	0.64		4	0.43	0.57					
	5	0.28	0.72		5	0.22	0.78					
	6	0.37	0.63		6	0.37	0.63					
	-	-	-		7	0.36	0.64					

### ANNEXE 3

Tableau A3. Taux de capture ( $\text{kg h}^{-1}$ ) tirés du programme d'échantillonnage en mer abord des bateaux de pêche commerciaux de 2001 à 2005 (Davidson et al 2012) et taux de capture tirés des journaux de bord pour la même semaine et le même gisement lorsque disponible. Les taux de capture tirés de l'échantillonnage à quai ne figurent pas dans le tableau.

Gisement	Année	Date	Semaine	Trait (n)	Taux de capture ( $\text{kg h}^{-1}$ )	Taux de capture comm.
21A bed	2001	17/07	2	9	6.81	-
	2002	01/08	5	7	3.55	-
	2003	03/07	1	10	4.02	4.28
	2004	21/07	3	9	4.87	4.32
	2005	07/07	1	10	7.14	7.11
Cape Tormentine	2001	16/05	2	20	6.89	-
	2002	09/05	1	10	6.58	-
	2003	05/05	1	16	9.96	6.26
	2004	14/05	2	9	4.54	6.94
	2005	06/05	1	14	4.29	3.96
West Point	2001	29/05	4	7	6.14	-
	2002	-	-	-	-	-
	2003	-	-	-	-	-
	2004	06/05	1	8	7.96	7.60
	2005	-	-	-	-	-
Pictou	2001	-	-	-	-	-
	2002	-	-	-	-	-
	2004	19/11	3	14	4.65	3.63
	2005	16/11	3	4	2.66	3.25

---

## ANNEXE 4

Tableau A4. Taux de capture annuel moyen ( $\text{kg h}^{-1}$ ) par gisement de 2003 à 2016 tirés des journaux de bord de la pêche commerciale au pétoncle.

Année/ Gisement	Taux de capture ( $\text{kg h}^{-1}$ )		
	West Point	Cape Tormentine	Pictou
2003	5.1	4.5	2.8
2004	6.2	6.1	3.9
2005	4.9	3.4	2.7
2006	4.7	4.3	3.2
2007	6.8	5.0	3.2
2008	6.6	7.1	3.1
2009	6.4	6.5	2.9
2010	6.0	5.2	3.8
2011	7.4	7.9	3.9
2012	6.5	7.6	3.8
2013	5.8	9.5	3.8
2014	6.5	7.3	3.3
2015	5.8	7.0	3.4
2016	3.7	5.6	4.4



---

## ANNEXE 5

Tableau A5. Spécifications des dragues à pétoncle utilisées lors des relevés de recherche.

Composante de drague	Mesures (drague 2012-2013)	Mesures (drague 2014 +)
Largeur totale de la drague	3.4 m	3.4 m
Largeur intérieure de la drague	2.84 m	2.84 m
Longueur de barre	4.6 m	3.4 m
Diamètre de la barre	10 cm	10 cm
Largeur extérieure des paniers	37.5 cm	37.5 cm
Largeur intérieure des paniers	35.5 cm	35.5 cm
Hauteur intérieure des paniers	28 cm	28 cm
Profondeur des paniers	54 cm	54 cm
Dents de paniers	5 cm	5 cm
Diamètre des anneaux	9 cm	9 cm
Diamètre de la doublure	1.4 cm	1.4 cm
Diamètre des skis	-	<b>32.6 cm X 30.5 cm</b>

---

## ANNEXE 6

### Relation entre poids du muscle et hauteur de coquille des pétoncles de la région du Golfe : une comparaison avec la ZPrP 4 de la région des Maritimes et le banc de Georges « a »

J.A. Sameoto (Maritimes), D. Keith (Maritimes) et M. Niles (Golfe)

Contexte :

Il est important de connaître la relation entre le poids du muscle et la hauteur de la coquille des pétoncles pour gérer de façon durable les populations de ce mollusque lorsque les débarquements sont exprimés en poids de muscle. Cette relation sert a) à convertir la biomasse (muscles) en nombre de pétoncles, et b) à quantifier la variabilité spatiale du poids du muscle chez les individus d'une taille donnée (hauteur de coquille), aussi appelé « condition » (Nasmith *et al.* 2016). L'indice de condition peut fournir un aperçu de la productivité relative d'une zone, car les zones présentant une condition à indice plus élevé auront un meilleur rendement du muscle par rapport à celles dont l'indice est plus bas, toutes choses étant égales par ailleurs (p. ex. abondance des pétoncles, taille, etc.). En outre, comme les données sur les taux de prise et les débarquements de pétoncles sont exprimées en poids du muscle, le fait de connaître la condition des pétoncles permet de mieux apprécier ces indicateurs de la pêche commerciale.

Méthodes :

Des données détaillées sur la hauteur de coquille et le poids du muscle ont été recueillies chez des pétoncles individuels lors des relevés sur les pétoncles du Golfe effectués en 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016. La hauteur de coquille des pétoncles a été mesurée au moyen de pieds à coulisse numériques à l'incrément de 0,01 mm le plus près (distance maximale entre l'umbo et la partie externe du bord terminal). Les poids ont été mesurés avec une balance numérique d'une précision de 0,1 g. La répartition spatiale des échantillons de ces années est représentée à la figure A6-a. L'échantillonnage a été réalisé dans des secteurs distincts à l'intérieur des zones de pêche du pétoncle (ZPP) à chacune des années indiquées (tableau A6-a, figure A6-a), pendant les mois de juin, juillet et août.

Modélisation du poids du muscle/hauteur de coquille des pétoncles

Dans la région des Maritimes du MPO, des données détaillées sur la hauteur de la coquille et le poids du muscle du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) ont été recueillies régulièrement dans le cadre de relevés annuels sur les pétoncles. Pour la région de la baie de Fundy, ces données sont modélisées à l'aide d'un modèle à effet mixte linéaire généralisé (MMLG) utilisant une famille gamma avec lien logarithmique, le trait de chalut étant utilisé comme variable de regroupement et la profondeur comme covariable (Nasmith *et al.* 2016). Aux fins de la modélisation du poids du muscle/hauteur de coquille dans les données du Golfe et de la comparaison des résultats avec deux (2) zones de pêche du pétoncle relativement productives dans la région des Maritimes du MPO (Zone de production du pétoncle [ZPrP] 4 et zone du banc de Georges « a »), les mêmes méthodes de modélisation que dans Nasmith *et al.* (2016) ont été appliquées aux données du Golfe de 2012 à 2016. L'échantillonnage de la ZPrP 4 et du banc de Georges « a » s'est fait respectivement en juillet et en août, alors que les données du Golfe ont été recueillies en juin, juillet et août (tableau A6-a). Bien qu'il ait été démontré que les rapports entre poids du muscle et hauteur de coquille varient dans le temps (Sarro et Stokesbury 2009; Nasmith et Smith 2017), les analyses exploratoires n'ont révélé aucune différence significative entre l'utilisation de l'ensemble de données complet du Golfe (juin, juillet et août) et le sous-ensemble pour juillet et août. Par conséquent, toutes les données de juin à août ont été utilisées dans les analyses subséquentes.

Le MMLG de Nasmith et ses collaborateurs (2016) a été ajusté aux données du Golfe pour chaque année, et donc, par zone : ZPP 22 sud (2012), ZPP 21A (2013), ZPP 22 nord (2014), ZPP 24 (2015) et ZPP 21BC (2016). L'évaluation du modèle a révélé que la profondeur n'était pertinente pour aucune des zones individuelles (années); toutefois, cela est probablement attribuable au faible contraste entre les profondeurs d'eau à l'intérieur d'une année et d'une zone (figure A6-b). La profondeur a été supprimée comme covariable, et la formulation finale du modèle est présentée dans l'équation 1. Les rapports modélisés entre le poids du muscle et la hauteur de la coquille par zone (année) sont présentés à la figure A6-c, et les estimations des paramètres connexes des modèles par zone (année) figurent au tableau A6-b.

$$\log(W_{ij}) = (\beta_0 - b_{0,j}) + (\beta_1 - b_{1,j}) \log(H_{ij}) \quad (1)$$

Où :

$W_{ij}$  = poids du muscle pour une coquille  $i$ , du trait de chalut  $j$

$H_{ij}$  = hauteur de la coquille du pédoncle pour la coquille  $i$ , du trait de chalut  $j$

$\beta_0, b_{0,j}$  = effet fixe et effet aléatoire pour le point d'intersection

$\beta_1, b_{1,j}$  = effet fixe et effet aléatoire pour la pente

Le poids du muscle (g) d'un pédoncle de 100 mm de hauteur de coquille (ci-après désigné « condition ») a ensuite été estimé pour chaque zone (année) à l'aide des estimations des paramètres de chaque zone (année) (effets fixes seulement) et comparé à la série chronologique des conditions de la ZPrP 4 des zones de la région des Maritimes et du banc de Georges « a » (figure A6-d). La condition a été prédite comme étant la plus élevée dans la ZPP 22 nord (2014; 18,0 g), suivie de la ZPP 21A (2013; 15,9 g), la ZPP 21BC (2016; 14,9 g), la ZPP 22 sud (2012; 14,3 g) et la ZPP 24 (2015; 12,4 g), respectivement (tableau A6-b, figure A6-d). Toutefois, il est à noter qu'il est impossible de dégager si ces différences sont attribuables à des effets spatiaux ou à des écarts temporels (p. ex. année).

On constate souvent une variabilité interannuelle significative de la condition (Nasmith *et al.* 2016) qui ne peut être quantifiée en raison des limites des données du Golfe; par conséquent, les données sur la condition pour le Golfe doivent être traitées avec prudence. Toutefois, en supposant que les données de la région du Golfe pour la période allant de 2012 à 2016 sont représentatives, la condition des pédoncles du Golfe est  $\approx \frac{1}{3}$  supérieure à celle dans la ZPrP 4 et similaire à celle observée dans le banc de Georges « a » (figure A6-d; Golfe  $\approx$  15 g, ZPrP 4  $\approx$  11 g, banc de Georges « a »  $\approx$  16 g par 100 mm de hauteur de coquille). Par conséquent, pour le même taux de capture dans la ZPrP 4 et dans le Golfe, on s'attendrait à  $\approx$  33 % moins d'individus capturés dans celui-ci (en supposant des abondances, des répartitions par taille récoltées, etc., semblables dans l'une et l'autre). Par exemple, un taux de capture de  $1 \text{ kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$  dans le Golfe ciblant des pédoncles de 100 mm de condition moyenne (15 g) donnerait lieu à une récolte de  $\approx$  67 individus, alors que dans la ZPrP 4, un taux de capture de  $1 \text{ kg h}^{-1}\text{m}^{-1}$  donnerait une récolte de  $\approx$  91 individus, toutes choses étant égales par ailleurs. Il faut donc tenir compte de la condition dans l'interprétation des tendances relatives au taux de capture, en particulier lorsque celui-ci est utilisé comme indice de l'abondance.

Les relations entre poids du muscle et hauteur de coquille pour les ZPP dans la région du Golfe ont été étudiées dans le passé par Davidson et ses collaborateurs (2012), à partir d'un échantillonnage effectué de 2001 à 2005. Cependant, une comparaison directe des résultats de Davidson et ses collaborateurs (2012) avec ces résultats-ci ne peut être réalisée, en raison du regroupement spatial des gisements et de l'agrégation des années à l'intérieur des ZPP, ainsi

---

que des différences temporelles dans le moment où les échantillons ont été prélevés lors de cette période antérieure (Davidson *et al.* 2012).

**Références :**

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.

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.

Nasmith, L., J. Sameoto, and A. Glass. 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.

Sarro, C.L., and K.E. Stokesbury. 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

Tableau A6-a. Répartition des données sur le poids du muscle/la hauteur de coquille dans la région du Golfe, selon le mois, de 2012 à 2016.

Zone (année)	Mois		
	Juin	Juillet	Août
ZPP 22 sud (2012)	389	379	-
ZPP 21A (2013)	25	55	-
ZPP 22 nord (2014)	176	-	-
ZPP 24 (2015)	-	-	515
ZPP 21BC (2016)	-	-	488

Tableau A6-b. Paramètres de poids du muscle/hauteur de coquille pour les modèles gamma à effets mixtes des données de la région du Golfe. Les paramètres  $\beta_0$  et  $\beta_1$  sont tels que définis pour l'équation 1 dans le texte.

Zone (année)	Effets fixes		Effets aléatoires		Variance résiduelle	Poids de chair (g) /100 mm de hauteur de coquille
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\sigma_{b_0}$	$\sigma_{b_1}$	$\sigma_R$	
ZPP 22 sud (2012)	2,15	2,85	0,00177	0,00425	0,0199	14,3
ZPP 21A (2013)	3,10	3,01	0,00235	0,125	0,0114	15,9
ZPP 22 nord (2014)	2,86	2,90	0,00272	0,0448	0,0206	18,0
ZPP 24 (2015)	1,88	2,93	0,00753	0,0243	0,0293	12,4
ZPP 21BC (2016)	1,91	3,12	0,00243	0,00833	0,0221	14,9

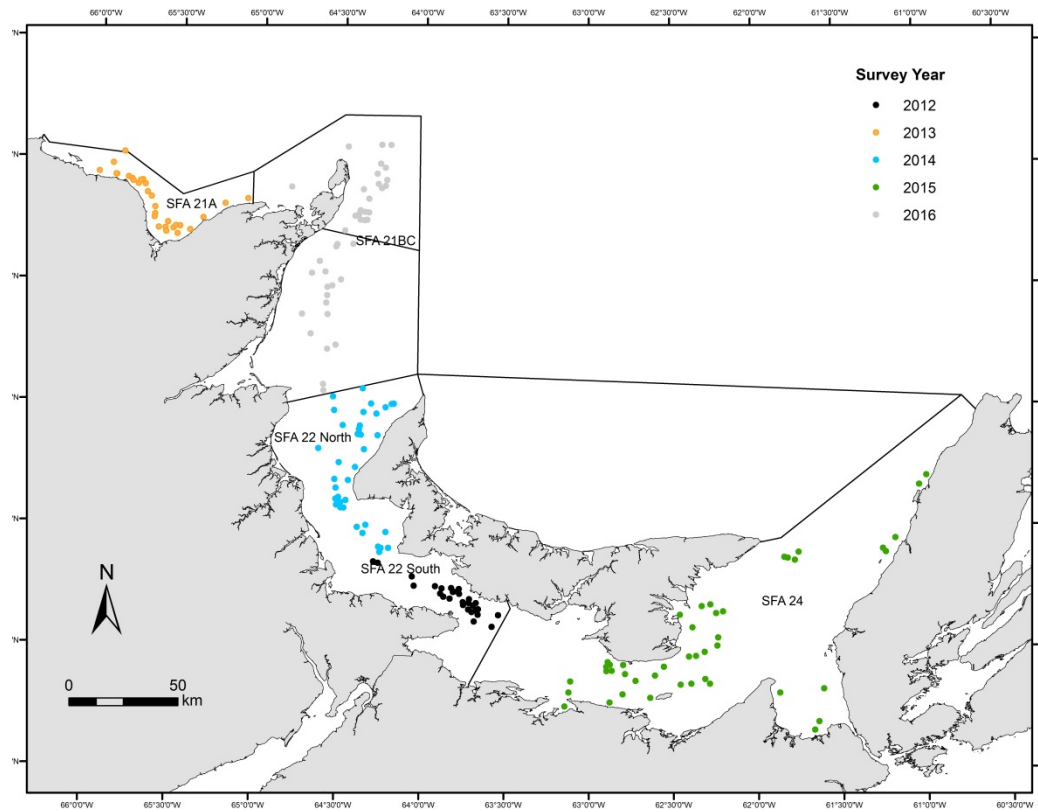


Figure A6-a. Répartition spatiale des traits pour le poids du muscle/la hauteur de coquille dans la région du Golfe, d'après les relevés de 2012 à 2016.

