



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2024/032

Région du Golfe

Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (ZPC 12, 12E, 12F and 19) en 2023

Tobie Surette et Joël Chassé

Direction des sciences, région du Golfe
Pêches et Océans Canada
343 Avenue de l'Université
Moncton, NB E1C 5K4

Avant-propos

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

Publié par :

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

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



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

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-71417-2 N° cat. Fs70-5/2024-032F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Surette, T. et Chassé, J. 2024. Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (ZPC 12, 12E, 12F et 19) en 2023. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/032. v + 43 p.

Also available in English :

Surette, T. and Chassé, J. 2024. Southern Gulf of St. Lawrence (CFAs 12, 12E, 12F And 19) Snow Crab (*Chionoecetes Opilio*) Stock Assessment in 2023. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2024/032. v + 41 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	v
1. INTRODUCTION	1
1.1. BIOLOGIE	1
1.2. PÊCHE ET GESTION	1
1.3. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION.....	2
2. MÉTHODES DU RELEVÉ	2
2.1. PLAN SPATIAL	2
2.2. PROTOCOLES DE PÊCHE ET D'ÉCHANTILLONNAGE.....	3
2.3. RELEVÉ DE 2023	3
3. MÉTHODES.....	4
3.1. CATÉGORIES BIOLOGIQUES.....	4
3.2. RENDEMENT DE LA PÊCHE.....	5
3.3. STANDARDISATION DES CAPTURES	5
3.4. COMPOSITION DU STOCK	6
3.5. ABONDANCE ET BIOMASSE	6
3.6. TAUX DE SURVIE ET D'EXPLOITATION DU CRABE COMMERCIAL	6
3.7. ANALYSE DE RISQUE ET OPTIONS DE PRISES	6
3.8. INDICES DE L'HABITAT DU CRABE DES NEIGES	7
4. RÉSULTATS.....	7
4.1. RENDEMENT DE LA PÊCHE.....	7
4.2. COMPOSITION DU STOCK	7
4.2.1. Distribution des tailles du relevé	7
4.2.2. Biomasse commerciale	8
4.2.3. Distribution spatiale du crabe de taille commerciale	9
4.2.4. Stock reproducteur.....	9
4.2.5. Recrutement dans la population	10
4.2.6. Recrutement dans la pêche	10
4.3. TAUX D'EXPLOITATION COMMERCIALE ET TAUX DE SURVIE.....	11
4.4. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES.....	11
4.4.1. Température de l'eau	11
4.4.2. Indices de l'habitat	12
4.4.3. Températures occupées par le crabe des neiges	12
5. APPROCHE DE PRÉCAUTION	12
5.1. POINTS DE RÉFÉRENCE.....	12
5.2. ANALYSE DES RISQUES	13
6. DISCUSSION.....	14
6.1. PUE STANDARDISÉES.....	14
6.2. INCERTITUDES SUR LES INDICATEURS DE L'ÉTAT DU STOCK	14

6.3. DYNAMIQUES RÉCENTES DES RECRUES À LA PÊCHE	14
6.4. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES	15
7. CONCLUSION	15
8. REMERCIEMENTS	16
9. RÉFÉRENCES	16
10. TABLEAUX	19
11. FIGURES	23

RÉSUMÉ

L'état du stock de crabe des neiges (*Chionoectes opilio*) du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) en 2023 se situe dans la zone saine selon l'Approche de Précaution (AP). Une biomasse commerciale de 67 703 tonnes (t) est prédite pour 2024. Le recrutement à la pêche est estimé à 44 484 t, tandis que la biomasse résiduelle est estimée à 24 393 t. Selon la règle de décision pour ce stock, l'estimé de la biomasse commerciale correspondrait à un taux d'exploitation cible de 38,59 % et à une option de capture de 26 126 t pour la pêche de 2024. Pour cette option de capture, une analyse de risque indique qu'il y a une très faible probabilité que la biomasse résiduelle soit inférieure au point de référence limite et une très forte probabilité que la biomasse du stock commercial de 2024 reste au-dessus du point de référence supérieur du stock. L'abondance du stock reproducteur de femelles reste à des niveaux élevés. Le recrutement de la population a diminué à des niveaux moyens. Le réchauffement des températures des eaux profondes demeure une source de préoccupation puisque des baisses de densité de crabes dans les zones situées le long des marges du sGSL ont été observées ces dernières années.

1. INTRODUCTION

Le crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) est une espèce d'eau froide commune que l'on retrouve dans de nombreuses régions nordiques, du Groenland à l'Europe du Nord, au Japon, à la mer de Béring et à l'est du Canada. Au Canada, les populations de crabe des neiges sont présentes au large des côtes de la Nouvelle-Écosse, au large de Terre-Neuve et Labrador, ainsi que dans les parties nord et sud du golfe du Saint-Laurent.

La population de crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est naturellement limitée par les températures côtières chaudes au sud et à l'ouest et par les eaux chaudes et profondes du chenal Laurentien au nord-est (figure 1). Elle demeure dans la zone de la couche d'eau intermédiaire froide (CIF). La population de crabe des neiges du sGSL peut être considérée comme étant un seul stock, bien qu'il y ait certains échanges entre les populations de crabe des neiges du nord et du sud (Biron *et al.* 2008) et qu'il y a présence de larves dérivant librement en provenance de la population du Québec au nord (Puebla *et al.* 2008).

1.1. BIOLOGIE

Le crabe des neiges est un crustacé; son corps plat, presque circulaire, est doté de cinq paires de pattes. La croissance du crabe des neiges se passe par un processus appelé la mue, au cours duquel l'ancienne carapace dure est abandonnée, laissant apparaître une nouvelle carapace molle pour une période de 8 à 10 mois. Le crabe des neiges ne mue pas tout au long de sa vie; il a une mue finale, ou terminale, après laquelle il atteint la pleine maturité sexuelle (Conan and Comeau 1986; Comeau and Conan 1992). Les mâles sexuellement matures développent de grosses pinces et la largeur de leur carapace (LC) varie de 40 à 150 mm. Les femelles sexuellement matures, pour leur part, développent un abdomen plus large qui leur servira à porter leurs œufs et la LC varie de 40 à 95 mm. Les femelles produisent des œufs qu'elles portent sous leur abdomen pendant environ deux ans dans le sGSL (Moriyasu and Lanteigne 1998). Les œufs éclosent habituellement à la fin du printemps ou au début de l'été et les larves nouvellement écloses dérivent pendant 12 à 15 semaines dans la colonne d'eau avant de s'établir au fond. Les crabes des neiges mâles atteignent la taille commerciale (LC 95 mm) huit ou neuf ans après cet établissement.

1.2. PÊCHE ET GESTION

Depuis ses débuts au milieu des années 1960, la pêche du crabe des neiges du sGSL est devenue une pêche commercialement importante avec des débarquements dépassant généralement 20 000 tonnes (t) par an (figure 2). La gestion de cette pêche est basée sur des quotas annuels (attribués en fonction des zones pêche de crabe (ZPC) et distribués parmi les titulaires de permis) et sur des contrôles de l'effort (nombre de permis, allocations des casiers, dimensions des casiers et saisons). Il est interdit de débarquer des femelles et seuls les gros mâles à carapace dure, d'une taille minimale de 95 mm LC, sont exploités commercialement.

Il existe présentement quatre ZPC dans le sGSL: les ZPC 12, 12E, 12F et 19 (figure 1). La ZPC 12 a la plus grande superficie, compte le plus grand nombre de participants et enregistre les débarquements les plus importants. Les limites des ZPC ne sont pas fondées sur des considérations biologiques, mais uniquement sur des motifs de gestion (MPO 2009). La saison de pêche dans les ZPC 12, 12E et 12F commence généralement dès que le sGSL est libre de glace, entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai, et se poursuit jusqu'à la mi-juillet ou jusqu'à ce que le quota soit atteint. Dans la ZPC 19, la saison de pêche commence en juillet et se termine à la mi-septembre ou lorsque le quota est atteint. Le nombre de casiers par permis varie selon le groupe de pêcheurs et la ZPC.

Il existe deux zones tampons dans le sGSL où la pêche est interdite : l'une est une bande située le long du côté nord de la ZPC 19 et l'autre longe le côté sud de la ZPC 19. Pendant la saison, la pêche est soumise à des fermetures de secteurs, qui prennent généralement la forme de quadrilatères mesurant 10' x 10' et qui permettent de limiter la prise de crabes à carapace molle et le crabe blanc. Des fermetures de secteurs sont aussi adoptées pour minimiser le risque d'empêtrements des baleines noires de l'Atlantique Nord (BNAN) avec des engins de pêche, une inquiétude depuis 2017.

1.3. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION

Les tendances du stock ont été positives ces dernières années, avec des niveaux élevés de recrutement et de stock reproducteur. La biomasse commerciale est restée à un niveau élevé autour de 80 000 t au cours des cinq dernières années. Bien que le stock de crabe demeure dans la zone saine en 2023, il subit des changements apparents dans le recrutement à la pêche.

Le présent document de recherche contient les avis nécessaires à la mise en œuvre de deux objectifs. Le premier est de s'assurer qu'un stock reproducteur viable de mâles commerciaux subsiste après la pêche. Le second est de maintenir une quantité de stock commercial minimale pouvant supporter une pêche commerciale. Ces objectifs sont atteints grâce à l'estimation de biomasse commerciale, calculée à partir du relevé, et grâce à l'évaluation des risques associés aux diverses options de capture basée sur cet estimé.

2. MÉTHODES DU RELEVÉ

L'état du stock de crabe des neiges est principalement évalué en fonction des tendances des indices de l'abondance et de la biomasse calculées à partir des données d'un relevé au chalut annuel réalisé entre juillet et septembre et consacré à cette espèce. Ces données fournissent des indices de recrutement, des indices sur le stock reproducteur et d'autres informations d'intérêt biologique ou commercial relatives au crabe.

2.1. PLAN SPATIAL

Le plan d'échantillonnage, les protocoles d'échantillonnage et la zone ciblée ont changé depuis le début du relevé au chalut du crabe des neiges du sGSL en 1988. À l'origine, l'étendue de la zone du relevé était plus petite et concentrée sur les secteurs de pêche. La zone du relevé a été subdivisée à l'aide de quadrilatères mesurant 10 degrés de latitude sur 10 degrés de longitude, à l'intérieur desquels un petit nombre de sites d'échantillonnage ont été sélectionnés au hasard et conservés comme stations fixes pour le relevé des années subséquentes, bien que les stations aient souvent été abandonnées ou déplacées au fil des années en raison de dommages au chalut. D'importants examens de la méthodologie ont eu lieu en 2005 (MPO 2006) et 2011 (MPO 2012a; Wade *et al.* 2014), entraînant des changements majeurs sur le plan du relevé en 2006 et en 2012, respectivement. En 2006, une grande partie des stations du relevé a été redistribuée en fonction des quadrilatères mesurant 10 degrés de latitude sur 10 degrés de longitude afin que les stations d'échantillonnage soient réparties plus uniformément dans la zone du relevé. En 2012, ces quadrilatères ont été abandonnés au profit de quadrilatères carrés, définis à l'aide d'une projection *Universal Transverse Mercator* (UTM) (NAD 83). Ce changement s'est également accompagné d'un élargissement des limites de la zone du relevé aux isobathes de 20 et 200 brasses. La zone du relevé est considérée comme englobant la grande majorité de l'habitat du crabe des neiges dans le sGSL.

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'examen de 2011, un nouvel ensemble de 325 stations d'échantillonnage a été généré pour le relevé de 2012 et 355 nouvelles stations ont été établies

pour le relevé de 2013. Étant donné qu'il s'agissait d'une pratique courante lors des années précédentes, il a été décidé que les lieux d'échantillonnage créés pour 2013 devaient être conservés comme stations fixes pour les années suivantes.

Cependant, les régions de la zone du relevé ne se prêtent pas toutes au chalutage et environ 20 % des traits effectués en 2012 et 2013 ont échoué lors de la première tentative en raison de dommages causés au chalut. Le navire de relevé a été autorisé à se déplacer vers une nouvelle station d'échantillonnage alternative, générée de façon aléatoire à l'intérieur du quadrilatère ciblé, lorsque le chalut subit de dommages importants. La station alternative était alors utilisée comme station fixe de référence pour le relevé de l'année suivante. À l'époque, on pensait que la génération aléatoire des stations d'échantillonnage alternatives assurerait que les captures resteraient des échantillons représentatifs du quadrilatère ciblé, comme le voulait le plan d'échantillonnage initial. Cependant, cela a eu l'effet global de déplacer une partie des stations vers des fonds se prêtant davantage au chalutage dans leur quadrilatère d'échantillonnage respectif au fil du temps.

Depuis 2021, les stations du relevé ont été maintenues aux lieux fixes du relevé de 2020, à l'exception d'une expérience menée avec un sous-ensemble aléatoire de 100 des stations d'échantillonnage du relevé qui sont revenues à leurs emplacements d'origine, conformément au plan d'échantillonnage de 2013 (Hébert *et al.* 2021). Cette expérience, en cours, vise à surveiller et à évaluer le biais possible dû au déplacement de stations dans des fonds plus chalutables au fil du temps qui entraînerait potentiellement des captures plus élevées de crabe des neiges.

2.2. PROTOCOLES DE PÊCHE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

Les stations sont échantillonnées pendant le crépuscule civil à l'aide d'un chalut de fond, *Nephrops* du type Bigouden, conçu à l'origine pour la pêche de la langoustine en France. Le chalut a une ouverture de 20 m et une ralingue de 28,2 m (Moriyasu *et al.* 2008). Le navire pêche à une vitesse cible de deux nœuds pendant cinq minutes. On utilise un rapport des câbles à la profondeur de 3:1, jusqu'à une longueur maximale des câbles de 575 brasses. Des sondes de surveillance sont fixées au chalut à divers endroits. Des sondes acoustiques eSonar^{MD} (eSonar, St. John's, T.-N.-L., Canada) transmettent en temps réel les mesures de la profondeur du chalut, de la hauteur de la ralingue supérieure et de l'ouverture des ailes du chalut. Des sondes DST centi-TD et DST tilt de Star-Oddi^{MD} (Star-Oddi, Gardabaer, Islande) enregistrent la pression et la température de l'eau, ainsi que l'inclinaison à partir d'une sonde fixée au centre de la ralingue.

Les prises sont triées par espèce ou par groupe taxonomique et mesurées directement sur le navire. Pour chacun des crabes des neiges, on détermine la largeur de carapace et la condition de carapace. Chez les mâles, la hauteur des pinces (HC) est également mesurée tandis que chez les femelles, des caractéristiques liées aux gonades et aux œufs sont déterminées évaluées (Hébert *et al.* 1997). Les individus d'autres espèces et les groupes taxonomiques capturés sont comptés, identifiés et pesés.

2.3. RELEVÉ DE 2023

Le relevé a été réalisé à l'aide du navire Avalon Voyager II, un chalutier arrière en fibre de verre de 65 pieds (850 HP), du 10 juillet au 4 septembre 2023. Au total, 346 stations (figure 3) sur 355 ont été échantillonnées avec succès et 396 tentatives de chalutage ont été effectuées. Un maximum de deux à trois tentatives de chalutage ont été effectuées à chaque station. Neuf stations d'échantillonnage ont été abandonnées cette année en raison de dommages

importants au chalut. Les 100 stations retournées à leurs emplacements aléatoires d'origine de 2013 sont présentées dans la figure 4.

La vitesse moyenne du navire de relevé en 2023 était légèrement plus rapide que les années précédentes, avec une moyenne de 2,25 nœuds comparée à 2,22 nœuds en 2022 et 2,17 nœuds en 2021. La vitesse de pêche cible pour le relevé est de 2,0 nœuds. Les mesures moyennes de l'ouverture des ailes du chalut étaient comparables à celles des années précédentes avec une moyenne de 7,7 mètres.

Le système acoustique de positionnement du chalut, eSonar, utilisé pour mesurer l'ouverture des ailes du chalut, a moins bien fonctionné en 2023 qu'en 2022. Ceci a engendré une réduction de 20 % des mesures d'ouverture des ailes par les sondes acoustiques eSonar en 2023 comparativement à 2022. Ainsi, il a eu un nombre accru d'estimations tirées des données de l'aire balayée. L'aire balayée pour 25 % des traits a été calculée en utilisant une moyenne des dix traits avoisinants avec des données disponibles en 2023 comparativement à 13 % en 2022. Néanmoins, 261 traits avaient suffisamment de données sur l'ouverture des ailes pour calculer l'aire balayée par le chalut. L'aire balayée lors des 85 autres traits a été calculée en suivant la méthode décrite ci-haut. La médiane de la durée des traits en 2023 était de 302 secondes (s), comparativement à 298 s en 2022 et 309 s en 2021. L'aire balayée par le chalut a augmenté légèrement et était en moyenne de 2 782 m² en 2023, comparable à celles de 2022 (2 614 m²) et 2021 (2 670 m²).

À la suite d'un changement apporté au protocole en fin de chalutage en 2021, la durée de la phase de chalutage passif pendant le hissage du chalut a été grandement réduite, passant d'environ 90 s en 2019 et 2020, à 18 s en 2021, à 13 s en 2022 et à 8 s en 2023 (Surette et Chassé 2022).

3. MÉTHODES

3.1. CATÉGORIES BIOLOGIQUES

Les définitions suivantes ont été utilisées pour préciser les diverses catégories de crabe des neiges utilisées dans cette évaluation. La maturité des crabes est évaluée à partir de données morphologiques. Pour les mâles, la relation entre la hauteur des pinces et la largeur de la carapace est utilisée (Conan and Comeau 1986) tandis que chez les femelles la maturité est évaluée visuellement par la forme de l'abdomen. Les crabes de taille commerciale sont définis comme des crabes mâles matures ayant une LC égale ou plus grande que 95 mm. Les mâles immatures peuvent être débarqués quoiqu'ils représentent seulement un petit pourcentage de l'ensemble des débarquements. Les crabes de taille commerciale sont divisés en deux groupes : les nouvelles recrues à la pêche (crabes de catégorie R-1), à savoir les crabes à carapace molle ou les crabes blancs (conditions de carapace 1 et 2), et les crabes restants ou résiduels, soient les crabes à carapace dure (conditions de carapace 3, 4 et 5). Les crabes qui ont sauté la mue sont classifiés comme étant immatures avec une carapace dure.

Les crabes mâles adolescents sont regroupés en catégories de taille selon le moment où ils devraient être recrutés dans la pêche. Ces catégories sont R-2 (LC de 83 à 98 mm), R-3 (LC de 69 à 83 mm) et R-4 (LC de 56 à 68 mm); ces crabes devraient être recrutés dans la pêche dans deux, trois et quatre ans, respectivement. À noter que l'abondance des crabes R-2 indiquée dans les évaluations en 2020, 2021 et 2022 était fondée sur une définition différente (crabes adolescents LC 83 mm et plus). Cette définition a entraîné des disparités entre les biomasses prédites et observées des crabes R-1, qui étaient fondées sur les valeurs erronées des R-2. L'abondance des crabes R-2 et l'abondance prédite des crabes R-1 ont été corrigées dans ce rapport.

Les crabes femelles ont été séparés en catégorie primipare (définie dans ce rapport comme matures avec nouvelle carapace) et multipare (mature avec vieille carapace).

3.2. RENDEMENT DE LA PÊCHE

Les données sur les prises et l'effort de pêche (nombre de casiers levés) ont été obtenues grâce aux carnets de bord des pêcheurs et au rapport du suivi des débarquements. Les données ont été compilées par les directions des statistiques des régions du Québec et du Golfe. Les données sont vérifiées, corrigées et/ou supprimées par l'équipe scientifique. La correction de données inclut les dates et les coordonnées de pêche, les débarquements et l'effort de pêche.

Seules les données qui répondent à certaines normes de qualité ont été utilisées pour calculer les prises par unité d'effort (PUE). Deux types de PUE ont été calculées : les PUE saisonnières, représentant un index global du rendement de la pêche et les PUE standardisées, calculées en utilisant les données des sept dernières années seulement. Étant donné que les données d'effort de pêche sont parfois manquantes, l'effort total est estimé par les débarquements divisés par les estimés de PUE.

