



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2023/082

Région du Québec

Délimitation des unités d'évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent

Hugo Bourdages, Audrey Bourret et Geneviève J. Parent

Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

Avant-propos

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

Publié par :

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

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2023

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-68515-1 N° cat. Fs70-5/2023-082F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Bourdages, H., Bourret, A. et Parent, G.J. 2023. Délimitation des unités d'évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/082. vi + 30 p.

Also available in English :

Bourdages, H., Bourret, A. and Parent, G.J. 2023. Delineation of stock assessment units for northern shrimp in the Estuary and northern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/082. vi + 30 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	VI
INTRODUCTION	1
DÉLIMITATION DES UNITÉS BIOLOGIQUES	2
HISTORIQUE DES UNITÉS DE GESTION	2
GÉNOMIQUE DES POPULATIONS.....	2
RÉPARTITION DE L'EFFORT DE PÊCHE	4
RÉPARTITION DE LA CREVETTE NORDIQUE	5
DÉFINITION DES UNITÉS D'ÉVALUATION PROPOSÉES	5
Estuaire	5
Sept-Îles	6
Anticosti.....	6
Esquiman	6
En résumé.....	7
MISE À JOUR DES INDICATEURS DE L'ÉTAT DES STOCKS	7
DÉBARQUEMENTS.....	7
INDICES DE BIOMASSE DU RELEVÉ DU MPO	8
CONCLUSION	9
RÉFÉRENCES CITÉES.....	9
TABLEAUX	11
FIGURES.....	17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Partitionnement de la variance génétique en considérant les unités d'évaluation A) actuelles, B) proposées ou C) en considérant ZPC8 versus les autres unités (ZPC9,10,12). L'analyse de la variance génétique (AMOVA) a été effectuée sur les 249 locus adaptatifs. Un critère d'information corrigé d'Akaike (AICc) a été calculé pour chaque modèle.....	11
Tableau 2. Débarquement (t) par unité de gestion à la crevette selon la définition de 1993 (act.) et selon la nouvelle proposition (prop.) d'unités d'évaluation des stocks. En gras, les années où il y a une différence de plus de 1 %.....	12
Tableau 3. Biomasse totale (t) du stock des unités d'évaluation Estuaire, Sept-Îles et Anticosti selon la définition de 1993 (actuelle) et selon la nouvelle proposition.....	13
Tableau 4. Biomasse du stock (t) estimée par krigeage par unité d'évaluation de stock proposée et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).....	14

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Unités de gestion (zones de pêche à la crevette) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent telles que définies depuis 1993 : Estuaire (ZPC 12), Sept-Îles (ZPC 10), Anticosti (ZPC 9) et Esquiman (ZPC 8).	17
Figure 2. Zones de pêche à la crevette de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent telles que définies durant les périodes 1982 à 1992, de 1993 à 2023 et la nouvelle proposition de délimitation.....	18
Figure 3. Bathymétrie de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et lieux géographiques mentionnés dans le texte.	19
Figure 4. Stations d'échantillonnage, décalage génomique et différenciation génétique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. A) Répartition des huit stations d'échantillonnage au travers du décalage génomique prédit. Les lignes séparent les différentes unités d'évaluations actuelles. B) Mesure de différenciation (F_{st}) calculée entre toutes les stations. Les astérisques (*) indiquent des valeurs de F_{st} significativement différentes de 0.	20
Figure 5. Capture (t) par quadrilatère de pêche pour certaines années d'intérêts (panneaux)...	21
Figure 6. Débarquements et biomasse estimée de crevette nordique dans le secteur au sud-est de l'île Anticosti, soit le secteur concerné par la modification de la délimitation entre les unités de Sept-Îles et Anticosti.	23
Figure 7. Distribution de l'effort de pêche des crevettiers dans le golfe du Saint-Laurent de 2012 à 2022 (seulement les années paires sont présentées) selon les données du système de suivi des navires (SSN), nombre d'heures en situation de pêche dirigée à la crevette par carré de 1 minute.....	24
Figure 8. Indices de répartition spatiale de la crevette dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent : 1) DWA0, aire d'occupation pondérée, 2) D95, surface minimale où se concentrent 95 % de la biomasse et 3) indice Gini. La surface totale de l'aire d'étude est de 116 115 km ² . ..	25
Figure 9. Distribution des taux de capture (kg/trait de 15 min) de crevette nordique lors du relevé de recherche du MPO du mois d'août.	26
Figure 10. Schéma de stratification utilisée pour le relevé de recherche sur les poissons de fond et la crevette dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent.	27
Figure 11. Courants moyennés de 0 à 20 m pour chaque période de trois mois en 2021. Les vecteurs tracés en bleu vont vers l'est et ceux qui sont tracés en rouge vers l'ouest. Tirée de Galbraith et al. 2022.....	28
Figure 12. Quadrilatères de pêche (carrés de 10 minutes de longitude par 10 minutes de latitude) utilisés pour répertorier spatialement l'effort de pêche dans l'Atlantique canadien.....	29
Figure 13. Débarquements pour les unités d'évaluation de Sept-Îles et Anticosti selon la délimitation actuelles et proposées (haut). Ratio entre les débarquements dans les unités proposées et actuelles (bas).	30
Figure 14. Biomasse estimée selon les unités d'évaluation actuelles et proposées.	30

RÉSUMÉ

Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, quatre unités d'évaluation sont considérées depuis 1993 pour l'évaluation des stocks de crevette nordique, soit Estuaire, Sept-Îles, Anticosti et Esquiman. Ces unités d'évaluation des stocks correspondent aux endroits où des concentrations élevées de crevette sont généralement observées pendant le relevé de recherche.

Des informations sur l'abondance et la distribution de l'effort de pêche à la crevette nordique des dernières décennies suggèrent qu'une modification des unités d'évaluation des stocks dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent est nécessaire. Un changement des délimitations des unités d'évaluation des stocks est proposé et appuyé par la génomique des populations. Les indicateurs de ces stocks ont été mis à jour en fonction des unités d'évaluation proposées et représentent une meilleure adéquation entre les unités d'évaluation et les unités biologiques.

INTRODUCTION

Les unités de gestion des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent (ENGSL) tel que nous les connaissons actuellement ont été définies en 1993 pour prendre en compte la répartition des crevettes et les patrons de pêche de l'époque (Figure 1). De cinq unités de gestion, nous étions alors passés à quatre, soit Estuaire, Sept-Îles, Anticosti et Esquiman (Figure 2) (respectivement les zones de pêche à la crevette (ZPC) 12, 10, 9 et 8). Ces quatre unités de gestion avaient été redéfinies pour mieux correspondre aux unités biologiques à partir des connaissances de l'époque. L'ENGSL étant un milieu très dynamique, il se pourrait que les limites biologiques de ces stocks aient changé depuis cette dernière modification. Plusieurs facteurs pourraient causer des changements dans la répartition et l'abondance de l'espèce, notamment de par les changements climatiques ou par des pressions exercées par des espèces concurrentes ou prédatrices. De plus, de nouvelles connaissances peuvent être utilisées pour mieux définir les unités biologiques présentes.

Plusieurs termes utilisés dans le présent document doivent d'abord être définis puisque ces derniers ont des définitions variables dans la littérature scientifique et entre les différents sujets qui seront présentés (p.ex. évaluation de stock, génomique). Un stock peut être considéré comme un groupe semi-distinct d'une espèce donnée possédant certains attributs définissables communs qui présentent un intérêt pour les gestionnaires de la pêche et qui peuvent être évalués en tant qu'unité (MPO 2023). Parallèlement, un stock peut aussi être défini de façon fonctionnelle aux fins de la gestion des pêches, notamment en raison d'incertitudes quant à la définition des limites spatiales et temporelles d'une unité biologique ou pour des considérations historiques de la pêche. Il est généralement reconnu que les stocks doivent être définis d'abord sur la base d'information biologique et ensuite de besoin de gestion (Cadrin 2020). Dans le présent document, un stock fera référence aux individus d'une unité d'évaluation ou de gestion. Une unité biologique sera quant à elle définie comme un groupe d'individus qui partagent des caractéristiques homogènes, dont le fait d'occuper la même agglomération spatiale et ayant des contacts limités avec d'autres groupes similaires. Une unité biologique peut être plus précisément définie comme une population si un groupe d'individus montrent en plus une reproduction limitée, ou un isolement reproducteur, avec d'autres groupes (Waples et Gaggiotti 2006). Des analyses génomiques des populations permettent entre autres d'obtenir de l'information sur l'isolement reproducteur entre des populations.

Il est plus facile d'associer un stock à un point de référence limite (PRL) comme seuil de dommages graves lorsque l'unité de gestion définie est égale à une unité biologique (Cadrin 2020). Cette adéquation entre les échelles spatiale et temporelle auxquelles se produisent les processus biologiques et les activités de gestion et d'évaluation, aide à l'efficacité des systèmes d'évaluation et de gestion des stocks visant à éviter des dommages graves aux stocks. Ainsi les indicateurs, les PRL et les mesures de l'état des stocks doivent être sélectionnés en fonction des meilleurs renseignements accessibles pour les stocks.

Lors de l'évaluation des stocks réalisée à l'hiver 2022 (MPO 2022), il a été conclu que l'approche de précaution devrait être révisée d'ici la prochaine évaluation. Cette révision était justifiée puisque les conditions écosystémiques actuelles n'étaient plus les mêmes que lors du développement de l'approche de précaution au début des années 2010 (MPO 2011) et que l'on observait un biais dans l'indicateur principal de l'état des stocks. Par ailleurs, ces stocks ont été prescrits aux dispositions de l'article 6 de la *Loi sur les pêches* modernisées C-68 le 4 avril 2022. Il est donc nécessaire pour chacun de ces stocks de déterminer un nouveau PRL conforme aux lignes directrices dans le cadre des dispositions relatives aux stocks de poissons (MPO 2023).

Cette nécessité de réviser le PRL pour chacun des stocks de crevette de l'ENGSL fournit donc une opportunité de revoir les unités d'évaluation des stocks de crevette à la lumière des nouvelles informations en ce qui a trait à la répartition spatiale de l'espèce, la répartition de l'effort de pêche et la structure génomique des stocks afin d'avoir une meilleure correspondance entre les indicateurs de l'état de santé des stocks et les unités biologiques.

Les lieux géographiques mentionnés dans le texte et la bathymétrie de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent sont présentés à la figure 3.

DÉLIMITATION DES UNITÉS BIOLOGIQUES

Dans l'ENGSL, les sites où l'abondance des crevettes est plus élevée sont bien isolés les uns des autres. Dans ces sites, on retrouve tous les stades de maturité des crevettes (juvéniles, mâles et femelles) (Bourdages *et al.* 2022b), ce qui est une indication de leur capacité à assurer un certain recrutement à la population.

HISTORIQUE DES UNITÉS DE GESTION

Les unités de gestion de la pêche à la crevette avaient été mises en place au début des années 1980 selon cinq secteurs connus et exploités par les pêcheurs, soit Estuaire, Sept-Îles, Nord-Anticosti, Sud-Anticosti et Esquiman (Figure 2). Déjà en 1978, les évaluations de stock étaient basées sur ces délimitations (CAFSAC 1978). Toutefois, l'expansion de la pêche au cours des années 1980 a remis en question certaines frontières entre les unités de gestion. Lors de l'évaluation des stocks de 1992 (CSCPCA 1992) et lors du 2^e colloque de la crevette du golfe du Saint-Laurent en 1993 (Savard et Boudreau 1993), un remaniement des unités de gestion a été proposé afin de mieux refléter les activités des pêcheurs et éviter des situations conflictuelles.

Les unités de gestion ont donc été modifiées en 1993 de façon à ce que les limites correspondent à des frontières qui respectent le patron d'exploitation des pêcheurs qui lui-même reflète la répartition spatiale des zones de fortes concentrations de crevettes. Il existait donc quatre zones relativement bien isolées où les crevettes sont concentrées, soit Estuaire, Sept-Îles, Anticosti et Esquiman (Figure 2). Les frontières entre les unités de gestions adoptées en 1993 étaient situées dans des secteurs où il n'y avait pas d'exploitation et où les crevettes étaient peu abondantes.

GÉNOMIQUE DES POPULATIONS

Une étude de génomique des populations a été réalisée sur 1 513 adultes de crevette nordique, majoritairement des femelles, provenant de 54 stations échantillonnées entre mai et décembre 2019 du détroit de Davis jusqu'à la baie de Fundy, incluant 231 individus provenant de 8 stations dans l'ENGSL (Figure 4A). Cette étude permet d'approfondir les connaissances sur la connectivité et la vulnérabilité aux changements climatiques de l'espèce (Bourret *et al.* en prép.¹). Les crevettes ont été génotypées à 14 331 marqueurs génomiques de type polymorphisme nucléotidique simples (SNPs). Ces marqueurs ont été obtenus grâce à une approche de génotypage par séquençage, soit le ddRADseq (Poland *et al.* 2012).

