Pêches et Océans Canada
Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans
Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Document de recherche 2015/083

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 2014

M. Hébert, E. Wade, P. DeGrâce, et M. Moriyasu

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

Janvier 2016

Canada

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, 2016
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., et Moriyasu, M. 2016. Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2014. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2015/083. v + 44 p.

Also available in English:

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., and Moriyasu, M. 2016. The 2014 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. 2015/083. v + 43 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ 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 2014 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 2014 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 2015 9
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. CONSIDÉRATIONS ECOSYSTEMIQUES 12
7.0. REMERCIEMENTS 13
8.0. RÉFÉRENCES 13
TABLEAUX 17
FIGURES 24

RÉSUMÉ

L'évaluation de stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (sgSL) de 2014 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 2014 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. Le taux d'exploitation pour la pêche de 2014 dans le sgSL était de 37,1%. Selon le relevé effectué après la pêche de 2014, la biomasse de crabes adultes de taille commerciale a été estimée à 67 354 t (intervalle de confiance de 95%, 60 534 t à 74 579 t), une augmentation de 2,5% par rapport à 2013. Le niveau de la biomasse pour la pêche de 2015, provenant du relevé de 2014, se situe dans la zone saine du cadre de l'approche de précaution. La biomasse résiduelle (23 897 t) estimée à partir du relevé de 2014 a diminué de 11,1% par rapport à 2013. Soixante-cinq pourcent (65%) de la biomasse du relevé de 2014 exploitable pour la pêche de 2015 est composée de nouvelles recrues (43 630 t). Le recrutement à la biomasse commerciale estimé à partir du relevé de 2014 a augmenté de 11,9% par rapport à l'année précédente. La prédiction du recrutement des mâles adultes de taille commerciale pour la saison de pêche de 2016 a été estimée à 42 300 t (32 760-51 840 t). Une analyse de risque sur les options de captures pour la saison de pêche de 2015 est fournie.

ABSTRACT

The 2014 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 2014 assessment was conducted as per the recommendations of the Snow Crab Assessment Methods Framework Science Review held in November 2011. The exploitation rate of the 2014 fishery in the sGSL was 37.1%. The 2014 post-fishery survey biomass of commercial-sized adult male crabs was estimated at 67,354 t (95% confidence intervals 60,994 to 74,579 t), an increase of 2.5% from 2013. The available biomass for the 2015 fishery, derived from the 2014 survey, is within the healthy zone of the PA Framework. The residual biomass (23,897 t) from the 2014 survey decreased by 11.1% compared to 2013. Sixty-five percent (65%) of the 2014 survey biomass, available for the 2015 fishery, is composed of new recruitment (43,630 t). The recruitment to the commercial biomass from the 2014 survey increased by 11.9% relative to the previous year. The predicted recruitment of commercial-sized adult male crab for the 2016 fishery was estimated at 42,300 t (32,760 to 51,840 t). A risk analysis of catch options for the 2015 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 fig. 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 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.

De nouvelles mesures de gestion ont été adoptées en 1990 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. Une des mesures utilisées consiste à fixer une allocation totale des captures (ATC) ou quota selon une certaine proportion 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 parties de la zone 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 pêcherie du crabe des neiges dans le sgSL en 2015 (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 et qui couvre l'habitat du crabe des neiges. Une analyse de risque des options de capture pour la pêche de 2015 par rapport aux points de références de biomasse commerciale et des niveaux 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 à 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 annuellement jusqu'à ce qu'il atteigne la phase adulte par une mue terminale (Conan et Comeau 1986). Les mâles atteignent la phase adulte à des tailles variant entre 40 et 150 mm LC et les femelles entre 30 et 95 mm LC (Conan et Comeau 1986). L'estimé de la longévité des crabes mâles adultes (après avoir atteint la mue terminale) est entre 5 (Sainte-Marie et al. 1995) et 8 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 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). Cependant, Khun and Choi (2011) ont rapporté qu'au-dessus de 80% des femelles matures ont été estimés à suivre un cycle de reproduction de 1 an sur le plateau néo-écossais.

Les femelles matures, soient les primipares et multipares, peuvent aussi produire plus qu'une portée d'œufs viables à partir des spermes 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 des œufs semble être 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 sont incapables de se reproduire durant la période de la postmue mais deviennent 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 du plan d'échantillonnage et des protocoles dans le relevé au chalut dans le sgSL depuis le début en 1988. Originairement, la région d'étude du relevé a été divisée en utilisant des quadrilatères de 10 minutes latitude par 10 minutes longitude. Une ou deux stations d'échantillonnage ont été alors choisies au hasard et utilisées comme stations fixes lors des années subséquentes du relevé. Initialement, la région d'étude du relevé couvrait seulement la zone 12 mais s'est étendue pour couvrir la zone 19 en 1990. La zone 12 a été échantillonnée après la saison de pêche (juillet à octobre) à chaque année (à l'exception de 1996 où il n'y a pas eu de relevé) et la zone 19 a été échantillonnée avant la pêche de 1990 à 1992 et après la pêche à partir de 1993 (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. De nouvelles stations ont été ajoutées au hasard à l'intérieur des quadrilatères à mesure que la couverture du relevé s'étendait ou si des régions ont été ciblées pour des échantillonnages plus intensifs. Tous les détails sur ces changements dans le plan d'échantillonnage du relevé sont décrits par Moriyasu et al. (2008).

Le plan d'échantillonnage du relevé au chalut de 2006 à 2011 a été modifié 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). Le nouveau modèle d'échantillonnage a été introduit pour obtenir une homogénéité spatiale dans l'échantillonnage du relevé. Ce plan d'échantillonnage était spatialement non biaisé en ce sens que le nombre prévu de stations dans chaque quadrilatère de 10 par 10 minutes était proportionnel à sa surface mais dans la pratique, le nombre réalisé de stations dans chaque quadrilatère était de une ou deux stations et des quadrilatères à la périphérie de la région d'étude du relevé avaient souvent aucune stations. Les stations du relevé du passé ont été retenues autant que possible, mais d'autres stations ont été supprimés ou ajoutés aux quadrilatères, tel que prescrit par la méthode d'échantillonnage (Hébert et al. 2007; Moriyasu et al. 2008).

En 2012, le plan d'échantillonnage a encore été modifié en fonction des recommandations de la revue des Sciences de l'examen sur les méthodes d'évaluation du crabe des neiges tenue en 2011 (MPO 2012a). La région d'étude du relevé a été étendue aux isobathes de 20 à 200 brasses, correspondant à la surface recouverte par les eaux avec des températures de fond < 5°C, qui comprend la vaste majorité de l'habitat favorable du crabe des neiges, soit l'unité biologique du sgSL. Afin d'améliorer d'avantage l'homogénéité spatiale, des grilles carrés au lieu de rectangulaires ont été utilisées avec des dimensions définies en fonction du nombre total de stations, ainsi chaque grille possède une seule station d'échantillonnage (MPO 2012a). Ce nouveau plan d'échantillonnage a résulté à un nouvel ensemble de stations d'échantillonnage. Le plan d'échantillonnage révisé du relevé de 2012 est présenté dans Wade et al. (2014).

En 2013, le nombre de stations a augmenté passant de 325 à 355 suivant les recommandations du comité consultatif du crabe des neiges afin d'augmenter la précision des estimations de biomasse dans les petites zones. Pour ce niveau d'intensité d'échantillonnage, la région d'étude du relevé a été partitionnée en des grilles carrées de 12,7 par 12,7 km et un nouvel ensemble de stations d'échantillonnage a été généré.

3.1.1. Relevé au chalut en 2014

La modification des quadrilatères d'échantillonnage en 2013 et l'attribution aléatoire des stations dans chaque carré a résulté à un nombre important de traits rejetés en raison de bris de chalut en chalutant sur des fonds durs. Un total de 444 traits a été effectué pour réaliser les

352 traits réussis. Il y a une plus grande probabilité de bris de chalut et de traits non-réussis lorsque les stations sont attribuées aléatoirement et échantillonnés, au lieu d'utiliser des stations fixes connues pour promouvoir le succès du chalutage à l'intérieur de chaque quadrilatère carré individuel. L'utilisation de stations fixes dans les prochaines années est une approche raisonnable d'optimiser l'effort dans la collecte des données (MPO 2014). En 2014, le nombre de stations d'échantillonnage est demeuré à 355. Cependant, les 352 stations d'échantillonnage réussies du relevé de 2013 ont été utilisées comme stations fixes en 2014 et un nouvel ensemble de 3 stations d'échantillonnage (les 3 stations d'échantillonnage qui ont été abandonnées en 2013) a été généré aléatoirement.

Le relevé au chalut a été effectué après la saison de pêche de 2013 entre le 9 juillet et le 14 octobre couvrant les zones 12, 19, 12E et 12F (fig. 2). Le "Jean-Mathieu'', un chalutier en fer de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 720 ch et déploiement par la poupe a été utilisé pour effectuer le relevé au chalut en 2014. La description détaillée du relevé au chalut de 2013 est présentée dans Landry et al. (2014).

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 grâce à un suivi à partir des capteurs de profondeur et de hauteur du système eSonar® révisés plus-tard en utilisant les données de la sonde température-profondeur du Minilog® attachés au chalut. La durée cible des traits était de 5 minutes, à une vitesse cible de 2 nœuds. L'ouverture horizontale du chalut a été recueillie à toutes les 4 secondes au moyen du capteur de distance du système eSonar®. 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.

Les traits étaient rejetés si le filet était déchiré ou que le système eSonar® ne générer aucune données utilisable pour déterminer le début du trait, ou encore la durée du trait a été inférieure à quatre minutes. 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 satisfait les critères du protocole du relevé mais que la qualité des signaux pour les données du système eSonar® n'étaient pas adéquates pour calculer la surface balayée du trait, la surface balayée du trait a été déterminée en utilisant la moyenne des valeurs 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. Tous les autres organismes ont été triés par espèce ou groupe d'espèce et comptés. Débutant en 2013, toutes les espèces ou groupe d'espèce ont été pesés. 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: la LC, la hauteur de la pince (HP) au 0,1 mm près pour les mâles et la largeur du 5ième segment de l'abdomen au 0,1 mm près pour les femelles, la condition de la carapace (Hébert et al. 1997) et le poids individuel des mâles plus grand que 95 mm LC. Pour les femelles, la couleur (orange, orange foncé, brun ou noir) et la quantité (en pourcentages) des œufs externes chez les femelles ovigères, ainsi que la couleur (blanche, beige ou orange) des gonades chez les femelles immatures ont aussi été notées.

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 krigeage (la région d'étude du relevé) possède une surface totale de 57 840 km^2 (fig. 3) partitionnés en quatre zones de gestion pour nos analyses, 48 028 km^2 pour la zone 12, 3 833 km^2 dans la zone 19, 2 443 km^2 pour la zone 12E et 2 438 km^2 pour la zone 12F. 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 km^2 alors que les zones tampons B et C (fig. 3) recouvrent une surface de 112 et 310 km^2, respectivement.

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 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).

Le modèle actuel, le 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).

Un variogramme global basé sur une moyenne de trois ans a été calculé puisqu'il est considéré comme une méthode plus stable pour la modélisation de l'auto-corrélation entre les points échantillonnés (Wade et al. 2014).

La série d'estimation de biomasses de 1997 à 2014 a été considérée comme une série homogène pour le polygone agrandit de 57 840 km^2 pour les besoins de l'évaluation de stock, le développement des points de référence et de fournir l'avis sur les options de capture.

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 complète (Wade et al. 2014).

La biomasse a été estimée en utilisant le KDE basé sur le poids de chaque crabe adulte de taille commerciale (Wade et al. 2014) estimé selon une relation taille-poids.

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

où P est le poids en grammes et LC est la largeur de la carapace en mm (Hébert et al. 1992).

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

- les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 mm LC pour toutes les conditions de carapace,

- 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 (appelés R-1), et
- 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 ou restante 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. 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).

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

Le taux de mortalité annuelle (Z) des crabes mâles adultes de taille commerciale a été calculé à partir des estimés d'abondance dérivées à partir du relevé au chalut.

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

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

$N_t^{3,4,5}$: l'abondance 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 correspondante de la perte est donnée par $1 - exp^{-Z}$.

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*.

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

Ce taux d'exploitation ne tient pas compte de la mortalité naturelle avant et durant la pêche.

3.3. ANALYSE DE RISQUE ET OPTIONS DE CAPTURE

Le modèle Bayésien décrit par Surette et Wade (2006) et Wade et al. (2014) 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 abondances des prérecrues R-4, R-3 et R-2 pour le sgSL à partir du relevé au chalut, pour faire une projection dans trois, deux et une année dans le futur, respectivement. Le modèle incluait les incertitudes comme les erreurs d'observation.

4.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET EXPLOITATION EN 2014

4.1.1. Sud du golfe

4.1.1.1 Variogramme

Le variogramme moyenné sur trois ans pour les mâles adultes de taille commerciale en 2014 a donné un effet de pépite de 1,02 x 10^6, un seuil se situant à 6,988 10^5 et une portée de 39,35 km (fig. 4). Le variogramme annuel pour 2014 indiquait un effet de pépite de 1,486 x 10^6, un seuil de 6,836 x 10^5 et une portée de 44,04 km (fig. 5).

4.1.1.2 Estimé de la biomasse

La biomasse commerciale de 2014, estimé à partir du krigeage, a été de 67 354 t (intervalles de confiance (I.C.) de 95% variant de 60 994 à 74 579 t), une augmentation de 2,5% par rapport à 2013 qui était de 65 868 t (56 283 à 76 610 t) (tableau 1). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2014 a été estimé à 43 630 t (36 774 à 51 388 t), une augmentation de 11,9% par rapport à l'estimé de 2013 qui était de 38 981 t (28 969 à 51 346 t) et représente 64,6% de la biomasse commerciale (tableau 1). La biomasse résiduelle en 2014 (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 23 897 t (20 927 à 27 168 t), une diminution de 11,1% comparativement à l'estimé de 2013 qui était de 26 886 t (22 909 à 31 352 t) (tableau 1).

