



Pêches et Océans Fisheries and Oceans
Canada Canada

Sciences

Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Document de recherche 2013/111

Région du Golfe

Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2012

M. Hébert, E. Wade, P. DeGrâce, J.-F. Landry et M. Moriyasu

Direction des Sciences, Région du Golfe
Pêches et des Océans Canada
C. P. 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1C 9B6

Avant-propos

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

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Publié par :

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

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., Landry, J.-F., et Moriyasu, M. 2014. Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2012. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/111. v + 43 p.

Also available in English :

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., Landry, J.-F., and Moriyasu, M. 2014. The 2012 assessment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/111. v + 42 p.

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	IV
ABSTRACT.....	V
1.0. INTRODUCTION.....	1
2.0. APERÇU DE LA BIOLOGIE DU CRABE DES NEIGES	2
3.0. MÉTHODES.....	3
3.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE DU RELEVÉ AU CHALUT	3
3.1.1. Relevé au chalut en 2012.....	3
3.1.2. Échantillonnage biologique.....	4
3.1.3. Estimation de l'abondance de crabe des neiges.....	5
3.2. ESTIMATION DE LA MORTALITÉ ANNUELLE (Z), ET TAUX D'EXPLOITATION	6
3.3. ANALYSE DE RISQUE ET OPTIONS DE CAPTURE	6
4.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION	7
4.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET EXPLOITATION EN 2012	7
4.1.1. Sud du golfe	7
4.1.2. Estimation de la portion de la biomasse totale dans chacune des zones de gestion et des zones tampons	8
4.1.3. Taux d'exploitation.....	8
4.1.4. Mortalité annuelle (Z) et différence des crabes adultes de taille commerciale.....	8
4.1.5. Potentiel reproducteur du stock	9
5.0. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE ET PRONOSTIC.....	9
5.1. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE POUR 2013.....	10
5.2. PRONOSTIC	10
6.0. INCERTITUDES.....	11
6.1. CHANGEMENT AU PROTOCOLE DU RELEVÉ ET VARIABILITÉ DANS LA COMPOSITION DE LA BIOMASSE COMMERCIALE	11
6.2. CROISSANCE.....	11
6.3. DÉPLACEMENT.....	12
6.4. TRIAGE	13
6.5. CONSIDÉRATIONS ECOSYSTEMIQUES	13
7.0. REMERCIEMENTS.....	14
8.0. RÉFÉRENCES	14
TABLEAUX	18
FIGURES.....	24

RESUME

L'évaluation de stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (sgSL) en 2012 est présentée (zones 12, 19, 12E et 12F). Les crabes des neiges des zones de gestion 12, 19, 12E et 12F font partie d'une seule population biologique, et le sgSL est considéré comme une unité aux fins d'évaluation. L'évaluation de 2012 a été effectuée selon les recommandations suite à l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sgSL tenu en novembre 2011. En 2012, le changement majeur apporté à la méthode d'évaluation a été un plan d'échantillonnage révisé qui distribue l'effort d'échantillonnage de façon égale parmi 325 grilles d'échantillonnage. Le taux d'exploitation pour la pêche de 2012 dans le sgSL était de 34,8%. Selon le relevé effectué après la pêche de 2012, la biomasse de crabes adultes de taille commerciale a été estimée à 74 997 t (intervalle de confiance de 95%, 65 822 t à 85 086 t), une augmentation de 18,7% par rapport à 2011. Le niveau de la biomasse pour la pêche de 2013, provenant du relevé de 2012, se situe dans la zone saine du cadre de l'approche de précaution. La biomasse résiduelle (26 028 t) estimée à partir du relevé de 2012 a diminué de 22,9% par rapport à 2011. Soixante-cinq pourcent (65%) de la biomasse du relevé de 2012 exploitable pour la pêche de 2013 est composée de nouvelles recrues (48 969 t). Le recrutement à la biomasse commerciale estimé à partir du relevé de 2012 a augmenté de 66,7% par rapport à l'année précédente. Les prédictions disponibles du recrutement des mâles adultes de taille commerciale indiquent qu'ils devraient demeurer à des niveaux comparables à celui de 2012 jusqu'à la saison de pêche de 2016. Une analyse de risque sur les options de captures par rapport aux points de référence pour la saison de pêche de 2013 est fournie.

ABSTRACT

The 2012 assessment of the southern Gulf of St. Lawrence (sGSL) snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock (Areas 12, 19, 12E and 12F) is presented. Snow crab management Areas 12, 19, 12E and 12F comprise a single biological population and the sGSL stock is considered as one unit for assessment purposes. The 2012 assessment was conducted as per the recommendations of the Snow Crab Assessment Methods Framework Science Review held November 2011. The major change to the assessment methodology in 2012 was a revised sampling design that distributed sampling effort equally among 325 sampling grids. The exploitation rate of the 2012 fishery in the sGSL was 34.8%. The 2012 post-fishery survey biomass of commercial-sized adult male crabs was estimated at 74,997 t (95% confidence intervals 65,822 to 85,086 t), an increase of 18.7% from 2011. The available biomass for the 2013 fishery, derived from the 2012 survey, is within the healthy zone of the PA Framework. The residual biomass (26,028 t) from the 2012 survey decreased by 22.9% compared to 2011. Sixty-five percent (65%) of the 2012 survey biomass, available for the 2013 fishery, is composed of new recruitment (48,969 t). The recruitment to the commercial biomass from the 2012 survey increased by 66.7% relative to the previous year. The available predictions of recruitment of commercial-sized adult male crab indicate that they should remain at levels comparable to that of 2012 until the 2016 fishery. A risk analysis of catch options relative to reference points for the 2013 fishery is provided.

1.0. INTRODUCTION

Le crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, est commercialement exploité dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sgSL) depuis le milieu des années 1960. Jusqu'en 1994, la pêche dans la zone 12 (fig. 1) était exploitée par 130 pêcheurs semi-hauturiers provenant du Nouveau-Brunswick, Québec et de la Nouvelle-Écosse. En 1997, la zone côtière de l'Île-du-Prince-Édouard, (formellement appelées zones 25/26) a été intégrée à la zone 12. En 2003, une partie de la pêche côtière du Cap-Breton (formellement appelée zone 18) a aussi été intégrée à la zone 12 et la partie nord de la zone 18 a été désignée comme une zone de tampon (zone interdite de pêche au crabe des neiges, étiquetée B dans la figure 1). Pour le besoin de cette évaluation, la zone 12 fait référence à cette nouvelle unité de gestion (fig. 1). En 1978, la zone 19 (fig. 1) a été établie comme une zone de gestion de pêche exclusive aux pêcheurs côtiers du Cap-Breton avec des bateaux d'une longueur inférieure à 13,7 m (45 pieds). Les zones de gestion 12E et 12F ont été établies en 1995 comme zones de pêches exploratoires. Une zone tampon de deux milles nautiques a été créée entre la zone 12F et la zone adjacente 19 en 1996, étiquetée B dans la figure 1. En 2002, le statu de ces zones de pêche a été changé de zones exploratoires à des zones de gestion de pêche commerciale.

Il y a quatre zones de pêche individuelle (zones 12, 19, 12E et 12F) (fig. 1) parmi lesquelles la zone 12 délimite la plus grande pêcherie en terme de débarquements, d'habitat convenable et du nombre de participants. Il n'y a aucune base biologique pour la délimitation des zones de gestion du crabe des neiges dans le sgSL (Chiasson et Hébert 1990; Hébert et al. 2008; MPO 2009). Les crabes provenant de ces zones de gestion font partie d'une plus grande population biologique et le sgSL est considéré comme une unité pour les fins d'évaluation (Hébert et al. 2008).

La gestion de ces pêches est basée sur des quotas (par zone de gestion et distribués parmi les détenteurs de permis) et des contrôles de l'effort (nombre de permis, allocation de casiers, la dimension des casiers, et les saisons).

Dans les zones 12, 12E et 12F, la saison de pêche débute généralement en avril-mai aussitôt que le sgSL est libre de glace et se termine à la fermeture de la saison de pêche en mi-juillet ou avant lorsque le quota est atteint. Dans la zone 19, la pêche débute en juillet et se termine à la mi-septembre ou avant lorsque le quota est atteint. L'exploitation des femelles est interdite. Seuls les mâles à carapace dure, dont la taille minimale légale est de 95 mm de largeur de carapace (LC), sont exploités commercialement. Différentes limites de casiers sont assujetties à chaque permis dépendamment du groupe ou de la zone de pêche.

Suite à la fermeture prématurée de la pêche de la zone 12 en 1989 en raison d'un déclin rapide des taux de capture, associé avec une incidence élevée de mâles à carapace molle dans les captures, de nouvelles mesures de gestion ont été adoptées en 1990. Une des stratégies utilisées consiste à fixer une allocation totale des captures (TAC) ou contingent en fonction de la biomasse de crabes mâles adultes > 95 mm LC, estimée à partir du relevé au chalut. Une autre stratégie de gestion est d'éviter de capturer des mâles à carapace molle afin de maximiser le rendement et le potentiel reproducteur en fermant des zones de pêche basées sur le pourcentage de crabe mou ou de crabe blanc.

L'évaluation suit les recommandations issues de l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sgSL qui a eu lieu le 21-25 novembre 2011 (MPO 2012a).

Ce document présente l'évaluation et les estimés de biomasse sur l'état de la ressource du crabe des neiges dans le sgSL en 2013 (zones 12, 19, 12E et 12F). Les estimations de la biomasse et les caractéristiques de la population par stade de vie sont dérivées à partir d'un

relevé au chalut effectué après la saison de la pêche de 2012 et qui couvre l'habitat du crabe des neiges. Une analyse de risque des options de capture pour la pêche de 2013 par rapport aux points de références de biomasse commerciale et du niveau de prélèvement est aussi présentée.

2.0. APERÇU DE LA BIOLOGIE DU CRABE DES NEIGES

Dans le sgSL, la mue du crabe des neiges a lieu en décembre-avril, avant le début de la saison de pêche (Watson 1972; Conan et al. 1988; Sainte-Marie et al. 1995; Benhalima et al. 1998; Hébert et al. 2002). Le crabe mue normalement à chaque année jusqu'à ce qu'il atteigne la phase adulte par une mue terminale (Conan et Comeau 1986). Les mâles atteignent cette mue terminale à des tailles variant entre 40 et 150 mm LC alors que les femelles atteignent cette mue à des tailles inférieures, soient entre 30 et 95 mm LC (Conan et Comeau 1986). La longévité des crabes mâles adultes (après avoir atteint la mue terminale) est approximativement de 5 (Sainte-Marie et al. 1995) à 7,7 ans (Fonseca et al. 2008).

Contrairement aux femelles immatures, les femelles pubères (adolescentes) ont un abdomen plus large et des gonades orange complètement développées en automne. Ces femelles entreprendront une mue terminale entre décembre et avril afin de devenir des femelles nullipares ayant un abdomen élargi et des ovaires matures. Généralement, elles vont s'accoupler et produire des œufs fertilisés pour la première fois, immédiatement après la mue terminale alors que leur carapace est encore molle et deviendront des femelles primipares (Watson 1969; Moriyasu et Conan 1988). Les femelles multipares désignent les femelles qui pondent pour la deuxième fois ou plus, dont la période de reproduction a lieu entre la fin mai et début juin après l'éclosion des œufs (Conan et Comeau 1986; Moriyasu et Conan 1988; Sainte-Marie et Hazel 1992; Moriyasu et Comeau 1996; Sainte-Marie et al. 1999). Les femelles matures portent normalement leurs œufs pendant 2 ans sous leur abdomen dans le sgSL (Mallet et al. 1993; Moriyasu et Lanteigne 1998), alors que quelques femelles suivent un cycle de reproduction de un an dans la Baie Sainte-Marguerite (Sainte-Marie et al. 1995).

Les femelles matures, soient les primipares et multipares, peuvent aussi produire plus qu'une portée d'œufs viables à partir des spermatozoaires emmagasinés dans leurs spermathèques lors du premier accouplement sans d'autre accouplement subséquent (Sainte-Marie et Carrière 1995). Cependant, la probabilité qu'une seule reproduction est suffisante pour fertiliser une production d'œufs durant toute la vie d'une femelle a été démontrée comme peu probable (Rondeau et Sainte-Marie 2001). La reproduction après le relâchement larvaire serait la règle générale pour le crabe des neiges dans le sgSL (Conan et al. 1988).

Après la mue, le crabe possède une carapace molle dont le corps est rempli d'eau. Le crabe adulte mâle à carapace molle prend environ 8-10 mois avant que sa carapace devienne dure (Hébert et al. 2002) et un an pour atteindre un rendement en chair maximal (Dufour et al. 1997). Les crabes adultes mâles à carapace molle, incapables de se reproduire durant la période de la postmue, seront prêts à participer à la reproduction l'année suivante avec les femelles nullipares en février et avec les femelles multipares en mai-juin (Conan et al. 1988; Moriyasu et al. 1988). Les crabes mâles adultes de taille commerciale avec une carapace molle représentent le recrutement annuel à la pêcherie puisqu'ils deviendront commercialisables la saison de pêche suivante (Conan et Comeau 1986; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Hébert et al. 2002). La terminologie décrite par Sainte-Marie et al. (1995) pour la maturité morphométrique est utilisée dans ce rapport: les «crabes adolescents» et les «crabes adultes» représentent les crabes morphométriquement immatures et matures (Conan et Comeau 1986), respectivement.

3.0. MÉTHODES

3.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE DU RELEVÉ AU CHALUT

Il y a eu des changements progressifs au niveau des procédures dans le relevé au chalut dans le sgSL depuis le début en 1988 (Moriyasu et al. 2008). La zone 12 a été échantillonnée chaque année après la saison de pêche de juillet à octobre à l'exception de 1996.

La couverture du relevé au chalut s'est étendue à la zone 19 à partir de 1990. De 1990 à 1992, le relevé dans la zone 19 s'est effectué au printemps avant la pêche de la zone 19. Depuis 1993, le relevé au chalut dans la zone 19 est effectué après la saison de la pêche (Moriyasu et al. 2008).

En 1997, la couverture du relevé au chalut s'est étendue pour couvrir les nouvelles zones de gestion 12E et 12F. Les détails sur les changements de la couverture du relevé sont décrits par Moriyasu et al. (2008).

De 1997 à 2005, un modèle d'échantillonnage systématique aléatoire a servi à la détermination de l'emplacement des stations de chalutage (Moriyasu et al. 1998). Une ou deux stations ont été choisies au hasard parmi neuf sous-grilles avec la station située au centre de la grille à l'intérieur de chaque quadrilatère de 10 minutes latitude par 10 minutes longitude.

Le plan d'échantillonnage du relevé au chalut de 2006 à 2011 a été fait selon les recommandations de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation du stock du crabe des neiges du sgSL en 2005 (MPO 2006; Moriyasu et al. 2008). L'objectif du modèle d'échantillonnage de 2006 était d'obtenir une homogénéité spatiale dans l'échantillonnage du relevé. Les stations ont été séquentiellement assignées à chaque quadrilatère par simulations en assignant un nombre de stations par quadrilatère dont la probabilité est proportionnelle à sa surface. Après que le nombre de stations a été établi, nous avons alors déterminé si le nombre de stations par quadrilatère correspondant au plan d'échantillonnage de 2005 était inférieur, égal ou supérieur au niveau cible établi. Lorsque le nombre de stations était inférieur à celui de 2005, de nouvelles stations au hasard étaient assignées à l'intérieur du quadrilatère et une sélection d'une station au hasard a été faite. Dans le cas où le nombre de stations était égal, il n'y avait pas de changement. Lorsque le nombre de stations était supérieur à celui de 2005, les stations ont été enlevées aléatoirement (Hébert et al. 2007, Moriyasu et al. 2008).

Pour l'évaluation de 2011, le relevé au chalut a été effectué en suivant les procédures définies de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation de 2005 (MPO 2006), alors que les données du relevé ont été traitées selon les recommandations de la revue des Sciences de l'examen sur les méthodes d'évaluation du crabe des neiges tenue en 2011 (MPO 2102a). Les changements majeurs ont été l'expansion du polygone d'estimation de la biomasse (20 à 200 brasses correspondant à la surface recouverte par les eaux avec des températures de fond < 5°C, qui sont favorables pour le crabe des neiges) pour mieux couvrir l'unité biologique du sgSL et l'utilisation du krigeage avec dérive externe (KDE) appliquée aux prises en poids. Le changement dans la méthodologie a nécessité un recalcul des estimés de la biomasse de la série chronologique, des taux d'exploitation, et des points de références de l'Approche de Précaution.

3.1.1. Relevé au chalut en 2012

En 2012, un plan révisé d'échantillonnage aléatoire a été utilisé pour assigner une station d'échantillonnage par grille carrée de distances égales afin de réduire quelque peu la variance sur l'estimation de la biomasse (MPO 2012a). Le plan d'échantillonnage révisé du relevé de 2012 est présenté dans Wade et al. 2013.

Un relevé scientifique au chalut après la saison de pêche en 2012 a été effectué du 10 juillet au 23 septembre couvrant les zones 12, 19, 12E et 12F (fig. 2). La surface échantillonnée du relevé inclue tous les endroits aux isobathes entre 36 mètres (20 brasses) et 365 mètres (200 brasses). La description du relevé au chalut de 2012 est présentée dans Landry et al. 2013.

Un chalut de fond à langoustines de type Bigouden a été utilisé pour le relevé. Ce chalut a été mis au point à l'origine pour la pêche de la langoustine (*Nephrops norvegicus*) en France (ouverture de 20 m avec ralingue inférieure de 28,2 m). Le filet est fait à partir de nylon tressé de 2,5 mm de diamètre et les dimensions des mailles sont de 80 mm dans les ailes, 60 mm dans le ventre et 40 mm dans la poche (Voir Moriyasu et al. 2008 pour plus de détails sur la description du chalut).