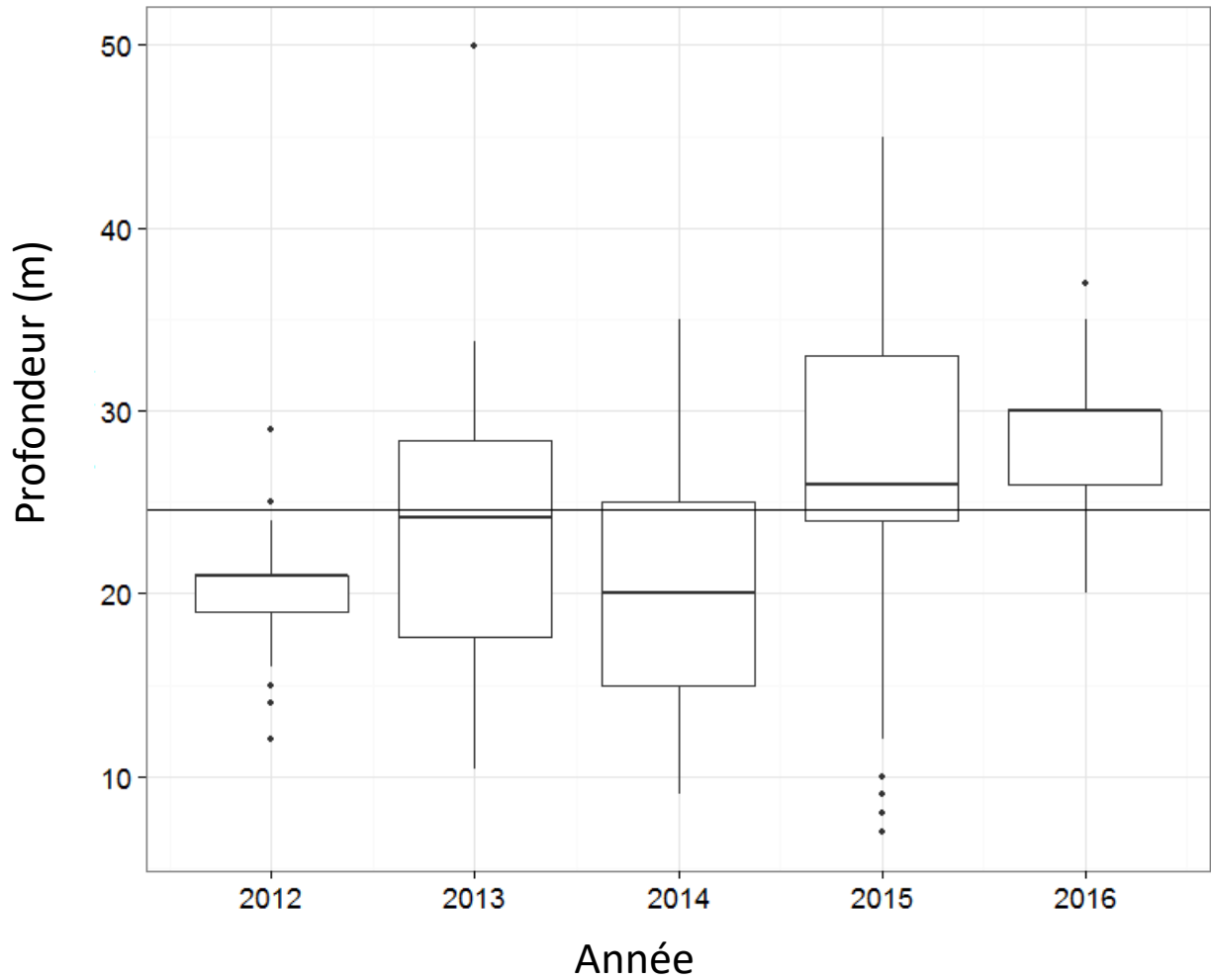


Figure A6-b. Répartition selon la profondeur des échantillons de poids du muscle/hauteur de coquille de la région du Golfe, de 2012 à 2016. Noter que la répartition spatiale des échantillons était différente chaque année; les échantillons de 2012 provenaient de la ZPP 22 sud, ceux de 2013, de la ZPP 21A, ceux de 2014, de la ZPP 22 nord, ceux de 2015, de la ZPP 24, et ceux de 2016, de la ZPP 21BC.

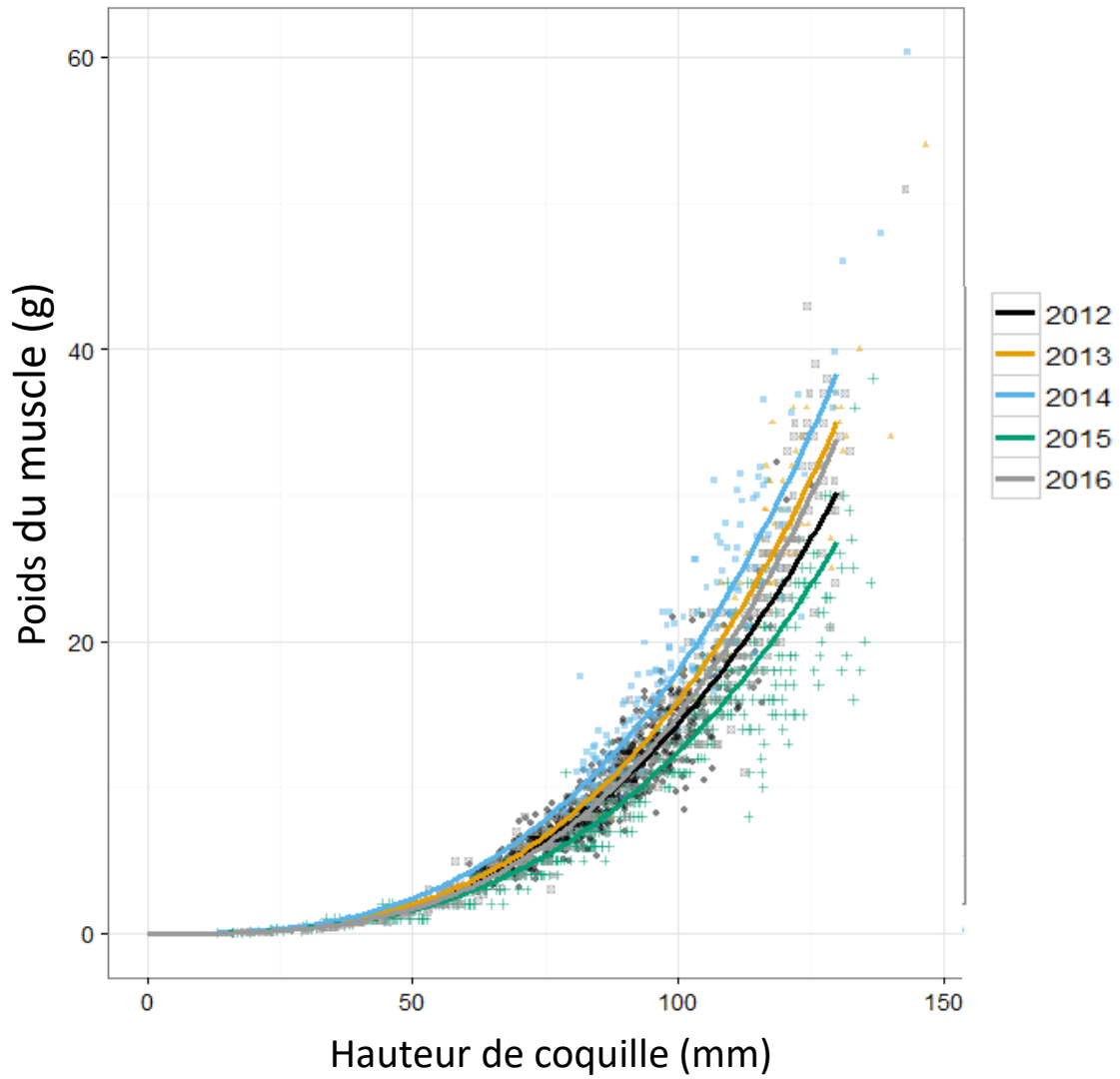


Figure A6-c. Rapports poids du muscle/hauteur de coquille de 2012 à 2016, pour cinq (5) zones distinctes de la région du Golfe.



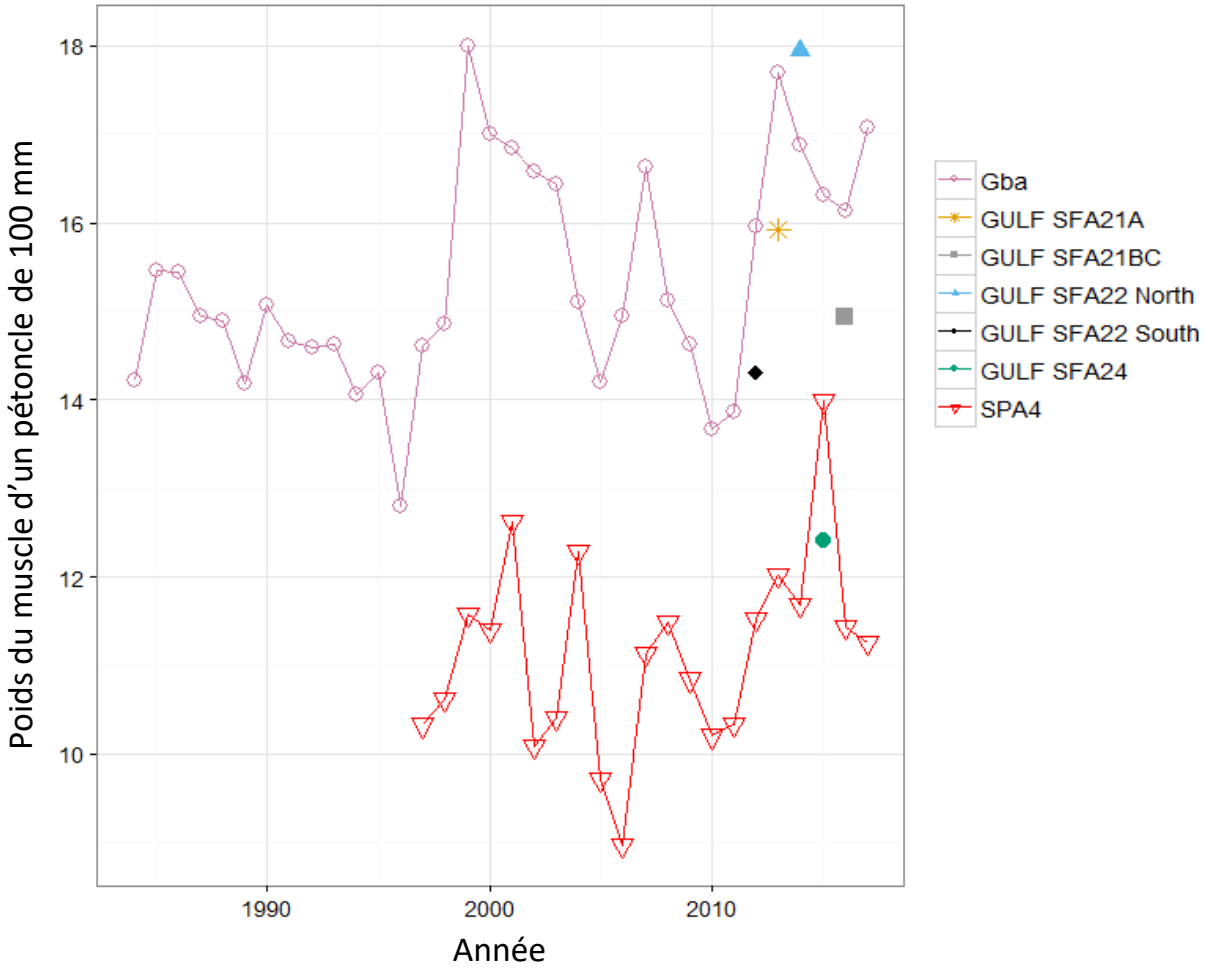


Figure A6-d. Série chronologique de la condition des pétoncles (poids du muscle d'un pétoncle d'une hauteur de coquille de 100 mm) pour la zone de production de pétoncles 4 (ZPrP 4), le banc de Georges « a » (Gba), la ZPP 21A, la ZPP 21BC, la ZPP 22 nord, la ZPP 22 sud et la ZPP 24.

## ANNEXE 7

Tableau A7. Indice d'abondance des pétoncles tirés des relevés de recherche exprimée en nombre de pétoncle par trait standard de 437.27 m<sup>2</sup> (moyenne ( $\bar{X}$ ) et erreur standard (SE)) et en densité (nombre m<sup>-2</sup>) pour chaque relevé, par strate et pour trois classes de taille (toutes les taille, < 80 mm et ≥ 80 mm hauteur de coquille). Pas corrigé pour l'efficacité de la drague.

ZPP	Strate No. / Nom		Toutes les tailles			< 80 mm			≥ 80 mm		
			Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité
			$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (/m <sup>2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (/m <sup>2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (/m <sup>2</sup> )
21A	1	Zone tampon	13.37	5.57	0.031	9.28	4.04	0.021	4.09	1.55	0.009
	2	Effort moyen	1.90	0.66	0.004	1.29	0.54	0.003	0.61	0.21	0.001
	3	Effort faible	2.10	1.62	0.005	0.27	0.17	0.001	1.83	1.62	0.004
	4	Pas d'effort	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
21BC	1	Effort moyen	14.79	6.16	0.034	7.59	3.95	0.016	7.20	2.36	0.016
	2	Effort faible	2.88	1.17	0.007	0.99	0.53	0.002	1.89	0.67	0.004
	3	Pas d'effort	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
	4	Zone tampon	0.39	0.29	0.000	0.35	0.27	0.000	0.05	0.05	0.000
22 nord	1	Effort faible	0.91	0.53	0.002	0.07	0.07	0.000	0.84	0.47	0.002
	2	Effort moyen	1.46	0.41	0.003	0.22	0.10	0.001	1.24	0.39	0.003
	3	Effort élevé	8.72	3.10	0.020	5.75	2.19	0.013	2.96	1.07	0.007
	4	Zone tampon	0.00	0.00	0.000	0	0	0	0	0	0
22 sud	1	Peu our pas d'effort	2.38	1.74	0.005	1.40	0.88	0.003	0.98	0.88	0.002
	2	Effort faible	13.13	4.88	0.030	5.73	2.16	0.013	7.40	2.83	0.017
	3	Effort élevé	49.66	13.71	0.114	29.96	8.96	0.069	19.70	5.29	0.045
	4	Zone tampon (18m) - NB	0.00	0.00	0.000	0	0	0.000	0.00	0.00	0.000
	5	Zone tampon (18m) - IPE	0.00	0.00	0.000	0	0	0.000	0.00	0.00	0.000

ZPP	Strate No. / Nom		Toutes les tailles			< 80 mm			≥ 80 mm		
			Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité
			$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (/m <sup>2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (/m <sup>2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (/m <sup>2</sup> )
24	1	Effort élevé	3.31	0.97	0.008	1.42	0.43	0.003	1.83	0.58	0.004
	2	Effort moyen	7.05	6.21	0.002	4.12	3.86	0.000	2.94	2.35	0.001
	3	Effort faible	5.06	2.94	0.012	2.07	1.56	0.005	2.99	1.48	0.007
	4	Pas d'effort	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
	5	Zone tampon	7.23	3.02	0.027	1.54	0.72	0.011	5.69	2.45	0.016

## ANNEXE 8

Tableau A8. Indice d'abondance des pétoncles tirés des relevés de recherche exprimée en poids vif par trait standard de 437.27 m<sup>2</sup> (moyenne ( $\bar{X}$ ) et erreur standard (SE)) et en densité (g m<sup>-2</sup>) pour chaque relevé, par strate et pour trois classes de taille (toutes les taille, < 80 mm et ≥ 80 mm hauteur de coquille). Pas corrigé pour l'efficacité de la drague.