En 2014, les concentrations locales des crabes de taille commerciale ont été observées au banc Bradelle, au banc Orphelin, la baie des Chaleurs, dans les parties sud et central du canal des Iles-de-la-Madeleine, et dans la partie sud-est du sgSL (fig. 6).

Par condition de carapace en 2014, les crabes de taille commerciale étaient composés de 63,2% de recrutement à la pêcherie (conditions de carapace 1 et 2) et 36,8% de biomasse résiduelle (conditions de carapace 3, 4 et 5), (tableau 2). Pour les autres séparations par condition de carapace, la biomasse résiduelle est composée de 25,7% de crabes de taille commerciale de condition de carapace 3, 11,4% de crabes avec condition de carapace 4 et 0,6% de crabes avec condition de carapace 5 (tableau 2). Ceci suggère que la composition des crabes mâles de taille commerciale en 2014 est jeune et il n'y a pas de signes de vieillissement de la population à ce moment-ci. 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 de taille commerciale dans les prochaines années.

Une comparaison entre la prédiction du recrutement à la pêcherie pour 2015 (37 893 t; I.C. 28 568 à 49 114 t) selon le modèle Bayésien à partir de l'abondance des prérecrues au relevé de 2013 et la biomasse du recrutement observé à partir du relevé de 2014 (43 630 t; 36 774 à 51 388 t) indique que celle-ci se situe bien dans la gamme des intervalles de crédibilité (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 cette relation incluant la variabilité de la mortalité des prises accidentelles, de la mortalité naturelle, dans le processus de la mue des prérecrues (sauts de mue, mue à la phase adolescente ou à la phase adulte) et à des erreurs d'échantillonnage.

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 2014 a révélé une biomasse commerciale dans la zone 12 de 59 858 t (54 125 à 66 029 t), (tableau 4). Cet estimé correspond à 89,2% 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 2014 a révélé une biomasse commerciale de 5 524 t (4 332 à 6 943 t), (tableau 4). Cet estimé correspond à 8,2% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

4.1.2.3. Zones 12E et 12F

Les zones 12E et 12F se situent sur les marges de l'habitat du crabe des neiges dans le sGSL et contiennent peu de stations d'échantillonnage et ont en conséquence, des estimés de biomasse incertaines avec des intervalles de confiance larges.

La biomasse commerciale du relevé de 2014 dans la zone 12E a été estimée à 487 t (67 à 1 765 t), (tableau 4). Cet estimé correspond à 0,7% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion.

Dans la zone 12F, la biomasse commerciale du relevé de 2014 a été estimée à 1 210 t (486 à 2 523 t), (tableau 4). Cet estimé correspond à 1,8% 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 43 t (0 à 293 t) (tableau 4). La biomasse commerciale dans la zone tampon B (zone tampon de largeur de 2 milles nautique) adjacent à la zone 19 et 12F (fig. 3) a été estimée à 89 t (36 à 185 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 315 t (146 à 597 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 2014 était de 67 526 t, très près de l'estimé de la biomasse commerciale du sgSL, 67 534 t (tableau 4).

4.1.3. Taux d'exploitation

Le taux d'exploitation en 2014 était de 37,1% (tableau 5; fig. 9). Les taux d'exploitation ont varié entre 20,8% et 45% de 1998 à 2013 (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 63,7% en 2014 et a varié 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, la biomasse commerciale d'après le relevé au chalut était en moyenne 29,4% 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.

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). De 2009 à 2012, l'abondance des mâles adultes a augmenté à des niveaux comparables à ceux de la période de 1999-2004 (fig. 11). En 2013, l'abondance des mâles adultes avait diminué mais elle a augmenté en 2014 à des niveaux comparables à la période de 2009-2012 (fig. 11). L'abondance des femelles matures en 2014 est demeurée élevée par rapport aux faibles valeurs observées entre 2006 et 2009 (fig. 12). Sur la série chronologique, 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 57,5 mm LC en 2014 (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 conforment à l'approche de précaution ont été développés en 2010 pour l'unité biologique du crabe des neiges du sgSL (MPO 2010a). 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 un estimation provisoire de B_{RMD} choisi correspondant à 50% de la biomasse commerciale maximale pour la période de 1997 à 2008 (tableau 5; fig. 14). La valeur révisée de B_{lim} est de 10 000 t (tableau 5; 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 5; fig. 14), qui est le taux d'exploitation 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 2015

L'estimation de la biomasse commerciale dans le sgSL disponible pour la pêche de 2015 est de 67 534 t (60 994 à 74 579 t), qui se situe dans la zone de santé du cadre de l'approche de précaution (fig. 14).

Le recrutement prévu des crabes adultes de taille commerciale dans la pêche de 2016 basé selon le modèle Bayésien sur les prérecrues (Surette et Wade, 2006; Wade et al. 2014) en utilisant les données du relevé de 2014 est de 42 300 t (32 760 à 51 840 t), (tableau 3; fig. 15).

Des règles de décision pour la pêche conformes à l'AP ont été développées (MPO 2014b). Ces règles de décision conformes à l'AP comprennent des règles pour lesquelles le taux

d'exploitation dépasse le F_{lim} lorsque le stock est dans la zone saine (MPO 2014b). Le comité consultatif du crabe des neiges s'est mis d'accord sur la règle de décision proportionnelle (variante 4 dans MPO 2014b, figure 16) afin de déterminer le taux d'exploitation et le TAC en se basant sur l'estimation de la biomasse provenant du relevé du crabe des neiges du sud du golfe. Cette règle de décision et l'estimation de la biomasse commerciale correspondante de 67 534 t provenant du relevé de 2014 résulte à un taux d'exploitation sélectionné de 38,55 % correspondant à un TAC de 26 036 t pour la pêche de 2015 (fig. 16).

Une analyse de risques a été effectuée pour le TAC issu de la règle de décision et pour divers niveaux de capture en 2015 (tableau 6, fig. 17). L'analyse de risques indique que le TAC issu de la règle de décision va conduire à une chance presque nulle que la biomasse résiduelle après la pêche soit sous le B_{lim} et à près de 100 % de chances que la biomasse de la prochaine année soit au-dessus du B_{NRS} et soit dans la zone saine de l'AP (tableau 6, fig. 17). L'analyse de risques fournit aussi les prédictions de la biomasse commerciale au relevé de 2015 en assumant que le niveau de capture correspondant est pris en 2015. À la valeur de TAC de 26 036 t issue de la règle de décision pour la pêche de 2015, la biomasse commerciale prédite au relevé effectué après la pêche de 2015 et pour la pêche de 2016 est de 65 680 t, avec intervalle de confiance de 95 % de 54 800 t à 76 410 t (tableau 6), une valeur similaire à celle du relevé de 2014. Une analyse de risque de différentes options de capture par rapport aux objectifs de gestion pour la pêche de 2015 est résumée au tableau 6.

Un nombre de facteurs peut contribuer à la variabilité dans le taux de recrutement des prérecrues 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. De plus, dans ces projections sur 2 ans de la biomasse commerciale, nous utilisons un taux de survie projeté de 0,73, qui est une moyenne mobile de 5 ans. Dans le passé, le taux de survie a varié considérablement d'une année à l'autre ce qui affecte directement les projections de la biomasse commerciale.

5.2. PRONOSTIC

Le recrutement à la pêche et la biomasse commerciale (en tenant compte de l'application de la règle de décision à un taux d'exploitation de 38,55 % lors de la pêche de 2015) sont prévus d'être 42 300 t (32 760 à 51 840 t) et 65 680 t (54 800 à 76 410 t), respectivement pour la pêche de 2016 (tableau 3; fig. 16). Une petite vague de petits mâles adolescents de LC entre 15 et 32 mm a été observée dans le relevé de 2014 (fig. 18). L'abondance des mâles avec une LC entre 34 et 44 mm, qui seront de taille commerciale dans 6 ans, a diminué en 2014 (fig. 19). L'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC (R-4, R-3, R-2) a augmenté en 2014 comparativement à 2013 (tableau 3). La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC en 2014 a été surtout observés dans la vallée de Shédiac et la partie sud du sgSL (fig. 20).

L'abondance des femelles immatures et pubères a augmenté de 2001 à 2012 mais a diminué en 2013 et 2014 (figs. 12 et 21). Cette diminution des femelles pubères observée dans le relevé de 2014 suggère que l'abondance des femelles matures va diminuer dans les prochaines années. L'abondance des femelles matures est demeurée élevée en 2014 par rapport aux faibles valeurs observées entre 2005 et 2009 (figs. 12 et 21).

6.0. INCERTITUDES

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

Un certain nombre de modifications aux protocoles du relevé ont affaibli l'hypothèse d'homogénéité de la série temporelle de la biomasse.

Quatre différents bateaux ont été utilisés pour effectuer le relevé au chalut : le “Emy-Serge” (1988 à 1998), un chalutier en bois de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 375 ch avec déploiement sur le côté, le “Den C. Martin” (1999 à 2002), un chalutier en acier de 65 pieds avec une puissance de moteur de 402 ch et déploiement par la poupe, le “Marco-Michel’’ (2003 à 2012), un chalutier en fibre de verre de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 660 ch et déploiement par la poupe et le “Jean-Mathieu’’ en 2013, un chalutier en acier de 65 pieds avec une puissance de 720 ch et déploiement par la poupe. Les traits individuels ont été normalisés selon la surface balayée par le chalut à l'aide des données provenant des capteurs acoustique de suivi du chalut (Moriyasu et al. 2008). Cependant d’autres facteurs peuvent contribuer à la variabilité dans la capturabilité entre les bateaux, mais aucune étude comparative n’a été effectuée. Une comparaison statistique préliminaire entre les données du relevé du crabe des neiges et celui du relevé multi-espèces de septembre suggère que les bateaux ont différentes capturabilités pouvant altérer notre perception de la dynamique des stocks (Benoît et Cadigan 2013). Des travaux sont en cours pour raffiner les estimations de la capturabilté relative des bateaux.

Le polygone de krigeage ou la région d’étude sur laquelle l'abondance ou la biomasse est estimée a augmenté au cours des années. La différence entre la région d’étude du relevé, c'est-à-dire celle sur lesquelles des traits d’échantillonnage au chalut sont extraites, et le dernier polygone de krigeage est plus prononcée lorsque nous remontons dans le temps. Donc, il y a plus d'extrapolation et de biais potentiels pour ces années antérieures.

Un examen cadre des méthodes d'évaluation du stock de crabe des neiges tenu en novembre 2011 a adressé ces préoccupations tout comme sur les changements au plan d’échantillonnage du relevé. Suite à cette revue, il a été conclu que la série temporelle de biomasse commerciale depuis 1997 était suffisamment 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 sont nécessaires 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, pourrait servir pour les besoins de l’évaluation.

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, la prédation et des niveaux de population. Dans les stocks de crabe des neiges du sgSL, la biomasse des crabes mâles adultes de taille commerciale semble fluctuer 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 sont 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. CONSIDÉRATIONS ECOSYSTEMIQUES

Des facteurs environnementaux, comme la température de l'eau, peuvent influer 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 3ºC, 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 5ºC) que celles dans la zone 12 (-1 à 2ºC). Les températures de fond dans la zone 19 sont typiquement de 1 à 2ºC plus élevées que celles observées dans les pêcheries traditionnelles du crabe des neiges de la zone 12 (Chassé et Pettipas 2009).

En 2014, les températures près du fond ont été à la valeur moyenne pour la période de 1981 à 2010 dans la majeure partie de la portion centrale de la zone 12, ainsi que dans les zones 12E et 12F et au-dessus de la moyenne dans la portion ouest du sud du golfe du Saint-Laurent (i.e. vallée de Shediac). Les températures près du fond autour des îles de la Madeleine et la baie Saint-Georges ont été plus froides que la moyenne. Les températures près du fond dans la zone 19 ont été près de la moyenne sauf le long de la limite nord-ouest de la zone où elles étaient un peu plus basses que la moyenne. Les températures près du fond ont été près de la moyenne en septembre. Les températures près du fond dans la plupart des fonds de pêche du crabe des neiges se sont refroidies en 2014 par rapport à 2013, sauf pour la région de la vallée de Shediac, où les eaux se sont significativement réchauffées. L'indice de l'habitat thermique dans le sud du golfe (la zone du fond couvert par des températures d'eau entre -1 et 3ºC) était juste de 1,2 ºC en dessous de la moyenne en 2014 et similaire à 2013 (fig. 17). La température moyenne (0,6 ºC) à l'intérieur de la zone de l'habitat thermique (-1 à 3ºC) en 2014 a diminué de 0,4ºC par rapport à 2013 (1,0 ºC), (fig. 17). En 2012, la température moyenne a été la plus élevée de la série chronologique dans les 44 dernières années, et la valeur de 2013 est encore significativement plus haute que la moyenne à long terme, mais celle de 2014 se situe maintenant en dessous de la moyenne à long-terme. Les températures moyennes durant les 5 années précédentes et pour 12 des 16 dernières années ont été plus élevées que la moyenne.

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 accrue, une taille à la maturité accrue, une mortalité naturelle plus grande, une contraction spatiale de son habitat, 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 des conditions de température croissante. 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).

7.0. DÉDICACES

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 2014. Les auteurs aimeraient aussi remercier J.-F. Landry, R. Allain, et R. Cormier pour leur assistance dans la collecte, l'entrée et la vérification des données.

8.0. RÉFÉRENCES CITÉES

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. 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. pour l'évaluation des stocks du MPO. Doc. de rech. 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., DeGrâce, P., and Moriyasu, M. 2007. Évaluation de stock de crabe des neiges, Chionoecetes opilio, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) en 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2007/028.

Hébert, M., Wade, E., DeGrâce, P., Bélanger, P., et Moriyasu, M. 2008. Évaluation de stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) en 2007. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2008/040.

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., and Moriyasu, M. 2011. Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 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.

Kuhn P.S., and Choi, J.S. 2011. Influence of temperature on embryo developmental cycles and mortality of female *Chionoecetes opilio* (snow crab) on the Scotian Shelf, Canada. Fish. Res. 107: 245-252.