Les PUE ont été standardisées en fonction des données des débarquements de 2017 à 2023. Dans ce rapport, les PUE standardisées sont définies comme la moyenne des prises par casier 7 jours après l'ouverture de la pêche avec 36 heures de temps de mouillage pour un navire typique dans chaque ZPC. Le septième jour de la pêche a été utilisé comme référence afin d'éliminer certains enjeux liés au mouillage des casiers, tout en considérant que les valeurs des PUE sont généralement les plus élevées au début de la pêche. Un temps de mouillage de 36 heures a été choisi puisque c'est une valeur intermédiaire entre les temps de mouillage observés dans la ZPC 19 (1-2 jours) et ceux observés dans les ZPC 12, 12E et 12F (3 jours). Des relations non linéaires ont été présumées entre les débarquements à l'échelle logarithmique, le jour depuis le début de la pêche et le temps de mouillage des casiers. Les variations des débarquements à l'échelle logarithmique selon la pêche, selon le nombre de casiers et selon le navire de pêche ont été présumées. Formellement, le modèle statistique est :

$$\ln D_{ijz} = \alpha_z + s_f(d_{ij}) + s_f(t_{ij}) + v_j + \ln n_{ij} + \varepsilon_{ijz}$$

Où D_{ijz} sont les débarquements enregistrés pour un navire de pêche i et l'entrée du journal de bord j dans la ZPC z . Les composantes du modèle sont : les paramètres d'interception par ZPC α_z pour la flotte de pêche f , $s_f(d_{ij})$ est une spline de lissage sur le jour de pêche d_{ij} pour la flotte de pêche f , $s_f(t_{ij})$ est une spline de lissage sur le temps de mouillage des casiers t_{ij} , v_j est un effet de navire aléatoire pour chaque navire de pêche $v_j \sim N(0, \sigma_v^2)$, $\ln n_{ij}$ est un terme de décalage pour le nombre de casiers pêchés et $\varepsilon_{ijz} \sim N(0, \sigma^2)$ est un terme d'erreur. Deux groupes de flottille de pêche ont été utilisés : un pour les ZPC 12, 12E et 12F et un second pour la ZPC 19. L'analyse des données a été effectuée à l'aide de la fonction *Generalized Additive Mixed Models* (GAMM) du progiciel R ensemble mgcv, version 1.8 (Wood 2017). Ce modèle a été ajusté séparément pour chaque année.

3.3. STANDARDISATION DES CAPTURES

Les prises du relevé ont été standardisées en fonction de l'aire balayée par le chalut, calculée à partir des mesures de l'ouverture des ailes et de la vitesse du navire et intégrée sur l'intervalle de temps défini par le contact du chalut avec le fond. Le temps de contact a été calculé à partir des données d'angle de la sonde d'inclinaison et le moment de l'arrêt, ce qui signale le début des procédures de hissage et la fin du trait de chalut.

3.4. COMPOSITION DU STOCK

Les distributions annuelles des fréquences de taille ont été déterminées à partir des captures standardisées du relevé, séparées par la maturité sexuelle. Pour les relevés antérieurs à 2012, les fréquences de taille dans chaque grille de 10' x 10' (généralement moins de 3 stations; correspondant au protocole utilisé à l'époque), ont été moyennées avant de calculer la moyenne annuelle. Cette étape a été effectuée pour désagréger spatialement les captures des relevés plus anciens. Les moyennes et les intervalles interquartiles des tailles de crabe ont été calculés pour les recrues à la pêche (mâles matures de taille légale avec une nouvelle carapace) et les femelles matures à partir de leurs distributions de fréquences de taille, désagrégées spatialement, correspondantes pour chaque année.

3.5. ABONDANCE ET BIOMASSE

Les limites du relevé sont définies par un polygone d'une superficie de 57 842,8 km². Les parties des ZPC et les zones tampons qui chevauchent le polygone du relevé sont utilisées pour définir les sous-polygones correspondants qui divisent la zone du relevé (figure 5). Un krigeage avec dérive externe a été utilisé pour estimer tous les indices de l'abondance et de la biomasse (MPO 2012a). Pour les estimations de la biomasse, le nombre de crabes capturés lors de chaque trait a d'abord été converti en poids à l'aide de l'équation taille-poids $w = (2,665 \times 10^{-4}) LC^{3,098}$, où w est le poids en grammes et LC , la largeur de la carapace en mm (Hébert *et al.* 1992).

3.6. TAUX DE SURVIE ET D'EXPLOITATION DU CRABE COMMERCIAL

Un index du taux d'exploitation annuel (F_t) est défini comme étant la proportion représentée par les débarquements de la pêche D_t pour l'année de pêche t par rapport à l'estimation de la biomasse commerciale (B_{t-1}) de l'année précédente :

$$F_t = D_t / B_{t-1}$$

Un indice du taux de survie des crabes de taille commerciale du relevé effectué après la pêche pour l'année $t-1$ pour le relevé après-saison de l'année suivante est calculé comme étant le ratio des débarquements D_t plus la partie des crabes de taille commerciale résiduelle (R_t) après la pêche de l'année t et l'estimation de crabe commercial (B_{t-1}) de l'année $t-1$:

$$S_t = (D_t + R_t) / B_{t-1}$$

Les prévisions des taux de survie annuels sont variables puisqu'ils sont assujettis aux erreurs d'estimation, aux changements dans la capturabilité du relevé et aux erreurs lors de la détermination de la condition de la carapace. À noter que cette estimation présume que la mortalité due au rejet des captures pendant la pêche est négligeable.

3.7. ANALYSE DE RISQUE ET OPTIONS DE PRISES

L'analyse des risques permet de calculer la probabilité que deux événements suivant la pêche de 2024 surviennent: soient que la biomasse résiduelle soit inférieure au point de référence limite (PRL) de 10 000 t, et/ou que la biomasse commerciale totale du relevé de 2024 soit inférieure au point de référence supérieur (PRS) de 41 400 t. La biomasse de recrutement (crabes de catégorie R-1) projetée pour la pêche en 2024 a été intégrée à l'analyse de risque en utilisant un modèle bayésien (Surette et Wade 2006; Wade *et al.* 2014). Une gamme d'options de capture a été considérée, incluant celle prescrite par la règle de décision pour le crabe des neiges du sGSL (MPO 2014). La probabilité des risques a ensuite été calculée pour chaque option de capture, présumant que la mortalité naturelle était égale au taux observé sur le relevé au cours des cinq dernières années.

3.8. INDICES DE L'HABITAT DU CRABE DES NEIGES

L'habitat du crabe des neiges est défini comme la superficie du sGSL ayant des températures de fond de moins de 3 °C. Les indices d'habitat du crabe des neiges, qui incluent la superficie de la zone ainsi que la température moyenne de fond, ont été calculés à l'aide des données des profils de CTD du relevé multi-espèces de septembre (Galbraith *et al.* 2022). Cette série temporelle de température est la plus longue et la plus fiable pour le sGSL.

Les distributions de la température occupées par chaque catégorie de crabe ont été obtenues en calculant les densités moyennes par tranches de température de 0,1 degré puis ont été mises à l'échelle par la distribution de la température en septembre dans la zone du relevé pour l'année correspondante. Les quantiles de la distribution de la température résultante ont ensuite été calculés et présentés sous forme de diagrammes en moustaches par catégorie de crabe et année de relevé. Afin de prendre en considération les différents changements dans les plans du relevé avant 2012, la moyenne des données sur les prises standardisées et la température par quadrilatère de 10 degrés de latitude sur 10 degrés de longitude ont été calculées avant de procéder à l'analyse. La distribution de trois catégories de crabes a été examinée: 1 les femelles matures, un indice du stock reproducteur; 2 le crabe instar VIII, un indice du recrutement de la population; et 3 les crabes de taille commerciale.

4. RÉSULTATS

4.1. RENDEMENT DE LA PÊCHE

La moyenne saisonnière des PUE, un indice de la performance globale de la pêche, a été calculée directement à partir des données des débarquements et de l'effort, compilées à partir des données des journaux de bord des crabiers. Ces valeurs de PUE n'ont pas été standardisées (Surette et Chassé 2023). Dans la ZPC 12, la PUE moyenne saisonnière a augmenté de 40,5 % à 72,2 kilogrammes par casier levé (kg/cl) en 2023, ce qui est supérieur à la moyenne à long terme de 54,9 kg/th (moyenne de 1998 à 2022). Dans la ZPC 12E, les PUE sont demeurées à 79,1 kg/cl tandis que dans la ZPC 12F, elles ont augmenté de 26,8 % à 96,9 kg/cl. Dans la ZPC 19, la PUE moyenne saisonnière a augmenté de 24,9 % à 140,6 kg/cl, ce qui est supérieur à la moyenne à long terme de 108,0 kg/cl. Les PUE par ZPC sont présentées à la figure 6.

Les PUE standardisées, représentées par les valeurs prédites au 7^e jour de la pêche avec un temps de mouillage de 36 heures pour un navire typique de la flottille, étaient généralement semblables aux valeurs saisonnières des PUE. Cette tendance demeure vraie pour la ZPC 12 en 2023 (tableau 1). Des divergences notables ont été observées entre ces deux valeurs pour les ZPC 12E, 12F et spécialement pour la ZPC 19. La valeur saisonnière pour la ZPC 19 était de 140,6 kg/cl tandis que la PUE standardisée était de 73,3 kg/cl. Cette grande différence s'explique par un déclin important des PUE au septième jour de la pêche en comparaison avec les années précédentes (figure 7), causé, en partie, par le fait que plusieurs pêcheurs ont atteint leurs quotas aussitôt que le cinquième jour de pêche.

4.2. COMPOSITION DU STOCK

4.2.1. Distribution des tailles du relevé

Les distributions des tailles du relevé ont été standardisées en fonction de l'aire balayée par le chalut lors de chaque trait, puis la moyenne a été calculée pour tous les traits du relevé et les densités ainsi obtenues ont été mises à l'échelle selon la zone du relevé. La distribution des

fréquences de taille par stade de maturité est présentée pour les crabes mâles sur la figure 8 et pour les crabes femelles sur la figure 9.

La distribution des mâles de taille inférieure à la taille légale démontre une diminution globale en 2023 et est similaire aux trois dernières années. Cette diminution est observée chez les pré-recrues R-2 (diminution de 29 %) et les R-3 (diminution de 16 %) (tableau 2). Par contre, les crabes R-4 ont augmenté de 47 % en raison de la croissance de la vague de recrutement prononcée observée chez les instars VIII en 2021 (figure 8).

Malgré le changement de navire en 2019 et la diminution des R-2 pendant les trois dernières années, les crabes R-1 (qui représentent le recrutement à la pêche) sont demeurés assez stables de 2018 à 2022 (tableau 2). Les crabes R-1 ont toutefois diminué de 120 millions en 2022 à 78 millions en 2023.

La proportion des crabes R-2 qui ont sauté la mue était exceptionnellement élevée en 2003 (56 %), en 2015 (52 %) et en 2023 (56 %) alors que le taux typique est d'environ 30 % (figure 10). Les cas de saut de mue en 2003 et 2015 ont produit des augmentations significatives dans le recrutement à la pêche pendant les relevés en 2004 et 2016. Bien que la proportion élevée de saut de mue en 2023 engendra probablement un taux plus élevé de recrutement à la pêche, l'abondance des crabes R-2 en 2023 est considérablement plus basse (73 millions) que les valeurs correspondantes en 2003 (179 millions) et 2015 (128 millions) (tableau 2).

La distribution des tailles des femelles (figure 9) démontre que les abondances élevées des crabes instar VII (LC d'environ 28 mm) observées en 2020 et instar VIII (LC d'environ 38 mm) observées en 2021 ont seulement produit une augmentation modeste de femelles matures à nouvelle carapace en 2022 et 2023. Les niveaux de femelles matures se sont toutefois maintenus.

La variation annuelle de la taille des crabes a été examinée pour les mâles matures à nouvelle carapace de taille légale (c'est-à-dire les recrues à la pêche). La taille de ces recrues a varié passant d'une faible LC moyenne de 107,6 mm en 1999 à 115,1 mm en 2008. La taille moyenne a ensuite diminué jusqu'à 109,0 mm en 2011 et 2012, a augmenté pour atteindre 113,0 mm en 2015, puis a diminué à un faible niveau de 108,8 mm en 2018 où elle est restée depuis (figure 11). En 2023, la LC est de 109,7 mm.

La distribution des tailles des femelles matures a varié passant d'une LC de 56,8 mm en 1999 à un pic de 60,7 mm en 2005. Depuis 2005, la taille moyenne a diminué pour atteindre 56,7 mm en 2019, 56,9 mm en 2020, 56,7 mm en 2021 et 55,5 mm en 2022 et 2023, la plus faible de la série (figure 11). La gamme des tailles des femelles matures a diminué de façon constante de 1997 à 2021, l'écart interquartile passant d'une LC de 13,0 mm à 10,0 mm de 1997 à 2005 et atteignant des minimums records de 9,4 mm en 2020 et 2021 avant de se redresser légèrement à 10,6 mm en 2022 et à 11,2 mm en 2023.

4.2.2. Biomasse commerciale

La biomasse commerciale pour le sGSL est estimée à 67 703 t, avec un intervalle de confiance à 95 % (59 174 - 77 109) (tableau 3, figure 12). Les estimations de la biomasse commerciale étaient comparables (à l'intérieur de 8 000 t) de 2018 à 2022, l'estimation de 77 748 t en 2020 étant la plus basse et celle de 2022 (85 532 t) étant la plus élevée. Le modèle variogramme sphérique utilisé pour interpoler la biomasse commerciale avait une valeur de pépite de 0, un seuil à $2,9 \times 10^6$ et une portée de 12,5 km.

Le recrutement à la pêche en 2023 a diminué à 44 484 t, soit une diminution de 34,5 % comparativement au 68 348 t en 2022, ce qui représente 65 % de la biomasse commerciale

(tableau 3, figure 12). La biomasse résiduelle (c'est-à-dire les crabes de taille commerciale ayant une condition de carapace de 3, 4 ou 5) été estimée à 24 393 t (20 500 -28 807 t), une augmentation de 40,3 % de celle de 2022 (17 388) (tableau 3, figure 12). La biomasse résiduelle était dominée par la condition de carapace 3; cette condition représentait 77 % des prises lors du relevé, la condition de carapace 4 en représentait 22 % et la condition de carapace 5 représentait 1 % (tableau 2). La grande proportion de crabes avec une condition de carapace 3 dans la biomasse résiduelle indique que la population après la saison de pêche ne présente pas de signe de vieillissement, probablement en raison de la pression de pêche. L'augmentation de la biomasse résiduelle après la pêche en 2023, qui diffère de la diminution du recrutement, pourrait s'expliquer par une augmentation dans la survie annuelle, une erreur dans la détermination de la condition de carapace ou une sous-estimation de la biomasse commerciale.

Une représentation de la biomasse commerciale par ZPC et par zone tampon est présentée dans le tableau 4. L'estimation de la biomasse commerciale selon le relevé au chalut de 2023 pour la ZPC 12 était de 58 385 t (50 988 – 66 546 t), ce qui représente 86,8 % de la biomasse se trouvant dans les quatre zones de pêche. Dans la ZPC 12E, la biomasse commerciale selon le relevé au chalut de 2023 a été estimée à 509 t (42 – 2 210 t), ce qui représente 0,8 % de la biomasse se trouvant dans les quatre ZPC. L'estimation de la biomasse commerciale selon le relevé au chalut de 2023 pour la ZPC 12F était de 4 675 t (3 549 – 6 046 t), ce qui représente 6,9 % de la biomasse se trouvant dans les quatre zones de pêche. L'estimation de la biomasse commerciale selon le relevé au chalut de 2023 après la pêche dans la ZPC 19 était de 3 702 t (2 353 – 5 551 t), ce qui représente 5,5 % de la biomasse se trouvant dans les quatre ZPC. L'estimation de crabe de taille commerciale se trouvant dans les zones tampons ou dans la zone non attribuée au-dessus de les ZPC 12E et 12F est d'environ 505 t (figure 5).

4.2.3. Distribution spatiale du crabe de taille commerciale

La distribution spatiale du crabe de taille commerciale en 2023 était semblable à celle de 2021 et 2022, avec des concentrations au sud du banc Bradelle, au sud des Îles-de-la-Madeleine, dans la ZPC 12F et dans la vallée de Shediac (figure 13). Dans la baie des Chaleurs, les densités ont diminué par rapport à 2022. Les densités basses dans la ZPC 19 sont semblables à celles de 2022 à l'exception de la région nord-ouest de la zone, où des concentrations modérées de crabe ont été observées (figure 13).

La distribution spatiale de la portion résiduelle des crabes de taille commerciale est illustrée à la figure 14. Le stock résiduel est le plus abondant dans la ZPC 12F et est également présent dans quelques zones entre les Îles-de-la-Madeleine et l'Île-du-Prince-Édouard. Les densités des crabes résiduels sont faibles dans la ZPC 19, la baie des Chaleurs, la vallée de Shediac et au banc Bradelle.

4.2.4. Stock reproducteur

L'abondance totale des mâles matures selon le relevé a connu une période de forte abondance de 1999 à 2004, avec un pic de 401 millions d'individus en 1999, puis a chuté à 160 millions en 2009 (figure 15). L'abondance est ensuite remontée à 299 millions en 2012, puis a diminué à des plus faibles niveaux à environ 235 millions de 2013 à 2015. Depuis 2016, l'abondance totale de mâles matures a atteint des pics de 420 millions en 2021 et de 425 millions en 2022 pour après subir une légère diminution en 2023 à 376 millions. Entre 2018 et 2022, la quantité de mâles matures de taille légale est restée relativement constante entre 144 et 154 millions d'individus et a subi une diminution en 2023 à 123 millions. L'abondance des individus de taille inférieure à la taille légale passant de 173 millions en 2018 à 271 millions en 2021 et 2022 a diminué légèrement en 2023 à 253 millions.

L'abondance des femelles matures était supérieure à 600 millions d'individus de 1999 à 2002, puis a diminué à 237 millions en 2006 (figure 15). Depuis, l'abondance des femelles a progressivement augmenté pour atteindre un sommet de 777 millions en 2020, puis a diminué de 25 % à 582 millions de crabes en 2021. L'abondance de femelles s'est redressée au cours des deux dernières années de 3,7 % en 2022 et de 4,5 % en 2023 pour atteindre 602 millions et 607 millions de crabes, respectivement.

L'abondance des crabes primipares était élevée de 1997 à 2001, mais a connu une chute soudaine de 233 millions en 2001 à 51 millions en 2002. Ce nombre a progressivement augmenté jusqu'à 152 millions en 2010, suivi d'une diminution à 79 millions en 2011, d'une augmentation à 201 millions en 2018 et 197 millions en 2019. L'abondance de ces femelles a varié de 139 millions en 2020, 123 millions en 2021, 138 millions en 2022 et 129 millions en 2023. Les femelles primipares représentent en moyenne 25 % du stock reproducteur.

La diminution de 6 mm de la LC des femelles matures (figure 11) entre 2005 et 2023 se traduit par une réduction de 28 % de la fécondité individuelle. Toutefois, cette diminution est plus que compensée par l'augmentation de l'abondance des femelles matures au cours de la même période.

4.2.5. Recrutement dans la population

L'indice du recrutement dans la population est défini comme l'abondance des petits crabes mâles (LC de 34 à 44 mm), ce qui correspond approximativement à l'instar VIII. Le relevé de 2021 a enregistré un nombre record de 329 millions de crabes et a ensuite diminué à 202 millions de crabes en 2022 et 120 millions de crabes en 2023 (figure 16), comparable à la valeur moyenne de la série de 123,7 millions. À noter que l'erreur associée à cet indice est plus élevée que pour les crabes de grande taille, en partie à cause de la plus faible capturabilité du chalut pour ces crabes de petite taille, ainsi que de très grandes prises occasionnelles de ces crabes. Un crabe mâle instar VIII devrait atteindre la taille commerciale en cinq ou six ans, bien qu'une partie d'entre eux puisse sauter une mue ou arriver à maturité à une taille inférieure à la taille commerciale.

4.2.6. Recrutement dans la pêche

Le tableau 5 compare les anciennes valeurs d'abondance de R-2 utilisées pendant les trois dernières années et les valeurs corrigées. Les valeurs corrigées étaient de 14 % à 22 % inférieures aux valeurs non-corrigées. Selon le modèle de recrutement Bayésien, l'utilisation des valeurs de R-2 corrigées a donné des prévisions de biomasse des R-1 entre 10 % et 14 % inférieures aux valeurs prédites originales. Cette correction a conséquemment résout l'écart apparent entre les R-1 prédits et R-1 observés; les R-1 prédits ayant été surestimés pendant les trois dernières années.