ZPP	Strate No. et Nom		Toutes les tailles			< 80 mm			≥ 80 mm		
			Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité
			$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (g m <sup>-2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (g m <sup>-2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (g m <sup>-2</sup> )
21A	1	Zone tampon	1.19	0.47	2.714	0.28	0.12	0.642	0.91	0.36	2.073
	2	Effort moyen	0.17	0.05	0.382	0.05	0.02	0.108	0.12	0.05	0.274
	3	Effort faible	0.32	0.27	0.722	0.00	0.00	0.006	0.31	0.27	0.716
	4	Pas d'effort	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
21BC	1	Effort moyen	1.36	0.44	3.108	0.20	0.12	0.466	1.16	0.34	2.317
	2	Effort faible	0.39	0.14	0.845	0.03	0.02	0.110	0.36	0.13	0.681
	3	Pas d'effort	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
	4	Zone tampon	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.000
22 nord	1	Effort faible	0.14	0.07	0.327	0.00	0.00	0.001	0.14	0.07	0.326
	2	Effort moyen	0.26	0.07	0.588	0.02	0.02	0.047	0.24	0.07	0.542
	3	Effort élevé	0.76	0.25	1.740	0.26	0.11	0.603	0.50	0.17	1.136
	4	Zone tampon	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
22 sud	1	Peu ou pas d'effort	0.31	0.27	0.703	0.14	0.12	0.321	0.17	0.15	0.381
	2	Effort faible	1.36	0.56	3.118	0.27	0.13	0.613	1.07	0.44	2.439
	3	Effort élevé	3.95	1.02	9.033	0.94	0.26	2.156	3.01	0.76	6.878
	4	Zone tampon (18m) – NB	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
	5	Zone tampon (18m) – IPE	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000

ZPP	Strate No. et Nom		Toutes les tailles			< 80 mm			≥ 80 mm		
			Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité	Nombre par trait standard		Densité
			$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (g m <sup>-2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (g m <sup>-2</sup> )	$\bar{X}$	ES	$\bar{X}$ (g m <sup>-2</sup> )
24	1	Effort élevé	0.44	0.14	1.002	0.04	0.02	0.087	0.40	0.13	0.914
	2	Effort moyen	0.61	0.51	0.207	0.14	0.14	0.016	0.46	0.37	0.169
	3	Effort faible	0.69	0.33	1.584	0.07	0.05	0.167	0.62	0.29	1.064
	4	Pas d'effort	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
	5	Zone tampon	1.46	0.69	3.914	0.04	0.02	0.372	1.42	0.68	2.651

---

## ANNEXE 9

Tableau A9. Nombre total de captures pour les espèces ou groupes d'espèces clés et communs lors des relevés de recherche de 2012 à 2016 dans la région du Golfe.

Nom d'espèce	Nombre capturé
<i>Asterias vulgaris</i>	7746
<i>Cancer irroratus</i>	3657
Other sea stars	2993
<i>Placopecten magellanicus</i>	2797
Other fish	1661
<i>Homarus americanus</i>	465
<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	452
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	265
<i>Myoxocephalus sp.</i>	237
<i>Tautoglabrus adspersus</i>	180
<i>Scophthalmus aquosus</i>	24
<i>Urophycis tenuis</i>	5

---

## ANNEXE 10

Tableau A10. Nom commun et latin d'autres espèces captures lors des relevés de recherche de 2012 à 2016 dans la région du Golfe.

Nom commun	Nom latin
Alligatorfish	<i>Aspidophoroides monopterygius</i>
American oyster	<i>Crassostrea virginica</i>
American plaice	<i>Hippoglossoides platessoides</i>
Arctic shanny	<i>Stichaeus punctatus</i>
Arctic staghorn sculpin	<i>Gymnocanthus tricuspis</i>
Astarte	<i>Astarte sp.</i>
Atlantic cod	<i>Gadus morhua</i>
Atlantic hooker sculpin	<i>Arteidiellus atlanticus</i>
Atlantic rock crab	<i>Cancer irroratus</i>
Atlantic sea poacher	<i>Leptagonus decagonus</i>
Atlantic tomcod	<i>Microgadus tomcod</i>
Bank clam	<i>Cyrtodaria siliqua</i>
Basket star	<i>Gorgonocephalidae, asteronychidae</i>
Black mussel	<i>Musculus niger</i>
Blood star	<i>Henricia sp.</i>
Blue mussel	<i>Mytilus edulis</i>
Brittle star	<i>unspecified</i>
Brittle star	<i>Stegophiura nodosa</i>
common Atlantic slipper snail	<i>Crepidule fornicata</i>
Cunner	<i>Tautogolabrus adspersus</i>
Daubed shanny	<i>Leptoclinus maculatus</i>
<i>Diplopteraster multipes</i>	<i>Diplopteraster multipes</i>

<b>Nom commun</b>	<b>Nom latin</b>
Dusky seasnail	<i>Liparis gibbus</i>
Eyed sponge	<i>Polymastia mammilaris</i>
Fig sponge	<i>Suberites ficus</i>
Fish doctor	<i>Gymnelis viridis</i>
Fourbeard rockling	<i>Enchelyopus cimbrius</i>
Fourline snake blenny	<i>Eumesogrammus praecisus</i>
Sea scallop	<i>Placopecten magellanicus</i>
Grubby	<i>Myoxocephalus aeneus</i>
Heart urchin	<i>Brisaster fragilis</i>
Horse mussel	<i>Modiolus</i>
Horse star	<i>Hippasteria phrygiana</i>
Hydrozoa	<i>unspecified</i>
Iceland cockle	<i>Clinocardium ciliatum</i>
Iceland scallop	<i>Chlamys islandicus</i>
Inornate Pandora	<i>Pandora sp.</i>
Jellyfish	<i>Aurelias sp.</i>
Lady crab	<i>Ovalipes ocellatus</i>
lampshell	<i>Brachiopoda (phy.)</i>
Lebbeus groenlandicus	<i>Lebbeus groenlandicus</i>
Limpet	<i>Archaeogastropoda o.</i>
Longhorn sculpin	<i>Myoxocephalus octodecimspinosus</i>
Lumpsih	<i>Cyclopterus lumpus</i>
Mailed sculpin	<i>Triglops murrayi</i>
<i>Margarites costalis</i>	<i>Margarites costalis</i>



<b>Nom commun</b>	<b>Nom latin</b>
Molpadia (sea cucumber)	<i>Molpadia</i>
Mud crab	<i>Unspecified</i>
New England Neptune	<i>Neptunea despecta</i>
Ocean pout	<i>Zoarces americanus</i>
Ocean Quahaug	<i>Arctica islandica</i>
Ophelia	<i>Ophelia sp</i>
Ophiura sarsi	<i>Ophiura sarsi</i>
Shrimp Pandalus borealis	<i>Pandalus borealis</i>
Pandalus montagui	<i>Pandalus montagui</i>
Pandora gouldiana	<i>Pandora gouldiana</i>
Pargurus arcuatus	<i>Pargurus arcuatus</i>
Pelican foot	<i>APORRHAIIS sp.</i>
Periwinkle	<i>Littorina littorea</i>
Polar star	<i>Leptasterias polaris</i>
Polychaete worm	<i>Nereis sp.</i>
<i>Psolus phantapus</i>	<i>Psolus phantapus</i>
<i>Pteraster militaris</i>	<i>Pteraster militaris</i>
Purple sunstar	<i>Solaster endeca</i>
Quahaug	<i>Mercenaria mercenaria</i>
Red northern chiton	<i>Tonicella rubra</i>
Rock gunnel	<i>Pholis gunnellus</i>
Sand dollar	<i>Echinarachnius parma</i>
Sand lance	<i>Ammodytes sp.</i>
Sand shrimp	<i>Crangon septemspinosa</i>

<b>Nom commun</b>	<b>Nom latin</b>
Scarlett psolus	<i>Psolus fabricii</i>
Sclerocrangon boreas	<i>Sclerocrangon boreas</i>
sea anemone	<i>Hormathia nodosa</i>
Sea anemone	<i>unspecified</i>
Sea cucumber	<i>Holothuroidea (cl.)</i>
Sea grapes	<i>Molgula manhattensis</i>
Sea mouse	<i>Aphrodita hastata</i>
Sea peach	<i>Halocynthia pyriformis</i>
Sea potato	<i>BOLTENIA sp.</i>
Sea raven	<i>Hemitripteris americanus</i>
Sea star	<i>Asterias sp.</i>
Sea strawberries	<i>Gersemia rubiformis</i>
Sea urchin	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>
Seeweed	<i>unspecified</i>
Shorthorn sculpin	<i>Myoxocephalus scorpius</i>
Shrimp	<i>unidentified specie</i>
shrimp	<i>Argis dentata</i>
Slender eelbenny	<i>Lumpenus fabricii</i>
Slipper shell	<i>Margarites groenlandica</i>
Smooth skate	<i>Malacoraja senta</i>
Snakeblenny	<i>Lumpenus lampretæformis</i>
Snow crab	<i>Chionoecetes opilio</i>
Soft-shell clam	<i>Mya arenaria</i>
Spindle shell	<i>Colus sp.</i>

---

<b>Nom commun</b>	<b>Nom latin</b>
Spiny sunstar	<i>Crossaster papposus</i>
Sponge	<i>unspecified</i>
Stimpson surf clam	<i>Spisula polynyma</i>
Surf clam	<i>Spisula solidissima</i>
<i>Terebratulina sp.</i>	<i>Terebratulina sp.</i>
Thorny skate	<i>Amblyraja radiata</i>
Three spine stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus aculeatus</i>
Toad crab	<i>Hyas sp.</i>
Vahl eelpout	<i>Lycodes vahlii</i>
White hake	<i>Urophycis tenuis</i>
Windowpane	<i>Scophthalmus aquosus</i>
Winter flounder	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>
Yellowtail flounder	<i>Limanda ferruginea</i>
Yoldia	<i>Yoldia sp.</i>

## ANNEXE 11

Estimations du modèle de déplétion et du relevé au niveau spatial du gisement

*Tableau A11-a. Les résultats du modèle de déplétion pour chaque gisement principal correspondant au contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>-2</sup> de 2003 à 2016 indiquant le nombre de rapports de journaux de bord (n jdb), le coefficient de capturabilité (q), captures cumulées en tonnes de muscles (C), Biomasse estimée avant la pêche (B<sub>0</sub>(t)) et le taux d'exploitation estimé (Ê). Les cellules ombragées avec texte en italique indiquent que le modèle n'était pas significatif (P > 0.05).*

Année	Gisement	n (jdb)	q	C (t)	B <sub>0</sub> (t)	E
2003	Gisement Cape Tormentine	191	0.282	11	22.95	0.50
2004	Gisement Cape Tormentine	263	0.188	31	51.71	0.61
2005	Gisement Cape Tormentine	64	0.337	7	12.74	0.53
2006	Gisement Cape Tormentine	144	0.269	12	22.07	0.56
2007	Gisement Cape Tormentine	148	0.255	15	28.49	0.54
2008	Gisement Cape Tormentine	182	0.169	32	59.64	0.54
2009	Gisement Cape Tormentine	215	0.195	28	47.63	0.59
2010	Gisement Cape Tormentine	118	0.337	10	21.43	0.48
2011	Gisement Cape Tormentine	260	0.202	25	53.10	0.47
2012	Gisement Cape Tormentine	294	0.226	30	50.51	0.60
2013	Gisement Cape Tormentine	520	0.125	64	112.91	0.57
2014	Gisement Cape Tormentine	226	0.208	25	48.44	0.51
2015	Gisement Cape Tormentine	266	0.212	27	48.74	0.55
2016	Gisement Cape Tormentine	311	0.206	25	41.68	0.60
2003	Gisement West Point	391	0.169	27	45.69	0.60
2004	Gisement West Point	90	0.196	16	38.97	0.40
2005	Gisement West Point	326	0.123	25	53.81	0.46
2006	Gisement West Point	412	0.141	26	48.10	0.54
2007	Gisement West Point	414	0.148	49	75.49	0.65

Année	Gisement	n (jdb)	q	C (t)	$B_{0(t)}$	E
2008	Gisement West Point	212	0.237	24	42.34	0.56
2009	Gisement West Point	311	0.114	34	75.35	0.45
2010	Gisement West Point	338	0.187	30	48.06	0.62
2011	Gisement West Point	403	0.144	37	71.53	0.52
2012	Gisement West Point	386	0.138	37	68.07	0.54
2013	Gisement West Point	206	0.078	15	82.00	0.18
2014	Gisement West Point	327	0.220	28	46.58	0.61
2015	Gisement West Point	200	0.302	16	28.23	0.56
2016	Gisement West Point	57	0.796	3	6.20	0.42
2003	Gisement Pictou	70	0.126	8	27.65	0.29
2004	<i>Gisement Pictou</i>	120	0.060	12	-60.30	-0.20
2005	<i>Gisement Pictou</i>	171	0.009	8	-277.08	-0.03
2006	<i>Gisement Pictou</i>	222	0.038	12	86.93	0.13
2007	<i>Gisement Pictou</i>	92	0.104	7	33.32	0.20
2008	<i>Gisement Pictou</i>	95	0.054	5	-57.25	-0.09
2009	<i>Gisement Pictou</i>	117	0.022	7	139.74	0.05
2010	<i>Gisement Pictou</i>	147	0.027	8	-136.12	-0.06
2011	Gisement Pictou	223	0.109	12	41.74	0.28
2012	<i>Gisement Pictou</i>	192	0.138	12	32.64	0.36
2013	<i>Gisement Pictou</i>	217	0.033	12	118.96	0.10
2014	Gisement Pictou	181	0.096	7	36.39	0.19
2015	<i>Gisement Pictou</i>	159	0.047	7	74.72	0.09
2016	<i>Gisement Pictou</i>	143	0.049	10	91.02	0.11

Tableau A11-b. Les indices de biomasse (non corrigés en fonction de l'efficacité du trait) des pétoncles de taille commerciale ( $\geq 80$  mm de hauteur de coquille) relevés par un navire de recherche dédié aux ZPP, selon le poids du muscle (kg par trait standard de 437,27 m<sup>2</sup>; moyenne, erreur type (SE)), densité (g m<sup>-2</sup>), superficie du gisement correspondant au contour d'effort de 20 voyage par km<sup>2</sup> (densité de noyau), biomasse estimée (poids du muscle, t), débarquements au prorata du gisement et taux d'exploitation.

Caractéristiques	ZPP 21A	ZPP 22 nord	ZPP 22 sud
Gisement	21A	West Point	Cape Tormentine
Année	2013	2014	2012
Abondance (kg par trait standard)			
Moyenne	0.153	0.177	0.344
Erreur standard	0.095	0.051	0.068
Densité (g per m <sup>2</sup> )	0.35	0.41	0.79
Aire de la strate (km <sup>2</sup> )	22	137	92
Biomasse (t) avant la pêche	7.7	87	102
Débarquement (t)	4.7	28	30
Taux d'exploitation	61%	34%	29%

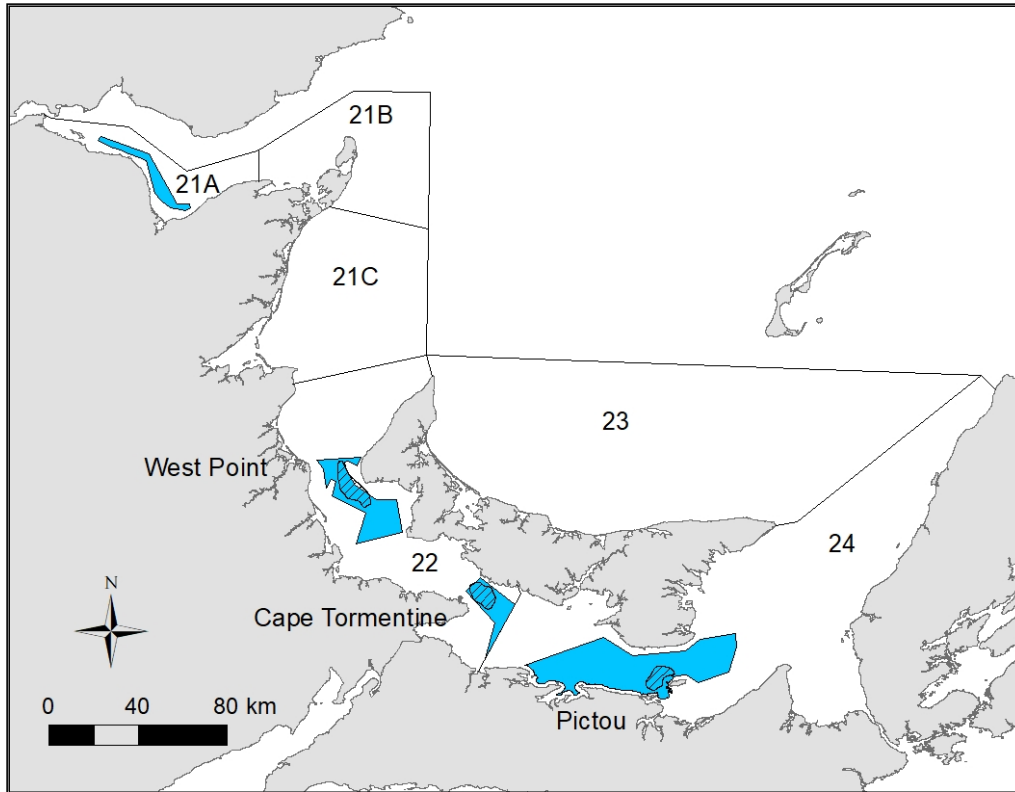


Figure A11-a. Principaux gisements de pétoncles du nord au sud, West Point et Cape Tormentine dans la ZPP 22 et Pictou dans la ZPP 24 selon la densité de noyau des voyages de pêche commerciale du pétoncle dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de plus de 20 voyages par km<sup>2</sup> (région hachurée) pour les années 2001 à 2016. Les strates d'échantillonnage respectives (ligne noire) utilisées lors des relevés de recherche sur le pétoncle (2012 à 2016), qui servent à définir le gisement de pétoncles pour le taux de capture et d'autres estimations de l'abondance, sont également indiquées (régions bleues).