Landry, J.-F., Wade, E., Moriyasu, M., and Hébert, M. 2014. Summary of the 2013 multispecies trawl survey activities in the southern Gulf of St. Lawrence and preliminary results. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/087.

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.

Moriyasu, M. Landry, J.-F., Wade, E., Moriyasu, M., and Hébert, M. 2014. Summary of the 2014 snow crab trawl survey activities in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/082.

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. 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 gofle 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.

MPO. 2014a. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) et avis pour la pêche de 2014. Secr. can. de consut. sci. du MPO, Avis sci. 2014/008.

MPO. 2014b. Évaluation des 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 consut. sci. du MPO, Avis sci. 2014/007.

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.

Stoner, A.W., Rose, C.S., Munk, J. E., Hammond, C.F. and Davis M.W. 2008. An assessment of discard mortality for two Alaskan crab species, Tanner crab (*Chionoecetes bairdi*) and snow crab (*C. opilio*), based on reflex impairment. Fish. Bull. 106: 337-347.

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. 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.

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% en parenthèses) 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 2014. 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	Biomasse commerciale	Biomasse de recrutement	Biomasse résiduelle
1997	65 310	37 619	27 690
	(54 801 à 77 239)	(26 376 à 52 064)	(21 995 à 34 407)
1998	57 595	29 818	27 775
	(45 630 à 71 735)	(17 580 à 47 435)	(21 022 à 36 013)
1999	57 051	25 874	31 177
	(47 946 à 67 376)	(15 918 à 39 818)	(25 051 à 38 346)
2000	49 823	39 845	9 977
	(40 473 à 60 682)	(30 543 à 51 093)	(6 649 à 14 401)
2001	59 150	42 243	16 905
	(47 740 à 72 460)	(31 198 à 55 942)	(12 657 à 22 125)
2002	79 559	66 481	13 075
	(66 688 à 94 181)	(53 434 à 81 746)	(10 451 à 16 157)
2003	84 423	57 503	26 919
	(71 964 à 98 410)	(44 809 à 72 679)	(21 223 à 33 674)
2004	103 429	83 702	19 726
	(91 029 à 117 036)	(70 955 à 98 069)	(15 836 à 24 280)
2005	82 537	58 398	24 140
	(73 487 à 92 387)	(48 417 à 69 824)	(18 726 à 30 632)
2006	74 285	54 371	19 914
	(66 192 à 83 087)	(46 124 à 63 660)	(16 161 à 24 275)
2007	66 660	39 635	27 025
	(60 183 à 73 638)	(33 089 à 47 092)	(23 354 à 31 106)
2008	52 564	31 555	21 010
	(46 658 à 59 006)	(25 181 à 39 048)	(17 960 à 24 426)
2009	30 920	20 520	10 399
	(27 237 à 34 959)	(16 848 à 24 754)	(8 560 à 12 516)
2010	35 795	20 351	15 444
	(31 681 à 40 291)	(15 360 à 26 450)	(12 859 à 18 394)
2011	63 162	29 394	33 768
	(55 965 à 71 022)	(20 909 à 40 190)	(28 297 à 39 985)
2012	74 997	48 969	26 028
	(65 822 à 85 086)	(38 667 à 61 173)	(21 950 à 30 641)
2013	65 868	38 981	26 886
	(56 283 à 76 610)	(28 969 à 51 346)	(22 909 à 31 352)
2014	67 534	43 630	23 897
	(60 994 à 74 579)	(36 774 à 51 388)	(20 927 à 27 168)

Tableau 2. Abondance (nombre par 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 2014.

Année du relevé	Condition de carapace 1+2			Condition de carapace 3			Condition de carapace 4			Condition de carapace 5		
	Moyenne	Intervalle de confiance		Moyenne	Intervalle de confiance		Moyenne	Intervalle de confiance		Moyenne	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
2013	62,875	54,251	72,471	30,204	25,895	35,020	18,560	14,744	23,060	0,695	0,338	1,273
2014	73,141	63,594	82,687	29,788	25,261	34,315	13,134	10,268	16,000	0,658	0,180	1,136

Tableau 3. Données servant à l'analyse de risque : estimation de l'abondance (nombre par 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). S est calculé sur une moyenne mobile de 5 ans.

Année du relevé	Prérecrues (millions)			Recrutement à la pêche (t)	Recrutement projeté (t)	Biomasse résiduelle (t)	Biomasse commerciale (t)	Taux de survivants
	R – 4	R - 3	R - 2	R - 1	R-1	Rés	B	S
1997	114,2	92,7	57,9	37 619 (26 376 à 52 064)	nd	27 690 (21 995 à 34 407)	65 310 (54 801 à 77 239)	nd
1998	139,5	91,6	57,1	29 818 (17 580 à 47 435)	nd	27 775 (21 022 à 36 013)	57 595 (45 630 à 71 735)	nd
1999	199,7	150,9	115,0	25 874 (15 918 à 39 818)	nd	31 177 (25 051 à 38 346)	57 051 (47 946 à 67 376)	nd
2000	238,7	159,4	89,3	39 845 (30 543 à 51 093)	nd	9 977 (6 649 à 14 401)	49 823 (40 473 à 60 682)	nd
2001	313,2	229,2	135,7	42 243 (31 198 à 55 942)	nd	16 905 (12 657 à 22 125)	59 150 (47 740 à 72 460)	nd
2002	166,7	241,8	199,7	66 481 (53 434 à 81 746)	nd	13 075 (10 451 à 16 157)	79 559 (66 688 à 94 181)	nd
2003	137,8	207,1	181,4	57 503 (44 809 à 72 679)	nd	26 919 (21 223 à 33 674)	84 423 (71 964 à 98 410)	nd
2004	86,4	122,8	142,5	83 702 (70 955 à 98 069)	nd	19 726 (15 836 à 24 280)	103 429 (91 029 à 117 036)	nd
2005	63,3	79,4	117,1	58 398 (48 417 à 69 824)	60 500 (38 800 à 86 000)	24 140 (18 726 à 30 632)	82 537 (73 487 à 92 387)	nd
2006	55,0	49,8	65,3	54 371 (46 124 à 63 660)	49 700 (33 200 à 73 000)	19 914 (16 161 à 24 275)	74 285 (66 192 à 83 087)	nd
2007	57,2	47,9	56,0	39 635 (33 089 à 47 092)	35 200 (21 300 à 55 000)	27 025 (23 354 à 31 106)	66 660 (60 183 à 73 638)	nd
2008	80,4	54,3	45,8	31 555 (25 181 à 39 048)	29 000 (18 500 à 42 000)	21 010 (17 960 à 24 426)	52 564 (46 658 à 59 006)	nd
2009	89,4	69,5	43,6	20 520 (16 848 à 24 754)	27 700 (17 800 à 38 000)	10 399 (8 560 à 12 516)	30 920 (27 237 à 34 959)	nd
2010	140,4	109,1	71,8	20 351 (15 360 à 26 450)	25 900 (17 100 à 37 000)	15 444 (12 859 à 18 394)	35 795 (31 681 à 40 291)	0,65
2011	91,5	98,7	87,6	29 394 (20 909 à 40 190)	33 700 (22 900 à 47 000)	33 768 (28 297 à 39 985)	63 162 (55 965 à 71 022)	0,69

Année du relevé	Prérecrues (millions)			Recrutement à la pêche (t)	Recrutement projeté (t)	Biomasse résiduelle (t)	Biomasse commerciale (t)	Taux de survivants
	R – 4	R - 3	R - 2	R - 1	R-1	Rés	B	S
2012	96,0	86,8	80,4	48 857 (38 981 à 60 471)	40 700 (31 300 à 52 400)	26 028 (21 950 à 30 641)	74 997 (65 822 à 85 086)	0,69
2013	103,8	87,5	78,4	38 981 (28 969 à 51 346)	40 380 (31 670 à 50 380)	26 886 (22 909 à 31 352)	65 868 (56 283 à 76 610)	0,73
2014	107,1	96,1	118,5	43 630 (36 774 à 51 388)	37 893 (28 568 à 49 114)	23 897 (20 927 à 27 168)	67 534 (60 994 à 74 579)	0,72
2015	nd	nd	nd	nd	42 300 (32 760 à 51 840)	nd	nd	0,73

Tableau 4. Estimation de la biomasse commerciale (t, moyenne et intervalles de confiance de 95%) du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2014 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	57 840	67 534	60 994 à 74 579
Zone 12	48 028	59 858	54 125 à 66 029
Zone 19	3 833	5 524	4 332 à 6 943
Zone 12E	2 443	487	67 à 1 765
Zone 12F	2 438	1 210	486 à 2 523
Somme des zones de gestion	56 742	67 079	nd
Zone non-assignée au-dessus de 12E **(A)**	674	43	0 à 293
Zone tampon 19/12F **(B)**	112	89	36 à 185
Zone tampon 12/19 **(C)**	310	315	146 à 597
Somme totale	57 838	67 526	nd

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 2014.

		Sud du golfe du Saint-Laurent		
Année de la pêche	Débarquements (t)	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	13 575	65 310 (54 801-77 239)	27 690 (21 995-34 407)	20,8
1999	15 110	57 595 (45 630-71 735)	27 775 (21 022-36 013)	26,2
2000	18 712	57 051 (47 946-67 376)	31 177 (25 051-38 346)	32,8
2001	18 262	49 823 (40 473-60 682)	9 977 (6 649-14 401)	36,7
2002	25 691	59 150 (47 740-72 460)	16 905 (12 657-22 125)	43,4
2003	21 163	79 559 (66 688-94 181)	13 075 (10 451-16 157)	26,6
2004	31 675	84 423 (71 964-98 410)	26 919 (21 223-33 674)	37,5
2005	36 118	103 429 (91 029-117 036)	19 726 (15 836-24 280)	34,9
2006	29 121	82 537 (73 487-92 387)	24 140 (18 726-30 632)	35,3
2007	26 867	74 285 (66 192-83 087)	19 914 (16 161-24 275)	36,2
2008	24 458	66 660 (60 183-73 638)	27 025 (23 354-31 106)	36,7
2009	23 642	52 564 (46 658-59 006)	21 010 (17 960-24 426)	45,0
2010	9 549	30 920 (27 237-34 959)	10 399 (8 560-12 516)	30,9
2011	10 708	35 795 (31 681-40 291)	15 444 (12 859-18 394)	29,9
2012	21 956	63 162 (55 965-71 022)	33 768 (28 297-39 985)	34,8
2013	26 049	74 997 (65 822-85 086)	26 028 (21 950-30 641)	34,7
2014	24 479	65 868 (56 283-76 610)	26 886 (22 909-31 352)	37,1
2015	na	67 534 (60 994-74 579)	23 897 (20 927-27 168)	na

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 au-dessus du point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NRS}) pour divers niveaux de capture pour la saison de pêche de 2015. En caractère gras est l'option de capture (taux d'exploitation de 38,55% appliqué sur la biomasse commerciale de 67 354 t) selon la règle de décision acceptée de l'approche de précaution (variante 4, MPO 2014b).

Niveaux de capture (t) en 2015	Probabilité			
	> F_{lim} (34,6%)	< B_{lim} (10 000 t)	≥ B_{NRS} (41 400 t)	Biomasse commerciale prédite pour 2016 (t)
20 000	0	0	1	71 720 (60 840 à 82 450)
20 500	0,01	0	1	71 220 (60 340 à 81 950)
21 000	0,02	0	1	70 720 (59 840 à 81 450)
21 500	0,06	0	1	70 220 (59 340 à 80 950)
22 000	0,13	0	1	69 720 (58 840 à 80 450)
22 500	0,24	0	1	69 220 (58 340 à 79 950)
23 000	0,38	0	1	68 720 (57 840 à 79 450)
23 370	0,50	0	1	69 350 (57 080 à 79 200)
23 500	0,54	0	1	68 220 (57 340 à 78 950)
24 000	0,70	0	1	67 720 (56 840 à 78 450)
24 500	0,83	0	1	67 220 (56 340 à 77 950)
25 000	0,91	0	1	66 720 (55 840 à 77 450)
26 000	0,99	0	1	65 720 (54 840 à 76 450)
26 036	**0,99**	**0**	**1**	**65 680 (54 800 à 76 410)**
27 000	1	0	1	64 720 (53 840 à 75 450)
28 000	1	0	1	63 720 (52 840 à 74 450)
29 000	1	0	1	62 720 (51 840 à 73 450)
30 000	1	0	1	61 720 (50 840 à 72 450)
39 330	1	0,5	0,95	52 390 (41 510 à 63 120)
50 210	1	1	0,5	41 510 (30 630 à 52 240)

FIGURES

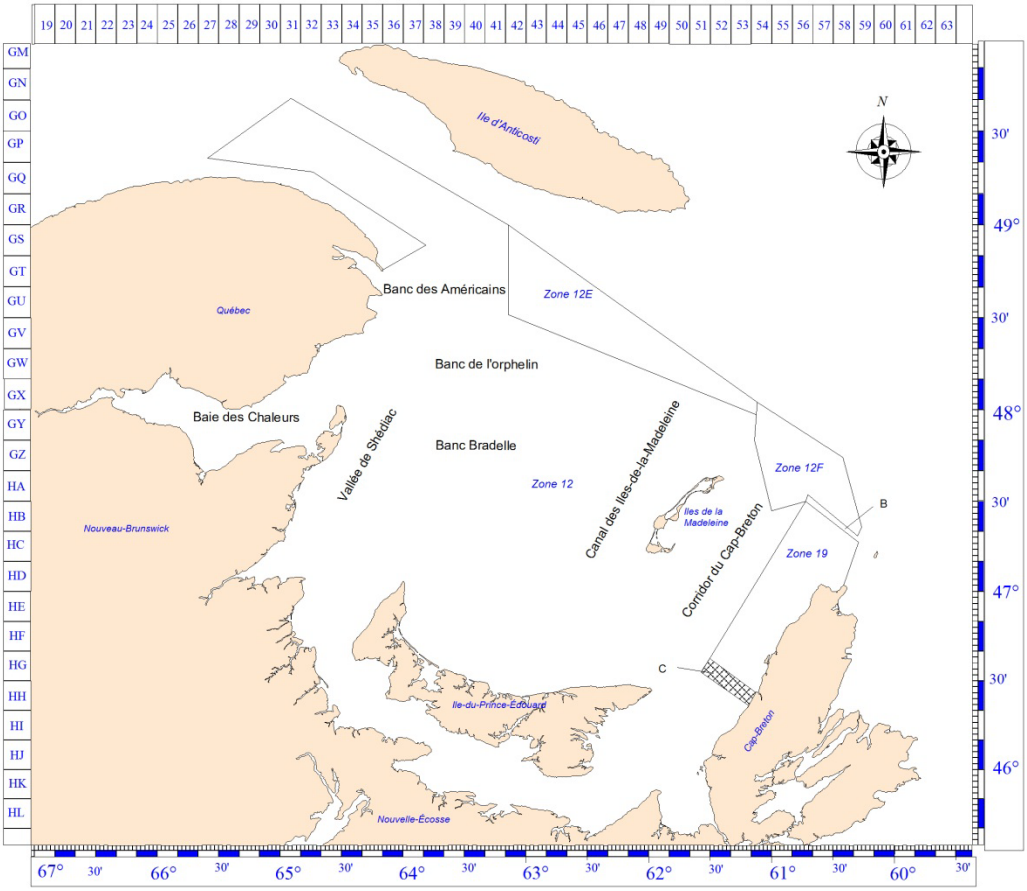

Figure 1. Carte du sud du golfe du Saint-Laurent montrant les zones de pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio), les lieux des fonds de pêche, et les zones tampons de gestion (étiquetées B et C, régions ombragées).