Les indices relatifs aux prérecrues à la pêche selon le relevé de 2023 indiquent que : l'abondance des R-4 a augmenté de 47,5 % à 139,6 millions, près de la moyenne de la série temporelle de 128,3 millions. L'abondance des R-3 a diminué de 16,2 % à 78,0 millions, inférieure à la moyenne de la série temporelle de 119,9 millions. L'abondance des R-2 a également subi une diminution de 28,9 % à 72,7 millions, également inférieure à la moyenne de la série temporelle de 106,6 millions. L'abondance des R-1 a diminué de 34,4 % à 119,6 millions qui est plus élevée que la moyenne de la série de 81,5 millions (tableau 2).

La biomasse du recrutement dans la pêche (catégorie R-1) a été relativement stable de 2018 à 2021, avec un creux de 58 348 t en 2020 et un pic de 62 473 t pour le relevé de 2021, mais elle a augmenté de 9,5 % en 2022 pour s'établir à 68 348 t (58 894 t – 78 880 t), suivi d'une diminution de 34,9 % en 2023 à 44 484 t (37 816 t – 51 983 t) (tableau 3).

Les prévisions d'un an tirées d'un modèle bayésien surestimaient le recrutement de 21,3 % en 2020 et de 15,6 % en 2021, mais les prévisions pour 2022 et 2023 étaient semblables à la biomasse observée des R-1 lors du relevé (figure 17). Le recrutement dans la pêche prévu pour 2024 est estimé à 37 040 t (25 879 t – 51 370 t), soit une diminution de 24,6 % par rapport au recrutement observé en 2023 et inférieur à 47 744 t, soit la moyenne de la série.

La distribution spatiale des prérecrues à la pêche en 2023 montre un déplacement de l'est vers l'ouest du sGSL depuis 2020 (figure 18). En outre, des déclinés considérables ont été observés dans la ZPC 12F, ZPC 19 et à l'ouest des Îles-de-la-Madeleine. Au sud des Îles-de-la-Madeleine, une région connue pour sa concentration élevée de crabes et conséquemment un lieu important de crabe commercial a également eu un déclin au cours des dernières années.

4.3. TAUX D'EXPLOITATION COMMERCIALE ET TAUX DE SURVIE

Le taux d'exploitation pour la pêche de 2023 a été estimé à 41,4 %, d'après l'estimation de la biomasse commerciale du relevé de 2022 (tableau 3). Les taux d'exploitation ont varié entre 21,0 % et 44,7 % de 1998 à 2023, avec une moyenne de 35,1 % entre 1998 et 2023.

Les estimations des taux de survie annuels ont diminué d'environ 5 % par année, passant de 69,5 % en 2018 à 56,1 % en 2021, mais ont augmenté pour atteindre 60,6 % en 2022 et 69,9 % en 2023 (tableau 3). Le taux de survie moyen était de 66,7 % de 1998 à 2023.

4.4. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

4.4.1. Température de l'eau

Les conditions environnementales, telles que la température de l'eau, peuvent affecter les périodes de mue et de reproduction de même que les mouvements du crabe des neiges. Pour la majorité du sGSL, les températures de fond sont typiquement entre -1 °C et 3 °C, une température adéquate à l'habitat du crabe des neiges. Dans les eaux plus profondes des ZPC 12 E et 12F, les températures de fond sont plus élevées (1 à 7 °C) que dans la ZPC 12. Les températures de fond de la ZPC 19 sont habituellement 1 à 2 °C plus chaudes que celles de la ZPC 12, habitat traditionnel du crabe (Chassé et Pettipas 2009).

Les températures de fond du sGSL en septembre 2023 ont été comparées avec la moyenne de température entre 1991 et 2020 en utilisant les données des relevés (figure 19). Dans l'ensemble, les températures de fond du sGSL en 2023 étaient encore beaucoup plus élevées que la normale, à l'exception de la zone côtière au sud-ouest du creux du Cap Breton et sur la côte est du détroit de Northumberland. En 2023, les températures dans la ZPC 12 étaient supérieures de 0,5 à 1 °C (ou plus) à la normale dans la baie des Chaleurs et sur une vaste zone entre la Péninsule Acadienne, les Îles-de-la-Madeleine et la Gaspésie. Cette zone comprend les bancs Bradelle et Orphelin. Les températures de fond près des côtes de l'Île-du-Prince-Édouard étaient également plus chaudes que la normale. Les températures de fond dans les ZPC 12E, 12F et 19 étaient de 1 à 2 °C au-dessus de la normale. Les températures dans la région sud-ouest de la ZPC 19 étaient dans les valeurs normales. En 2023, il n'y avait presque pas de régions avec températures en-dessous de la normale.

Les eaux profondes du chenal Laurentien ont poursuivi leur tendance au réchauffement et étaient beaucoup plus chaudes que la normale. La température à 300 m près du détroit de Cabot a atteint 7,04 °C représentant une augmentation de 1,1 °C par rapport à la moyenne à long terme de 5,94 °C à cette profondeur.

La figure 20 présente la température annuelle moyenne stratifiée en septembre dans l'aire du relevé du crabe des neiges. Cette figure démontre que la profondeur à laquelle les eaux

profondes atteignent le seuil de 3 °C a diminué au fur et à mesure que ces eaux se réchauffent, atteignant des niveaux record en 2021 et 2022 à environ 115 m. Le seuil de profondeur a légèrement augmenté en 2023 à environ 125 m.

4.4.2. Indices de l'habitat

L'indice de l'habitat du crabe des neiges, défini comme la superficie du sGSL avec des températures au fond entre -1 °C et 3 °C en septembre, a légèrement augmenté en 2023 par rapport à 2022, mais demeure bas. La température moyenne dans cette zone de 1,3 °C, demeure bien au-dessus de la moyenne à long terme (1991-2020), représentant une diminution de 0,1 °C par rapport à 2022 (1,4 °C) et une augmentation de 0,8 °C par rapport au dernier minimum significatif observé en 2014 (0,5 °C). La moyenne de température en 2023, à l'intérieur de l'habitat du crabe des neiges, est la sixième plus élevée de la série chronologique de 1971-2022 (figure 21). La valeur la plus élevée a été observée en 2021.

Bien que le volume d'eau correspondant à la couche intermédiaire froide (CIF), c'est-à-dire les eaux à moins de 1 °C, a augmenté par rapport à 2022, ce volume était quand même l'un des plus faibles jamais enregistré pour le mois de septembre. De faibles valeurs ayant été également enregistrées en 1980, 2012, 2021 et 2022 (figure 21). Le volume d'eau de la CIF pour 2023, environ 1049 km³, était inférieur à la moyenne de 2386 km³. Les volumes CIF les plus bas enregistrés ont été observés en 1980 et 2022.

4.4.3. Températures occupées par le crabe des neiges

La figure 22 présente la distribution selon la température en septembre pour les femelles matures, les mâles instar VIII et les crabes de taille commerciale de 1997 à 2023 dans le sGSL.

Les températures en septembre occupées par les femelles matures ont varié au cours de la série temporelle, avec des périodes de température chaude en 2000, 2006, 2010 et 2012. L'augmentation la plus récente du régime de température des eaux que les femelles matures occupent a commencé en 2014 à 0,20 °C, a augmenté à la valeur la plus élevée de la série à 1,21 °C en 2021 et est demeurée élevée en 2022 et 2023 à des températures de 1,07 °C et 1,02 °C respectivement. Les températures minimales des eaux occupées par les femelles matures, lorsqu'on utilise les valeurs du 2,5^e centile, sont présentement à leurs valeurs les plus élevées, à 0,81 °C pour 2021 et sont demeurées élevées à 0,56 °C en 2022 et à 0,62 °C en 2023 (figure 22).

La température médiane pour le crabe instar VIII était très élevée en 2021 à 1,76 °C, la plus élevée de la série. Cette température est demeurée élevée en 2022 (1,23 °C) et 2023 (1,17 °C). La température minimale pour les crabes instar VIII est semblable à celle des femelles.

Les températures des eaux occupées par les crabes de taille commerciale en septembre étaient relativement chaudes en 2000 et entre 2009 et 2014. Elles se sont réchauffées depuis, passant d'une médiane de 0,17 °C en 2014 à 1,23 °C en 2021, la valeur la plus élevée de la série. Les températures des eaux occupées sont restées élevées à 1,18 °C en 2022 et à 1,12 °C en 2023. Les températures des eaux occupées de 2020 à 2023 sont les quatre températures les plus élevées de la série.

5. APPROCHE DE PRÉCAUTION

5.1. POINTS DE RÉFÉRENCE

Des points de référence conformes à l'approche de précaution (AP) (MPO 2009) ont été élaborés pour le crabe des neiges du sGSL en 2010 (MPO 2010). Ces points de référence,

associés à des paramètres appropriés du stock, sont utilisés pour catégoriser l'état du stock comme étant dans la zone critique, de prudence ou saine. Chaque zone a des règles particulières de gestion ou des règles de décision associées à sa zone.

Trois points de référence ont été définis pour le stock de crabe des neiges du sGSL (figure 23). Le point de référence limite (PRL), 10 000 t, a été défini en fonction de la biomasse résiduelle la plus faible observée entre 1997 et 2008. Le point de référence supérieur (PRS) du stock, 41 400 t, a été défini comme étant 40 % de la biomasse commerciale maximale (c'est-à-dire les recrues plus les crabes résiduels) observée lors du relevé de 1997 à 2008. Un taux d'exploitation de référence (F_{lim}), correspondant au taux d'exploitation annuel moyen des saisons de pêche de 1998 à 2009, a été fixé à 34,6 % (MPO 2012b; figure 24). Voir MPO (2010) pour obtenir de l'information plus détaillée sur la détermination de ces points de référence.

La biomasse commerciale dans le sGSL pour la saison de pêche de 2024 est estimée à 67 703 t (tableaux 3 et 4); elle se trouve donc dans la zone saine selon le cadre de l'AP (figures 23 et 24). La biomasse résiduelle après la pêche de 2023 était de 24 393 t (tableau 3), soit au-dessus du point de référence limite de 10 000 t, et est donc également considérée comme se trouvant dans la zone saine.

À l'heure actuelle, F_{lim} n'est pas considéré comme un point de référence limite dans la gestion du crabe des neiges du sGSL, parce que le taux d'exploitation cible donné par la règle de décision dépasse généralement F_{lim} jusqu'à un maximum de 45 %. Le taux d'exploitation cible prescrit par la règle de décision n'est respecté que lorsque la biomasse commerciale est inférieure à 45 500 t, une situation qui ne s'est pas produite depuis 2010.

5.2. ANALYSE DES RISQUES

Les intrants de l'analyse des risques étaient la biomasse commerciale d'après le relevé de 2023 (67 703 t), le recrutement dans la pêche projeté selon le modèle bayésien (37 040 t) et le taux de survie annuel moyen sur cinq ans de 62,4 %. Une option de prise provisoire de 26 126 t, correspondant à un taux d'exploitation de 38,59 %, conformément à la règle de décision, a été utilisée pour la saison de pêche de 2024 (figure 25).

L'analyse des risques indique que l'option de prise de 26 126 t correspond à une très faible probabilité (3,4 %) que la biomasse commerciale soit inférieure au PRS, malgré la diminution du recrutement dans la pêche, qui demeure à un niveau relativement élevé. De même, la probabilité que la biomasse résiduelle tombe en dessous du PRL après la pêche de 2024 est faible, à 1,1 %. Ainsi, avec cette option de prise, le stock de crabe des neiges devrait demeurer dans la zone saine selon l'AP en 2024 (tableau 6, figure 25). La projection de la biomasse commerciale en 2024 prévoit une diminution additionnelle de 21,4 % par rapport à 2023, qui a elle-même diminué de 20,8 % par rapport à 2022.

En raison d'une erreur de calcul de l'abondance des R-2 lors de l'évaluation de 2020, 2021 et 2022, les valeurs projetées des R-1 utilisées dans leurs analyses de risque respectives n'étaient pas exactes, les projections étant de l'ordre de 8 000 t de moins que ce qui avait été présumé. Cependant, les projections existantes des R-1 de 37 040 t, les plus basses depuis 2014, ne mènent toujours pas à des projections de risque élevées après la pêche en 2024. Ainsi, même avec les niveaux de recrutement corrigés, qui étaient nettement plus élevés que 37 040 t, le risque de dépasser les points de référence de biomasse au taux d'exploitation ciblé susmentionné est très faible.

6. DISCUSSION

6.1. PUE STANDARDISÉES

Les PUE saisonnières et standardisées en 2023 étaient presque identiques dans la ZPC 12. Par contre, les PUE standardisées pour les ZPC 12E et 12F étaient plus faibles que les PUE saisonnières, tandis que les PUE standardisées de la ZPC 19 étaient à la moitié des valeurs saisonnières. Il existe deux causes sous-jacentes: 1 le taux de déclin des PUE était plus rapide en 2023 que par les années précédentes, possiblement causé par une densité de stock inférieure ou 2 les pêcheurs auraient capturé la majorité de leur quota avant le septième jour de la pêche. Bien que les PUE devraient évoluer dans une certaine mesure avec la densité sous-jacente des crabes commerciaux, les PUE sont plus vulnérables aux variations d'échelle que les relevés, car elles ne sont pas soumises à une surveillance ou à des contrôles pour tenir compte de nombreux facteurs importants utiles à la standardisation (Maggs *et al.* 2016). Malgré que les variables de standardisation incluses ici s'ajustent à certains facteurs de nuisance tels que le temps de mouillage et le temps de pêche, plusieurs autres facteurs tels que les changements dans les pratiques de pêche et les régions de pêche ciblées par les pêcheurs n'ont pas été pris en compte lors de la standardisation. L'interprétation des changements dans la biomasse commerciale sous-jacente à travers l'optique des PUE standardisées demeure une tâche difficile et n'apporte que peu de lumière sur les changements récents dans la capturabilité du relevé. Ainsi, la standardisation appropriée des séries chronologiques du relevé demeure un problème continu.

6.2. INCERTITUDES SUR LES INDICATEURS DE L'ÉTAT DU STOCK

Le relevé du crabe des neiges du sGSL a été développé pour fournir des indices d'abondance et de biomasse de qualité pour sa population résidente de crabe des neiges. Le relevé utilise un chalut de fond ayant une bonne capturabilité pour le crabe commercial, échantillonne un assez grand nombre de stations annuellement et comprend une zone d'échantillonnage qui couvre la majorité de l'habitat du crabe des neiges.

Certains changements apportés aux protocoles de pêche et d'échantillonnage au fil des années ont amélioré le relevé. Toutefois ces derniers peuvent avoir entraîné certains changements qui n'ont été pris en compte lors de l'estimation des indices. Notamment, la capturabilité du relevé a changé au cours des années suite aux modifications portées au plan d'échantillonnage, telles que l'expansion de la superficie du relevé, la relocalisation des stations et les variations de la période du relevé. De plus, la capturabilité du chalut peut également varier selon le type de fond, les conditions météorologiques, les courants, le type de navire, la vitesse de chalutage et la symétrie du chalut.

6.3. DYNAMIQUES RÉCENTES DES RECRUES À LA PÊCHE

Les prérecrues à la pêche (R-4, R-3, R-2) ont diminué considérablement de 2020 à 2022. En 2023, les R-3 et R-2 ont poursuivi leur tendance à la baisse et sont présentement inférieurs aux niveaux moyens. Les R-4 ont augmenté en 2023 en raison de l'entrée d'une grande vague de recrutement de population. Cependant, cette augmentation était inférieure à celle attendue compte tenu de l'ampleur des recrutements de population des années précédentes. Cela fait suite à l'augmentation plutôt modeste observée chez les femelles matures par rapport aux niveaux élevés de prérecrues femelles observés en 2021 et 2022. Ces tendances sont des indicateurs d'une augmentation de la mortalité.

Malgré la diminution des R-2 de 2020 à 2023, les R-1 sont restés relativement stables, la première baisse significative n'apparaissant qu'en 2023. Il y a donc une déconnexion entre les

R-1 et les R-2 au cours des dernières années. De plus, les proportions des sauts de mue parmi les R-2 sont élevées en 2023. Cela ajoute à l'incertitude de prévision dans le modèle de recrutement de la pêche, qui ne tient pas compte des variations annuelles de la mortalité ni des variations des taux de saut de mue.

6.4. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

De nombreux aspects de la biologie du crabe des neiges, y compris l'alimentation, le métabolisme et la reproduction, ont des intervalles de température typiques et étroits. Une étude en laboratoire portant sur des crabes des neiges mâles du sGSL a démontré que les coûts métaboliques au-dessus de 7 °C dépassaient l'apport calorifique et que l'apport calorifique diminuait au-delà du seuil de 5 °C (Foyle *et al.* 1989). Quant au développement des œufs, les températures optimales varient de 0 à 3 °C (Webb *et al.* 2007). Une étude expérimentale du sGSL a démontré que les femelles incubées et maintenues à des températures plus chaudes (entre 1,8 et 3,2 °C) passaient d'un cycle de reproduction de 2 ans à un cycle de reproduction de 1 an (Moriyasu et Lanteigne 1998). De même, à l'est de la Nouvelle-Écosse, une région ayant des températures plus élevées que le sGSL, environ 80 % des femelles matures ont un cycle de reproduction d'un an, (Kuhn et Choi 2011). Au niveau du recrutement, une étude en laboratoire a démontré que les petits crabes benthiques favorisaient des températures de 0 à 1,5 °C, ce qui explique certaines tendances de répartition en profondeur observées dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent (Dionne *et al.* 2003).

L'effondrement de la pêche au crabe des neiges dans l'est de la mer de Béring en Alaska en 2021 sert de mise en garde sur la rapidité avec laquelle l'état du stock peut changer. Avant l'effondrement, les biologistes responsables de l'évaluation signalaient des niveaux records de recrues en 2018 qui ont par la suite diminué considérablement en 2019 et ont atteint des niveaux minimaux en 2021. Ces diminutions coïncident avec une vague de chaleur marine qui a engendré une diminution considérable du bassin d'eau froide entre 2018 et 2021. Des études supplémentaires suggèrent que la famine due à l'augmentation des demandes métaboliques et au stress thermique en était probablement la cause (Szuwalski *et al.* 2023).

Les températures médianes occupées par le crabe des neiges du sGSL ont légèrement augmenté depuis 2014 pour atteindre des sommets sans précédent en 2021, allant de 1,2 °C (femelle mature et crabe commercial) à 1,7 °C (mâle de stade VIII), reflétant étroitement l'augmentation des températures du fond dans le sGSL en septembre. Ces températures ont légèrement diminué en 2022 et 2023, mais sont quand même parmi les plus élevées de la série temporelle. À titre de référence, les températures occupées par le crabe des neiges pendant le relevé de l'est de la mer de Béring étaient de 2,5 °C en 2018 (Fedewa *et al.* 2020).

7. CONCLUSION

Les indicateurs actuels du stock de crabe des neiges du sGSL continuent d'être positifs, positionnant le stock dans la zone saine de l'AP, avec une biomasse commerciale, un stock reproducteur, un recrutement de la population et un recrutement de la pêche projetés relativement élevés. La biomasse du stock commercial provenant du relevé après la pêche est estimée à 67 703 t, composée à 65 % de nouveau recrutement et à 35 % de biomasse résiduelle. Selon la règle de décision, cette estimation de la biomasse du stock commercial correspond à un taux d'exploitation de 38,59 % et à une option de prise de 26 126 t pour la pêche du crabe des neiges du sGSL en 2024. Une analyse des risques indique qu'une telle option de capture en 2024 entraînerait une très faible probabilité que la biomasse résiduelle du stock tombe en dessous du PRL et une très forte probabilité que la biomasse du stock commercial en 2024 reste au-dessus du PRS, tel que défini par l'AP.

Cependant, le réchauffement des températures dans le sGSL est une source de préoccupation. Le volume de la CIF est très faible depuis les dernières années ce qui entraîne une diminution de la superficie de l'habitat du crabe des neiges. De même, l'analyse des données des relevés a démontré des diminutions simultanées des densités de crabe des neiges dans les zones le long du chenal Laurentien où une masse d'eau profonde se réchauffant a été observée au cours de la dernière décennie. En conséquence, certaines composantes du stock pourraient approcher leurs limites thermiques telles que l'incubation des œufs, la déposition larvaire et les tolérances métaboliques. Si les températures continuent à augmenter, cela pourrait entraîner une baisse du recrutement, une augmentation de la mortalité et l'émigration.

8. REMERCIEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier J.-F. Landry, M. McWilliams, Y. Larocque et l'équipage de l'Avalon Voyager II pour leur travail pendant le relevé. Nous aimerions aussi remercier M. Moriyasu, R. Allain et É. Aubry pour leur assistance à la préparation et révision de ce document.

9. RÉFÉRENCES

- Biron, M., Ferron, C., and Moriyasu, M. 2008. Movement of adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence and eastern Nova Scotia, Canada. Fish. Res. 91: 260-270.
- Chassé, J., and Pettipas, R.G. 2009. [Temperature Conditions in the southern Gulf of St. Lawrence during 2008 relevant to snow crab](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/087.
- Comeau, M. and Conan, G.Y. 1992. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2406-2468.
- Conan, G.Y., and Comeau, M. 1986. Functional maturity of male snow crab, (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1710-1719.
- Dionne, M., Sainte-Marie, B., Bourget, E., Gilbert, D. 2003. Distribution and habitat selection of early benthic stages of snow crab, *Chionoecetes opilio*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 259: 117-128.
- Fedewa, E.J., Jackson, T.M., Richar J.I., Gardner J.L., Litzow, M.A. 2020. Recent shifts in northern Bering Sea snow crab (*Chionoecetes opilio*) size structure and the potential role of climate-mediated range contraction. Deep. Sea Res. Pt. II Top. Stud. Oceanogr., pp. 181–182.
- Foyle, T. P., O'Dor, R.K., Elnor, R.W. 1989. Energetically Defining the Thermal Limits of the Snow Crab. Journal of Experimental Biology 145 (1): 371–393.
- 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.
- Hébert, M., Surette T., Wade, E., Landry J.-F., et Moriyasu, M. 2021. [Évaluation du stock de crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 19, 12E et 12F\) en 2019](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/010. v + 55 p.
- Hébert, M., Gallant, C., Chiasson, Y., Mallet, P., DeGrâce, P. et Moriyasu, M. 1992. Le suivi du pourcentage de crabes mous dans les prises commerciales de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent (zone 12) en 1990 et 1991. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1886.

-
- Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., Biron, M., et Moriyasu, M. 1997. [Évaluation de 1996 du stock de crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 18, 19, 25/26, et zones E et F\)](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 1997/086. 60 p.
- Kuhn, P.S., Choi, J.S. 2011. Influence of temperature on embryo developmental cycles and mortality of female *Chionoecetes opilio* (snow crab) on the Scotian Shelf, Canada. Fisheries Research 107:245-252.
- Maggs, J. Q., Potts, W. M., Dunlop, S. W. 2016. Traditional management strategies fail to arrest a decline in the catch-per-unit-effort of an iconic marine recreational fishery species with evidence of hyperstability. Fish. Man. Ecol. 23: 187–199.
- Moriyasu, M., Wade, E., Hébert, M., and Biron, M. 2008. [Review of the survey and analytical protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2006](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/069.
- Moriyasu, M. and Lanteigne, C. 1998. Embryo development and reproductive cycle in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae), in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. Can. J. Zoology, 76(11): 2040-2048.
- MPO. 2006. [Compte rendu de l'atelier sur le cadre d'évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, E, F et 19\), Processus consultatif régional du Golfe; du 11 au 14 octobre 2005](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu. 2006/042.
- MPO. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#).
- MPO. 2010. [Points de référence conformes à l'approche de précaution pour le crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/014.
- MPO. 2012a. [Compte rendu de la réunion portant sur l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, du 21 au 25 novembre, 2011](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2012/023
- MPO. 2012b. [Points de référence révisés tenant compte des changements de la surface d'estimation de l'unité biologique du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/002.
- MPO. 2014. [Évaluation de règles de décision pour la pêche au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent pour leur conformité au cadre de l'approche de précaution](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/007.
- Puebla, O., Sévigny, J.-M., Sainte-Marie, B., Brêthes, J.-C., Burmeister, A., Dawe, E. G., Moriyasu, M. 2008. Population genetic structure of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) at the Northwest Atlantic scale. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 65: 425-436.
- Surette, T., Chasse, J. 2022. [Évaluation du stock de crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 12E, 12F et 19\) en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/053. iv + 38 p.
- Surette, T., et Chassé J. 2023. [Évaluation du stock de crabe des neiges \(*Chionoecetes opilio*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent \(zones 12, 12E, 12F et 19\) en 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/059. v + 50 p.
- Surette, T., and Wade, E. 2006. Bayesian serial linear regression models for forecasting the short-term abundance of commercial snow crab (*Chionoecetes opilio*). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2672.
-

-
- Szuwalski, C. S., Aydim, K., Fedewa, E. J., Garber-Yonts, B., Litzow, M. A. 2023. The collapse of the eastern Bering Sea snow crab. *Science*. 382: 306-310.
- Wade, E., Moriyasu, M., and Hébert, M. 2014. [Methods and models used in the 2012 assessment of the snow crab \(*Chionoecetes opilio*\), stock in the southern Gulf of St-Lawrence](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/113.
- Webb, J.B., Eckert, G.L., Shirley, T.C., and Tamone, S.L. 2007. [Changes in embryonic development and hatching in *Chionoecetes opilio* \(snow crab\) with variation in incubation temperature](#). *Biol. Bull. (Woods Hole)*, 213: 67–75. doi:10. 2307/25066619.
- Wood, S. N. 2017. *Generalized Additive Models: An Introduction with R*, 2nd Edition. Chapman and Hall/CRC.

10. TABLEAUX

Tableau 1. Prises par unités d'efforts (moyennes saisonnières et standardisées; kg / casier levé) par année et zone de pêche de crabe (ZPC). L'erreur type est indiquée entre parenthèses.

Année	ZPC 12		ZPC 12E		ZPC 12F		ZPC 19	
	Moyenne	Standard.	Moyenne	Standard.	Moyenne	Standard.	Moyenne	Standard.
2017	72,0	78,3 (1,0)	60,9	54,0 (1,2)	72,6	51,4 (1,1)	142,8	154,0 (1,0)
2018	44,2	42,0 (1,0)	46,6	45,5 (1,2)	69,1	61,5 (1,1)	156,1	144,0 (1,0)
2019	55,5	58,2 (1,0)	65,7	44,3 (1,2)	64,5	68,0 (1,1)	112,7	124,6 (1,0)
2020	44,1	42,7 (1,0)	45,9	48,6 (1,2)	45,2	46,9 (1,1)	101,7	97,8 (1,1)
2021	57,4	55,7 (1,0)	55,7	48,9 (1,2)	59,1	54,4 (1,1)	121,0	112,9 (1,0)
2022	51,4	56,6 (1,0)	78,5	77,8 (1,4)	76,4	69,8 (1,1)	112,6	115,9 (1,0)
2023	72,2	72,0 (1,9)	79,1	58,0 (10,6)	96,9	69,7 (5,6)	140,6	73,3 (4,4)

Tableau 2. Abondance annuelle (nombre en millions) de crabes par catégorie à partir des données du relevé au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les données ombragées en rouge démontrent les valeurs faibles de la série, les données bleues démontrent les valeurs élevées et les données blanches démontrent les valeurs près de la moyenne. Les années ombragées en jaune représentent les années d'un changement de bateau de relevé.

Année	Pré-recrues				Recrues	Résiduelle		
	R-4	R-3	R-2(83-98)	R2 (83+)	CC 1 et 2 (R-1)	CC 3	CC 4	CC 5
1997	114.0	98.2	59.7	75.9	59.3	28.3	17.7	5.2
1998	135.3	91.3	60.3	80.0	50.9	24.9	16.0	8.6
1999	195.6	151.1	112.9	143.1	48.1	32.7	16.8	7.8
2000	237.5	159.1	88.4	102.8	68.4	10.3	7.4	2.5
2001	310.8	227.3	136.3	159.7	76.4	28.1	5.4	1.6
2002	164.3	242.2	202.2	241.4	112.3	21.7	4.3	0.9
2003	133.2	202.3	178.5	220.6	100.3	38.0	11.7	1.8
2004	85.8	122.9	144.1	194.3	143.3	28.2	9.9	1.2
2005	62.2	79.8	117.2	162.4	99.1	30.0	10.5	0.6
2006	54.1	49.6	65.7	95.4	84.2	29.2	5.8	1.0
2007	56.5	47.6	55.4	85.3	62.8	31.5	14.0	1.0
2008	80.6	54.6	45.8	69.6	49.1	23.0	11.4	3.0
2009	88.5	69.3	43.8	58.0	31.7	12.5	5.3	1.3
2010	140.8	110.3	72.5	90.6	32.8	20.6	4.2	1.6
2011	91.4	99.2	88.2	114.5	53.0	44.3	9.8	1.8
2012	95.7	86.4	80.5	105.1	86.6	37.9	5.7	1.2
2013	103.1	85.1	79.4	102.6	63.7	30.1	18.3	0.7
2014	105.1	93.6	117.2	147.3	73.3	29.6	13.1	0.6
2015	107.1	124.7	127.5	155.5	56.2	27.2	17.3	0.5
2016	113.1	124.8	101.6	130.9	125.9	30.6	14.7	0.1
2017	113.0	119.6	103.3	127.3	90.0	21.6	6.1	0.4
2018	135.6	116.5	108.3	126.6	115.6	34.6	4.5	0.8
2019	190.7	186.0	185.7	186.2	105.1	28.8	9.3	0.8
2020	180.9	170.3	174.3	203.0	103.5	29.8	7.2	0.6
2021	135.9	154.4	154.0	188.9	112.0	29.7	6.4	1.5
2022	94.7	93.1	102.3	131.9	119.6	27.6	6.2	0.7
2023	139.6	78.0	72.7	93.3	78.4	36.1	10.1	0.6
Moyenne	128.3	119.9	106.6	133.0	81.5	28.4	10.0	1.8

Tableau 3. Recrutement annuel, résiduel et biomasse commerciale totale (en tonnes) de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent selon les données du relevé au chalut. L'intervalle de confiance de 95 % est indiqué entre parenthèses. Les débarquements annuels, le taux de survie annuel, la moyenne de 5 ans du crabe commercial et le taux d'exploitation sont également présentés.

Année	Observé	Prédit	Résiduelle (t)	Commerciale (t)	Débarquements (t)	Annuelle	5-ans	ER (%)
1997	37 910 (30 911-46 018)	-	27 688 (21 982-34 422)	64 518 (54 105-76 345)	17 249	-	-	-
1998	30 603 (22 695-40 384)	-	28 295 (21 497-36 566)	57 813 (45 856-71 931)	13 575	64,9	-	21,0
1999	26 015 (20 709-32 265)	-	31 177 (25 044-38 356)	56 757 (47 641-67 102)	15 110	80,1	-	26,1
2000	40 734 (33 592-48 942)	-	9 979 (6 987-13 827)	50 621 (41 843-60 692)	18 712	50,6	-	33,0
2001	42 358 (33 800-52 422)	-	17 612 (13 853-22 077)	60 328 (49 851-72 351)	18 262	70,9	-	36,1
2002	66 076 (55 416-78 180)	-	13 060 (10 793-15 662)	79 228 (67 983-91 791)	25 691	64,2	66,1	42,6
2003	58 270 (50 270-67 175)	-	26 993 (22 124-32 613)	84 448 (73 486-96 574)	21 163	60,8	65,3	26,7
2004	83 764 (74 392-93 981)	-	21 259 (17 343-25 794)	103 146 (92 426-114 758)	31 675	62,7	61,8	37,5
2005	59 939 (53 551-66 870)	60 500 (38 800-86 000)	23 496 (18 902-28 868)	82 565 (73 514-92 415)	36 118	57,8	63,3	35,0
2006	54 541 (48 235-61 438)	49 700 (33 200-73 000)	19 621 (16 697-22 907)	73 645 (65 681-82 302)	29 121	59,0	60,9	35,3
2007	40 048 (35 286-45 269)	35 200 (21 300-55 000)	26 829 (23 232-30 821)	66 371 (59 971-73 264)	26 867	72,9	62,6	36,5
2008	32 241 (27 929-37 027)	29 000 (18 500-42 000)	20 981 (17 989-24 327)	52 921 (47 167-59 178)	24 458	68,5	64,2	36,9
2009	20 618 (17 747-23 818)	27 700 (17 800-38 000)	10 454 (8 687-12 474)	31 015 (27 519-34 829)	23 642	64,4	64,5	44,7
2010	20 477 (17 815-23 423)	25 900 (17 100-37 000)	15 490 (13 022-18 289)	35 929 (32 049-40 147)	9 549	80,7	69,1	30,8
2011	29 643 (25 676-34 045)	33 700 (22 900-47 000)	33 679 (28 430-39 613)	62 841 (55 985-70 299)	10 708	-	71,6	29,8
2012	49 010 (40 382-58 931)	40 700 (31 300-52 400)	25 615 (21 607-30 147)	74 778 (64 881-85 748)	21956	75,7	72,3	34,9
2013	39 988 (31 504-50 055)	40 380 (31 670-50 380)	27 092 (22 041-32 952)	66 709 (54 294-81108)	26 049	71,1	73,0	34,8
2014	44 285 (37 440-52 014)	37 893 (28 568-49 114)	23 863 (20 356-27 799)	67 990 (59 802-76 978)	24 479	72,5	75,0	36,7
2015	34 982 (29 145-41 643)	42 300 (32 760-51 840)	24 106 (20 290-28 429)	58 927 (51 368-67 278)	25 911	73,6	73,2	38,1
2016	74 124 (64 811-84 392)	50 000 (36 400-66 900)	24 309 (20 876-28 143)	98 394 (87 150-110 677)	21 725	78,1	74,2	36,9
2017	51 127 (43 976-59 103)	46 200 (31 400-64 230)	14 650 (12 134-17 534)	65 738 (57 221-75 157)	43 656	59,3	70,9	44,4
2018	59 609 (51 755-68 310)	47 700 (33 800-64 880)	21 432 (17 271-26 291)	80 746 (70 984-91 467)	24 260	69,5	70,6	36,9
2019	58 995 (50 215-68 863)	49 820 (33 790-70 970)	20 291 (16 940-24 109)	79 066 (69 072-90 091)	31 707	64,4	69,0	39,3
2020	58 438 (49 759-68 189)	74 280 (49 300-107 400)	19 107 (16 235-22 239)	77 748 (67 706-88 852)	28 156	59,8	66,2	35,6
2021	62 473 (53 650-71 590)	72 230 (48 200-104 100)	19 144 (15 997-22 726)	80 950 (70 543-92 451)	24 479	56,1	61,8	31,5
2022	68 348 (58 894-78 880)	65 100 (44 410-92 220)	17 388 (14 040-21 292)	85 532 (74 658-97 535)	31 661	60,6	62,1	39,1
2023	44 484 (37 816-51 983)	49 100 (34 050-68 450)	24 393 (20 500-28 807)	67 703 (59 174-77 109)	35 404	69,9	62,4	41,4
2024	-	37 040 (25 870-51 370)	-	-	-	-	-	-

Tableau 4. Biomasse commerciale par zone de pêche de crabe (ZPC) et zones tampons, selon les données du relevé du sud du golfe du Saint-Laurent de 2023. Les parenthèses indiquent les intervalles de confiance à 95 %. Les étiquettes sont celles de la figure 5.

ZPC	Superficie (km ²)	Biomasse (t)	
Sud du Golfe	57 842,8	67 703	(59 174-77 110)
ZPC 12	48 074,0	58 385	(50 988 – 66 546)
ZPC 12E	2 436,9	509	(42 – 2 210)
ZPC 12F	2 426,8	4 675	(3 549 – 6 046)
ZPC 19	3 813,0	3 702	(2 353 – 5 551)
Somme des ZPC ¹	56,750,7	67 271	
Zone non attribuée au-dessus 12E (A)	667,9	45	(0,1 - 306)
Zone tampon située entre les ZPC 19 et 12F (B)	134,2	149	(44 - 373)
Zone tampon située entre les ZPC 12 et 19 (C)	289,5	311	(75 – 872)
Somme de toutes les surfaces et zones	57 842,7	67 776	

¹Les petites différences entre la somme des estimations de toutes les zones individuelles comparativement aux estimations du sud du golfe du Saint-Laurent s'expliquent par l'arrondissement des calculs intermédiaires.

Tableau 5. Tableau démontrant les abondances des R-2 corrigées et les changements qui en résultent dans la biomasse de recrutement prédite des R-1 selon le modèle de recrutement Bayésien.

Année	Variable	Valeur originale	Valeur corrigée	Différence
2020	R-2	203,0 millions	174,3 millions	-28,7 millions
2021	R-2	188,9 millions	154,0 millions	-34,9 millions
2022	R-2	131,8 millions	102,3 millions	-29,5 millions
2021	R-1 Prédits	79 870 t	72 230 t	-7 640 t
2022	R-1 Prédits	73 120 t	65 100 t	-8 020 t
2023	R-1 Prédits	57 280 t	49 100 t	-8 180 t

Tableau 6. Analyse de risque pour différentes options de niveau de prises pour la pêche du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent en 2024, montrant la probabilité que la biomasse commerciale résiduelle (B_{res}) soit en dessous du point de référence limite (PRL), la probabilité que la biomasse commerciale totale (B) soit en dessous du point de référence supérieure du stock (PRS), et la biomasse attendue pour le relevé de 2024. Le niveau de prises correspondant à un taux d'exploitation de 38,59 %, soit le taux prévu par la règle de décision sur les prises, est indiqué en gras.

Niveau de prise (t)	Probabilité		Biomasse prédite pour 2023 (t)
	$B_{res} < PRL$	$B < PRS$	
20 000	0,0 %	0,1 %	59 333 (46 811 – 74 558)
21 000	0,0 %	0,2 %	58 333 (45 811 – 73 558)
22 000	0,0 %	0,4 %	57 333 (44 811 – 72 558)
23 000	0,0 %	0,8 %	56 333 (43 811 – 71 558)
24 000	0,1 %	1,3 %	55 333 (42 811 – 70 558)
25 000	0,3 %	2,1 %	54 333 (41 811 – 69 558)
26 000	0,9 %	3,2 %	53 333 (40 811 – 68 558)
26 126	1.1 %	3.4 %	53 207 (40 685 – 68 432)
27 000	2.6 %	4.7 %	52 333 (39 811 – 67 558)
28 000	6.1 %	6.7 %	51 333 (38 811 – 66 558)
29 000	12.2 %	9.2 %	50 333 (37 811 – 65 558)
30 000	21.5 %	12.4 %	49 333 (36 811 – 64 558)
31 000	33.6 %	16.1 %	48 333 (35 811 – 63 558)
32 000	47.4 %	20.4 %	47 333 (34 811 – 62 558)
33 000	61.1 %	25.2 %	46 333 (33 811 – 61 558)
34 000	73.3 %	30.4 %	45 333 (32 811 – 60 558)
35 000	83.0 %	35.9 %	44 333 (31 811 – 59 558)
40 000	99.4 %	63.9 %	39 333 (26 811 – 54 558)
45 000	100,0 %	84,4 %	34 333 (21 811 – 49 558)
50 000	100,0 %	94,6 %	29 333 (16 811 – 44 558)
60 000	100,0 %	99,6 %	19 333 (6 811 – 34 558)

11. FIGURES

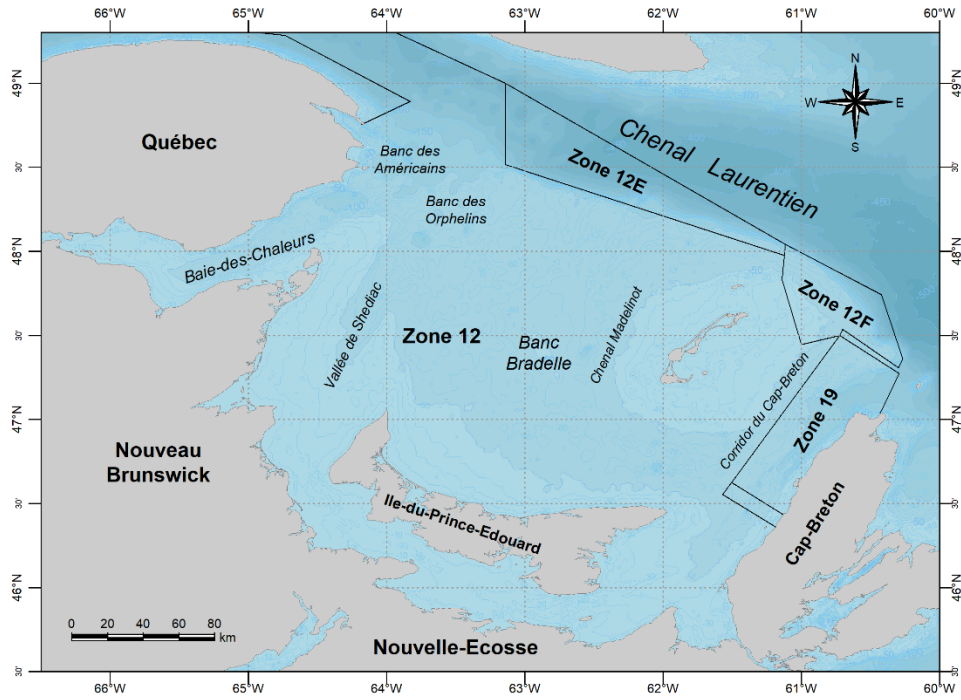


Figure 1. Carte du sud du golfe du Saint-Laurent montrant les zones de pêche de crabe (ZPC 12, 12E, 12F et 19) ainsi que les lieux de pêche.