¹ Bourret, A., Leung, C., Puncher, G., Le Corre, N., Deslauriers, D., Skanes, K., Bourdages, H., Di Cassista Ross, M., Walkusz, W., Jeffery, N. W., Stanley, R. E. E., Parent, G. J. 2023. Diving into large scale genomics to decipher drivers of structure and climatic vulnerability in a widespread marine shrimp. En préparation.

Les résultats de cette étude utilisant l'ensemble des marqueurs génomiques suggèrent que les crevettes de l'ENGSL forment une population différente de celles du plateau Néo-Écossais et de Terre-Neuve/Labrador/Arctique. Les niveaux de différenciation génétique (F_{st}) entre l'ENGSL ($N = 231$) et ces populations adjacentes varient entre 0,0006 (Terre-Neuve/Labrador/Arctique, $N = 823$) et 0,0018 (plateau Néo-Écossais, $N = 345$; $P < 0,001$). Ces résultats suggèrent une connectivité réduite entre ces trois populations.

De plus, la connectivité semble limitée entre certaines unités de gestion dans l'ENGSL d'après les marqueurs génomiques. Les crevettes de deux stations (c.-à-d. 8-1, 8-2) dans l'unité de gestion d'Esquiman montrent des niveaux de différenciation génomique significativement différents pour une majorité des stations dans l'ENGSL (F_{st} moyen = 0,0006, Figure 4B). Le F_{st} moyen estimé pour les crevettes des deux stations 8-1 et 8-2 semble équivalent à celui entre les populations ENGSL et Terre-Neuve/Labrador/Arctique. Toutefois, la taille d'échantillons est moindre pour les stations 8-1 et 8-2 et l'erreur associée à cet F_{st} estimé est plus grande. Ces résultats diffèrent de ceux de Savard *et al.* (1993) qui n'observaient aucune différence génétique avec huit marqueurs génétiques de type enzyme. L'étude de génomique de Bourret *et al.* (en prép.²), à l'aide d'un nombre considérablement plus élevé de marqueurs génétiques, permet de détecter de plus faibles niveaux de différenciation génétique entre des unités de gestion. Bien que ces niveaux de différenciation génétiques soient faibles, ils sont significatifs et donc informatifs pour identifier de l'isolement reproducteur entre des groupes de crevettes dans l'ENGSL.

À grande échelle, les analyses explicatives de la variance génomique ont montré que la structure génomique de la crevette nordique est fortement liée aux gradients environnementaux comme la température et la salinité en surface ou au fond (Bourret *et al.* en prép.²). À cette échelle, 249 locus des 14 331 marqueurs génomiques ont été identifiés comme possiblement liés à des adaptations à l'environnement. Dans l'ENGSL, le paysage adaptatif construit à l'aide de ces locus adaptatifs n'est pas homogène spatialement et suggère une adaptation locale ou de la sélection causée par les conditions environnementales. Ces résultats suggèrent que les pressions de sélection projetées à l'horizon 2075 dans l'ENGSL affecteraient plus les crevettes de l'estuaire et de l'ouest du golfe Saint-Laurent (c.-à-d., les unités de gestion de l'Estuaire, Sept-Îles et Anticosti), mais moins celle des crevettes de l'est du golfe Saint-Laurent (c.-à-d., l'unité de gestion d'Esquiman).

Les changements suggérés à la limite des unités d'évaluation des stocks dans l'ENGSL semblent légèrement améliorer l'homogénéité génétique entre les unités aux 249 locus adaptatifs. Les quatre unités de gestion actuelles expliquent une proportion significative de la variance génétique observée aux locus adaptatifs chez la crevette nordique (Tableau 1), supportant l'utilisation de ces unités. La modification proposée aux unités d'évaluation des stocks (c.-à-d., faire passer le site 9-2 dans l'unité 10, Figure 4A) explique une proportion de la variance génomique plus grande (0,80 %) que celle des unités actuelles (0,51 %; avec un AICc légèrement inférieur pour les nouvelles unités). La différence de 0,29 % de l'explication de la variance est non négligeable dans le contexte d'analyse génomique. Une division entre l'unité 8 et un regroupement des unités 9, 10 et 12, pouvant refléter la connectivité limitée d'Esquiman avec l'ouest de l'ENGSL, expliquent quant à elle une proportion de la variance génétique légèrement inférieure aux changements suggérés (0,78 %). Il est à noter que la variance

² Bourret, A., Leung, C., Puncher, G., Le Corre, N., Deslauriers, D., Skanes, K., Bourdages, H., Di Cassista Ross, M., Walkusz, W., Jeffery, N. W., Stanley, R. E. E., Parent, G. J. 2023. Diving into large scale genomics to decipher drivers of structure and climatic vulnerability in a widespread marine shrimp. En préparation.

génétique expliquée par les unités de gestion actuelles ou proposées n'est pas significative lorsque l'ensemble des marqueurs génomiques sont utilisés (c.-à-d., 14 311 marqueurs).

RÉPARTITION DE L'EFFORT DE PÊCHE

Les secteurs qui soutiennent la pêche dans les quatre unités de gestion correspondent aux endroits où des concentrations élevées de crevette sont généralement observées pendant le relevé de recherche (voir la section suivante). L'intensité de pêche est donc variable spatialement et temporellement en fonction de l'abondance des stocks (Figure 5).

Dans l'estuaire, la pêche se concentre sur le versant nord du chenal Laurentien entre Portneuf-sur-Mer, à l'ouest, et la pointe des Monts, à l'est. À partir de 2011, l'effort de pêche s'est déplacé de l'est de la péninsule Manicouagan à l'ouest de cette péninsule. Depuis 2014, plus de 96 % des captures proviennent du secteur à l'ouest de la péninsule à des profondeurs moindres.

Le versant nord de la péninsule gaspésienne et plus à l'est avec un prolongement sur le versant sud du chenal Laurentien a été exploité de 1994 à 2017. Depuis, il y a très peu ou pas d'effort de pêche sur le versant sud du chenal Laurentien.

Dans l'ouest du golfe, la pêche est distribuée entre la pointe des Monts et le sud du banc Parent à l'ouest de l'île Anticosti. La distribution de l'effort de pêche a la forme d'un croissant qui suit la bathymétrie des fonds le long de la Côte-Nord. Le secteur au sud du banc Parent a été délaissé ces dernières années.

À la suite de la modification des unités de gestion de 1993, on a observé une expansion de la distribution de la crevette vers l'est au sud de l'île Anticosti au-delà de la frontière séparant les unités de gestion Sept-Îles et Anticosti (Figure 5). Déjà à partir de 1994, on observait un début d'exploitation dans l'unité de gestion Anticosti dans le secteur au sud de l'île (Figure 6). De 1995 à 2006, environ 50 % du TAC a été capturé dans le secteur au sud de l'île pour l'unité Anticosti alors qu'il n'y avait pas ou très peu d'exploitation dans ce secteur avant 1992. La frontière au sud de l'île d'Anticosti ne correspond donc plus aux fondements utilisés en 1993 pour la délimitation de ces unités, soit des frontières localisées dans des secteurs de faible abondance de crevette afin de bien séparer les zones de fortes concentrations exploitées par l'industrie. Il y a donc eu une exploitation significative au sud de l'île pour l'unité Anticosti de 1993 à 2007. Par la suite, la totalité ou presque du TAC a été capturée au nord de l'île.

Au nord de l'île Anticosti, la pêche est distribuée dans le chenal Anticosti depuis le détroit de Jacques-Cartier jusqu'au banc Beaugé.

Dans l'est du golfe, sur la côte ouest de Terre-Neuve (division OPANO 4R), la pêche est concentrée dans le chenal Esquiman, soit depuis la tête du chenal, qui est bordée au nord par le détroit de Belle Isle, en direction sud-ouest dans les profondeurs du chenal jusqu'au banc Beaugé. Il n'y a pas eu d'effort de pêche au sud du 49^e parallèle dans la division 4R.

La répartition de l'effort de pêche des crevettiers dans l'ENGSL a varié temporellement en fonction de l'abondance et de la répartition de l'espèce. Lorsque l'abondance augmente, on observe une augmentation de la répartition de l'effort de pêche. Au contraire, la pêche est plus concentrée lorsque l'abondance est plus faible. Les principaux secteurs qui supportent la pêche dans les quatre unités de gestion n'ont presque pas changé au cours des années et correspondent aux endroits où des concentrations élevées de crevette ont été observées pendant le relevé de recherche. Cependant, depuis quelques années, certains fonds de pêche ont été délaissés en raison de la faible abondance de la crevette comme par exemple le secteur à l'est de la péninsule Manicouagan dans l'estuaire, la pointe nord-est de la Gaspésie, le sud-est de l'île Anticosti et le sud-ouest du chenal Esquiman (Figure 7).

RÉPARTITION DE LA CREVETTE NORDIQUE

Un relevé de recherche estival par chalutage est réalisé chaque année depuis 1990 dans l'ENGSL à partir d'un navire de Pêches et Océans Canada (MPO) et vise à évaluer l'abondance de plusieurs espèces, dont les crevettes (Bourdages *et al.* 2022a). Ce relevé est la principale source de données indépendantes de la pêche lors de l'évaluation des stocks de crevette nordique de l'ENGSL. Il permet entre autres de décrire la distribution de la crevette nordique, d'estimer l'abondance et la biomasse des stocks et de connaître la dynamique de ceux-ci. La zone d'étude couvre les profondeurs de plus de 37 m pour une superficie de 118 391 km². La crevette nordique est généralement restreinte aux fonds situés sous la couche intermédiaire froide (CIF) à des profondeurs supérieures à 150 m. On considère donc que le relevé couvre bien la répartition de la crevette nordique dans l'ENGSL.

Suite au déclin de l'abondance des espèces de poissons de fond de grande taille au début des années 1990, l'abondance et la biomasse de crevette a augmenté jusqu'aux années 2010. À partir de 1990, on a observé une augmentation de l'aire d'occupation de la crevette, passant de 65 000 km² à plus de 90 000 km² en 1994 (Figure 8), de même, on observait la même tendance pour l'aire de concentration des crevettes. Ces tendances à l'augmentation de l'aire de répartition des crevettes s'observaient dans les quatre stocks. Une diminution de la superficie des zones de concentration de crevettes, soit la superficie minimale où plus de 95 % de la biomasse se distribue, a par la suite été observée depuis 2008. Cette superficie est passée de plus de 50 000 km² à moins de 30 000 km². Les crevettes nordiques sont maintenant principalement concentrées à la tête des chenaux (Figure 9).

Dans le nord du GSL, il y a plusieurs endroits où les abondances de crevettes sont faibles. Ces faibles abondances peuvent s'expliquer par un habitat non favorable en raison de la profondeur. Les fonds qui interceptent la CIF, la couche de surface et les profondeurs de plus de 350 m ne sont pas des habitats favorables à l'espèce. Les principales zones de discontinuités spatiales dans le GSL sont les détroits de Jacques Cartier et de Belle Isle, les bancs Beaugé et Parent, et le chenal Laurentien profond.

De plus, on observe que la taille des crevettes varie en suivant un gradient est-ouest. Les plus petites crevettes sont observées dans le chenal Esquiman et les plus grandes dans l'estuaire.

La répartition de la crevette nordique dans l'ENGSL a donc été influencée par la taille des stocks. Que ce soit en situation de faible ou de forte abondance, les zones de concentration où l'on observe les plus fortes abondances des stocks sont demeurées les mêmes à l'intérieur de chacun des stocks, soit à la tête des chenaux. De plus, peu importe la période, il existe des discontinuités spatiales entre ces zones de fortes concentrations qui sont délimitées par des secteurs montrant de faibles abondances.

DÉFINITION DES UNITÉS D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Bien que les crevettes nordiques soient largement distribuées dans l'ENGSL et que la pêche a eu lieu dans une variété de secteurs au fil des années, les concentrations majeures de crevettes sont confinées à quelques secteurs relativement bien définis. Voici les définitions des unités d'évaluation proposées en considérant les zones de discontinuité dans la distribution de la crevette et la génomique des populations (Figure 2).

Estuaire

L'unité d'évaluation Estuaire se définit comme étant à l'ouest de Pointe des Monts selon la longitude 63°27'O. Même si la crevette est distribuée au nord et au sud du chenal Laurentien, les principales concentrations de crevette sont retrouvées au nord de celui-ci.

Avec l'augmentation de la température et l'appauvrissement en oxygène dans la couche de fond de l'estuaire, il avait été observé à partir de 2018 que les crevettes avaient fait un déplacement significatif selon la profondeur (Bourdages *et al.* 2022b). Par exemple, on observait entre 2008 et 2017 que les femelles se retrouvaient entre 110 et 320 m de profondeur et qu'à partir de 2018, on les retrouvait maintenant plus près de la CIF, soit à des profondeurs entre 70 et 170 m. Ce changement de distribution en fonction de la profondeur est très marqué dans l'Estuaire et dans une moindre mesure dans les autres unités où les conditions environnementales continuent de se réchauffer et de s'appauvrir en oxygène. De plus, l'abondance des sébastes dans l'Estuaire est plus faible que dans les autres unités d'évaluation (Senay *et al.* 2023). Considérant ces observations, il est jugé pertinent de conserver la limite actuelle entre les unités d'évaluation de l'Estuaire et de Sept-Îles.