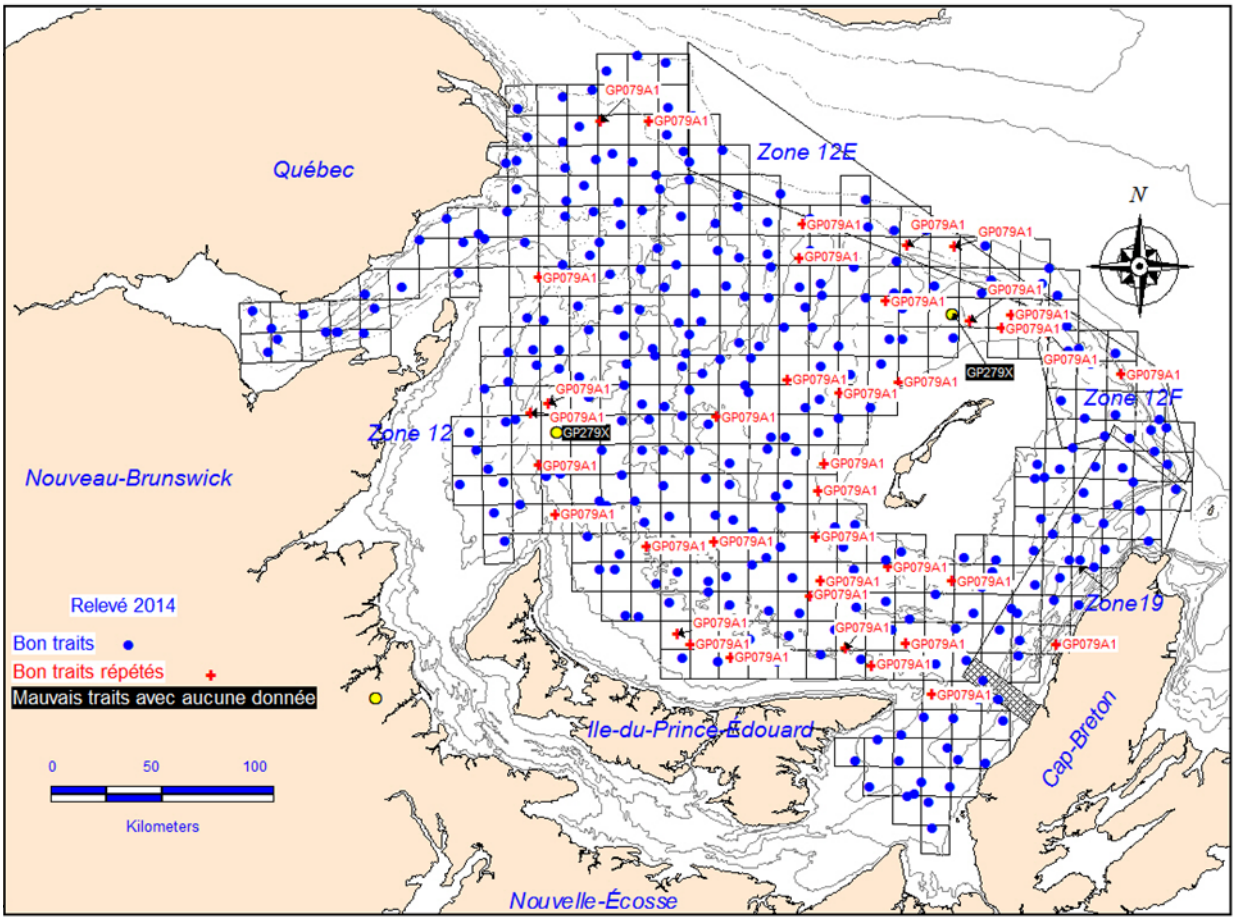

Figure 2. Positions des stations du relevé au chalut au crabe des neiges (Chionoecetes opilio) à l'intérieur du polygone d'estimation de 57 840 km^2 dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2014. Les points bleus sont des traits qui ont été réussis, les points rouges sont des traits qui ont été répétés et réussis et les points jaunes (n = 2) sont des quadrilles qui ont été abandonnés.

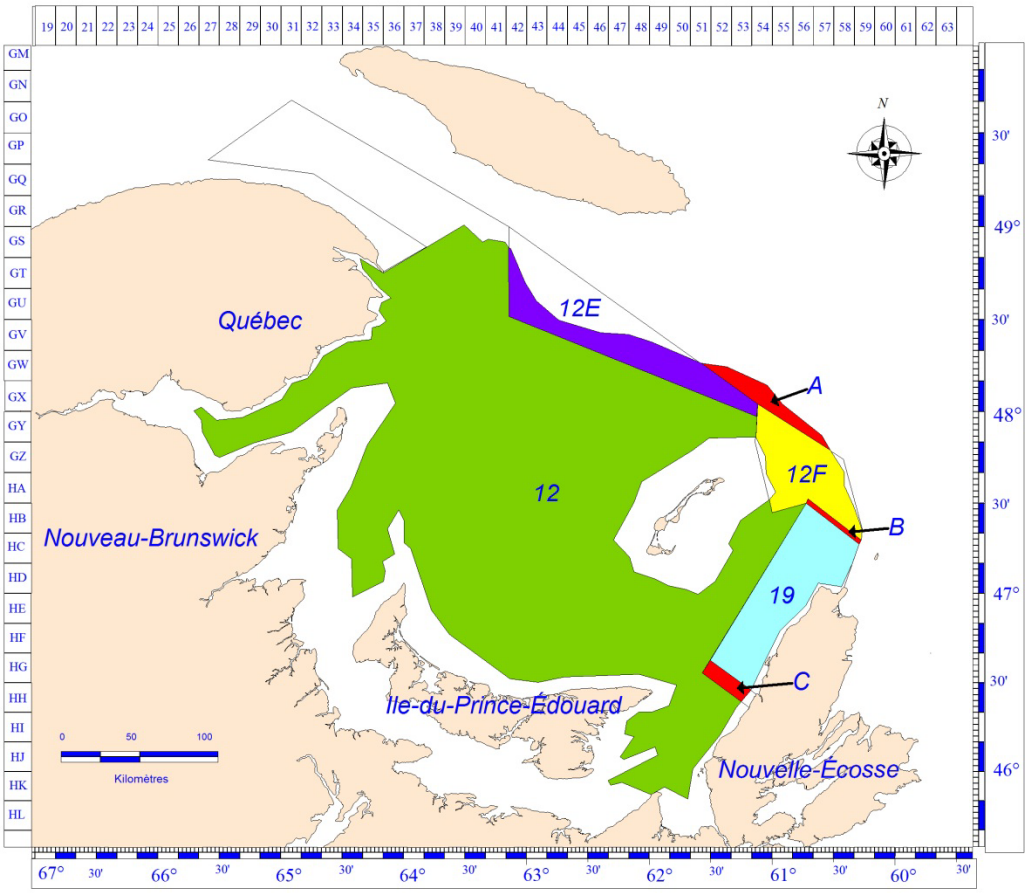

Figure 3. Le polygone d'estimation de 57 840 km^2 utilisé pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2014 dans le sud du golfe du Saint-Laurent (toutes les régions colorées) et les polygones d'estimation correspondants pour les quatre zones de pêche (12, 12E, 12F et 19). La zone non-assignée au nord des zones 12E et 12F (étiquetée A) et les zones tampons (étiquetées B et C) sont aussi indiquées.

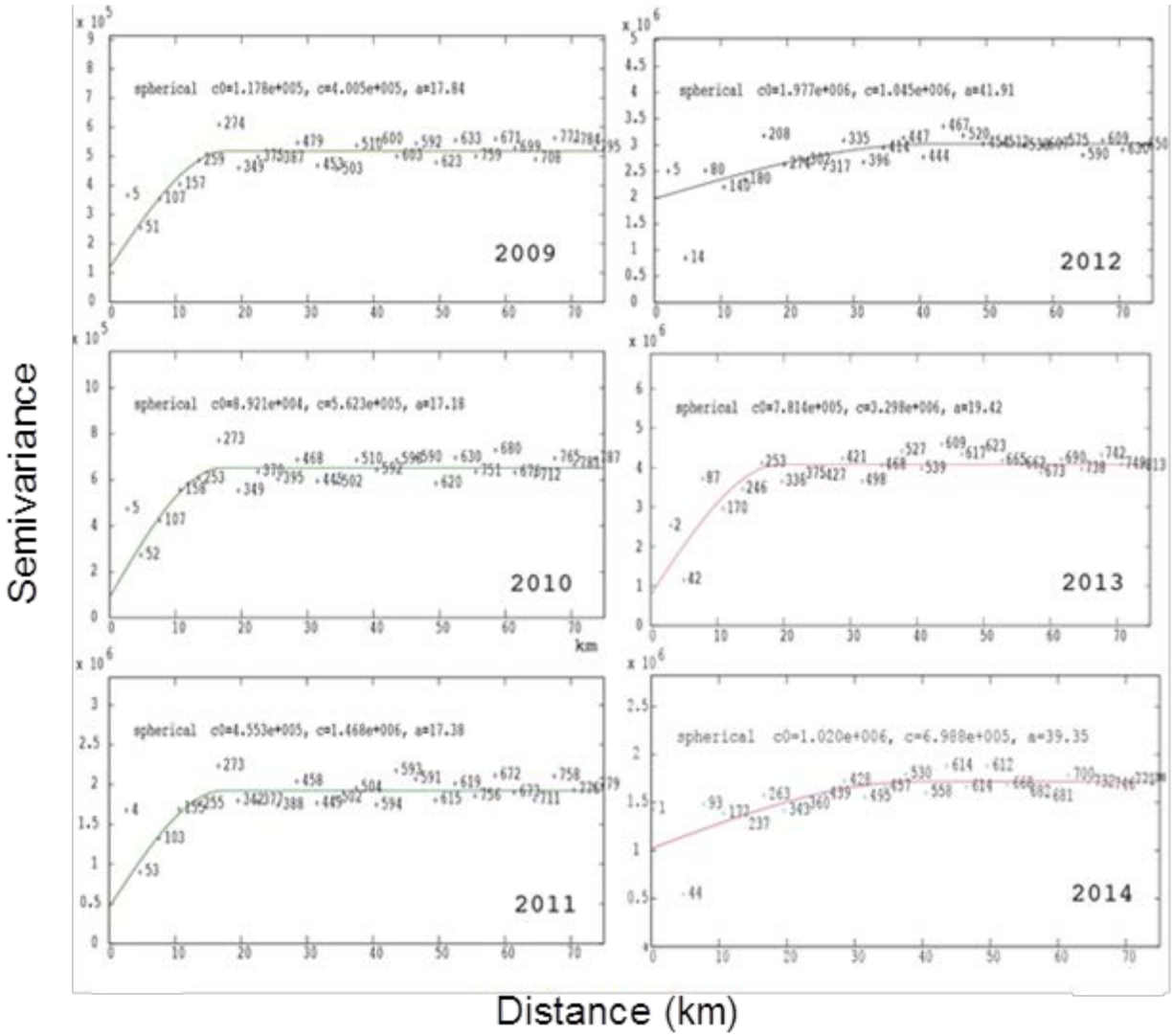

Figure 4. Modèles de variogrammes avec moyenne mobile sur trois ans pour les crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2009 à 2014. Indiqué est le nombre de pairs d'observations utilisé dans le calcul de la semi-variance selon les distances décalées.