Toutes les stations ont été chalutées entre le crépuscule du matin et du soir. La longueur des câbles d'aciers déroulée est déterminée en fonction de la profondeur (trois fois la profondeur). Le début du trait, après le blocage des treuils, a été déterminé lorsque le chalut touche au fond ce qui est déterminé grâce à un suivi à partir du capteur de profondeur du système Netmind® (signal reçu à 7 secondes d'intervalles) et/ou de la sonde température-profondeur du Minilog® (données recueillies à chaque seconde) attachés au chalut. La durée des traits a été de 5 minutes, à une vitesse cible de deux nœuds. L'ouverture horizontale du chalut a été recueillie à toutes les 4 secondes au moyen du capteur de distance du système Netmind®. La distance parcourue par le chalut a été mesurée à partir de la position (latitude/longitude) prise à toutes les secondes avec un DGPS. La surface balayée pour chaque trait de chalut a été calculée en multipliant la distance parcourue et l'ouverture horizontale du chalut pendant la durée du trait.

Lorsque le filet était déchiré ou qu'il n'y avait pas de signal du système Netmind® au début du trait, ou encore la durée du trait a été inférieure à quatre minutes, le trait a été rejeté et un trait de remplacement a été effectué près du point de départ original ou aux stations d'échantillonnage alternatives à l'intérieur de la grille assignée (fig. 2).

Lorsque le trait a été considéré bon selon les critères du protocole du relevé mais que les données du système Netmind® n'ont pas été utilisables pour calculer la surface balayée du trait (peu de données en raison de la perte du signal du Netmind® durant le trait), la surface balayée du trait a été estimée en utilisant la moyenne des 10 stations environnantes.

3.1.2. Échantillonnage biologique

Les prises du chalut ont été triées sur le pont du bateau. Les crabes des neiges ont été mis de côté pour un échantillonnage détaillé. Toutes les autres organismes ont été triés par espèce ou groupe d'espèce et comptés. Depuis 2010, des mesures sur la longueur individuelle de chaque espèce de poissons ont été effectuées à 100 stations sélectionnées au hasard.

L'échantillonnage sur la longueur des poissons a été basé sur un sous-échantillon d'au moins 100 individus de chaque espèce de poissons dans une station sélectionnée.

L'information qui suit a été notée pour tous les crabes capturés: pour les mâles, LC, hauteur de la pince (HP) au 0,1 mm près et la condition de la carapace (Hébert et al. 1997), et pour les femelles; LC, largeur du 5ième segment de l'abdomen au 0,1 mm près et la condition de la carapace. La couleur (orange, orange foncé, brun ou noir) et la quantité (en pourcentage) des œufs externes chez les femelles ovigères, ainsi que la couleur (blanche, beige ou orange) des gonades chez les femelles immatures ont été notées.

Les histogrammes des fréquences de taille de la population ont été pondérés en fonction de la surface balayée (km²) de chaque trait correspondant.

3.1.3. Estimation de l'abondance de crabe des neiges

L'évaluation suit les recommandations de l'examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sgSL tenu en novembre 2011 (MPO 2012a).

Le polygone du relevé de 57 840 km² recouvre les isobathes entre 20 et 200 brasses (fig. 3). Les surfaces des polygones du krigeage dans les zones de gestion ont été définies par les mêmes critères de profondeur (20-200 brasses) et sont comme suit : 48 028 km² pour la zone 12, 3 833 km² dans la zone 19, 2 443 km² pour la zone 12E et 2 438 km² pour la zone 12F (fig. 3). Une zone additionnelle non-assignée A (au-dessus des zones 12E et 12F, fig. 3) est maintenant incluse avec l'expansion du nouveau polygone et est située où il n'y a pas d'activité de pêche. Cette région couvre une surface de 674 km² alors que les deux zones tampons B et C (fig. 3) recouvrent une surface de 112 et 310 km², respectivement.

Le modèle actuel (krigeage avec dérive externe (KDE) en utilisant la profondeur comme variable secondaire) est théoriquement correct et adéquat pour estimer la biomasse de crabe des neiges (MPO, 2012a, Wade et al. 2013).

Un variogramme global basé sur une moyenne de trois ans a été calculé puisqu'il est considéré plus adéquat pour la modélisation de l'auto-corrélation entre les points échantillonnés (Wade et al. 2012, Wade et al. 2013).

La série d'estimation de biomasse de 1997 à 2010 a été considérée comme une série homogène pour le polygone agrandi de 57 840 km² pour les besoins de l'évaluation de stock, le développement des points de référence et de fournir l'avis sur les options de capture.

Pour l'estimation de la biomasse, le KDE basé sur le poids de crabes a été effectuée (Wade et al. 2012, Wade et al. 2013). Pour ce faire, le poids de chaque crabe adulte de taille commerciale échantillonné fut estimé selon une relation taille-poids.

Les estimés de la biomasse du sgSL comprennent la zone non-assignée A et les zones tampons B et C (zones sans pêche) (fig. 3). Les estimés de la biomasse dans chacune des zones de gestion sont toutefois calculées excluant les zones tampons.

Les estimés de la biomasse ont aussi été calculées dans chaque zones tampons (B et C) ainsi que pour la zone non-assignée (A).

Les données ont été analysées en utilisant la boîte d'outils MATLAB (MPOGEOS), développée par l'École Polytechnique de Montréal, qui incorpore toutes les fonctions requises pour effectuer une analyse géostatistique. Un menu d'application sur commande permet à l'utilisateur de transformer les données, d'analyser le variogramme, d'interpoler avec le krigeage ordinaire et de cartographier les résultats. Le dernier développement de cette boîte d'outils fut en 2006 et incluait une fonction pour inclure le KDE en utilisant la profondeur comme variable secondaire ainsi que les histogrammes de fréquences de taille krigés (Wade et al. 2012).

Le poids de chaque crabe mâle adulte de taille commerciale échantillonné a été estimé en utilisant une relation taille-poids pour les mâles adultes à carapace dure (Hébert et al. 1992) et la LC (mm) provenant de l'échantillonnage:

$$P = (2,665 \times 10^{-4}) LC^{3,098}$$

où P est le poids en grammes et LC est la largeur de la carapace en mm.

Les biomasses du sgSL ont été estimées pour les catégories de crabes mâles suivantes :

- (1) les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 mm LC pour toutes les conditions de carapace,
- (2) les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 mm LC avec conditions de carapace 1 et 2 au moment du relevé qui représentent le recrutement annuel à la pêcherie (aussi appelés R-1), et

(3) les mâles adultes ≥ 95 mm LC avec conditions de carapace 3, 4 et 5 (carapace dure) au moment du relevé qui représentent la biomasse résiduelle après la pêche.

Les indices d'abondance des prérecrues (R-4, R-3 et R-2) au moment du relevé ont été utilisés pour prédire le recrutement à la pêcherie pour les quatre prochaines années. Les termes R-4, R-3 et R-2 désignent les crabes mâles adolescents dont la LC varie de 56-68 mm, 69-83 mm et supérieure à 83 mm, respectivement et qui seront vraisemblablement recrutés à la pêcherie dans 4, 3 et 2 ans, respectivement. L'abondance des mâles adolescents du stade VIII avec une LC entre 34 et 44 mm a aussi été estimée comme un indice du recrutement à long-terme. Au moins six ans sont nécessaires pour qu'un mâle adolescent du stade VIII atteigne la taille commerciale de 95 mm LC. De plus, les indices d'abondance des femelles pubères, primipares et multipares ont été estimés.

3.2. ESTIMATION DE LA MORTALITÉ ANNUELLE (Z), ET TAUX D'EXPLOITATION

L'estimation du taux de mortalité annuelle (Z) des crabes mâles adultes de taille commerciale a été estimée à partir des estimés de biomasse dérivées à partir du relevé au chalut post-saison.

$$Z = -\ln(N_t^{3,4,5} / N_{t-1}^{1,2,3,4,5})$$

$N_{t-1}^{1,2,3,4,5}$: l'abondance estimée des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 à 5 après la pêche de l'année t - 1;

$N_t^{3,4,5}$: l'abondance estimée des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5 après la pêche de l'année t.

La proportion annuelle de la perte est calculée par $(1 - \exp^{-Z})$ ou simplement $(N_{t-1} - N_t) / (N_{t-1})$.

Le taux d'exploitation (TE) a été calculé comme étant le ratio des débarquements (t) de la pêche à l'année t, ($C_t^{3,4,5}$) et la biomasse commerciale (B_{t-1}) estimée à l'année précédente t - 1.

$$TE_t = C_t^{3,4,5} / B_{t-1}^{1,2,3,4,5}$$

Le taux d'exploitation ne tient pas compte d'aucun changements sur la biomasse non-pêchée en raison de la mortalité naturelle.

3.3. ANALYSE DE RISQUE ET OPTIONS DE CAPTURE

Le modèle Bayésien décrit par Surette et Wade (2006) a été utilisé pour prédire la biomasse du recrutement à la pêcherie (R-1, crabes mâles adultes de taille commerciale de conditions de carapace 1 et 2) à partir des estimés d'abondances des prérecrues R-4, R-3 et R-2 pour le sgSL à partir du relevé au chalut, trois, deux et une année dans le futur, respectivement. Le modèle incluait les incertitudes comme les erreurs d'observation, les erreurs de processus et les distributions à priori diffuses (Surette et Wade 2006; Wade et al. 2013).

Les augmentations de taille à la mue des prérecrues R-4, R-3 et R-2 ont été basées sur un modèle de croissance des crabes des neiges mâles adolescents (Hébert et al. 2002).

Le modèle bayésien pour prédire le recrutement à la pêcherie est décrit dans Wade et al. (2013).

4.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET EXPLOITATION EN 2012

4.1.1. Sud du golfe

Variogramme

Le variogramme moyenné sur 3 ans pour les mâles adultes de taille commerciale en 2012 a donné un effet de pépité de $1,977 \times 10^6$ de semi-variance, un seuil se situant à $1,045 \times 10^6$ de semi-variance et une portée de 41,91 km (fig. 4). Le variogramme annuel pour 2012 indiquait un effet de pépité de $1,182 \times 10^6$ de semi-variance, un seuil de $1,806 \times 10^6$ de semi-variance et une portée de 8,98 km (fig. 5).

Estimé de la biomasse

Le relevé au chalut de 2012 a révélé une biomasse commerciale dans le sgSL, estimé à partir du krigeage, de 74,997 t (intervalles de confiance (I.C.) de 95% variant de 65,882 à 85,086 t), une augmentation de 18,7% par rapport à 2011 qui était de 63 162 t (55 965 - 71 022 t) (tableau 1). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2012 a été estimé à 48 969 t (38 667 - 61 173 t, une augmentation de 66,7% par rapport à l'estimé de 2011 qui était de 29 394 t (20 909 - 40 190 t)) et représente 65,3% de la biomasse commerciale (tableau 1). La biomasse résiduelle en 2012 (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 26 028 t (21 950 - 30 641 t), une diminution de 22,9% comparativement à l'estimé de 2011 qui était de 33 768 t (28 297 - 39 985 t), (tableau 1).

Les concentrations géographiques de l'abondance des crabes adultes de taille commerciale biomasse commerciale provenant du relevé de 2012 ont été observées principalement au banc Bradelle, dans les parties centrales et sud du chenal des Iles-de-la-Madeleine et dans la zone 19 (fig. 6).

L'abondance des crabes mâles adultes de taille commerciale par condition de carapace estimée à partir du relevé de 2012 indique que 65,6% est du recrutement à la pêcherie (conditions de carapace 1 et 2) et 34,4% est de la biomasse résiduelle (conditions de carapace 3, 4 et 5 (tableau 2). La biomasse résiduelle de 2012 est composée de 29,4% de crabes mâles adultes de taille commerciale de condition de carapace 3 à 29,4%, 4,2% de crabes avec condition de carapace 4 et 0,9% de crabes avec condition de carapace 5 (tableau 2). Ceci suggère que la composition des crabes mâles de taille commerciale en 2012 est jeune et il n'y a pas de signes de vieillissement de la population à ce moment-ci (5,1% des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 4 et 5). Un suivi de la composition des prises à partir des échantillonnages des observateurs en mer et des données du relevé au chalut est nécessaire pour suivre le vieillissement de la population des mâles adultes de taille commerciale dans les prochaines années.

Une comparaison entre la prédiction du recrutement à la pêcherie pour 2012 (40 700 t; I.C. 31 300 - 52 400 t) selon le modèle Bayésien (à partir de l'abondance des prérecrues en 2011) et l'estimé de la biomasse du recrutement observé à partir du relevé de 2012 (48 969 t; 38 667 - 61 173 t) indique que celle-ci se situe dans la gamme des intervalles de confiance (95%) de la valeur prédite (tableau 3; fig. 7). La relation entre l'abondance des prérecrues R-2 à l'année t et du recrutement à la pêcherie à l'année t + 1 est présentée à la figure 8. Un nombre de facteurs peut contribuer à la variabilité dans le taux de recrutement des prérecrues R-2 jusqu'au stade des mâles adultes de taille commerciale incluant la mortalité des prises accidentelles non-reportées, les incertitudes en raison de l'échantillonnage, la mortalité naturelle et des variations dans le processus de la mue des prérecrues (sauts de mue, mue à la phase adolescente ou à la phase adulte) spécialement si les phénomènes de densité-dépendance se produisent.

4.1.2. Estimation de la portion de la biomasse totale dans chacune des zones de gestion et des zones tampons

4.1.2.1. Zone 12

Le relevé au chalut de 2012 a révélé une biomasse commerciale dans la zone 12 de 64 238 t (56 254 - 73 031 t), (tableau 4). La biomasse de 2012 dans la zone 12 correspond à 86,9% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

4.1.2.2. Zone 19

Le relevé au chalut post-saison de 2012 a révélé une biomasse commerciale de 7 668 t (5 944 - 9 736 t), (tableau 5). La biomasse de 2012 dans la zone 19 correspond à 10,4% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

4.1.2.3. Zones 12E et 12F

Dans les deux zones, les concentrations de crabes sont à la limite de la distribution de l'espèce dans le sgSL et les estimés de la biomasse commerciale sont incertaines, avec des intervalles de confiance larges. La biomasse commerciale du relevé de 2012 dans la zone 12E a été estimée à 577 t (68 - 2 214 t), (tableau 4). La biomasse de 2012 dans la zone 12E correspond à 0,8% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion. Dans la zone 12F, la biomasse commerciale du relevé de 2012 a été estimée à 1 450 t (480 - 3 409 t), (tableau 4). La biomasse de 2012 dans la zone 12F correspond à 1,9% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

4.1.2.4. Zones tampons et la zone non-assignée

Les estimés de la biomasse commerciale dans les zones tampons et dans la zone non-assignée ont des intervalles de confiance très larges étant donné le nombre peu élevé de stations à l'intérieur de ces petites zones.

La biomasse commerciale dans la zone non-assignée A au-dessus de la zone 12E et 12F (fig. 3) était de 22 t (0 - 164 t) (tableau 4). La biomasse commerciale dans la zone tampon B (zone tampon de 2 milles nautique) adjacent à la zone 19 et 12F (fig. 3) a été estimée à 109 t (34 - 268 t) (tableau 4). La biomasse commerciale dans la zone tampon C (zone tampon de 5 milles nautiques) située au sud de la zone 19 (fig. 3) était de 913 t (635 - 1 274 t) (tableau 4).

La somme des estimés de la biomasse commerciale dans les zones de gestion et des zones tampons et la zone non-assignée en 2012 était de 74 977 t, très près de l'estimé de la biomasse commerciale du sgSL, 74 997 t (tableau 4).

4.1.3. Taux d'exploitation

Le taux d'exploitation en 2012 était de 34,8% (tableau 5; fig. 9). Les taux d'exploitation ont varié entre 20,8% et 45% de 1998 à 2011 (tableau 5; fig. 9).

4.1.4. Mortalité annuelle (Z) et différence des crabes adultes de taille commerciale

Le taux de mortalité annuelle (Z), exprimée en proportion des crabes mâles adultes de taille commerciale dans le sgSL a été estimée à 58,9% en 2012 et a variée entre 45,8% et 82,5% depuis 1997, excepté pour 2011 alors qu'elle a été estimée à 5,6% (fig. 9).

Sur la série temporelle, l'estimation de la biomasse commerciale d'après le relevé au chalut était en moyenne 29,0% plus grande que la somme de la biomasse résiduelle et des débarquements de l'année suivante (fig. 10). Cette différence (appelée la mortalité non-reliée à la pêche) peut être attribuée à un nombre de facteurs, notamment une mauvaise attribution dans la catégorisation du recrutement et de la biomasse résiduelle, une variabilité dans les estimations du relevé, la mortalité naturelle, les mortalités non reliées à la pêche et à

l'immigration ou l'émigration des crabes. L'estimation de la biomasse commerciale d'après le relevé de 2011 était 24,0% supérieure à la somme de la biomasse résiduelle d'après le relevé de 2012 et des débarquements de 2012 (fig. 10). Cependant, l'estimation de la biomasse commerciale d'après le relevé de 2010 était 24,3% plus basse que la somme de la biomasse résiduelle d'après le relevé et les débarquements de 2011 (fig. 10).