L'unité d'évaluation est cependant agrandie pour considérer l'agrandissement de la zone d'étude du relevé du MPO par l'ajout des strates de 37 m à 183 m en 2008 (Figure 10, strates 851, 852, 854 et 855). Cette nouvelle définition de l'unité d'évaluation représente une meilleure adéquation avec l'unité biologique et prend en compte des changements de répartition.

Sept-Îles

L'unité d'évaluation Sept-Îles est délimitée à l'ouest à la longitude de Pointe des Monts et à l'est le long de la Côte-Nord par le détroit de Jacques-Cartier au nord-ouest de l'île d'Anticosti (zone peu profonde). La zone inclut aussi le chenal Laurentien au sud de l'île Anticosti jusqu'à la frontière reliant la pointe est de l'île Anticosti et la jonction des divisions OPANO 4RST dans le centre du chenal Laurentien, soit une zone de discontinuité dans la distribution de la crevette. Cette zone est aussi caractérisée par les courants de la gyre d'Anticosti, soit des courants dont les déplacements sont dans le sens anti-horaire (Figure 11). De plus, le changement de la limite sud-est de cette unité améliore la cohérence génomique (c.-à-d. une plus grande variance génomique adaptative expliquée) de cette unité d'évaluation de stock proposée.

Anticosti

L'unité d'évaluation Anticosti correspond au chenal d'Anticosti, lequel est situé au nord de l'île Anticosti. L'agrégation de crevette se retrouve essentiellement à l'intérieur du chenal, et surtout vers la tête de ce dernier. L'unité est séparée de l'unité Sept-Îles par les hauts fonds du détroit de Jacques-Cartier situé à l'ouest et par l'île Anticosti au sud. L'unité est également séparée de l'unité Esquiman à l'est par le banc Beaugé (zone moins profonde) et les grandes profondeurs du chenal Laurentien. De plus, le changement de la limite sud-ouest de cette unité améliore la cohérence génomique (c.-à-d. plus grande variance génomique adaptative expliquée) de cette unité d'évaluation de stock proposée.

Esquiman

L'unité d'évaluation Esquiman correspond à la division OPANO 4R et à la partie nord-est de la division 4S à l'est du 60^e parallèle. L'agrégation de crevette est principalement retrouvée à la tête du chenal d'Esquiman. Il y a une discontinuité spatiale dans la distribution des crevettes entre les unités Esquiman et Anticosti expliquée par la topographie. La présence du banc Beaugé (zone moins profonde) fait une frontière naturelle entre ces deux unités ainsi que les grandes profondeurs du chenal Laurentien au sud de la division 4R. De plus, les crevettes du chenal d'Esquiman semblent montrer une différenciation génomique et un potentiel adaptatif différents de celles des autres unités d'évaluation dans l'ENGSL (Figure 4).

En résumé

À la lumière de ces nouvelles définitions d'unités biologiques, il est proposé de modifier les unités d'évaluation pour avoir une meilleure adéquation spatiale entre les indicateurs de l'état des stocks. En résumé, les modifications sont :

- Agrandissement de l'unité d'évaluation du stock Estuaire pour prendre en considération des informations du relevé de recherche issues des stations de chalutage effectuées dans les strates couvrant les profondeurs 37 m et 183 m. La série chronologique des indices de biomasse débute en 2008 et la zone d'étude correspond aux profondeurs de plus de 37 m de l'estuaire.
- Déplacement de la frontière séparant les unités de gestion de Sept-Îles et Anticosti du centre sud de l'île Anticosti vers la pointe est de l'île. L'unité d'évaluation du stock Sept-Îles est agrandie vers l'est dans le chenal Laurentien et l'unité Anticosti est réduite pour correspondre principalement au chenal Anticosti, soit le nord de l'île.

MISE À JOUR DES INDICATEURS DE L'ÉTAT DES STOCKS

À la lumière des nouvelles unités d'évaluation proposées, les indicateurs de l'état des stocks ont été recalculés selon les nouvelles limites géographiques des unités d'évaluation des stocks. Puisque les données utilisées sont géoréférencées, il est donc possible d'avoir de nouveaux indicateurs représentatifs de ces unités proposées à partir de 1982 pour les débarquements et à partir de 1990 pour les indices de biomasse du relevé de recherche.

Pour les débarquements, la modification des unités d'évaluation des stocks concerne uniquement les unités de Sept-Îles et Anticosti. Les débarquements des unités Estuaire et Esquiman n'ont donc pas été modifiés à la suite de la nouvelle délimitation des unités d'évaluation. De la même manière, les indices de biomasses ont été modifiés pour les unités d'évaluation de Sept-Îles et Anticosti. De plus, ceux de Estuaire ont aussi été modifiés à partir de 2008 puisque la zone d'échantillonnage a été agrandie pour couvrir les strates de profondeur de 37 m à 183 m, ce qui correspond mieux à la zone de répartition actuelle de la crevette dans cette unité. Les indices de biomasse pour Esquiman demeureront inchangés.

DÉBARQUEMENTS

Les pêcheurs doivent remplir obligatoirement un journal de bord dans lequel ils décrivent leurs opérations de pêche. La position du site de pêche qui est notée par le pêcheur est utilisée pour identifier la zone de pêche à la crevette dans laquelle les opérations de pêche ont eu lieu. La position est exprimée en latitude et longitude ou encore par l'identification du quadrilatère de pêche (carré de 10 minutes par 10 minutes, Figure 12) selon le type de formulaire mis à la disposition de la flottille à laquelle appartient le pêcheur et selon l'année. Ainsi, depuis 1982, la presque totalité des captures est géoréférencée au minimum au niveau d'un quadrilatère de pêche.

Les données des journaux de bord consultées à partir des fichiers ZIFF (Zonal Interchange File Format) sont à la résolution notée dans le journal de bord et correspondent à une journée de pêche à un site donné. L'unité d'évaluation proposée a été assignée à chacune des captures du fichier ZIFF à partir du quadrilatère de pêche.

Il existe une légère différence entre la somme des captures des ZIFF et les statistiques officielles du MPO des débarquements par zone de pêche à la crevette [rapport canadien des contingents du golfe](#). Les statistiques officielles du MPO ont été utilisées comme référence, ce qui fait que les captures obtenues des fichiers ZIFF ont dû être ajustées proportionnellement

pour que la somme de ces dernières soit égale aux statistiques officielles. De plus, une deuxième correction a dû être faite aux données de capture puisque certaines données ne sont pas géoréférencées au niveau du quadrilatère, soit environ 17 % avant 1990 et moins de 1 % à partir de 1990. Cependant, lorsque l'on considère uniquement les unités d'évaluation de Sept-Îles et Anticosti, ces pourcentages diminuent à 5 % et 0 %, respectivement. Les captures géoréférencées ont donc été ajustées proportionnellement pour que la somme de ces dernières soit égale aux statistiques officielles. À la suite de ces corrections, les captures par quadrilatère ont été sommées par année pour les unités de gestion actuelles ainsi que pour les propositions d'unités d'évaluation des stocks. Ces débarquements par unité et par année sont présentés au tableau 2.

La modification des limites des unités d'évaluation concerne uniquement les unités de Sept-Îles et Anticosti pour ce qui est des débarquements (Figure 13). Les débarquements des unités Estuaire et Esquiman n'ont donc pas été modifiés à la suite de la nouvelle délimitation des unités. Puisque l'unité Sept-Îles a été agrandie au sud-est de l'île Anticosti, ses débarquements ont augmenté et à l'inverse, ceux d'Anticosti ont diminué. Ces modifications de débarquements concernent principalement la période de 1994 à 2006. Avant et après cette période, très peu de captures avaient été faites dans la partie au sud-est de l'île Anticosti.

Les débarquements de Sept-Îles sont augmentés entre 11 % et 61 %, et en moyenne de 34 % durant la période de 1994 à 2006. Durant la période précédant 1994 et après 2006, les débarquements ont augmenté en moyenne de moins de 1 %. À l'inverse, les débarquements de Anticosti ont diminué de 15 % à 78 %, et en moyenne de 47 % durant la période de 1994 à 2006. Durant la période précédant 1994 et après 2006, les débarquements ont diminué d'environ 1 %.

INDICES DE BIOMASSE DU RELEVÉ DU MPO

La biomasse totale et la variance d'estimation sont estimées par krigeage à partir d'une grille d'interpolation qui définit la zone d'étude du relevé du MPO. La méthode est présentée dans Bourdages *et al.* 2022b. Ces estimations sont faites annuellement pour chacune des unités d'évaluation selon la définition de l'unité de gestion actuelle et de la proposition de l'unité d'évaluation. Les résultats sont présentés aux tableaux 3 et 4 et à la figure 14.

Depuis 2008, la couverture du relevé de recherche du MPO dans la division 4T a été accrue dans la partie amont de l'estuaire maritime afin d'échantillonner les profondeurs comprises entre 37 et 183 m. Avant 2008, l'unité Estuaire n'était échantillonnée que pour les profondeurs de plus de 183 m. Une partie du stock n'était donc pas échantillonnée par le relevé. La nouvelle unité d'évaluation proposée pour Estuaire correspond à la zone échantillonnée par le relevé depuis 2008 qui est plus représentative de la biomasse de cette unité. La série chronologique débutera donc dorénavant en 2008. L'ajout de ces nouvelles strates moins profondes a fait augmenter la biomasse annuelle en moyenne de 684 %, soit des augmentations annuelles variant entre 56 % et 2 481 %. Les écarts sont plus prononcés ces dernières années puisque l'on observe un déplacement de la crevette vers des profondeurs moindres afin de retrouver des températures d'eau plus froide (Bourdages *et al.* 2022b).

Avec l'agrandissement de l'unité d'évaluation de Sept-Îles, les estimations de biomasses sont supérieures. Pour la période de 1994 à 2013, les augmentations varient entre 8 % et 44 %, avec une moyenne de 17 %. Tandis que pour les années 1990 à 1993 et 2014 à 2022, les biomasses sont comparables avec des augmentations de moins de 10 %. Puisque la surface de la zone d'étude qui est ajoutée à la proposition de l'unité d'évaluation de Sept-Îles provient de l'unité de gestion Anticosti, le contraire y est observé, à savoir que les biomasses sont

inférieures dans l'unité proposée. Pour la période de 1994 à 2013, les diminutions varient entre 13 % et 30 %, avec une moyenne de 21 %.

Les estimations pour Esquiman demeurent les mêmes puisqu'il n'y a pas de modification à l'unité d'évaluation.

CONCLUSION

Dans l'ENGSL, les sites où l'abondance des crevettes est plus élevée sont isolés spatialement les uns des autres. À la lumière des informations historiques de la répartition de l'effort de pêche et de la répartition de la crevette dans l'ENGSL, et d'une étude récente sur la génomique des populations, il est proposé de modifier les unités d'évaluation des stocks pour avoir une meilleure adéquation spatiale entre les indicateurs de l'état des stocks et les unités biologiques. En résumé, les modifications sont l'agrandissement de l'unité d'évaluation de Estuaire et le déplacement de la frontière séparant les unités de d'évaluation Sept-Îles et Anticosti au sud de l'île Anticosti.

Il a été possible de recalculer les débarquements et les indices de biomasse en fonction de ces nouvelles unités d'évaluation des stocks puisque ces informations étaient géoréférencées. Ainsi, les indicateurs ont été définis en fonction des meilleurs renseignements disponibles pour ces stocks. Il sera donc plus facile d'associer un PRL à un stock avec cette adéquation entre les échelles des unités d'évaluation et des unités biologiques.

Les prochains avis scientifiques seront formulés en se basant sur les nouvelles délimitations des unités d'évaluation de stocks présentées dans ce document, puis la délimitation spatiale des unités de gestion des stocks sera décidée par la gestion des pêches en consultation avec l'Industrie.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Bourdages, H., Brassard, C., Chamberland, J.-M., Desgagnés, M., Galbraith, P., Isabel, L. et Senay, C. 2022a. [Résultats préliminaires du relevé écosystémique d'août 2021 dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/011. iv + 96 p.
- Bourdages, H., Roux, M.-J., Marquis, M.-C., Galbraith, P. et Isabel, L. 2022b. [Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2021 : données de la pêche commerciale et du relevé de recherche](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/027. xv + 198 p.
- Cadrin, S.X. 2020. [Defining spatial structure for fishery stock assessment](#). Fish. Res. 221: 105397.
- CAFSAC. 1978. Invertebrates subcommittee report. CAFSAC, Advis. Doc. 78/2.
- CSCPCA. 1992. Évaluation des agrégations de crevettes du golfe du Saint-Laurent. CSCPCA, Doc. consult. 92/12.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Dumas, J., Shaw, J.-L., Caverhill, C., Lefavre, D. et Lafleur, C. 2022. [Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/034. iv + 85 p.
- MPO. 2011. [Points de référence conformes à l'approche de précaution pour la crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/062.