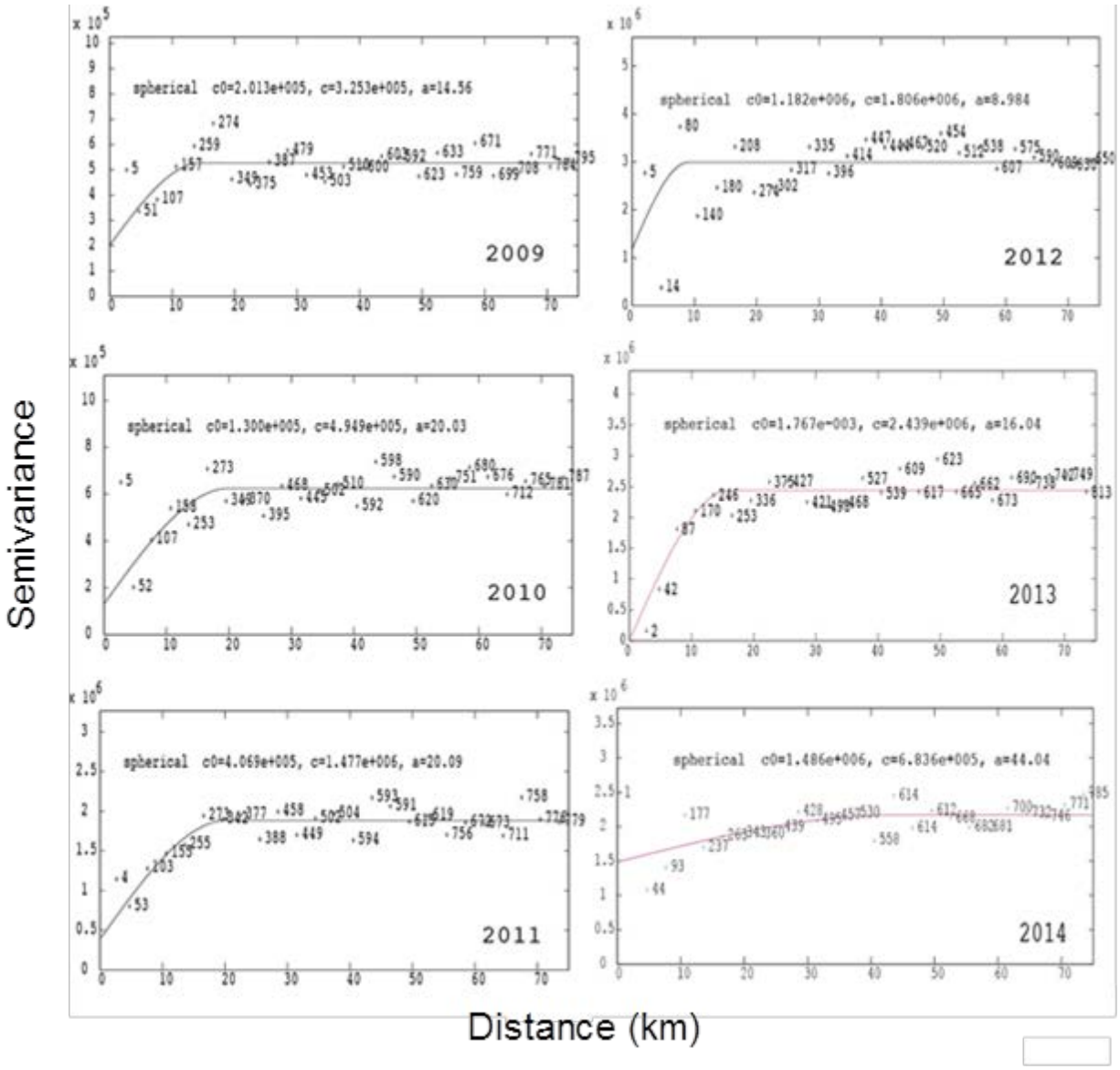

Figure 5. Modèles de variogrammes annuels pour les crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2009 à 2014. Indiqué est le nombre de pairs d'observations utilisé dans le calcul de la semi-variance selon les distances décalées.

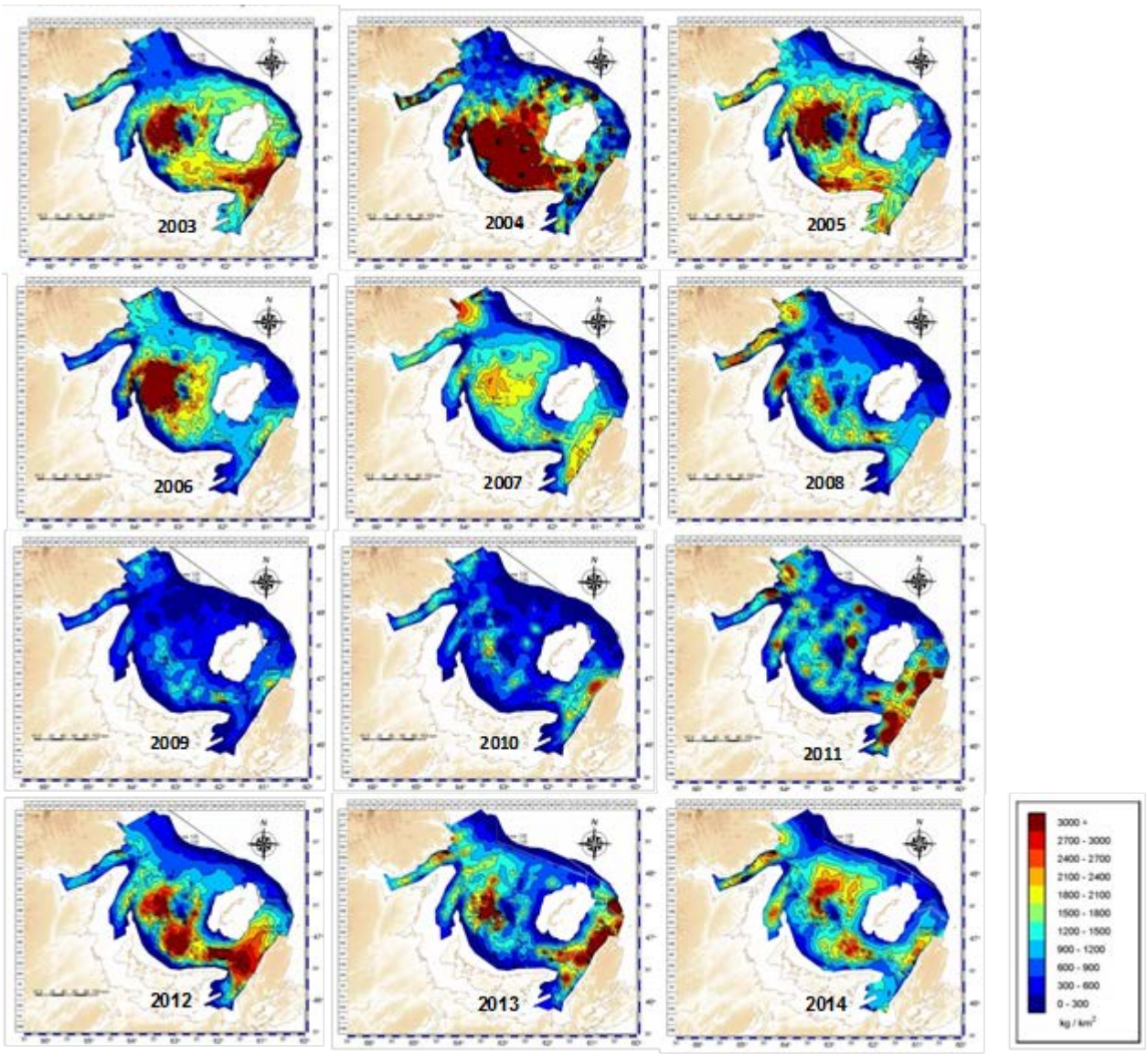

Figure 6. Contours de densités (kg par km^2) de crabes des neiges (Chionoecetes opilio) adultes mâles de taille commerciale (≥ 95 mm de largeur de carapace) à partir des données des relevés au chalut effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2003 à 2014.

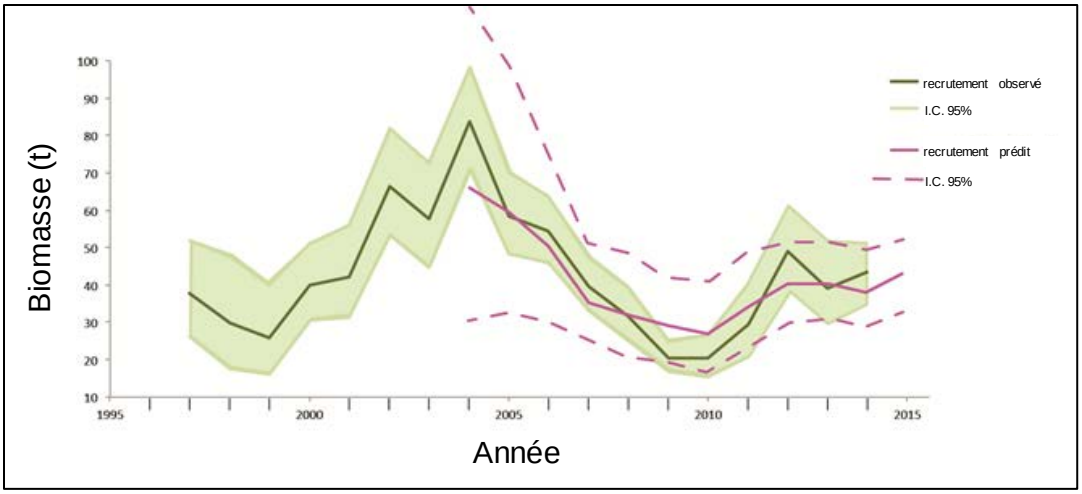

Figure 7. Comparaison entre le recrutement (R-1) observé (moyenne avec intervalle de confiance de 95%) et prédit (moyenne avec intervalle de confiance de 95%) du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) mâle selon le modèle Bayésien en se basant sur les pré-recrues (Surette et Wade 2006 ; Wade et al. 2013).

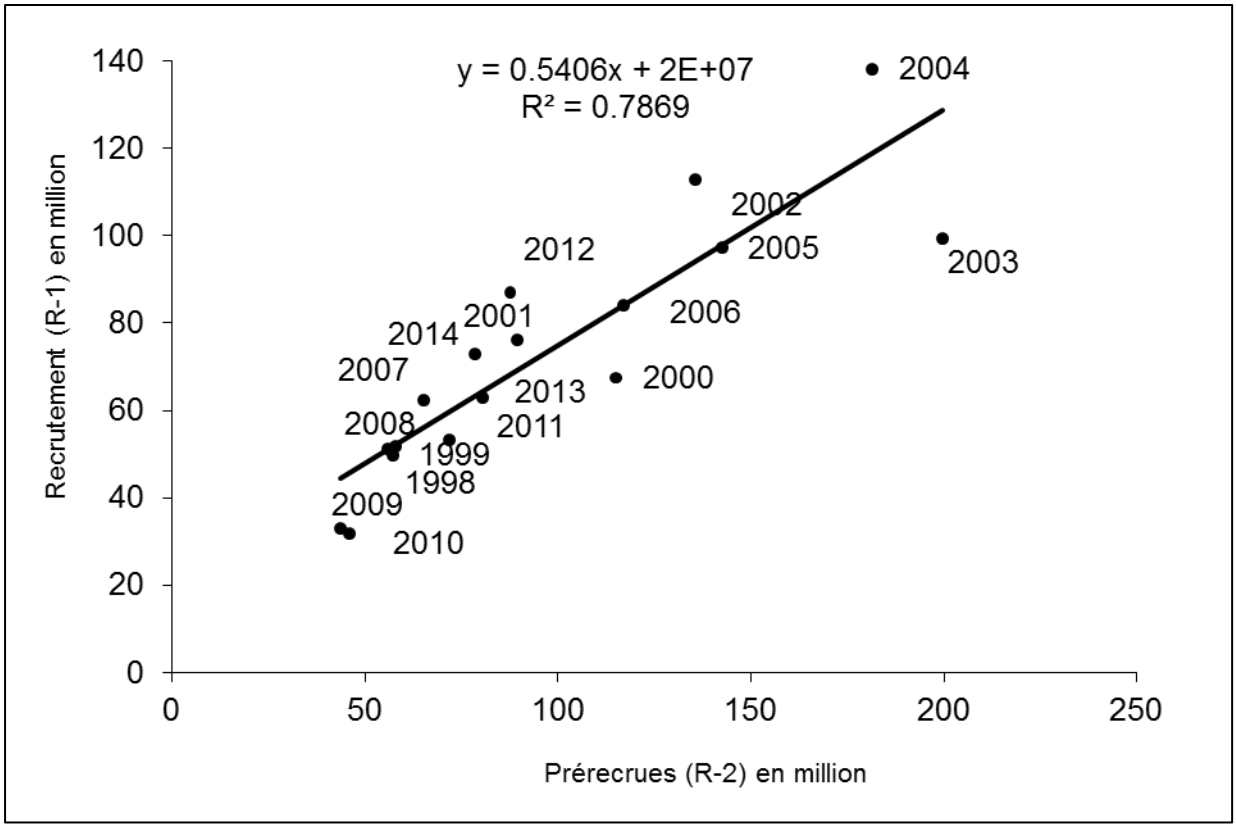

Figure 8. Relation entre l'estimé de l'abondance des prérecrues R-2 à l'année t et de l'estimé de l'abondance du recrutement à la pêcherie (R-1) à l'année t + 1 provenant des données du relevé au chalut pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

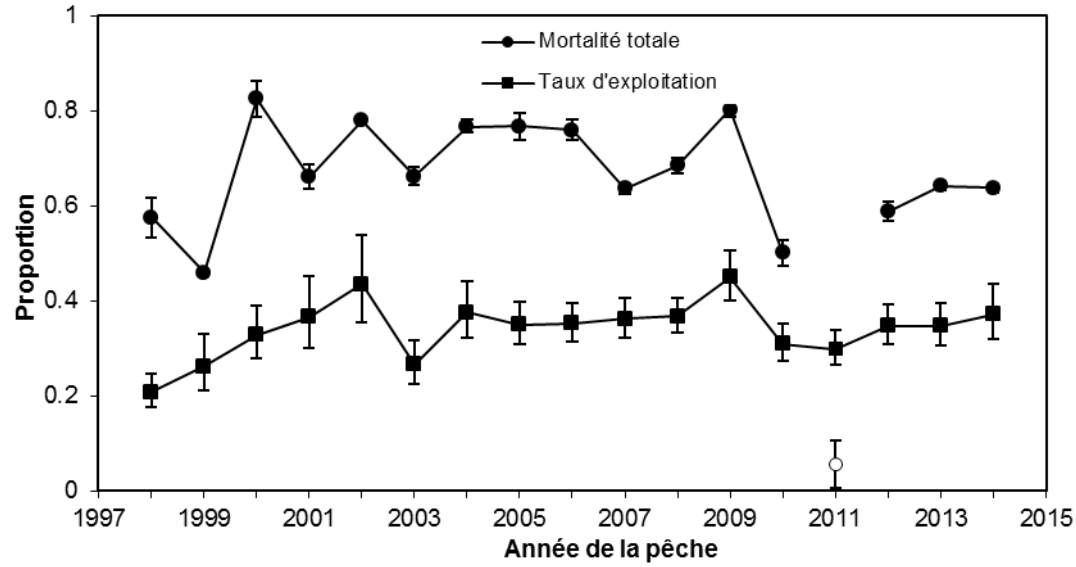

Figure 9. Estimations des taux annuels d'exploitation et de perte totale des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2014. La valeur de la mortalité totale de 2011 n'est pas fiable (Hébert et al. 2012).