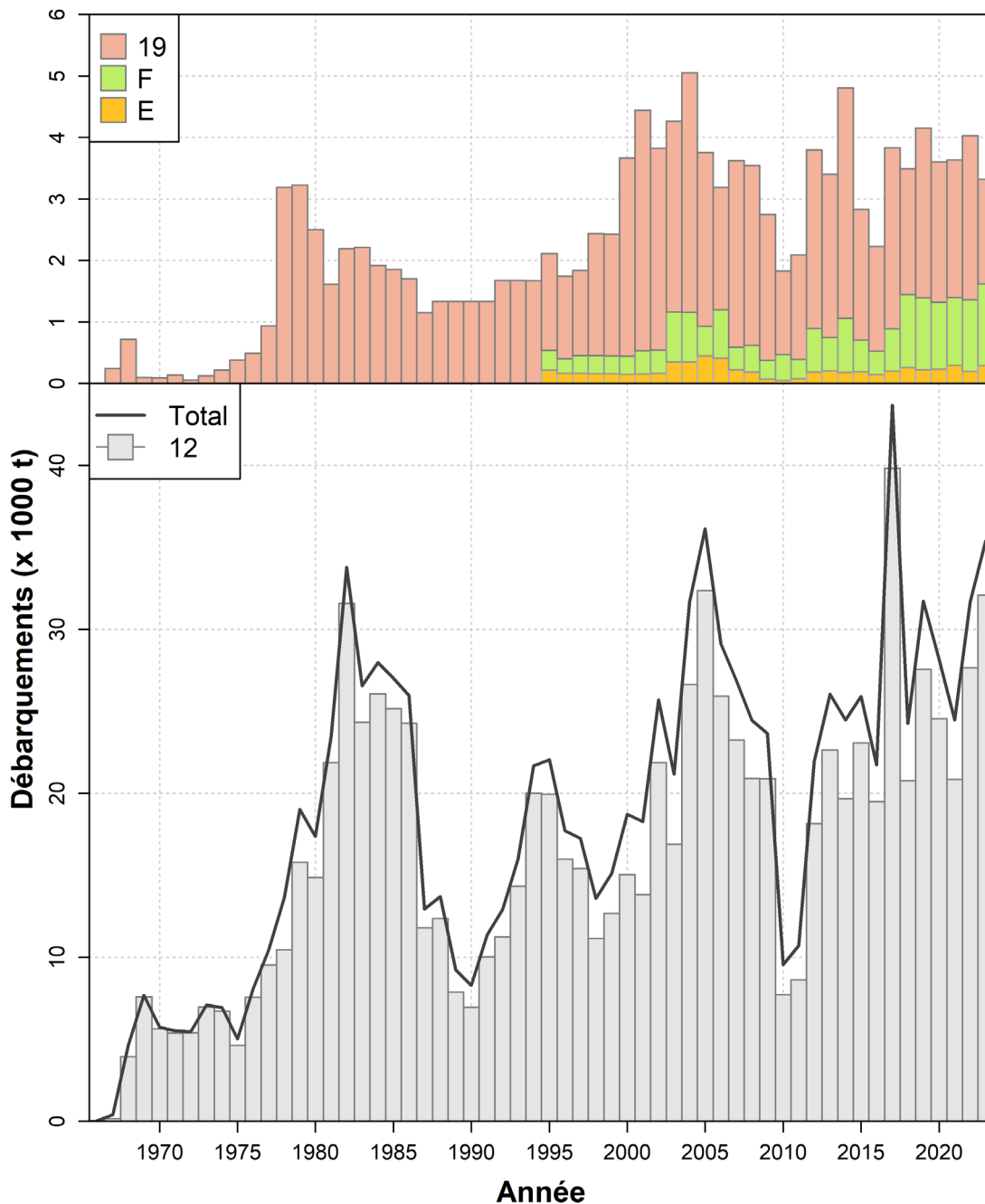


Figure 2. Débarquements annuels (en tonnes) de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent, dans les zones de pêche de crabe 12E, 12F, 19 (panneau supérieur) et 12 (panneau inférieur). La ligne noire (panneau inférieur) indique le total des débarquements dans le sud du golfe du Saint-Laurent (ZPC 12, 12E, 12F et 19).

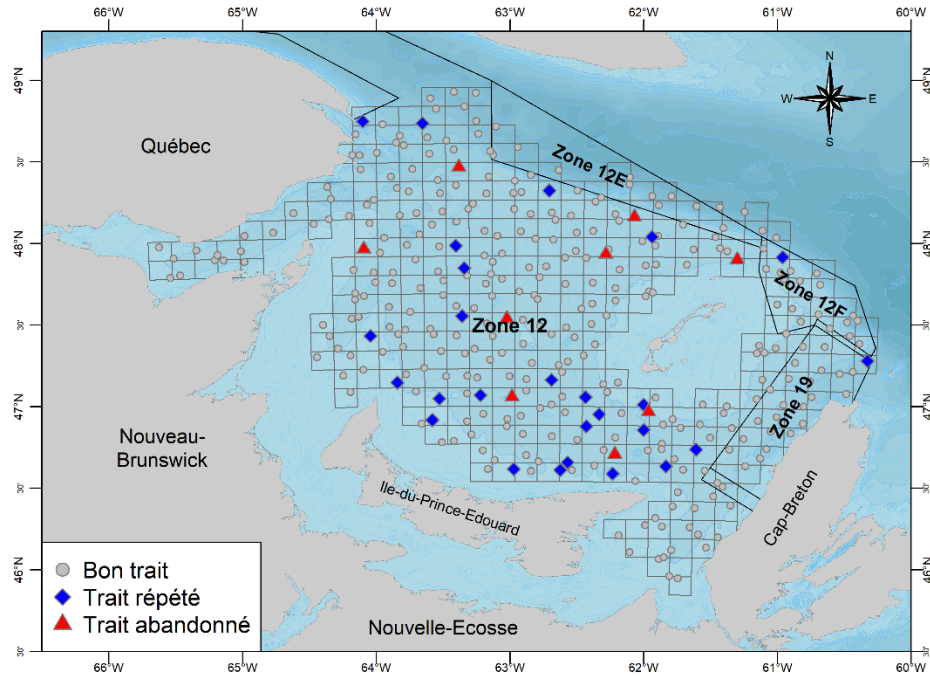


Figure 3. Positions des stations du relevé au chalut au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2023. Les points gris sont des traits qui ont été réussis, les diamants bleus sont des traits qui ont été répétés et réussis et les triangles rouges sont des traits qui ont été abandonnés. Les quadrilatères du relevé sont indiqués en gris.

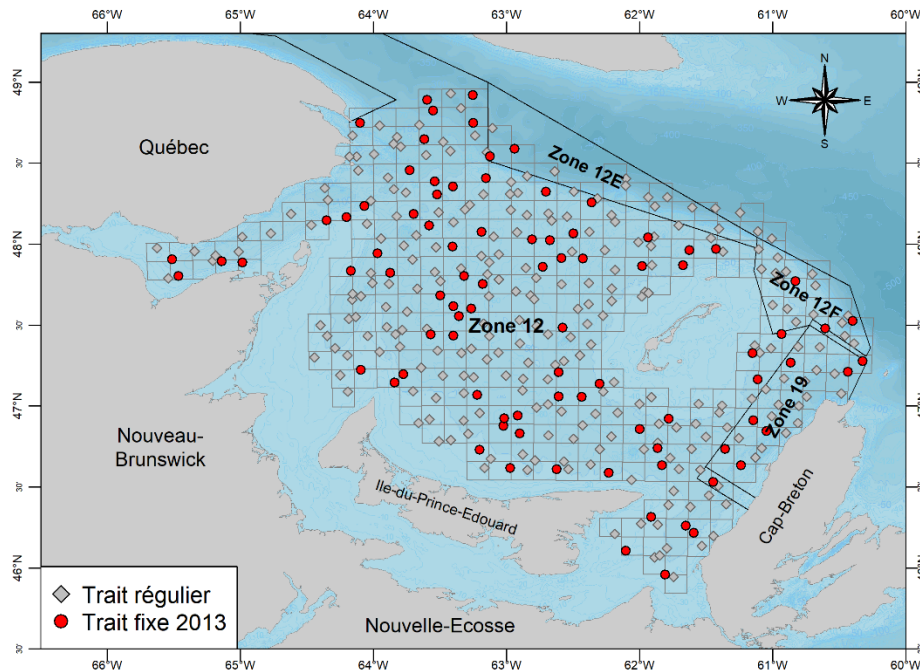


Figure 4. Carte démontrant les 100 stations redistribuées à leurs positions d'origine de 2013 (points rouges) et les 255 stations libres (diamants gris) pendant le relevé 2023. Les quadrilatères échantillonnés durant le relevé sont indiqués en gris.

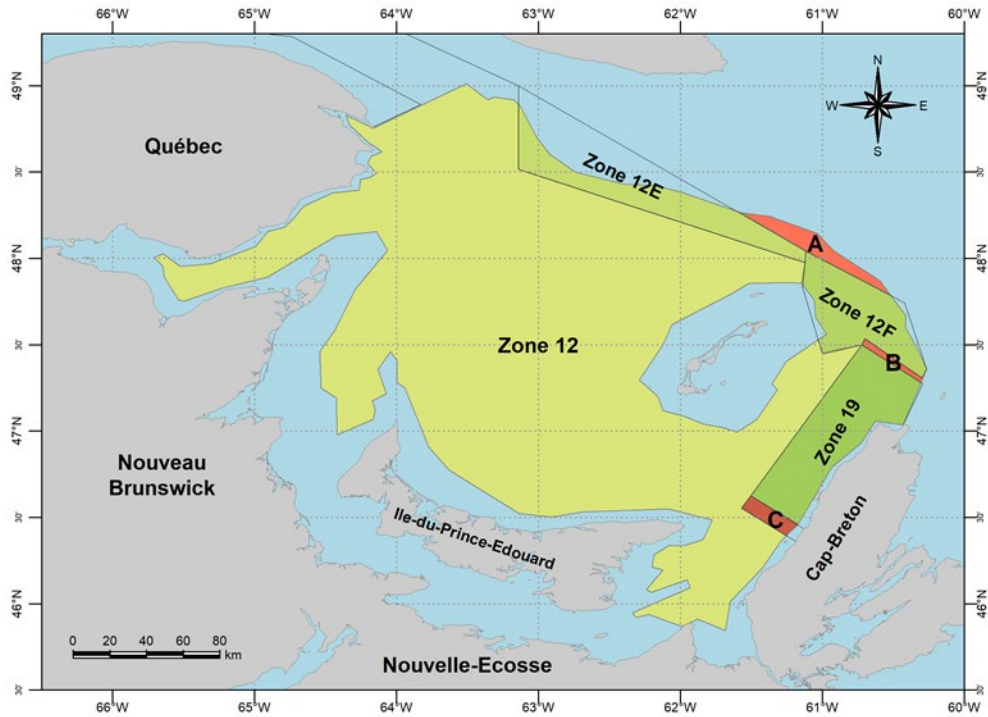


Figure 5. Polygones utilisés pour l'estimation des indices de stock du relevé. La zone non assignée au nord des zones de pêche de crabe 12E et 12F (étiquetée A) et les zones tampons (étiquetées B et C) sont aussi indiquées.

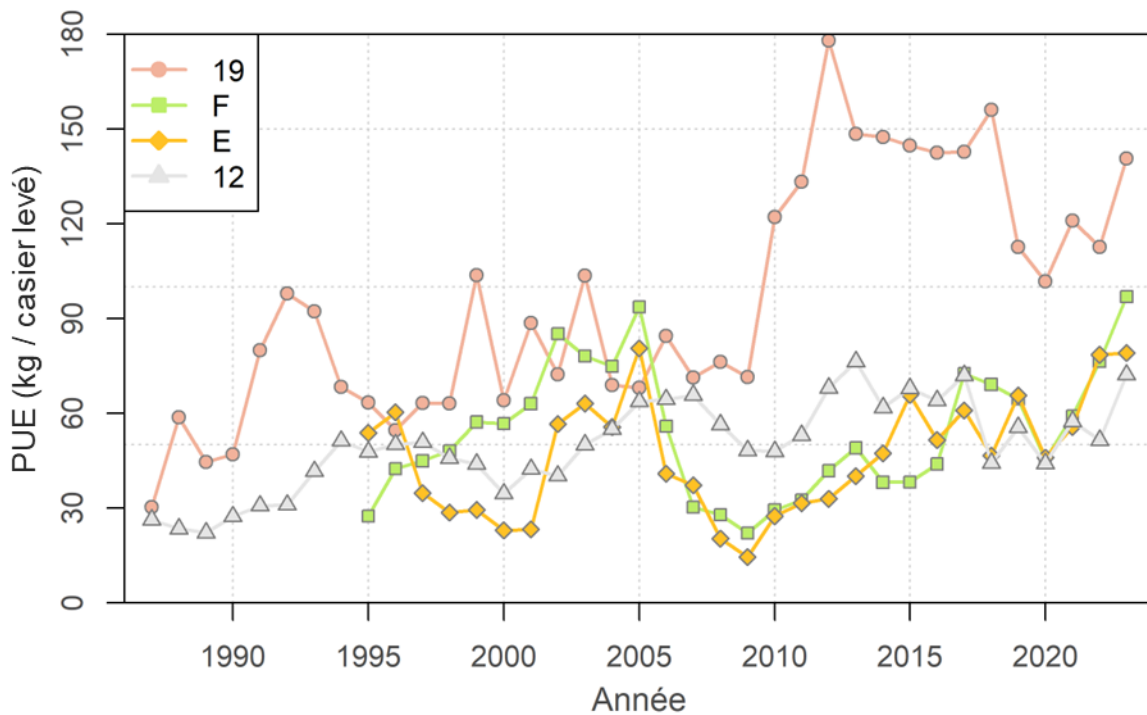


Figure 6. Prises par unité d'effort (kg / casier levé) par zone de pêche de crabe dans le sud du golfe du Saint-Laurent, selon les données des journaux de bord des pêches.

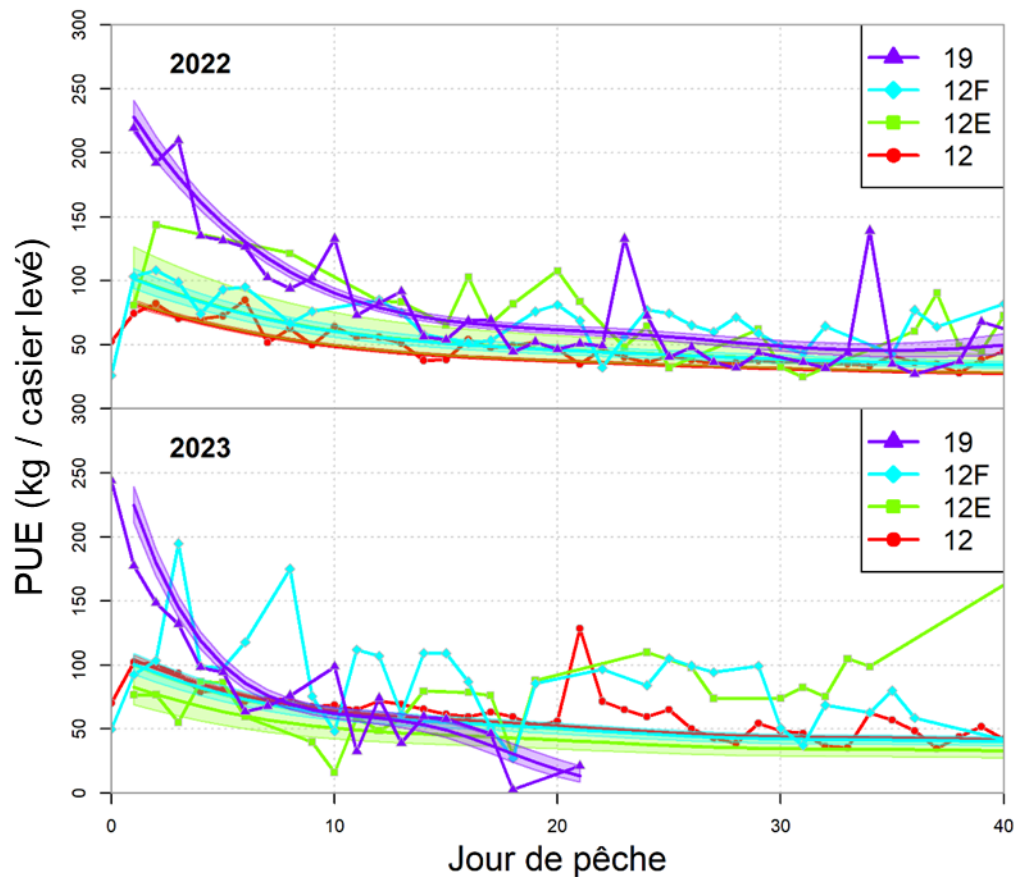


Figure 7. Prises par unité d'effort par rapport au jour de pêche pour la pêche de 2023, telles qu'estimées à partir du modèle de standardisation des prises par unité d'effort, évaluées pour un temps de mouillage de 36 heures pour un navire de pêche moyen dans chaque zone de pêche de crabe.