La biomasse résiduelle à partir du relevé de 2011 était estimée à 33,768 t (28,297 - 39,985 t), représentant 53,4% de la biomasse commerciale de 63,162 t. L'estimation de la biomasse résiduelle de 2011 a été anormalement élevée par rapport à la valeur attendue à partir du relevé de 2010 et la pêche de 2011. De plus, il n'y a pas eu de changements importants dans la composition des prises des mâles adultes de taille commerciale à partir des données des observateurs sur la série chronologique (voir la performance de pêche de 2012 dans le tableau 7 dans, Hébert et al. 2013). On suppose qu'une mauvaise classification des conditions de carapace 2 à 3 a pu se produire en raison d'une abondance élevée de crabes sauts de mue dans le sud-est du gSL en 2010, qui auraient dû muer tôt en 2011. Ces crabes posent certaines difficultés dans la classification de la condition de carapace lorsque la durée du relevé s'étend jusqu'en octobre, puisque ces crabes ont durci leur carapace et ont commencé à accumuler des épibiontes.

Si la biomasse résiduelle estimée à partir du relevé de 2011 était correcte, l'abondance de vieux crabes (conditions de carapace 4 et 5) estimée à partir du relevé de 2012 devrait indiquer une augmentation notable. Cependant, ce ne fut pas le cas en se basant sur les résultats du relevé de 2012 (tableau 2). L'abondance des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 3 et 4 en 2011 était deux fois plus élevée que celle de 2010, alors qu'il n'y a pas eu d'augmentation semblable dans la succession des conditions de carapace 4 et 5 dans les résultats du relevé de 2012. De plus, en se basant sur les échantillonnages par les observateurs en mer au cours de la saison de pêche de 2012, la majorité de la composition des prises des mâles adultes de taille commerciale était de crabes avec condition de carapace 3 (moyenne de 88,2%) dans toutes les zones tandis que la composition des prises des conditions de carapace 4 et 5 était de seulement de 9,4% (composante résiduelle après la pêche de 2011) et 2,4% pour les conditions de carapaces 1 et 2.

Par conséquent, il semblerait que la biomasse résiduelle à partir du relevé de 2011 aurait été surévaluée et le recrutement à la pêcherie sous-évalué dû à une mauvaise classification d'une proportion des crabes avec condition de carapace 2 comme étant de condition de carapace 3.

Comme la classification de la condition de carapace devient de plus en plus difficile en automne en raison du processus de durcissement de la carapace et de l'accumulation d'épibiontes, il serait important de minimiser la durée du relevé.

4.1.5. Potentiel reproducteur du stock

L'abondance des mâles adultes a augmenté de 1997 à 1999, a demeuré stable jusqu'en 2004 et a diminué graduellement jusqu'en 2009 (fig. 11). Depuis 2009, l'abondance des mâles adultes a augmenté à des niveaux comparables à ceux de la période de 1999-2004 (fig. 11). L'abondance des femelles matures a demeuré élevée en 2012 par rapport aux faibles valeurs observées entre 2005 et 2009 (fig. 12). Depuis 1997, la taille moyenne annuelle des femelles matures a varié entre 57,4 en 1999 et 61,7 mm LC en 2005 (fig. 13). La taille moyenne a été de 59,1 mm LC en 2012 (fig. 13).

5.0. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE ET PRONOSTIC

Dans le cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution (MPO 2009), le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}) établit la ligne de démarcation entre la zone

critique et la zone de prudence, et le niveau de référence supérieur pour le stock (B_{NRS}) établit la ligne de démarcation entre la zone de prudence et la zone saine sur l'axe de l'état d'un stock. Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}) définit le taux d'exploitation maximum dans la zone saine. Les points de référence conformes à l'approche de précaution ont été développés en 2010 pour l'unité biologique du crabe des neiges du sgSL (MPO 2010b). Le changement dans la méthodologie selon les recommandations de la revue des Sciences de l'examen sur les méthodes d'évaluation du crabe des neiges en 2011 a nécessité de recalculer les estimés de biomasse de la série chronologique et des points de référence de l'Approche de précaution (MPO 2012b).

Le point de référence révisé du B_{NRS} est de 41 400 t de mâles adultes de taille commerciale de toutes conditions de carapace, ce qui représente 80% de la biomasse de rendement maximal durable (BRMD) avec une estimation provisoire de B_{RMD} choisi correspondant à 50% de la biomasse commerciale maximale pour la période de 1997 à 2008 (tableau 6; fig. 14). La valeur révisée de B_{lim} est de 10 000 t (tableau 6; fig. 14). Le B_{lim} a été choisi comme étant la plus basse biomasse des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure qui a été observée en 2000 (biomasse résiduelle estimée à partir du relevé) (MPO 2010b). Le F_{lim} révisé a été établi à 34,6% (tableau 6; fig. 14), qui est le taux d'exploitation traditionnel annuel moyen calculé en divisant les débarquements (poids) à l'année t+1 par la biomasse des mâles adultes de taille commerciale à partir du relevé au chalut post-saison à l'année t pour la période de 1997 à 2008 (MPO 2010b).

5.1. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE POUR 2013

L'analyse de risque des options de capture pour le sgSL considère les probabilités d'être en dessous de B_{lim} et la probabilité d'excéder F_{lim} pour les options de capture dans la pêche de 2013. Aussi, les probabilités que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale estimée à partir de relevé au chalut post-saison soit plus basse que B_{NRS} selon les options de capture pour la pêche de 2013 ont été produites. Les règles de décision pour mettre en pratique l'AP restent à être établies.

L'estimation de la biomasse des mâles adultes de taille commerciale disponible pour la pêche de 2013 est de 74 997 t (65 822 – 85 086 t). L'estimation de la biomasse commerciale (74 997 t) dans le sgSL est dans la zone de santé du cadre de l'approche de précaution (fig. 14). Lorsque le stock se situe dans la zone de santé, le régime d'exploitation ne devrait pas dépasser le $F_{lim} = 34,6\%$.

Le recrutement prévu des mâles adultes de taille commerciale dans le relevé de 2013, qui seront à carapace molle durant la saison de pêche de 2013, a été estimé selon le modèle Bayésien décrit dans Surette et Wade (2006) et appliqué aux données pour l'ensemble du sgSL (tableau 4; fig. 15). Le recrutement prévu pour la pêche de 2014 est de 40 380 t (I.C. de 95% variant de 31 670 à 50 380 t).

Une analyse de risque des options de capture par rapport aux objectifs de gestion sont résumés au tableau 6 et à la figure 16. Une option de capture de 25 949 t donnerait 50% de chance de dépasser le F_{lim} (34,6%), 0% de chance de tomber en dessous de B_{lim} (10 000 t) et 0,002% de chance de tomber en dessous de B_{NRS} (41 400 t), (tableau 6).

5.2. PRONOSTIC

Une tendance dans le recrutement à la pêche des mâles adultes de taille commerciale est anticipée à demeurer stable à des niveaux comparables à ceux observés en 2012 jusqu'à la pêche de 2016. Ce pronostic est basé sur le modèle Bayésien à partir des abondances des mâles adolescents de tailles plus grand que 83 mm (R-2), entre 69 et 82 mm (R-3) et entre 56

et 68 mm (R-4) observées lors des récents relevés (tableau 3, fig. 15). En se basant sur le modèle Bayésien, le recrutement à la pêcherie est prévu d'être de 40 380 t (31 670-50 380 t) pour la pêche de 2014 (tableau 3, fig. 15). Deux vagues de petits mâles adolescents de tailles entre 34 et 44 mm et entre 45 à 55 mm ont été observées dans le relevé de 2012 (fig. 17). L'abondance des mâles avec une LC entre 34 et 44 mm, qui seront de taille commerciale dans 6 ans, a augmenté depuis 2002 (fig. 18). La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC en 2012 a été moins étendue que celle de 2011 et a été surtout observés dans le banc Bradelle, la vallée de Shédiac, la partie centrale du canal des Îles et la baie des Chaleurs (fig. 19).

L'abondance des femelles immatures et pubères a augmenté depuis 2001 (figs. 12 et 20). Cette augmentation des femelles pubères observée dans le relevé de 2012 suggère que l'abondance des femelles matures va continuer à augmenter dans les prochaines années. L'abondance des femelles matures est demeurée élevée en 2012 par rapport aux faibles valeurs observées entre 2005 et 2009 (figs. 12 et 20).

6.0. INCERTITUDES

6.1. CHANGEMENT AU PROTOCOLE DU RELEVÉ ET VARIABILITÉ DANS LA COMPOSITION DE LA BIOMASSE COMMERCIALE

Différents bateaux ont été utilisés pour effectuer le relevé au chalut au cours des ans. Entre 1988 et 1998, le "Emy-Serge", un chalutier en bois de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 375 ch avec déploiement sur le côté, a été utilisé. Entre 1999 et 2002, le "Den C. Martin", un chalutier en acier de 65 pieds avec une puissance de moteur de 402 ch et déploiement par la poupe, a été utilisé. Depuis 2003, le "Marco-Michel", un chalutier en fibre de verre de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 660 ch et déploiement par la poupe est utilisé. De plus, une augmentation dans le nombre de stations échantillonnées et de la surface d'étude du relevé a eu lieu depuis 1988. Une standardisation pour la longueur du trait, l'ouverture du chalut et la surface des polygones de la série chronologique de l'abondance de 1988 à 2006 a été décrite dans Moriyasu et al. (2008). Des estimés préliminaires basés sur un modèle statistique qui incluent les données du relevé post-saison du crabe des neiges et du relevé multi-espèces de septembre suggèrent que les bateaux avaient des différences dans la capturabilité pouvant affecter notre perception de la dynamique du stock (Benoît et Cardigan, 2013).

Un examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent a eu lieu à Moncton N.B., du 21 au 25 novembre 2011, pour adresser des préoccupations sur les variations des plans d'échantillonnage et de la couverture d'échantillonnage, la pondération de la surface chalutée, et la surface du polygone d'estimation à utiliser pour l'estimation de la biomasse. Suite à cette revue, il a été conclu que la série temporelle de biomasse commerciale depuis 1997 était une série cohérente pour les besoins de l'évaluation de l'état du stock de crabe des neiges et fournir des avis pour la pêche. Des travaux supplémentaires ont été recommandés pour déterminer si la série temporelle d'estimations de biomasse pour les années 1989 à 1996, pour laquelle la couverture du relevé était moins grande que celle effectuée depuis 1997, peut être conservée et servir à l'évaluation du stock de crabes du sud du golfe.

6.2. CROISSANCE

Le recrutement à la pêche chez le crabe des neiges est très variable d'une année à l'autre (Comeau et Conan 1992; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998) et dépend des conditions environnementales et hydrologiques. Dans les stocks de crabe des neiges du sgSL, la biomasse des crabes mâles adultes de taille commerciale semble fluctuer et

être caractérisé par des périodes de l'arrivée d'une grande abondance de recrutement pendant 3-4 ans, suivi d'un creux dans le recrutement sur une période de 3-4 ans (Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998). Puisque la mue chez les crabes mâles adolescents atteint un sommet en janvier pour les adolescents sauts de mue et en mars pour les adolescents de mue normale, la plupart des crabes en postmue sont potentiellement capturable par les casiers commerciaux aussitôt que la pêche commence (généralement à la mi-avril). Les crabes à carapace molle ont été présents dans les prises commerciales d'avril jusqu'à août dans le sgSL (Hébert et al. 2002).

Le mécanisme responsable pour la mue terminale des adolescents. Conan et al. (1988), et Comeau et al. (1998a) ont émis l'hypothèse que la mue pour la phase terminale, pour un groupe d'une taille donnée, pourrait être provoquée par des facteurs reliés à la densité plutôt qu'à des caractères génétiques. Waiwood et Elner (1982) ont émis l'hypothèse que le retrait des vieux crabes de grande taille aurait permis à la population du crabe des neiges de quitter une phase de "croissance stagnante" pour une phase de croissance élevée. Comeau et al. (1998a) suggèrent qu'une forte abondance des crabes mâles adultes de grande taille dans la population encouragerait les adolescents à muer à une phase adolescente de plus grande taille au lieu de muer pour la phase terminale. En contrepartie, ceci pourrait également provoquer une inhibition de la croissance qui occasionnerait une augmentation de l'abondance des crabes sauts de mue dans la population. Le relevé annuel au chalut effectué depuis 1988 a révélé un taux élevé des crabes sauts de mue (jusqu'à 50-60% lors des années de grandes abondances) chez les adolescents mâles plus grand que 50 mm de LC. Ce taux élevé pourrait suggérer un effet relié à la densité sur la synchronisation de la mue des crabes adolescents mâles de grande taille. Le taux de crabes sauts de mue pourrait être le facteur déclencheur pouvant influencer l'ampleur et l'arrivée du recrutement à la pêcherie.

6.3. DÉPLACEMENT

La distribution spatio-temporelle des crabes de taille commerciale a été caractérisée par des concentrations inégales de crabes dans les portions ouest et est du sgSL qui ont augmenté et diminué en termes de surface de la même façon au cours de la dernière décennie.

Des études de marquage indiquent un échange général et consistant des crabes entre les fonds de pêches locales et les zones de gestion dans le sgSL au cours des années (Biron et al. 2008). Les limitations dans l'interprétation des résultats de marquage-recapture inclues : 1) la distance parcourue est celle entre le point de relâche et de recapture, 2) les captures ont provenu essentiellement des lieux de pêche pour une année donnée, et 3) le taux de retour d'étiquette et le taux de mortalité sont inconnus.

Les résultats de marquage-recapture ont démontré que les crabes étiquetés dans les zones périphériques (la partie sud du canal des Îles-de-la-Madeleine en 1999 et dans la zone 12E en 1997) lors de la période de diminution de la biomasse ont eu un déplacement général vers le principal habitat au centre du banc Bradelle (Biron et al. 2008). Dans la zone 19, les expériences de marquage-recapture ont été effectuées durant deux périodes différentes de la condition de stock: une période de diminution (1993-1996) et d'augmentation (1997-2001) de la biomasse. Durant la période de la diminution, les crabes ont eu tendance à demeurer à l'intérieur de la zone 19 tandis que lorsque la biomasse augmentait, les crabes se sont déplacés sur une plus grande distance et même jusqu'à l'extérieur du golfe vers les zones 20-22 de l'est de la Nouvelle-Écosse (M. Biron, comm. pers.). Il y a eu un échange fréquent des crabes, surtout au niveau des adultes, entre la partie centrale de la zone 12 (banc Bradelle et le canal des Îles-de-la Madeleine) et la partie sud-est entre le Cap-Breton et les Îles-de-la-Madeleine (Biron et al. 2008).

Certaines informations indiquant qu'un mouvement de crabes des neiges mâles adultes de taille commerciale provenant de l'est de la Nouvelle-Écosse (zones 20 à 22) vers l'ouest de la Nouvelle-Écosse (zone 19) et les zones adjacentes s'est produit en 2012, et ce mouvement semblerait être plus actifs comparativement avec les années passées (B. Zissersion, comm. pers.). La quantité d'immigration de crabes vers l'ouest du Cap-Breton et les zones adjacentes, et le degré d'émigration de mâles adultes de taille commerciale vers l'extérieur du sgSL ne peuvent être estimés présentement.

D'autres études seront nécessaires pour bien comprendre le mouvement du crabe des neiges entre les régions ouest et est du sgSL.

6.4. TRIAGE

Les activités comme le triage en mer des crabes de taille commerciale pourraient occasionner une mortalité des crabes rejetés en raison de la manipulation. Une exploitation sélective des crabes de bonnes qualités commerciales en pratiquant le rejet en mer lors des activités de pêche pourraient augmenter l'effort de pêche et occasionner une mortalité par la pêche qui est non-comptabilisée.

Le rejet en mer des crabes à carapace molle peut aussi augmenter les blessures aux crabes, tels que la perte des pattes avec des conséquences négatives dans la performance de la reproduction. Sainte-Marie et al. (1999) ont observé que les crabes des neiges mâles manquant plus d'une patte marcheuse ont moins de succès de reproduction. Abello et al. (1994) ont observé que la perte d'une pince constitue un handicap pour le crabe vert mâle, *Carcinus maenas*, pour obtenir ou se défendre lors de l'accouplement. Comeau et al. (1998b) ont aussi observé lors de plongées dans le fjord de Bonne Bay Terre-Neuve, que la plupart des mâles dans les paires lors de l'accouplement étaient adultes de grandes tailles avec une carapace dure et peu de pattes manquantes.

6.5. CONSIDÉRATIONS ECOSYSTEMIQUES

Des facteurs environnementaux, comme la température de l'eau, peuvent influencer sur la mue et la dynamique de reproduction ainsi que sur les déplacements du crabe des neiges. Les températures de fond pour la plus grande partie du sgSL ont typiquement été entre -1 et 3°C, ce qui a été considéré comme étant un habitat thermique approprié pour le crabe des neiges (Chassé et Pettipas 2009). Les températures de fond dans les zones 12E et 12F sont plus élevées (1 à 5°C) que celles dans la zone 12 (-1 à 2°C). Les températures de fond dans la zone 19 sont typiquement de 1 à 2°C plus élevées que celles observées dans les pêcheries traditionnelles du crabe des neiges de la zone 12 (Chassé et Pettipas 2009).

Le crabe des neiges est une espèce sténothermique qui a une préférence pour les températures d'eau plus froides. Un changement de régime de température du froid vers le chaud peut avoir des impacts sur la dynamique de population du crabe des neiges tels que des cycles reproductifs raccourcis, une fécondité par individu et une taille à la maturité accrues, une mortalité naturelle plus grande, une contraction spatiale de son habitat spatial, et un ratio sexuel pour la reproduction biaisé. Le changement dans la dynamique de population du crabe des neiges provoqué par le climat est plus vulnérable à la pression de la pêche commerciale, particulièrement dans une condition croissante de température. En outre, la direction et le résultat du changement climatique peuvent être relativement brusques et nuisibles, et les effets peuvent être difficiles à prédire (Sainte-Marie et al. 2008).

