



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 2020/045

Région des Maritimes

Crevette (*Pandalus borealis*) de l'est du plateau néo-écossais : 2018 à 2019

M. Cassista-Da Ros et J. Cosham

Pêches et Océans Canada
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006
1, promenade Challenger
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Avant-propos

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

Publié par :

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

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Cassista-Da Ros, M. et Cosham, J. 2020. Crevette (*Pandalus borealis*) de l'est du plateau néo-écossais : 2018 à 2019. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/045. v + 49 p.

Also available in English :

Cassista-Da Ros, M. and Cosham, J. 2020. Eastern Scotian Shelf Shrimp (*Pandalus borealis*): 2018–2019. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2020/045. v + 47 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	V
INTRODUCTION	1
MÉTHODES	3
INDICATEURS DE TYPE « FEUX DE CIRCULATION »	3
SOURCES DE DONNÉES	4
Relevé coopératif au chalut du MPO et de l'industrie	4
Données sur les prises commerciales	5
Analyse détaillée de la crevette (échantillons des relevés et au port)	6
Analyse de la fréquence de longueur	6
Indicateurs de la taille des crevettes	6
Données écosystémiques	6
PRISES ACCESSOIRES	7
RÉSULTATS ET DISCUSSION	7
APPROCHE DE PRÉCAUTION	7
Analyse des feux de circulation	8
ABONDANCE	8
Indice de l'abondance des relevés	8
Capture par unité d'effort des navires du Golfe	8
Capture par unité d'effort normalisée des chalutiers commerciaux	9
Prises au casier par heure de pêche au casier	9
Coefficient de variation du relevé	9
Zone de pêche commerciale	10
PRODUCTION	10
Abondance des crevettes d'âge 1 avec sac ventral dans le relevé	10
Abondance de l'âge 2 dans le relevé	11
Abondance de l'âge 4 dans le relevé	11
Biomasse du stock reproducteur (femelles) du relevé	11
Taille moyenne à la transition sexuelle (L_t)	12
Taille maximale moyenne (L_{max})	12
Prédation	12
IMPACTS DE LA PÊCHE	13
Effort	13
Chiffres commerciaux	13
Indice de l'exploitation	13
Taux d'exploitation des femelles	14
Taille moyenne des femelles dans les prises	14
Proportion de femelles dans les prises	14
ÉCOSYSTÈME	15

Températures au fond d'après les relevés effectués par le navire de recherche	15
Températures à la surface de la mer au printemps.....	15
Recrutement de la morue	16
Recrutement du flétan du Groenland (turbot)	16
Recrutement du crabe des neiges.....	16
SOMMAIRE DES FEUX DE CIRCULATION	16
SOURCES D'INCERTITUDE	17
CONCLUSIONS ET AVIS	18
REMERCIEMENTS	19
RÉFÉRENCES CITÉES.....	19
TABLEAUX.....	22
FIGURES.....	32

RÉSUMÉ

L'estimation stratifiée de la biomasse moyenne du relevé réalisé par le MPO et l'industrie a augmenté de 1 % pour atteindre 23 449 t (\pm 4 724 t, intervalle de confiance (IC) à 95 %) par rapport à l'estimation de 23 382 t (\pm 6 376 t, IC à 95 %) en 2017. L'estimation ponctuelle de la biomasse du stock reproducteur de 2018 (BSR, femelles) a augmenté de 2 % jusqu'à 12 599 t, et demeure inférieure au point de référence supérieur du stock (PRS, 14 558 t). Selon l'approche de précaution appliquée à la crevette de l'est du plateau néo-écossais (EPNÉ), le stock est considéré comme étant dans la zone de prudence. On a appliqué un total autorisé de captures (TAC) inchangé en 2018 (2 600 t) pour limiter d'autres réductions de la biomasse totale et de la biomasse du stock reproducteur. Ce TAC de précaution a permis de réduire l'exploitation totale et des femelles à 10 % et 12 % respectivement. Les indices commerciaux de capture par unité d'effort (CPUE) ont diminué de 16 % et de 4 % pour les flottilles des Maritimes et du Golfe (CPUE normalisée de la Nouvelle-Écosse), respectivement. L'indice de la CPUE de la pêche au casier a diminué de 1 % par rapport à 2017. La répartition des prises commerciales correspondait à une augmentation de la biomasse totale, avec une augmentation du nombre de zones dont les niveaux de prises allaient de moins de 150 t à plus de 450 t. D'après les distributions de la fréquence de longueur des échantillons commerciaux et des relevés, combinées à l'analyse modale des données de relevé, le stock exploitable est actuellement soutenu par la classe d'âge plus abondante provenant d'entre 2013 et 2014. Les tendances des indices de taille de la crevette correspondaient aux attentes fondées sur le cycle biologique et les taux de croissance de la crevette pour une abondance modérée (c.-à-d. aucun signe de ralentissement de la croissance ou de retard de la transition sexuelle pour ce stock pendant les périodes où les cohortes étaient plus abondantes ou la densité élevée). Contrairement à 2017, en 2018, l'indice de l'abondance à l'âge 1 avec sac ventral a été jugé modéré. La classe d'âge de 2013, qui s'est démarquée pour la première fois par un indice avec sac ventral élevé en 2014 (le deuxième plus élevé de la série chronologique), était évidente dans les relevés principaux au chalut et les échantillons commerciaux de 2017 et 2018, continuant de suggérer une bonne survie et une bonne croissance de cette cohorte. Selon les indices des caractéristiques de l'écosystème, les conditions actuelles dans l'est du plateau néo-écossais sont favorables à la crevette. Les températures au fond tirées du relevé de juin sur la crevette sont plus basses en 2018 qu'en 2017. Les indices de l'abondance des espèces sympatriques affichent une certaine stabilité, ce dont on peut déduire que l'environnement devient plus favorable aux espèces d'eau froide. L'indicateur moyen global, qui résume 24 indicateurs, est jaune pour 2018 après deux ans dans la zone rouge, en grande partie en raison des changements positifs de l'abondance combinés à l'augmentation des indices contribuant à la production et aux catégories de caractéristiques de l'écosystème. De légères augmentations des indices de la biomasse totale et de la biomasse du stock reproducteur concordent avec l'hypothèse du recrutement de la classe d'âge de 2013 dans la composante exploitable du stock.

INTRODUCTION

La biologie de la crevette nordique, *Pandalus borealis*, est examinée dans Shumway *et al.* (1985) pour divers stocks dans le monde, et dans Koeller (1996, 2000, 2006) et Koeller *et al.* (2000a, 2003a) pour le stock de l'est du plateau néo-écossais. Dans l'est du plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine, la crevette se trouve à l'extrémité sud de son aire de répartition (concentrée au nord du 46° N) et, par déduction, à l'extrême de ses limites écologiques et physiologiques (Koeller 1996). La justification de l'approche d'évaluation et de gestion utilisée est décrite dans Koeller *et al.* (2000b) Bien que la crevette soit un peu pêchée sur le plateau néo-écossais depuis les années 1960, la pêche a commencé à vraiment prendre de l'ampleur pour atteindre son plein potentiel seulement lorsque l'introduction, en 1991, de la grille Nordmøre a permis de surmonter les restrictions sur les prises accessoires de poisson de fond (Figure 1). Le total autorisé de captures (TAC) a été atteint pour la première fois en 1994, lorsque les quotas individuels par zone de pêche de la crevette (ZPC) ont été supprimés. Depuis 1994, le TAC a fluctué entre 2 600 et 5 500 t. Bien que 24 indicateurs soient pris en compte pour produire les avis scientifiques pour ce stock, le TAC a généralement été plus élevé pendant les périodes où la biomasse totale du relevé et la biomasse du stock reproducteur étaient élevées, et lorsqu'on sait que de grandes classes d'âge recrutent dans la pêche. Le TAC a généralement été réduit pour maintenir des taux d'exploitation bas lorsque les indices de la biomasse ou les taux de prise diminuaient ou devaient diminuer en fonction du suivi des cohortes. Des détails sur l'historique de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais et les évaluations récentes des stocks sont donnés dans Koeller *et al.* (2011), Hardie *et al.* (2011, 2013a, 2013b, 2015) et Broome *et al.* (2020).

La crevette de l'est du plateau néo-écossais est évaluée selon un calendrier d'évaluation biennal; les évaluations des stocks sont effectuées tous les deux ans et des mises à jour de l'état des stocks, les années intermédiaires. Un cadre de gestion du stock a été adopté en février 2015. La dernière évaluation de l'état de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais remonte à décembre 2016, et la mise à jour de l'état du stock à décembre 2017.

L'organisation de ce rapport est fondée sur une analyse de type « feu de circulation », qui est utilisée dans les évaluations des stocks de crevettes depuis 1999 (Koeller *et al.* 2000b, Mohn *et al.* 2001, Halliday *et al.* 2001). Cette approche diagnostique à indicateurs multiples analyse les différents indicateurs regroupés sous des rubriques représentant quatre « caractéristiques » sommaires : l'abondance, la production, les effets de la pêche et l'écosystème. Dans le présent document, la section « Méthodes » décrit les sources de données, avec renvoi aux documents antérieurs pour la méthodologie détaillée de calcul des indicateurs. La section « Résultats et discussion » traite de la pertinence/interprétation de chaque indicateur par rapport à la caractéristique qu'il représente. Il convient de noter que les indicateurs représentent toujours des données sommaires pour l'ensemble de la zone de l'est du plateau néo-écossais (c.-à-d. toutes les ZPC combinées, conformément à la pratique actuelle consistant à gérer la pêche comme un seul stock). La série d'indicateurs utilisée dans l'analyse est résumée graphiquement sur la Figure 18.

Le cas échéant, l'interprétation des séries chronologiques des indicateurs est complétée par des figures et des tableaux supplémentaires. Par exemple, les données des différentes ZPC corroborent souvent les tendances des indicateurs et les confirment davantage. Les données justificatives peuvent être indépendantes des données dont l'indicateur principal a été tiré. Par exemple, les taux de prise dans la pêche au casier confirment la concentration accrue de crevettes décrite par les données du relevé et des captures par unité d'effort (CPUE) (2015 à 2017); les mentions anecdotiques des grands nombres de crevettes d'âge 1 trouvées sur les plages du Cap-Breton en 2002 appuyaient les données de relevé indiquant une forte classe d'âge de 2001, etc. Ces renseignements supplémentaires peuvent servir à interpréter les

tendances des indicateurs dans la section « Résultats et discussion », mais ils ne sont pas utilisés dans les « cotes » sommaires de type « feu de circulation ». La cotation n'est pas destinée à se traduire directement par des mesures de gestion (p. ex. sous la forme de règles liées aux cotes sommaires). Le « feu de circulation » est un outil permettant d'afficher, de résumer et de synthétiser un grand nombre de sources de données pertinentes, mais disparates, en une opinion consensuelle sur la santé du stock.

Une approche de précaution fondée sur les points de référence et les règles de contrôle des prises dans le contexte de l'analyse de type « feu de circulation » (Figure 2) a été examinée pour la dernière fois dans le cadre du processus consultatif scientifique de 2015 de la région des Maritimes du MPO (MPO 2016a, Hardie *et al.* 2018). Les points de référence pour la crevette de l'est du plateau néo-écossais sont les suivants :

Point de référence limite (PRL) : 30 % de la biomasse moyenne du stock reproducteur (BSR) des femelles, soit 5 459 t; maintenu pendant la pêche moderne (2000–2010¹). Le PRL est à peu près égal à la moyenne de la BSR pendant la période de faible productivité (avant 1990) pour ce stock, caractérisé par une faible abondance des crevettes, une abondance élevée des poissons de fond et des températures relativement chaudes. La population de crevette de l'est du a déjà augmenté, passant d'un niveau bas (environ 4 300 t) pendant la transition d'une productivité faible à élevée, ce qui permet de présumer que les crevettes pourraient se rétablir à nouveau à partir de ce niveau si les conditions environnementales et la pression de pêche (indicateur de B_{recover}) sont appropriées. Par ailleurs, étant donné le rôle important de la crevette dans l'écosystème de l'est du plateau néo-écossais, en particulier en tant que proie du poisson de fond, ce PRL est établi de manière à éviter une diminution de l'abondance de la crevette en dessous du niveau à partir duquel elle a été en mesure de remplir ses rôles écosystémiques par le passé dans une situation de forte abondance du poisson de fond (c'est-à-dire éviter un scénario dans lequel une faible abondance de la crevette pourrait agir comme un facteur limitatif dans le non-rétablissement du poisson de fond). La pêche est fermée lorsque les niveaux de la BSR tombent en dessous du PRL.

Point de référence supérieur du stock (PRS) : 80 % de la moyenne de la BSR des femelles, 14 558 t; maintenu pendant la pêche moderne (2000–2010²). Le PRS a été sélectionné à la valeur par défaut (80 %) et sert à maintenir un écart suffisant entre le PRL et le PRS pour tenir compte de l'incertitude dans les valeurs de référence du stock et de l'exploitation et donner suffisamment de temps pour pouvoir exprimer et déceler les changements biologiques dans la population et y réagir.

Taux d'exploitation de référence (TER) : Le TER pour la crevette de l'est du plateau néo-écossais est un taux d'exploitation des femelles de 20 % (prises réelles de femelles/BSR) lorsque le stock se trouve dans la zone saine (au-dessus du PRS). Ce taux d'exploitation a été dépassé une fois pendant la pêche moderne (2000 à aujourd'hui), une période durant laquelle les niveaux élevés de CPUE et de BSR ont été maintenus. De plus, étant donné que les crevettes survivent environ trois à quatre ans après leur recrutement dans la pêche, on peut estimer que la mortalité naturelle représente de 25 à 33 % de la biomasse exploitable une année donnée. Bien que les scénarios d'exploitation dans lesquels la mortalité par pêche est

¹ Les points de référence sont établis en fonction des données de 2000 à 2010 afin d'éviter un scénario où les points de référence fondés sur une moyenne mobile deviendraient moins prudents pendant une période de réduction de la biomasse. Cette mesure ne signifie pas qu'il ne faut pas être vigilant pour déceler les signes d'un changement du régime actuel de productivité élevée vers un régime de productivité plus faible dans lequel ces points de référence pourraient ne plus convenir.

égale à la mortalité naturelle puissent donner un rendement optimal (p. ex. Gulland 1971), cette stratégie d'exploitation pourrait s'avérer trop risquée. Le taux d'exploitation maximal de 20 % pour la crevette se situe du côté conservateur de la fourchette approximative simpliste de la mortalité naturelle (25 à 33 %).

On utilise une série de 24 indicateurs pour caractériser l'abondance des crevettes, la production, les effets de la pêche et les caractéristiques environnementales dans le temps. Une interprétation de ces indicateurs fournit des éléments complémentaires qui éclairent les avis fournis par le Secteur des sciences sur l'état des stocks par rapport aux points de référence.

Les ZPC de l'est du plateau néo-écossais sont illustrés à la Figure 3. Les renseignements sur les permis pour la période récente couverte par les accords de partage entre les flottilles du golfe (semi-hauturière) et des Maritimes (côtière, Nouvelle-Écosse), y compris le nombre de navires actifs, sont présentés dans le Tableau 2. La pêche est actuellement exploitée selon un plan de gestion intégrée des pêches « évolutif ».

La pêche expérimentale au casier n'a pas fait l'objet d'une gestion par quotas entre 1995 et 1998, à l'exception d'un « plafond » de précaution de 500 t. De ce fait, le total des prises avait tendance à dépasser le TAC en raison de la pêche au casier. Lorsque la pêche au casier dans la baie Chédabouctou a été rendue permanente en 1999, un quota pour les casiers a été fixé à 10 % du TAC total, p. ex. 500 t pour un TAC de 5 000 t. Les années où les allocations de quotas à la pêche au casier étaient plus élevées que les quantités que la flottille pouvait capturer, le quota alloué a été ajusté afin d'augmenter l'allocation de la flottille de pêche aux engins mobiles. Par exemple, en 2004, la capacité initiale de 350 tonnes a été réduite à une allocation de 200 tonnes, qui se rapprochait davantage de la capacité de prise de la flottille de pêche au casier. La réaffectation de la partie non pêchée du quota de la pêche au casier à la fin de l'année a empêché certains pêcheurs de profiter du quota supplémentaire. Cela a souvent contribué à des prises totales inférieures au TAC. L'allocation de casiers a été réduite à 8 % en 2005, lorsque l'effort de pêche au casier et les prises étaient faibles en 2005–2010 en raison des mauvaises conditions du marché. Les conditions du marché pour la crevette pêchée au casier demeurent variables. Le total des débarquements de la pêche au casier était de 65 t en 2017 et 62 t (sur une allocation de quota de 208 t) avaient été débarqués au 15 novembre 2018.

MÉTHODES

INDICATEURS DE TYPE « FEUX DE CIRCULATION »

Cette analyse portait sur une série de 24 indicateurs. On a attribué aux indicateurs une couleur pour chaque année où les données étaient disponibles, en fonction de leur valeur en centiles par rapport à la période de productivité élevée fixe de 2000 à 2010 (Hardie *et al.* 2018). Les limites par défaut entre les feux de circulation pour les différents indicateurs, c'est-à-dire la transition du vert au jaune et du jaune au rouge, ont été décidées arbitrairement comme les 66^e et 33^e centiles de cette période de productivité élevée, respectivement. (MPO 2016a, Hardie *et al.* 2018). Avant le Cadre de 2015, les limites étaient déterminées par rapport à la moyenne de l'ensemble de la série chronologique pour un indicateur donné (Hardie *et al.* 2018). Si une augmentation était considérée comme nuisible à la santé du stock, la transition entre les limites était inversée. La « polarité » de la limite par défaut pour la série des CPUE commerciales devrait être considérée en fonction d'autres indicateurs. Par exemple, l'augmentation de la série des CPUE, combinée à l'augmentation de la concentration et à la diminution de l'abondance dans les relevés, serait considérée comme un développement négatif.

La longueur des séries de données varie de 17 à 36 ans. Une description détaillée du calcul de chaque indicateur est présentée dans Hardie *et al.* (2018). Les méthodes utilisées pour calculer les 24 indicateurs qui contribuent aux caractéristiques de l'abondance, de la production, des effets de la pêche et de l'écosystème résumées dans l'analyse des feux de circulation sont présentées annuellement en référence au Cadre. Les indicateurs ne sont pas pondérés en fonction de leur importance, et le sommaire du groupe et les indicateurs globaux sont une moyenne des indicateurs individuels. Comme il a été suggéré lors de l'examen du cadre de 2015, les indices de la CPUE et de l'effort total pour la pêche au casier sont inclus depuis 2016 (MPO 2016a, Hardie *et al.* 2018). Par ailleurs, l'indice de l'abondance du capelan et l'indice de la température au fond, dérivés du relevé de recherche estival du MPO, ont été retirés (MPO 2016a, Hardie *et al.* 2018).

SOURCES DE DONNÉES

Relevé coopératif au chalut du MPO et de l'industrie

Le 24^e relevé au chalut effectué par le MPO et l'industrie, selon un plan à stratification mixte comptant des stations fixes et aléatoires, a été réalisé en juin 2018. Le plan du relevé et les méthodes de sélection des stations étaient semblables à ceux des relevés annuels effectués depuis 1995 (Hardie *et al.* 2013b, Hardie *et al.* 2018) : profondeurs de pêche > 100 brasses (mesurées à l'aide d'un modèle altimétrique numérique de la zone; Greenlaw et McCurdy 2014), à des stations choisies au hasard dans les strates 13 et 15; stations fixes dans la strate 14 en raison de la difficulté de trouver des fonds chalutables; durée des traits de 30 minutes et vitesse du navire de 2,5 nœuds. Les stations de la strate 17 (zone côtière) ont été sélectionnées au hasard à toutes les profondeurs présentant un fond de type argile de LaHave (argile mince) sur les cartes de la géologie de surface de la Commission géologique du Canada (Atlantique) (mises à jour en fichier de forme SIG plutôt qu'au format de carte numérisée en 2017 pour en améliorer la précision). On présume que les stations fixes de la strate 14 sont représentatives de l'abondance de la crevette dans toute la strate et sont donc analysées de la même façon que les stations aléatoires dans les strates 13, 15 et 17. Le relevé de 2018 a été effectué par le navire *Cody & Kathryn*, qui l'a également réalisé en 1995, 1998 et de 2009 à 2017. Depuis 1997, tous les relevés ont utilisé le chalut standard (Gourock n° 126 – chalut à crevettes à deux bras et portes Bison n° 9). De plus, le filet est équipé d'un ensemble complet de capteurs de mesure du chalut qui enregistrent l'écartement des portes, la hauteur au-dessus du fond de la corde de dos et la température. Les estimations de la biomasse et de la population (méthode des aires balayées) et les intervalles de confiance avec autoamorçage (Smith 1997) ont été calculés à l'aide du rapport prises/trait standard (17,4 m × 1,25 mille marin (nm)), c'est-à-dire les prises réelles ajustées à la norme par la moyenne de l'écartement mesuré des ailes (au moyen de NETMIND et, les dernières années, de capteurs eSonar) du chalut utilisé pour le relevé pendant chaque trait et de la distance réelle parcourue (Halliday et Koeller 1981).