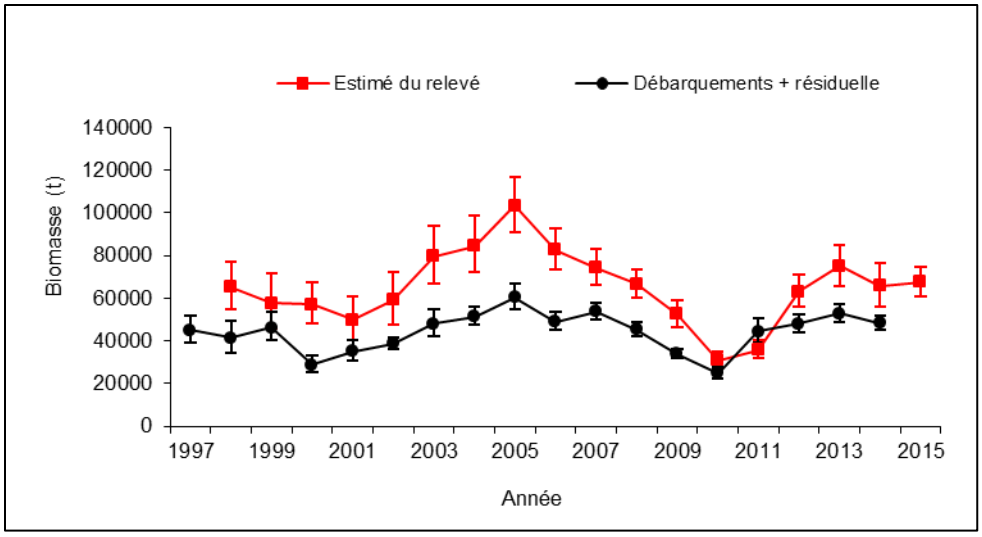

Figure 10. Comparaison de la biomasse calculée après la pêche (sommation de la biomasse résiduelle et les débarquements à l'année t+1) et la biomasse avant la pêche des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale (la sommation du recrutement et la biomasse résiduelle à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

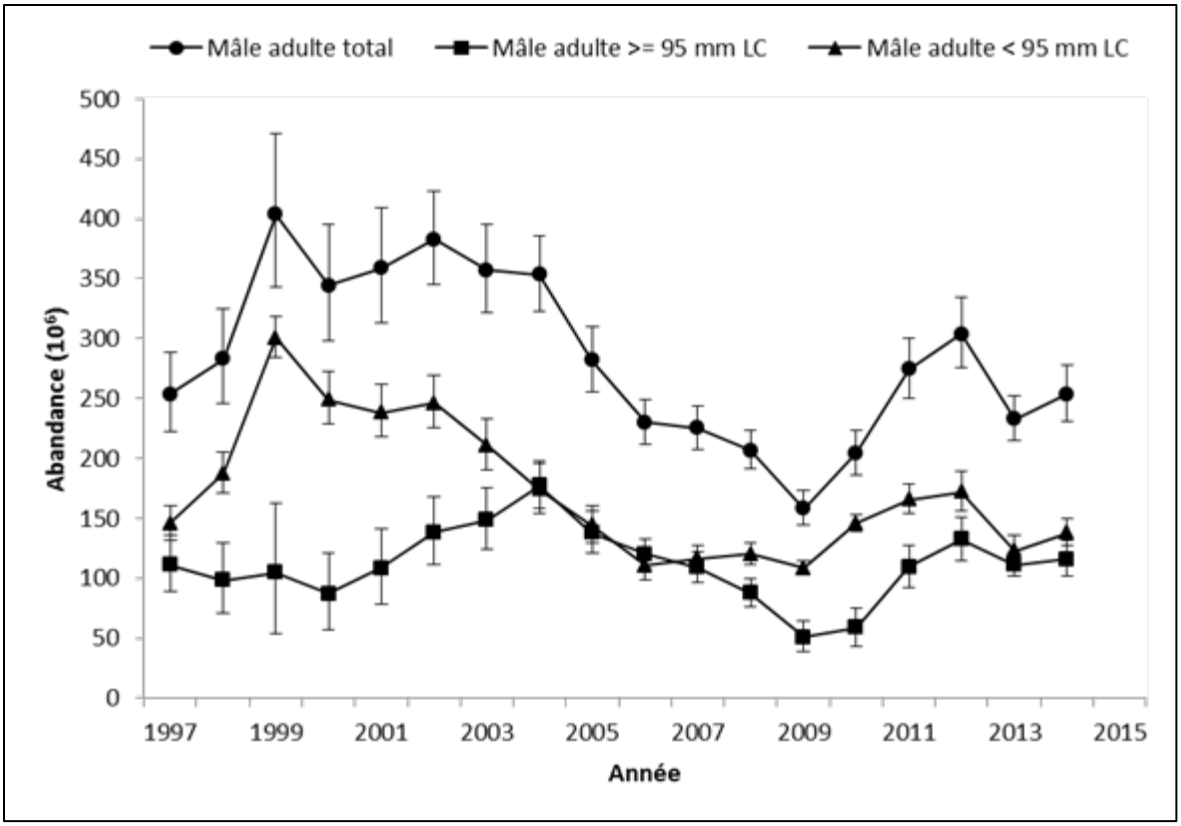

Figure 11. Abondance estimée des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2014. LC = Largeur de carapace.

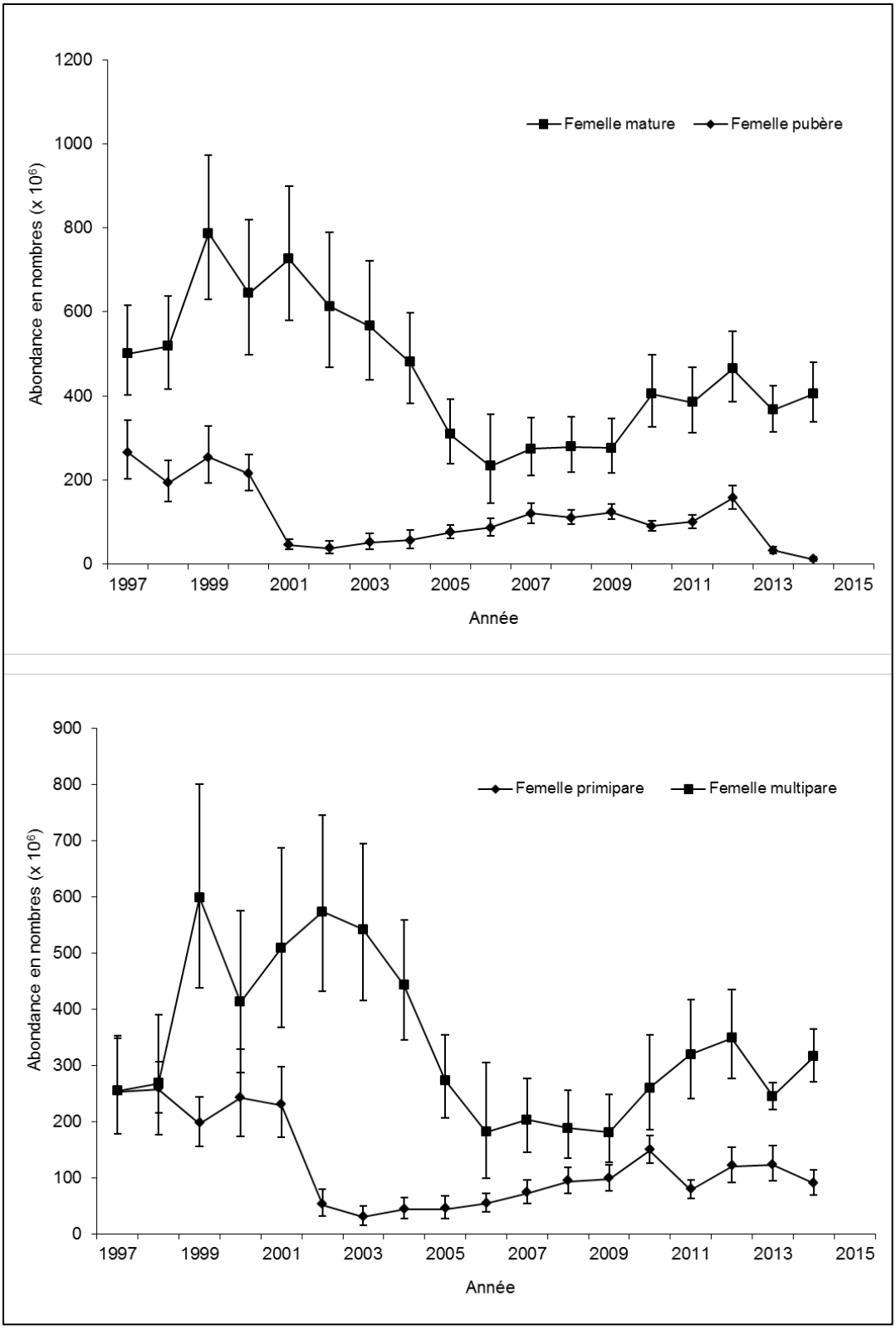

Figure 12. Abondance des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2014.

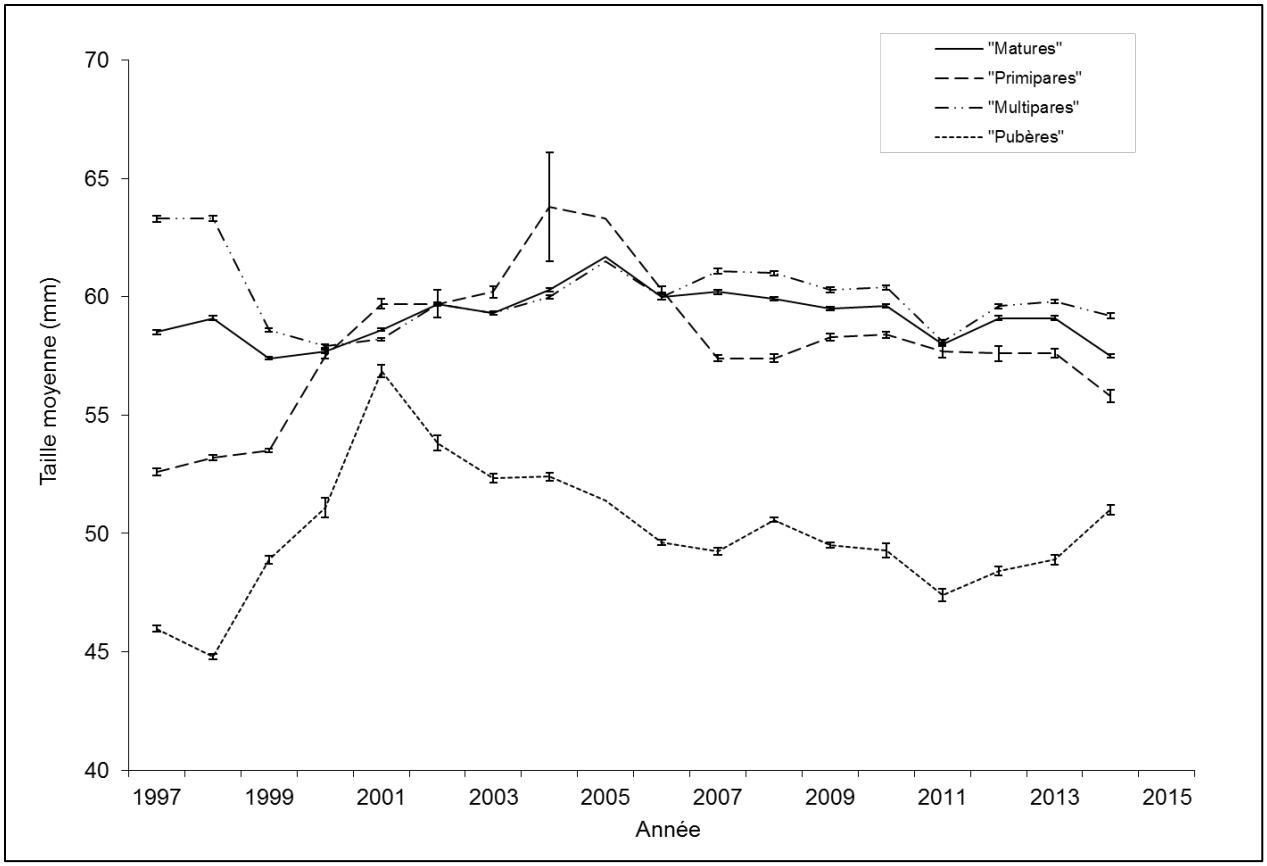

Figure 13. Taille moyenne (largeur de la carapace en mm) avec erreurs-types des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) basée sur les échantillons provenant des relevés au chalut, 1997 à 2014.