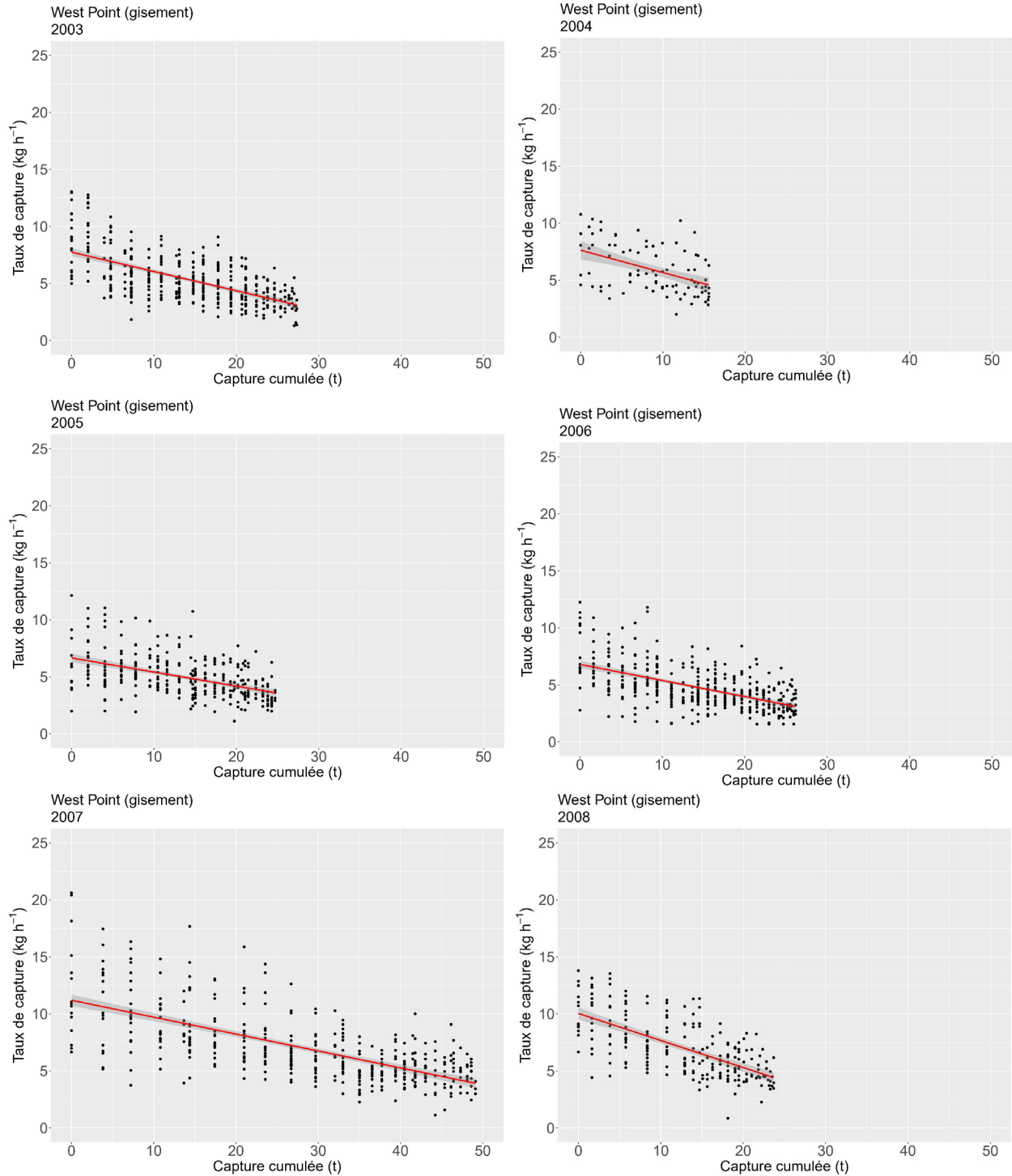


Figure A11-b. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>-2</sup> pour chaque année de 2003 à 2008.



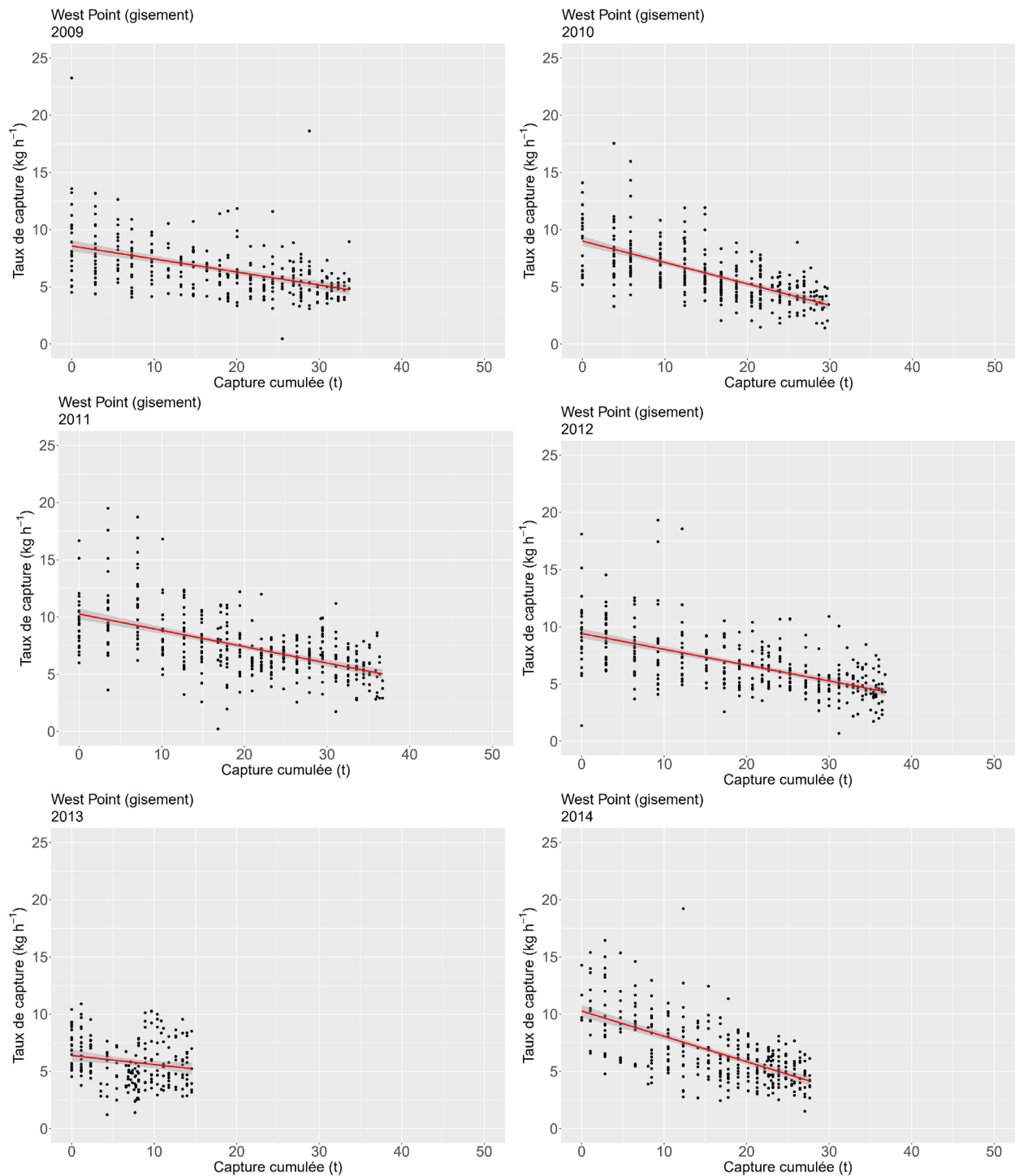


Figure A11-c. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages  $\text{km}^{-2}$  pour chaque année de 2009 à 2014.

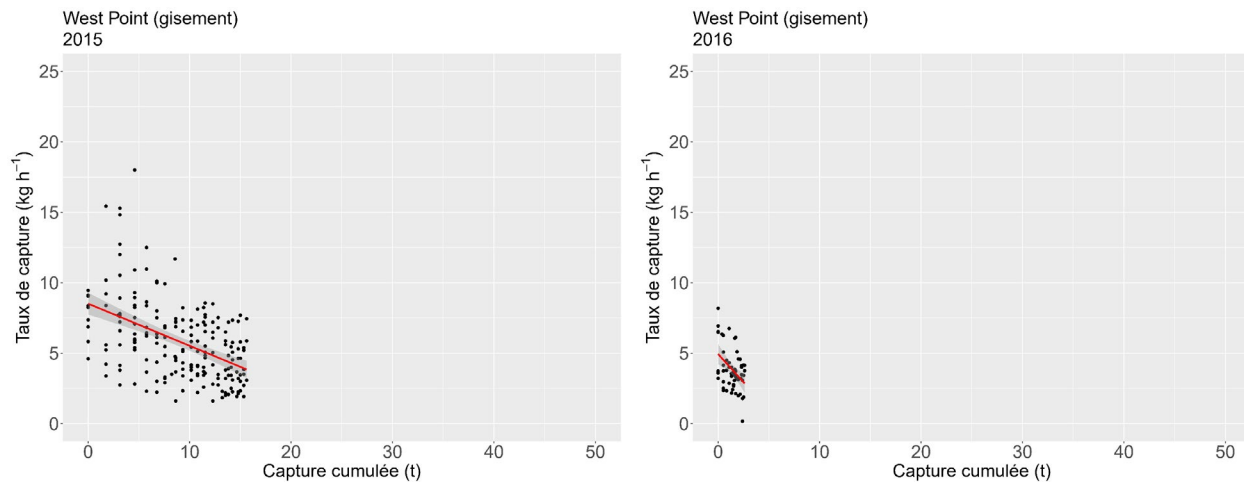


Figure A11-d. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement West Point tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>2</sup> pour chaque année de 2015 à 2016.

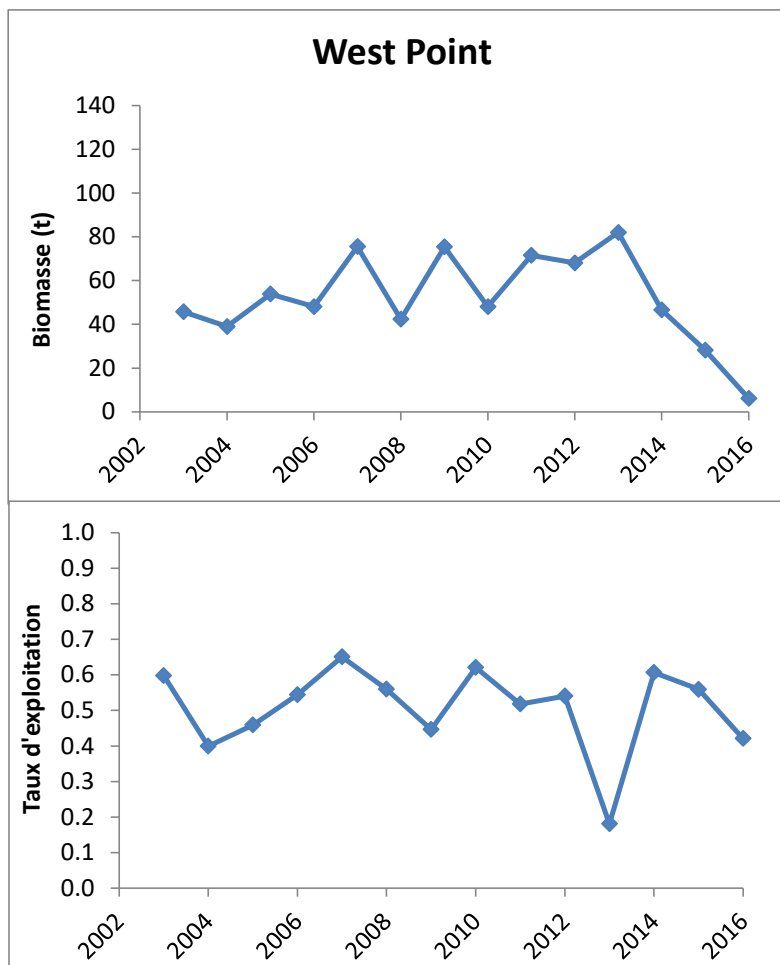


Figure A11-e. Estimations du modèle de déplétion de la biomasse exploitable relative de la pêche ( $B_0$ ; section de gauche, t) au début de la pêche et taux d'exploitation (section de droite) pour le gisement de pétoncle dans la ZPP 21A de 2003 à 2006 et en 2013.

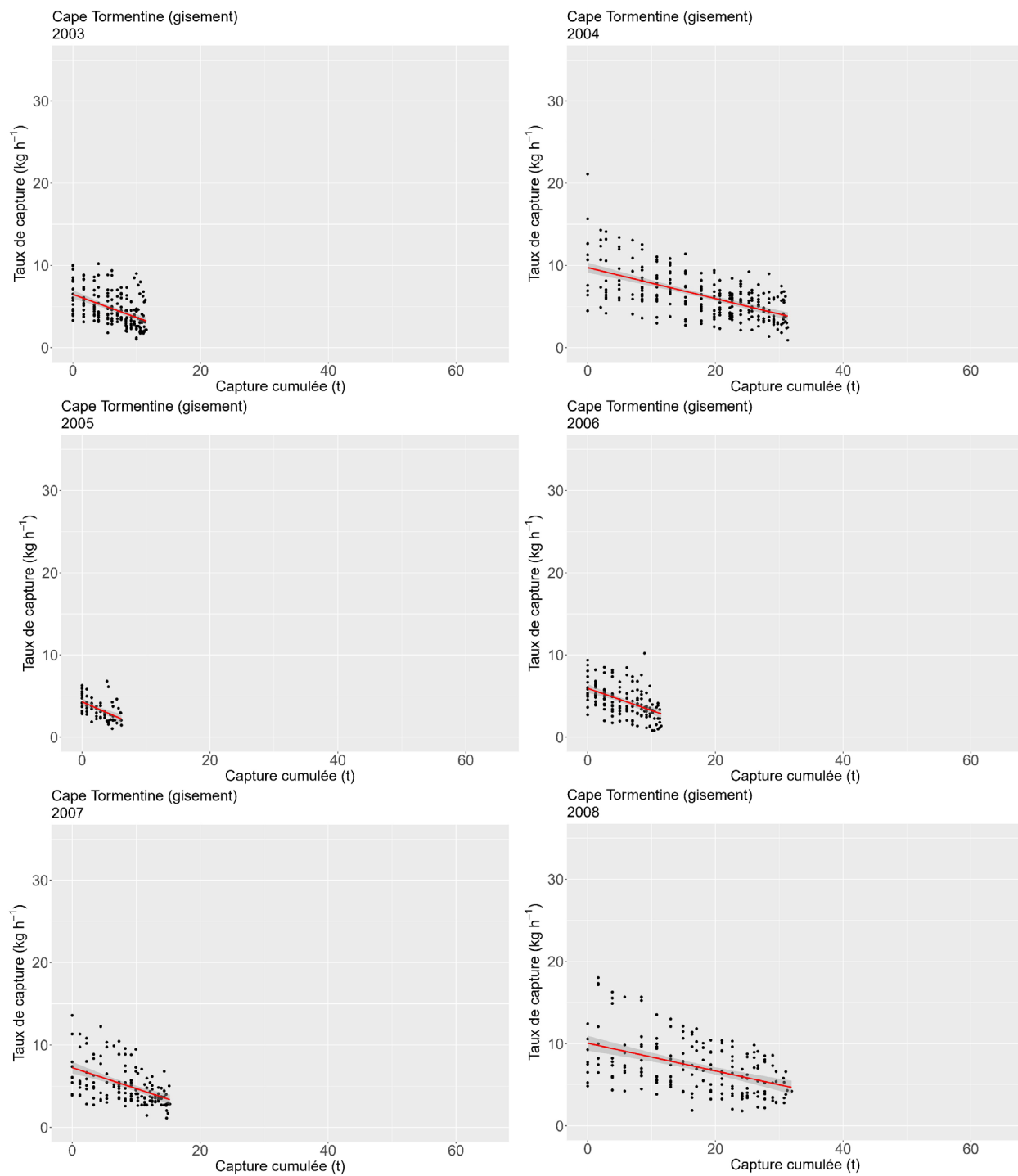


Figure A11-f. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>-2</sup> pour chaque année de 2003 à 2008.