La série de relevés coopératifs du MPO et de l'industrie, lancée en 1995, a tenté plusieurs combinaisons chalut-bateau qui ont nécessité des expériences de pêche comparatives en 1996-1997 (Koeller *et al.* 1997) et en 2013 (Hardie *et al.* 2018). Pour élargir la fourchette des valeurs des indicateurs pour cette série, on a inclus les relevés de 1982 à 1988, une période de faible abondance, en contraste avec la récente période de forte abondance. Aucune expérience comparative n'a permis de procéder à un inter-étalonnage direct de la série de deux relevés; par conséquent, les données sur les prises n'ont été ajustées qu'en fonction de la différence d'écartement des ailes des chaluts utilisés. Les écartements des ailes étaient fondés sur les spécifications de rendement du chalut utilisé pour la première série et sur les mesures réelles pour la dernière série. Il est probable que le chalut utilisé au cours de la série récente a été plus

efficace pour capturer des crevettes que celui de la série de 1982 à 1988; les grandes différences dans les taux de prises entre les deux séries peuvent donc être exagérées et doivent être interprétées avec prudence. Étant donné que la taille des mailles du cul de chalut dans les deux séries était la même (40 mm), on a supposé que la sélectivité en fonction de la taille était la même dans les deux séries.

L'Atlantic Canadian Mobile Shrimp Association (ACMSA) supervise l'inspection professionnelle et l'entretien nécessaire du chalut de relevé avant (annuellement) et pendant (au besoin) le relevé pour vérifier que la capturabilité demeure constante. Les calées des relevés sont effectuées entre 5 h et 20 heures (heures de clarté) lorsque les crevettes sont concentrées sur le fond et que la capturabilité du chalut de relevé est la plus élevée.

La chronologie des navires de relevé, des changements d'engins et des expériences de pêche comparatives est résumée ci-après.

- 1995 : *Cody & Kathryn* – filet commercial du navire
- 1996 : *Lady Megan II* – filet du navire, comparaison avec le *Cody et Kathryn*
- 1997 : *Miss Marie* – chalut de relevé (construit par Nordsea), comparaison avec le *Cody et Kathryn*
- 1998 : *Cody et Kathryn* – chalut de relevé
- 1999–2001 : *Carmel VI* (nommé *Amelie Zoe* en 1999) – chalut de relevé
- 2002–2003 : *All Seven* – chalut de relevé (construit par Pescatrawl)
- 2004–2008 : *All Seven* – chalut de relevé (nouveau en 2004)
- 2009 : *Cody & Kathryn* – chalut de relevé (remis à neuf par le Capt Schrader)
- 2010 : *Cody et Kathryn* – chalut de relevé (vérifié par le Capt Schrader et Morgan Snook)
- 2011 : *Cody et Kathryn* – chalut de relevé (nouveau en 2011)
- 2012 : *Cody et Kathryn* – chalut de relevé (nouveau en 2011)
- 2013 : *Cody et Kathryn* – chalut de relevé (poids ajouté au chalut de 2011, comparaison avec la pêche au chalut non pondérée à 16 stations)
- 2014–2018 : *Cody et Kathryn* – chalut de relevé (nouveau en 2018)

Données sur les prises commerciales

Les données sur les taux de prises ont été tirées des journaux de bord des pêcheurs exigés de tous les participants et fournies par la Division des données commerciales de la région des Maritimes du MPO. Les données sur les prises commerciales des navires basés dans le Golfe, qui ont le plus long historique de pêche, fournissent un indice de CPUE sous la forme d'une moyenne non normalisée des prises/heures de pêche de tous les navires basés dans le Golfe pour une année donnée. La série chronologique plus courte pour la flottille des Maritimes permet d'estimer une série normalisée de CPUE de 1993 à 2018 dérivée des données sur les prises commerciales pour les 28 navires (<65', basés en Nouvelle-Écosse) qui ont pêché pendant au moins 7 des 26 années. Les données normalisées sur la CPUE ont été limitées aux mois d'avril à juillet inclusivement, les mois où le gros du TAC est généralement pêché. Un modèle linéaire généralisé a été utilisé pour normaliser les CPUE commerciales avec l'année, le mois, la zone et le navire comme composantes catégoriques. On a ensuite calculé les valeurs de la CPUE et les limites de confiance normalisées prévues pour un navire, un mois et une

zone de référence pour chaque année à l'aide du progiciel *predict.glm* (R Core Development Team 2005). Les données correspondent le mieux à une distribution gaussienne (valeur la plus faible du critère d'information Akaike (CIA)). Les chiffres commerciaux (nombre de crevettes par livre) sont également tirés des journaux de bord de la pêche commerciale.

Analyse détaillée de la crevette (échantillons des relevés et au port)

Un échantillon aléatoire d'une dizaine de livres de crevette a été prélevé dans chaque calée du relevé et dans la dernière calée de chaque sortie commerciale (prélèvement pendant la pêche dans toutes les zones, dans toutes les composantes de la flottille, y compris les bateaux <65' qui déchargent surtout leurs prises à Louisbourg et les bateaux >65' qui débarquent les leurs essentiellement à Arichat), puis congelé en vue d'une analyse détaillée (longueur de la carapace, poids de l'individu, sexe, présence de parasites/maladies, état des épines, stades de développement des œufs et présence d'œufs sur la tête). En tout, 120 échantillons des relevés (un de chaque chalut de relevé principal et sac ventral à chaque station) et environ 50 échantillons commerciaux (nombre d'échantillons par mois et zone attribué approximativement en proportion de la distribution temporelle et spatiale du poids des débarquements) sont analysés annuellement. En raison du calendrier de l'évaluation de la crevette par rapport au prélèvement et à l'analyse des échantillons commerciaux, les avis fournis au cours des processus d'évaluation antérieurs (avant 2012) n'étaient peut-être fondés que sur une partie des échantillons. Des mesures ont été prises pour accélérer l'analyse des échantillons. En 2018, les 120 échantillons du relevé et les 29 échantillons commerciaux ont été inclus dans cette analyse.

Analyse de la fréquence de longueur

Les estimations de la population du relevé ont été déterminées selon la méthode des aires balayées à l'aide des fréquences de longueur de chaque calée, des poids capturés et d'une relation de longueur-poids. On a ensuite estimé la population du relevé par groupe d'âge en séparant les estimations de la population totale selon la longueur tirées de la méthode des aires balayées en groupes d'âge déduits au moyen d'une analyse modale (*mixdist* en R; Macdonald et Pitcher 1979). Les données sont d'abord attribuées à trois catégories d'âge (5, 6 et 7). L'analyse modale pour 2018 a été attribuée à des sept catégories d'âge, interprétées comme correspondant aux âges 2 à 8. L'âge 1 est déduit par l'analyse du sac ventral. Les modes correspondant aux âges plus avancés sont regroupés dans la catégorie 5+ parce que l'attribution des âges serait très subjective aux âges 5 et au-delà. L'ajustement des données aux sept catégories d'âge correspondait très bien à la distribution des fréquences de longueur de 2018 (Chi-carré, $p < 0,001$).

Indicateurs de la taille des crevettes

Quatre indicateurs sont pris en compte pour la taille des crevettes : taille maximale moyenne, taille moyenne à la transition sexuelle, taille moyenne des femelles et chiffres commerciaux (voir les détails dans Hardie *et al.* 2018). Ces indices avaient été présentés comme de simples estimations ponctuelles moyennes sans aucune mesure de l'incertitude avant 2013. Les méthodes utilisées pour calculer les indicateurs de taille demeurent inchangées par rapport à Hardie *et al.* (2018) et comprennent maintenant des intervalles de confiance à 95 % comme mesure de l'incertitude.

Données écosystémiques

Les données sur la température au fond sont enregistrées de deux façons durant chaque relevé sur la crevette depuis les quatre dernières années. Tout d'abord, un enregistreur de

température continu (Minilog, Vemco Ltd.) est fixé à la porte de chalut de bâbord (auparavant fixé à la corde de dos comme principale source de données). Ensuite, on utilise le capteur principal eSonar. On optimise les données recueillies par les capteurs eSonar avant de calculer la moyenne par trait. Les données Minilog sont enregistrées en tant que sauvegarde au cas où les données des traits seraient incomplètes ou si les traits ne produisent pas de données. On utilise les données satellitaires pour estimer les températures à la surface de la mer (SST) dans des zones définies englobant les fosses à crevettes entre les deux dernières semaines de février et les deux premières semaines de mars (Figure 4). Les indices de la prédation et du recrutement de la morue et du flétan du Groenland (turbot) sont tirés des strates du relevé de recherche estival du MPO, qui englobent les fosses à crevettes (strates 443–445 et 459, détails dans Hardie *et al.* 2018). Il n'a pas été possible de mettre ces indices à jour en 2018 en raison de contraintes opérationnelles, ce qui a créé une rupture dans la série de 36 ans. L'indice du recrutement du crabe des neiges, tel que décrit dans Hardie *et al.* (2018) est tiré du relevé sur le crabe des neiges réalisé par le MPO et l'industrie. Cet indice est avancé d'un an dans l'analyse des feux de circulation (p. ex. on utilise la valeur de 2017 pour 2018) puisque la valeur de l'année en cours n'est généralement pas disponible pour l'évaluation de la crevette.

PRISES ACCESSOIRES

L'arrivée de la grille Nordmøre en 1991 a réduit les prises accessoires et permis à la pêche d'atteindre son ampleur actuelle. Les estimations des prises accessoires sont extrapolées à partir de l'échantillonnage effectué par les observateurs en mer pendant les sorties de pêche commerciale. L'objectif de couverture est de trois sorties par année, soit une couverture de 3 % par sortie. En 2018, la couverture d'échantillonnage n'a pas été atteinte, car seulement deux sorties ont été échantillonnées. Les faibles quantités de prises accessoires (1,5 % et <1 % en 2017 et 2018, respectivement), selon la couverture par les observateurs de 55 calées commerciales en 2017 (2 sorties) et 2018 (2 sorties), donnent à penser que les configurations des chaluts de la flottille, y compris l'utilisation de la grille Nordmøre, continuent d'assurer des prises accessoires basses en poids (Tableau 7). Ces valeurs des prises accessoires sont vraisemblablement surestimées en raison du poids minimal de 1 kg enregistré par les observateurs pour l'ensemble des espèces observées par calée (par exemple, un seul lançon serait enregistré comme pesant 1 kg, même si en réalité il ne pèse que quelques grammes). Depuis 2015 à 2016, le total des prises accessoires déclarées, en poids, des sorties observées a diminué, tandis que la fréquence d'échantillonnage est demeurée constante. Les sorties observées en 2018 ont eu lieu au printemps et à l'été et ont couvert des parties des ZPC 13 (une calée seulement), 14 (28 calées) et 15 (3 calées). Le niveau de présence des observateurs dans la ZPC 13 est minime ou nul depuis un certain nombre d'années. On considère néanmoins que la pêche de la crevette aux engins mobiles dans l'est du plateau néo-écossais pose peu de risque sur le plan de la quantité des prises accessoires ou de leur composition par espèce.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

APPROCHE DE PRÉCAUTION

Les indices de la BSR (femelles) et de l'exploitation des femelles sont déclarés dans l'analyse des feux de circulation (ci-après), mais ils définissent également les points de référence du stock et les taux d'exploitation de référence pour la crevette de l'est du plateau néo-écossais. La BSR n'est pas une mesure de la capacité de reproduction. En raison de la relation entre la fécondité et la taille, et de la plage de taille des crevettes en réaction aux fluctuations de la densité, de la température et du taux de croissance, il convient d'examiner attentivement les

« données auxiliaires » fournies par les indicateurs de type « feux de circulation » pour interpréter les points de référence illustrés sur la Figure 2.

Analyse des feux de circulation

Les données d'entrée pour l'analyse des feux de circulation sont reproduites dans le Tableau 3. Les différents indicateurs sont examinés dans les sections ci-après, groupés selon les caractéristiques décrites précédemment. Ils sont présentés sur la Figure 18, et les caractéristiques sommaires et l'indicateur sommaire de la moyenne globale sur la Figure 19.

ABONDANCE

Indice de l'abondance des relevés

L'estimation stratifiée de la biomasse moyenne du relevé effectué par le MPO et l'industrie pour 2018 représente une biomasse totale de 23 449 tonnes (selon la méthode des aires balayées), relativement stable par rapport à l'estimation de 23 382 tonnes pour 2017. Les estimations de la biomasse totale sont en baisse depuis 2015. Une diminution moins importante a été observée en 2017 et s'est stabilisée en 2018. La répartition des prises des relevés depuis deux ans est illustrée sur la Figure 6. Les estimations de la biomasse ont diminué d'environ 15 % et 8 % dans les strates 14 et 15, respectivement; toutefois, elles ont augmenté pour les strates 13 (29 %) et 17 (2 %) (Tableau 6). Par rapport aux séries chronologiques des relevés disponibles, la biomasse demeure à un niveau modéré dans les strates 13 et 17, mais se situe à des creux historiques dans les strates 14 et 15 (Figures 5 et 7, Tableaux 4 et 6). On prévoyait une augmentation globale de la biomasse étant donné que le recrutement de la classe d'âge de 2013 devait fournir une contribution supérieure à la contribution limitée des années précédentes (2009–2012) (MPO 2014, MPO 2015, MPO 2016b, Hardie *et al.* 2018; MPO 2018).

Interprétation : Les classes d'âge de l'âge 0 moins abondantes de 2009 à 2012 ont entraîné une diminution de la biomasse de 2015 à 2017. En 2013, on a observé une classe d'âge plus forte, qui entre maintenant dans la composante exploitable du stock et a atténué le déclin de la biomasse. Cette abondante classe d'âge de 2013-2014 devrait atteindre la fin de sa durée de vie en 2020–2021 et ne plus contribuer à la biomasse exploitable. La baisse de l'indice de l'abondance du relevé de 2017 corrobore l'indice de la CPUE normalisée qui a diminué depuis 2016; toutefois, l'augmentation marginale en 2018 n'est pas encore soutenue par l'indice de la CPUE.

Capture par unité d'effort des navires du Golfe

Les navires du Golfe sont les plus grands de la flottille et, bien que les navires participants (et les engins de pêche) aient considérablement changé depuis le début de la série chronologique, ils ont toujours mesuré plus de 65 pieds de longueur, alors que ceux de la flottille de la Nouvelle-Écosse ont une longueur de moins de 65 pieds. Cette importante série chronologique couvre des périodes d'abondance élevée et faible du stock. Étant donné que les méthodes et les engins de pêche se sont améliorés au fil des ans (introduction de la grille Nordmøre en 1991), il faut interpréter avec prudence les différences dans les CPUE du Golfe entre les périodes de faible et de forte abondance. La CPUE non normalisée des bateaux du Golfe a affiché une tendance à la hausse tout au long des années 1990, culminant en 2004, et est variable depuis, avec une tendance générale à la baisse.

Interprétation : La valeur de 2018 a diminué de 16 % par rapport à 2017 et n'avait pas été aussi faible depuis la fin des années 1990 (Figure 7A). Une tendance générale semblable à l'indice

de la CPUE du Golfe se dégage de la CPUE normalisée de la flottille de la Nouvelle-Écosse, malgré les variations temporelles et spatiales de l'activité de pêche.

Capture par unité d'effort normalisée des chalutiers commerciaux

En général, les indicateurs des relevés, du Golfe et de la CPUE commerciale normalisée ont suivi des tendances semblables au cours de la série chronologique. Il y a eu quatre différences notables entre les CPUE commerciales et la CPUE des relevés sur la crevette dans la série chronologique récente (c.-à-d. des CPUE commerciales élevées malgré la baisse dans la CPUE des relevés en 2000 à 2003, 2006 à 2008, 2012 et 2015 à 2016; Figure 7A). Pour 2018, la légère divergence est caractérisée par une augmentation de la CPUE du relevé, alors que la CPUE commerciale est toujours en baisse. Elle peut probablement s'expliquer par les changements de répartition associés à la classe d'âge abondante de 2013 qui contribue maintenant à la pêche. Depuis trois ans, l'effort a également diminué et coïncide avec le début des réductions annuelles ou du maintien annuel du TAC.

Interprétation : La valeur de l'indicateur de la CPUE normalisée de 2017 a diminué de 35 % par rapport à 2016, et celle de 2018 a diminué de 4 %. Ce ralentissement du taux de diminution est probablement attribuable à l'entrée de la classe d'âge de 2013 dans la pêche. La baisse de la CPUE commerciale normalisée, conjuguée à l'augmentation de la CPUE du relevé, suggère des taux de prise plus faibles en raison de la dispersion accrue du stock, qui coïncide avec un TAC réduit.

Prises au casier par heure de pêche au casier

L'indice des prises par heure de pêche au casier (PHPC) a été intégré à la suite de l'examen du cadre de 2015. Le PHPC, qui fournit un indicateur supplémentaire de l'abondance dépendant des pêches, est tiré de différents engins et se distingue sur les plans spatial et temporel des indices des prises de la pêche au chalut. La pêche au casier a été rendue permanente en 1999 et, depuis 2005, reçoit une allocation de 8 % du TAC total (Tableau 1). La pêche au casier est compétitive et comprend 14 permis (7 en activité en 2018) qui sont limités à la baie Chédabouctou (Figure 3). L'effort et les prises de la pêche au casier ont été très faibles de 2005 à 2010 en raison des mauvaises conditions du marché. Les conditions du marché se sont améliorées, mais demeurent variables d'une année à l'autre. La flottille de pêche au casier a débarqué 65 t en 2017 et en avait débarqué 62 t au 15 novembre 2018 (la pêche se poursuit).

Interprétation : D'après les résultats préliminaires des prises (surtout du printemps), l'indice des PHPC de 2018 a diminué de 1 % par rapport à 2017. Les réductions de l'indice des PHPC peuvent refléter les diminutions des grosses crevettes femelles depuis l'introduction de la classe d'âge de 2013 dans la pêche; toutefois, il ne faut pas négliger l'influence des facteurs externes sur cette flottille, car la variation peut être plus étroitement liée aux conditions du marché. La partie automnale des prises est habituellement incluse dans celles de l'année suivante en raison de l'inaccessibilité des données et du moment de la pêche au moment des mises à jour annuelles.

Coefficient de variation du relevé

La mesure de la dispersion est calculée dans le relevé en quantifiant le coefficient de variation (CV) global et est généralement demeurée élevée. Une augmentation de cet indice décrit une situation où la pêche peut maintenir des taux de prises élevés sur des concentrations très denses d'une ressource en déclin, alors que le relevé indique une répartition inégale de la crevette. Les valeurs de 2013 à 2015 étaient très constantes, et ont été suivies d'une légère baisse en 2016 (Figure 8). La valeur de 2017 a été l'une des plus élevées depuis 2010, ce qui

donne à penser que les stocks se sont regroupés. En 2018, des augmentations du CV ont été observées dans les strates 13 à 14, mais les valeurs du CV ont diminué pour les strates 15 et 17. La valeur du CV dans la strate 17 a diminué de près de moitié de 2017 à 2018, mais elle est demeurée stable dans la strate 15 par rapport aux séries chronologiques disponibles (Figure 8). Le nombre de stations utilisées pour calculer le CV du relevé est constant depuis 2006.

Interprétation : Une réduction par rapport au CV relativement élevé des prises des relevés suggère une dispersion des regroupements de stocks. Cette situation est étayée par une légère augmentation des indices de la biomasse totale et de la biomasse du stock reproducteur décrits ci-dessus. De plus, les températures ont baissé dans toutes les strates du relevé depuis 2016 (Figure 17), ce qui explique davantage les changements dans la répartition du stock.

Zone de pêche commerciale

Cette mesure de la dispersion est particulièrement importante lorsque les indices des relevés diminuent alors que les taux de prises commerciales continuent d'augmenter. À l'heure actuelle, les indices des relevés se stabilisent par rapport aux baisses enregistrées depuis 2015 (+1 % en 2018), et les taux de prises commerciales diminuent (Figure 7A). Les augmentations de l'indice de la zone de pêche commerciale indiquent une dispersion de la biomasse du stock sur une plus grande zone.

Interprétation : Les zones où le taux de prises commerciales est supérieur à 250 kg/h constituent la base de l'indice de la zone de pêche commerciale. Ces zones étaient en baisse depuis 2015; cependant, les taux de prises commerciales de 2018 montrent une augmentation dans ces zones (Figure 9, graphique supérieur). La distribution des taux de prises correspond à une augmentation de la disponibilité de la ressource, où les zones dans lesquelles les taux de prises sont très élevés à modérés ont également augmenté (Figure 9). Le maintien d'un TAC plus bas en 2018 est justifié par une distribution spatiale globale de l'effort qui était semblable en 2017 et 2018 (Figure 10). L'effort a été concentré dans la ZPC 14 les deux années, et réduit dans la ZPC 15 en 2018 (Figure 10).

PRODUCTION

Abondance des crevettes d'âge 1 avec sac ventral dans le relevé

Cet indice présente une fourchette dynamique sur la série chronologique de 17 ans. Il a signalé la vigueur des classes d'âge de 2001, 2007 à 2008 et 2013 deux ans avant qu'elles ne commencent à apparaître dans les prises commerciales, et jusqu'à cinq ans avant qu'elles soient entièrement recrutées (Figures 11 à 13, Tableau 5). Ces pics de recrutement indiquent des cycles de recrutement qui équivalent à peu près à la durée de vie de l'espèce. L'apparition de cycles de recrutement de différentes longueurs donne à penser qu'il pourrait y avoir une relation de stock-recrutement (c.-à-d. que les classes d'âge solides produisent de grands stocks reproducteurs qui produisent eux-mêmes des classes d'âge solides). L'indice de l'abondance d'âge 1 avec sac ventral de 2014 était le deuxième plus élevé jamais enregistré, suivi par des valeurs très faibles de 2015 à 2017 (Tableau 5, Figure 12).