En 2012, les températures près du fond dans la majeure partie des zones 12, 12E et 12F ont été plus élevées que la valeur normale, et celles dans la zone 19 ont également été plus élevées que la valeur normale, mais seulement dans la moitié de la partie nord-est de la zone,

tandis qu'elles ont été presque normales dans la partie sud de la zone. Les températures de la partie nord-est de la zone 12 ont été plus chaudes en 2012 par rapport à 2011, celles dans la partie ouest de la zone 12 et dans la zone 19 se sont refroidies et les températures dans les zones 12E et 12F ont été comparables à celles de 2011. Les eaux du fond plus chaudes en 2012 ont entraîné une diminution de l'indice de l'habitat thermique dans le sud du golfe (la zone du fond couvert par des températures d'eau entre -1 et 3°C). En 2012, l'indice de l'habitat thermique a légèrement augmenté par rapport à 2011 et était de 3,7% en dessous de la moyenne de 1980 à 2010. Cependant, la température moyenne (1,4°C) à l'intérieur de la zone de l'habitat thermique (-1 à 3°C) a augmenté par rapport à 2011 de 0,2°C. La température moyenne en 2012 a été la plus élevée de la série chronologique dans les 42 dernières années, avec 1982 affichant la deuxième plus haute valeur. La valeur de 2012 est significativement plus haute que la moyenne à long terme et se situe au-dessus des valeurs observées durant les périodes chaudes entre 1999 et 2002 et entre 2005 et 2007. Les températures moyennes durant les quatre dernières années sont également plus élevées que la normale.

7.0. REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier J. Chassé (MPO, Région du Golfe) et B. Pettipas (MPO, Région des Maritimes) pour les informations sur les conditions océanographiques en 2012 et M. Biron (MPO, Région du Golfe) et B. Zisseron (MPO Région des Maritimes) pour les informations sur le mouvement. Les auteurs veulent également remercier H.P. Benoît (MPO, Région du Golfe) pour la révision de ce document.

8.0. RÉFÉRENCES

- Abello, P., Warman, C.G., Reid, D.G., and Naylor, E. 1994. Chela loss in the shore crab (*Carcinus maenas* Crustacea: *Brachyura*) and its effect on mating success. *Mar. Biol.* 121: 247-252.
- Benhalima, K., Moriyasu, M., and Hébert, M. 1998. A technique for identifying the early-premolt stage in the male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (*Brachyura: Majidae*) in Baie des Chaleurs, southern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Zool.* 76: 609-617.
- Benoît, H.P., and Cadigan, N. 2013. Model-based estimation of commercial- sized snow crab (*Chionoecetes opilio*) abundance in the southern Gulf of St. Lawrence, 1980-2012, using data from two bottom trawl surveys. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2013/114.
- 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.
- Chiasson, Y., and Hébert, M. 1990. Literature review on stock delimitation pertaining to the Western Cape Breton Island snow crab (*Chionoecetes opilio*) and advice on a spring fishery in Area 18. *DFO CAFSAC Res. Doc.* 90/65.
- Comeau, M., and Conan, G.Y. 1992. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 2460-2468.

-
- Comeau, M., Conan, G.Y., Maynou, F., Robichaud, G., Therriault, J.-C., and Starr, M. 1998a. Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 262-279.
- Comeau, M., Robichaud, G., Starr, M., Therriault, J.-C., and Conan, G.Y. 1998b. Mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (*Decapoda, Majidae*) in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland. *Crustaceana* 71: 926-941.
- Conan, G.Y., and Comeau, M. 1986. Functional maturity of male snow crab, (*Chionoecetes opilio*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1710-1719.
- Conan, G.Y., Moriyasu, M., Comeau, M., Mallet, P., Cormier, R., Chiasson, Y., and Chiasson, H. 1988. Growth and maturation of snow crab (*Chionoecetes opilio*), p. 45-66. In G.S. Jamieson and W.D. McKone (eds.). *Proceedings of the international workshop on snow crab biology, December 8-10, 1987, Montréal Québec*. *Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2005.
- Dufour, R., Bernier, D., and Brêthes, J.-C. 1997. Optimization of meat yield and mortality during snow crab (*Chionoecetes opilio*, O. Fabricius) fishing operations in Eastern Canada. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2152.
- 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., and Moriyasu, M. 1996 assessment of snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 18, 19, 25/26 and zones E and F). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 1997/086.
- Hébert, M., Benhalima, K., Miron, G., and Moriyasu, M. 2002. Molting and growth of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (*Crustacea: Majidae*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Crustaceana* 75: 671-702.
- Hébert, M., Wade, E., Surette, T., and Moriyasu, M. 2007. The 2006 assessment of snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2007/028.
- Hébert, M., Wade, E., Surette, T., and Moriyasu, M. 2008. The 2007 assessment of snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2008/040.
- Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., and Moriyasu, M. 2011. The 2010 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stocks in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2011/082.
- Keitt, T. H., Bivand, R., Pebesma, E., and Rowlingson, B. 2012. rgdal: Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library. R package version 0.7-8.
- Landry, J.-F., Wade, E., Moriyasu, M., and Hébert, M. 2013. Summary of the 2012 multispecies trawl survey activities in the southern Gulf of St. Lawrence and preliminary results. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2013/115.
- Mallet, P., Conan, G.Y., and Moriyasu, M. 1993. Periodicity of spawning and duration of incubation time for *Chionoecetes opilio*, in the Gulf of St. Lawrence. *ICES CM/1993: K:26*.
-

-
- Moriyasu, M., and Conan, G.Y. 1988. Aquarium observation on mating behaviour of snow crab, *Chionoecetes opilio*. ICES C. M., 1988/K: 9.
- Moriyasu, M., Conan, G.Y., Mallet, P., Chiasson, Y.J., and Chiasson, H. 1988. Growth at molt, molting season and mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in relation to functional and morphometric maturity. ICES CM/1987 K:21.
- Moriyasu, M., and Comeau, M. 1996. Grasping behavior of male snow crab, (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius, 1788, *Decapoda, Majidae*). *Crustaceana* 69:211-222.
- 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. Zool.* 76: 2040-2048.
- Moriyasu, M., Wade, E., Sinclair, A., and Chiasson, Y. 1998. Snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock assessment in the southwestern Gulf of St. Lawrence by bottom trawl survey. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 125:29-40.
- 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.
- 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. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F). Secr. can. de consult. Sci. du MPO, Avis sci. 2009/006.
- MPO. 2010a. 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. 2010b. Évaluation du crabe des neiges de la Nouvelle-Écosse (4VWX). Secr. Can. De consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/040.
- MPO. 2011. Évaluation du crabe des neiges de la Nouvelle-Écosse (4VWX). Secr. Can. De consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/045.
- 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 2012/23.
- 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 consut. sci. du MPO, Avis sci. 2012/002.
- Rondeau, A., and Sainte-Marie, B. 2001. Variable mate-guarding time and sperm allocation by male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in response to sexual competition, and their impact on the mating success of females. *Biol. Bull.* 201: 204-217.
- Sainte-Marie, B., and Hazel, F. 1992. Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), in shallow waters of the northwestern Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1282-1293.
- Sainte-Marie, B., and Carrière, C. 1995. Fertilization of the second clutch of eggs of snow crab, *Chionoecetes opilio*, from females mated once or twice after their molt to maturity. *Fish. Bull.* 93: 759-764.
-

-
- Sainte-Marie, B., Raymond, S., and Brêthes, J.-C. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (*Brachyura: Majidae*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 903-924.
- Sainte-Marie, B., Urbani, N., Sévigny, J.-M., Hazel, F., and Kuhnlein, U. 1999. Multiple choice criteria and the dynamics of assortative mating during the first breeding season of female snow crab *Chionoecetes opilio* (*Brachyura, Majidae*). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 181: 141-153.
- Sainte-Marie, B., Gosselin, T., Sévigny, J.-M., and Urbani, N. 2008. The snow crab mating system: opportunity for natural and unnatural selection in a changing environment. *Bull. Mar. Sci.* 83: 131-161.
- 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.
- Surette, T., Marcotte, D., and Wade, E. 2007. Predicting snow crab (*Chionoecetes opilio*) abundance using kriging with external drift with depth as a covariate. *DFO Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2763.
- Wade, E., Surette, T., Apaloo, J., and Moriyasu, M. 2003. Estimation of mean annual natural mortality for adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2003/016.
- Wade, E., Moriyasu, M., and Hébert, M. 2013. Assessment methods and model used in the 2012 estimation of the snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2013/113.
- Waiwood, K.G., and Elner, R.W. 1982. Cod predation of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Gulf of St. Lawrence. In: *Proceedings of the International Symposium on the genus Chionoecetes*. p. 449-520. Lowell Wakefield Symposium Series, Alaska Sea Grant Report. 82:10. University of Alaska Fairbanks.
- Watson, J. 1969. Biological investigation on the spider crab, *Chionoecetes opilio*, p. 23-47. In *Pro. Meeting on Atlantic Crab Fishery Development*. *Can. Fish. Rep.* 13.
- Watson, J. 1972. Mating behavior in the Spider Crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Board Can.* 29: 447-449.

TABLEAUX

Tableau 1. Estimations de la biomasse (t, moyenne et intervalle de confiance de 95%) des crabes (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes zones) par krigeage en poids, 1997 à 2012. Recrutement désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 1 et 2 alors que la biomasse résiduelle désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 3 à 5.

Année du relevé	Estimations des biomasses (t) du sud du golfe du Saint-Laurent ; moyenne (intervalle de confiance à 95%)		
	Commerciale	Recrutement	Résiduelle
1997	65310 (54801-77239)	37619 (26376-52064)	27690 (21995-34407)
1998	57595 (45630-71735)	29818 (17580-47435)	27775 (21022-36013)
1999	57051 (47946-67376)	25874 (15918-39818)	31177 (25051-38346)
2000	49823 (40473-60682)	39845 (30543-51093)	9977 (6649-14401)
2001	59150 (47740-72460)	42243 (31198-55942)	16905 (12657-22125)
2002	79559 (66688-94181)	66481 (53434-81746)	13075 (10451-16157)
2003	84423 (71964-98410)	57503 (44809-72679)	26919 (21223-33674)
2004	103429 (91029-117036)	83702 (70955-98069)	19726 (15836-24280)
2005	82537 (73487-92387)	58398 (48417-69824)	24140 (18726-30632)
2006	74285 (66192-83087)	54371 (46124-63660)	19914 (16161-24275)
2007	66660 (60183-73638)	39635 (33089-47092)	27025 (23354-31106)
2008	52564 (46658-59006)	31555 (25181-39048)	21010 (17960-24426)
2009	30920 (27237-34959)	20520 (16848-24754)	10399 (8560-12516)
2010	35795 (31681-40291)	20351 (15360-26450)	15444 (12859-18394)
2011	63162 (55965-71022)	29394 (20909-40190)	33768 (28297-39985)
2012	74997 (65822-85086)	48969 (38667-61173)	26028 (21950-30641)

Tableau 2. Abondance (10^6 ; moyenne et intervalle de confiance à 95%) des crabes (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes de taille commerciale par condition de carapace (CC1+2, CC3, CC4 et CC5) avec 95% intervalle de confiance dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012.

Année du relevé	Condition de carapace 1+2			Condition de carapace 3			Condition de carapace 4			Condition de carapace 5		
	Abondance	Intervalle de confiance		Abondance	Intervalle de confiance		Abondance	Intervalle de confiance		Abondance	Intervalle de confiance	
1997	61,272	51,848	71,906	27,858	22,644	33,910	17,144	13,556	21,391	5,675	4,154	7,574
1998	51,738	41,550	63,665	23,956	18,874	29,986	15,711	12,041	20,150	8,891	6,220	12,327
1999	49,755	40,294	60,766	32,840	25,189	42,086	16,258	12,637	20,594	7,874	5,239	11,380
2000	67,530	51,847	86,473	10,242	5,622	17,199	7,384	4,455	11,538	2,527	1,147	4,860
2001	76,238	60,652	94,604	26,667	21,371	32,876	5,134	2,502	9,401	1,474	0,393	3,917
2002	112,785	95,089	132,807	21,605	17,356	26,578	4,318	2,646	6,664	0,893	0,411	1,701
2003	99,346	84,820	115,635	38,180	30,183	47,646	11,431	7,097	17,466	1,715	0,717	3,485
2004	138,152	120,945	157,106	28,964	23,320	35,559	9,867	7,684	12,479	1,072	0,671	1,629
2005	97,311	87,537	107,870	30,516	23,465	39,022	10,679	8,049	13,895	0,567	0,217	1,222
2006	84,216	75,183	94,027	29,830	24,513	35,955	5,725	3,991	7,961	1,030	0,552	1,762
2007	62,530	55,515	70,179	32,053	25,962	39,141	14,243	10,714	18,566	1,004	0,523	1,752
2008	51,110	44,873	57,967	23,028	18,600	28,191	11,440	8,614	14,900	3,081	1,951	4,635
2009	31,729	27,218	36,771	12,714	10,170	15,701	5,393	3,832	7,379	1,276	0,685	2,179
2010	32,854	28,548	37,624	20,628	16,819	25,040	4,223	3,236	5,417	1,567	0,925	2,490
2011	53,387	46,199	61,369	45,065	37,545	53,646	9,979	7,706	12,713	1,778	1,024	2,878
2012	86,900	72,956	102,723	38,900	32,850	45,736	5,570	4,238	7,676	1,150	0,601	2,002

Tableau 3. Données servant à l'analyse de risque : estimation de l'abondance ($\times 10^6$) des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles prérecrues (R-4, R-3 et R-2), la biomasse résiduelle (t) et la biomasse commerciale (t) dans le sud du golfe du Saint-Laurent basée sur les données du relevé au chalut, les valeurs observées et prédites (à partir du modèle Bayésien) de la biomasse de recrutement (R-1), et le taux de survie (S) (Wade et al. 2006). S est calculé sur une moyenne mobile de 5 ans.

Année du relevé	Prérecrues			Recrutement à la pêche (t)	Recrutement projeté (t)	Biomasse résiduelle (t)	Biomasse commerciale (t)	Taux de survivants (S)
	R - 4	R - 3	R - 2	R - 1	R-1		B	S
1997	114,2	92,7	57,9	37619 (26376-52064)		27690 (21995-34407)	65310 (54801-77239)	
1998	139,5	91,6	57,1	29818 (17580-47435)		27775 (21022-36013)	57595 (45630-71735)	
1999	199,7	150,9	115,0	25874 (15918-39818)		31177 (25051-38346)	57051 (47946-67376)	
2000	238,7	159,4	89,3	39845 (30543-51093)		9977 (6649-14401)	49823 (40473-60682)	
2001	313,2	229,2	135,7	42243 (31198-55942)		16905 (12657-22125)	59150 (47740-72460)	
2002	166,7	241,8	199,7	66481 (53434-81746)		13075 (10451-16157)	79559 (66688-94181)	
2003	137,8	207,1	181,4	57503 (44809-72679)		26919 (21223-33674)	84423 (71964-98410)	
2004	86,4	122,8	142,5	83702 (70955-98069)		19726 (15836-24280)	103429 (91029-117036)	
2005	63,3	79,4	117,1	58398 (48417-69824)	60500 (38800-86000)	24140 (18726-30632)	82537 (73487-92387)	
2006	55,0	49,8	65,3	54371 (46124-63660)	49700 (33200-73000)	19914 (16161-24275)	74285 (66192-83087)	
2007	57,2	47,9	56,0	39635 (33089-47092)	35200 (21300-55000)	27025 (23354-31106)	66660 (60183-73638)	
2008	80,4	54,3	45,8	31555 (25181-39048)	29000 (18500-42000)	21010 (17960-24426)	52564 (46658-59006)	
2009	89,4	69,5	43,6	20520 (16848-24754)	27700 (17800-38000)	10399 (8560-12516)	30920 (27237-34959)	
2010	140,4	109,1	71,8	20351 (15360-26450)	25900 (17100-37000)	15444 (12859-18394)	35795 (31681-40291)	0,6460
2011	91,5	98,7	87,6	29394 (20909-40190)	33700 (22900-47000)	33768 (28297-39985)	63162 (55965-71022)	0,6865
2012	96,0	86,8	80,4	48857 (38981-60471)	40700 (31300-52400)	26028 (21950-30641)	74997 (65822-85086)	0,6915
2013					40380 (31670-50380)			0,7304

Tableau 4. Estimation de la biomasse commerciale (t, moyenne et intervalles de confiance de 95%) du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) en 2012 dans le sud du golfe en utilisant le krigeage avec dérive externe dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F et les zones tampons.

Zones	Superficie de la zone (km ²)	Biomasse commerciale (t)	
		Moyenne	intervalle de confiance à 95%
Sud du golfe	57840	74997	(65822-85086)
Zone 12	48028	64238	(56254-73031)
Zone 19	3833	7668	(5944-9736)
Zone 12E	2443	577	(68-2214)
Zone 12F	2438	1450	(480-3409)
Somme des zones de gestion	56742	73933	
Zone non-assignée au-dessus de 12E (A)	674	22	(0-164)
Zone tampon 19/12F (B)	112	109	(34 – 268)
Somme totale	57838	74977	

Tableau 5. Données (des relevés de 1997 à 2008, en utilisant krigage en poids) utilisées pour définir les points de référence pour la pêche du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent et les taux d'exploitation de la pêche de 1998 à 2012.