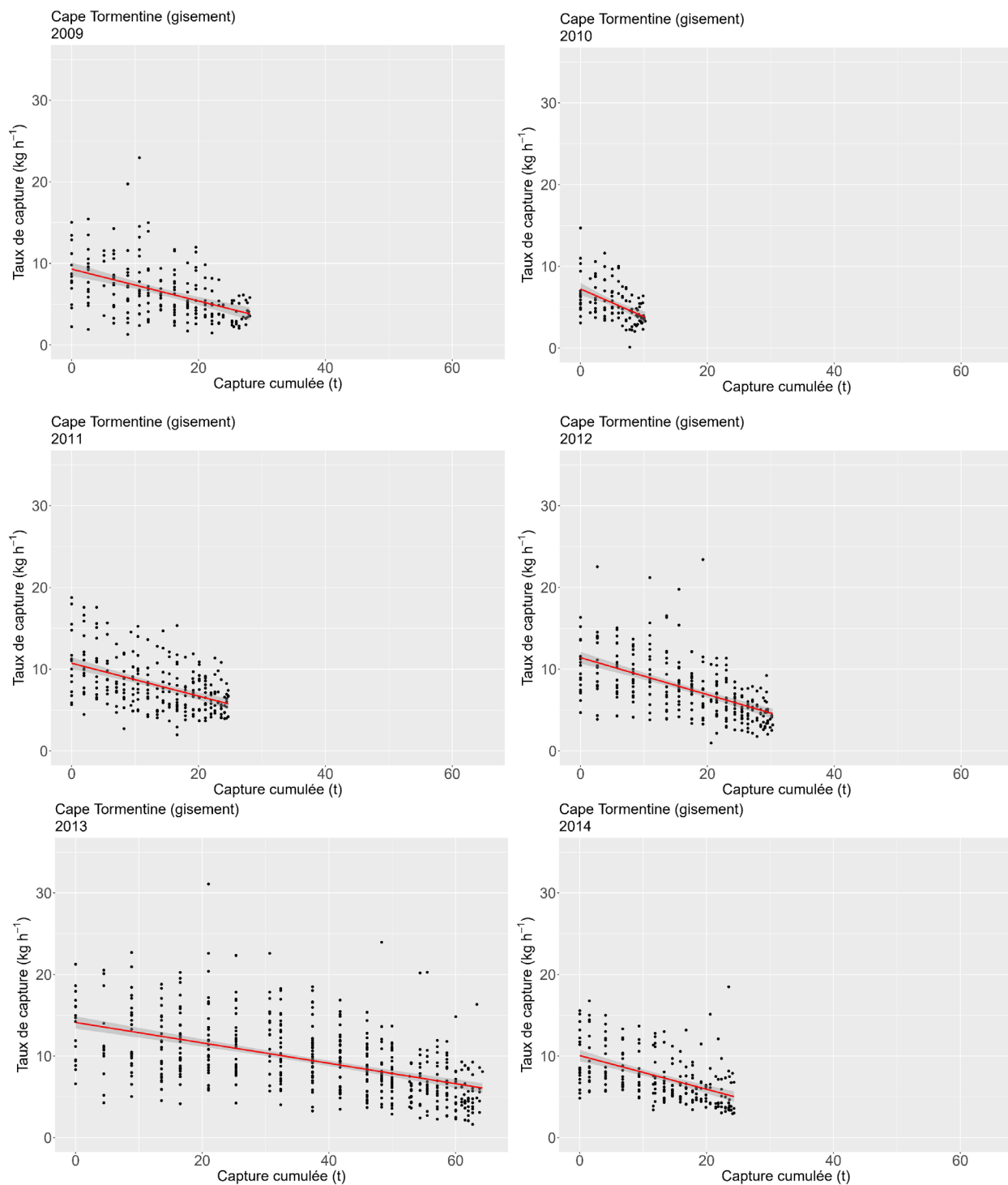


Figure A11-g. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>2</sup> pour chaque année de 2009 à 2014.

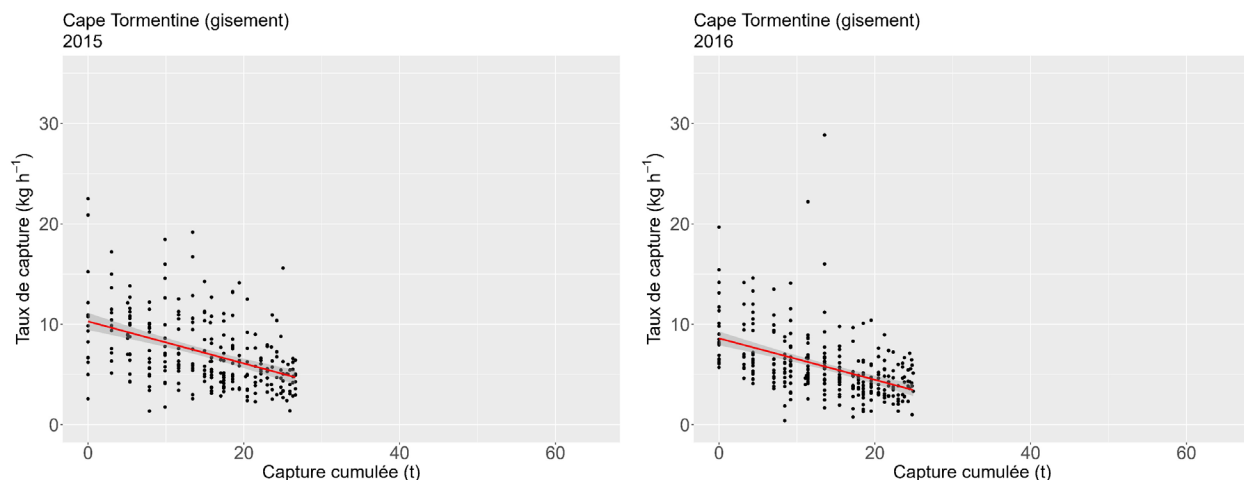


Figure A11-h. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Cape Tormentine tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>2</sup> pour chaque année de 2015 à 2016.

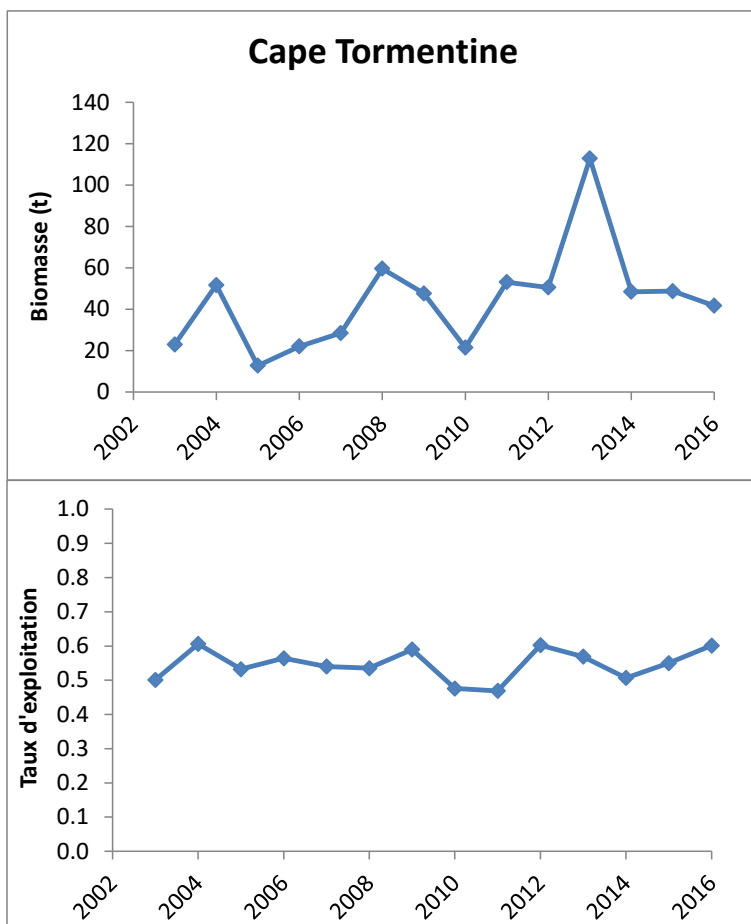


Figure A11-i. Estimations du modèle de déplétion de la biomasse exploitable relative de la pêche ( $B_0$ ; section de gauche, t) au début de la pêche et taux d'exploitation (section de droite) pour le gisement de pétoncle dans la ZPP 21A de 2003 à 2006 et en 2013.

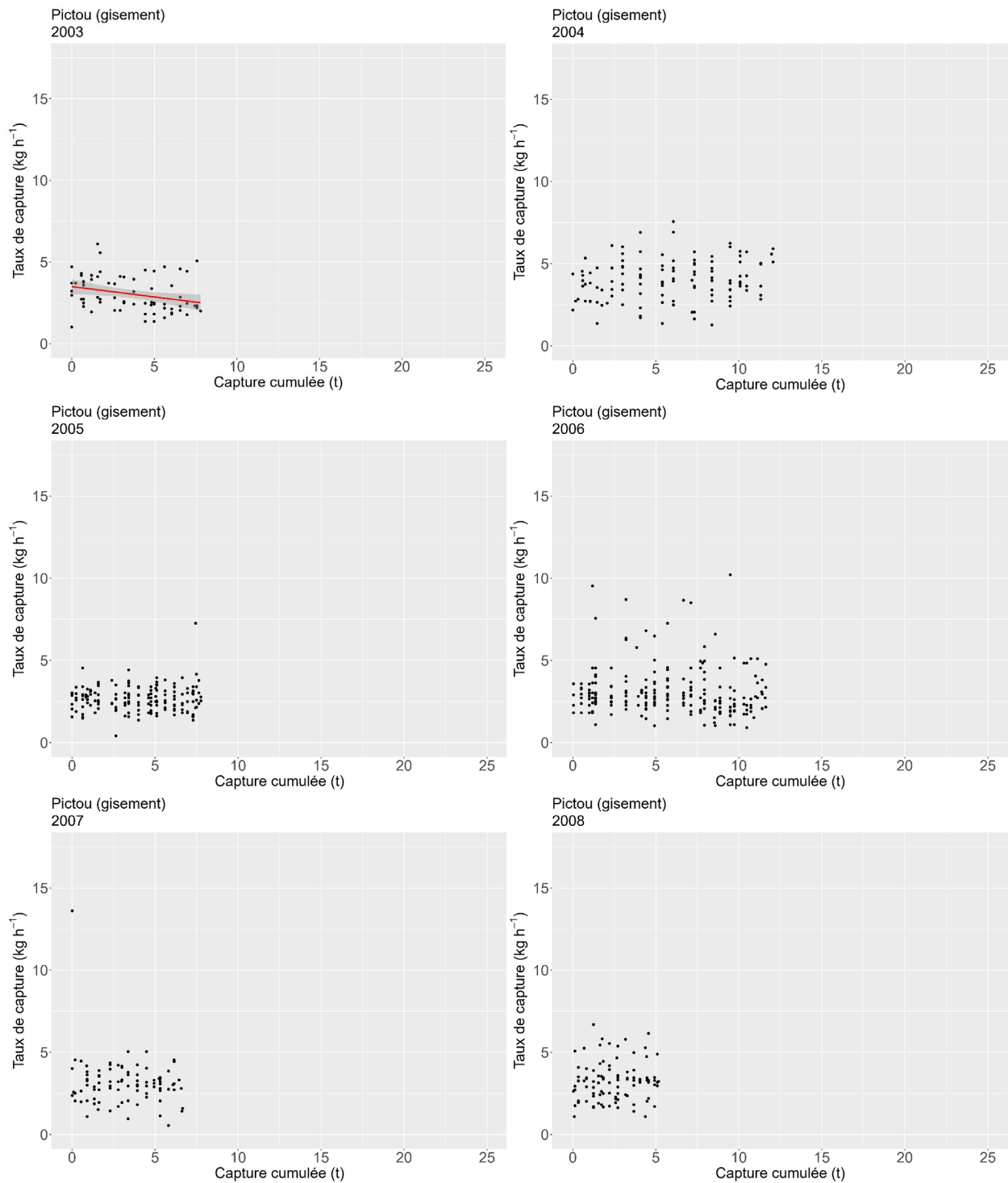


Figure A11-j. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>2</sup> pour chaque année de 2003 à 2008.