Interprétation : Les valeurs de l'indice avec sac ventral pour 2016 et 2017 étaient constantes et faibles, ce qui laisse croire à une mauvaise survie au cours des deux dernières saisons; cependant, la valeur pour 2018 révèle une augmentation du recrutement à l'âge 1 par rapport aux dernières années (Tableau 5). La classe d'âge de 2013, qui a été observée à peu près au même niveau que la classe d'âge de 2001 dans le relevé de 2014, a été suivie de près. On a fait le suivi de cette cohorte dans l'indicateur de l'âge 2 en 2015 et elle était évidente dans les données des relevés de 2015 et de 2016 et des prises commerciales (Tableau 5, Figures 11 à

13). Sa croissance continue a été relevée dans l'indicateur de l'âge 4 en 2017 et elle devrait recruter dans la BSR au cours des saisons 2018–2019. On sait aussi que divers facteurs écosystémiques influencent le recrutement de la crevette (p. ex. températures printanières à la surface de la mer et abondance des prédateurs; voir ci-après).

Abondance de l'âge 2 dans le relevé

Bien que l'analyse modale longueur-fréquence ait tendance à définir le mode de l'âge 2, il est possible que cette taille de la crevette soit sous-échantillonnée par le chalut principal du relevé principal. L'indice des crevettes d'âge 2 a diminué de 2015 à 2016, ce qui indique que la classe d'âge de 2013, comme on l'a observé dans l'indice de l'âge 1 avec sac ventral de 2014, était devenue la classe d'âge 5+ en 2018 (Tableau 5). En 2017, le nombre de crevettes d'âge 2 a augmenté par rapport à 2016, mais a diminué de nouveau en 2018.

Interprétation : Les tendances entre les indices de l'abondance de l'âge 1 et de l'âge 2 sont traditionnellement ambiguës (c.-à-d. que les changements de l'indice de l'âge 1 ne sont pas toujours suivis par des changements concomitants de l'indicateur de l'âge 2 l'année suivante; Tableau 5). Toutefois, ce n'était pas le cas pour l'indicateur de 2015, qui a détecté l'abondante classe d'âge de 2013. La faible valeur de l'indicateur de l'âge 2 en 2016 correspondait au faible indicateur de l'âge 1 avec sac ventral en 2015. L'indicateur de l'âge 1 avec sac ventral de 2016 était près de la moitié de la valeur de 2015; toutefois, l'indicateur de l'âge 2 en 2017 était plus élevé que prévu. L'indicateur de l'âge 1 avec sac ventral pour 2017 était à nouveau bas, suivi d'une valeur basse de l'indicateur de l'âge 2 en 2018.

Abondance de l'âge 4 dans le relevé

L'abondance des crevettes d'âge 4 en 2017 était supérieure à la moyenne sur 20 ans (Tableau 5); toutefois, elle a diminué en 2018. La valeur pour l'âge 4 a augmenté en 2017 en raison de la classe d'âge de 2013, mais dans une moindre mesure compte tenu de l'échelle précédemment qualifiée de ce pic de recrutement. La diminution de l'indicateur de l'âge 4 observée en 2018 était prévue étant donné l'indice plus bas de la classe d'âge de 2014 avec sac ventral.

Interprétation : Les modes de l'âge 4 pour 2017 (pour la classe d'âge de 2013) et 2018 (pour la classe d'âge de 2014) se situent à des niveaux modérés qui devraient contribuer à la BSR au cours des saisons 2018 à 2019.

Biomasse du stock reproducteur (femelles) du relevé

Une relation claire de stock-recrutement n'a pas encore été décrite pour la crevette de l'est du plateau néo-écossais, bien qu'elle l'ait été pour d'autres stocks de pandalidés (Hannah 1995; Boutillier et Bond 2000). Depuis la fin des années 1980, la BSR est passée d'environ 4 300 tonnes à des valeurs presque trois fois plus élevées au milieu des années 1990. Ces augmentations se sont produites dans des conditions environnementales précises (températures froides de l'eau et diminution de la mortalité naturelle due à la diminution de la prédation) et à des mortalités par pêche négligeables. Bien que l'abondance du stock ait augmenté à partir du creux de 4 300 tonnes, une valeur plus prudente (5 459 tonnes) est utilisée comme PRL. Les femelles multipares ne frayent généralement pas chaque année; c'est pourquoi on ne considère pas la BSR comme une mesure de la capacité de reproduction. Étant donné que la fécondité est directement liée à la taille, la BSR devrait être prise en compte conjointement avec les indicateurs de la taille des crevettes.

Interprétation : Les estimations de la biomasse du stock reproducteur ont diminué de 7 % en 2017 et ont augmenté de 2 % en 2018. La BSR relativement élevée observée en 2013 et en

2014 correspond au recrutement complet des abondantes classes d'âge de 2007 et 2008. Les baisses ultérieures de la BSR en 2015 et en 2016 sont révélatrices du recrutement global limité des classes d'âge de 2009 à 2012 et, par conséquent, de la faible biomasse globale des femelles matures. En 2018, l'augmentation de la BSR indique que la classe d'âge de 2013 a commencé à contribuer à la biomasse globale des femelles matures. L'estimation de la BSR pour 2018 (12 599 t) demeure inférieure au PRS (14 558 t), plaçant le stock dans la zone de prudence pour la troisième année consécutive (Figures 2 et 14A).

Taille moyenne à la transition sexuelle (L_t)

La transition sexuelle retardée se produit pendant les périodes de forte densité de population et entraîne des années supplémentaires de croissance, ce qui se traduit par la production de femelles plus grosses. Cette population est en déclin depuis 2015. Ce déclin a ralenti en 2018 et pourrait indiquer un changement positif de la biomasse ou de la densité de la population (Figure 15D).

Interprétation : Les baisses de la taille moyenne à la transition sexuelle ont été en moyenne de 1,6 % de 2015 à 2017. La valeur de 2018 est demeurée stable (baisse de <0,5 %) par rapport à 2017.

Taille maximale moyenne (L_{max})

On a supposé que le rapport de la taille à la transition sexuelle sur la taille maximale était constant (invariant) à environ 0,8–0,9 pour tous les stocks de *Pandalus borealis* (Charnov et Skúladóttir 2000). Il a été démontré que cette règle s'appliquait à l'est du plateau néo-écossais (Koeller *et al.* 2003b, Koeller 2006). Par conséquent, la taille maximale atteinte dans la population est un indicateur de la croissance (c.-à-d. que la variation de la taille maximale dénote probablement un changement du taux de croissance). La relation entre L_t ou L_{max} et les changements du taux de croissance est complexe en raison de l'influence d'autres facteurs, y compris les changements concomitants de la longévité et de la mortalité naturelle (p. ex. les crevettes à croissance plus lente ont tendance à vivre plus longtemps). Les valeurs de l'indice de 2017 et de 2018 se situaient dans la plage d'incertitude pour ces données au cours des dernières années (Figure 15B).

Interprétation : L'indice de la taille maximale moyenne a été relativement stable au cours de la période récente, ce qui peut indiquer que les niveaux de stocks modérés maintiennent cet indice de la taille moyenne.

Prédation

L'abondance des poissons à nageoires est négativement corrélée à l'abondance de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais et dans la plupart des autres zones de pêche de la crevette. Cet indice est utilisé comme indicateur de la mortalité naturelle et a considérablement varié depuis 2002.

Interprétation : Après une baisse en 2015, l'indice est revenu à une valeur relativement élevée en 2016 et a de nouveau augmenté de 15 % en 2017 (Figure 16). La valeur de 2018 n'est pas disponible, mais par rapport aux cinq dernières années (2013 à partir de 2013), la prédation est probablement demeurée élevée.

IMPACTS DE LA PÊCHE

Effort

L'effort total de la flottille de chalutiers a été ajouté à titre d'indice à la suite de l'examen du cadre de 2015 et fournit un indicateur supplémentaire de la caractéristique de l'impact des pêches. L'effort total déployé par la flottille de chalutiers dans l'est du plateau néo-écossais peut servir (avec l'indice de la zone de pêche commerciale) à davantage étayer les inférences concernant la dispersion ou le regroupement du stock et est pertinent pour examiner et comparer les valeurs de l'indice des taux de prises commerciales d'une année sur l'autre. L'effort global déployé au cours d'une saison est fortement influencé par le niveau du TAC et peut aussi être davantage influencé par la dynamique de la flottille et les facteurs environnementaux. Cet indice devrait être le plus instructif les années où le TAC change peu ou pas du tout.

Interprétation : L'effort total de chalutage a diminué d'environ 3 % de 2017 à 2018. Cette baisse correspond au maintien du TAC pour la saison 2018 (Tableau 3).

Chiffres commerciaux

Cet indicateur est une mesure de la facilité avec laquelle les pêcheurs « font leur chiffre », c'est-à-dire la facilité avec laquelle ils obtiennent le meilleur prix pour leurs crevettes. Une augmentation du chiffre pourrait indiquer que :

- a) le recrutement est bon et il y a une abondance de petites crevettes, ou
- b) la population de crevettes plus grosses diminue, ou
- une combinaison de « a » et « b ».

De plus, une augmentation de cet indicateur peut être considérée comme positive (augmentation du recrutement) ou négative (surpêche de la croissance) selon qu'elle est placée dans la caractéristique des effets de la production ou de la pêche. Il faut donc examiner cet indicateur avec d'autres, y compris les indices de l'abondance des différentes catégories d'âge. Les chiffres peuvent également changer considérablement pendant la saison de pêche, commençant habituellement par des niveaux relativement élevés, atteignant leur minimum en juillet et remontant par la suite, probablement en raison de changements propres à la taille de la répartition verticale ou géographique associée aux changements de la durée du jour.

Interprétation : Après avoir baissé en 2014 jusqu'à la valeur la plus faible en plus d'une décennie, les chiffres commerciaux ont augmenté en 2015 et sont demeurés stables en 2016 (Figure 15A). En 2017, une autre baisse a été observée, et la valeur de 2018 est inférieure à celle décrite en 2014. Le gros des chiffres totalisés provient des données recueillies au début du printemps. Avec la contribution des crevettes de taille inférieure de la classe d'âge de 2013, les chiffres commerciaux devaient augmenter en 2018; toutefois, notre analyse n'a pas permis d'observer une telle augmentation. L'abondance résiduelle relativement faible des classes d'âge de 2009 à 2012 a peut-être eu une présence plus marquée au printemps, faussant ainsi les chiffres. De plus, les chiffres proviennent de quelques pêcheurs et non de tous les participants à la flottille, ainsi que d'une couverture limitée de la zone.

Indice de l'exploitation

Il a été démontré que l'estimation de la biomasse totale du relevé pouvait être sous-estimée de 25 % en raison du manque de couverture dans les zones peu profondes entourant les fosses à crevettes; de ce fait, le taux d'exploitation est probablement surestimé. Cet indicateur est donc

considéré comme un indice de l'exploitation. Étant donné que le relevé utilise un chalut commercial commun avec une grille Nordmøre, on suppose que sa sélectivité est semblable à celle des engins commerciaux. La biomasse utilisée pour estimer l'exploitation peut être considérée comme une estimation ponctuelle de la « biomasse exploitable ». En supposant que tout le TAC de 2 600 tonnes est capturé en 2018 (les prises étaient de 2 410 tonnes (93 %) au 15 novembre 2018), l'indice de l'exploitation totale était d'environ 10 %, relativement stable depuis 2017 (Tableau 6, Figure 14).

Interprétation : La stabilité de l'indice de l'exploitation totale pour 2018 reflète le TAC de 2018 (2 600 t), pour compenser la réduction de 9 % de l'estimation de la biomasse en 2017. Cette mesure de précaution a été mise en œuvre dans l'espoir que la classe d'âge de 2013 contribue à la biomasse exploitable et à la biomasse du stock reproducteur en 2018.

Taux d'exploitation des femelles

Comme la pêche à la crevette est sélective pour les femelles plus grosses, l'exploitation des femelles peut être considérée comme une mesure de l'impact de la pêche sur le potentiel de reproduction du stock. Selon les données préliminaires de 2018, l'exploitation des femelles (12 %) a diminué par rapport à 2017 et demeure inférieure au TE de 20 % (Figures 2 et 14B).

Interprétation : Comme l'exploitation totale, la réduction de l'exploitation des femelles par rapport à 2017 reflète le TAC de précaution de 2018.

Taille moyenne des femelles dans les prises

Une diminution de cette valeur indicatrice peut dénoter une réduction du nombre de crevettes plus grosses dans la population en raison des prélèvements de la pêche et d'une dépendance accrue à l'égard des animaux plus petits, c.-à-d. une possible surpêche de la croissance ou une surpêche du recrutement. La taille moyenne des femelles dans les prises a généralement diminué depuis les premières années de la pêche, car les plus gros animaux ont été retirés de la population de façon sélective et continue.

Interprétation : Les augmentations de cet indice pour 2017 et 2018 font suite à une tendance à la baisse sur deux ans. Cette augmentation est probablement attribuable à l'abondance des femelles de la classe d'âge de 2013, plus petites, par rapport à la diminution de l'abondance des classes d'âge de crevettes plus grosses de 2009 à 2012 (Figure 15C).

Proportion de femelles dans les prises

La proportion de femelles dans les prises a été relativement stable, à une valeur élevée, depuis 2009 (Tableau 3). Après une baisse en 2015, l'indice a brièvement rebondi en 2016, puis a continué de reculer en 2017. En 2018, il est stable par rapport aux niveaux de 2017 (Figure 10). L'augmentation de 2018 reflète probablement le recrutement de la classe d'âge de 2013 dans la population femelle, avec des prises constantes de 2017 à 2018.

Interprétation : La stabilité relative de cet indice à une valeur élevée ces dernières années reflète le fait que la population est dominée par les crevettes plus âgées, principalement des femelles, avec des classes d'âge suivantes relativement pauvres (moins de mâles). Cette hypothèse est étayée par les distributions des fréquences de longueur dans les relevés et les prises commerciales (Figures 11–13).

ÉCOSYSTÈME

Températures au fond d'après les relevés effectués par le navire de recherche

Dans certains stocks de crevettes nordiques se trouvant près des limites sud de l'aire de répartition de l'espèce, l'abondance présente des corrélations négatives avec les températures de l'eau. On suppose que les températures plus chaudes de l'eau ont une influence négative sur les populations de crevette en raison de la diminution de la fécondité associée à l'augmentation des taux de croissance, à la diminution de la taille au moment de la transition et à la diminution de la taille maximale (Shumway *et al.* 1985). Des travaux récents ont indiqué que des températures plus froides au fond augmentent le temps d'incubation des œufs, ce qui retarde les temps d'éclosion, qui correspondent plus favorablement aux conditions optimales de croissance printanière (eau de surface plus chaude et prolifération printanière de phytoplancton) (Koeller *et al.* 2009). Sur l'est du plateau néo-écossais, la forte hausse de la population qui s'est produite du milieu des années 1980 au milieu des années 1990 peut être associée à des températures de l'eau plus basses à la surface et au fond. D'importantes fluctuations des températures de l'eau au fond (Figure 9) sont peut-être également associées au régime de recrutement cyclique observé depuis le début des années 1990 (classes d'âge de 1993 à 1995, 2001 et 2007 à 2008). Depuis 1995, les températures au fond affichent une tendance générale à la hausse (Figure 16).

Les températures au fond dans les zones à crevettes étaient relativement élevées dans les années 1980, alors que la population de crevette était peu nombreuse, et les températures étaient basses pendant l'augmentation de la population dans les années 1990 (Figures 16–17). Les températures plus chaudes en 2005, 2006 et de 2009 à 2015 concordent avec les résultats bas de l'indice avec sac ventral de 2006, 2007 et 2010–2016, respectivement. Toutefois, malgré les températures chaudes au fond et à la surface de la mer au printemps en 2013, l'indice avec sac ventral de 2014 est le deuxième le plus élevé de la série chronologique (Figure 17, Tableau 5). Les températures au fond pendant le relevé sur la crevette ont affiché une tendance à la baisse depuis 2016 et sont aux niveaux comparables plus bas observés dans la série chronologique récente (>1995) (Figures 16–17).

Interprétation : La diminution de la valeur de cet indice depuis 2016 met en évidence les conditions générales favorables à la crevette de l'est du plateau néo-écossais et améliore les perspectives d'un recrutement plus fort des classes d'âge de 2017 et 2018 dans ces conditions.

Températures à la surface de la mer au printemps

Les corrélations négatives entre la température à la surface de la mer (SST) et les estimations décalées de la population (quatre à cinq ans dans le golfe du Maine) sont courantes pour les stocks de *P. borealis* du sud, y compris l'est du plateau néo-écossais. Cela peut être lié à la stabilité de la colonne d'eau et au décalage entre les conditions de prolifération du phytoplancton qui en résultent et les temps d'éclosion, selon l'hypothèse d'Ouellet et ses collaborateurs (2007). Par conséquent, les SST utilisées dans cet indice étaient des moyennes pour une période englobant les temps moyens d'éclosion dans l'est du plateau néo-écossais (de la mi-février à la mi-mars).

Interprétation : Les températures printanières à la surface ont baissé de 2010 à 2015, mais elles ont augmenté en 2016 (Figure 16). En 2017-2018, elles ont diminué et, combinées aux températures plus froides au fond, indiquent que les conditions sont actuellement favorables aux crevettes.

Recrutement de la morue

L'abondance de la morue est généralement corrélée négativement à l'abondance de la crevette pour la plupart des stocks de l'Atlantique Nord, y compris celui de l'est du plateau néo-écossais. Cela s'explique en partie par les influences environnementales à grande échelle, comme la température, qui semblent avoir des effets opposés sur la dynamique des populations de morue et de crevette, ainsi que par un effet trophique de la prédation de la morue sur les crevettes. Le recrutement de la morue (< 30 cm) a diminué jusqu'à un niveau très bas en 2014, mais les valeurs sont revenues à des valeurs généralement conformes à la série chronologique récente en 2017. Aucune mise à jour n'est disponible pour 2018.

Interprétation : La mortalité naturelle des crevettes attribuable à la prédation par la morue devrait demeurer faible.

Recrutement du flétan du Groenland (turbot)

Le flétan du Groenland ou turbot est une espèce d'eau froide dont l'abondance est souvent corrélée positivement à l'abondance de la crevette. Le turbot est aussi un prédateur connu de la crevette, de sorte qu'une augmentation de cet indicateur est à la fois positive et négative. Le fait de limiter cet indicateur aux turbots juvéniles peut diminuer l'influence de la prédation et fournir une valeur prédictive plus élevée pour l'abondance des crevettes. Le turbot de moins de 30 cm a atteint un pic d'abondance dans l'est du plateau néo-écossais en 2005–2006 et s'est depuis stabilisé à des niveaux relativement bas.

Interprétation : L'indice de recrutement du turbot a diminué en 2017 et est demeuré relativement stable à de faibles niveaux au cours de la dernière décennie. Une mise à jour n'était pas disponible pour 2018, mais comme pour les autres espèces sympatriques d'eau froide, les conditions environnementales récentes/actuelles semblent favorables au recrutement du turbot.

Recrutement du crabe des neiges

Comme pour le turbot, l'abondance du crabe des neiges a tendance à suivre l'abondance de la crevette à long terme. Cependant, le crabe des neiges a une longévité et des cycles de population beaucoup plus longs. L'indice de pré-recrutement des mâles du relevé sur le crabe des neiges au large du sud du Cap-Breton baisse graduellement depuis 2010.

Interprétation : La tendance à la hausse du recrutement du crabe des neiges ces deux dernières années confirme encore que les conditions environnementales dans l'est du plateau néo-écossais pourraient progressivement devenir favorables au recrutement d'espèces sympatriques d'eau froide.

SOMMAIRE DES FEUX DE CIRCULATION

Note d'avertissement : Les valeurs du sommaire général et des caractéristiques sommaires sont tirées d'un processus de calcul de la moyenne qui ne tient pas compte des interactions complexes qui peuvent se produire entre les indicateurs. Il convient donc de faire preuve de prudence pour interpréter les différents indicateurs relatifs à la santé du stock.

La moyenne globale des caractéristiques de l'indicateur sommaire des feux de circulation a augmenté jusqu'à la zone jaune après être restée au seuil de la zone rouge les deux dernières années (Figure 19). L'indicateur de la caractéristique de l'abondance a également augmenté et demeure dans la zone rouge en raison de plusieurs diminutions antérieures de l'abondance totale, de l'indice de la CPUE normalisée et de la réduction des taux de prises commerciales. L'augmentation de l'abondance est principalement attribuable à une diminution du CV et à une augmentation des taux de prises commerciales en 2018 (Figure 18). L'indicateur de la

caractéristique de la production a augmenté, mais demeure dans la zone rouge en raison de la diminution de l'abondance des jeunes crevettes associée à un faible recrutement des juvéniles (diminution des indices de l'abondance des âges 2 et 4); toutefois, l'augmentation du recrutement (âge 1 avec sac ventral) et de la BSR donne des signes positifs pour la productivité en 2018. L'indicateur de la caractéristique des effets de la pêche a augmenté et se trouve dans la zone verte pour 2018. Cette amélioration peut être attribuée à la diminution de l'exploitation totale et des femelles à la suite des mesures de prudence mises en œuvre dans le TAC depuis 2016 et se traduit par une augmentation de la biomasse totale et de la biomasse du stock reproducteur. L'indicateur de la caractéristique de l'écosystème a augmenté et se situe juste en dessous du seuil de la zone verte en raison des SST au fond et de printemps plus basses, ainsi que des indices des conditions plus favorables pour les espèces sympatriques d'eau froide (turbot et crabe des neiges).

SOURCES D'INCERTITUDE

Les interruptions de la collecte des données utilisées dans la présente évaluation (les relevés sur le crabe des neiges et les relevés estivaux effectués par le NR du MPO) empêchent la mise à jour annuelle de certains indicateurs. Le relevé estival du NR du MPO de 2018 était incomplet en raison de problèmes mécaniques du navire, ce qui a entraîné une rupture de la série de 36 ans qui a empêché la mise à jour de l'indicateur de la prédation, du recrutement de la morue franche et l'abondance du turbot.