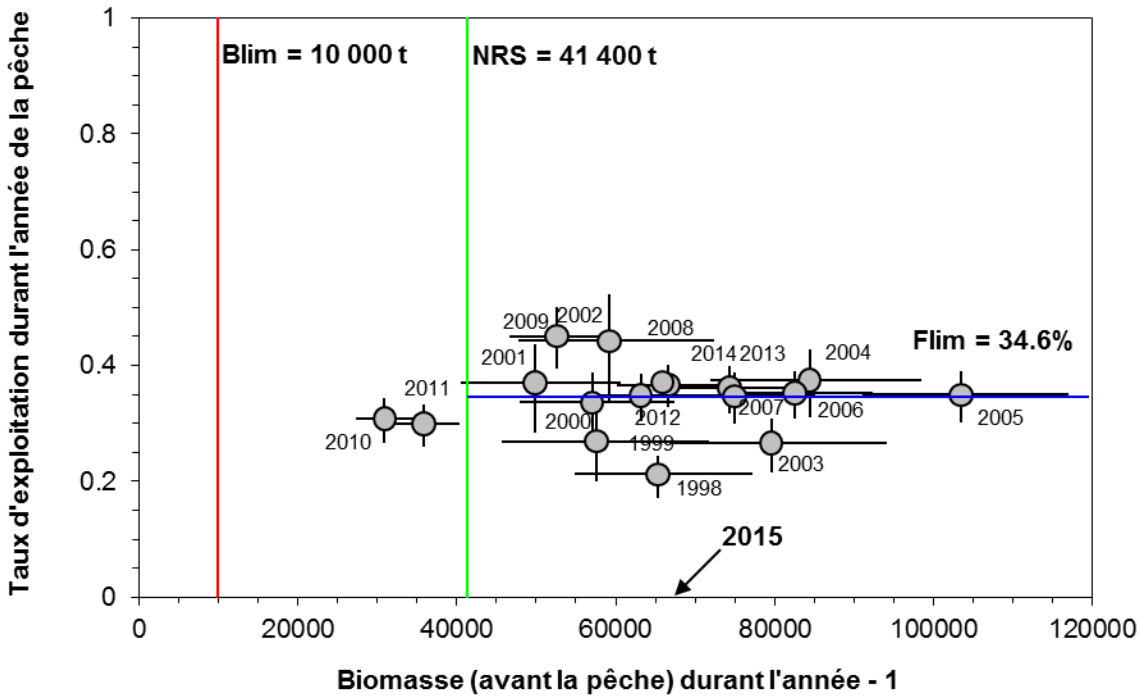

Figure 14. Trajectoire de l'abondance du stock (biomasse des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) adultes de taille commerciale estimée d'après les résultats du relevé au chalut effectué à l'automne de l'année t – 1) par rapport au taux d'exploitation pour cette biomasse au cours de l'année t. Les 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.

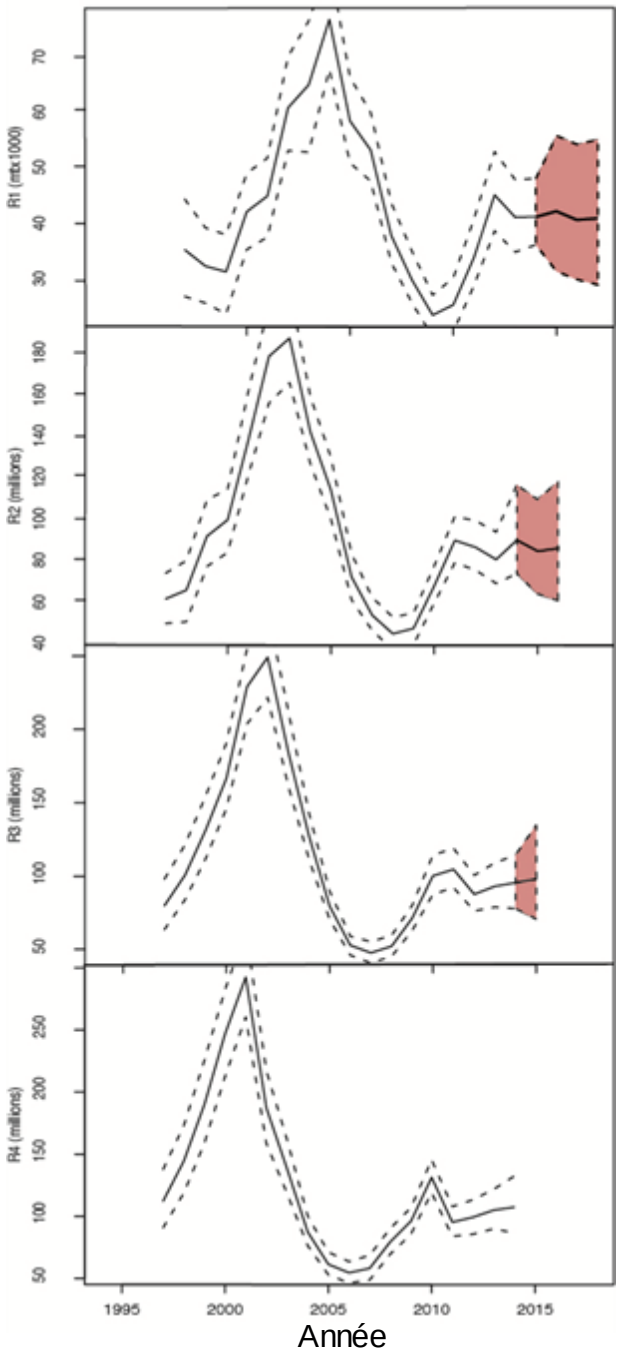

Figure 15. Abondances (moyenne avec intervalles de confiance à 95%), de recrutement (R) de crabe des neiges, (Chionoecetes opilio), pour R(j), où j =1,…,4 années avant le recrutement à la pêcherie. Les parties ombragées représentent les projections d'abondance à partir du modèle Bayésien (Wade et al. 2014).

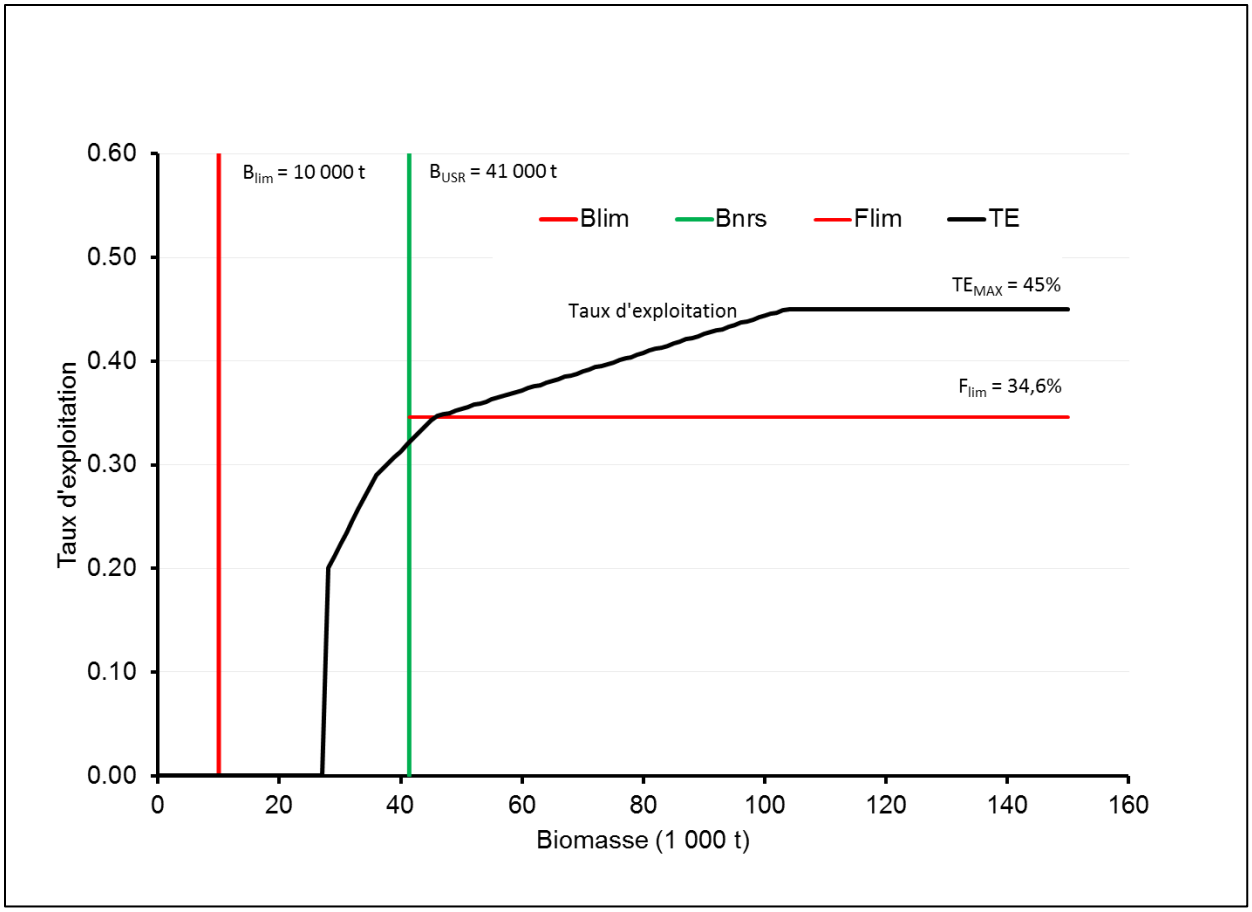

Figure 16. Règle de décision proportionnelle (variante 4) conforme à l'approche de précaution pour la pêche au crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent. B_{lim} = Le niveau de référence limite pour la biomasse ; F_{lim} = Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation; B_{NRS} = Le point de niveau de référence supérieur du stock. TE = Les taux d'exploitations basés sur la règle de décision proportionnelle (variante 4) (MPO 2014b).

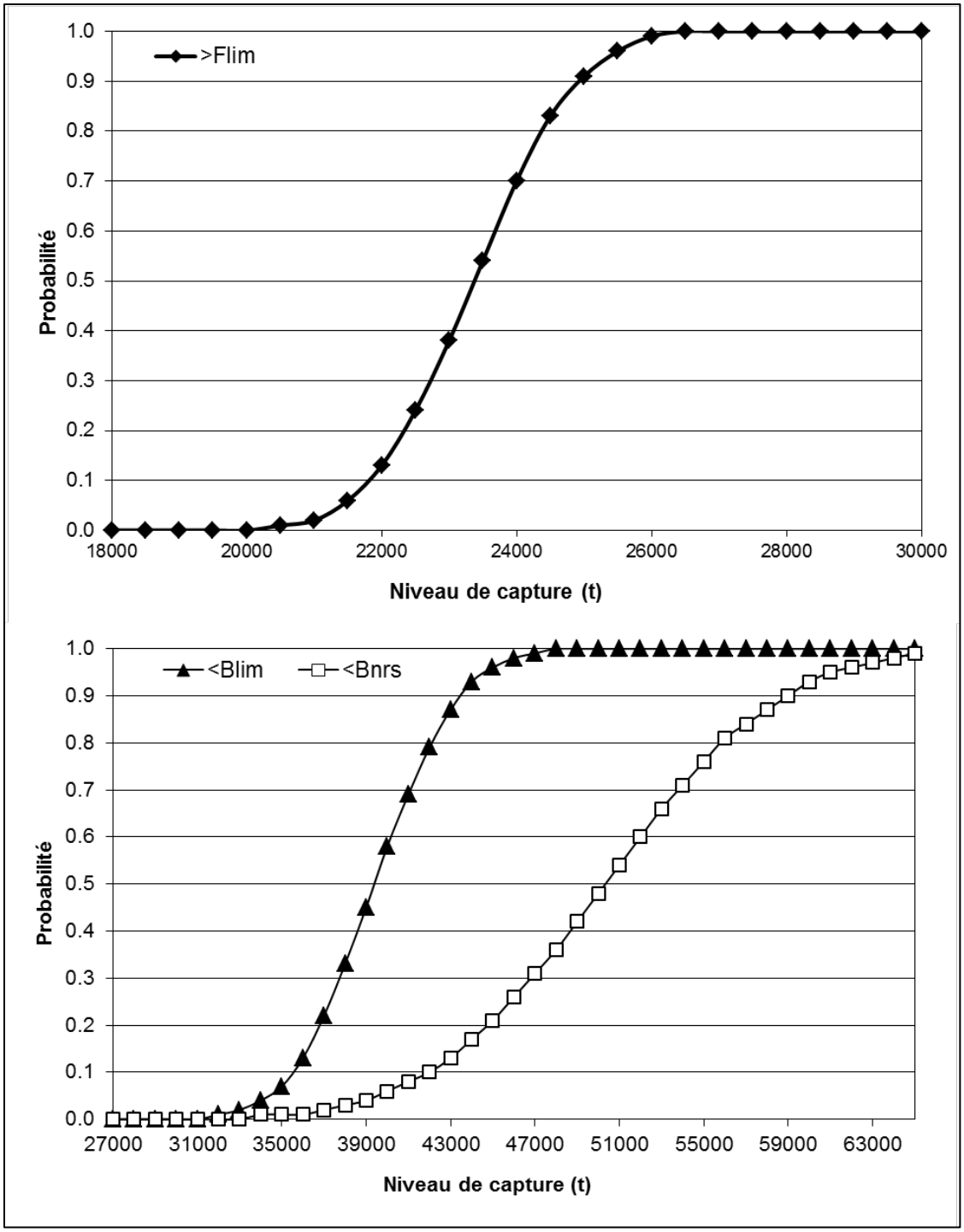

Figure 17. Analyse de risque à partir du polygone agrandit pour la pêche du crabe des neiges, Chionoecetes opilio, dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}),que la biomasse résiduelle des mâles adultes 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 2015 soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NRS}) après la pêche de 2015 pour divers niveaux de capture en 2015.