-
- MPO. 2022. [Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/006.
- MPO. 2023. [Avis scientifique concernant les lignes directrices sur les points de référence limites dans le cadre des dispositions relatives aux stocks de poissons](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/009.
- Poland, J.A., Brown, P.J., Sorrells, M.E., et Jannink, J.L. 2012. Development of high-density genetic maps for barley and wheat using a novel two-enzyme genotyping-by-sequencing approach. PLoS One 7(2). doi:10.1371/journal.pone.0032253.
- Savard, L. et Boudreau, M.-M. 1993. Compte-rendu du Colloque sur la crevette du golfe du Saint-Laurent, exploitation de la ressource. MPO région du Québec. Février 1993. 14 p.
- Savard L., Hurtubise S., et Sévigny J.M. 1993. [Les nouvelles unités de gestion de la pêche à la crevette nordique \(*Pandalus borealis*\) dans le nord du golfe du Saint-Laurent](#). MPO Pêches de l'Atl. Doc de Rech 93/21.
- Senay, C., Rousseau, S., Brûlé, C., Chavarria, C., Isabel, L., Parent, G.J., Chabot, D., et Duplisea, D. 2023. [État des stocks des sébastes \(*Sebastes mentella* et *S. fasciatus*\) de l'unité 1 en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/036. xii + 130 p.
- Waples, R.S., et Gaggiotti, O. 2006. [What is a population? An empirical evaluation of some genetic methods for identifying the number of gene pools and their degree of connectivity](#). Mol. Ecol. 15: 1419–1439.

TABLEAUX

Tableau 1. Partitionnement de la variance génétique en considérant les unités d'évaluation A) actuelles, B) proposées ou C) en considérant ZPC8 versus les autres unités (ZPC9,10,12). L'analyse de la variance génétique (AMOVA) a été effectuée sur les 249 locus adaptatifs. Un critère d'information corrigé d'Akaike (AICc) a été calculé pour chaque modèle.

Modèle	d.l.	SC	Variance	% variance expliquée	P
A) Unités d'évaluation actuelles (AICc = 327,656)					
Entre les unités	3	15,71	0,02	0,51	0,043
Dans les unités (erreur)	227	929,28	4,09	99,49	-
Total	230	944,99	4,11	-	-
B) Unités d'évaluation proposées (AICc = 327,235)					
Entre les unités	3	17,40	0,03	0,80	0,013
Dans les unités (erreur)	227	927,59	4,09	99,20	-
Total	230	944,99	4,12	-	-
C) Unité ZPC8 vs autres (AICc = 329,632)					
Entre les unités	1	7,73	0,03	0,78	0,002
Dans les unités (erreur)	229	937,26	4,09	99,22	-
Total	230	944,99	4,13	-	-

Tableau 2. Débarquement (t) par unité de gestion à la crevette selon la définition de 1993 (act.) et selon la nouvelle proposition (prop.) d'unités d'évaluation des stocks. En gras, les années où il y a une différence de plus de 1 %.

Année	Estuaire		Sept-Îles		Anticosti		Esquiman		Total	
	Act.	Prop.	Act.	Prop.	Act.	Prop.	Act.	Prop.	Act.	Prop.
1982	152	152	3774	3836	2464	2402	2111	2111	8501	8501
1983	158	158	3647	3711	2925	2861	2242	2242	8972	8972
1984	248	248	4383	4443	1336	1276	1578	1578	7545	7545
1985	164	164	4399	4418	2786	2767	1421	1421	8770	8770
1986	262	262	4216	4242	3340	3314	1592	1592	9410	9410
1987	523	523	5411	5430	3422	3403	2685	2685	12041	12041
1988	551	551	6047	6047	2844	2844	4335	4335	13777	13777
1989	629	629	6254	6281	4253	4226	4614	4614	15750	15750
1990	507	507	6839	6839	4723	4723	3303	3303	15372	15372
1991	505	505	6411	6447	4590	4554	4773	4773	16279	16279
1992	489	489	4957	4973	4162	4146	3149	3149	12757	12757
1993	496	496	5485	5654	4791	4622	4683	4683	15455	15455
1994	502	502	6165	7196	4854	3823	4689	4689	16210	16210
1995	486	486	6386	9177	4962	2171	4800	4800	16634	16634
1996	505	505	7014	11306	5469	1177	5123	5123	18111	18111
1997	549	549	7737	10551	6058	3244	5957	5957	20301	20301
1998	634	634	8981	10003	6932	5910	6554	6554	23101	23101
1999	646	646	9239	12487	7022	3774	6732	6732	23639	23639
2000	739	739	10160	13904	7941	4197	7396	7396	26236	26236
2001	832	832	10965	12709	5399	3655	7815	7815	25011	25011
2002	799	799	11493	16108	8638	4023	8250	8250	29180	29180
2003	796	796	11357	16645	8742	3454	6773	6773	27668	27668
2004	1033	1033	15932	20790	10429	5571	8593	8593	35987	35987
2005	1001	1001	12793	17664	8047	3176	8867	8867	30708	30708
2006	1029	1029	15312	19013	8754	5053	8957	8957	34052	34052
2007	1022	1022	15645	16464	10180	9361	9208	9208	36055	36055
2008	1017	1017	15972	16325	9635	9282	9110	9110	35734	35734
2009	993	993	15873	16074	9644	9443	9473	9473	35983	35983
2010	906	906	15756	15768	10099	10087	9541	9541	36302	36302
2011	880	880	14376	14646	9831	9561	9177	9177	34264	34264
2012	956	956	12516	12596	8267	8187	10244	10244	31983	31983
2013	1117	1117	14217	14227	7681	7672	9149	9149	32165	32165
2014	984	984	12416	12440	8738	8714	8408	8408	30546	30546
2015	1075	1075	12415	12425	9171	9161	8220	8220	30882	30882
2016	1027	1027	12139	12141	8681	8680	7081	7081	28928	28928
2017	899	899	6939	6946	6935	6928	7024	7024	21797	21797
2018	214	214	4175	4189	6300	6285	5971	5971	16660	16660
2019	199	199	3999	4012	6861	6848	5981	5981	17040	17040
2020	570	570	5096	5101	6187	6182	5992	5992	17845	17845
2021	579	579	4970	4982	6245	6233	5535	5535	17329	17329
2022*	497	497	3905	3909	3720	3717	4253	4253	12376	12376

* 2022 : en date du 1^{er} février 2023

Tableau 3. Biomasse totale (t) du stock des unités d'évaluation Estuaire, Sept-Îles et Anticosti selon la définition de 1993 (actuelle) et selon la nouvelle proposition.

Année	Estuaire		Sept-Îles		Anticosti	
	Actuelle	Proposition	Actuelle	Proposition	Actuelle	Proposition
1990	2011	-	31030	31876	37064	36219
1991	2219	-	41295	43085	23701	21921
1992	1803	-	17436	18721	24984	23703
1993	1486	-	23500	25059	16505	14946
1994	2088	-	28994	33280	16016	11738
1995	344	-	29351	42234	42574	29705
1996	2862	-	40025	56384	74124	57799
1997	1764	-	52690	63678	46584	35615
1998	727	-	62366	72954	38278	27722
1999	3015	-	56187	66432	41669	31433
2000	3371	-	82987	97237	57412	43173
2001	1858	-	71043	80373	39373	30051
2002	1526	-	78920	87112	61638	53461
2003	3343	-	170437	194798	101171	76818
2004	2893	-	111739	122603	68470	57621
2005	2385	-	86361	99604	83311	70071
2006	1947	-	74851	82834	50523	42543
2007	3482	-	99025	111330	85211	72908
2008	2578	10715	88057	98036	38827	28806
2009	1653	9991	70712	77601	53005	46250
2010	1798	7898	66526	79335	51060	38396
2011	2733	7266	45266	53437	30090	21798
2012	3185	7993	66831	72122	33847	28490
2013	1806	6764	51608	57732	35086	28870
2014	5437	10940	78809	84446	39553	33538
2015	3446	5381	66613	69187	37332	34482
2016	1410	7486	43745	44593	21708	20736
2017	406	2420	20861	21691	27423	26617
2018	268	6924	14767	14972	19272	19170
2019	4148	9742	19869	20942	19304	18904
2020	374	2315	27146	27459	21170	20946
2021	633	12949	11840	11967	15674	15382
2022	1043	25504	3798	4143	9191	8924

Tableau 4. Biomasse du stock (t) estimée par krigeage par unité d'évaluation de stock proposée et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).

Estuaire (ZPC 12)

Année	Mâle	Femelle	Totale	> 17 mm	Primipare	Multipare
2008	1800	8889	10715	10438	-	-
2009	2665	7319	9991	8873	3247	4072
2010	3415	4484	7898	6537	2962	1523
2011	3529	3724	7266	6515	1840	1883
2012	3104	4930	7993	7636	3629	1301
2013	1434	5033	6764	6111	4075	957
2014	3380	6945	10940	9292	6584	361
2015	1654	3730	5381	4340	3376	353
2016	2840	4480	7486	7116	3241	1239
2017	1010	1413	2420	2125	916	497
2018	2998	3742	6924	6258	2888	854
2019	3098	6742	9742	9818	2645	4096
2020	765	1603	2315	2199	795	808
2021	5267	6286	12949	11133	2216	4070
2022	7239	18758	25504	25769	6724	12034

À partir de 2008, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

Sept-Îles (ZPC 10)

Année	Mâle	Femelle	Totale	> 17 mm	Primipare	Multipare
1990	11837	20046	31876	31401	10041	10006
1991	17430	24309	43085	39093	8194	16115
1992	7041	11410	18721	15777	6366	5044
1993	10587	14161	25059	21884	11952	2209
1994	12719	20557	33280	30363	16885	3673
1995	16842	25392	42234	40859	22247	3145
1996	20264	36151	56384	54300	26648	9503
1997	27611	36246	63678	60235	29291	6955
1998	19097	53886	72954	71786	43589	10297
1999	26469	39999	66432	60041	34080	5920
2000	33963	63103	97237	96091	52857	10246
2001	40831	40473	80373	74482	-	-
2002	31848	56262	87112	86750	-	-
2003	94838	100060	194798	189776	-	-
2004	45274	77528	122603	119822	-	-
2005	31674	67992	99604	97002	-	-
2006	20856	61518	82834	81197	-	-
2007	32443	78406	111330	107946	-	-
2008	29405	68541	98036	93954	-	-
2009	33455	43971	77601	71173	20212	23759
2010	26321	53322	79335	74597	33198	20123
2011	18340	34880	53437	51021	19359	15521
2012	38444	33486	72122	69525	24587	8899
2013	22079	34682	57732	55447	27095	7586
2014	30208	54356	84446	81598	51007	3348
2015	26373	42617	69187	66852	38260	4357

Année	Mâle	Femelle	Totale	> 17 mm	Primipare	Multipare
2016	16168	27751	44593	41846	17363	10388
2017	8278	13737	21691	20669	9953	3784
2018	5257	9697	14972	13465	3611	6086
2019	9909	11025	20942	20384	5619	5406
2020	12349	15657	27459	26445	7263	8394
2021	5442	6513	11967	11384	3918	2594
2022	1107	3113	4143	4037	1445	1668

Anticosti (ZPC 9)

Année	Mâle	Femelle	Totale	> 17 mm	Primipare	Multipare
1990	18459	18131	36219	33886	12399	5732
1991	9051	12721	21921	21099	7219	5502
1992	11782	12124	23703	21779	7951	4173
1993	9060	5962	14946	12090	5041	921
1994	6152	5597	11738	10859	4477	1120
1995	14071	14916	29705	25227	13221	1695
1996	24263	33302	57799	54669	28011	5291
1997	16723	19185	35615	30561	17547	1638
1998	9836	18469	27722	28018	15846	2623
1999	13049	18306	31433	27779	14052	4254
2000	14706	28424	43173	41031	23555	4869
2001	12443	17107	30051	26624	-	-
2002	24929	29067	53461	47944	-	-
2003	37909	39531	76818	67670	-	-
2004	23919	33335	57621	51598	-	-
2005	26292	43886	70071	69213	-	-
2006	15850	26047	42543	39495	-	-
2007	24627	48735	72908	67941	-	-
2008	12283	16643	28806	25870	-	-
2009	24832	20602	46250	36374	12750	7852
2010	19821	18765	38396	34624	9255	9510
2011	6423	15488	21798	20653	10456	5032
2012	10478	18589	28490	26948	13591	4998
2013	8779	19680	28870	27231	15726	3954
2014	15457	18453	33538	29158	15514	2938
2015	14297	20721	34482	31149	19255	1465
2016	7633	13246	20736	18831	9947	3299
2017	10833	15609	26617	23125	11372	4237
2018	7334	11669	19170	15952	6944	4725
2019	8868	10050	18904	16120	5300	4751
2020	9037	13031	20946	19105	7770	5261
2021	5846	9126	15382	13907	6202	2924
2022	3259	5715	8924	8394	2360	3355

Esquiman (ZPC 8)