Les résultats du relevé réalisé par le MPO et l'industrie se caractérisent par de fortes variations et des biais associés aux changements d'engins de pêche. La variabilité spatiale et temporelle de la répartition de la crevette est une source d'incertitude sur le plan de la précision des estimations tirées du relevé; le relevé est toujours effectué au début du mois de juin pour tenter d'atténuer cet effet. En raison des problèmes rencontrés avec les capteurs de distance du système NETMIND et l'enregistrement des données en 2007 et 2008, il a fallu remplacer les données sur l'écartement réel des ailes par la moyenne historique dans le calcul des aires balayées et de l'abondance.

Étant donné l'incapacité de déterminer avec exactitude l'âge des crevettes, les groupes modaux sont attribués aux classes d'âge, un processus qui est subjectif, particulièrement pour les individus plus gros. Les taux de croissance peuvent changer radicalement du fait de leur dépendance à la densité, comme on l'a observé dans les fortes classes d'âge de 2001 et de 2007–2008. De ce fait, le recrutement dans la pêche sera plus tardif que prévu et s'étalera sur deux à trois ans.

Les indices de l'abondance commerciale sont sensibles à des facteurs logistiques, économiques, analytiques et autres qui influencent leurs valeurs d'une manière qui peut ne pas être liée à l'abondance de la crevette. Par exemple, des périodes de mauvais temps ou d'abondance de la glace de mer ou le ciblage des grosses crevettes pour des raisons commerciales peuvent se traduire par des CPUE faibles. L'indice de la CPUE commerciale normalisée sous-échantillonne les données pour les navires qui répondent à certains critères; ainsi, les données de navires particulièrement efficaces ou infructueux peuvent également influencer cet indice d'une manière qui n'a aucun lien avec l'abondance de la crevette une année donnée.

Des changements imprévus dans l'écosystème (en particulier l'abondance des prédateurs) et dans l'environnement (notamment la température de l'eau) compliquent encore les projections à long terme pour ce stock. Cet exercice est particulièrement difficile lorsque l'abondance accrue des prédateurs coïncide avec une hausse de la température de l'eau.

Enfin, en raison du calendrier de l'évaluation de la crevette par rapport à la collecte et à l'analyse des échantillons commerciaux, les avis fournis au cours des évaluations antérieures (avant 2012) n'étaient peut-être fondés que sur une partie des échantillons. Des mesures ont été prises pour accélérer l'analyse des échantillons et, en 2018, les 120 échantillons du relevé et les 29 échantillons commerciaux ont été inclus dans l'évaluation.

CONCLUSIONS ET AVIS

L'estimation de la biomasse moyenne stratifiée tirée du relevé du MPO et de l'industrie de 2018 a augmenté de <1 %, à 23 449 t (\pm 4 724 t, IC à 95 %). L'estimation ponctuelle de la biomasse du stock reproducteur de 2018 (12 599 t) a augmenté de 2 %, et demeure en dessous du PRS du stock (14 558 t), ce qui place ce stock dans la zone de prudence pour la troisième année consécutive. Ces baisses correspondent au décalage prévu entre la mortalité des classes d'âge de 2009 à 2012 et le recrutement de la classe d'âge de 2013.

Malgré une augmentation marginale de l'indice de l'abondance du relevé, les CPUE commerciales sont demeurées à un niveau bas (la CPUE normalisée a baissé de 4 %, et de 16 % pour les bateaux basés dans le Golfe). La répartition des zones représentant divers taux de prise a augmenté dans toutes en 2018 et, combinée aux augmentations de l'indice de l'abondance dérivé du relevé, correspond à une stabilisation de la ressource.

Les indices de l'abondance de l'âge 1 avec sac ventral en 2017 et en 2018 mettent en évidence un mauvais recrutement de la classe d'âge de 2016 et un recrutement modéré de la classe d'âge de 2017, ce qui confirme que des conditions de température plus basses favorisent le recrutement. L'abondance des crevettes d'âge 2 et 4 a également diminué, ce qui cadre avec l'indice bas de l'abondance avec sac ventral en 2017 (représentant la classe d'âge de 2016) et en 2015 (représentant la classe d'âge de 2014). La classe d'âge abondante de 2013 a fait monter l'indice de l'abondance des crevettes mâles d'âge 4 en 2017. En supposant que la croissance et la survie se poursuivent, la classe d'âge de 2013 a recruté dans la biomasse du stock reproducteur en 2018–2019.

Les indicateurs fondés sur la taille (taille maximale moyenne et taille des femelles) montrent que la taille des crevettes a augmenté ces dernières années, bien que la tendance générale soit à la baisse. La durée de vie prévue des classes d'âge de 2009 à 2012 est sans doute atteinte puisque les femelles plus grosses que la moyenne sont moins abondantes et ont été remplacées par des crevettes plus petites provenant du recrutement de la classe d'âge de 2013 dans la population exploitable.

Les indicateurs écosystémiques ont été principalement influencés par les tendances de la température, car les tendances de deux des trois espèces sympatriques n'ont pas été mises à jour pour 2018. La baisse constante des températures et l'augmentation du recrutement du crabe des neiges ces dernières années donnent à penser que les conditions sont actuellement favorables aux espèces d'eau froide comme la crevette.

L'indicateur moyen global, qui résume les 24 indicateurs, a augmenté et se trouve maintenant dans la zone jaune en 2018, après avoir passé deux ans dans la zone rouge. La caractéristique des effets de la pêche a diminué pour la troisième année consécutive en 2018. Le TAC de précaution inchangé en 2018 a maintenu l'effort global à un niveau bas et a encore réduit les indices de l'exploitation totale et des femelles par rapport à 2017.

L'augmentation des indicateurs de l'abondance, de la production et de l'écosystème, combinée à la diminution des indices de l'exploitation dans les effets de la pêche, donne une perspective favorable pour 2019. Même si l'abondance des mâles d'âge 4+ doit augmenter en 2019, il n'est pas certain que cela se traduise par une augmentation de l'indice de la biomasse totale. La

classe d'âge de 2013 devrait contribuer à la BSR au moins jusqu'en 2020. Le maintien de niveaux de prises semblables à ceux de 2018 pour 2019 aiderait à maintenir de faibles taux d'exploitation et protégerait une plus grande partie du recrutement de la classe d'âge de 2013 dans la BSR.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le capitaine Bob Schrader de sa coopération et de ses conseils d'expert sur l'équipement de relevé, ainsi que tout l'équipage du *Cody & Kathryn* qui a réalisé le relevé de 2018. Nous remercions Scott Bates et Tony DeRoche, qui ont consciencieusement recueilli, manipulé et entreposé les échantillons de crevettes aux fins des analyses en laboratoire. Merci aussi aux nombreux pêcheurs et acheteurs qui ont fourni des données sur les pêches, comme les chiffres, les données sur les prises et l'effort, et des échantillons de crevettes au fil des ans. Les auteurs remercient Jessica Sameoto et Ben Zisserson pour leurs commentaires constructifs.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Boutillier, J.A., et J.A. Bond. 2000. Using a Fixed Escapement Strategy to Control Recruitment Overfishing in the Shrimp Trap Fishery in British Columbia. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.* 27: 261–271.
- Broome, J., Covey, M., Nickerson, K., et Hardie, D. 2020. [Crevette de l'est du plateau néo-écossais, 2016 à 2017](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/044. iv + 46 p.
- Charnov, E. et U. Skúladóttir. 2000. Dimensionless Invariants for the Optimal Size (Age) of Sex Change. *Evol. Ecol. Res.* 2 : 1067–1071.
- Greenlaw, M.E., et Q. McCurdy. 2014. A digital elevation model of the Scotian Shelf [raster geospatial dataset] created with ArcGIS 10.1.
- Gulland, J.A. 1971. *The Fish Resources of the Ocean*. Fishing News Books, West Byfleet, Royaume-Uni.
- Halliday, R.G., et P.A. Koeller. 1981. A History of Canadian Groundfish Trawling Surveys and Data Usage in ICNAF Divisions 4TVWX. *In* W.G. Doubleday et D. Rivard (éd.). *Bottom Trawl Surveys*. Publ. spéc. can. des sci. halieu. et aquat. 58, p. 27–41.
- Halliday, R.G., L.P. Fanning, et R.K. Mohn. 2001. [Utilisation de la méthode des feux de circulation dans la planification de la gestion de la pêche](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2001/108. 41 p.
- Hannah, R.W. 1995. Variation in Geographic Stock Area, Catchability, and Natural Mortality of Ocean Shrimp (*Pandalus jordani*): Some New Evidence for a Trophic Interaction with Pacific Hake (*Merluccius productus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 1018–1029.
- Hardie, D., M. Covey, M. King et B. Zisserson. 2011. [Crevette Néo-écossais 2010-2011](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/102. vi + 76 p.
- Hardie, D., M. Covey, M. King et B. Zisserson. 2013a. [Crevette du plateau néo-écossais \(2011-2012\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2013/033. v + 53 p.
- Hardie, D., M. Covey, M. King et B. Zisserson. 2013b. [Crevette du plateau néo-écossais \(2012-2013\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2013/034. v + 48 p.

-
- Hardie, D., M. Covey, K. Nickerson et M. King. 2015. [Crevette du plateau néo-écossais \(2014-2015\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2015/062. v + 47 p.
- Hardie, D., Covey, M., et Cook, A. 2018. [Crevette nordique \(*Pandalus borealis*\) de l'est du plateau néo-écossais de 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2018/005. vi + 117 p.
- Koeller, P. 1996. Aspects of the Biology of Pink Shrimp *Pandalus borealis* Krøyer on the Scotian Shelf. MPO, Atlantique. Doc. de rech. sur les pêches n° 96/9.
- Koeller, P., M. Covey, et M. King. 1997. La pêche à la crevette (*Pandalus borealis*) sur la plate forme Scotian en 1997. MPO Atl. Doc. de rech. 97/125.
- Koeller, P. 2000. Relative Importance of Environmental and Ecological Factors to the Management of the Northern Shrimp Fishery (*Pandalus borealis*) on the Scotian Shelf. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 27: 37–50.
- Koeller, P., R. Mohn et M. Etter. 2000a. Density Dependence and Sex Change in Pink Shrimp, *Pandalus borealis*, on the Scotian Shelf. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 27: 107–118.
- Koeller, P., L. Savard, D. Parsons, et C. Fu. 2000b. A Precautionary Approach to Assessment and Management of Shrimp Stocks in the Northwest Atlantic. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 27: 235–247.
- Koeller, P., M. Covey, et M. King. 2003a. [Évaluation du stock et de la pêche en 2002 pour la crevette de l'est du plateau néo-écossais](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2003/005. ii + 47 p.
- Koeller, P., M. Covey, et M. King. 2003b. Is Size at Transition a Measure of Growth or Abundance in Pandalid Shrimp? Fish. Res. 65: 217–230.
- Koeller, P. 2006. Inferring Shrimp (*Pandalus borealis*) Growth Characteristics from Life History Stage Structure Analysis. J. Shell. Res. 25: 595–608.
- Koeller, P., C. Fuentes-Yaco, T. Platt, S. Sathyendranath, A. Richards, P. Ouellet, D. Orr, U. Skúladóttir, K. Wieland, L. Savard et M. Aschan. 2009. Basin-scale Coherence in Phenology of Shrimps and Phytoplankton in the North Atlantic Ocean. Sci. 324: 791–793.
- Koeller, P., C. Fuentes-Yaco, M. Covey, M. King et B. Zisserson. 2011. [Le dernier feu de circulation sur le plateau néo-écossais pour 2009-2010 : la crevette](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/061. viii + 84 p.
- Macdonald, P.D.M., et T.J. Pitcher. 1979. Age-groups from Size-frequency Data: A Versatile and Efficient Method of Analysing Distribution Mixtures. J. Fish. Res. Board Can. 36: 987-1001.
- Mohn, R., J. Black et P. Koeller. 2001. Traffic Light Indicators. BIO Review 2000. 88 p.
- MPO. 2014. [Mise à jour de 2013-2014 sur l'état du stock de la crevette de l'est du plateau néo-écossais](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/012.
- MPO. 2015. [Évaluation de la crevette nordique de l'est du plateau néo-écossais \(ZPC 13-15\)](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/004.
- MPO. 2016a. [Compte rendu de l'évaluation régionale du cadre de la crevette nordique \(*Pandalus borealis*\) de l'est du plateau néo-écossais, les 14 et 15 avril 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2016/002.
-

-
- MPO. 2016b. [Mise à jour de l'état du stock de crevettes \(*Pandalus borealis*\) dans les zones de pêche à la crevette 13 à 15 de l'est du plateau néo-écossais](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/014.
- MPO. 2018. [Mise à jour de 2015-2016 sur l'état du stock de crevettes de l'est du plateau néo-écossais](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/001.
- Ouellet, P., L. Savard et P. Larouche. 2007. Spring Oceanographic Conditions and Northern Shrimp *Pandalus borealis* Recruitment Success in the North-western Gulf of St. Lawrence. Mar. Ecol. Prog. Ser. 339: 229–241.
- R Core Development Team. 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Shumway, S.E., H.C. Perkins, D.F. Schick et A.P. Stickney. 1985. Synopsis of Biological Data on the Pink Shrimp, *Pandalus borealis* Krøyer, 1838. NOAA Tech. Rept. NMFS 30.
- Smith, S.J. 1997. Bootstrap Confidence Limits for Groundfish Trawl Survey Estimates of Mean Abundance. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 616–663.

TABLEAUX

Tableau 1. Total autorisé de captures (TAC) et prises (chalut et casier) de la pêche de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais (ZPC 13 à 15), de 1980 à 2018. Les tirets dans une cellule indiquent qu'aucune donnée n'était disponible.

Année	TAC Chalut	TAC Casier	Prises au chalut			Total	Prises au casier	Prises totales
			ZPC 13	ZPC 14	ZPC 15			
1980	5021	-	491	133	360	984	-	984
1981	-	-	418	26	10	454	-	454
1982	4200	-	316	52	201	569	-	569
1983	5800	-	483	15	512	1010	-	1010
1984	5700	-	600	10	318	928	-	928
1985	5560	-	118	-	15	133	-	133
1986	3800	-	126	-	-	126	-	126
1987	2140	-	148	4	-	152	-	152
1988	2580	-	75	6	1	82	-	82
1989	2580	-	91	2	-	93	-	93
1990	2580	-	90	14	-	104	-	104
¹ 1991	2580	-	81	586	140	804	-	804
1992	2580	-	63	1181	606	1850	-	1850
² 1993	2650	-	431	1279	317	2044	-	2044
³ 1994	3100	-	8	2656	410	3074	-	3074
1995	3170	-	168	2265	715	3148	27	3175
1996	3170	-	55	2299	817	3171	187	3358
1997	3600	-	570	2422	583	3574	222	3797
1998	3800	-	562	2014	1223	3800	131	3931
1999	4800	200	717	1521	2464	4702	149	4851
2000	5300	200	473	1822	2940	5235	201	5436
2001	4700	300	692	1298	2515	4505	263	4768
2002	2700	300	261	1553	885	2699	244	2943
2003	2700	300	612	1623	373	2608	157	2765
2004	3300	200	2041	755	376	3172	96	3268
2005	4608	392	1190	1392	1054	3636	9	3645
2006	4608	392	846	1997	1111	3954	32	3986
2007	4820	200	267	2633	1678	4578	4	4582
2008	4912	100	349	2703	1265	4317	4	4321
2009	3475	25	298	2450	727	3475	2	3477
2010	4900	100	280	1846	2454	4580	1	4581
2011	4432	168	254	2340	1653	4247	111	4358
2012	3954	246	197	2296	1227	3693	199	3892
2013	3496	304	158	2514	708	3380	224	3604
2014	4140	360	771	2265	1045	4081	250	4332
2015	4140	360	341	2069	1702	4112	314	4426
2016	2990	260	177	2094	721	2992	106	3098
2017	2392	208	277	1948	150	2375	65	2440
2018 ⁴	2392	208	293	1927	128	2349	62	2410
2018 ⁵	2392	208	276	1985	131	2992	208	2600

Remarques :

¹ Introduction de la grille Nordmøre.

² TAC total non pêché, car le TAC des ZPC 14 et 15 a été dépassé.

³ TAC combinés des différentes ZPC.

⁴ Depuis le début de l'exercice (15 novembre 2018).

⁵ Année en cours en prorata du TAC total.

Tableau 2. Nombre de bateaux actifs et nombre total de permis (entre parenthèses) pour la pêche de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais.

Année	Casier Scotia- Fundy ¹	Chalut	
		Scotia- Fundy ²	Golfe ³
1995	4	24(23)	6(23)
1996	9(17)	21(24)	6(23)
1997	10(17)	18(23)	6(23)
1998	15(26)	17(28) ⁴	10(23) ⁵
1999	15(22)	19(28) ⁴	10(23) ⁵
2000	12(21)	18(32) ⁶	10(23) ⁵
2001	10(28)	18(28) ⁴	10(23) ⁵
2002	10(14) ⁷	15(23)	6(23)
2003	9(14)	14(23)	5(23)
2004	6(14)	14(23)	6(23)
2005	2(14)	20(28) ⁸	7(24) ⁹
2006	5(14)	18(28)	7(24)
2007	2(14)	20(28)	7(24)
2008	1(14)	18(28)	7(24)
2009	1(14)	17(28)	6(14) ¹⁰
2010	3(14)	18(28)	7(14)
2011	7(14)	15(28)	5(14)
2012	8(14)	12(28)	5(14)
2013	11(14)	13(28)	6(14)
2014	8(14)	10(28)	5(14)
2015	9(14)	10(28)	5(14)
2016	7(14)	10(28)	4(14)
2017	8(14)	9(28)	4(14)
2018	7(14)	9(28)	5(14)

Remarques :

¹ Tous les permis de pêche au casier actifs concernent des bateaux <45'. Ils reçoivent actuellement 8 % du total autorisé de captures (TAC).

² Ces bateaux reçoivent environ 70 % du TAC conformément au plan de gestion. Les permis inactifs pour la division 4X de l'OPANO (15) ne sont pas inclus dans le total.

³ Tous les permis concernent des bateaux d'une longueur hors tout de 65 à 100'. Admissibilité à pêcher dans le secteur Scotia-Fundy pour 23 % environ du TAC.

⁴ Allocation temporaire répartie entre cinq bateaux.

⁵ Allocation temporaire répartie entre quatre bateaux.

⁶ Allocation temporaire répartie entre neuf permis.

⁷ Neuf (9) permis ont été rendus permanents pour 2002. La réduction du nombre total de permis de pêche au casier résulte de l'annulation de certains permis d'exploration non actifs.

⁸ Cinq (5) permis temporaires rendus permanents.

⁹ Un (1) permis temporaire rendu permanent.

¹⁰ Le nombre de permis indiqué précédemment en comprenait (10) qui n'étaient pas valides pour un certain nombre de raisons. Le nombre de permis valides a été mis à jour en 2009.

Tableau 3. Données d'entrée pour l'analyse des feux de circulation. Remarque : PUN = pas un nombre.