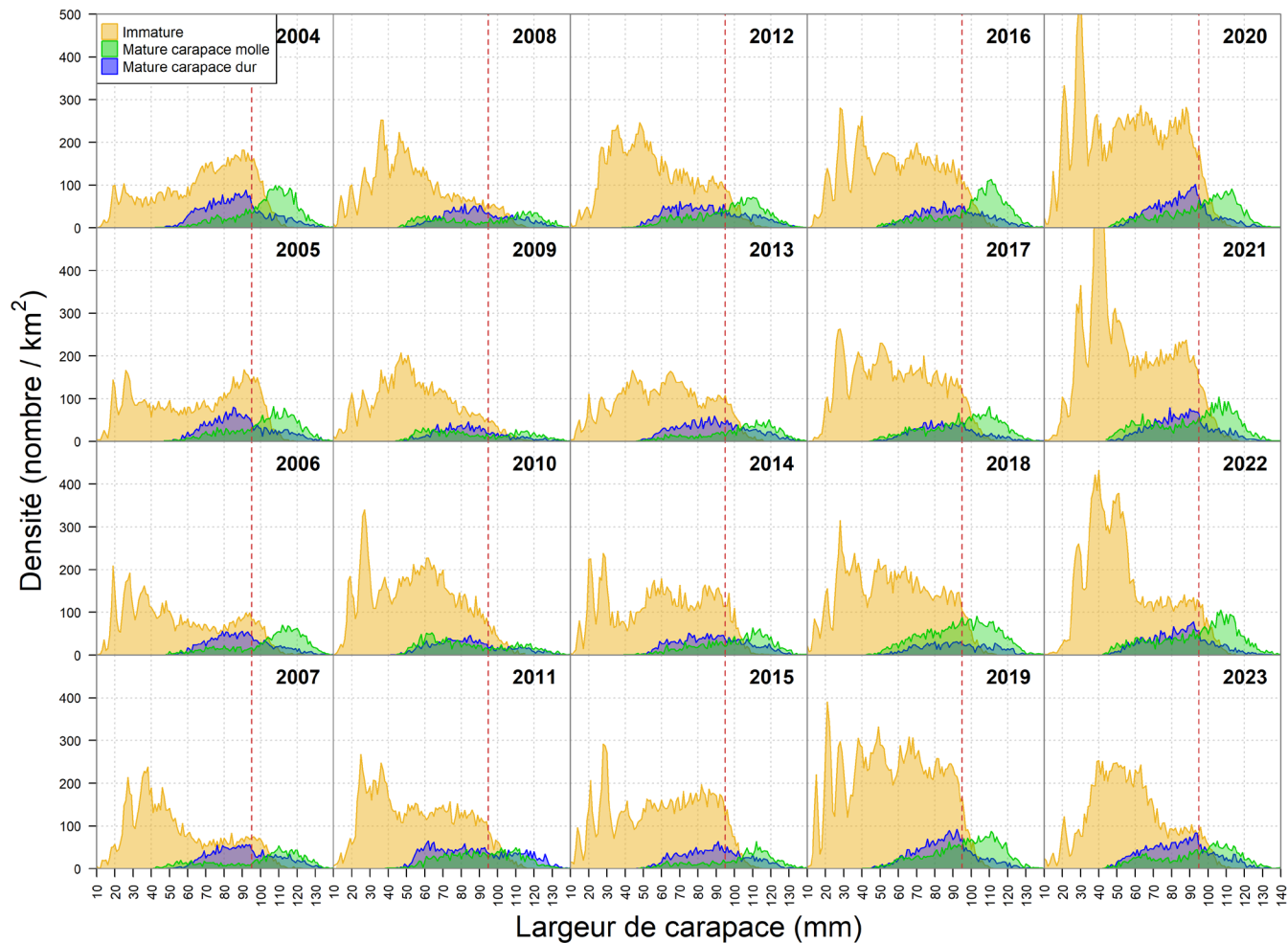


Figure 8. Distributions de fréquence de taille des crabes des neiges mâles immatures et adolescents (jaune) et les mâles adultes à nouvelle carapace (vert) et mâles adultes à vieille carapace (bleu) basées sur les échantillons des relevés au chalut. La ligne rouge pointillée indique la taille minimale légale de 95 mm LC. À noter que l'abondance des crabes juvéniles pour 2020 et 2021 dépasse l'échelle de la figure.

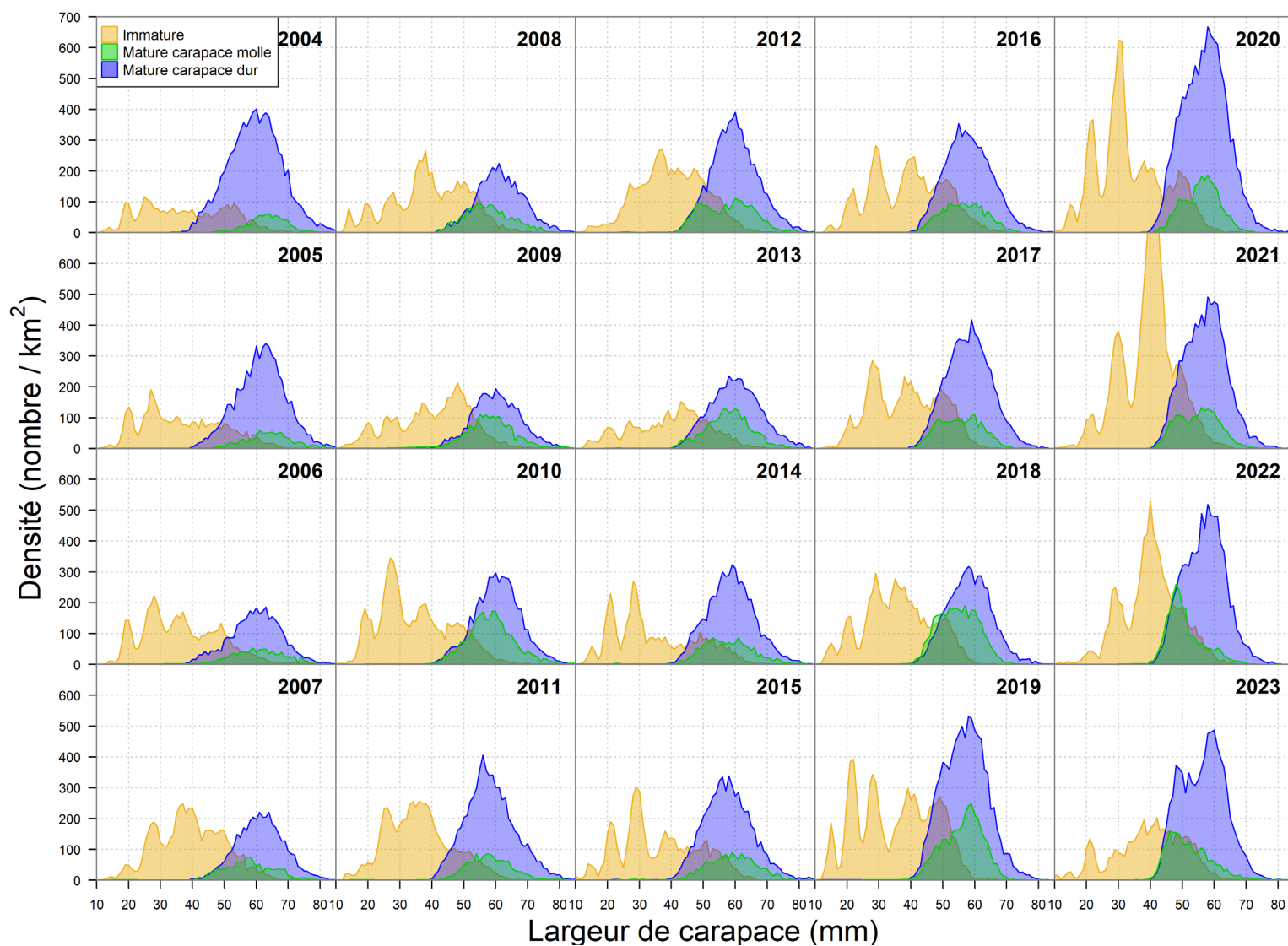


Figure 9. Distributions de fréquence des tailles des femelles pubescentes et immatures (jaune), des femelles matures à nouvelle carapace (vert) et des femelles matures à vieille carapace (bleu), basées sur les échantillons des relevés au chalut. À noter que l'abondance des petits crabes pour 2021 dépasse l'échelle de la figure.

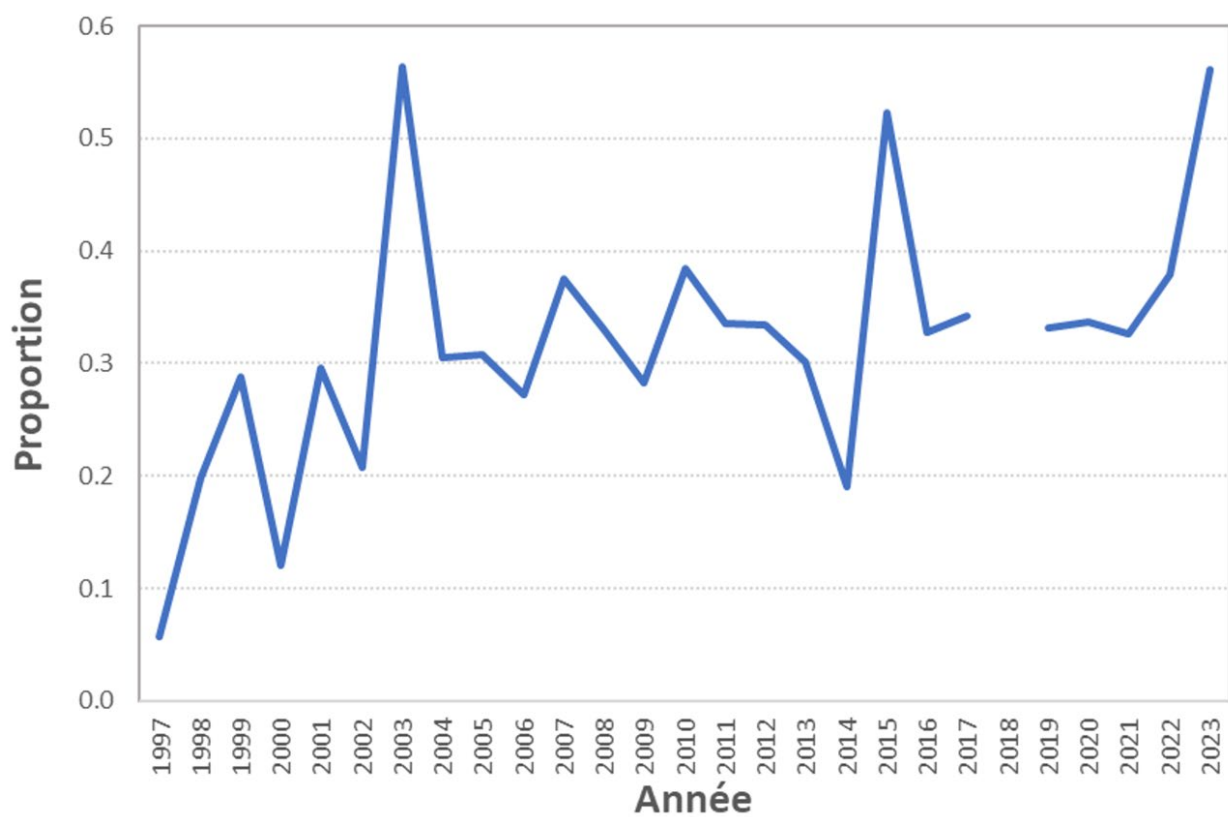


Figure 10. Proportion des crabes R-2 sauts de mue par année de relevé. En 2018, la classification des crabes qui ont sauté la mue n'était pas fiable et n'a donc pas été incluse.

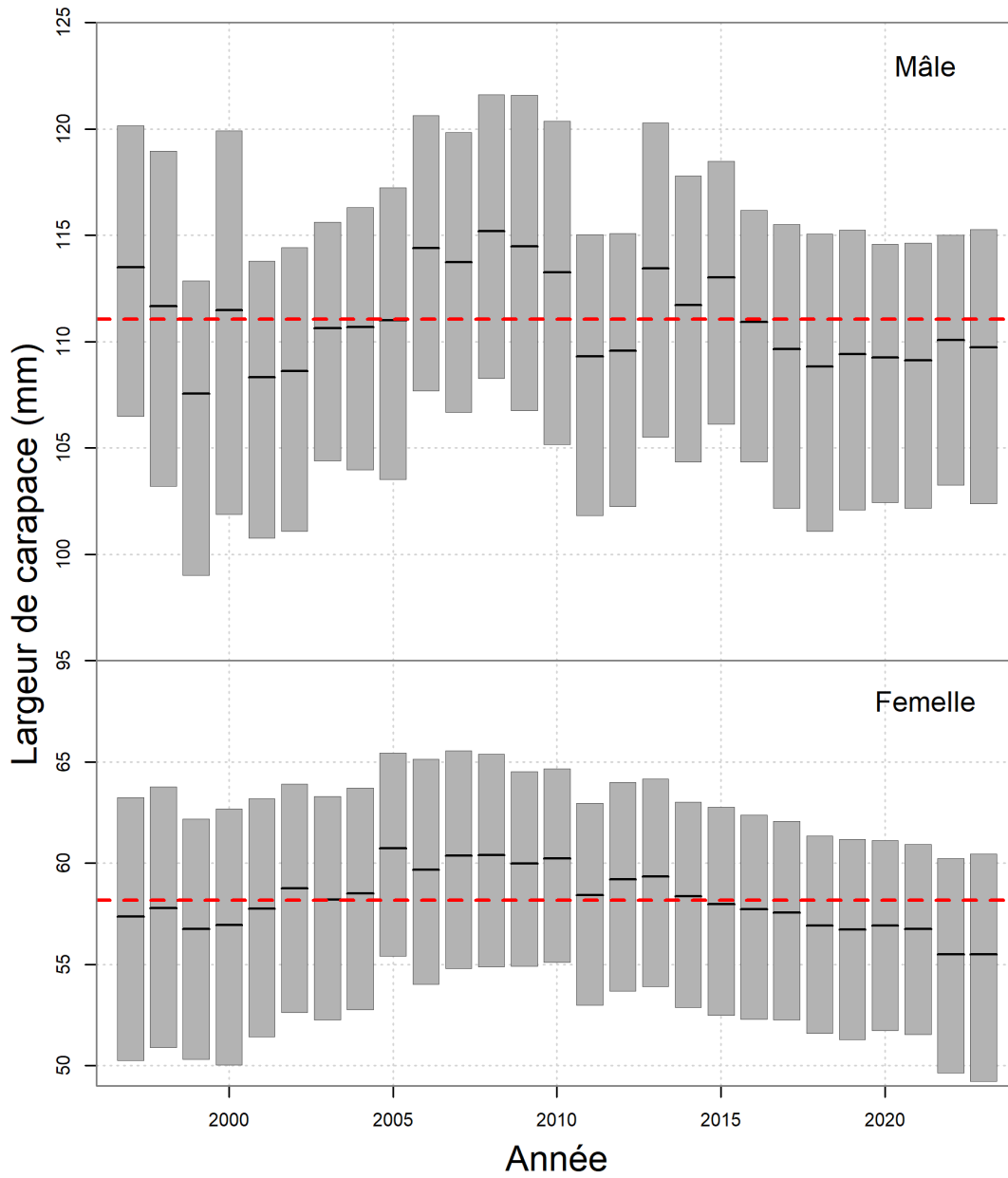


Figure 11. Variation des tailles des crabes de taille commerciale (panneau supérieur) et de femelles matures (panneau inférieur) provenant des données du relevé au chalut. La ligne noire indique la largeur de carapace moyenne tandis que les barres grises indiquent l'écart interquartile. La ligne rouge pointillée indique la moyenne de la série.

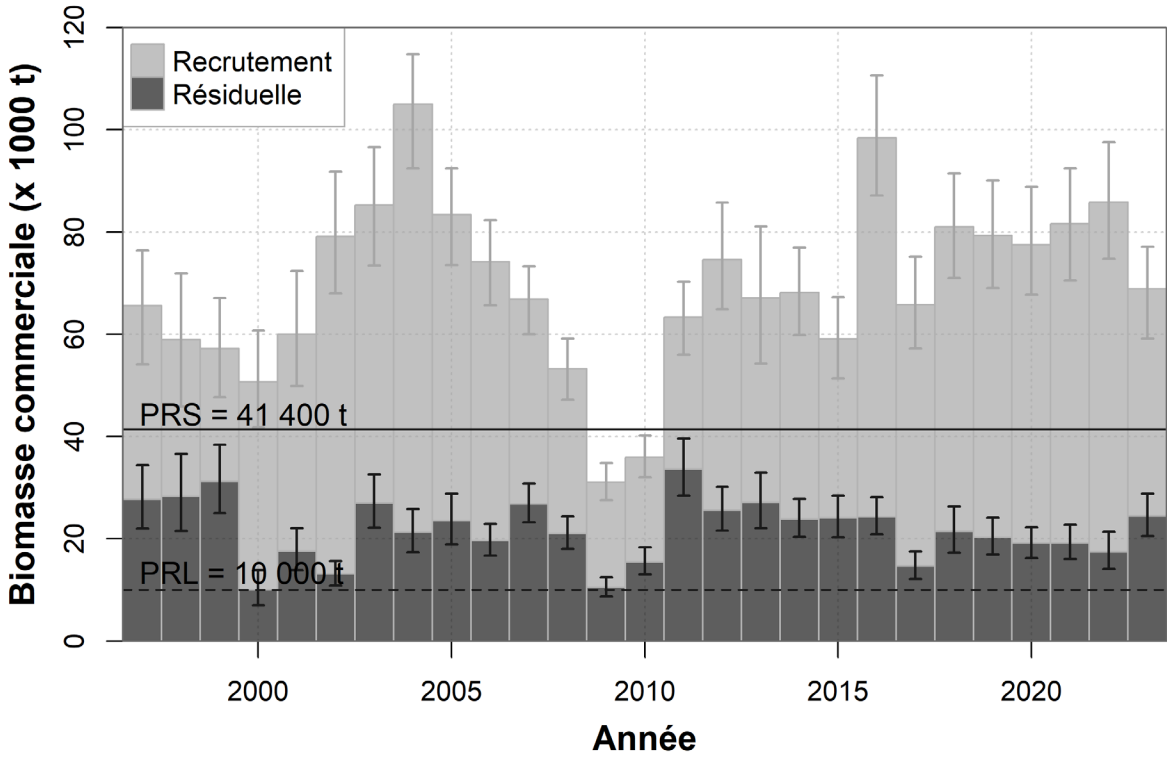


Figure 12. Biomasse du recrutement commercial (barres gris claires) et biomasse résiduelle (barres gris foncées), estimées à partir des données du relevé au chalut. Les barres d'erreur indiquent les intervalles de confiance à 95 %. Les points de référence limite de la biomasse résiduelle (PRL; ligne pointillée) et de référence supérieure du stock (PRS; ligne solide) correspondants sont également indiqués.

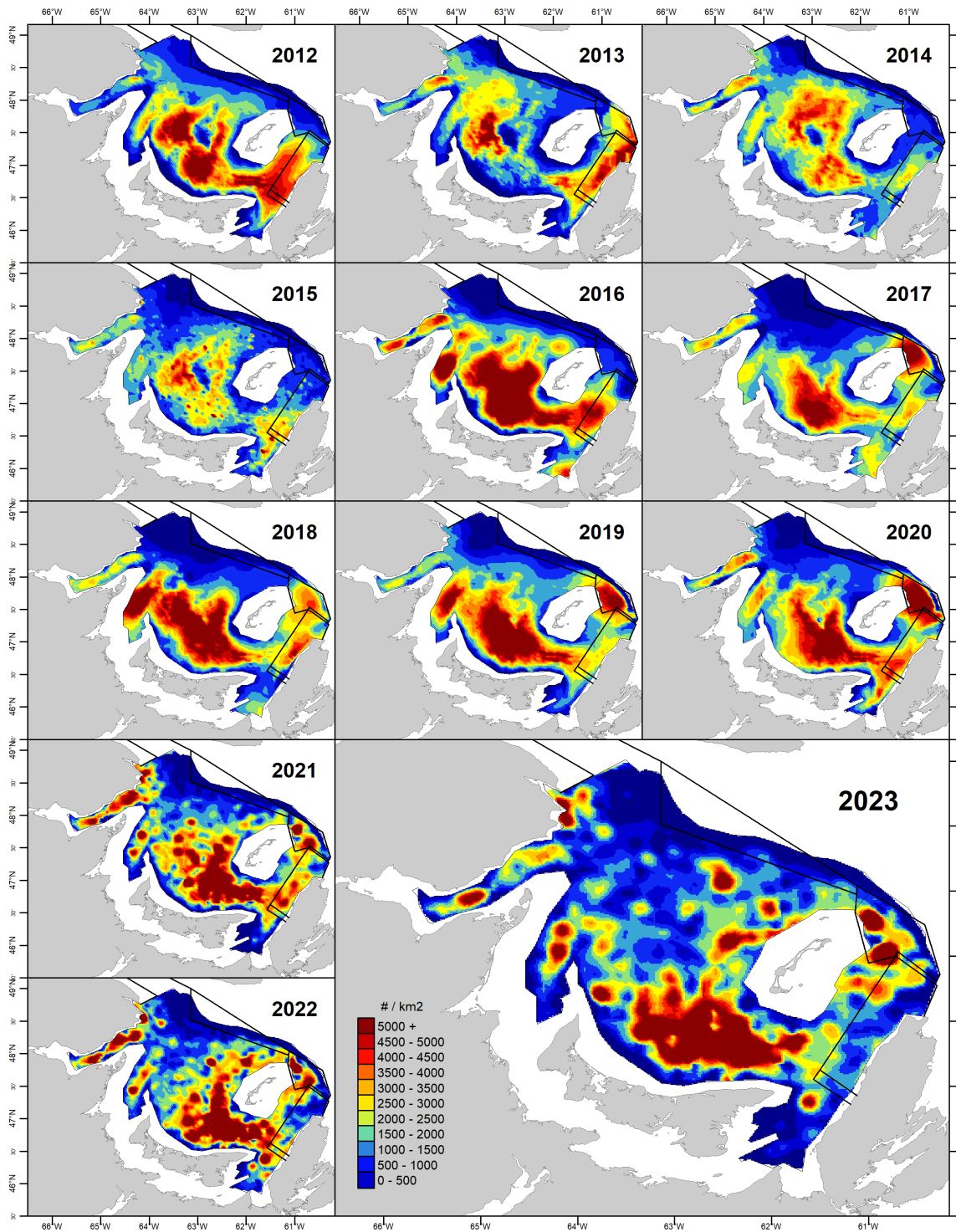


Figure 13. Densité du crabe de taille commerciale (nombre par km^2) dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2012 à 2023 selon les données du relevé au chalut, interpolées en utilisant le krigeage.