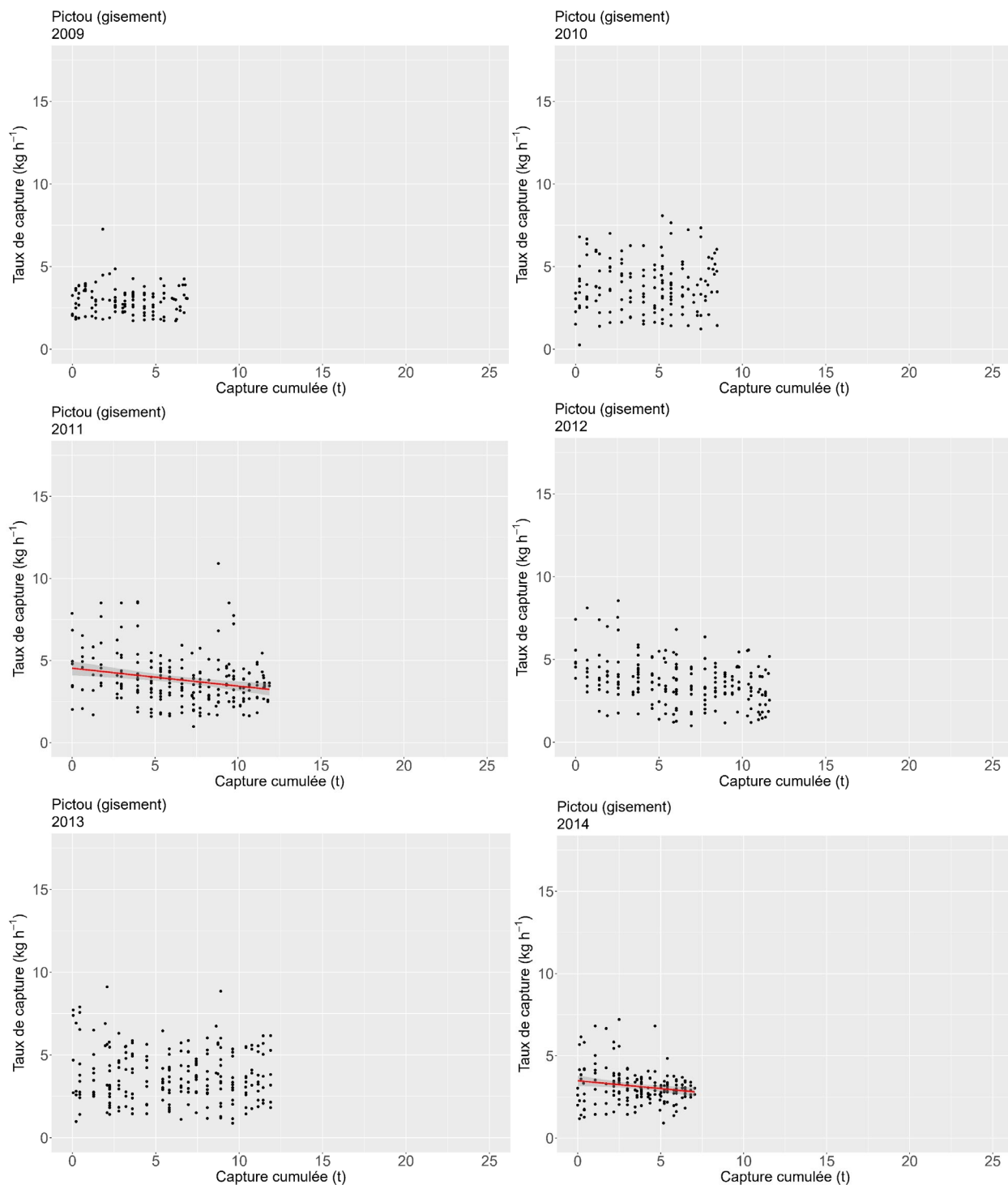
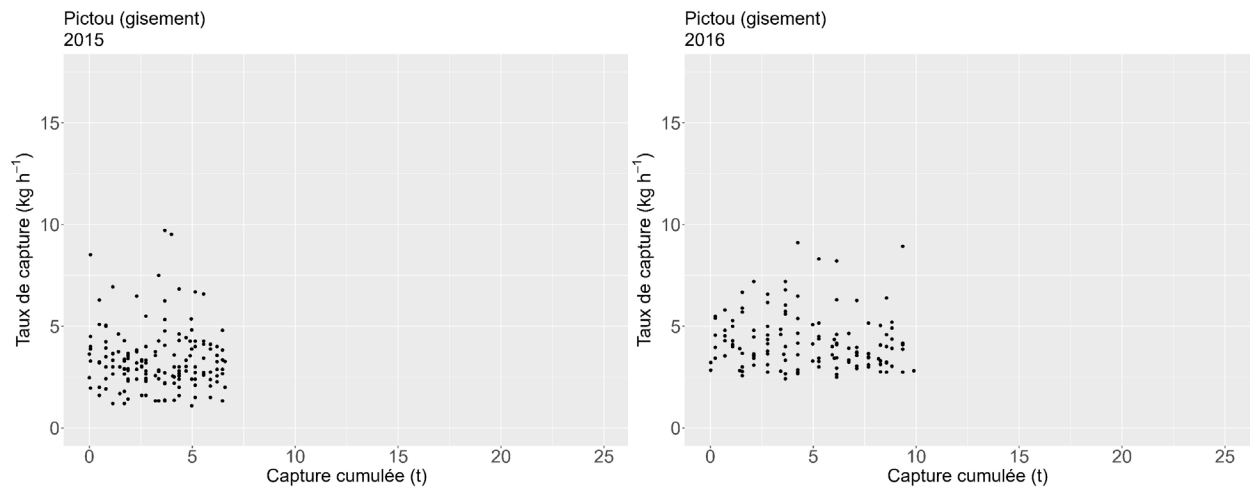


Figure A11-k. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années où le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>2</sup> pour chaque année de 2009 à 2014.



*Figure A11-I. Déplétion des taux de capture en fonction des captures cumulées et le tracé "best fit" (pour les années ou le modèle était statistiquement significatif) du modèle de Leslie pour le gisement Pictou tel que défini par le contour de densité de noyau de 20 voyages km<sup>-2</sup> pour chaque année de 2015 à 2016.*



---

## ANNEXE 12

### Script R pour modèle de déplétion

```
#####  
##  
#### Pêche du pétoncle – Modélisation de déplétion – Sud du golfe du Saint-Laurent ####  
#####  
##  
  
# Rédigé par : Jeff Barrell, MPO-Golfe, 18 octobre 2018 #  
# Il s'agit d'une compilation de codes provenant de plusieurs scripts utilisés pour analyser les données aux  
# fins de la réunion de 2018 du SCCS #  
# Les modèles ont été appliqués pour les gisements dans 3 ZPP : 21A, 22 et 24; et 4 gisements au total  
# (ZPP 21A, Cape Tormentine, West Point et Pictou) #  
# Les modèles ont été exécutés à 2 niveaux spatiaux : 1) « gisement » tel que défini par la cartographie de la  
# densité de l'effort de pêche par la méthode du noyau et 2) strates de relevé #  
# Les modèles ont été exécutés pour les années 2003 à 2016, correspondant aux années comportant des  
# données appropriées/valides #  
# Toutes les données d'entrée doivent être présentes dans le répertoire de travail. #
```

### La suite est en anglais seulement, pour raison de programmation :

```
# First, load required packages #
```

```
library(dplyr)  
library(lubridate)  
library(ggplot2)
```

```
#####  
#### Preparation of Sales Slip data ####  
#####  
setwd("D:/depletion/r script V4")
```

```
# Import data from .csv, subset to necessary variables/columns, and rename columns  
slips <- read.csv("slips_2001_2016.csv", stringsAsFactors = F)  
slips.sub <- subset(slips, select=c("Year", "Fishing.Area.sub.place.landed", "CFV",  
                                "Scallop.Date.Fished", "Landed.Weight..Kg"))  
names(slips.sub) <- c("year", "sfa", "cfv", "datefished", "catchkg")
```

---

```

slips.sub$datefished <- as.Date(strptime(slips.sub$datefished, "%d/%m/%Y", tz=""))
slips.sub <- filter(slips.sub, year > 2002)

# Next, aggregate catch data from slips by sfa and year
slips.by.date <- aggregate(slips.sub$catchkg, by=list(slips.sub$year,slips.sub$sfa,slips.sub$datefished),
FUN="sum")
names(slips.by.date) <- c("year","sfa","datefished","catchkg")
slips.by.date$week.yr <- week(slips.by.date$datefished)

# Remove bad dates, subset to SFAs of interest:
slips.22 <- filter(slips.by.date, sfa==22 & week.yr > 16 & week.yr < 25) ##between April 19 and June 14
slips.24 <- filter(slips.by.date, sfa==24 & week.yr > 42) ##after october 18
slips.21a <- filter(slips.by.date, sfa=="21a" & year > 2002)

# Set week of season for each SFA (inelegantly looped...)
years <- 2003:2016
num.years <- length(years)

# SFA 22
for(i in 1:num.years)
{
  slips.22$week.season[slips.22$year==years[i]] <- (interval(min(slips.22$datefished[slips.22$year==years[i]]),
slips.22$datefished[slips.22$year==years[i]], tzone=tz(start)) %/% weeks(1)) + 1
}

# SFA 24
for(i in 1:num.years)
{
  slips.24$week.season[slips.24$year==years[i]] <- (interval(min(slips.24$datefished[slips.24$year==years[i]]),
slips.24$datefished[slips.24$year==years[i]], tzone=tz(start)) %/% weeks(1)) + 1
}

# SFA 21a
years.21a <- c(2003:2009,2013:2015)
num.years.21a <- length(years.21a)

for(i in 1:num.years.21a)

```

---

---

```

{
  slips.21a$week.season[slips.21a$year==years.21a[i]] <-
(interval(min(slips.21a$datefished[slips.21a$year==years.21a[i]]),
slips.21a$datefished[slips.21a$year==years.21a[i]], tz=tz(start)) %/% weeks(1)) + 1
}

```

```
#####
```

```
#### Preparation of Logbook Data ####
```

```
#####
```

# In the input data file, the column "bed" refers to the survey strata; "bed\_20" refers to the beds determined by kernel density analysis (20 trips per sq. km). "sfa\_latlong" is the best SFA dataset based on geolocation, though without the letter identifiers for SFA 21; "sfa\_sub\_latlong" includes the letter (e.g. 21B); "SFA" is the original SFA reported in logbooks, and is unreliable; was retained for debugging and identification of erroneous points.

```
data <- read.csv("logs_2001_2016.csv",stringsAsFactors = F)
```

```
data$bed_20[data$bed2=="SFA21Abed"] <- "sfa21a bed"
```

```
data.sub <- subset(data, select=c("Year_", "week_year", "date_", "total_landed_kg", "catch_rate_tows_kgh", "bed",
"bed_20", "sfa_latlong", "sfa_sub_latlong", "SFA"))
```

```
names(data.sub) <- c("year", "week", "datefished", "landed.kg", "catchrate", "strata", "bed.20", "sfa", "sfa.sub",
"sfa.old")
```

```
data.sub$datefished <- as.Date(strptime(data.sub$datefished, "%d/%m/%Y", tz=""))
```

```
data.sub <- data.sub %>% filter(!is.na(landed.kg) & !is.na(sfa)) # Removes 14 NAs from landings, 16 from sfa
```

```
data.sub$bed.20 <- sub("_", " ", data.sub$bed.20) # Remove underscores in bed name, replace with space
```

```
# ---- Landings Ratios ----
```

```
# Next, determine ratio of landings both PER BED (as defined by 20 trips per sq. km) and PER STRATUM.
```

```
# For both 22 & 24, there are some orphans in certain weeks, since we're going by week of year rather than
week of season; this is adjusted below to week of season
```

```
#####
```

```
#---- SFA 22 ----#
```

```
#####
```

---

```

#---- SFA22 by BED: -----

# Removes mislabeled points with bad times, wrong years
landed.22 <- data.sub[data.sub$sfa==22 & data.sub$week<29,]
landed.22 <- filter(landed.22, year > 2002)

# For use later when merging with slips:
logs.22 <- landed.22

# Loop to set week of season, output pdf graph and .csv of ratios:
years <- 2003:2016
num.years <- length(years)
landed.22.season <- NULL
landed.week.sum.22 <- NULL
ratio.22 <- NULL
p2 <- NULL

pdf("landings_ratio_SFA22_bed20.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)
{
  ID <- paste(years[i],"SFA 22", sep="_")
  XX <- landed.22[landed.22$year==years[i],]
  XX$week.season <- (interval(min(XX$datefished), XX$datefished, tzzone=tz(start)) %/% weeks(1)) + 1
  landed.22.season[[ID]] <- XX

  landed.yr.22 <- aggregate(XX$landed.kg, by=list(XX$week.season,XX$bed.20), FUN="sum")
  names(landed.yr.22) <- c("week", "bed.20", "landed.sum")
  ratio.week.22 <- aggregate(landed.yr.22$landed.sum, by=list(landed.yr.22$week), FUN="sum")
  names(ratio.week.22) <- c("week", "week.sum")
  num.data.22 <- aggregate(XX$landed.kg, by=list(XX$week.season,XX$bed.20), FUN="length")
  names(num.data.22) <- c("week","bed.20","num.data")
  landed.yr.22 <- merge(landed.yr.22, ratio.week.22, by="week")
  landed.yr.22 <- merge(landed.yr.22,num.data.22,by=c("week","bed.20"))
  landed.yr.22$week.ratio <- landed.yr.22$landed.sum / landed.yr.22$week.sum
  landed.yr.22$year <- years[i]
  season <- ifelse(years[i]==2008,7,6)

```

---

```

landed.yr.22 <- landed.yr.22[landed.yr.22$week < season,]
landed.week.sum.22[[ID]] <- landed.yr.22

# Plotting:
p <- ggplot(landed.yr.22)+
  aes(x = week, y = week.ratio, shape=factor(bed.20))+
  geom_point(aes(colour = factor(bed.20)), size=3)+
  ggtitle("SFA 22", years[i])+
  xlab("Week of Season")+ ylab("Proportion of Landings")+
  scale_color_discrete(name="bed.20", breaks=c("cape tormentine","west point","sfa22 other"),
    labels=c("Cape Tormentine","West Point","Other SFA22"))+
  scale_shape_discrete(name="bed.20", breaks=c("cape tormentine","west point","sfa22 other"),
    labels=c("Cape Tormentine","West Point","Other SFA22"))+
  ylim(0,1)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
    axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
    axis.title=element_text(size=18),
    plot.title = element_text(size=18),
    plot.subtitle = element_text(size=18))
print(p)
p2[[ID]] <- p
}
dev.off()

sfa22 <- as.data.frame(do.call("rbind",landed.22.season))
SFA22.bed20 <- as.data.frame(do.call("rbind",landed.week.sum.22))
write.csv(SFA22.bed20,"SFA22_bed20_ratio.csv")

SFA22.bed20$week.season <- SFA22.bed20$week
SFA22.bed.sub <- subset(SFA22.bed20, select=c(year,week.season,bed.20,week.ratio))

#---- SFA 22 by STRATUM: -----

beds.22 <- unique(sfa22$strata)
num.beds.22 <- length(beds.22)

```

---

```

sfa22.week.sum <- NULL
a2 <- NULL
ZZ.week.sum <- NULL

pdf("landings_ratio_SFA22_strata.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)
{
  ID <- paste(years[i],"SFA 22", sep="_")
  ZZ <- sfa22[sfa22$year==years[i],

  ZZ.week <- aggregate(ZZ$landed.kg, by=list(ZZ$week.season,ZZ$strata), FUN="sum")
  names(ZZ.week) <- c("week", "strata", "landed.sum")
  ZZ.ratio <- aggregate(ZZ.week$landed.sum, by=list(ZZ.week$week), FUN="sum")
  names(ZZ.ratio) <- c("week", "week.sum")
  ZZ.num.data <- aggregate(ZZ$landed.kg, by=list(ZZ$week.season,ZZ$strata), FUN="length")
  names(ZZ.num.data) <- c("week","strata","num.data")
  ZZ.week <- merge(ZZ.week, ZZ.ratio, by="week")
  ZZ.week <- merge(ZZ.week,ZZ.num.data,by=c("week","strata"))
  ZZ.week$week.ratio <- ZZ.week$landed.sum / ZZ.week$week.sum
  ZZ.week$year <- years[i]
  season <- ifelse(years[i]==2008,7,6)
  ZZ.week <- ZZ.week[ZZ.week$week < season,]
  ZZ.week.sum[[ID]] <- ZZ.week

  # Plotting:
  cols <- c("cape tormentine"="red", "west point"="darkgreen", "w cape tormentine"="blue", "cap st
louis"="orange",
           "miminegash"="magenta", "SFA22other"="purple")
  shapes <- c("cape tormentine"=15, "west point"=17, "w cape tormentine"=4, "cap st louis"=6,
            "miminegash"=3, "SFA22other"=16)
  p <- ggplot(ZZ.week)+
  aes(x = week, y = week.ratio)+
  geom_point(aes(colour = factor(strata), shape=factor(strata)), size=3)+
  ggtitle("SFA 22", years[i])+
  xlab("Week of Season")+ ylab("Proportion of Landings")+
  scale_discrete_manual(name="Stratum", values=cols, drop=F, aesthetics="colour",

```

---

---

```

        limits=c("cape tormentine","west point","w cape tormentine","cap st
louis","miminegash","SFA22other"),
        breaks=c("cape tormentine","west point","w cape tormentine","cap st
louis","miminegash","SFA22other"),
        labels=c("Cape Tormentine","West Point","West Cape Tormentine","Cap St
Louis","Miminegash","Other SFA22"))+

scale_shape_manual(name="Stratum", values=shapes, drop=F,
        limits=c("cape tormentine","west point","w cape tormentine","cap st
louis","miminegash","SFA22other"),
        breaks=c("cape tormentine","west point","w cape tormentine","cap st
louis","miminegash","SFA22other"),
        labels=c("Cape Tormentine","West Point","West Cape Tormentine","Cap St
Louis","Miminegash","Other SFA22"))+

ylim(0,1)+
theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
      axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
      axis.title=element_text(size=18),
      plot.title = element_text(size=18),
      plot.subtitle = element_text(size=18))
print(p)
a2[[ID]] <- p
}
dev.off()

SFA22.strata <- as.data.frame(do.call("rbind",ZZ.week.sum))
write.csv(SFA22.strata,"SFA22_strata_ratio.csv")

SFA22.strata$week.season <- SFA22.strata$week
SFA22.strata.sub <- subset(SFA22.strata, select=c(year,week.season,strata,week.ratio))

#####
#---- SFA 24 ----#
#####

#---- SFA24 by BED: -----