Indicateur	RV_CPUUE	G_CPUUE	St_CPUUE	Trap_CPUUE	RV_CPUUE	Comm_area	RV_SSB	BB_1	RV_2	RV_4	sex_mm	max_mm	pred	effort	count	Exp_tot	Exp_fem	fem_prop	fem_size	RV_temp	Spring_SST	Cod_R	Turbot	Snow Crab	
	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	Centile	
Action Indirect																									
Rule	Abondance (production == rouge) +																								
Direct																									
Overwts	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Maxwts	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Level_YG	0,66	0,66	0,66	0,66	0,33	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66	
Level_RY	0,33	0,33	0,33	0,33	0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,33	0,33	0,66	0,66	0,66	0,33	0,33	
Caractéristique	Polarité																								
Abondance	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Production	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mortalité par pêche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
Écosystème	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
Année	RV_CPU	G_CPUUE	St_CPUUE	Trap_CP	RV_CV	Comm_area	RVSSB	BB_1	RV_2	RV_4	sex_mm	max_mm	pred	effort	count	Exp_tot	Exp_fem	fem_prop	fem_size	RV_temp	Spring SST	Cod_R	Turbot	snow_c	
1982	34,50	128,00	PUN	PUN	89,06	PUN	5040,65	PUN	PUN	PUN	21,46	28,24	178,70	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	2,38	0,00	PUN	
1983	71,50	127,70	PUN	PUN	78,52	PUN	7323,05	PUN	PUN	PUN	21,80	28,03	163,58	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	2,78	2,42	0,00	PUN
1984	39,00	109,50	PUN	PUN	75,84	PUN	4460,96	PUN	PUN	PUN	22,17	27,69	351,26	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	0,48	5,57	0,06	PUN
1985	17,00	75,40	PUN	PUN	83,09	PUN	2417,71	PUN	PUN	PUN	21,77	27,87	235,95	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-0,07	1,71	0,05	PUN
1986	23,00	87,30	PUN	PUN	106,13	PUN	3187,87	PUN	PUN	PUN	23,63	27,94	142,90	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-0,77	0,37	0,09	PUN
1987	25,50	90,70	PUN	PUN	67,53	PUN	3424,46	PUN	PUN	PUN	23,16	27,94	186,55	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-1,32	0,87	0,16	PUN
1988	31,50	85,10	PUN	PUN	60,14	PUN	4047,02	PUN	PUN	PUN	23,84	28,12	140,46	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-0,92	1,19	0,06	PUN
1989	PUN	133,40	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	65,53	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-1,07	1,75	0,00	PUN
1990	PUN	134,50	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	66,55	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-1,02	1,16	0,00	PUN
1991	PUN	197,90	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	46,36	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-0,77	0,17	0,46	PUN
1992	PUN	176,30	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	31,01	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-1,72	0,17	0,08	PUN
1993	75,00	187,89	142,20	PUN	80,33	94	PUN	PUN	PUN	PUN	23,78	30,45	65,57	1325,40	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	-2,07	0,29	1,86	PUN
1994	PUN	213,52	188,40	PUN	PUN	191	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	PUN	25,50	1680,90	PUN	PUN	PUN	0,89	26,05	PUN	-1,52	0,30	1,98	PUN	
1995	173,02	187,02	181,17	PUN	82,84	277	10912,15	PUN	358,50	875,92	24,05	29,27	54,72	1728,50	55,92	13,44	21,04	0,72	26,03	1,59	-1,17	0,54	1,74	PUN	
1996	213,92	244,58	224,35	2,21	64,88	410	13368,38	PUN	307,34	1247,63	24,73	29,99	30,51	1334,30	54,47	11,50	16,11	0,68	26,01	1,72	-0,92	0,16	4,78	PUN	
1997	193,00	236,26	218,89	2,27	53,46	388	12100,80	PUN	128,85	1257,47	24,94	29,78	33,32	1538,60	56,35	14,41	19,08	0,64	26,44	2,74	-0,47	0,40	2,91	5651,68	
1998	238,38	343,73	298,94	1,69	74,42	625	15707,48	PUN	39,89	1883,71	24,33	29,51	39,53	1321,20	53,22	12,08	14,73	0,60	25,68	1,97	-0,06	0,31	0,41	6096,40	
1999	268,40	395,70	325,53	2,02	72,20	849	17607,48	PUN	165,63	3010,18	24,08	29,31	42,39	1483,20	55,30	13,24	16,90	0,63	25,46	3,24	-0,50	1,39	1,67	8068,38	
2000	233,36	383,66	365,48	2,58	72,00	773	15893,36	PUN	280,34	0,00	24,74	29,74	46,42	1532,40	55,19	17,06	19,79	0,58	25,57	3,60	0,07	0,79	11,44	5324,63	
2001	183,32	428,24	443,46	2,94	126,03	708	14475,58	PUN	174,90	1184,11	24,30	29,19	57,45	1302,66	55,12	19,05	19,56	0,63	25,15	2,36	-0,55	1,58	3,66	4348,11	
2002	161,40	572,36	523,48	2,90	111,15	524	14133,20	959,56	134,00	399,17	24,45	29,02	32,14	659,48	52,88	14,17	13,43	0,70	25,61	2,77	-0,09	0,32	3,88	2227,76	
2003	204,42	675,41	520,72	2,84	104,48	739	17048,27	184,05	576,74	1411,07	24,31	29,05	86,44	569,96	53,52	9,83	10,91	0,73	25,68	2,69	-1,23	1,03	6,69	1908,79	
2004	353,70	793,14	549,32	3,42	78,00	783	26856,47	320,40	354,09	839,46	24,14	29,44	46,72	594,10	54,96	6,75	9,48	0,80	25,41	1,99	-0,43	0,64	3,44	1211,28	
2005	312,90	683,25	496,53	2,99	83,01	1110	18587,50	179,96	187,02	4502,48	23,63	29,46	71,07	812,09	58,93	8,20	13,05	0,66	25,72	2,41	0,47	0,25	14,00	1511,64	
2006	275,20	716,40	614,86	4,34	75,86	903	16288,53	56,99	121,30	0,00	23,39	29,35	65,20	817,33	63,23	10,55	13,57	0,55	25,96	3,62	1,03	0,80	18,92	3096,15	
2007	281,20	696,62	507,79	3,60	66,34	1213	18345,54	188,70	39,00	0,00	23,67	29,07	46,29	882,82	65,30	11,92	12,28	0,45	25,70	2,30	-0,73	0,29	7,77	5604,78	
2008	226,10	664,07	520,17	4,49	72,25	1243	12119,42	466,65	134,72	1046,18	23,84	28,57	81,09	838,41	61,52	13,98	20,50	0,52	24,98	1,96	0,03	1,24	6,51	5918,59	
2009	333,10	648,76	628,16	5,15	91,70	963	24853,59	530,18	304,05	463,00	24,21	28,74	52,61	618,72	57,71	7,65	9,70	0,72	25,06	2,59	-0,61	0,57	5,42	4232,27	

Année	RV_CPU E	G_CPUE	St_CPUE	Trap_CP UE	RV_CV	Comm_ area	RVSSB	BB_1	RV_2	RV_4	sex_mm	max_mm	pred	effort	count	Exp_tot	Exp_fem	fem_prop	fem_size	RV_temp	Spring SST	Cod_R	Turbot	snow_c
2010	273,00	536,23	465,57	3,24	105,47	1214	21706,69	194,29	188,00	1036,00	24,53	28,87	63,67	997,31	57,77	12,31	15,45	0,74	25,20	2,35	1,54	0,16	2,55	6063,11
2011	223,60	671,18	456,36	3,75	78,89	1125	16823,67	85,60	57,82	1105,22	24,27	28,51	149,19	840,09	61,34	14,28	18,61	0,71	25,19	2,99	0,79	0,93	1,96	5134,39
2012	205,30	552,28	496,05	2,96	66,78	853	14103,79	86,26	42,69	1018,02	23,85	28,82	25,58	785,63	60,26	14,30	19,44	0,70	25,21	4,20	0,43	0,65	1,37	4560,81
2013	287,60	626,68	672,22	3,85	91,88	794	20679,52	20,11	211,18	1156,83	23,79	29,11	99,22	612,48	59,31	9,65	13,28	0,74	25,56	3,04	0,40	1,95	1,17	3641,20
2014	284,30	417,43	478,84	3,39	91,87	900	20358,62	786,86	26,44	613,17	24,30	28,97	105,00	912,00	55,93	11,17	15,28	0,70	25,62	3,64	-0,35	0,05	3,27	3230,39
2015	218,40	570,97	614,20	3,55	93,60	793	14939,03	276,39	495,00	690,42	24,46	29,28	63,34	874,80	60,93	15,16	16,95	0,57	25,36	4,72	-0,33	0,57	3,06	3518,22
2016	186,20	549,49	632,10	2,72	79,08	604	13223,48	107,85	16,69	1303,78	24,12	28,53	102,42	680,83	60,76	11,80	15,44	0,65	25,26	4,69	1,01	0,39	3,73	3361,51
2017	170,1	442,34	469,92	2,34	105,92	472	12312,04	82,34	166,34	1468,28	23,68	28,59	120,82	651,26	57,13	10,43	13,27	0,63	25,41	3,05	0,58	0,19	0,12	4767,81
2018	172,3	371,32	453,14	2,32	78,37	556	12598,52	264,32	37,31	822,22	23,62	28,66	-	634,81	55,46	10,28	12,26	0,64	25,70	2,25	0,35	-	-	4566,42

Tableau 4. Statistiques des calées tirées du relevé du MPO et de l'industrie CK1801 réalisé par le MV Cody et Kathryn du 1^{er} au 12 juin 2018.

CALÉE	ZPC	STRATE	DATE	LAT,	LONG,	VITESSE (kts)	DIST, (nm)	DUR, (min)	AILE (m)	PROFOND. (pieds)	TEMP (°C)	PRISES BRUTES (kg)	PRISES STAND. (kg)	DENSITÉ gm/m ² or mt/km ²)
1	15	15	1/Juin/18	445704	604613	2,15	1,09	30	16,76	119,70	3,16	154,40	183,34	5,42
2	15	15	1/Juin/18	444636	604366	2,24	1,51	30	16,51	141,78	2,22	50,35	46,63	0,95
3	15	15	1/Juin/18	444631	603586	2,19	1,13	30	16,43	127,50	2,26	199,58	234,26	6,81
4	15	15	1/Juin/18	445741	602260	2,36	1,42	30	15,83	117,78	2,58	99,61	96,73	2,32
5	15	15	1/Juin/18	445158	601644	2,36	1,17	30	16,99	145,39	2,44	112,31	122,54	3,33
6	15	15	1/Juin/18	444813	602028	2,43	1,18	30	17,08	178,46	2,64	48,53	52,89	1,42
7	15	15	1/Juin/18	444283	601224	2,41	1,17	30	16,37	116,46	3,69	25,40	23,38	0,80
8	15	15	1/Juin/18	443886	601344	2,45	1,28	30	16,41	119,87	3,69	47,63	49,70	1,28
9	14	17	2/Juin/18	451994	594636	2,37	1,17	30	15,81	56,13	1,66	70,31	82,30	2,40
10	14	17	2/Juin/18	451748	595659	2,58	1,13	30	15,76	75,93	1,67	201,67	246,63	7,48
11	14	17	2/Juin/18	451837	600162	2,40	1,27	30	16,20	71,43	1,62	140,39	148,00	3,88
12	14	17	2/Juin/18	452193	600183	2,36	1,22	30	16,00	109,69	1,72	104,42	115,85	3,20
13	14	17	2/Juin/18	452522	595767	2,28	1,11	30	15,92	78,20	1,80	93,44	114,43	3,50
14	13	17	2/Juin/18	453770	595455	2,48	1,25	30	16,29	79,26	1,74	38,10	40,58	1,08
15	13	17	2/Juin/18	453310	600488	2,49	1,32	30	15,93	82,65	1,67	63,50	66,22	1,70
16	15	17	2/Juin/18	453375	601026	2,22	1,13	30	16,47	101,31	1,62	350,54	410,12	11,90
17	15	17	2/Juin/18	453265	601308	2,36	1,21	30	16,51	113,71	1,75	305,18	332,16	8,98
18	15	17	3/Juin/18	453035	602848	2,39	1,15	30	16,64	71,12	1,56	433,18	492,16	13,89
19	15	17	3/Juin/18	452919	603399	2,50	1,31	30	16,25	76,82	1,57	451,60	461,83	11,71
20	15	17	3/Juin/18	452622	604412	2,52	1,26	30	15,95	51,03	1,52	238,95	258,74	6,95
21	15	17	3/Juin/18	452664	605035	2,13	1,06	30	16,10	45,43	1,48	199,94	254,83	8,06
22	14	14	4/Juin/18	444229	600140	2,28	1,11	30	16,98	109,64	3,32	19,05	21,93	0,63

CALÉE	ZPC	STRATE	DATE	LAT,	LONG,	VITESSE (kts)	DIST, (nm)	DUR, (min)	AILE (m)	PROFOND. (pieds)	TEMP (°C)	PRISES BRUTES (kg)	PRISES STAND. (kg)	DENSITÉ gm/m ² or mt/km ²
23	14	14	4/Juin/18	444700	595879	2,08	1,20	30	16,91	126,44	3,30	83,91	90,02	2,39
24	14	14	4/Juin/18	445339	595864	2,11	1,06	30	16,53	100,05	2,99	36,29	44,70	1,38
25	14	14	4/Juin/18	445194	594353	2,29	1,16	30	17,18	122,17	2,88	203,21	221,54	6,00
26	14	14	4/Juin/18	444146	593426	2,45	1,25	30	16,53	113,71	3,04	135,62	144,62	3,82
27	14	14	4/Juin/18	444266	594689	2,19	1,10	30	17,18	145,14	3,25	125,19	151,93	4,58
28	15	15	5/Juin/18	450327	605419	2,32	1,14	30	16,36	107,39	1,49	109,04	124,42	3,53
30	15	15	5/Juin/18	445991	605913	2,35	1,18	30	16,27	100,05	1,51	93,44	102,51	2,80
31	13	13	8/Juin/18	454036	590797	2,42	1,23	30	16,71	117,72	2,31	23,89	26,94	0,75
32	13	13	8/Juin/18	453945	585897	2,55	1,32	30	16,72	133,09	2,34	117,21	119,10	3,01
33	13	13	8/Juin/18	454243	590126	2,26	1,15	30	15,75	150,66	2,47	115,94	128,73	3,55
34	13	13	8/Juin/18	454981	585490	2,47	0,96	30	16,19	122,59	2,41	158,39	218,86	7,53
35	13	13	8/Juin/18	454796	585042	3,39	1,27	30	17,04	148,79	2,58	556,47	566,86	14,35
36	13	13	8/Juin/18	454063	584961	2,45	1,68	30	16,36	130,37	2,43	139,34	109,97	2,16
37	13	13	8/Juin/18	454120	584410	2,42	1,26	30	16,67	127,56	2,36	120,29	124,25	3,19
38	13	13	8/Juin/18	454687	583713	2,61	1,37	30	16,81	171,17	2,58	126,19	118,97	2,79
39	13	13	8/Juin/18	455013	583596	2,47	1,49	30	16,78	156,42	2,54	415,49	361,02	7,80
40	13	13	8/Juin/18	455321	583691	2,46	1,33	30	16,72	128,09	2,42	28,58	28,36	0,69
41	13	13	9/Juin/18	454959	582983	2,16	1,12	30	17,28	188,09	2,52	67,13	75,28	2,10
42	13	13	9/Juin/18	453354	582179	2,31	1,22	30	17,06	193,14	2,07	75,30	78,39	2,03
43	13	13	9/Juin/18	453091	582026	2,34	1,19	30	17,06	223,76	2,03	74,39	79,29	2,11
44	13	13	9/Juin/18	453054	582764	2,44	1,18	30	16,83	143,32	2,03	122,65	134,73	3,66
45	13	13	9/Juin/18	453235	583577	2,18	1,42	30	16,85	159,14	2,22	45,36	40,90	0,92
46	14	14	10/Juin/18	445575	582014	2,30	1,20	30	16,96	143,77	2,24	267,44	285,29	7,57

CALÉE	ZPC	STRATE	DATE	LAT,	LONG,	VITESSE (kts)	DIST, (nm)	DUR, (min)	AILE (m)	PROFOND. (pieds)	TEMP (°C)	PRISES BRUTES (kg)	PRISES STAND. (kg)	DENSITÉ gm/m ² or mt/km ²)
47	14	14	10/Juin/18	445068	583168	2,42	1,65	30	15,55	143,72	2,03,	119,93	101,72	2,14
48	14	14	10/Juin/18	444786	583814	2,29	1,49	30	16,72	144,25	2,05	140,61	123,13	2,67
49	14	14	10/Juin/18	445491	584383	2,24	1,18	30	16,03	154,96	1,88	437,72	503,61	14,38
50	14	14	10/Juin/18	444793	585259	2,37	1,45	30	17,55	152,57	1,91	244,58	209,36	4,44
51	14	14	10/Juin/18	443995	590182	2,29	1,29	30	17,28	121,05	1,78	273,15	266,34	6,45
52	14	14	10/Juin/18	444699	591106	2,40	1,19	30	16,22	127,04	1,77	217,72	245,61	6,87
53	14	14	10/Juin/18	445061	590371	2,40	1,21	30	15,05	126,43	1,82	71,21	84,79	2,51
54	14	14	11/Juin/18	445099	592802	2,28	1,16	30	16,92	140,04	2,74	315,52	350,13	9,63
55	15	15	11/Juin/18	444660	600616	2,07	1,04	30	16,21	115,14	3,13	48,99	63,23	2,03
56	15	17	11/Juin/18	452853	600838	2,49	1,37	30	14,87	96,25	1,73	237,68	254,05	6,73
57	15	17	12/Juin/18	452335	610197	2,47	1,24	30	14,28	34,23	1,41	84,37	103,15	3,14
58	15	15	12/Juin/18	445344	604973	2,45	1,28	30	16,42	106,01	2,08	106,87	110,72	2,84
59	15	15	12/Juin/18	444948	605682	2,32	1,19	30	16,95	135,70	2,65	138,80	149,88	4,01
60	15	15	12/Juin/18	445478	610134	2,30	1,20	30	16,53	111,66	1,61	57,15	62,49	1,70
61	15	15	12/Juin/18	445207	611048	2,05	1,05	30	15,93	97,39	3,23	110,95	144,33	4,66

Tableau 5. Nombres minimaux selon l'âge dans la population du relevé d'après l'analyse modale. Nombres × 106. Les tirets dans une cellule indiquent qu'aucune donnée n'était disponible. La partie ombrée du tableau représente les chiffres mis à jour pour inclure toutes les zones de pêche de la crevette (ZPC).

Âge	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moy.
1 ¹	-	-	-	957	205	311	198	61	191	479	541	197	88	94	22	796	288	112	83	267	288
2	166	280	175	134	616	354	187	121	39	114	304	188	58	43	211	26	495	17	166	37	181
3	27	757	362	383	312	3118	652	880	506	396	267	1020	513	348	302	119	501	193	581	361	608
4	3010	0 ⁴	1184	399	1506	839	4502	0 ⁴	0 ⁴	1190	463	1036	1105	1018	1157	613	690	1304	1468	822	1349
5 ans et plus	1952	3374	2110	1847	1727	3324	2224	5106	5506	3017	6020	4109	2694	2688	4091	4673	2956	3076	1734	2231	2830
TOTAL	5155	4412	3831	2763	4161	7636	7763	6169	6244	5201	7622	6616	4458	4191	5783	6227	4930	4702	4032	3718	5054
Mâles d'âge 4+²	3235	1784	1771	938	1526	1549	4956	3916	2804	3317	4263	3454	2003	2241	2960	3831	2270	2931	1859	1966	2530
Primipares³	736	728	817	678	551	870	786	771	1739	892	1492	1324	947	371	699	706	521	664	453	433	797
Multipares	991	863	706	630	1188	1698	1183	480	1157	482	1295	630	937	1188	1611	1545	1143	897	973	921	932
Nombre total de femmes	1727	1591	1523	1308	1739	2568	1969	1251	2896	1374	2787	1954	1884	1559	2310	2251	1664	1561	1426	1354	1729

Remarques :

¹ Sac ventral.

² Population totale moins les mâles des âges 2 et 3, les crevettes en transition (c'est-à-dire les mâles qui deviendront possiblement des femelles l'année suivante) et les femelles.

³ Y compris les crevettes en transition.

⁴ Les crevettes de quatre (4) ans des classes d'âge de 2000, 2006 et 2007 n'étaient pas différenciables dans l'analyse MIX. Ces classes d'âge semblent petites et sont contenues dans les catégories des âges 3 ou 5+.

Tableau 6. Biomasses totales des relevés, prises commerciales de crevettes et taux d'exploitation (prises/biomasse) par strate de relevé (13–15, zone extracôtière) et la zone côtière (17), de 2000 à 2018.

Paramètre	Strate	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moyenne
Biomasse (tm)	13	5866	4089	3114	7047	12184	9687	6129	7507	4144	6208	2688	4537	6011	7970	8204	5809	6184	4593	5928	6205
	14	9364	12325	12020	12035	20228	20035	18929	15957	12710	20544	16009	14614	10941	17682	11801	11641	8190	8361	7141	13712
	15	7268	2073	2766	3751	4399	4378	5130	5345	4227	7235	4784	4223	4232	2594	3022	3451	2765	2677	2462	4041
	17	9365	6541	2872	5296	11627	10333	7581	9622	9823	11438	13731	7136	6793	11136	15765	8741	8445	7751	7918	9048
Total		31863	25028	20773	28130	48438	44433	37769	38431	30904	45424	37212	30510	27978	39381	38791	29642	25584	23382	23449	33006
Prises (t)	13	233	432	253	585	2011	1145	630	85	212	11	125	4	0	0	438	101	88	269	252	370
	14	1750	1206	1552	1621	752	1372	1998	2640	2696	2026	1844	2342	2526	2259	2283	2060	2096	1947	1927	1947
	15	915	965	264	226	338	613	444	612	534	540	1123	986	805	924	192	40	2	1	44	506
	17	2538	2165	874	333	168	515	915	1245	879	900	1490	1026	827	688	1002	2210	912	222	187	952
Total		5436	4768	2943	2765	3268	3645	3986	4582	4321	3477	4581	4358	4158	3871	3915	4411	3100	2439	2410	3776
Exploitation (%)	13	4,0	10,6	8,1	8,3	16,5	11,8	10,3	1,1	5,1	0,2	4,6	0,1	0,0	0,0	5,3	1,7	1,4	5,9	4,3	5,2
	14	18,7	9,8	12,9	13,5	3,7	6,8	10,6	16,5	21,2	9,9	11,5	16,0	23,1	12,8	19,3	17,7	25,6	23,3	27,0	15,8
	15	12,6	46,6	9,6	6,0	7,7	14,0	8,6	11,5	12,6	7,5	23,5	23,3	19,0	35,6	6,4	1,2	0,1	0,0	1,8	13,0
	17	27,1	33,1	30,4	6,3	1,4	5,0	12,1	12,9	8,9	7,9	10,9	14,4	12,2	6,2	6,4	25,3	10,8	2,9	2,4	12,4
Total		17,1	19,1	14,2	9,8	6,7	8,2	10,6	11,9	14,0	7,7	12,3	14,3	14,9	9,8	10,1	14,9	12,1	10,4	10,3	12,0

Tableau 7. Prises accessoires de la pêche commerciale de la crevette d'après les données des observateurs sur 23 calées en 2017 et 32 calées en 2018.