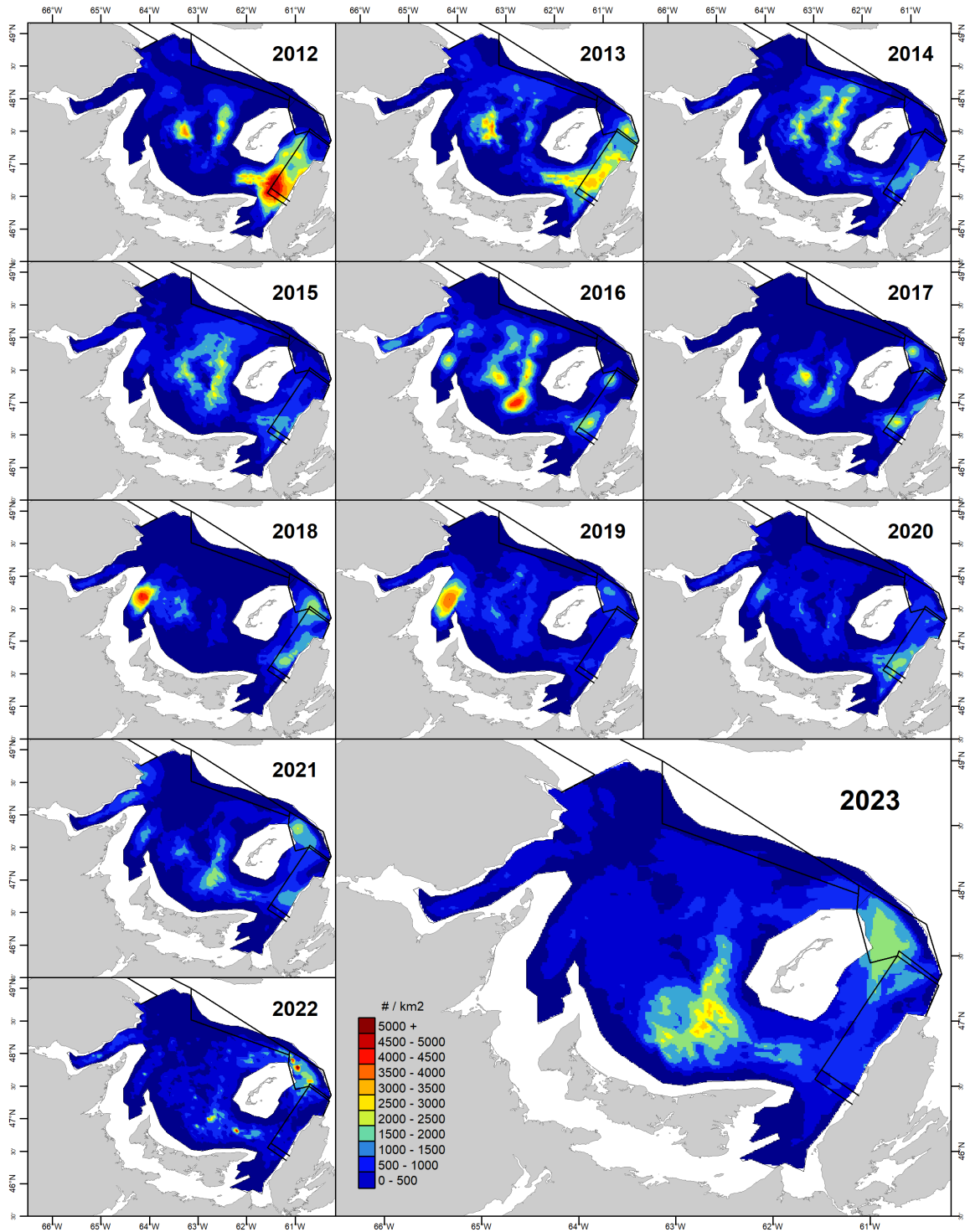


Figure 14. Distribution spatiale de la biomasse commerciale résiduelle de crabe des neiges (condition de carapace 3, 4 et 5) dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2012 à 2023 selon les données du relevé au chalut, interpolées en utilisant le krigeage.

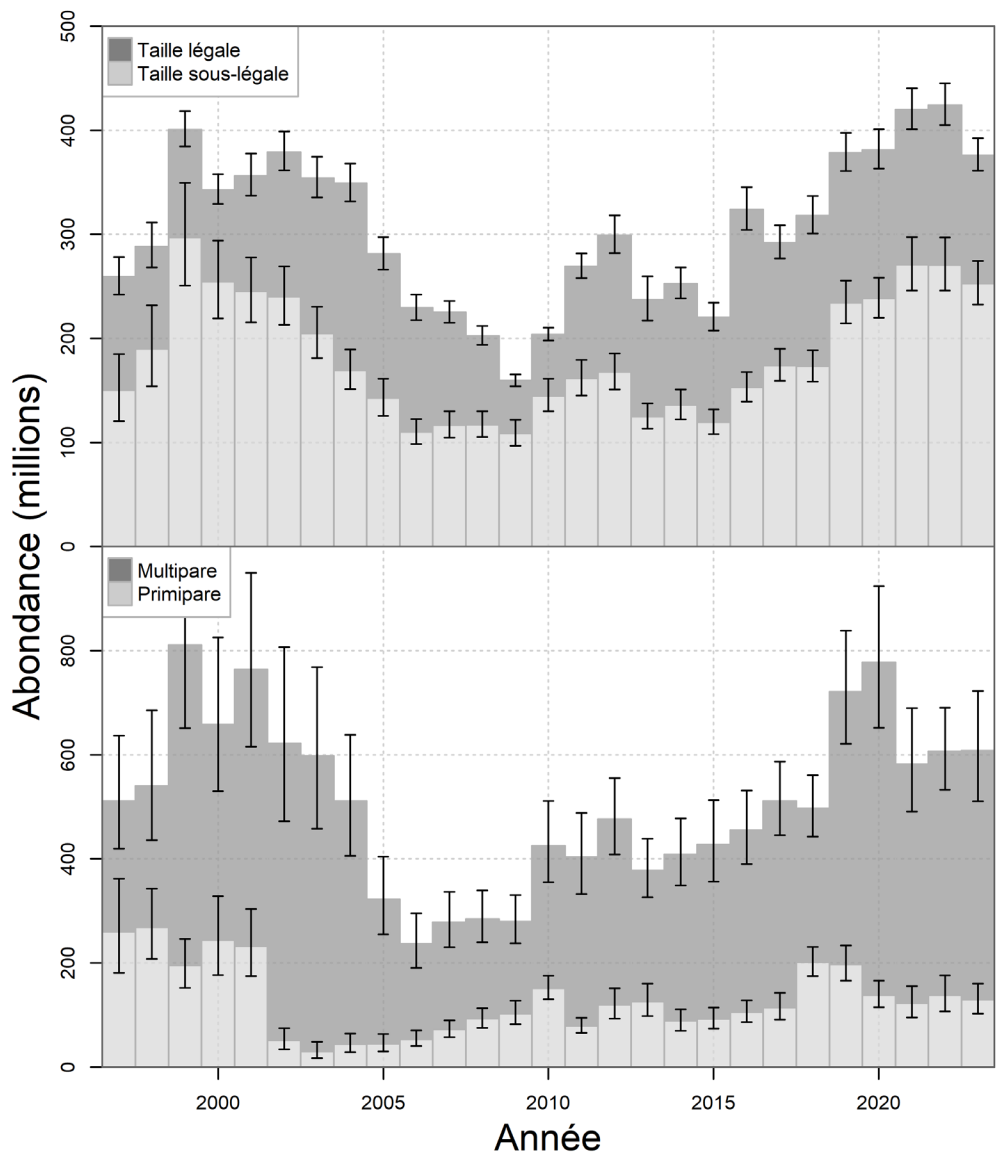


Figure 15. Abondance des crabes des neiges mâles de taille légale et sous-légale (panneau supérieur) ainsi que les femelles primipares et multipares (panneau inférieur) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

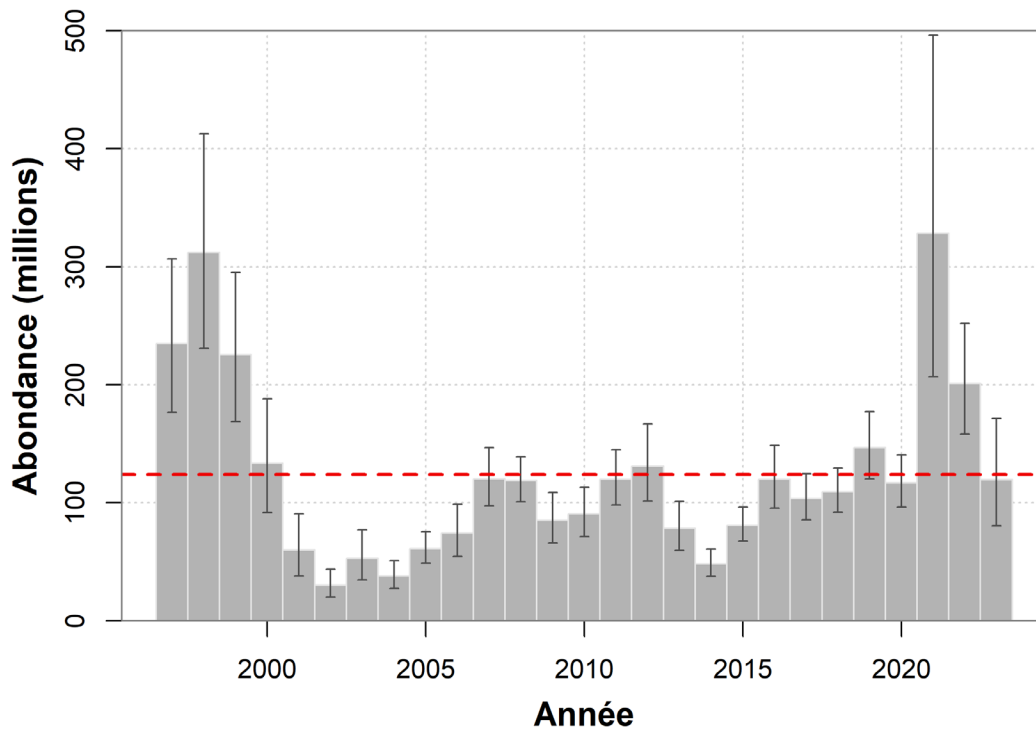


Figure 16. Abondance annuelle (en millions; moyennes avec intervalles de confiance à 95 %) des petits crabes mâles de 34 à 44 mm de largeur de carapace (instar VIII), d'après les données du relevé au chalut. La ligne pointillée rouge indique la moyenne pour la série.

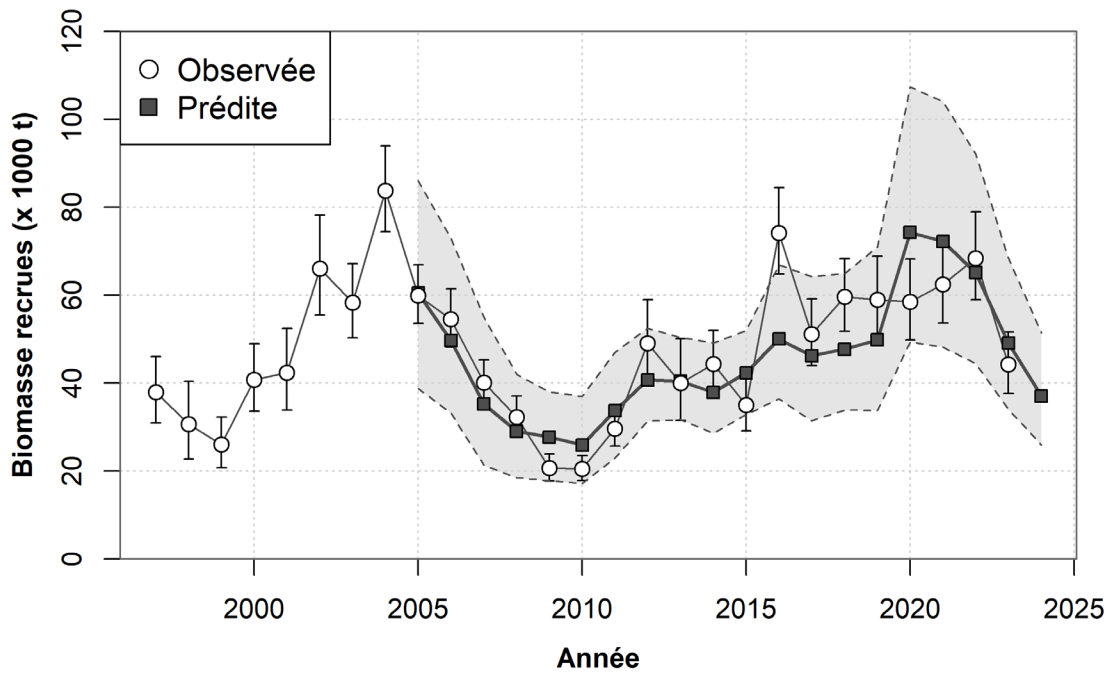


Figure 17. Biomasse observée (les cercles ouverts sont les moyennes, avec les barres verticales montrant les intervalles de confiance à 95 %) et biomasse prédite (les carrés noirs sont les moyennes, avec les lignes pointillées montrant les intervalles de confiance à 95 %) du crabe des neiges R-1 pendant l'année du relevé.

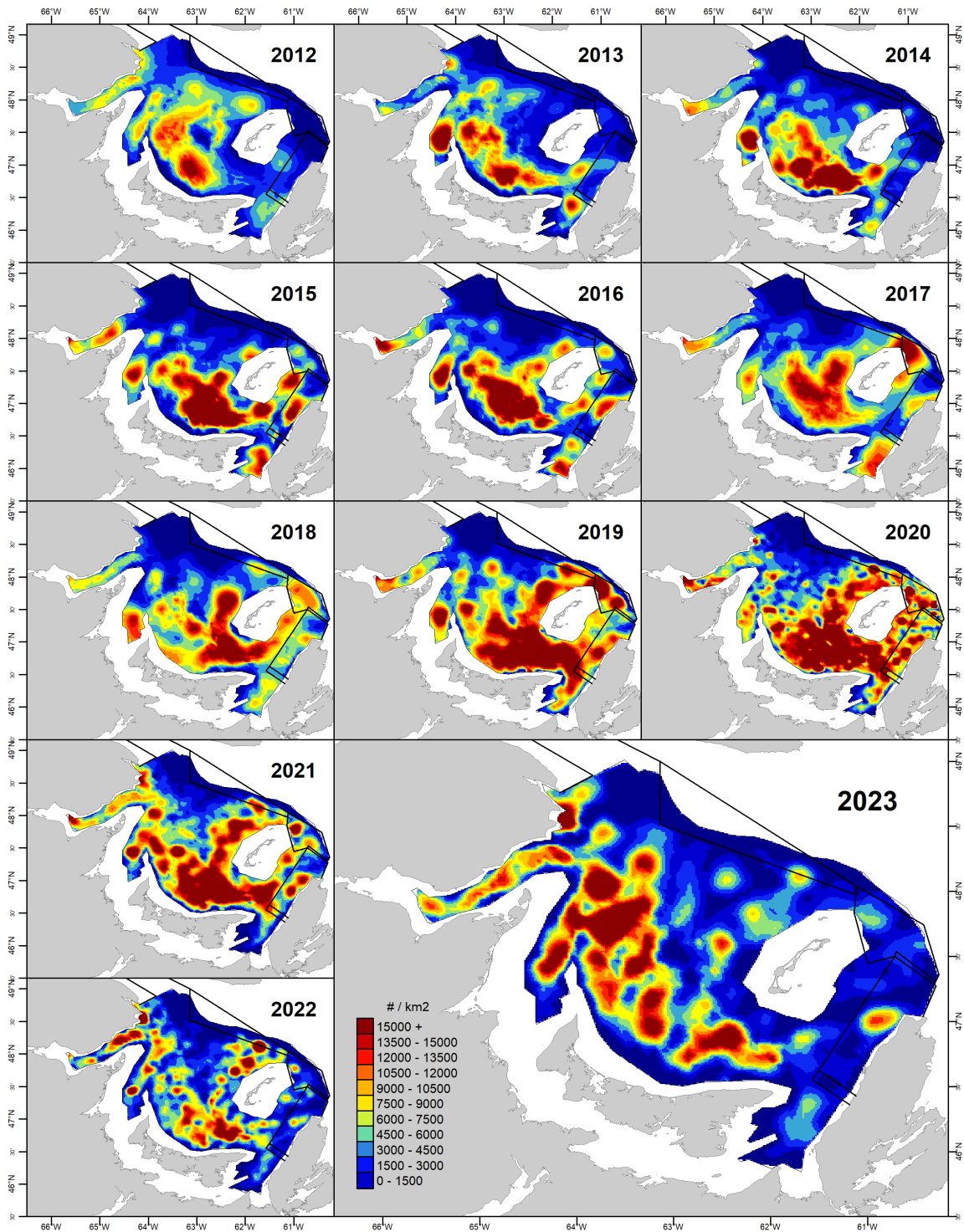


Figure 18. Distribution spatiale des crabes adolescents dans le sud du golfe du Saint-Laurent selon les données du relevé au chalut, interpolées en utilisant le krigeage. Les crabes adolescents incluent les recrues à la pêche (i.e. R-4, R-3 et R-2s).

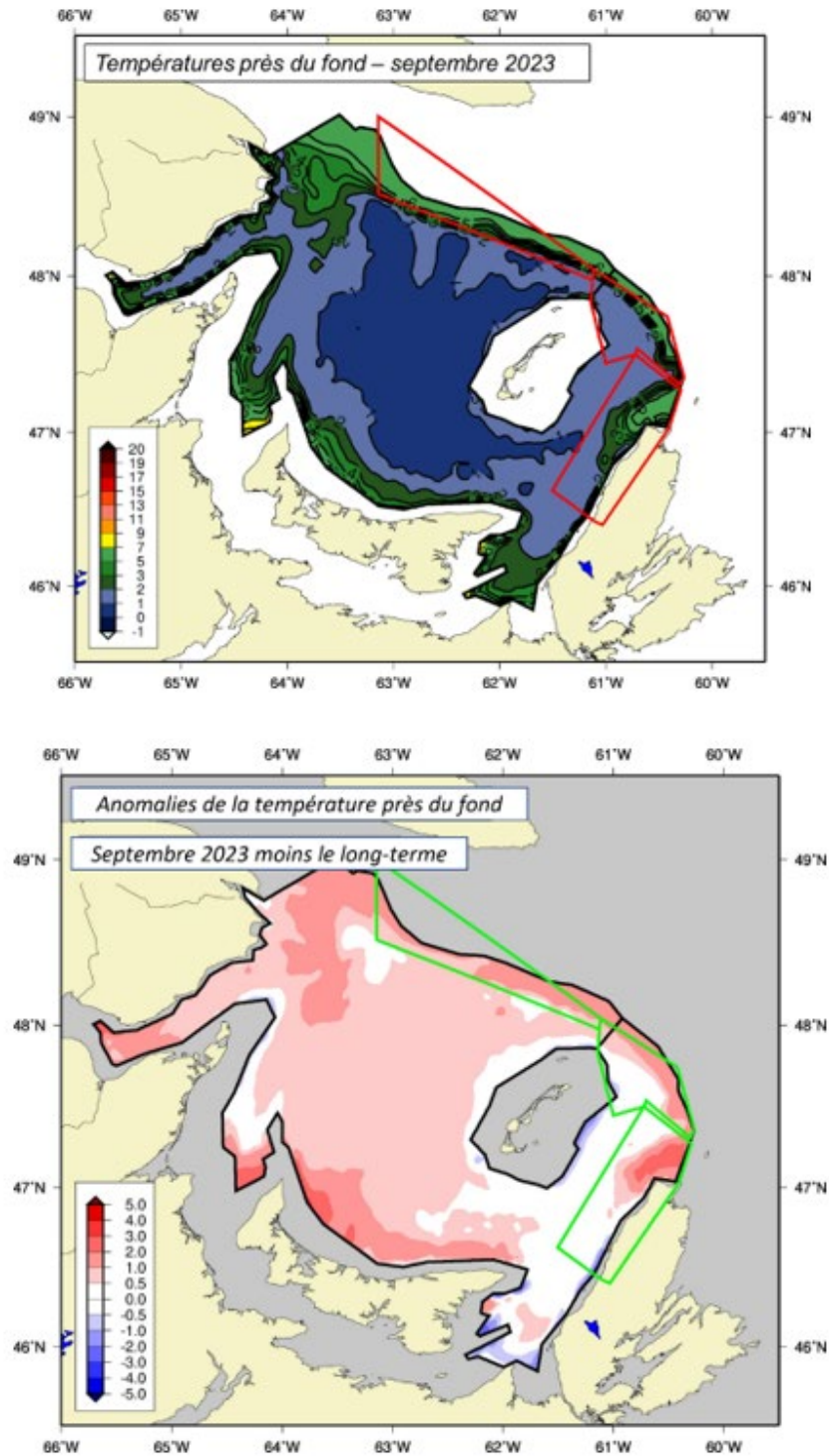


Figure 19. Carte des températures du fond (panneau supérieur) et anomalies (panneau inférieur) en septembre 2023. Les anomalies sont calculées comme la différence entre les températures locales au fond en septembre 2023 et leurs moyennes à long terme pour la période de 1991 à 2020. Les zones bleues représentent des températures plus froides que la normale, tandis que les régions rouges représentent des conditions plus chaudes que la normale. Les régions blanches représentent des conditions près de la normale.