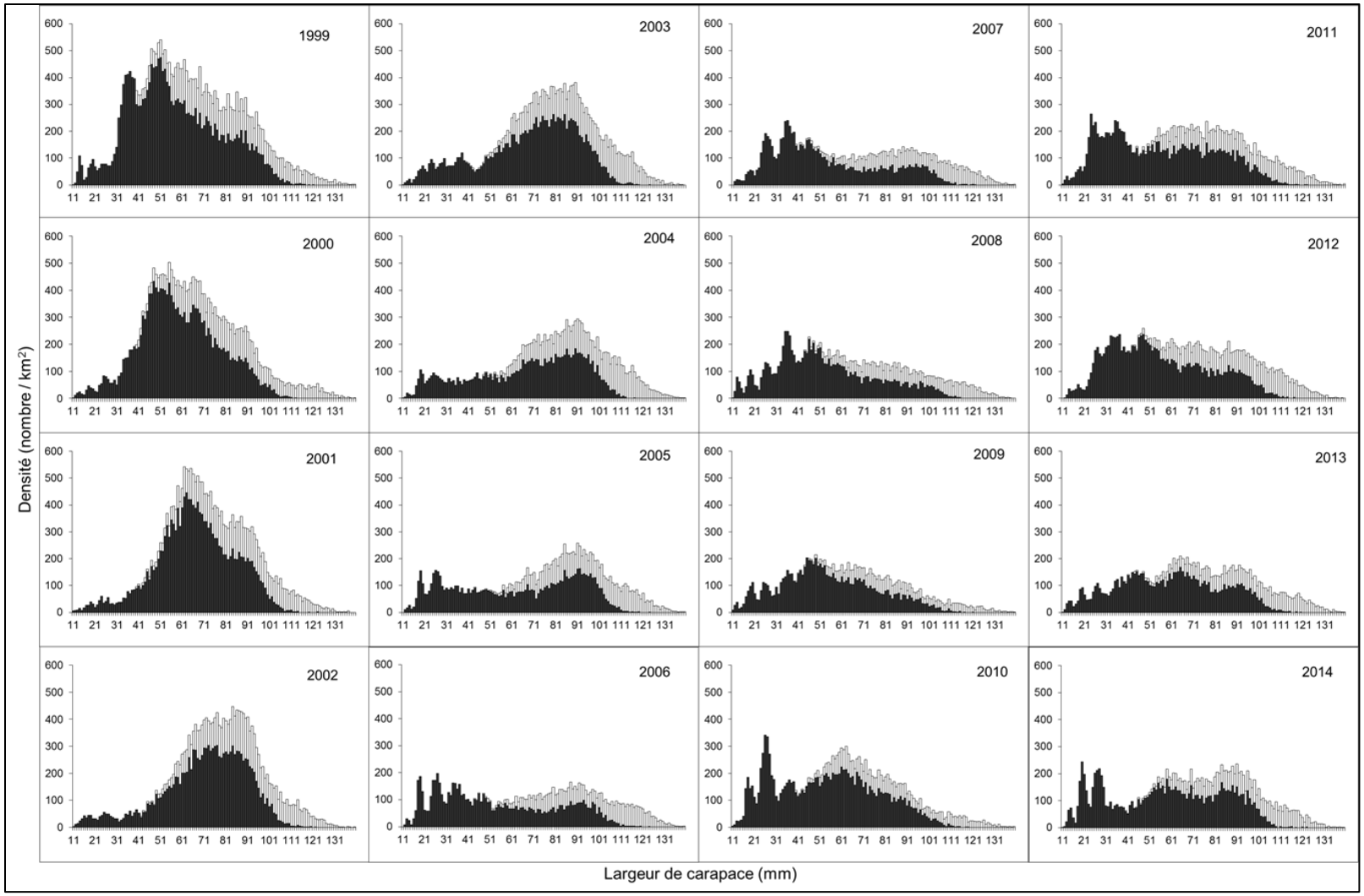

Figure 18. Distributions de fréquences de taille (par intervalle de 1 mm) des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles (barres blanches sont les mâles adultes et les barres noirs sont les mâles adolescents) basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1999 à 2014. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes mâles par km^2 basés directement sur les échantillons du relevé au chalut.

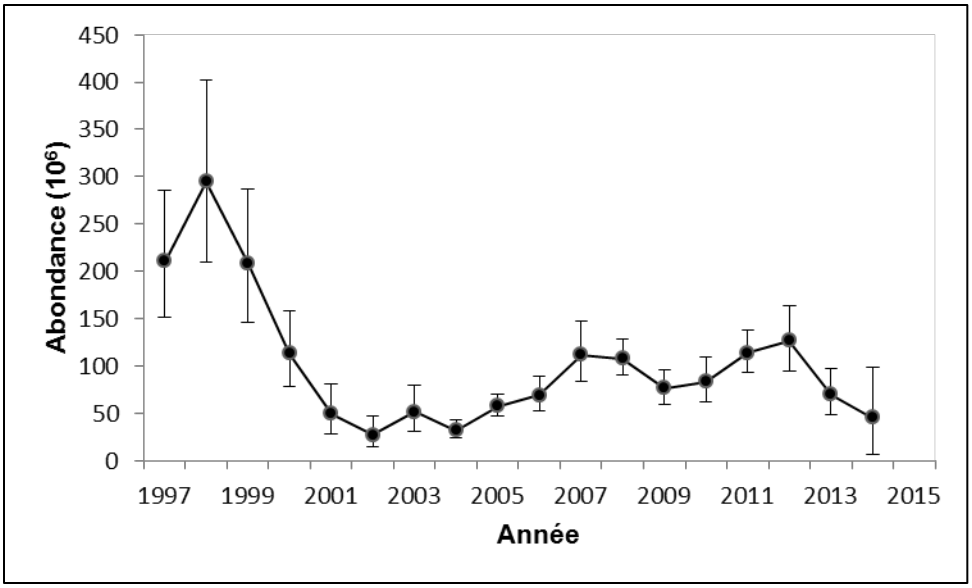

Figure 19. Indices d'abondance des petits crabe des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adolescents avec largeur de carapace de 34 à 44 mm estimées à partir des données des relevés au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1997 à 2014. Ces crabs vont atteindre la taille commerciale dans environ six ans.

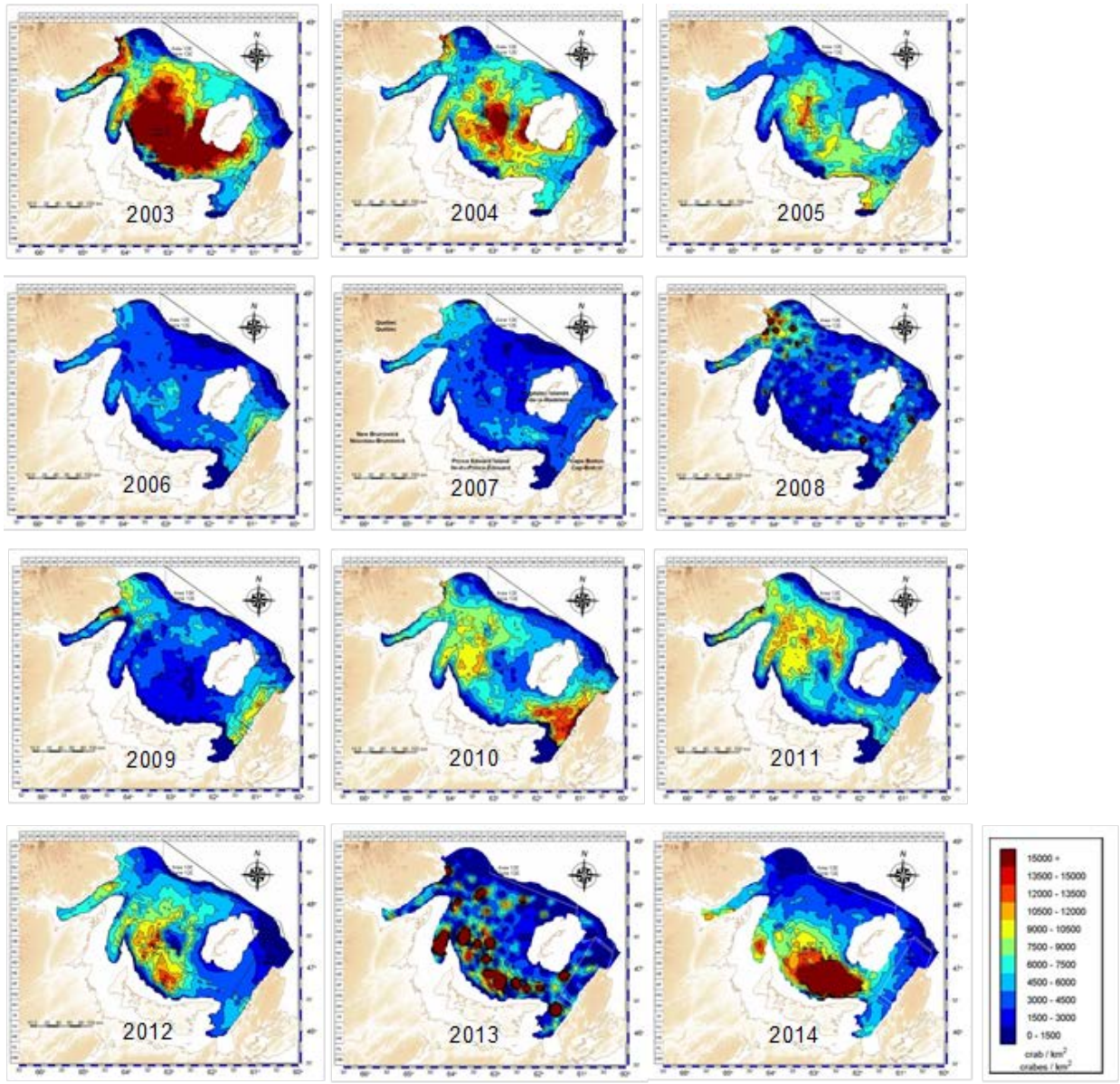

Figure 20. Contours de densités (nombre par km^2) des crabes des neiges, (Chionoecetes opilio), adolescents mâles ≥ 56 mm de largeur de carapace à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2003 à 2014.

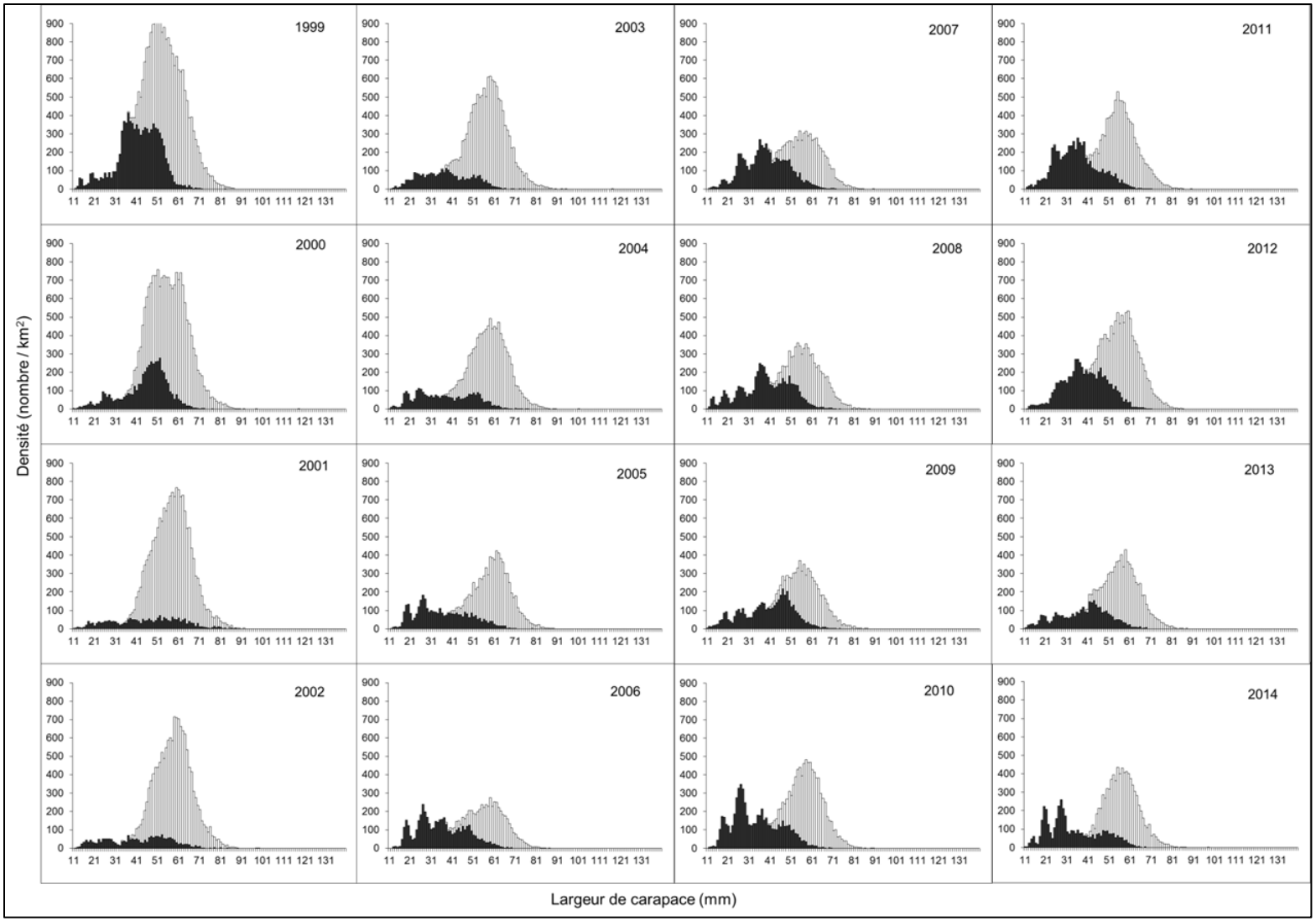

Figure 21. Distributions de fréquence des tailles (largeur de la carapace par intervalle de 1 mm) des femelles (barres blanches sont les femelles matures et les barres noirs sont les femelles pubescentes et immatures) de crabe des neiges (Chionoecetes opilio), basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1999 à 2014. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes femelles par km^2 basés directement sur les échantillons du relevé au chalut.