Espèce	% des prises (nombre de calées)		Poids total observé (2017-2018)		TAC engins mobiles combinés 2017-2018 (kg)
	2017 (23 calées)	2018 (32 calées)	Poids est. (kg)	%	
Crevettes	98,51%	99,75%	108 551	99,31%	4 784 000
Plie canadienne	0,50%	0,03%	221	0,20%	9 672
Capelan	0,01%	0,01%	12	0,01%	525
Hareng atlantique	0,26%	0,08%	158	0,14%	6 915
Sébastes non séparés	0,15%	0,01%	69	0,06%	3 020
Motelle non identifiée	-	0,03%	21	0,02%	919
Lompénie non identifiée	-	0,03%	19	0,02%	832
Encornet nordique	-	<0,01 %	2	<0,01 %	88
Merlu argenté	0,01%	<0,01 %	5	<0,01 %	219
Loup atlantique	-	<0,01 %	1	<0,01 %	44
Flétan noir (turbot)	0,07%	0,01%	35	0,03%	1 532
Plie grise	-	0,03%	24	0,02%	1 050
Plie rouge	0,15%	-	57	0,05%	2 495
Loquette (N.-É.)	0,11%	-	43	0,04%	1 882
Calmar (N.-É.)	0,09%	-	37	0,03%	1 619
Poisson-alligator	0,07%	-	27	0,02%	1 182
Lançon (N.-É.)	0,04%	-	14	0,01%	613
Merluche rouge ou merluche-écureuil	0,02%	-	6	0,01%	263
Cavalo féroce	0,01%	-	5	<0,01 %	219
Raie épineuse	<0,01 %	-	1	<0,01 %	44
Morue franche	<0,01 %	-	1	<0,01 %	44
% Prises accessoires	1,49%	0,25%	-	0,69%	-

Remarque : « Crevette » comprend *P. borealis*; *P. montagui* et *Crangon*. Les poids estimés peuvent être surestimés en raison des restrictions liées à la collecte des données de l'observateur (le poids minimal enregistré est de 1 kg). Les tirets (-) indiquent que l'espèce n'a pas été observée.

FIGURES

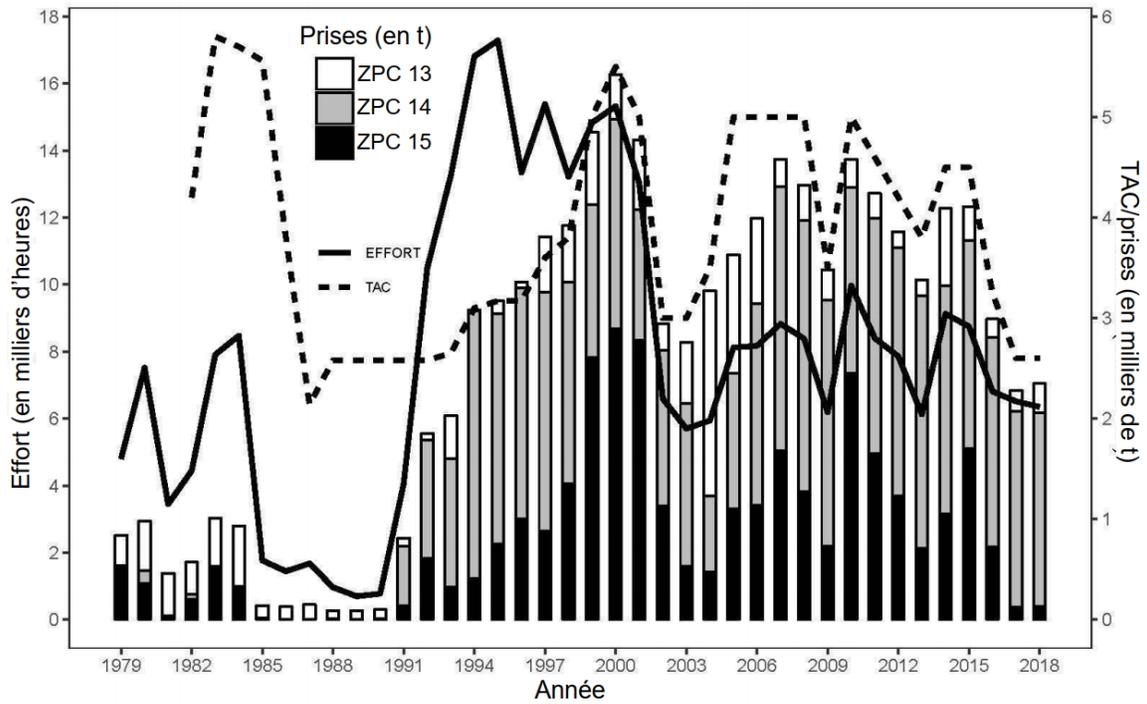


Figure 1. Historique des prises de crevette dans l'est du plateau néo-écossais dans les zones de pêche de la crevette (ZPC) 13, 14 et 15, du total autorisé de captures (TAC) (en milliers de t) et de l'effort (en milliers d'heures) de 1979 à 2018. L'effort et les prises pour 2018 représentent les données préliminaires en date du 15 novembre 2018.

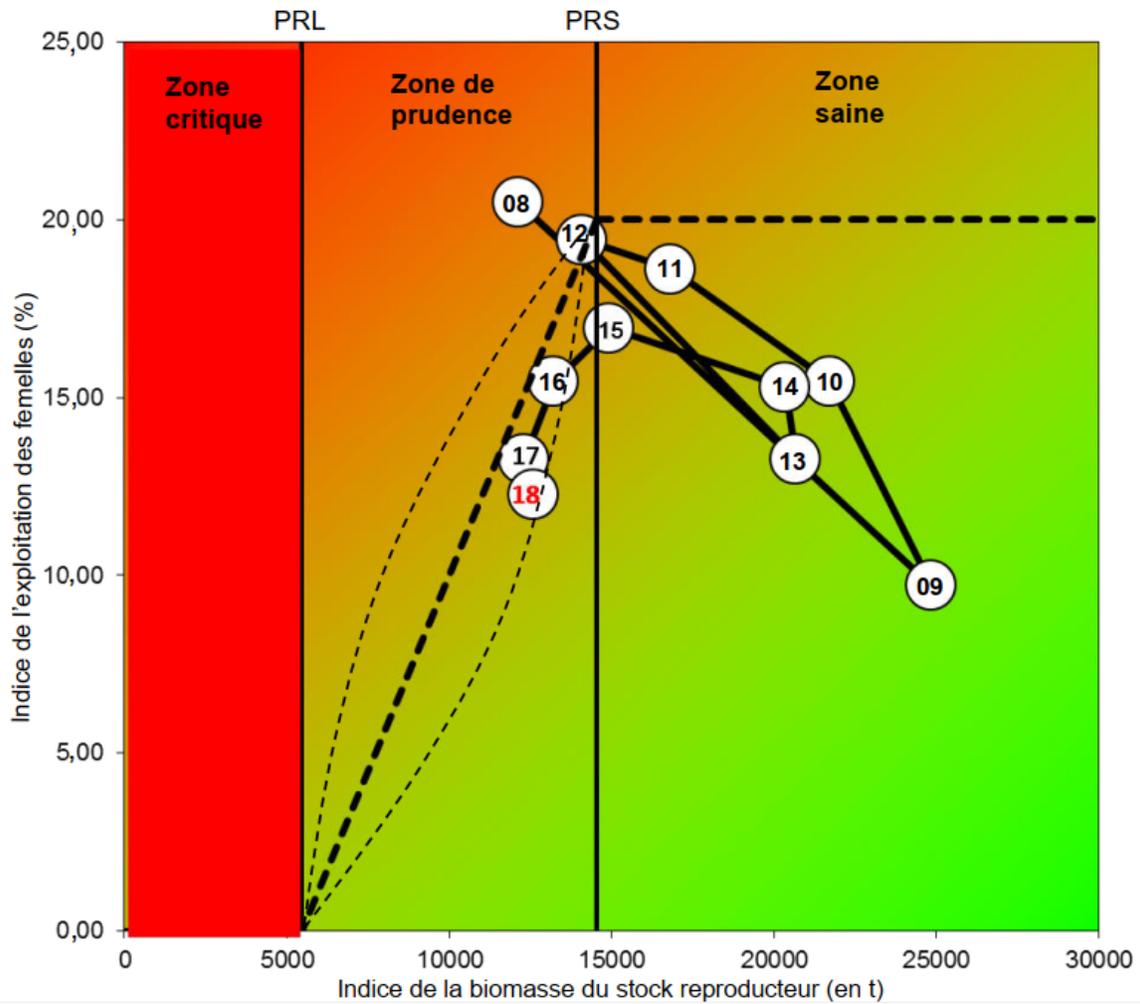


Figure 2. L'approche de précaution (AP) pour la crevette de l'est du plateau néo-écossais, montrant les estimations ponctuelles de l'indice de la biomasse du stock reproducteur (indice de l'abondance selon l'AP) et de l'indice d'exploitation des femelles (taux d'exploitation de référence selon l'AP de 20 %, quand le stock se trouve dans la zone saine) de 2008 à 2018 par rapport au point de référence limite (PRL, 5 459 t) et au point de référence supérieur du stock (PRS, 14 558 t).

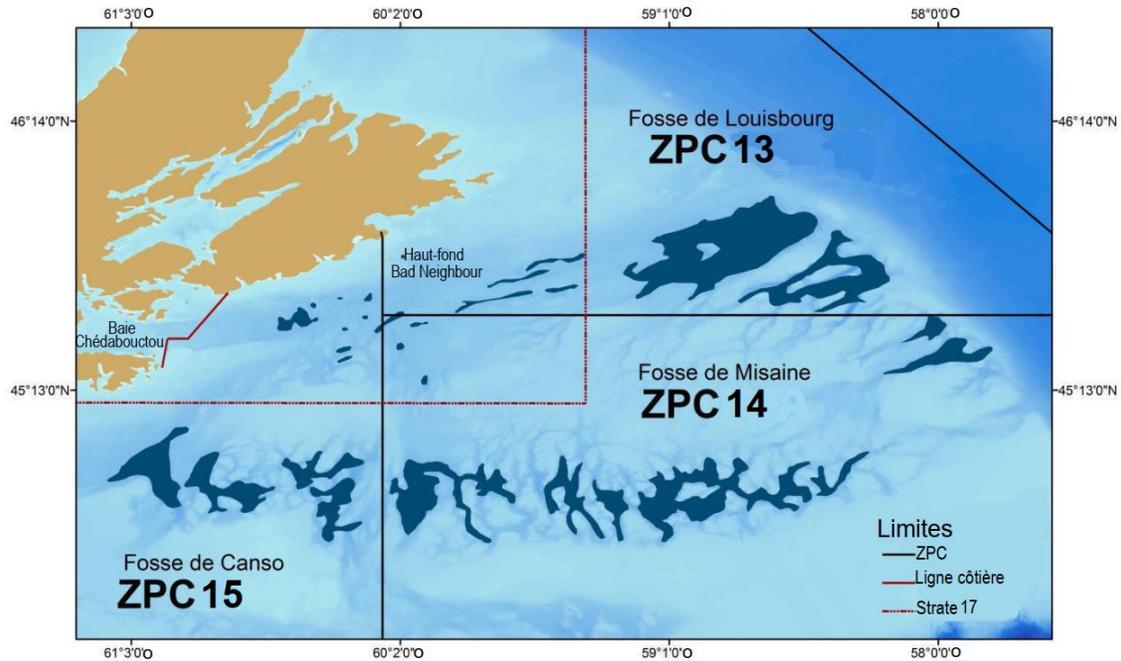


Figure 3. Zones de pêche de la crevette (ZPC) de l'est du plateau néo-écossais. Les strates de relevé correspondent approximativement aux principales fosses à crevettes et aux ZPC. Strate 13 – Fosse de Louisbourg et ZPC 13; Strate 14 – Fosse de Misaine et ZPC 14; Strate 15 – Fosse de Canso et partie extracôticière de la ZPC 15. La strate 17, ou « zone côtière », comprend les parties côtières des ZPC 13–15, indiquées par la ligne fine pointillée. Données bathymétriques fournies par Greenlaw et McCurdy (2014). Pro

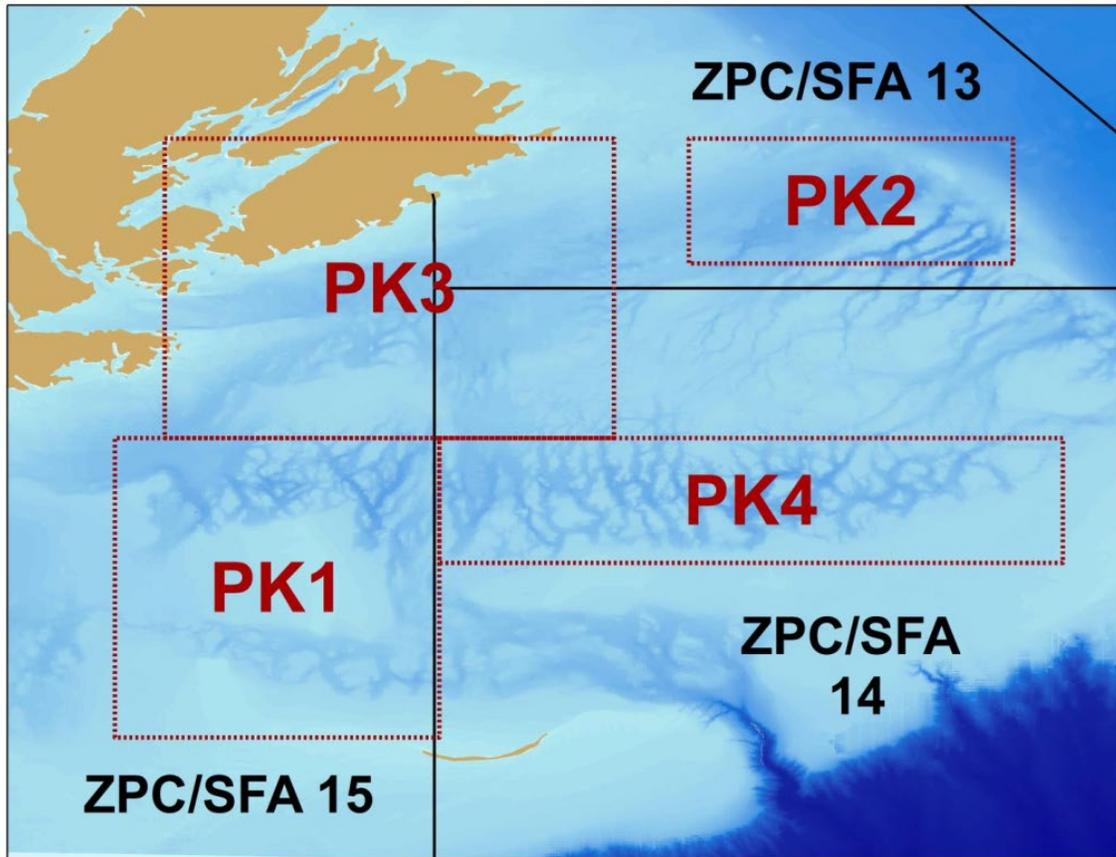


Figure 4. Quadrilatères des zones de l'est du plateau néo-écossais à partir desquels les données satellitaires sur la température à la surface de la mer des deux dernières semaines de février et des deux premières semaines de mars sont analysées.

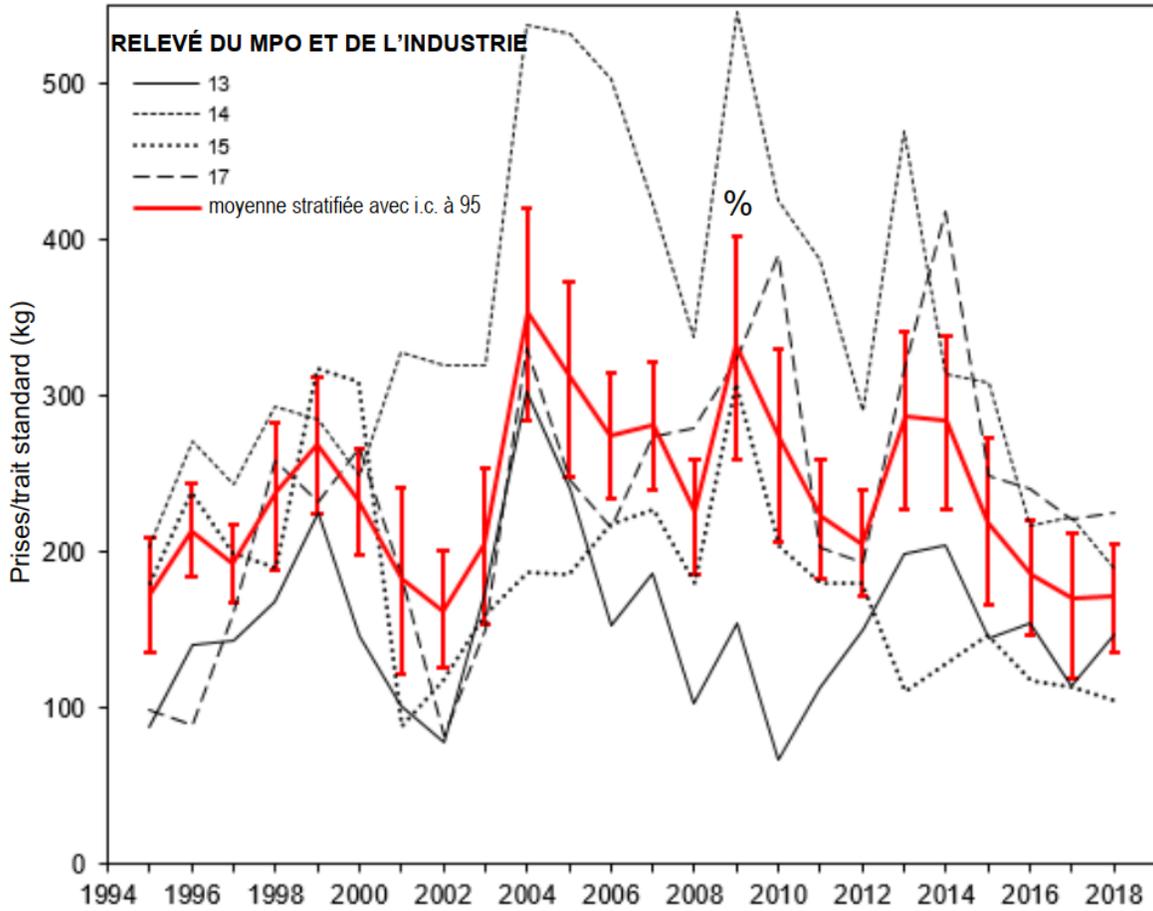


Figure 5. Prises stratifiées/trait standard pour les relevés coopératifs du MPO et de l'industrie de 1995 à 2018 et estimations pour les différentes strates des relevés.

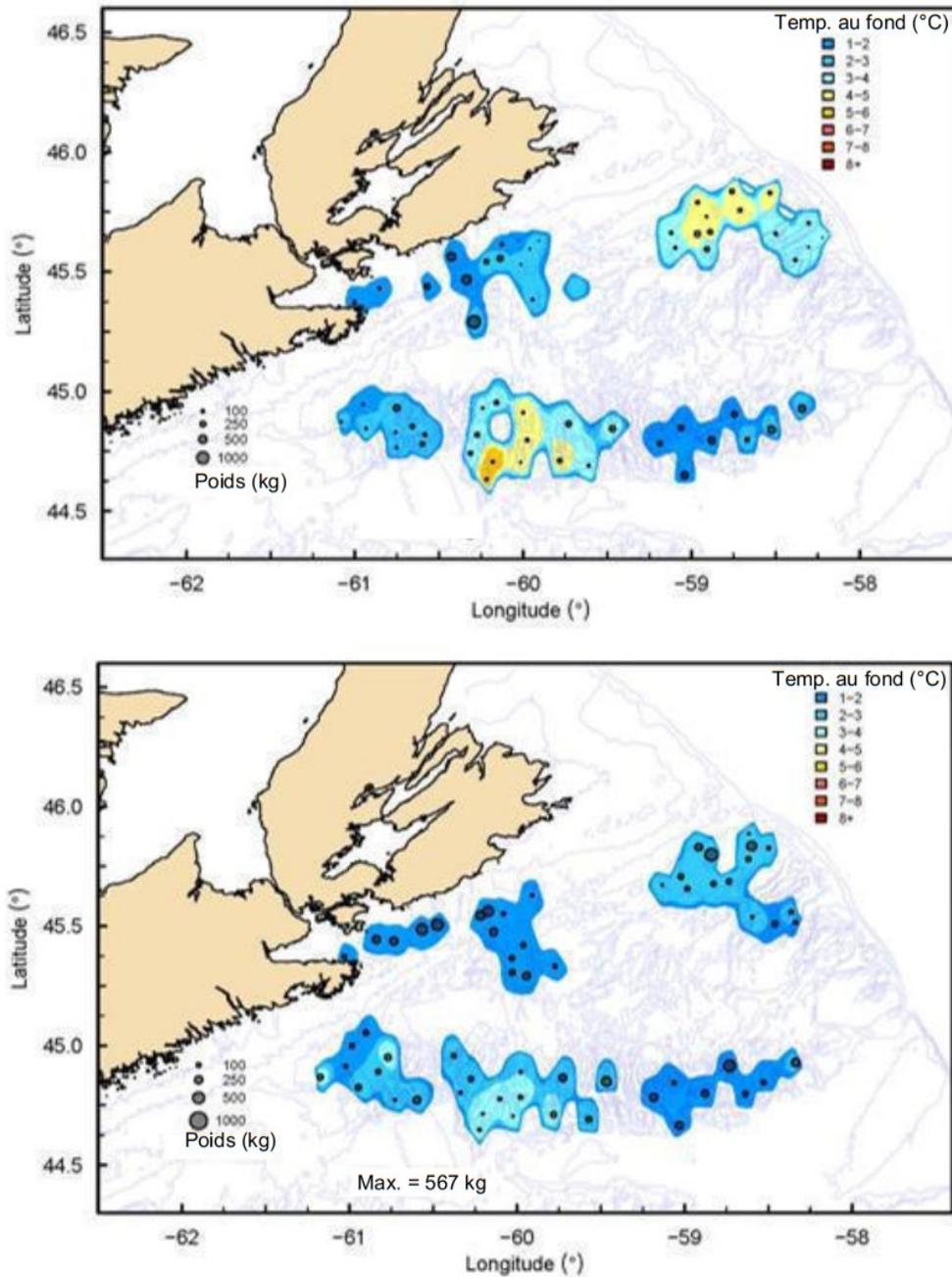


Figure 6. Distribution des prises (kg/trait standard de 30 minutes) et des températures au fond d'après les relevés de 2017 (graphique supérieur) et 2018 (graphique inférieur) du MPO et de l'industrie. Voir les documents de recherche précédents pour les distributions avant 2017 (Hardie et al. 2013b; 2018).