Année de la pêche	Débarquements (t)	Sud du golfe du Saint-Laurent		
		Biomasse commerciale estimée du relevé de l'année - 1	Biomasse résiduelle estimée du relevé de l'année - 1	Taux d'exploitation (%) (débarquements de l'année t / biomasse commerciale de l'année t-1)
1998	13575	65310 (54801-77239)	27690 (21995-34407)	20,8
1999	15110	57595 (45630-71735)	27775 (21022-36013)	26,2
2000	18712	57051 (47946-67376)	31177 (25051-38346)	32,8
2001	18262	49823 (40473-60682)	9977 (6649-14401)	36,7
2002	25691	59150 (47740-72460)	16905 (12657-22125)	43,4
2003	21163	79559 (66688-94181)	13075 (10451-16157)	26,6
2004	31675	84423 (71964-98410)	26919 (21223-33674)	37,5
2005	36118	103429 (91029-117036)	19726 (15836-24280)	34,9
2006	29121	82537 (73487-92387)	24140 (18726-30632)	35,3
2007	26867	74285 (66192-83087)	19914 (16161-24275)	36,2
2008	24458	66660 (60183-73638)	27025 (23354-31106)	36,7
2009	23642	52564 (46658-59006)	21010 (17960-24426)	45,0
2010	9549	30920 (27237-34959)	10399 (8560-12516)	30,9
2011	10708	35795 (31681-40291)	15444 (12859-18394)	29,9
2012	21956	63162 (55965-71022)	33768 (28297-39985)	34,8
2013	-	74997 (65822-85086)	26028 (21950-30641)	-

Tableau 6. Analyse de risque pour la pêche du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}), que la biomasse des crabes adultes de taille commerciale à carapace dure soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}), et que la biomasse totale des mâles adultes de taille commerciale soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NRS}) pour divers niveaux de capture pour la saison de pêche de 2013.

Options de capture (t)	Probabilité		
	> F_{lim} (34.6%)	< B_{lim} (10 000 t)	< B_{NRS} (41 400 t)
21 000	0	0	0
21 500	0	0	0
22 000	0,01	0	0
22 500	0,02	0	0
23 000	0,04	0	0
23 500	0,07	0	0
24 000	0,12	0	0
24 500	0,20	0	0
25 000	0,29	0	0
25 949	0,50	0	0
27 000	0,73	0	0
28 000	0,89	0	0
29 000	0,96	0	0
30 000	0,99	0	0
31 000	1	0	0

FIGURES

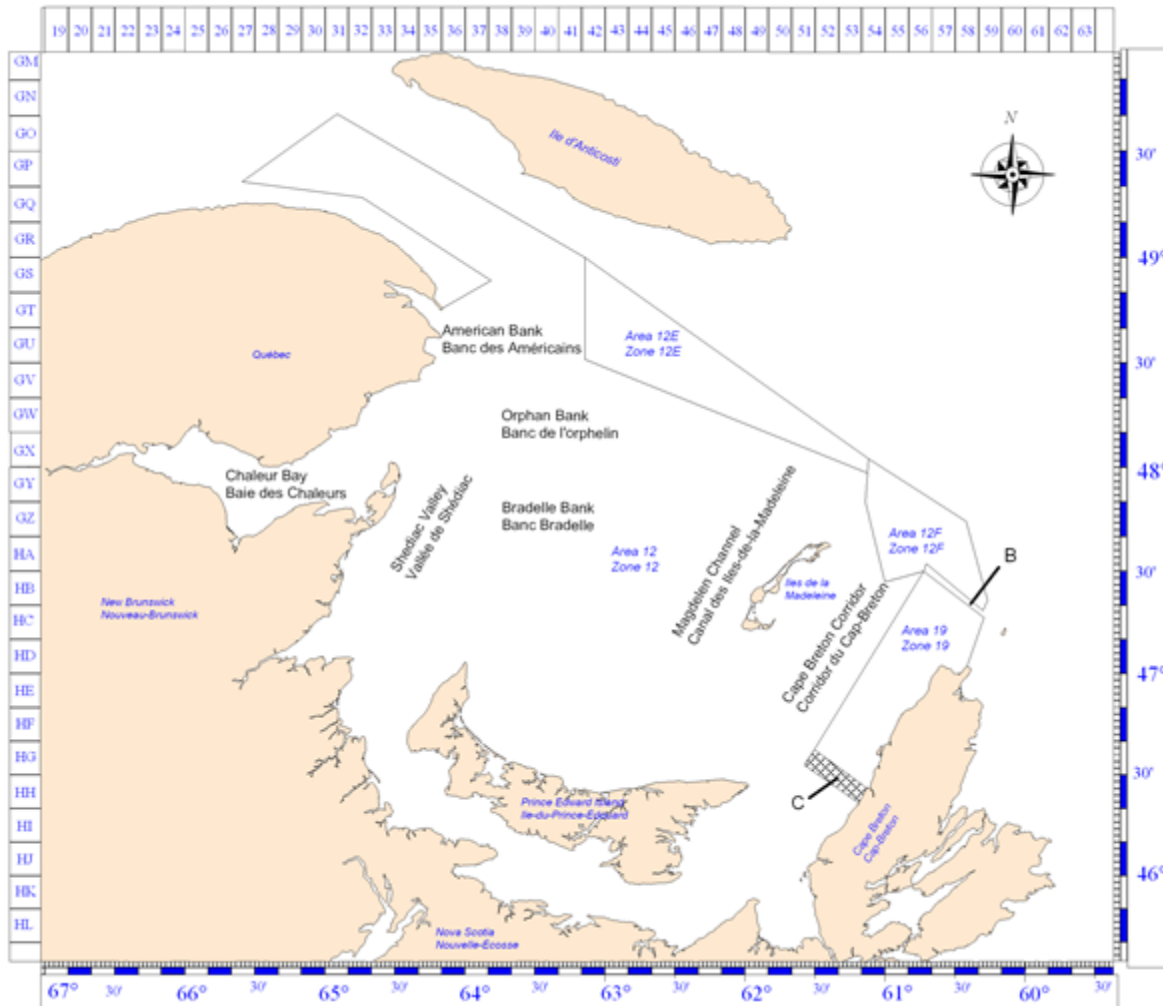


Figure 1. Carte du sud du golfe du Saint-Laurent montrant les zones de pêche du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*), les lieux des fonds de pêche, et les zones tampons de gestion (étiquetées B et C, régions ombragées).

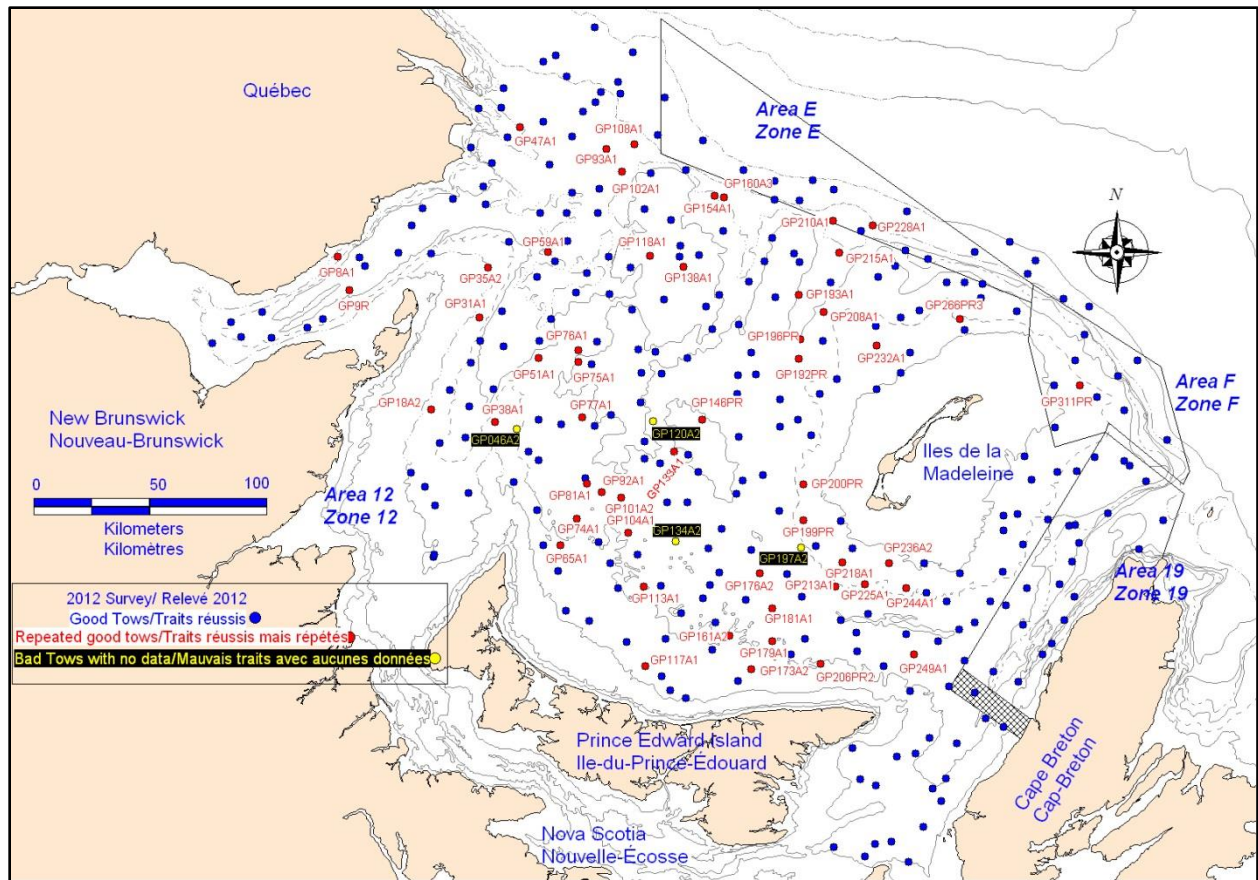


Figure 2. Positions des stations du relevé au chalut au crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) à l'intérieur du polygone d'estimation de 57 840 km² dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2012. Les points bleus sont des traits qui ont été réussis, les points rouges sont des traits qui ont été répétés et réussis et les points jaunes sont des traits qui ont été abandonnés.

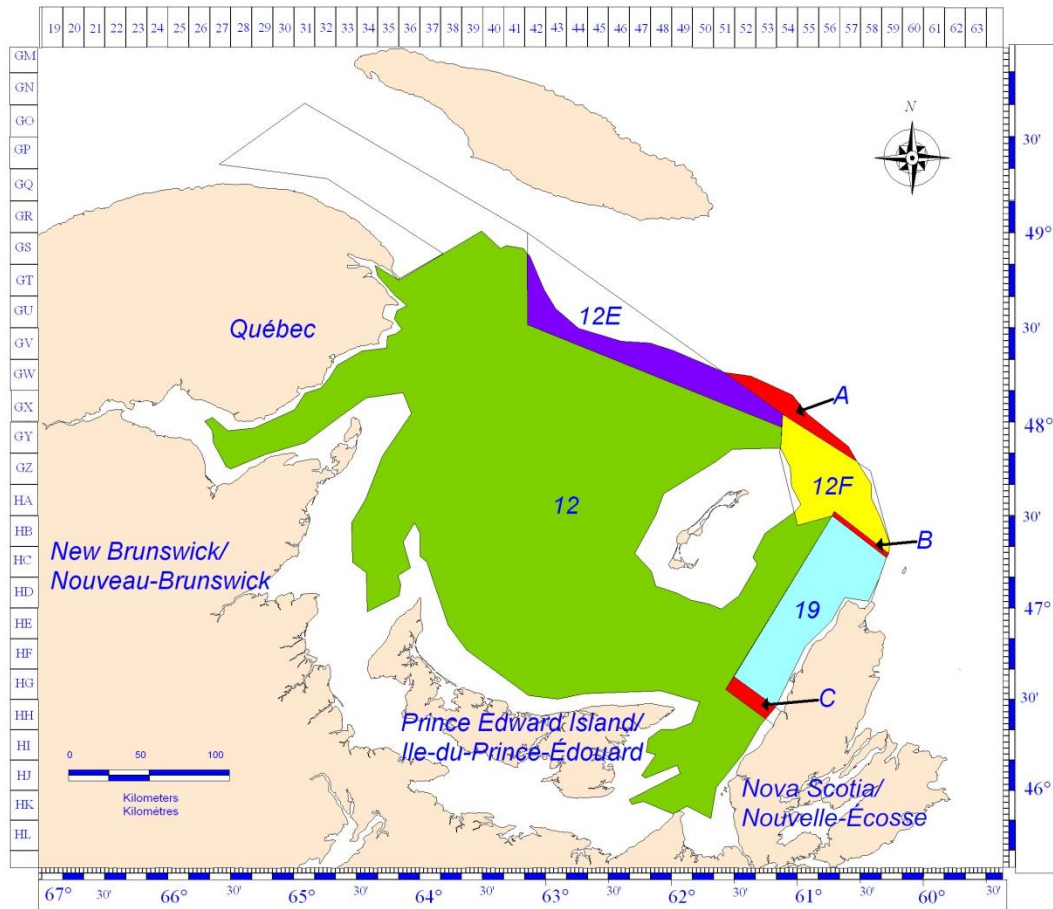


Figure 3. Le polygone d'estimation de 57 840 km² utilisé pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) en 2012 dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes les régions colorées) et les polygones d'estimation correspondants pour les quatre zones de pêche (12, 12E, 12F et 19). La zone non-assignée au nord des zones 12E et 12F (étiquetée A) et les zones tampons (étiquetées B et C) sont aussi indiquées.

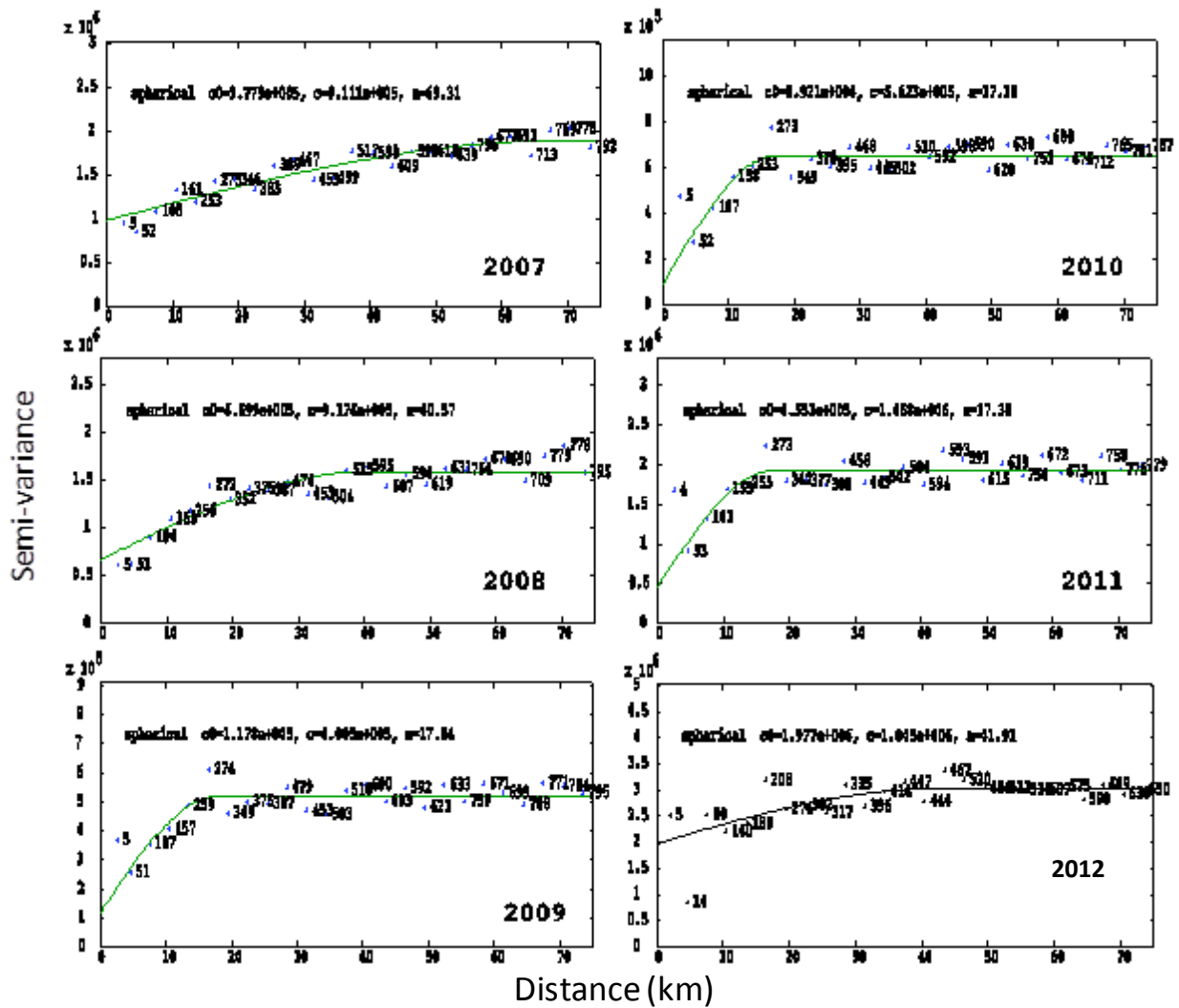


Figure 4. Modèles de variogrammes avec moyenne mobile sur 3 ans pour les crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2007 à 2012.