```

---

---

```

# Clean data; Note the 'orphans' as in SFA 22; also, one odd point in 2002 occurs in week 26?
landed.24 <- data.sub[data.sub$sfa==24 & data.sub$week>43,] # Removes mislabeled points with bad times
landed.24 <- landed.24[!landed.24$sfa.old == 23,] # Remove a few more odd ducks
landed.24 <- filter(landed.24, year > 2002)
#table(landed.24$year,landed.24$week)

# For use later when merging with slips:
logs.24 <- landed.24

# Loop to set week of season, output pdf graph and .csv of ratios:
landed.24.season <- NULL
landed.week.sum.24 <- NULL
ratio.24 <- NULL
p2 <- NULL

pdf("landings_ratio_SFA24_bed20.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)
{
  ID <- paste(years[i],"SFA 24", sep="_")
  XX <- landed.24[landed.24$year==years[i],]
  XX$week.season <- (interval(min(XX$datefished), XX$datefished, tzzone=tz(start)) %/% weeks(1)) + 1
  landed.24.season[[ID]] <- XX

  landed.yr.24 <- aggregate(XX$landed.kg, by=list(XX$week.season,XX$bed.20), FUN="sum")
  names(landed.yr.24) <- c("week", "bed.20", "landed.sum")
  ratio.week.24 <- aggregate(landed.yr.24$landed.sum, by=list(landed.yr.24$week), FUN="sum")
  names(ratio.week.24) <- c("week", "week.sum")
  num.data.24 <- aggregate(XX$landed.kg, by=list(XX$week.season,XX$bed.20), FUN="length")
  names(num.data.24) <- c("week","bed.20","num.data")
  landed.yr.24 <- merge(landed.yr.24, ratio.week.24, by="week")
  landed.yr.24$week.ratio <- landed.yr.24$landed.sum / landed.yr.24$week.sum
  landed.yr.24 <- merge(landed.yr.24,num.data.24,by=c("week","bed.20"))
  landed.yr.24$year <- years[i]
  landed.week.sum.24[[ID]] <- landed.yr.24

```



---

```

# Plotting:
p <- ggplot(landed.yr.24)+
  aes(x = week, y = week.ratio, shape=factor(bed.20))+
  geom_point(aes(colour = factor(bed.20)), size=3)+
  ggtitle("SFA 24", years[i])+
  xlab("Week of Season")+ ylab("Proportion of Landings")+
  scale_color_discrete(name="bed.20", labels=c("Pictou", "Other SFA 24"))+
  scale_shape_discrete(name="bed.20", labels=c("Pictou", "Other SFA 24"))+
  ylim(0,1)+ xlim(1,7)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
print(p)
p2[[ID]] <- p
}
dev.off()

sfa24 <- as.data.frame(do.call("rbind",landed.24.season))
SFA24.bed20 <- as.data.frame(do.call("rbind",landed.week.sum.24))
write.csv(SFA24.bed20,"SFA24_bed20_ratio.csv")

SFA24.bed20$week.season <- SFA24.bed20$week
SFA24.bed.sub <- subset(SFA24.bed20, select=c(year,week.season,bed.20,week.ratio))

#---- SFA24 by STRATUM: -----

sfa24.week.sum <- NULL
b2 <- NULL
WW.week.sum <- NULL

pdf("landings_ratio_SFA24_strata.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)
{
  ID <- paste(years[i],"SFA 24", sep="_")

```

---

---

```

WW <- sfa24[sfa24$year==years[i],]

WW.week <- aggregate(WW$landed.kg, by=list(WW$week.season,WW$strata), FUN="sum")
names(WW.week) <- c("week", "strata", "landed.sum")
WW.ratio <- aggregate(WW.week$landed.sum, by=list(WW.week$week), FUN="sum")
names(WW.ratio) <- c("week", "week.sum")
WW.num.data <- aggregate(WW$landed.kg, by=list(WW$week.season,WW$strata), FUN="length")
names(WW.num.data) <- c("week", "strata", "num.data")
WW.week <- merge(WW.week, WW.ratio, by="week")
WW.week <- merge(WW.week, WW.num.data, by=c("week", "strata"))
WW.week$week.ratio <- WW.week$landed.sum / WW.week$week.sum
WW.week$year <- years[i]
WW.week.sum[[ID]] <- WW.week

# Plotting:
p <- ggplot(WW.week)+
  aes(x = week, y = week.ratio)+
  geom_point(aes(colour = factor(strata), shape=factor(strata)), size=3)+
  ggtitle("SFA 24", years[i])+
  xlab("Week of Season")+ ylab("Proportion of Landings")+
  scale_color_discrete(name="Stratum", labels=c("Pictou", "Other SFA 24"))+
  scale_shape_discrete(name="Stratum", labels=c("Pictou", "Other SFA 24"))+

  ylim(0,1)+ xlim(1,7)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
print(p)
b2[[ID]] <- p
}
dev.off()

SFA24.strata <- as.data.frame(do.call("rbind", WW.week.sum))
write.csv(SFA24.strata, "SFA24_strata_ratio.csv")

```

---

```

SFA24.strata$week.season <- SFA24.strata$week
SFA24.strata.sub <- subset(SFA24.strata, select=c(year,week.season,strata,week.ratio))

#####
#### SFA 21A ####
#####

#For SFA21A, there was no separate bed delineation beyond that ID'd by stratum.

logs.21a <- filter(data.sub, strata == "SFA21A" & year %in% years.21a)
logs.21a$bed.20 <- ifelse(logs.21a$bed.20 == "sfa21a bed", "sfa21a bed", "sfa21a other")

logs.21a.season <- NULL
logs.21a.week.sum <- NULL
ratio.21a <- NULL
d2 <- NULL

pdf("landings_ratio_SFA21A_bed20.pdf", onefile=T, width=11, height=8.5)
for(i in 1:num.years.21a)
{
  ID <- paste(years[i], "SFA 21A", sep="_")
  YY <- logs.21a[logs.21a$year==years.21a[i],]
  YY$week.season <- (interval(min(YY$datefished), YY$datefished, tzzone=tz(start)) %/% weeks(1)) + 1
  logs.21a.season[[ID]] <- YY

  landed.yr.21a <- aggregate(YY$landed.kg, by=list(YY$week.season, YY$bed.20), FUN="sum")
  names(landed.yr.21a) <- c("week", "bed.20", "landed.sum")
  ratio.week.21a <- aggregate(landed.yr.21a$landed.sum, by=list(landed.yr.21a$week), FUN="sum")
  names(ratio.week.21a) <- c("week", "week.sum")
  num.data.21a <- aggregate(YY$landed.kg, by=list(YY$week.season, YY$bed.20), FUN="length")
  names(num.data.21a) <- c("week", "bed.20", "num.data")
  landed.yr.21a <- merge(landed.yr.21a, ratio.week.21a, by="week")
  landed.yr.21a <- merge(landed.yr.21a, num.data.21a, by=c("week", "bed.20"))
  landed.yr.21a$week.ratio <- landed.yr.21a$landed.sum / landed.yr.21a$week.sum
  landed.yr.21a$year <- years.21a[i]

```

---

```

#season <- ifelse(years[i]==2008,7,6)
#landed.yr.21a <- landed.yr.21a[landed.yr.21a$week < season,]
logs.21a.week.sum[[ID]] <- landed.yr.21a

# Plotting:
p <- ggplot(landed.yr.21a)+
  aes(x = week, y = week.ratio, shape=factor(bed.20))+
  geom_point(aes(colour = factor(bed.20)), size=3)+
  ggtitle("SFA 21A", years.21a[i])+
  xlab("Week of Season")+ ylab("Proportion of Landings")+
  scale_color_discrete(name="bed.20", breaks=c("sfa21a bed", "sfa21a other"),
    labels=c("SFA21A Bed", "SFA21A Other"))+
  scale_shape_discrete(name="bed.20", breaks=c("sfa21a bed", "sfa21a other"),
    labels=c("SFA21A Bed", "SFA21A Other"))+
  ylim(0,1)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
    axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
    axis.title=element_text(size=18),
    plot.title = element_text(size=18),
    plot.subtitle = element_text(size=18))
print(p)
d2[[ID]] <- p
}
dev.off()

sfa21a <- as.data.frame(do.call("rbind",logs.21a.season))
SFA21A.strata <- as.data.frame(do.call("rbind",logs.21a.week.sum))
write.csv(SFA21A.strata,"SFA21A_strata_ratio.csv")

SFA21A.strata$week.season <- SFA21A.strata$week
SFA21A.strata.sub <- subset(SFA21A.strata, select=c(year,week.season,bed.20,week.ratio))

```

```
#####
```

---

#### Merge Logs and Slips ####

#####

# Here, the proportion of slips allocated to each bed are combined with logbook data. A check is done to see if all rows are incorporated (logs.slips vs. logs.slips.alt); if not, the discrepancy indicates fishing for which there is a sales slip but no logbook record. In most cases, this is due to a mismatch in dates, where the slip is filed with a sales date after the season is over. Rows are corrected where possible, ignored where not.

#---- SFA 22 ----

years <- 2003:2016

num.years <- length(years)

# First by strata:

temp.22.strata <- merge(slips.22, SFA22.strata.sub, by=c("year", "week.season"))

temp.22.strata\$catchkg.bed <- temp.22.strata\$catchkg \* temp.22.strata\$week.ratio

## STRATA: Cape Tormentine (cumsum)

ct.s <- temp.22.strata[temp.22.strata\$strata == "cape tormentine",]

ct.s <- ct.s[order(ct.s\$datefished),]

for(i in 1:num.years)

{

ct.s\$cumsum[ct.s\$year==years[i]] <- (cumsum(ct.s\$catchkg.bed[ct.s\$year == years[i]]) -  
ct.s\$catchkg.bed[ct.s\$year == years[i]])

}

logs.ct.s <- filter(logs.22, strata=="cape tormentine")

logs.slips.ct.s <- merge(logs.ct.s, ct.s, by=c("year", "strata", "datefished"), all.x=TRUE)

logs.slips.ct.s.alt <- merge(logs.ct.s, ct.s, by=c("year", "strata", "datefished"))

logs.slips.ct.s <- logs.slips.ct.s.alt

## STRATA: West Point (cumsum)

wp.s <- temp.22.strata[temp.22.strata\$strata == "west point",]

wp.s <- wp.s[order(wp.s\$datefished),]

for(i in 1:num.years)

{

wp.s\$cumsum[wp.s\$year==years[i]] <- (cumsum(wp.s\$catchkg.bed[wp.s\$year == years[i]]) -  
wp.s\$catchkg.bed[wp.s\$year == years[i]])

}

---

```

logs.wp.s <- filter(logs.22, strata=="west point")

logs.slips.wp.s <- merge(logs.wp.s, wp.s, by=c("year", "strata", "datefished"), all.x=TRUE)
logs.slips.wp.s.alt <- merge(logs.wp.s, wp.s, by=c("year", "strata", "datefished"))
logs.slips.wp.s <- logs.slips.wp.s.alt

# Then by bed:
temp.22.bed <- merge(slips.22, SFA22.bed.sub, by=c("year", "week.season"))
temp.22.bed$catchkg.bed <- temp.22.bed$catchkg * temp.22.bed$week.ratio

## BED: Cape Tormentine (cumsum)
ct.b <- temp.22.bed[temp.22.bed$bed.20 == "cape tormentine",]
ct.b <- ct.b[order(ct.b$datefished),]
for(i in 1:num.years)
{
  ct.b$cumsum[ct.b$year==years[i]] <- (cumsum(ct.b$catchkg.bed[ct.b$year == years[i]]) -
ct.b$catchkg.bed[ct.b$year == years[i]])
}
logs.ct.b <- filter(logs.22, bed.20 == "cape tormentine")

logs.slips.ct.b <- merge(logs.ct.b, ct.b, by=c("year", "bed.20", "datefished"), all.x=TRUE)
logs.slips.ct.b.alt <- merge(logs.ct.b, ct.b, by=c("year", "bed.20", "datefished"))
logs.slips.ct.b <- logs.slips.ct.b.alt

## BED: West Point (cumsum)
wp.b <- temp.22.bed[temp.22.bed$bed.20 == "west point",]
wp.b <- wp.b[order(wp.b$datefished),]
for(i in 1:num.years)
{
  wp.b$cumsum[wp.b$year==years[i]] <- (cumsum(wp.b$catchkg.bed[wp.b$year == years[i]]) -
wp.b$catchkg.bed[wp.b$year == years[i]])
}
logs.wp.b <- filter(logs.22, bed.20 == "west point")

logs.slips.wp.b <- merge(logs.wp.b, wp.b, by=c("year", "bed.20", "datefished"), all.x=TRUE)
logs.slips.wp.b.alt <- merge(logs.wp.b, wp.b, by=c("year", "bed.20", "datefished"))
logs.slips.wp.b <- logs.slips.wp.b.alt

```

---

```

#---- SFA 24 ----
# Only one bed/stratum to worry about
# First by strata:
temp.24.strata <- merge(slips.24, SFA24.strata.sub, by=c("year", "week.season"))
temp.24.strata$catchkg.bed <- temp.24.strata$catchkg * temp.24.strata$week.ratio

pic.s <- temp.24.strata[temp.24.strata$strata == "pictou",]
pic.s <- pic.s[order(pic.s$datefished),]
for(i in 1:num.years)
{
  pic.s$cumsum[pic.s$year==years[i]] <- (cumsum(pic.s$catchkg.bed[pic.s$year == years[i]]) -
pic.s$catchkg.bed[pic.s$year == years[i]])
}
logs.pic.s <- filter(logs.24, strata=="pictou")

logs.slips.pic.s <- merge(logs.pic.s, pic.s, by=c("year", "strata", "datefished"), all.x=TRUE)
logs.slips.pic.s.alt <- merge(logs.pic.s, pic.s, by=c("year", "strata", "datefished"))

# Then by bed:
temp.24.bed <- merge(slips.24, SFA24.bed.sub, by=c("year", "week.season"))
temp.24.bed$catchkg.bed <- temp.24.bed$catchkg * temp.24.bed$week.ratio

pic.b <- temp.24.bed[temp.24.bed$bed.20 == "pictou",]
pic.b <- pic.b[order(pic.b$datefished),]
for(i in 1:num.years)
{
  pic.b$cumsum[pic.b$year==years[i]] <- (cumsum(pic.b$catchkg.bed[pic.b$year == years[i]]) -
pic.b$catchkg.bed[pic.b$year == years[i]])
}
logs.pic.b <- filter(logs.24, bed.20=="pictou")

logs.slips.pic.b <- merge(logs.pic.b, pic.b, by=c("year", "bed.20", "datefished"), all.x=TRUE)
logs.slips.pic.b.alt <- merge(logs.pic.b, pic.b, by=c("year", "bed.20", "datefished"))

#####
# SFA21A #

```

---

#####

# For 21a, only concerned with stratum, no bed, so fewer calculations:

```
temp.21a.strata <- merge(slips.21a, SFA21A.strata.sub, by=c("year", "week.season"))
temp.21a.strata$catchkg.bed <- temp.21a.strata$catchkg * temp.21a.strata$week.ratio
```

```
SFA21A.s <- temp.21a.strata[temp.21a.strata$bed.20 == "sfa21a bed",]
SFA21A.s <- SFA21A.s[order(SFA21A.s$datefished),]
for(i in 1:num.years.21a)
{
  SFA21A.s$cumsum[SFA21A.s$year==years.21a[i]] <- (cumsum(SFA21A.s$catchkg.bed[SFA21A.s$year ==
years.21a[i]]) - SFA21A.s$catchkg.bed[SFA21A.s$year == years.21a[i]])
}
logs.21a.s <- filter(logs.21a, bed.20 == "sfa21a bed")
```

```
logs.slips.21a <- merge(logs.21a.s, SFA21A.s, by=c("year", "datefished"), all.x=TRUE)
logs.slips.alt.21a <- merge(logs.21a.s, SFA21A.s, by=c("year", "datefished"))
logs.slips.21a <- logs.slips.alt.21a
```