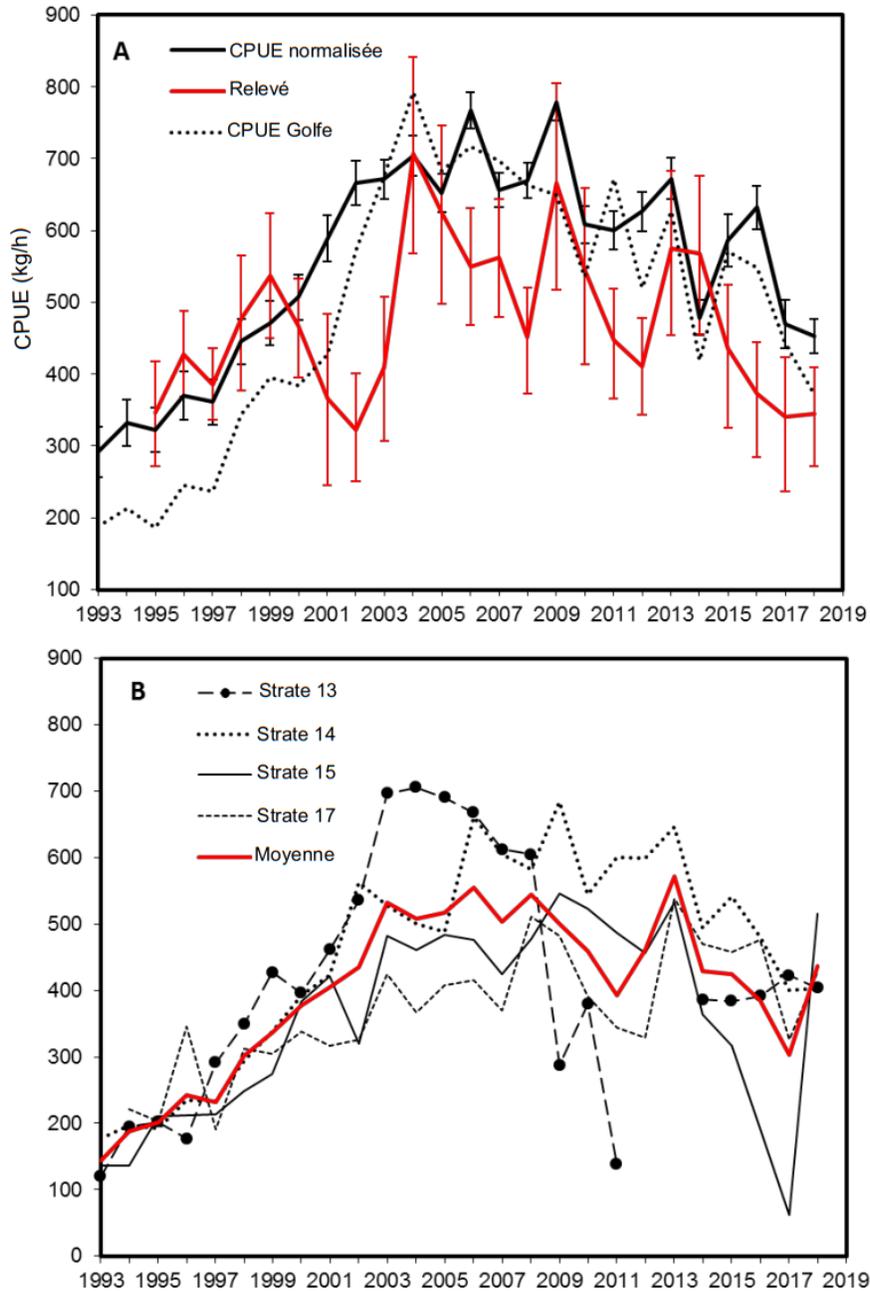


Figure 7. A (graphique du haut) : Capture par unité d'effort (CPUE) stratifiée d'après le relevé du MPO et de l'industrie, CPUE commerciale normalisée avec intervalles de confiance à 95 % et CPUE non normalisée des bateaux du Golfe. B (graphique du bas) : CPUE commerciale non normalisée pour chaque zone de pêche, de 1993 à 2018.

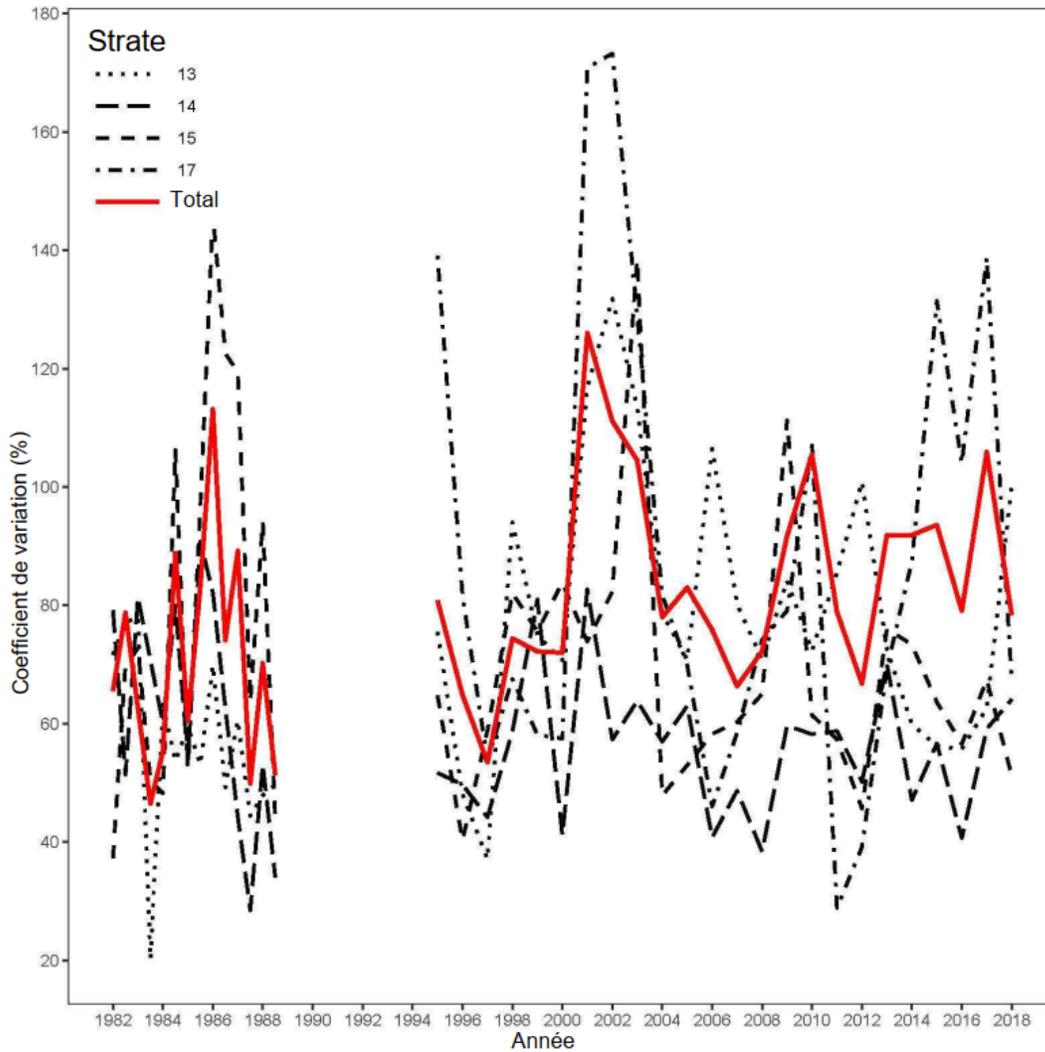


Figure 8. Coefficients de variation (CV) pour les strates 13, 14, 15 et 17 des relevés sur la crevette, de 1982 à 2018. Il convient de noter que l'utilisation de stations fixes dans la strate 14 a probablement pour effet de limiter les changements interannuels du CV par rapport aux autres zones où il y a des stations randomisées.

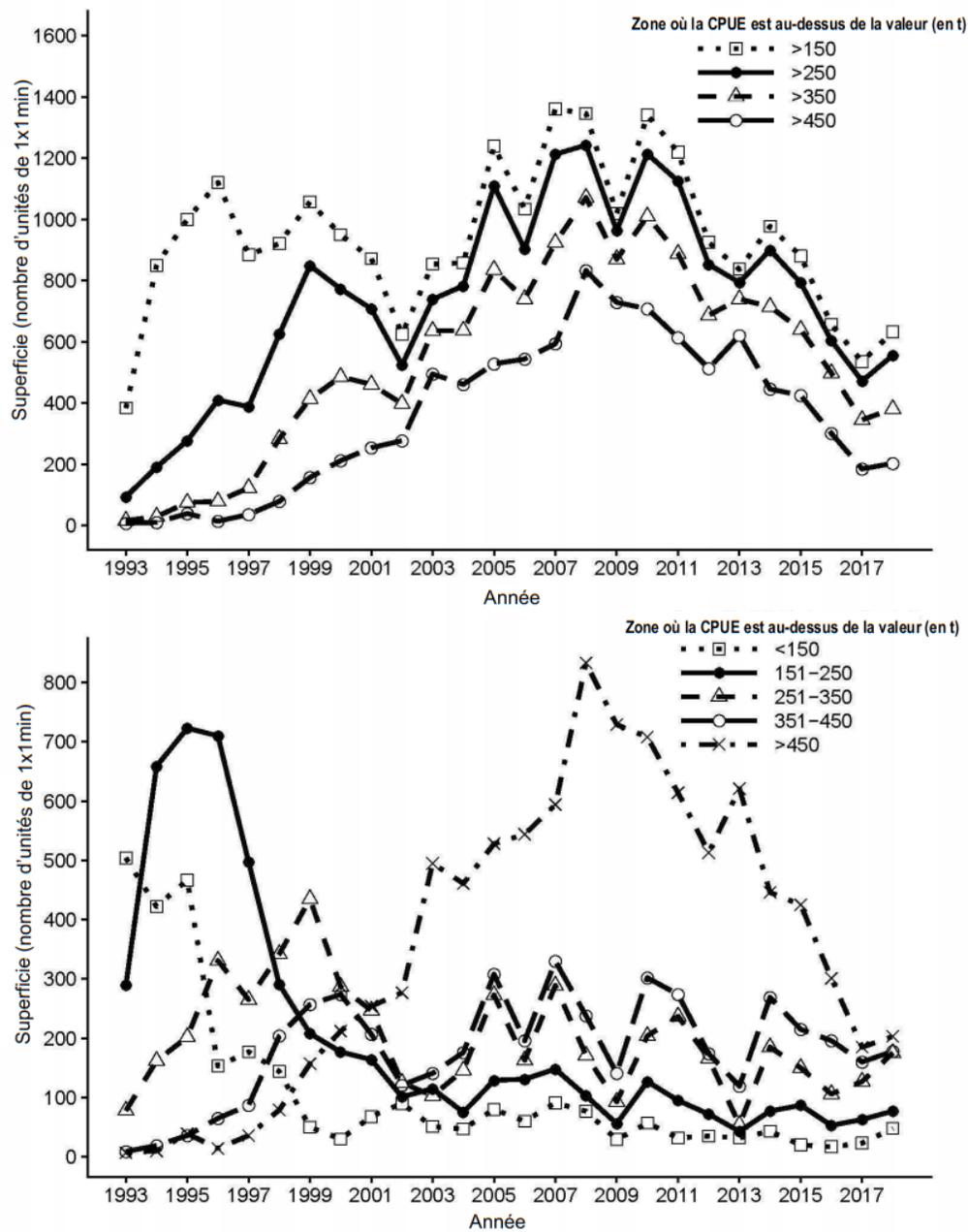


Figure 9. Nombre de carrés d'une minute exploités par la flottille de l'est du plateau néo-écossais avec les taux de prise moyens supérieurs aux limites des valeurs ou plages indiquées dans la légende (graphique du haut) et compris dans ces limites (graphique du bas), d'après les chiffres de 1993 à 2018.

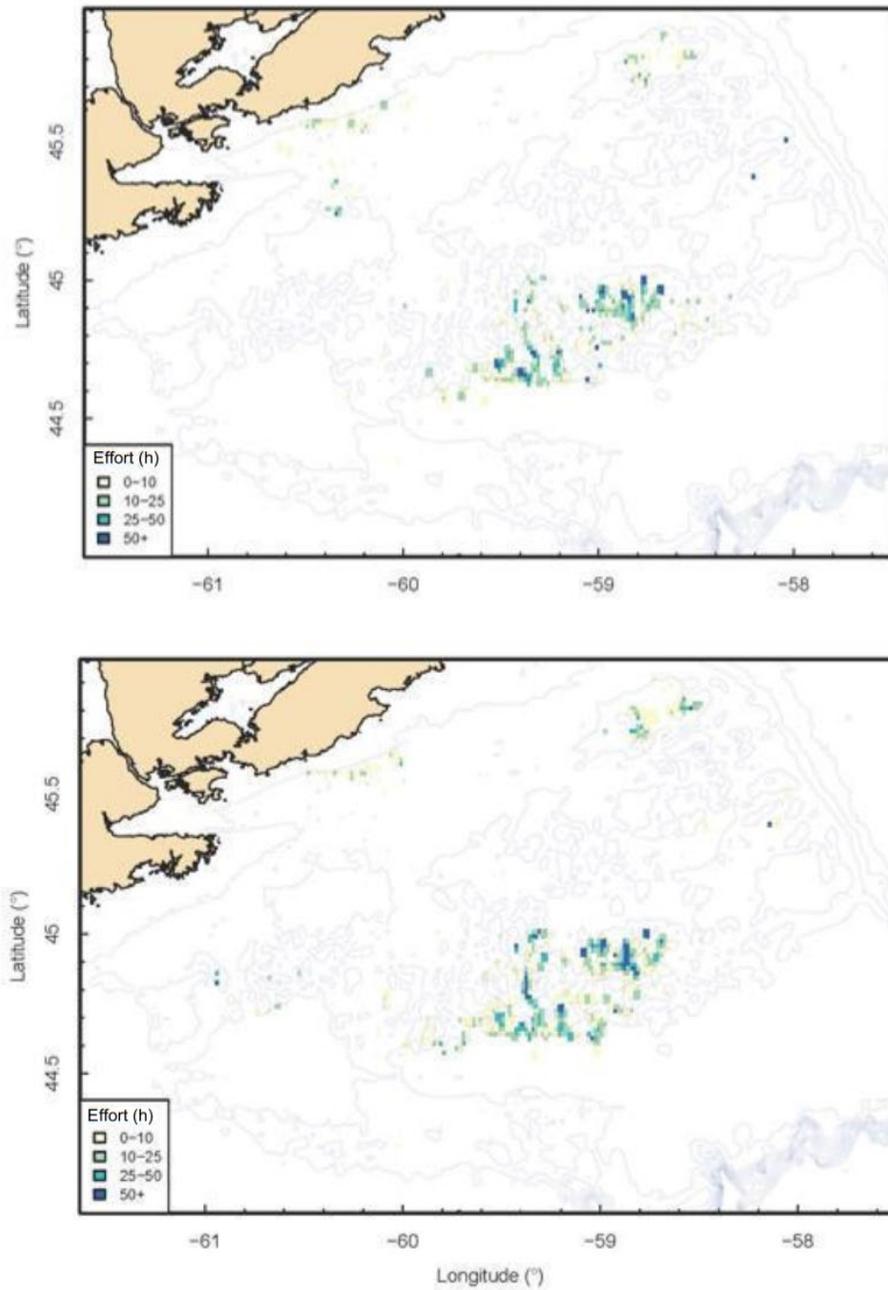


Figure 10. Effort annuel de la flottille de chalutiers de l'est du plateau néo-écossais (heures) en 2017 (graphique du haut) et en 2018 (graphique du bas), cumulé par carrés d'une minute.

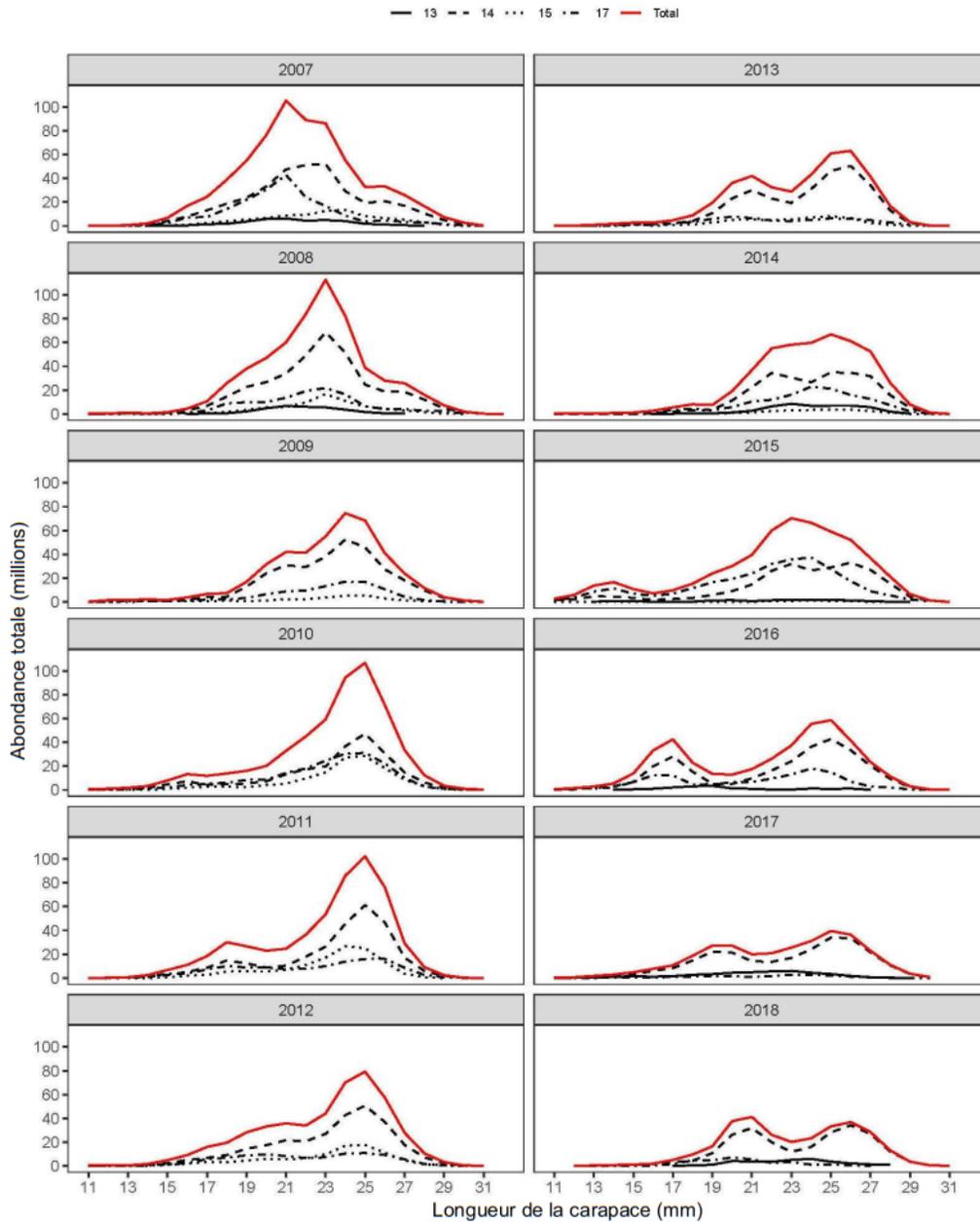


Figure 11. Prises selon la longueur d'après l'échantillonnage des prises commerciales par strate, de 2007 à 2018.

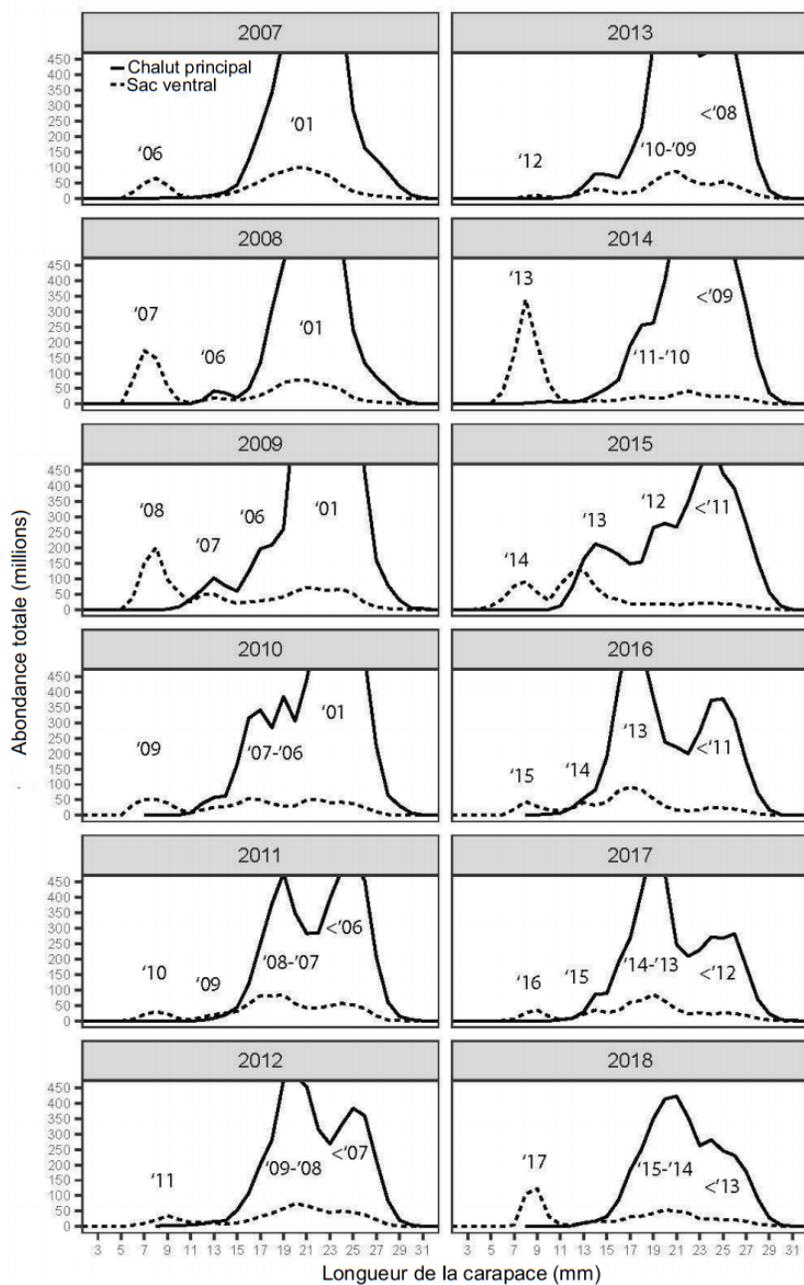


Figure 12. Estimations de la population d'après les prises avec sac ventral (ligne pointillée) et du chalut principal (ligne pleine) pour les relevés de 2007 à 2018.