Année	Mâle	Femelle	Totale	> 17 mm	Primipare	Multipare
1990	7577	13010	20358	20004	10568	2443
1991	5999	9219	15336	14906	4787	4433
1992	2989	6547	9490	9235	5348	1200

Année	Mâle	Femelle	Totale	> 17 mm	Primipare	Multipare
1993	3697	3465	9116	6590	2151	1314
1994	5678	6334	11988	11369	5356	978
1995	10820	10590	21198	19503	8947	1643
1996	10652	9652	20525	18026	6821	2831
1997	24167	22428	46764	39676	15940	6488
1998	11858	15537	27492	26317	13274	2263
1999	14721	14806	33550	24567	9651	5155
2000	14204	17355	31272	29543	12617	4738
2001	14631	14635	29755	23156	-	-
2002	6378	7027	13395	12413	-	-
2003	28240	32297	60250	52835	-	-
2004	14059	24825	38719	35922	-	-
2005	19290	27601	46872	45792	-	-
2006	23085	27401	50305	42401	-	-
2007	16743	14968	31708	25859	-	-
2008	15936	13784	29685	25211	-	-
2009	17694	17361	35140	31350	12076	5285
2010	14481	18367	32947	31153	7343	11024
2011	20206	26904	47211	42062	19370	7534
2012	14647	16422	31079	26155	12255	4167
2013	14075	21347	35399	33804	17795	3552
2014	15591	15525	31002	28972	12737	2788
2015	9659	12790	22056	20114	8695	4095
2016	12861	12363	25432	23744	8527	3836
2017	8004	11312	18996	18587	6595	4717
2018	4125	13170	17478	16177	6121	7049
2019	9744	13440	23251	21419	7766	5675
2020	3313	8105	11470	10624	5004	3101
2021	5515	9039	14404	13859	4775	4264
2022	2734	8995	11619	11267	4154	4841

FIGURES

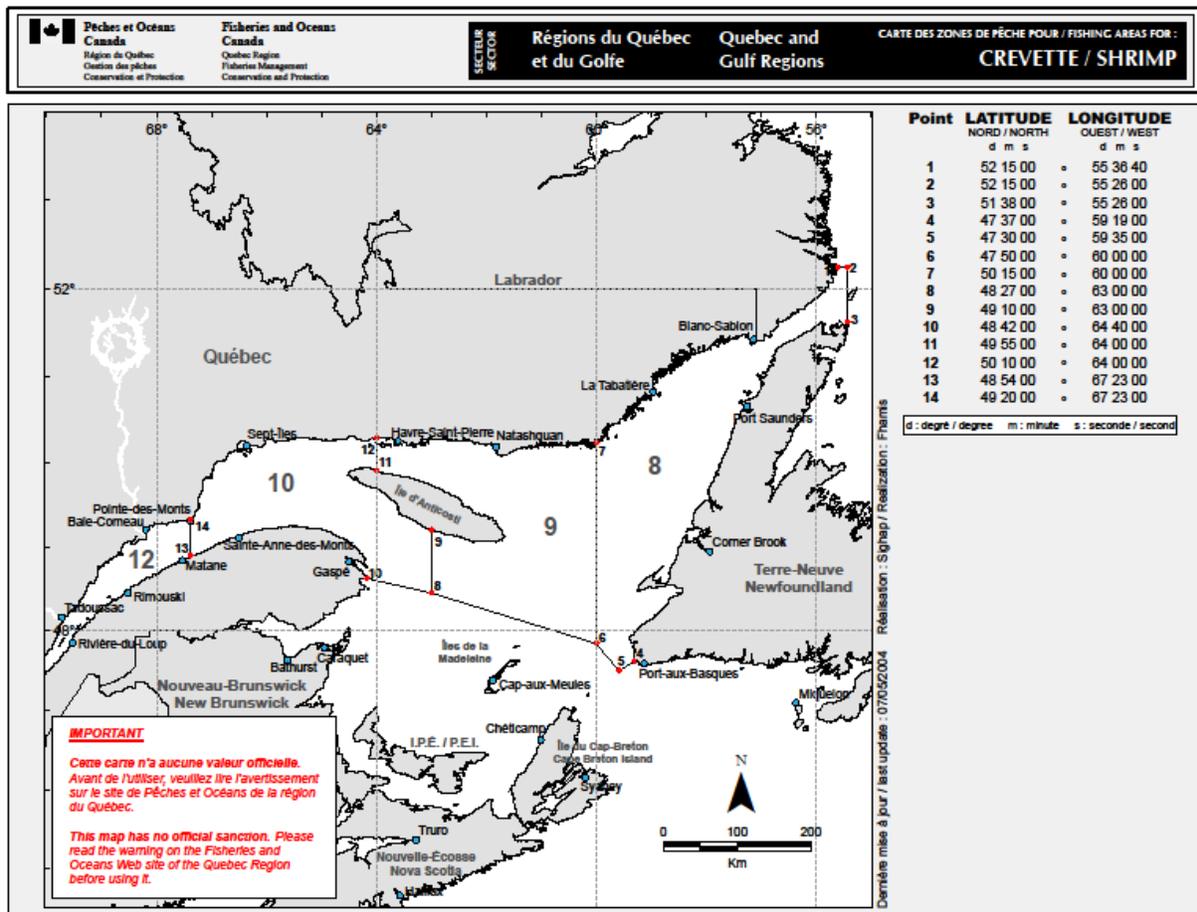


Figure 1. Unités de gestion (zones de pêche à la crevette) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent telles que définies depuis 1993 : Estuaire (ZPC 12), Sept-Îles (ZPC 10), Anticosti (ZPC 9) et Esquiman (ZPC 8).

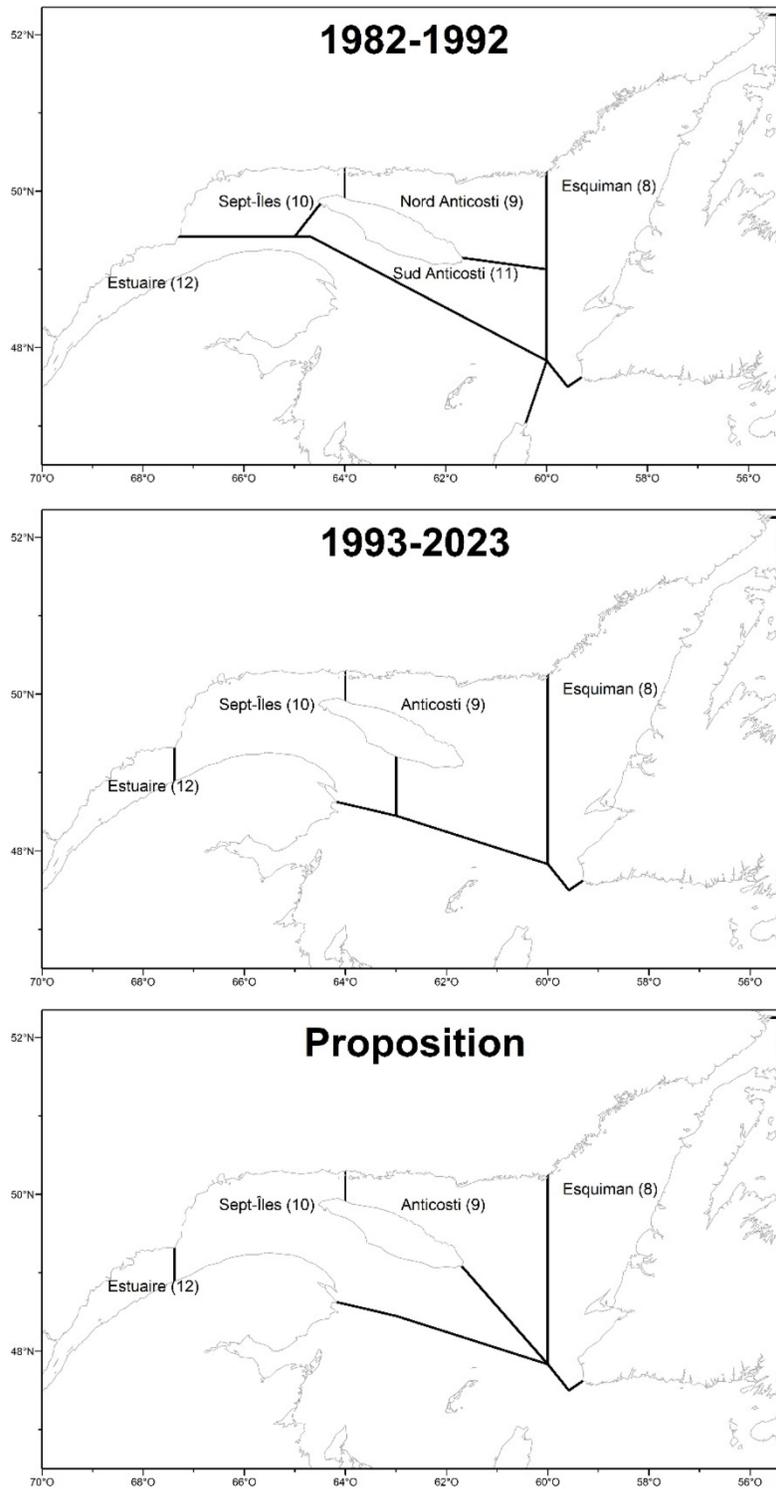


Figure 2. Zones de pêche à la crevette de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent telles que définies durant les périodes 1982 à 1992, de 1993 à 2023 et la nouvelle proposition de délimitation.

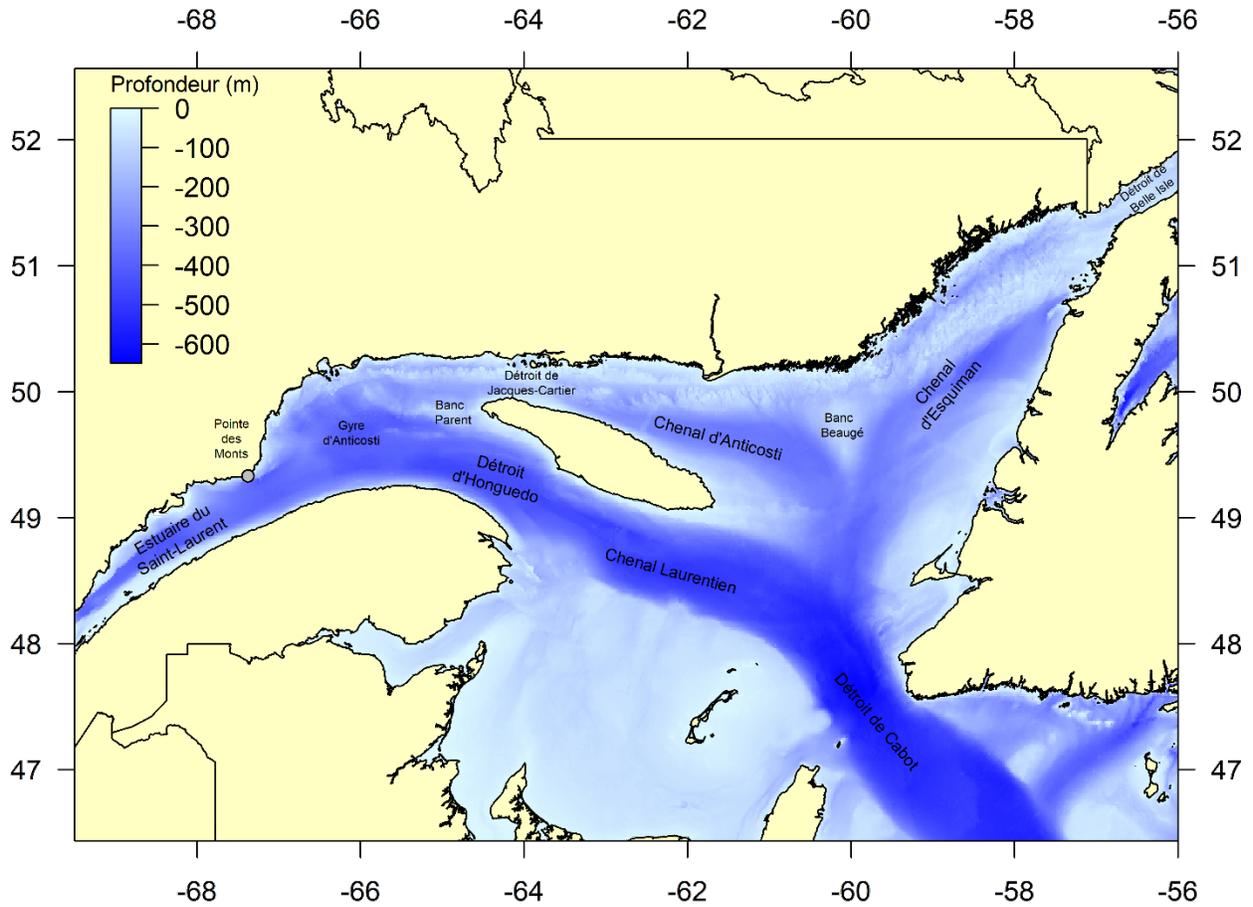


Figure 3. Bathymétrie de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et lieux géographiques mentionnés dans le texte.