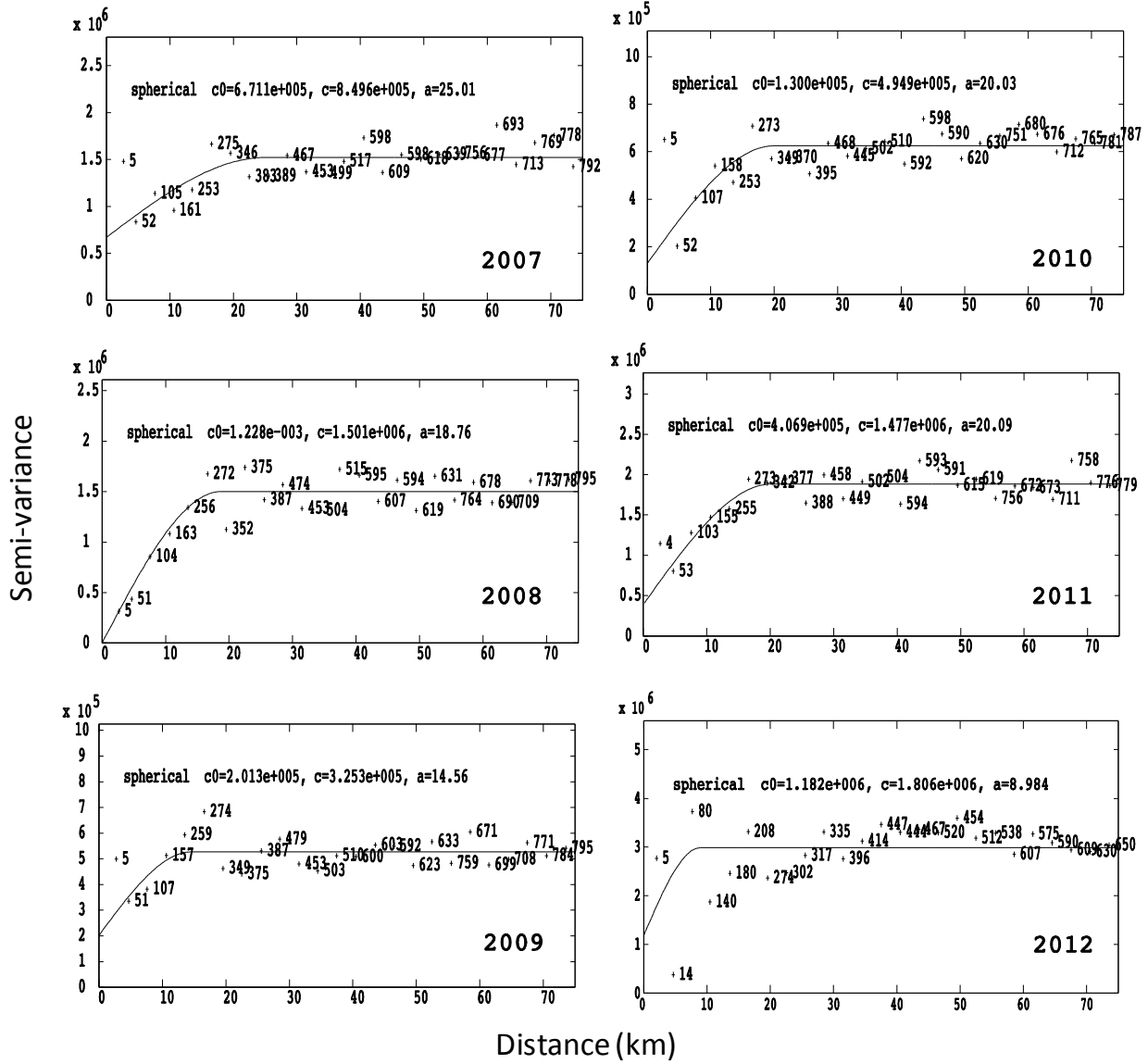


Figure 5. Modèles de variogrammes annuels pour les crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2007 à 2012.

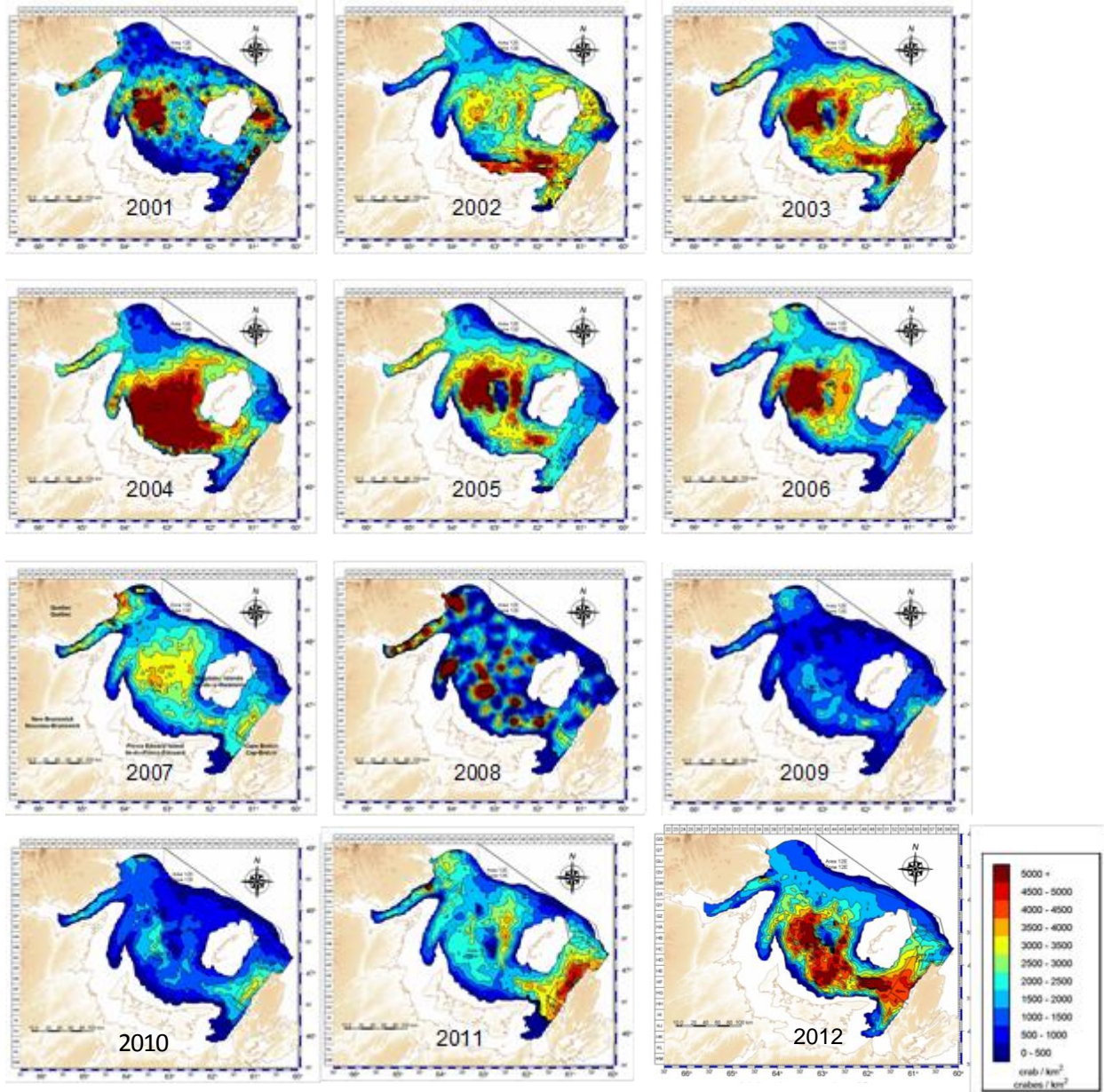


Figure 6. Contours de densités (nombre de crabe par km²) de crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) adultes mâles de taille commerciale (≥ 95 mm de largeur de carapace) à partir des données des relevés au chalut effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2001 à 2012.

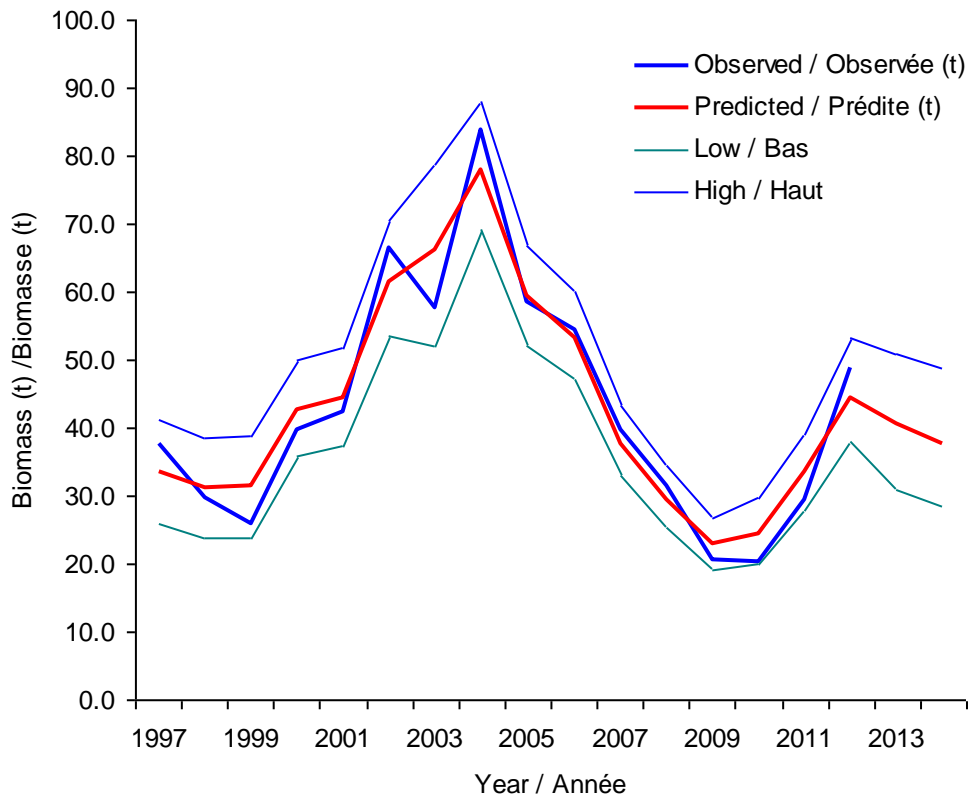


Figure 7. Comparaison entre le recrutement ($R-1$) observé et prédit du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâle selon le modèle Bayésien (Surette et Wade 2006 ; Wade et al. 2013). Bas = Limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95% et Haut = Limite supérieure de l'intervalle de confiance de 95%.

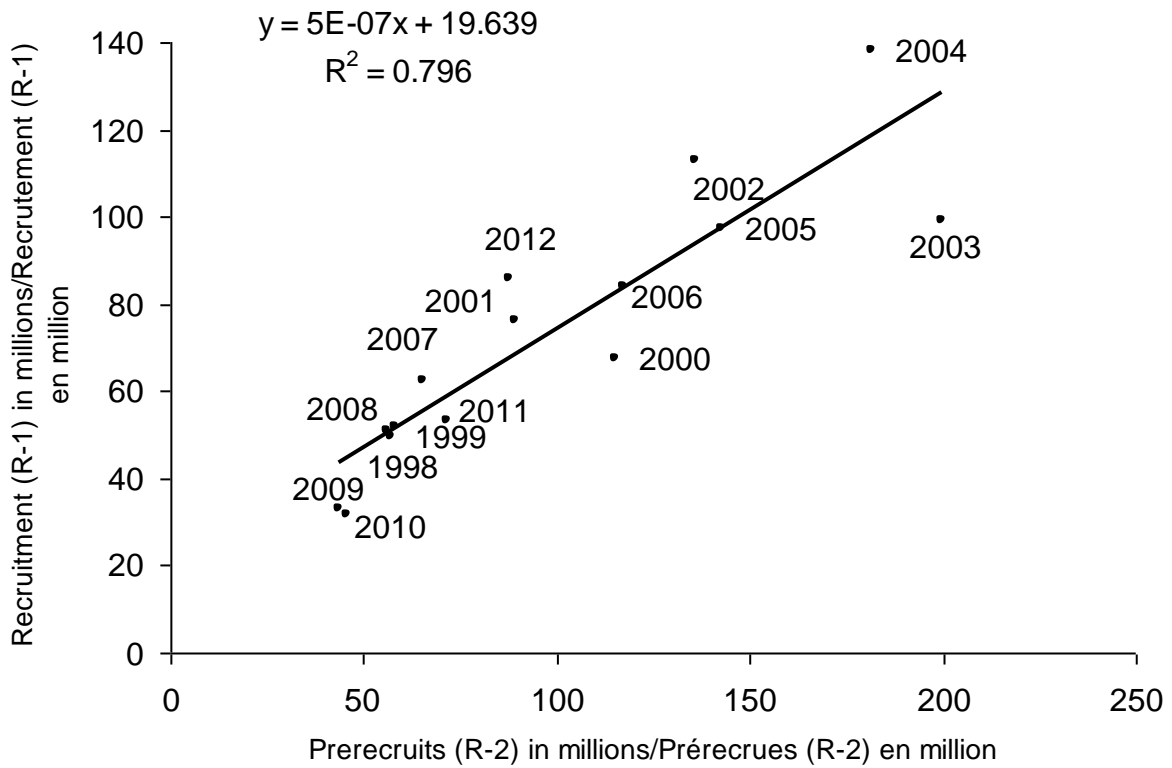


Figure 8. Relation entre l'estimé de l'abondance des prérecrues R-2 à l'année t et de l'estimé de l'abondance du recrutement à la pêcherie (R-1) à l'année t + 1 provenant des données du relevé au chalut pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

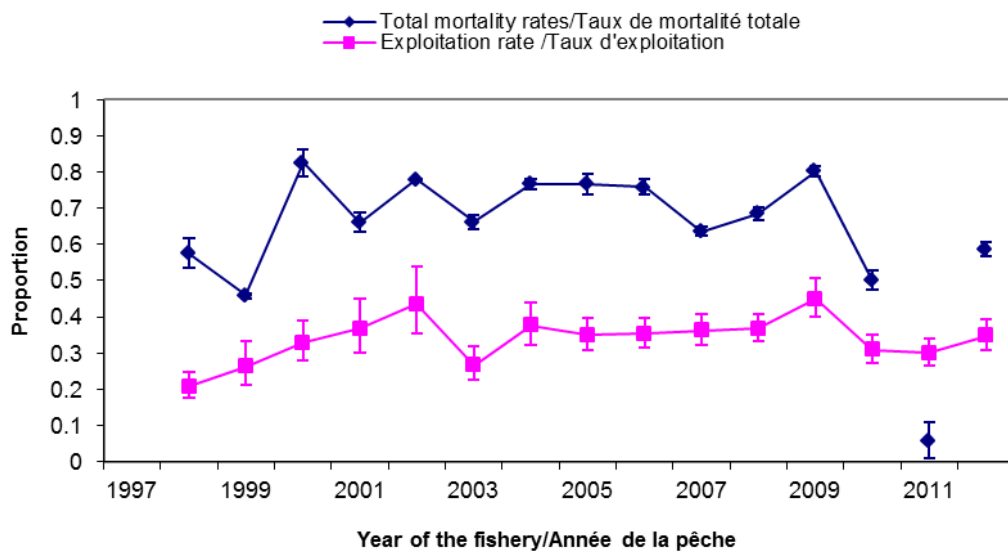


Figure 9. Estimations des taux annuels d'exploitation et de perte totale des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012. La valeur de la mortalité totale de 2011 n'est pas fiable (Hébert et al. 2012).

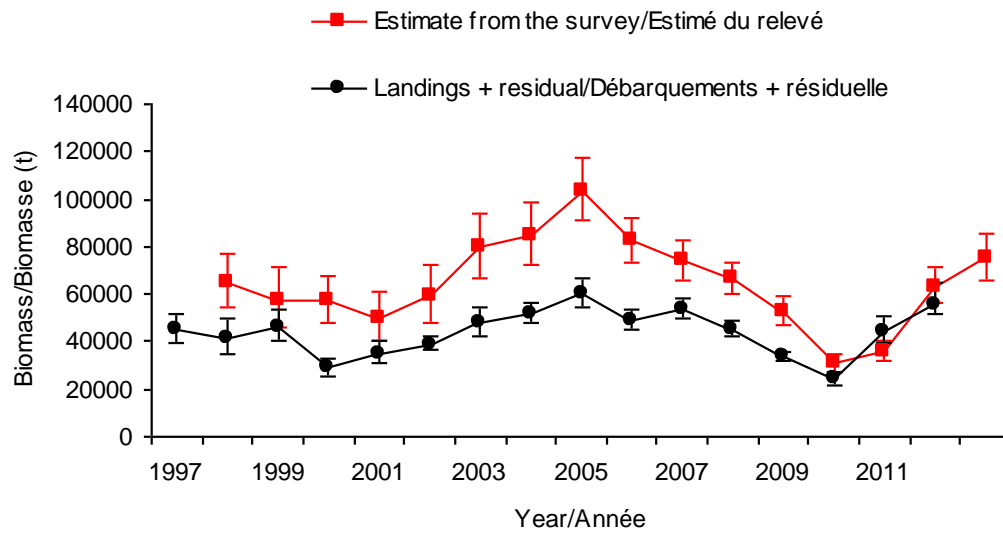


Figure 10. Comparaison de la biomasse calculée après la pêche (somme de la biomasse résiduelle et les débarquements à l'année t+1) et la biomasse avant la pêche des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes de taille commerciale (la somme du recrutement et la biomasse résiduelle à l'année t) estimées par le relevé au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

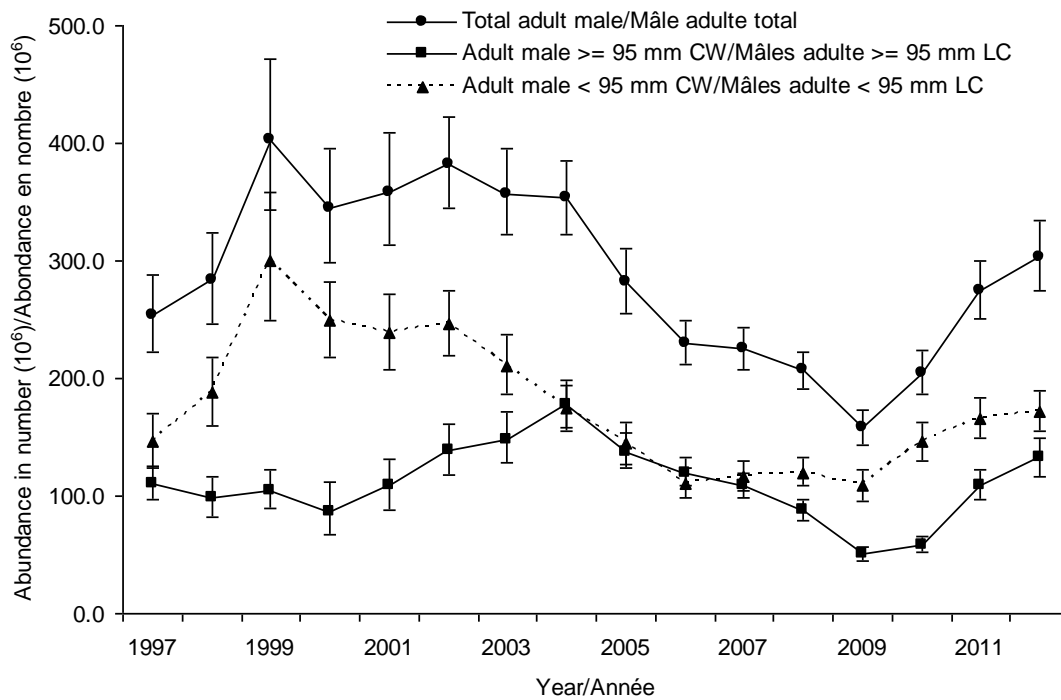


Figure 11. Abondance estimée des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles adultes dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012. LC = Largeur de carapace.