#-----#

# Lastly, add a column with catch converted to metric tonnes for plotting purposes:

```
logs.slips.ct.s$cumsum_t <- logs.slips.ct.s$cumsum / 1000
logs.slips.ct.b$cumsum_t <- logs.slips.ct.b$cumsum / 1000
logs.slips.wp.s$cumsum_t <- logs.slips.wp.s$cumsum / 1000
logs.slips.wp.b$cumsum_t <- logs.slips.wp.b$cumsum / 1000
logs.slips.pic.s$cumsum_t <- logs.slips.pic.s$cumsum / 1000
logs.slips.pic.b$cumsum_t <- logs.slips.pic.b$cumsum / 1000
logs.slips.21a$cumsum_t <- logs.slips.21a$cumsum / 1000
```

#####

#### DEPLETION MODELS #####



---

```
#####
```

```
lin.mod.ct.s <- NULL
lin.mod.ct.b <- NULL
lin.mod.wp.s <- NULL
lin.mod.wp.b <- NULL
lin.mod.pic.s <- NULL
lin.mod.pic.b <- NULL
lin.mod.21a <- NULL
out.ct.s <- NULL
out.ct.b <- NULL
out.wp.s <- NULL
out.wp.b <- NULL
out.pic.s <- NULL
out.pic.b <- NULL
out.21a <- NULL
p2 <- NULL
```

```
#---- Cape Tormentine (Stratum) ----
```

```
pdf("depletion_plots_strata_CT.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)
{
  XX <- logs.slips.ct.s[logs.slips.ct.s$year==years[i],]
  ID <- paste(years[i],"Cape Tormentine", sep="_")
  # plot(catchrate~cumsum, data=XX)
  # title(main=ID)

  lin.mod.ct.s[[ID]]<- lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)

  len <- length(lin.mod.ct.s[[ID]]$model$cumsum_t)
  max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
  lm_coef <- c(lin.mod.ct.s[[ID]]$coefficients)

  #p-values
  temp <- summary(lin.mod.ct.s[[ID]])
```

---

```

p_int <- temp$coefficients[1,4]
p_cumsum_t <- temp$coefficients[2,4]

#confidence intervals
df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.ct.s[[ID]]))
q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
q.hat.up <- -df.ci[2,2]
B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up

#plots
p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR, aes(x=cpue_kg, y=K), se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)")+ylab(bquote("Catch Rate (*kg~ h^-1*)"))+
  ggtitle("Cape Tormentine (Stratum)", years[i]) + ylim(0,35) + xlim(0,65)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.ct.s[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)
names(out.ct.s[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")
}

#additional derived variables and exporting
out.ct.s.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.ct.s))
out.ct.s.df$B0 <- (out.ct.s.df$y_intercept/out.ct.s.df$coef_cumsum_t)* -1
out.ct.s.df$exploitation <- out.ct.s.df$max_cumsum_t/out.ct.s.df$B0

```

---

---

```
out.ct.s.df$exploitation_lower_ci <- out.ct.s.df$max_cumsum_t/out.ct.s.df$B0_lower_ci
out.ct.s.df$exploitation_upper_ci <- out.ct.s.df$max_cumsum_t/out.ct.s.df$B0_upper_ci
write.csv(out.ct.s.df, "outct_strata_t.csv")
dev.off()
```

```
#---- Cape Tormentine (Bed) ----
```

```
pdf("depletion_plots_bed_CT.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
```

```
for(i in 1:num.years)
```

```
{
  XX <- logs.slips.ct.b[logs.slips.ct.b$year==years[i],]
  ID <- paste(years[i],"Cape Tormentine", sep="_")
  # plot(catchrate~cumsum, data=XX)
  # title(main=ID)
```

```
lin.mod.ct.b[[ID]]<- lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)
```

```
len <- length(lin.mod.ct.b[[ID]]$model$cumsum_t)
```

```
max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
```

```
lm_coef <- c(lin.mod.ct.b[[ID]]$coefficients)
```

```
#p-values
```

```
temp <- summary(lin.mod.ct.b[[ID]])
```

```
p_int <- temp$coefficients[1,4]
```

```
p_cumsum_t <-temp$coefficients[2,4]
```

```
#confidence intervals
```

```
df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.ct.b[[ID]]))
```

```
q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
```

```
B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
```

```
q.hat.up <- -df.ci[2,2]
```

```
B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up
```

```
#plots
```

---

```

p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR , aes(x=cpue_kg, y=K), se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)")+ylab(bquote("Catch Rate (*kg~ h^-1*")))+
  ggtitle("Cape Tormentine (Bed)", years[i]) + ylim(0,35) + xlim(0,65)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.ct.b[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)

names(out.ct.b[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")
}

#additional derived variables and exporting
out.ct.b.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.ct.b))
out.ct.b.df$B0 <- (out.ct.b.df$y_intercept/out.ct.b.df$coef_cumsum_t)* -1
out.ct.b.df$exploitation <- out.ct.b.df$max_cumsum_t/out.ct.b.df$B0
out.ct.b.df$exploitation_lower_ci <- out.ct.b.df$max_cumsum_t/out.ct.b.df$B0_lower_ci
out.ct.b.df$exploitation_upper_ci <- out.ct.b.df$max_cumsum_t/out.ct.b.df$B0_upper_ci
write.csv(out.ct.b.df, "outct_bed_t.csv")
dev.off()

#---- West Point (Stratum) ----

pdf("depletion_plots_strata_WP.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)

```

---

---

```

{
XX <- logs.slips.wp.s[logs.slips.wp.s$year==years[i],]
ID <- paste(years[i], "West Point", sep="_")
# plot(catchrate~cumsum, data=XX)
# title(main=ID)

lin.mod.wp.s[[ID]]<- lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)

len <- length(lin.mod.wp.s[[ID]]$model$cumsum_t)
max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
lm_coef <- c(lin.mod.wp.s[[ID]]$coefficients)

#p-values
temp <- summary(lin.mod.wp.s[[ID]])
p_int <- temp$coefficients[1,4]
p_cumsum_t <-temp$coefficients[2,4]

#confidence intervals
df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.wp.s[[ID]]))
q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
q.hat.up <- -df.ci[2,2]
B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up

#plots
p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR , aes(x=cpue_kg, y=K), se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)")+ylab(bquote("Catch Rate ("*kg~ h^-1*")"))+
  ggtitle("West Point (Stratum)", years[i]) + ylim(0,25) + xlim(0,50)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),

```

---

---

```

    plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.wp.s[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)
names(out.wp.s[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")
}

#additional derived variables and exporting
out.wp.s.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.wp.s))
out.wp.s.df$B0 <- (out.wp.s.df$y_intercept/out.wp.s.df$coef_cumsum_t)* -1
out.wp.s.df$exploitation <- out.wp.s.df$max_cumsum_t/out.wp.s.df$B0
out.wp.s.df$exploitation_lower_ci <- out.wp.s.df$max_cumsum_t/out.wp.s.df$B0_lower_ci
out.wp.s.df$exploitation_upper_ci <- out.wp.s.df$max_cumsum_t/out.wp.s.df$B0_upper_ci
write.csv(out.wp.s.df, "outwp_strata_t.csv")
dev.off()

#---- West Point (Bed) ----

pdf("depletion_plots_bed_WP.pdf",onfile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)
{
  XX <- logs.slips.wp.b[logs.slips.wp.b$year==years[i],]
  ID <- paste(years[i], "West Point", sep="_")
  # plot(catchrate~cumsum, data=XX)
  # title(main=ID)

  lin.mod.wp.b[[ID]]<- lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)

  len <- length(lin.mod.wp.b[[ID]]$model$cumsum_t)
  max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
  lm_coef <- c(lin.mod.wp.b[[ID]]$coefficients)

```

---

```

#p-values
temp <- summary(lin.mod.wp.b[[ID]])
p_int <- temp$coefficients[1,4]
p_cumsum_t <-temp$coefficients[2,4]

#confidence intervals
df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.wp.b[[ID]]))
q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
q.hat.up <- -df.ci[2,2]
B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up

#plots
p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR, aes(x=cpue_kg, y=K), se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)")+ylab(bquote("Catch Rate ("*kg~ h^-1*")"))+
  ggtitle("West Point (Bed)", years[i]) + ylim(0,25) + xlim(0,50)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.wp.b[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)

names(out.wp.b[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")
}

#additional derived variables and exporting
out.wp.b.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.wp.b))

```

---

---

```
out.wp.b.df$B0 <- (out.wp.b.df$y_intercept/out.wp.b.df$coef_cumsum_t)* -1
out.wp.b.df$exploitation <- out.wp.b.df$max_cumsum_t/out.wp.b.df$B0
out.wp.b.df$exploitation_lower_ci <- out.wp.b.df$max_cumsum_t/out.wp.b.df$B0_lower_ci
out.wp.b.df$exploitation_upper_ci <- out.wp.b.df$max_cumsum_t/out.wp.b.df$B0_upper_ci
write.csv(out.wp.b.df, "outwp_bed_t.csv")
dev.off()
```

```
#---- Pictou (Stratum) ----
```

```
pdf("depletion_plots_strata_Pic.pdf",onfile=T,width=11,height=8.5)
```

```
for(i in 1:num.years)
```

```
{
```

```
  XX <- logs.slips.pic.s[logs.slips.pic.s$year==years[i],]
```

```
  ID <- paste(years[i],"Pictou", sep="_")
```

```
  # plot(catchrate~cumsum, data=XX)
```

```
  # title(main=ID)
```

```
  lin.mod.pic.s[[ID]] <-lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)
```

```
  len <- length(lin.mod.pic.s[[ID]]$model$cumsum_t)
```

```
  max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
```

```
  lm_coef <- c(lin.mod.pic.s[[ID]]$coefficients)
```

```
  #p-values
```

```
  temp <- summary(lin.mod.pic.s[[ID]])
```

```
  p_int <- temp$coefficients[1,4]
```

```
  p_cumsum_t <-temp$coefficients[2,4]
```

```
  #confidence intervals
```

```
  df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.pic.s[[ID]]))
```

```
  q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
```

```
  B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
```

```
  q.hat.up <- -df.ci[2,2]
```

```
  B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up
```



---

```

#plots
p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR , aes(x=cpue_kg, y=K, se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)")+ylab(bquote("Catch Rate ("*kg~ h^-1*")"))+
  ggtitle("Pictou (Stratum)", years[i]) + ylim(0,17.5) + xlim(0,25)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.pic.s[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)

names(out.pic.s[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")
}

#additional derived variables and exporting
out.pic.s.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.pic.s))
out.pic.s.df$B0 <- (out.pic.s.df$y_intercept/out.pic.s.df$coef_cumsum_t)* -1
out.pic.s.df$exploitation <- out.pic.s.df$max_cumsum_t/out.pic.s.df$B0
out.pic.s.df$exploitation_lower_ci <- out.pic.s.df$max_cumsum_t/out.pic.s.df$B0_lower_ci
out.pic.s.df$exploitation_upper_ci <- out.pic.s.df$max_cumsum_t/out.pic.s.df$B0_upper_ci
write.csv(out.pic.s.df, "outpic_strata_t.csv")
dev.off()

#---- Pictou (Bed) ----

pdf("depletion_plots_bed_Pic.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years)

```

---

---

```

{
XX <- logs.slips.pic.b[logs.slips.pic.b$year==years[i],]
ID <- paste(years[i], "Pictou", sep="_")
# plot(catchrate~cumsum, data=XX)
# title(main=ID)

lin.mod.pic.b[[ID]] <-lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)

len <- length(lin.mod.pic.b[[ID]]$model$cumsum_t)
max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
lm_coef <- c(lin.mod.pic.b[[ID]]$coefficients)

#p-values
temp <- summary(lin.mod.pic.b[[ID]])
p_int <- temp$coefficients[1,4]
p_cumsum_t <-temp$coefficients[2,4]

#confidence intervals
df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.pic.b[[ID]]))
q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
q.hat.up <- -df.ci[2,2]
B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up

#plots
p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR , aes(x=cpue_kg, y=K), se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)") + ylab(bquote("Catch Rate ("*kg~ h^-1*")"))+
  ggtitle("Pictou (Bed)", years[i]) + ylim(0,17.5) + xlim(0,25)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),

```

---

---

```

    plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.pic.b[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)
names(out.pic.b[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")
}

#additional derived variables and exporting
out.pic.b.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.pic.b))
out.pic.b.df$B0 <- (out.pic.b.df$y_intercept/out.pic.b.df$coef_cumsum_t)* -1
out.pic.b.df$exploitation <- out.pic.b.df$max_cumsum_t/out.pic.b.df$B0
out.pic.b.df$exploitation_lower_ci <- out.pic.b.df$max_cumsum_t/out.pic.b.df$B0_lower_ci
out.pic.b.df$exploitation_upper_ci <- out.pic.b.df$max_cumsum_t/out.pic.b.df$B0_upper_ci
write.csv(out.pic.b.df, "outpic_bed_t.csv")
dev.off()

#---- SFA21A (Stratum only) ----

pdf("depletion_plots_21a.pdf",onefile=T,width=11,height=8.5)
for(i in 1:num.years.21a)
{
  XX <- logs.slips.21a[logs.slips.21a$year==years.21a[i],]
  ID <- paste(years.21a[i],"SFA 21A (Stratum)", sep="_")

  lin.mod.21a[[ID]]<- lm(catchrate~cumsum_t, data=XX)

```

---

```

len <- length(lin.mod.21a[[ID]]$model$cumsum_t)
max.cumsum_t <- max(XX$cumsum_t)
lm_coef <- c(lin.mod.21a[[ID]]$coefficients)

#p-values
temp <- summary(lin.mod.21a[[ID]])
p_int <- temp$coefficients[1,4]
p_cumsum_t <- temp$coefficients[2,4]

#confidence intervals
df.ci <- as.data.frame(confint(lin.mod.21a[[ID]]))
q.hat.lwr <- -df.ci[2,1]
B0.hat.lwr <- df.ci[1,1]/q.hat.lwr
q.hat.up <- -df.ci[2,2]
B0.hat.up <- df.ci[1,2]/q.hat.up

#plots
p <- ggplot(XX)+
  aes(x = cumsum_t, y = catchrate)+
  geom_point()+
  stat_smooth(method="lm",se=TRUE,col="red",size=1)+
  #geom_smooth(data=depletion.data.YR, aes(x=cpue_kg, y=K), se=TRUE, col="red") +
  xlab("Cumulative Catch (t)")+ylab(bquote("Catch Rate ("*kg~ h^-1*")"))+
  ggtitle("SFA 21A (Stratum)", years.21a[i]) + ylim(0,17.5) + xlim(0,10)+
  theme(axis.text.x = element_text(face="plain", size=18),
        axis.text.y = element_text(face="plain", size=18),
        axis.title=element_text(size=18),
        plot.title = element_text(size=18),
        plot.subtitle = element_text(size=18))
p2[[ID]] <- p
print(p)

#prepare for export
out.21a[[ID]] <- c(len, lm_coef, max.cumsum_t, p_int, p_cumsum_t, q.hat.lwr, B0.hat.lwr, q.hat.up, B0.hat.up,
use.names=F)

names(out.21a[[ID]]) <- c("number of data", "y_intercept", "coef_cumsum_t", "max_cumsum_t", "p_intercept",
"p_cumsum_t", "q_lower_ci", "B0_lower_ci", "q_upper_ci", "B0_upper_ci")

```

---

---

  
}

#additional derived variables and exporting

```
out.21a.df <- as.data.frame(do.call("rbind",out.21a))
```

```
out.21a.df$B0 <- (out.21a.df$y_intercept/out.21a.df$coef_cumsum_t)* -1
```

```
out.21a.df$exploitation <- out.21a.df$max_cumsum_t/out.21a.df$B0
```

```
out.21a.df$exploitation_lower_ci <- out.21a.df$max_cumsum_t/out.21a.df$B0_lower_ci
```

```
out.21a.df$exploitation_upper_ci <- out.21a.df$max_cumsum_t/out.21a.df$B0_upper_ci
```

```
write.csv(out.21a.df, "out21a_bed_t.csv")
```

```
dev.off()
```