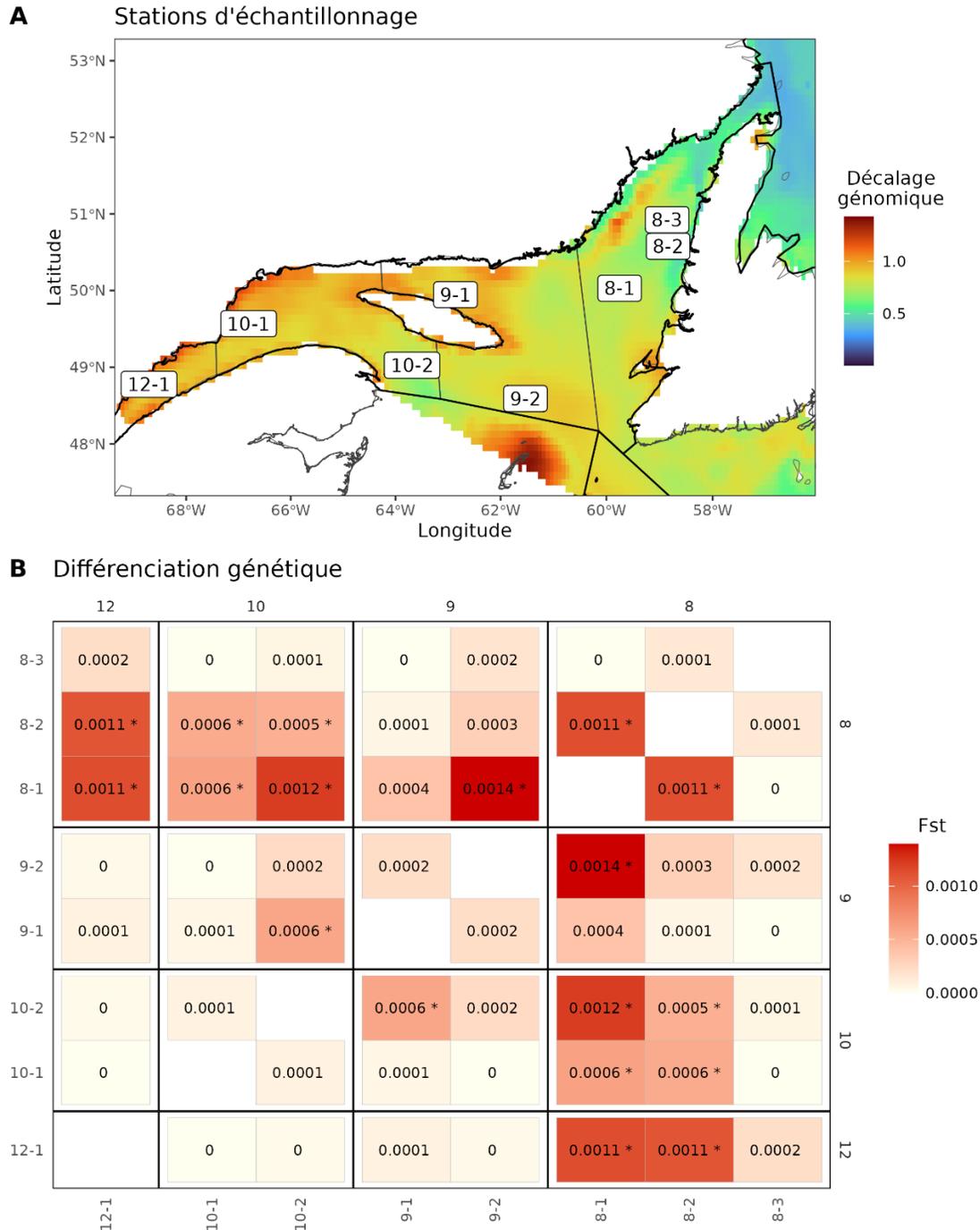


Figure 4. Stations d'échantillonnage, décalage génomique et différenciation génétique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. A) Répartition des huit stations d'échantillonnage au travers du décalage génomique prédit. Les lignes séparent les différentes unités d'évaluations actuelles. B) Mesure de différenciation (F_{st}) calculée entre toutes les stations. Les astérisques (*) indiquent des valeurs de F_{st} significativement différentes de 0.

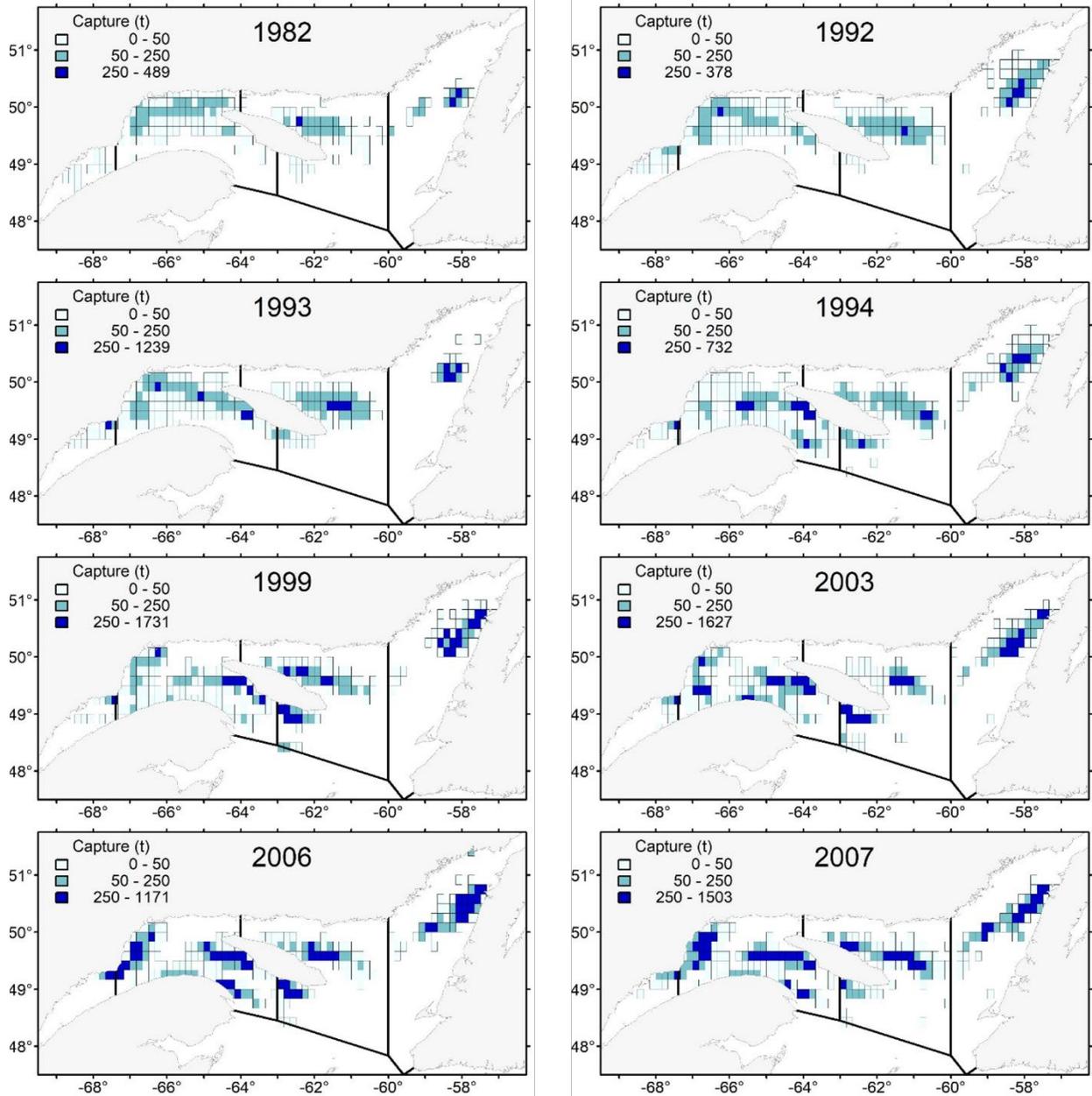


Figure 5. Capture (t) par quadrilatère de pêche pour certaines années d'intérêts (panneaux).

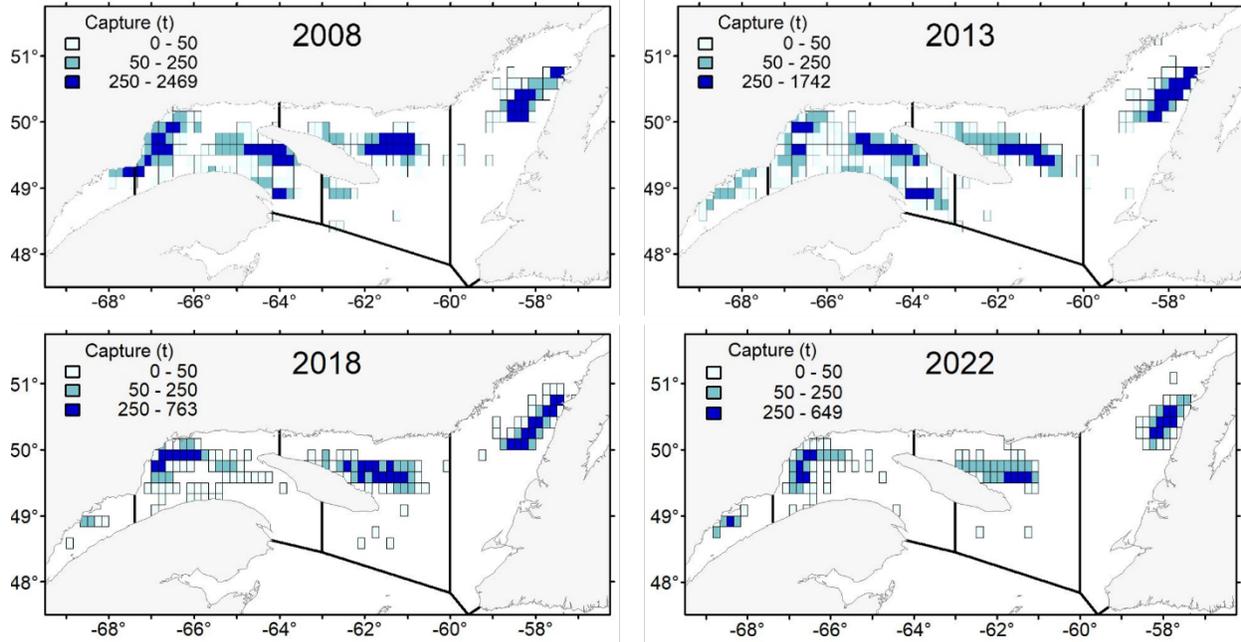


Figure 5. Suite.

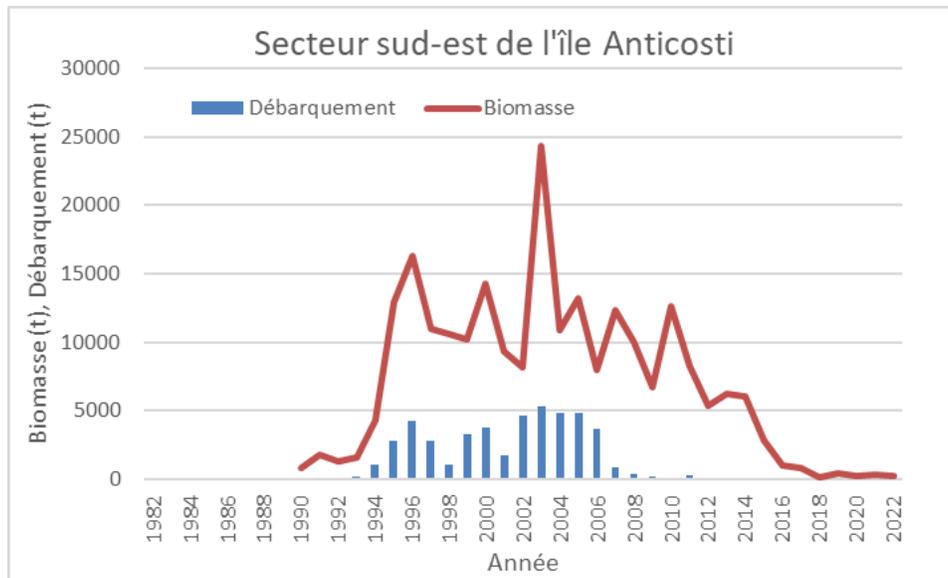


Figure 6. Débarquements et biomasse estimée de crevette nordique dans le secteur au sud-est de l'île Anticosti, soit le secteur concerné par la modification de la délimitation entre les unités de Sept-Îles et Anticosti.