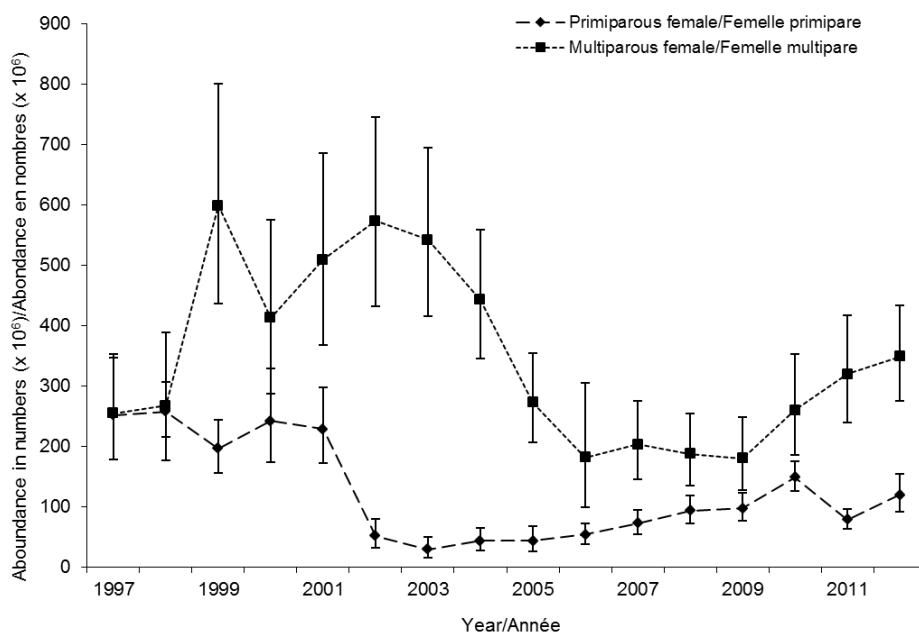
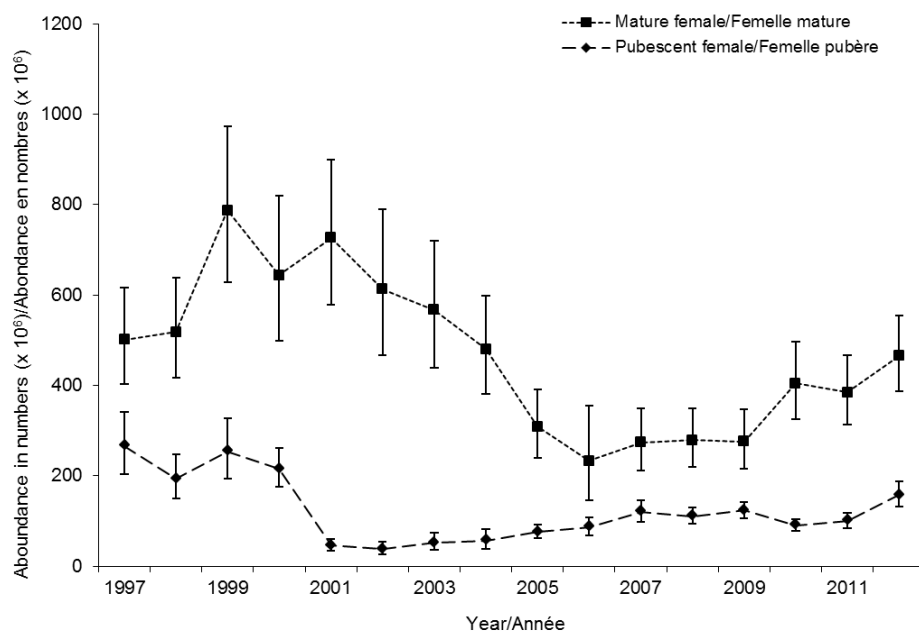


Figure 12. Abondance des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012.

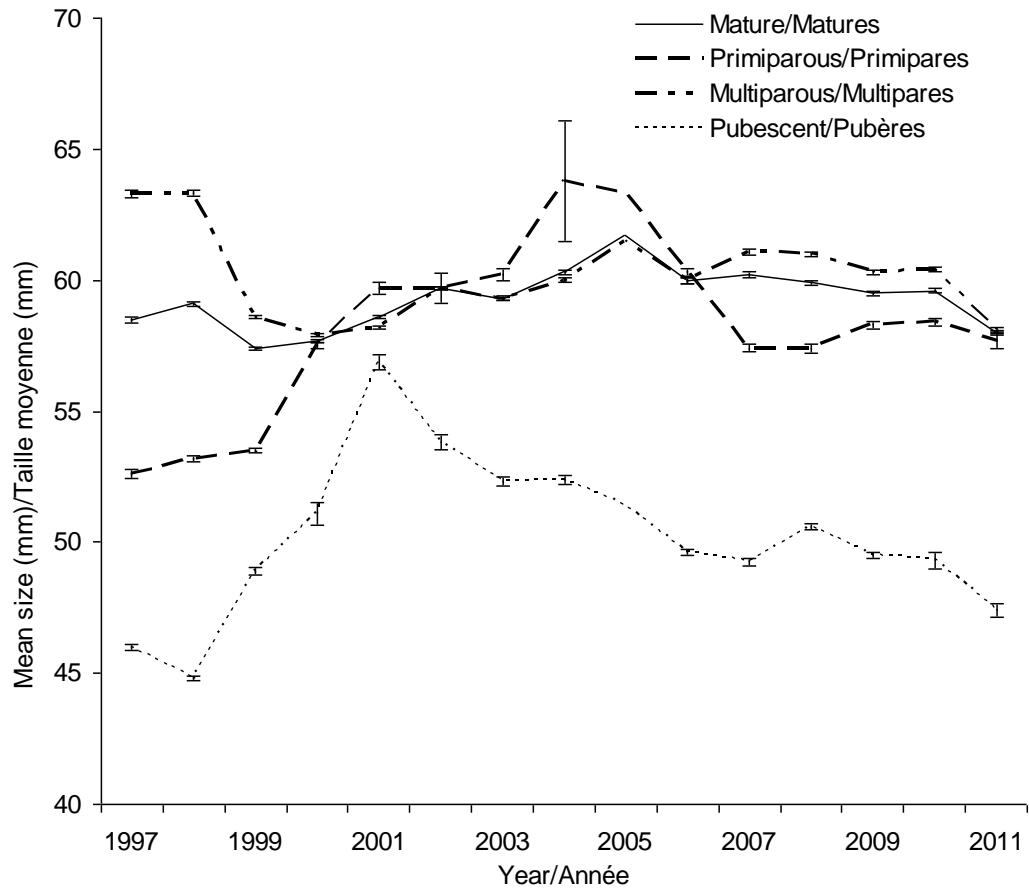


Figure 13. Taille moyenne (largeur de la carapace en mm) avec erreurs-types des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) basée sur les échantillons provenant des relevés au chalut, 1997 à 2012.

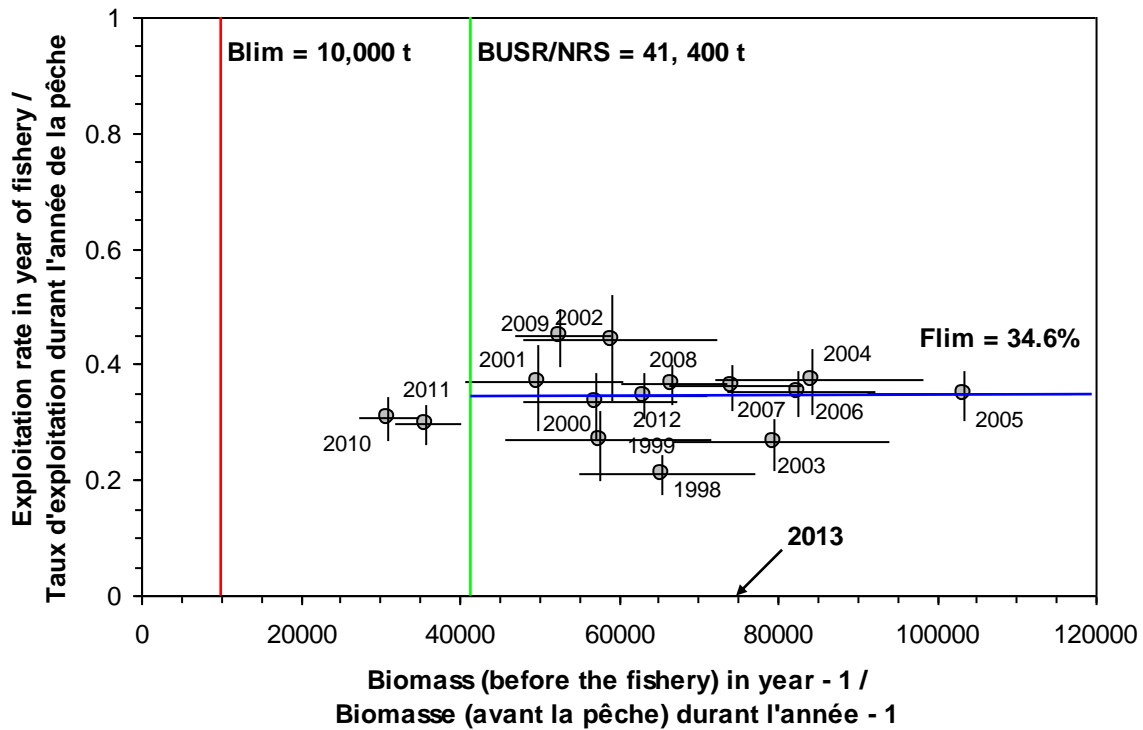


Figure 14. Trajectoire de l'abondance du stock (biomasse des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) adultes de taille commerciale estimée d'après les résultats du relevé au chalut effectué à l'automne de l'année $t - 1$) par rapport au taux d'exploitation pour cette biomasse au cours de l'année t . Les années de pêche sont identifiées sur la figure. B_{lim} = Le niveau de référence limite pour la biomasse ; F_{lim} = Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation ; B_{NRS} = Le point de niveau de référence supérieur du stock.

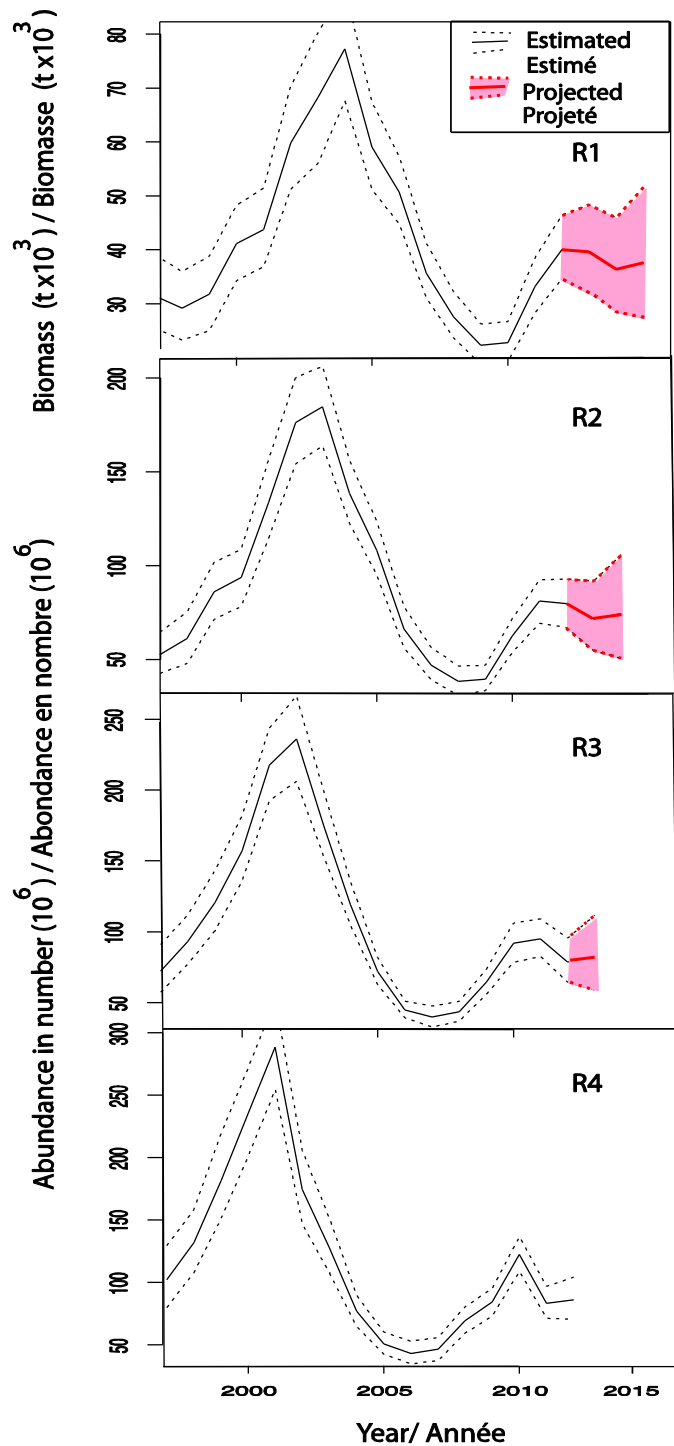


Figure 15. Abondances (moyenne avec intervalles de confiance à 95%), de recrutement (R) de crabe des neiges, (*Chionoecetes opilio*), pour $R(j)$, où $j = 1, \dots, 4$ années avant le recrutement à la pêcherie. Les parties ombragées représentent les projections d'abondance à partir du modèle Bayésien (Wade et al. 2013).