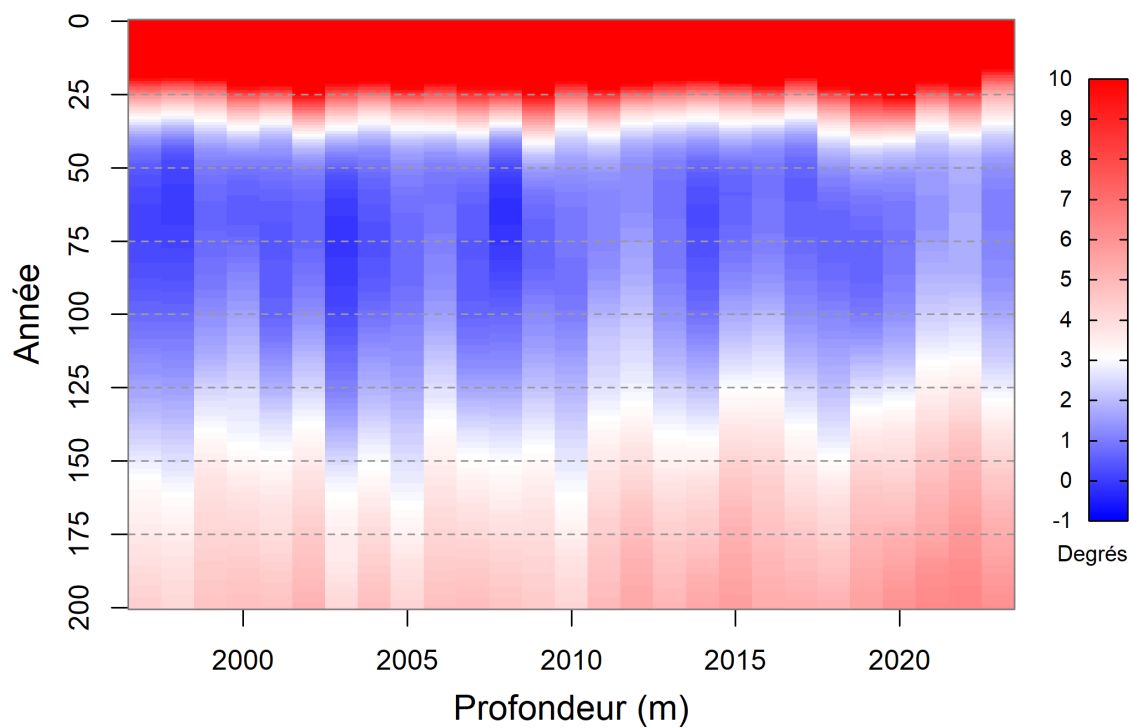


Figure 20. Stratification de la température moyenne par année en septembre dans la zone de relevé du crabe des neiges. Les zones bleues sont plus froides que 3 °C (la couche intermédiaire froide), les zones blanches sont d'environ 3 °C et les zones rouges sont plus chaudes que 3 °C. La couche rouge supérieure correspond aux eaux de surface chaudes, tandis que la couche rouge inférieure correspond à la masse d'eau profonde et chaude du chenal Laurentien.

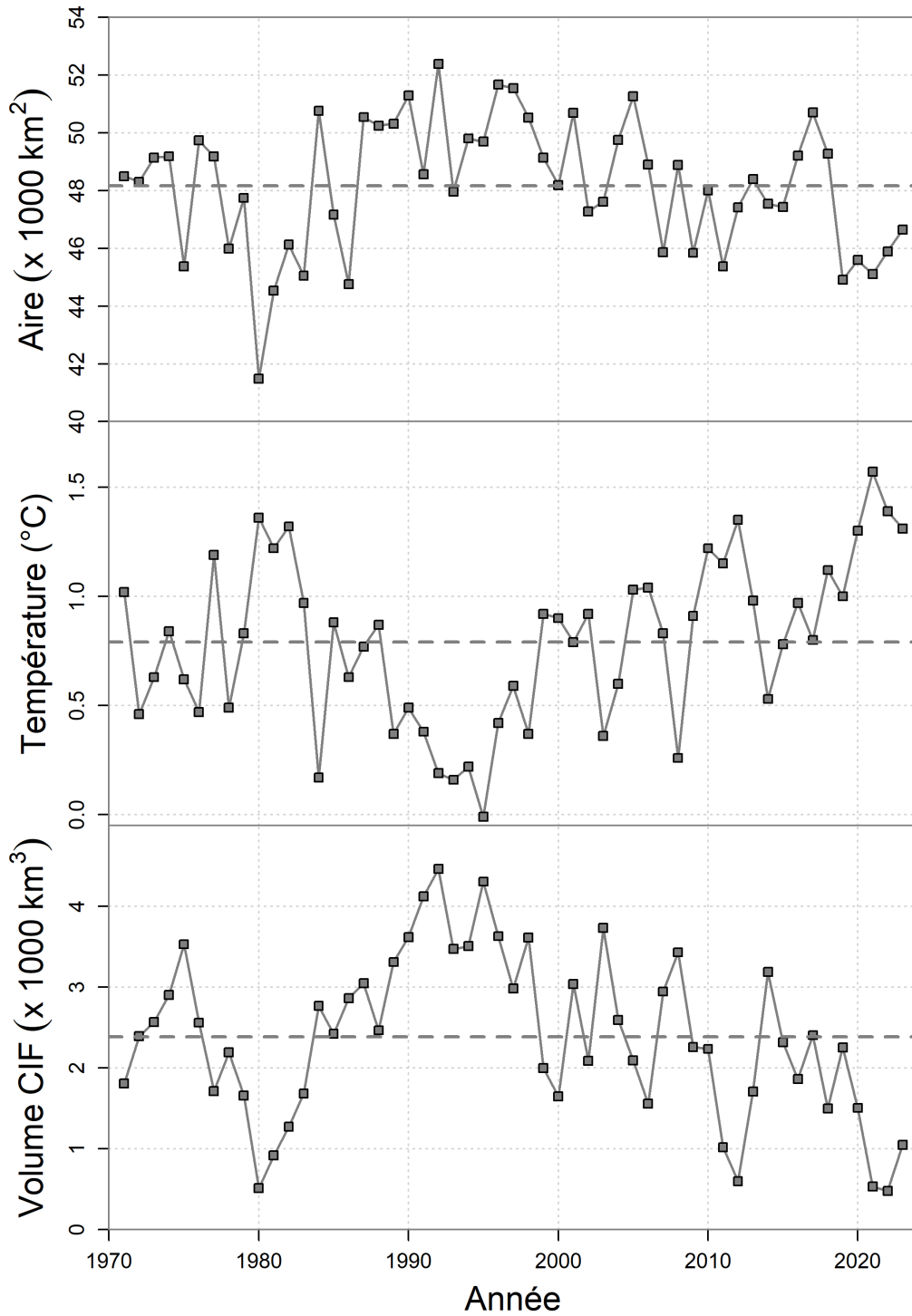


Figure 21. L'aire dans le sud du golfe du Saint-Laurent où les températures se situent entre 1 et 3 °C, un indice de l'habitat du crabe (panneau supérieur), la température de fond moyenne (panneau du milieu) et le volume de la couche intermédiaire froide (panneau inférieur) à l'intérieur de cette zone.

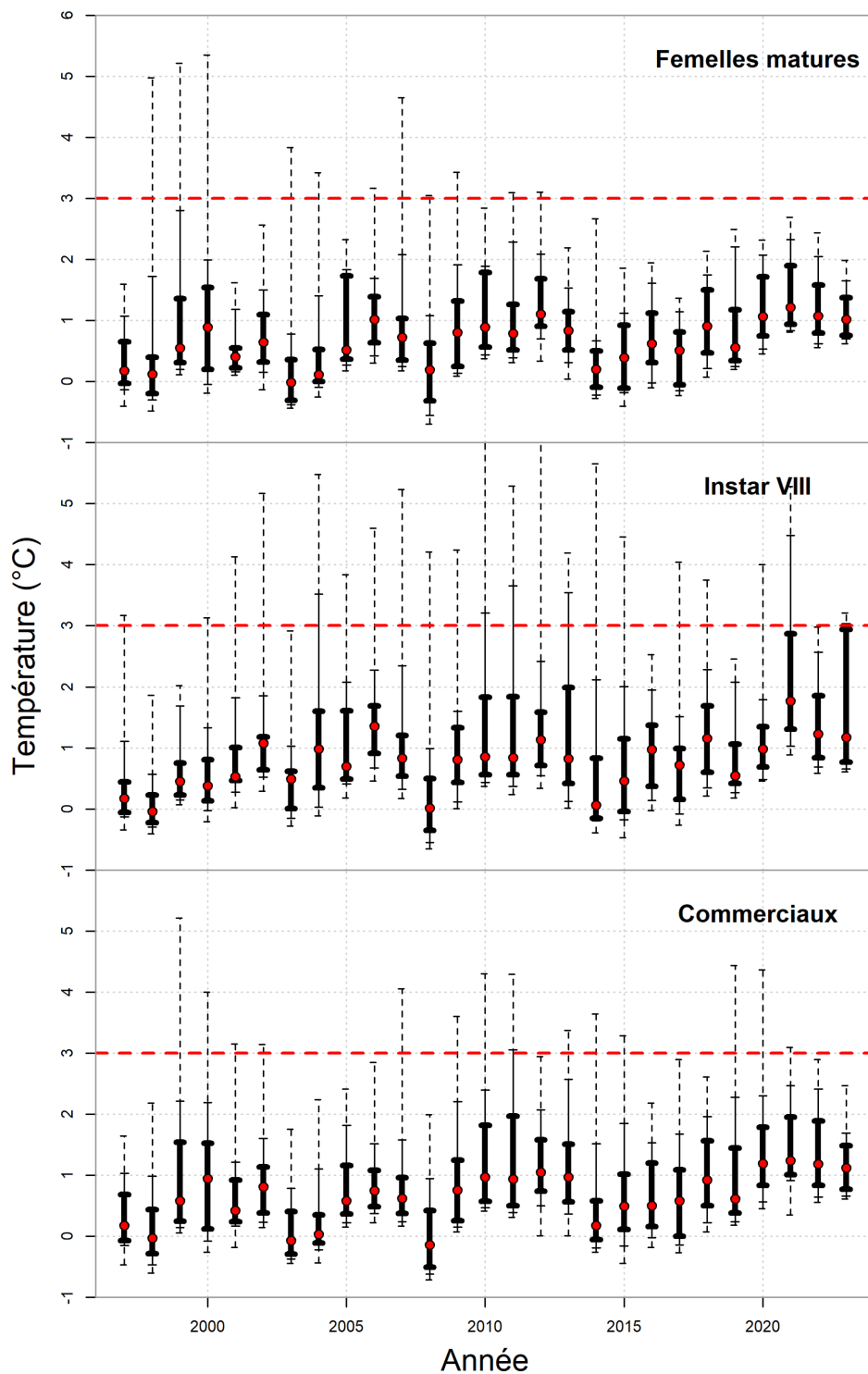


Figure 22. Distribution de température annuelle en septembre pour les femelles matures (panneau supérieur), les instars VIII (panneau du milieu) et les crabes commerciaux (panneau inférieur) du relevé au chalut. Les points rouges indiquent la médiane, les barres noirs foncées indiquent l'écart interquartile, les lignes noires minces solides indiquent la gamme des percentiles de 10 % et 90 % et les lignes pointillées indiquent les percentiles de 2.5 % et 97.5 %.

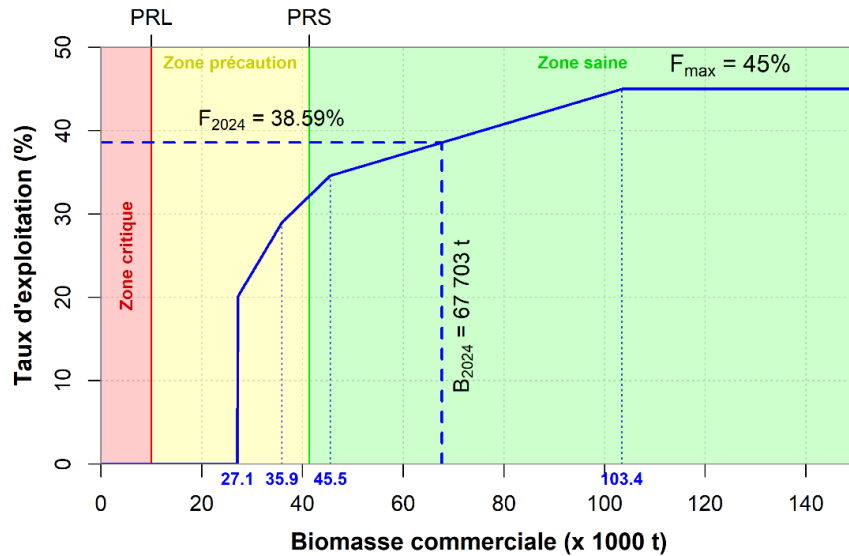


Figure 23. Règle de décision utilisée pour la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent (MPO 2014), exprimée en taux d'exploitation par rapport à la biomasse commerciale (ligne bleue). Les lignes colorées représentent les points de référence : B_{lim} (ligne rouge) est le point de référence limite pour la biomasse résiduelle, F_{lim} (ligne bleue) est le point de référence limite pour le taux de prélèvement par pêche, et B_{prs} (ligne verte) est le point de référence supérieur du stock pour la biomasse commerciale. F_{max} représente la règle de contrôle des prises du taux d'exploitation maximal. La ligne pointillée bleue démontre l'estimé de biomasse prédite pour 2024 ainsi que le taux d'exploitation correspondant.

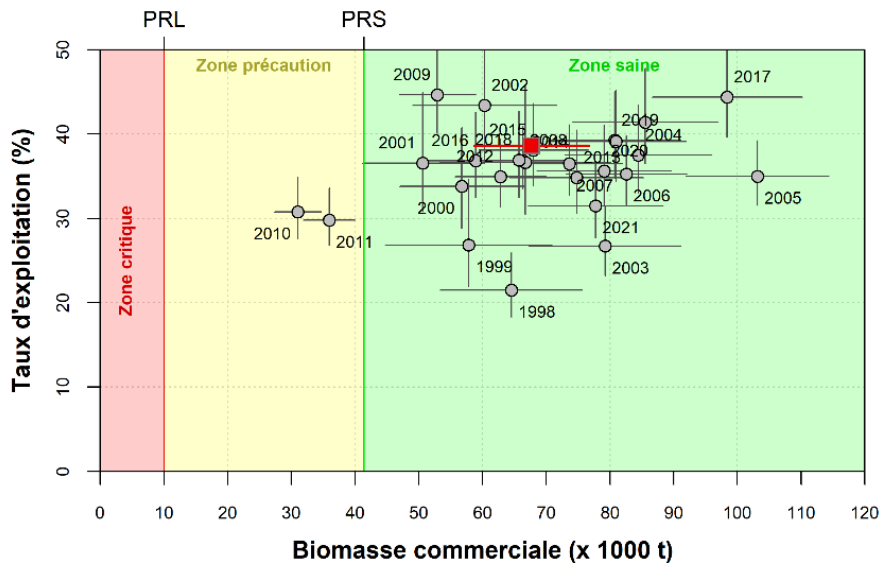


Figure 24. Taux d'exploitation par rapport à la biomasse commerciale, avec les intervalles de confiance à 95 %. Les étiquettes d'année représentent l'année de pêche. Les lignes colorées représentent les points de référence, F_{lim} (ligne bleue) est le point de référence limite pour le taux d'exploitation cible, et B_{prs} (ligne verte) est le point de référence supérieur du stock pour la biomasse commerciale. Le carré rouge correspond à l'estimation de la biomasse commerciale avec le taux d'exploitation cible de 38,59 % pour la pêche de 2024.

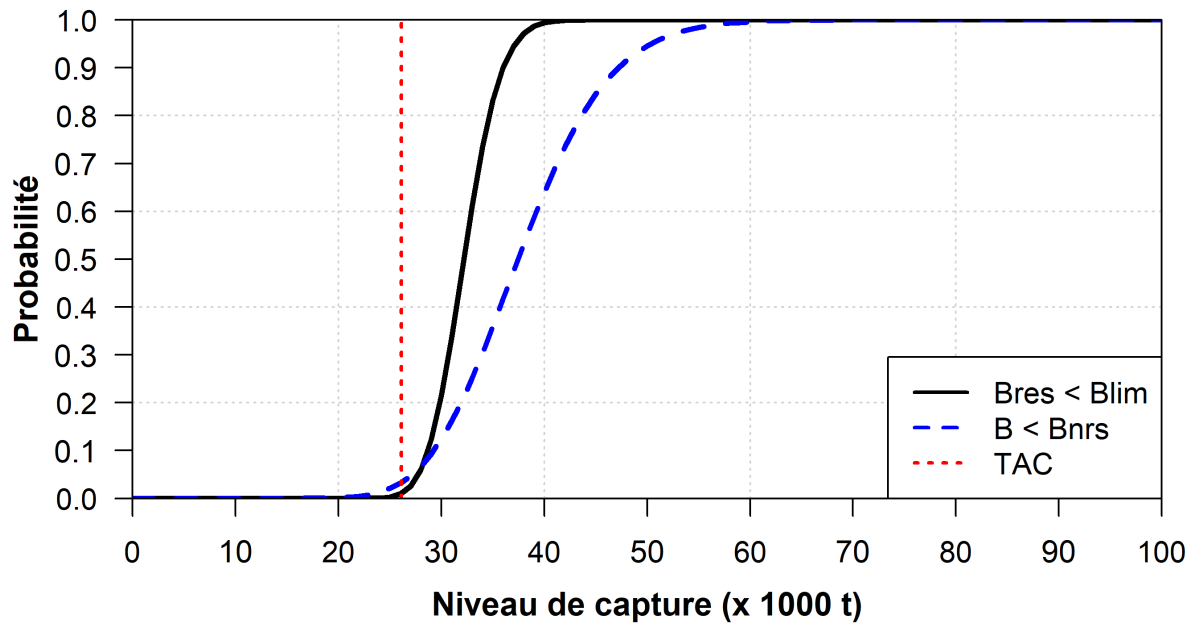


Figure 25. Analyse de risque indiquant les probabilités que la biomasse résiduelle des mâles adultes de taille commerciale soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (ligne noire) et que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (ligne bleue pointillée) après la pêche de 2024. L'option de capture pour la pêche de 2024, correspondant au taux d'exploitation cible de 38,59 %, est représenté par la ligne pointillée rouge.