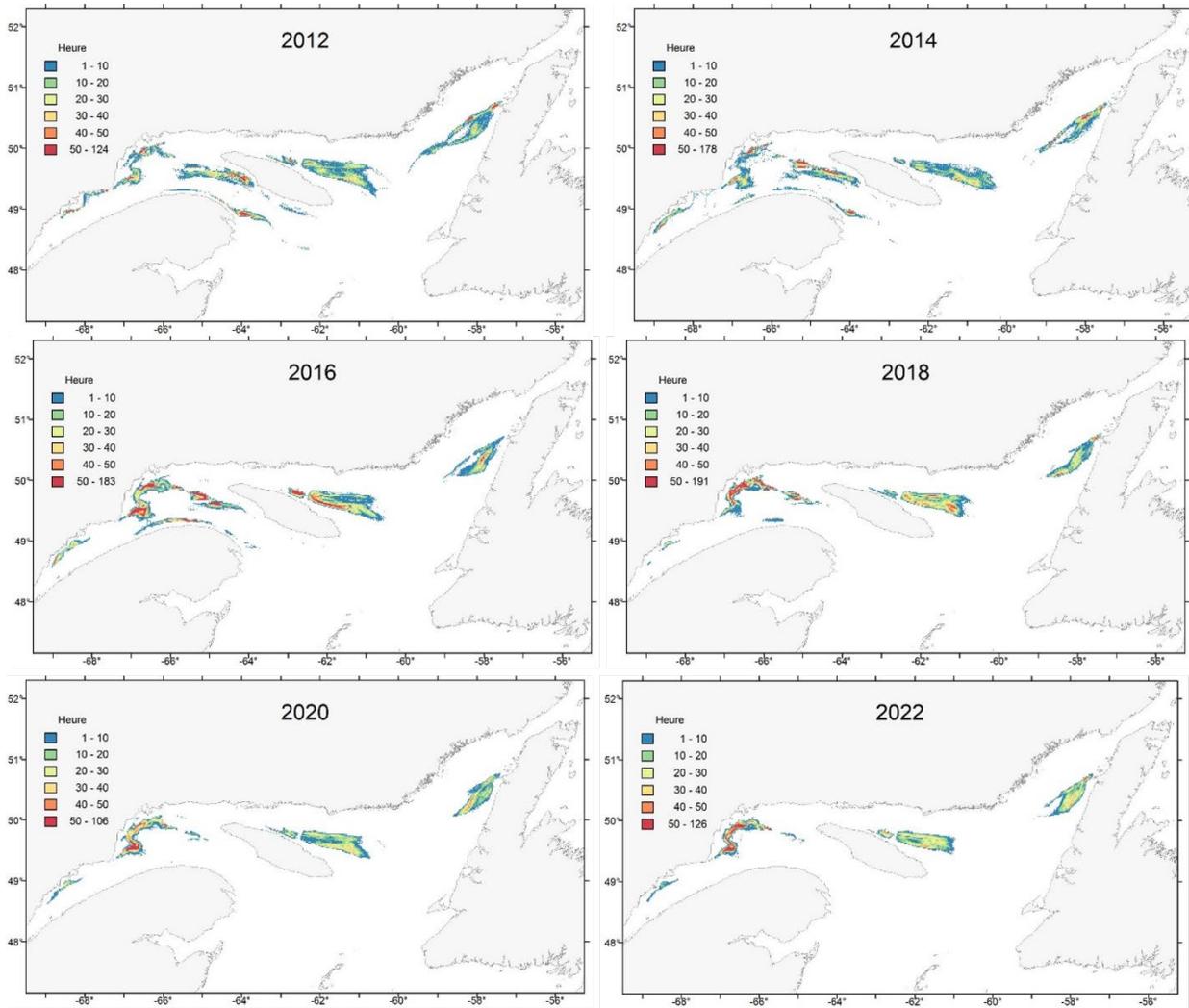


Figure 7. Distribution de l'effort de pêche des crevettiers dans le golfe du Saint-Laurent de 2012 à 2022 (seulement les années paires sont présentées) selon les données du système de suivi des navires (SSN), nombre d'heures en situation de pêche dirigée à la crevette par carré de 1 minute.

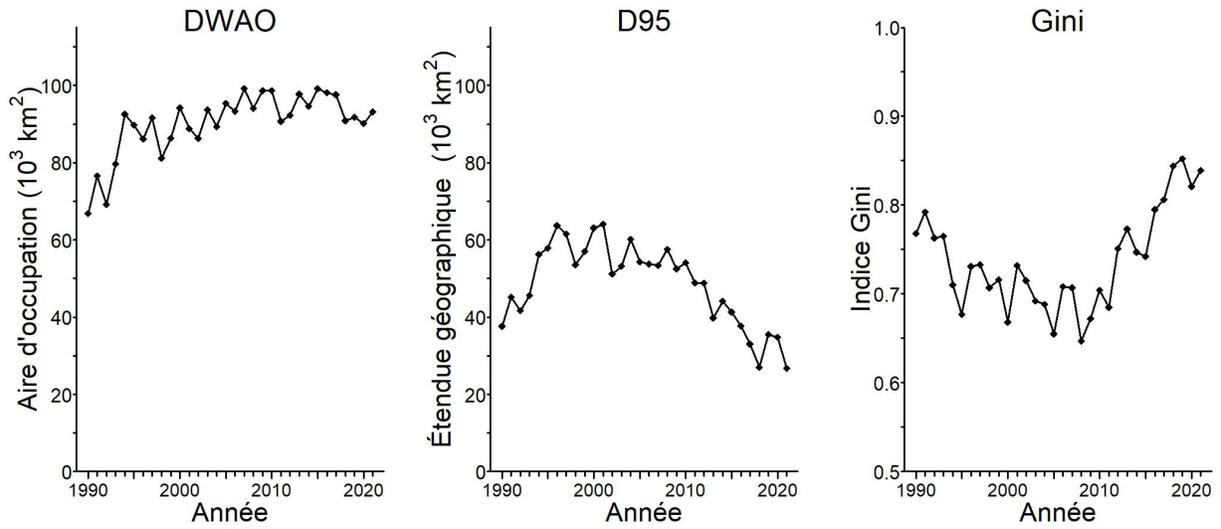


Figure 8. Indices de répartition spatiale de la crevette dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent : 1) DWAO, aire d'occupation pondérée, 2) D95, surface minimale où se concentrent 95 % de la biomasse et 3) indice Gini. La surface totale de l'aire d'étude est de 116 115 km².

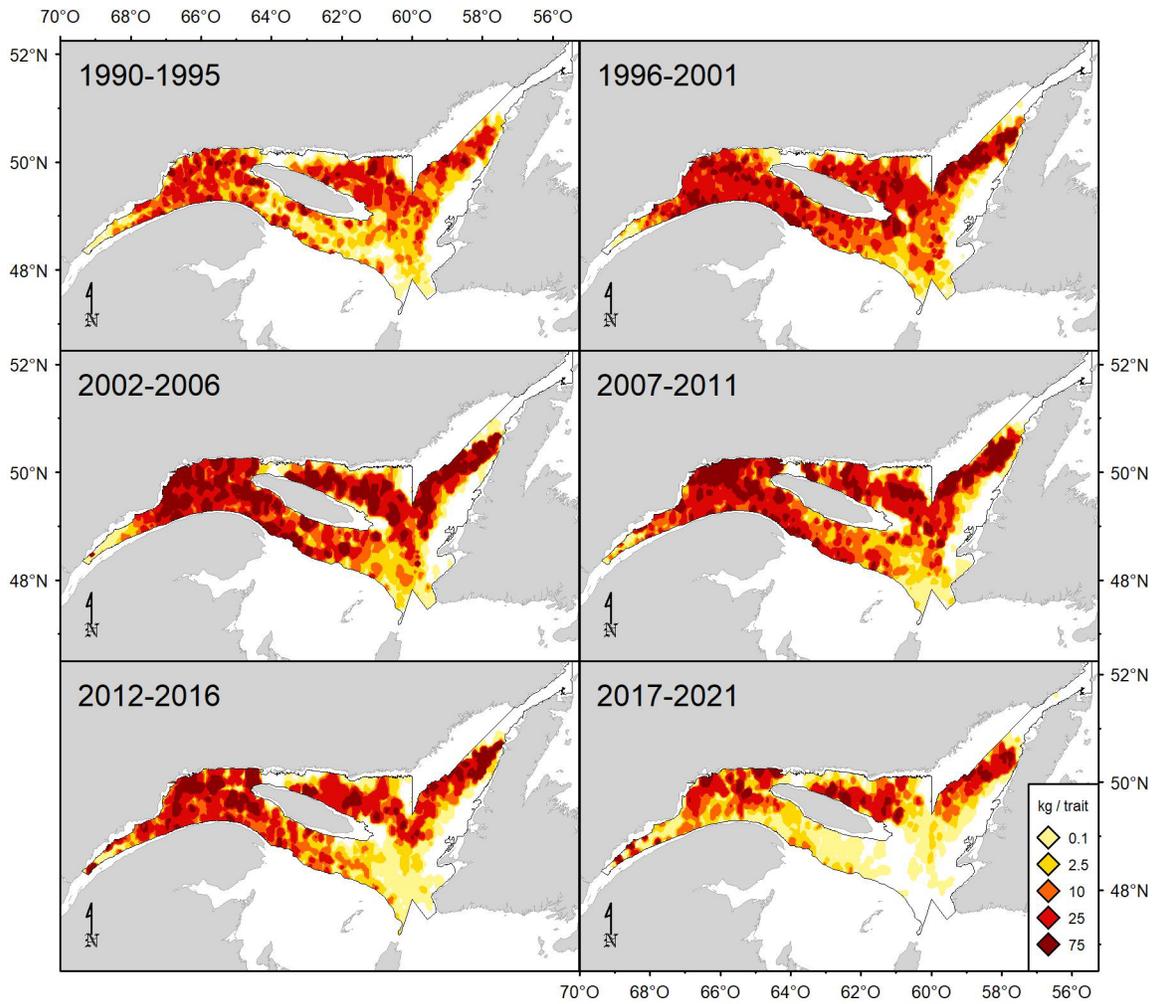


Figure 9. Distribution des taux de capture (kg/trait de 15 min) de crevette nordique lors du relevé de recherche du MPO du mois d'août.

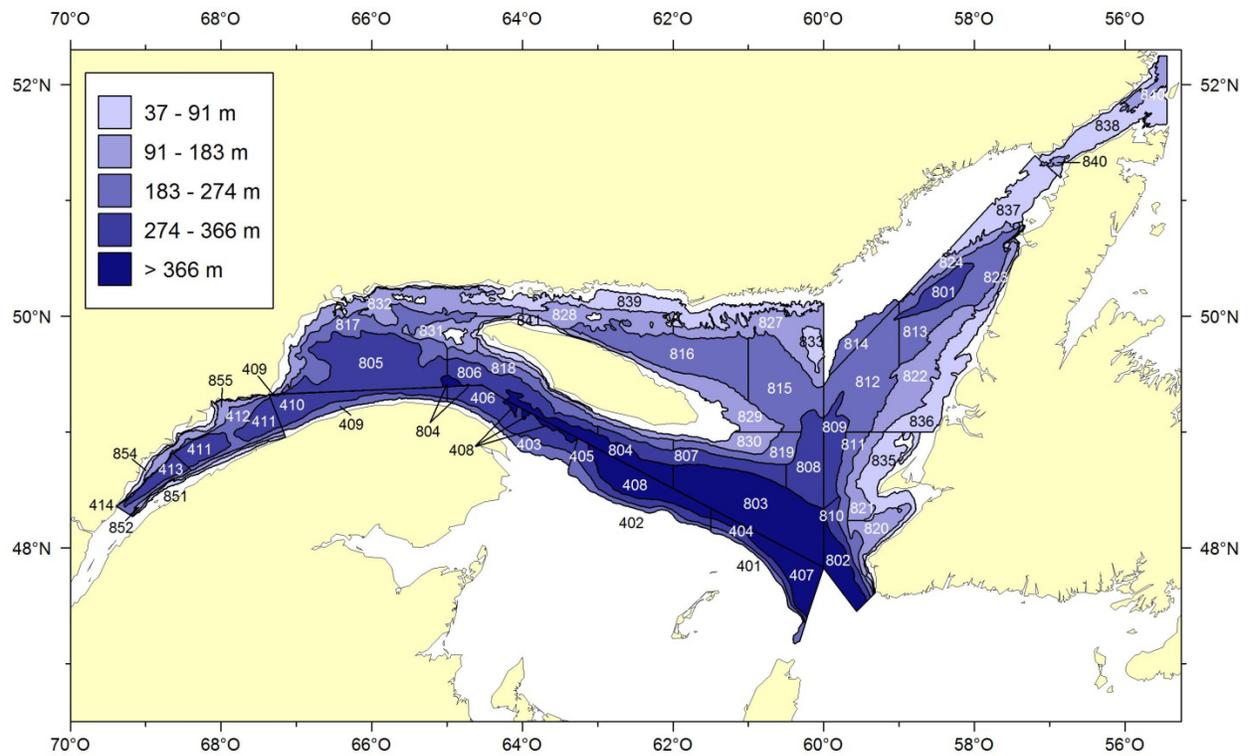


Figure 10. Schéma de stratification utilisée pour le relevé de recherche sur les poissons de fond et la crevette dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent.