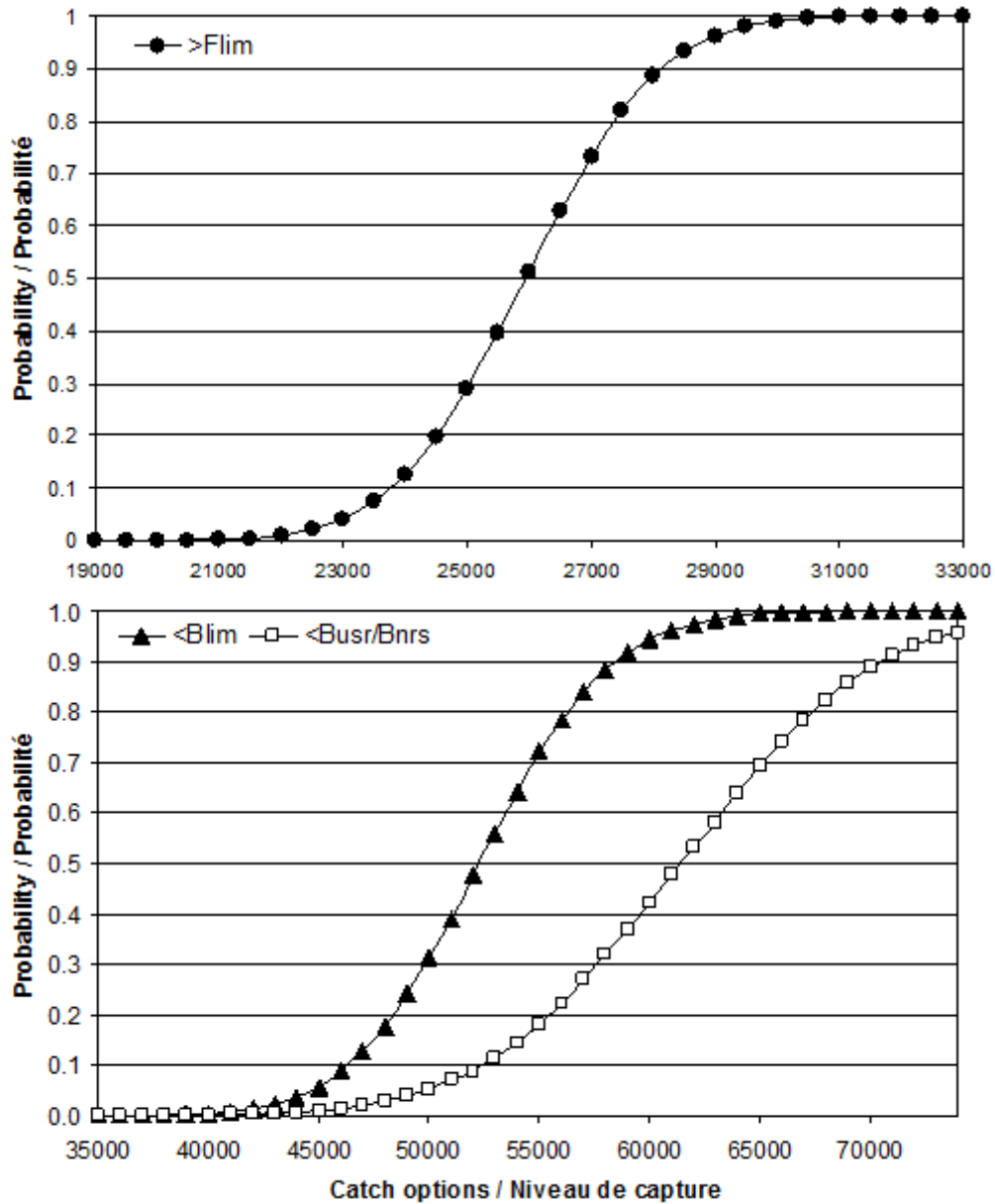


Figure 16. Analyse de risque à partir du polygone agrandi pour la pêche du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}), que la biomasse résiduelle des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}) et que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale en 2013 soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NRS}) après la pêche de 2013 pour divers niveaux de capture en 2013.

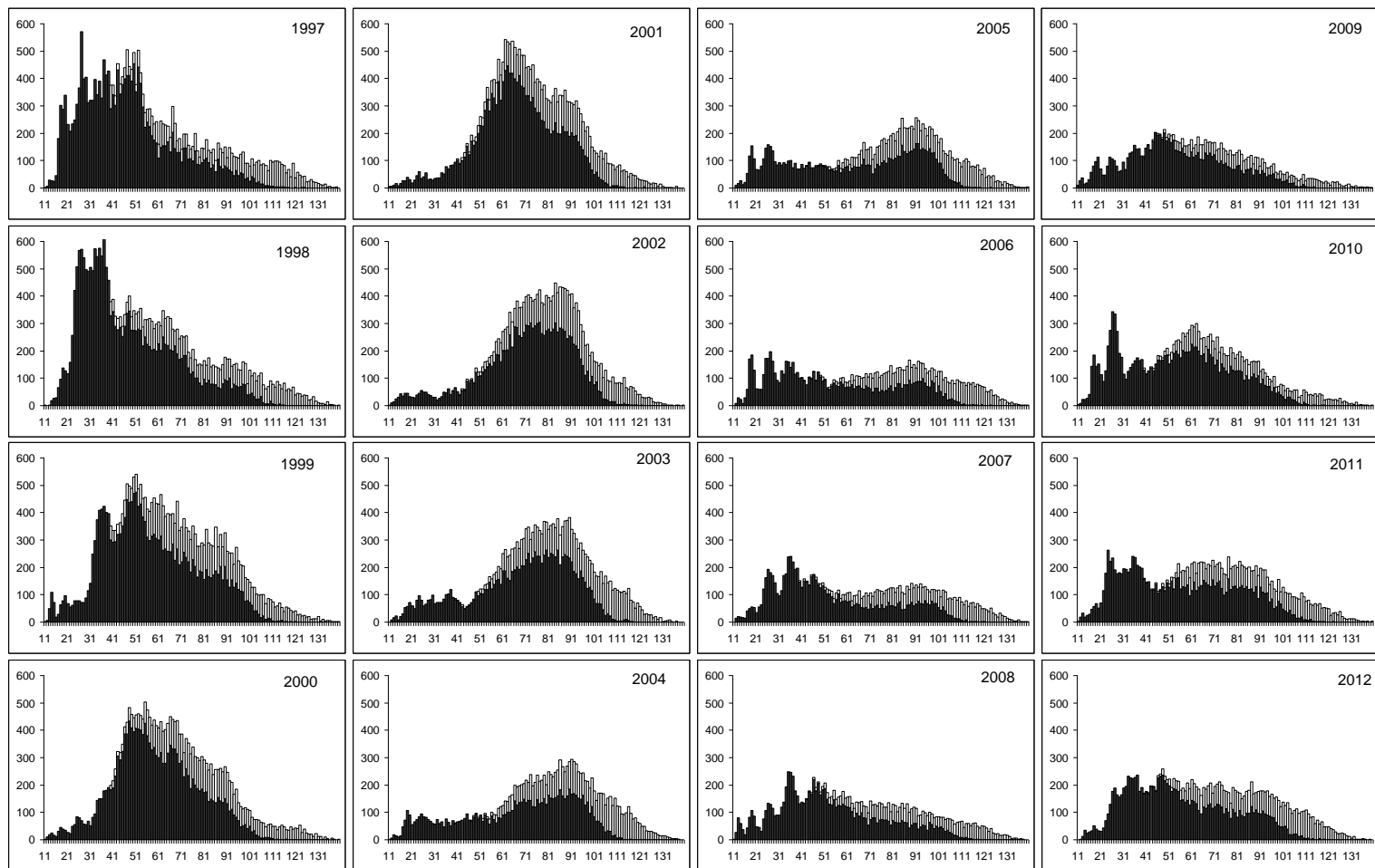


Figure 17. Distributions de fréquences de taille (par intervalle de 1 mm) des crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles (barres blanches sont les mâles adultes et les barres noirs sont les mâles adolescents) basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes mâles par km² basés sur les échantillons du relevé au chalut et ne sont pas ajustés avec l'analyse géostatistique (krigeage) pour la biomasse totale.

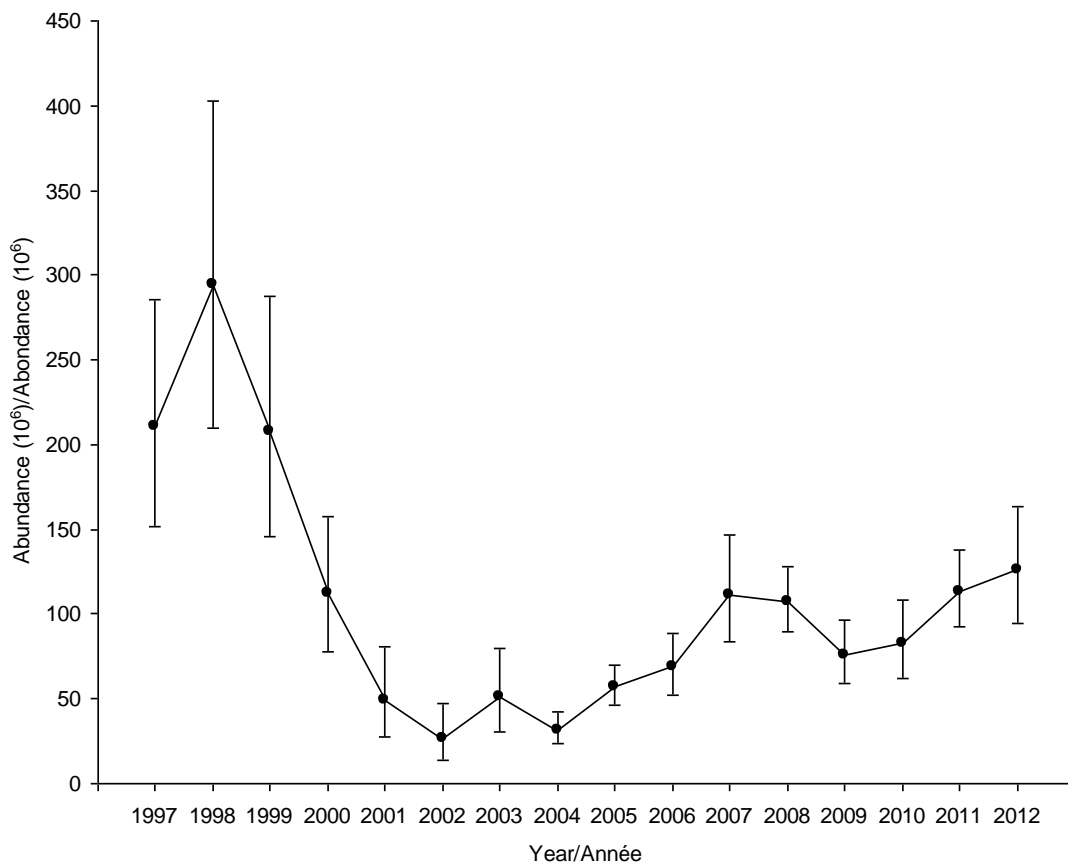


Figure 18. Indices d'abondance des petits crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) mâles adolescents avec largeur de carapace de 34 à 44 mm estimées à partir des données des relevés au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012. Ces crabs vont atteindre la taille commerciale dans 6 ans.

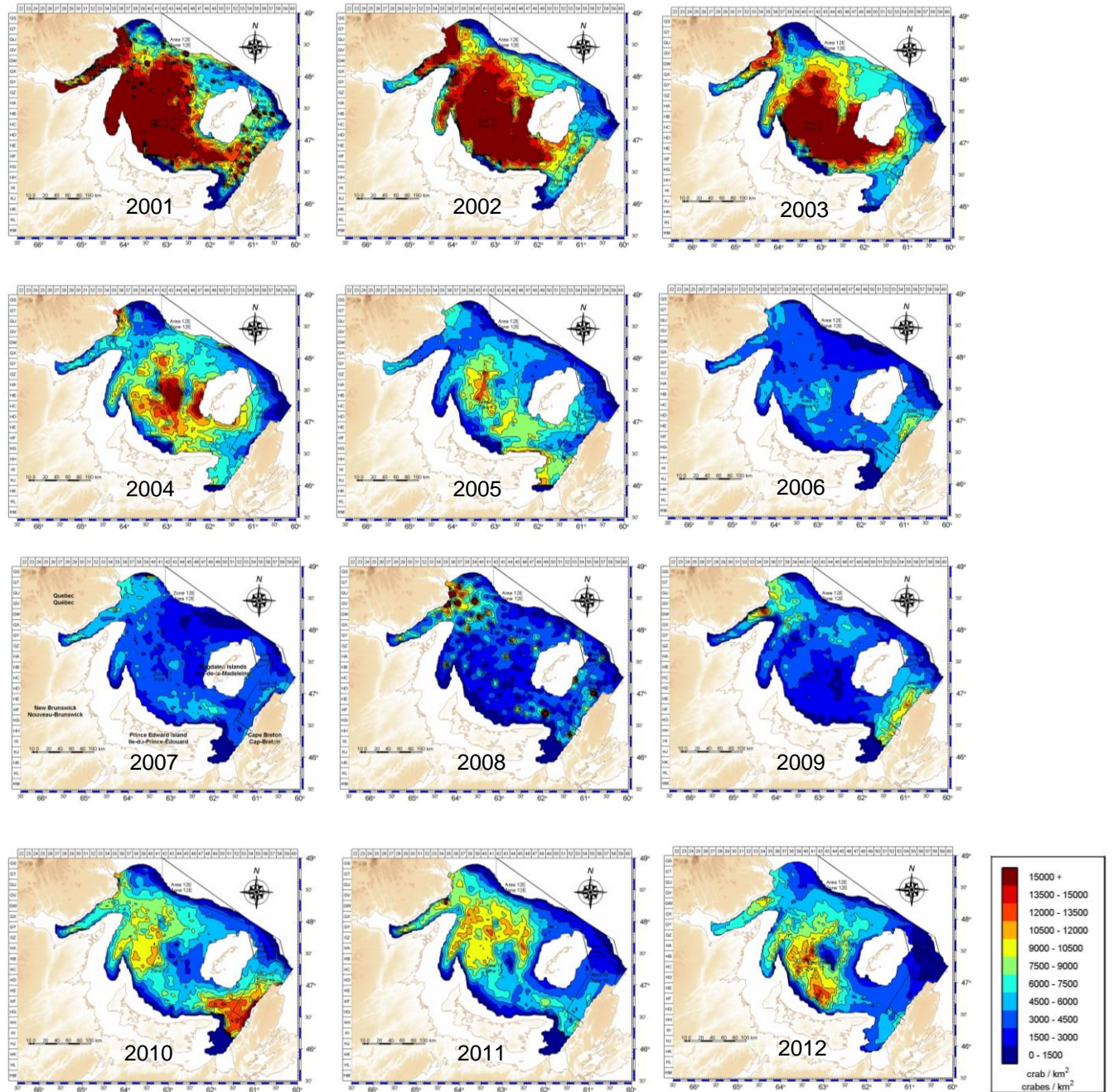


Figure 19. Contours de densités (nombre par km^2) des crabes des neiges, (*Chionoecetes opilio*), adolescents mâles ≥ 56 mm de largeur de carapace à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2001 à 2012.

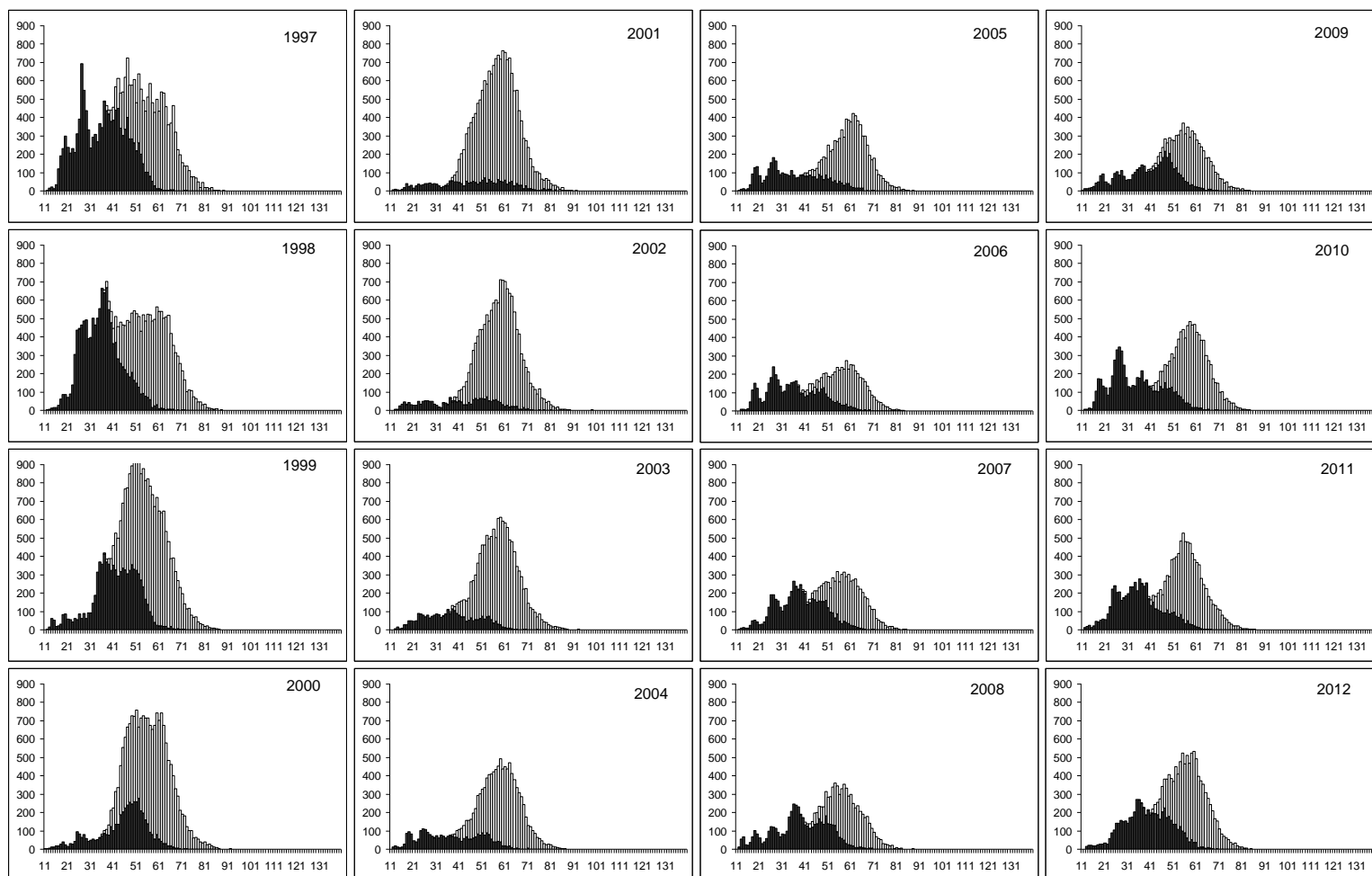


Figure 20. Distributions de fréquence des tailles (largeur de la carapace par intervalle de 1 mm) des femelles (barres blanches sont les femelles matures et les barres noirs sont les femelles pubescentes et immatures) de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*), basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2012. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes femelles par km² basés sur les échantillons du relevé au chalut et ne sont pas ajustés avec l'analyse géostatistique (krigeage) pour l'abondance totale.