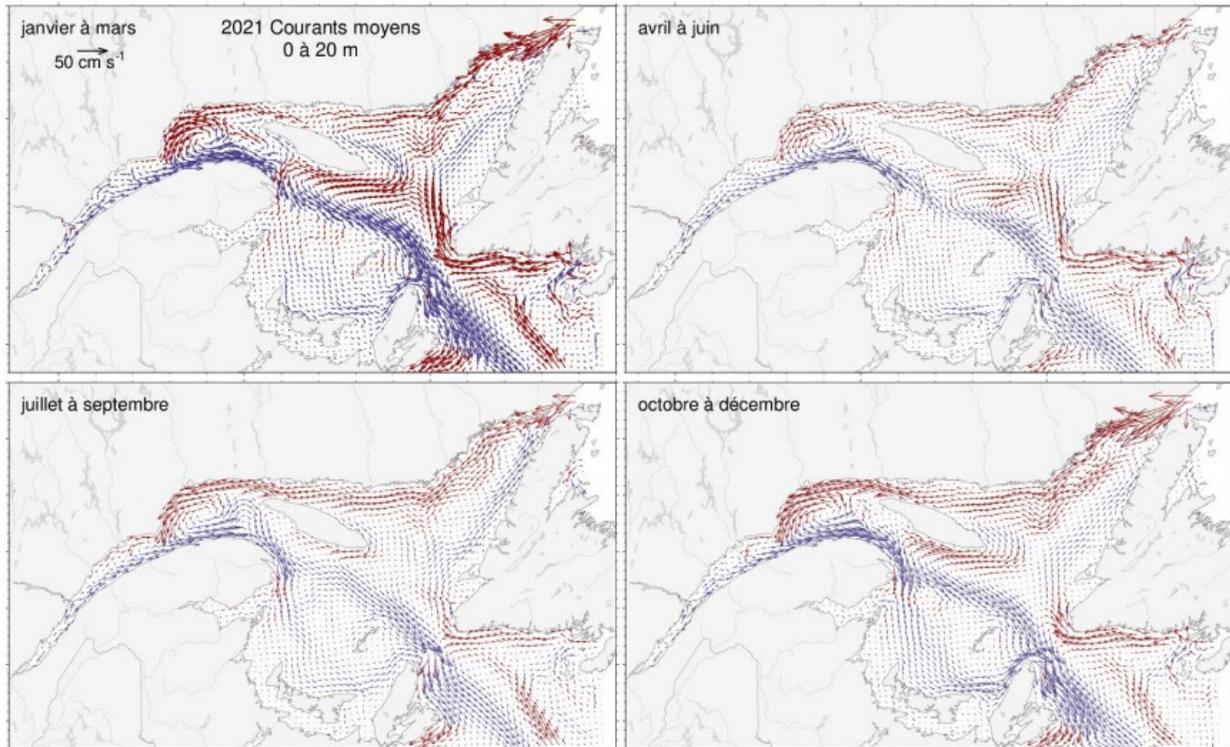


Figure 11. Courants moyennés de 0 à 20 m pour chaque période de trois mois en 2021. Les vecteurs tracés en bleu vont vers l'est et ceux qui sont tracés en rouge vers l'ouest. Tirée de Galbraith et al. 2022.

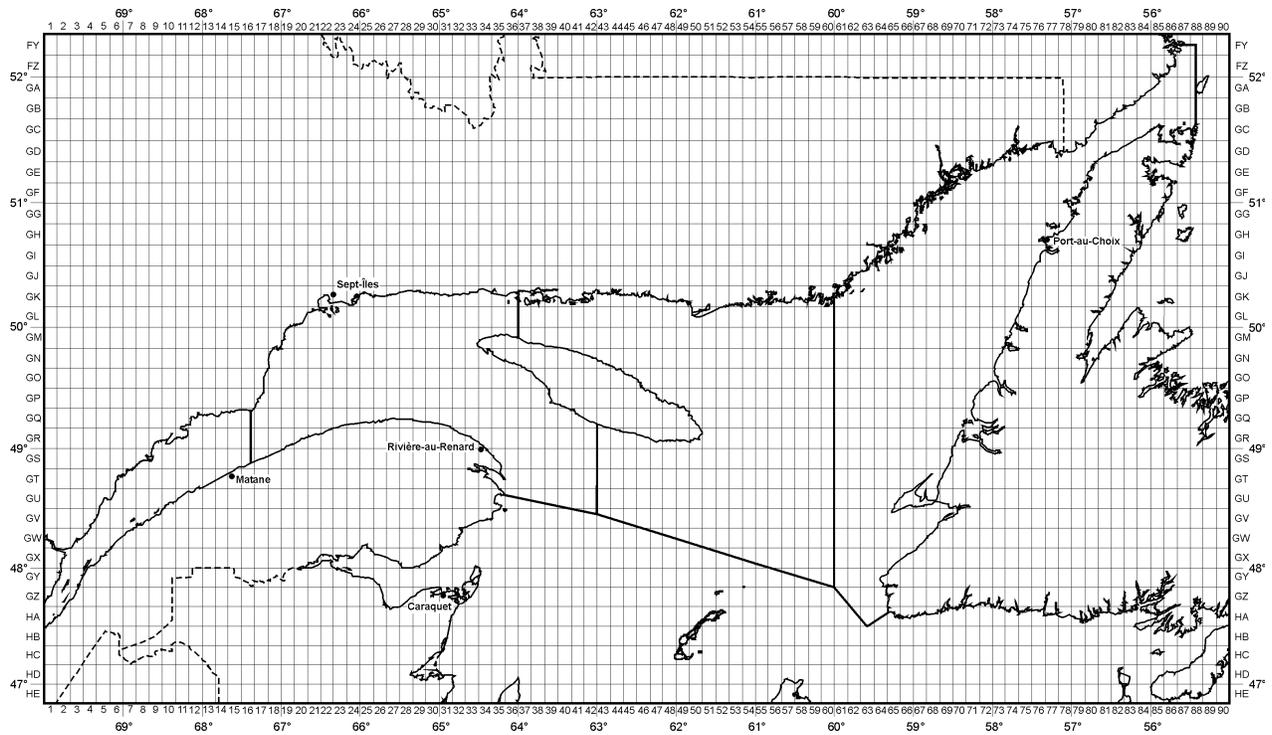


Figure 12. Quadrilatères de pêche (carrés de 10 minutes de longitude par 10 minutes de latitude) utilisés pour répertorier spatialement l'effort de pêche dans l'Atlantique canadien.

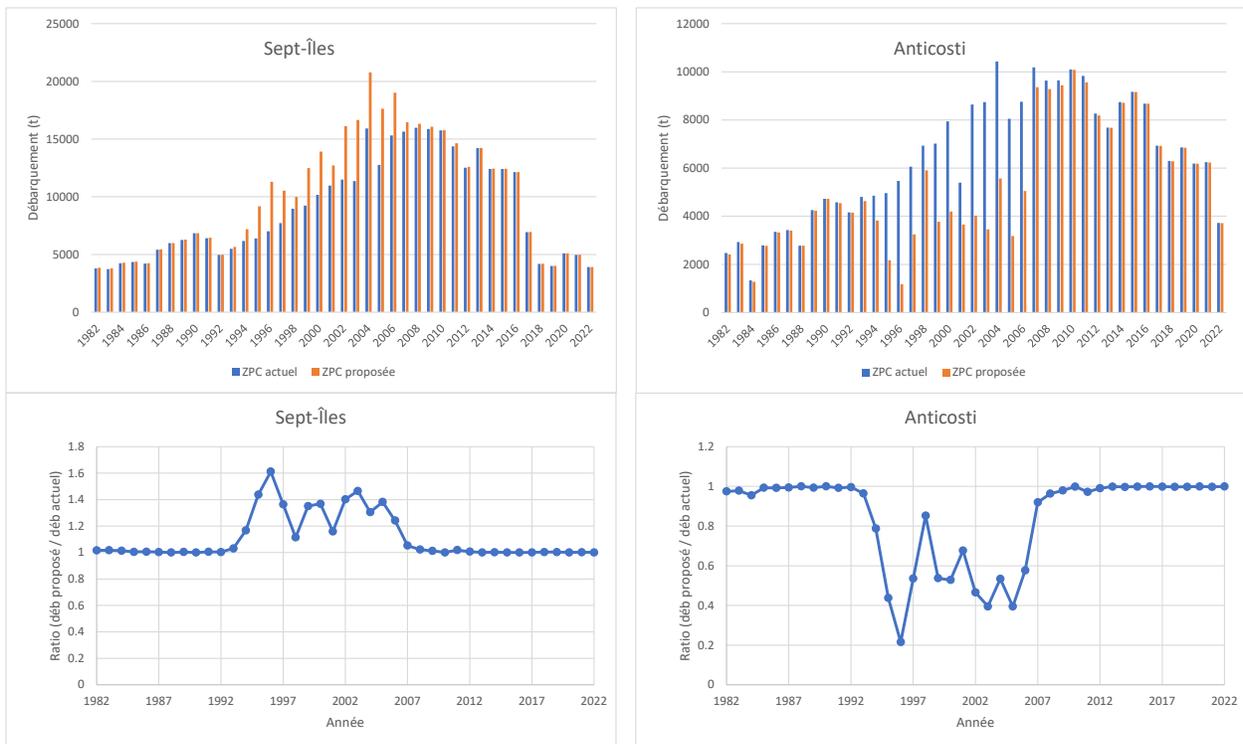


Figure 13. Débarquements pour les unités d'évaluation de Sept-Îles et Anticosti selon la délimitation actuelle et proposée (haut). Ratio entre les débarquements dans les unités proposées et actuelles (bas).

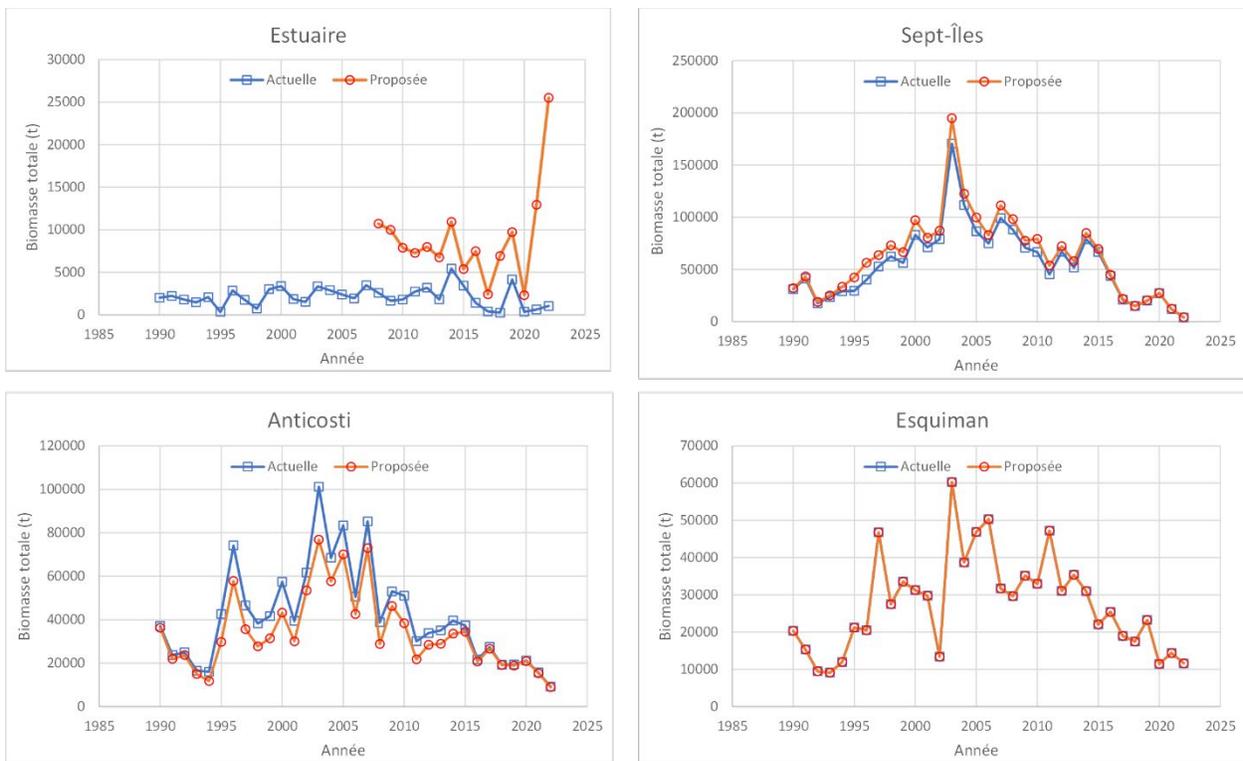


Figure 14. Biomasse estimée selon les unités d'évaluation actuelles et proposées.