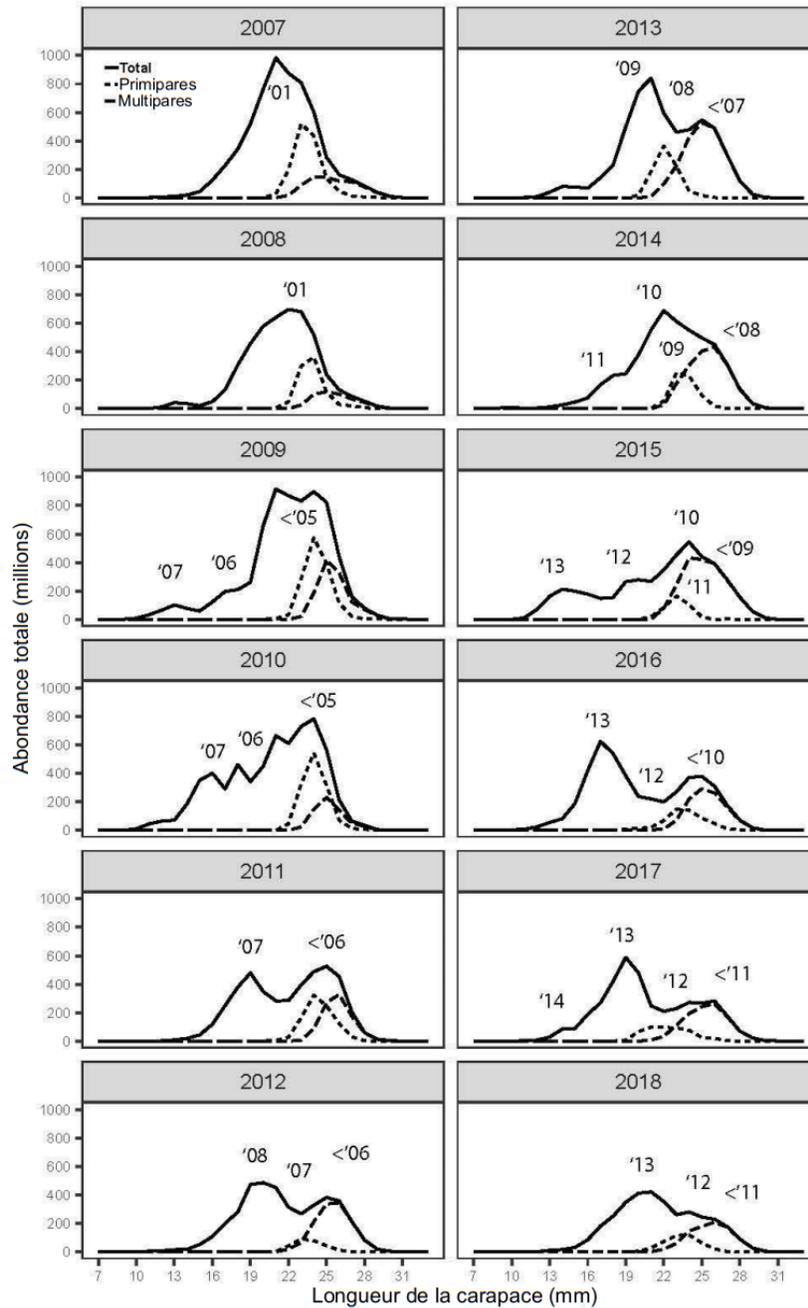


Figure 13. Estimations de la population selon la longueur d'après les relevés du MPO et de l'industrie de 2007 à 2018 (ligne pleine). La ligne pointillée épaisse sur chaque figure représente les crevettes en transition et primipares, la ligne tiretée représente les crevettes multipares.

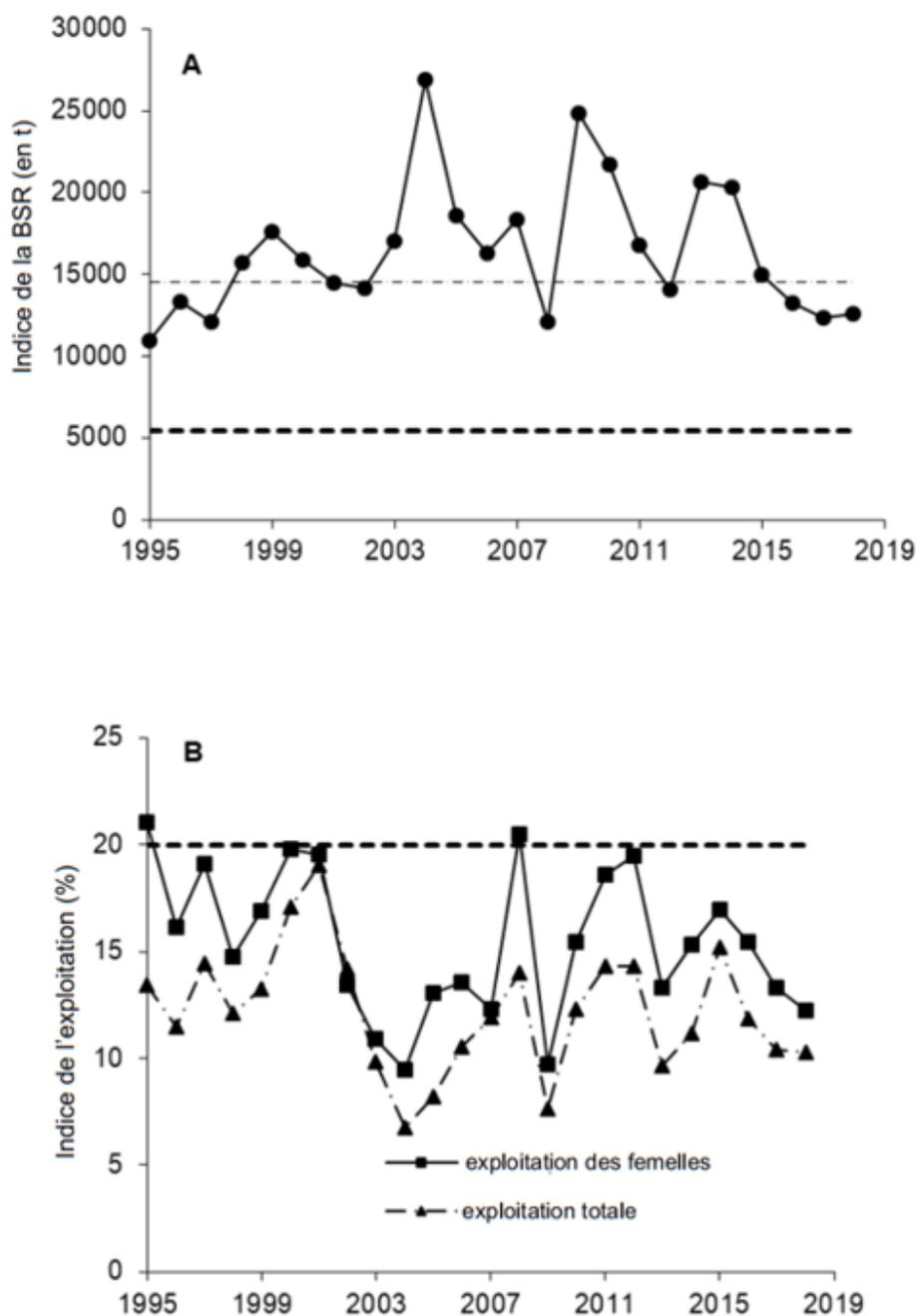


Figure 14. A – Changements de l'indice de la biomasse du stock reproducteur (BSR) pour la population de crevette de l'est du plateau néo-écossais. Les lignes pointillées représentent le point de référence limite (PRL) à 30 % et le point de référence supérieur du stock (PRS) à 80 % de la BSR moyenne pendant la période de forte productivité de 2000 à 2010. B – Changements dans les indices de l'exploitation pour la pêche de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais. La ligne pointillée représente le taux d'exploitation de référence de 20 % pour l'indice de l'exploitation des femelles dans la zone saine.

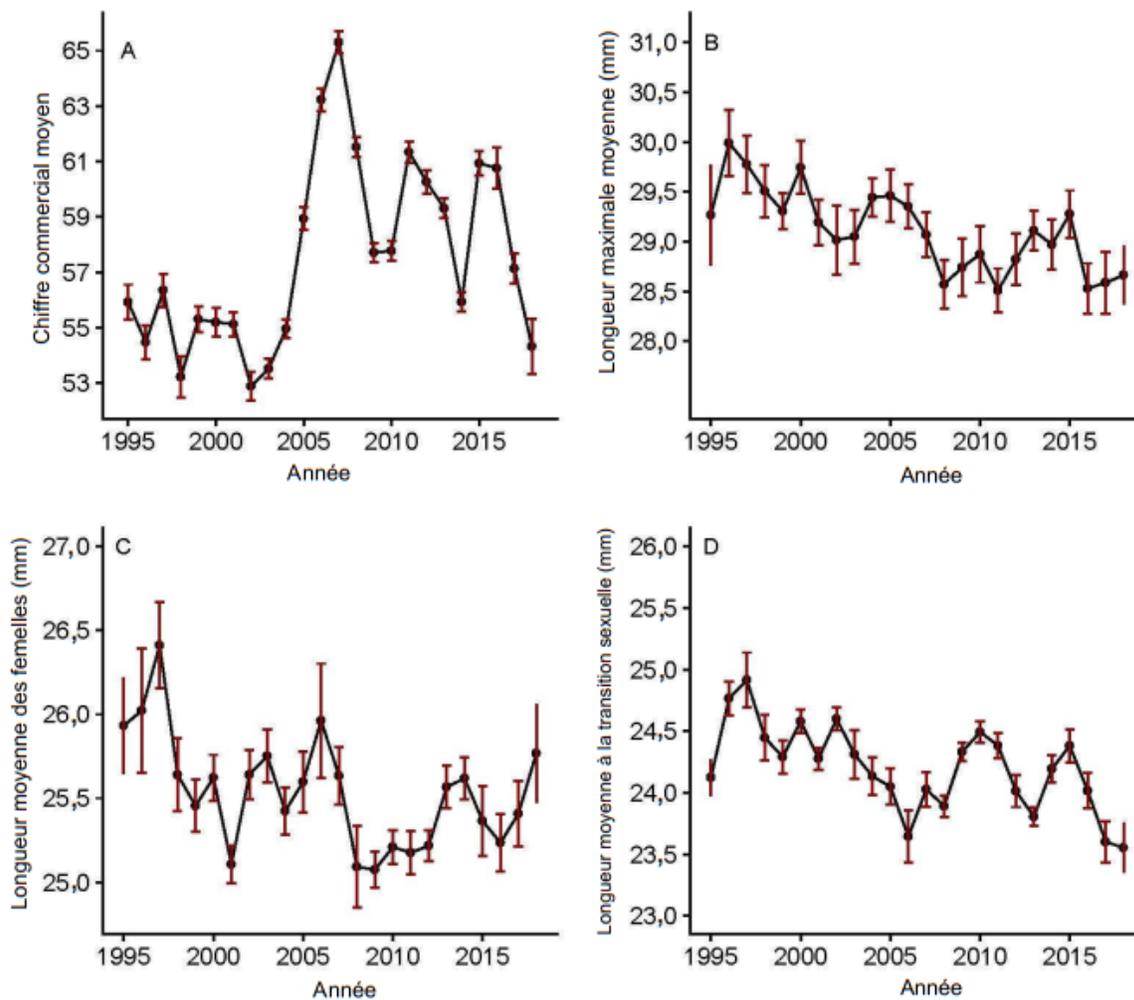


Figure 15. Moyenne : A – chiffres commerciaux, B – longueur maximale, C – taille des femelles et D – taille à la transition de sexe pour toutes les zones de pêche de la crevette (ZPC) combinées de 1995 à 2018 avec des intervalles de confiance à 95 %.

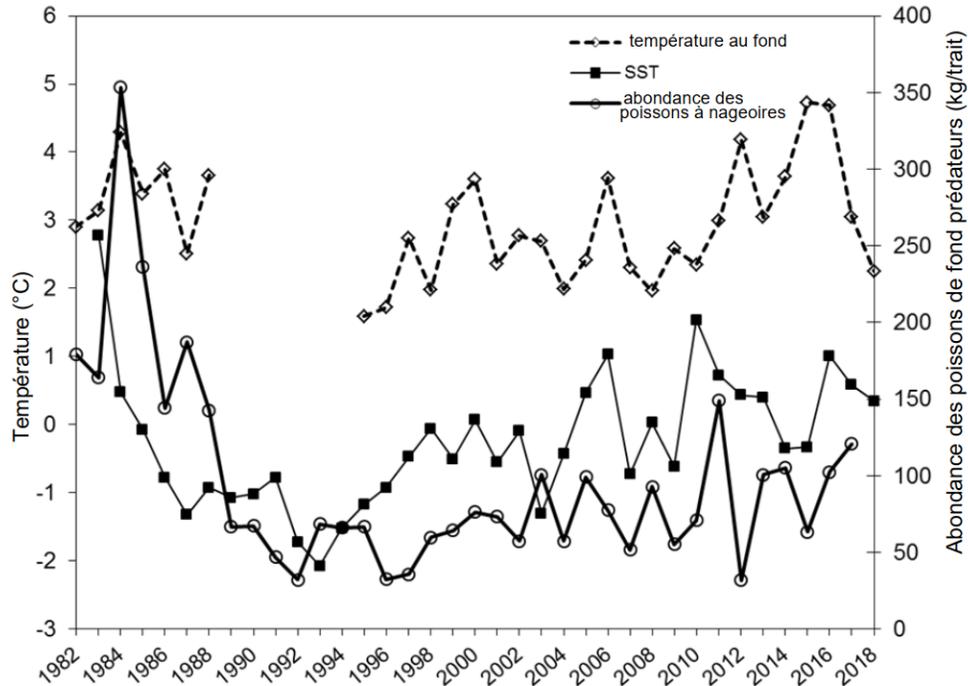


Figure 16. Températures au fond et à la surface de la mer (SST) au printemps et abondance des prédateurs dans les zones de crevettes de l'est du plateau néo-écossais.

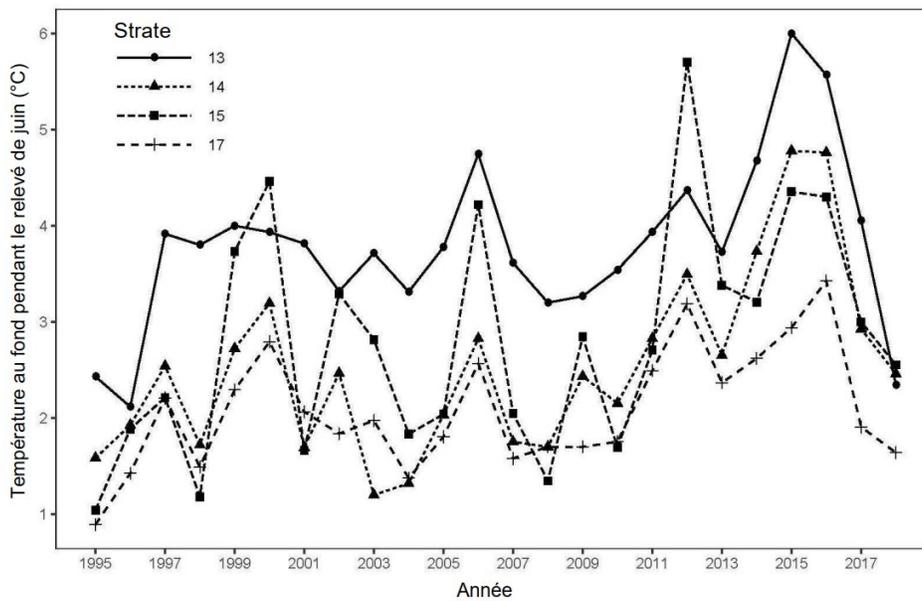


Figure 17. Températures au fond moyennes d'après les relevés sur la crevette, par strate (13, 14, 15 et 17). Il convient de noter que les relevés de juin ont commencé en 1995 et sont menés chaque année.

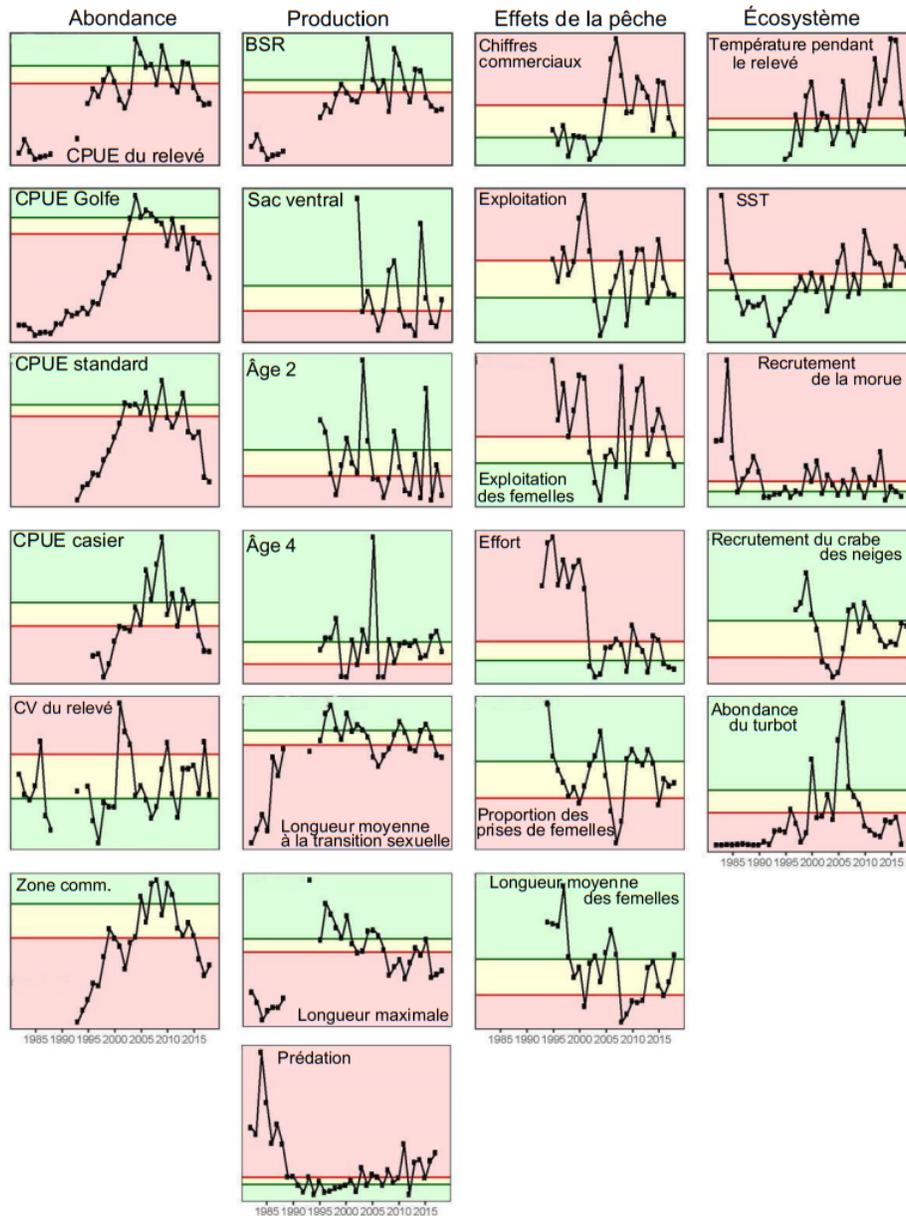


Figure 18. Série chronologique de tous les indicateurs disponibles de 1982 à 2018. Les seuils entre les zones rouge, jaune et verte sont au 33^e et au 66^e centiles de la série de données fixes de 2000 à 2010 pour chaque indicateur. Le texte ne traite pas de tous les indicateurs figurant dans le sommaire ci-dessus. Voir la description détaillée des indicateurs dans Hardie et al. (2018). Il convient de noter qu'il n'a pas été possible de mettre à jour l'indicateur de la prédation (production), le recrutement de la morue (écosystème) et l'abondance du turbot (écosystème) pour 2018.

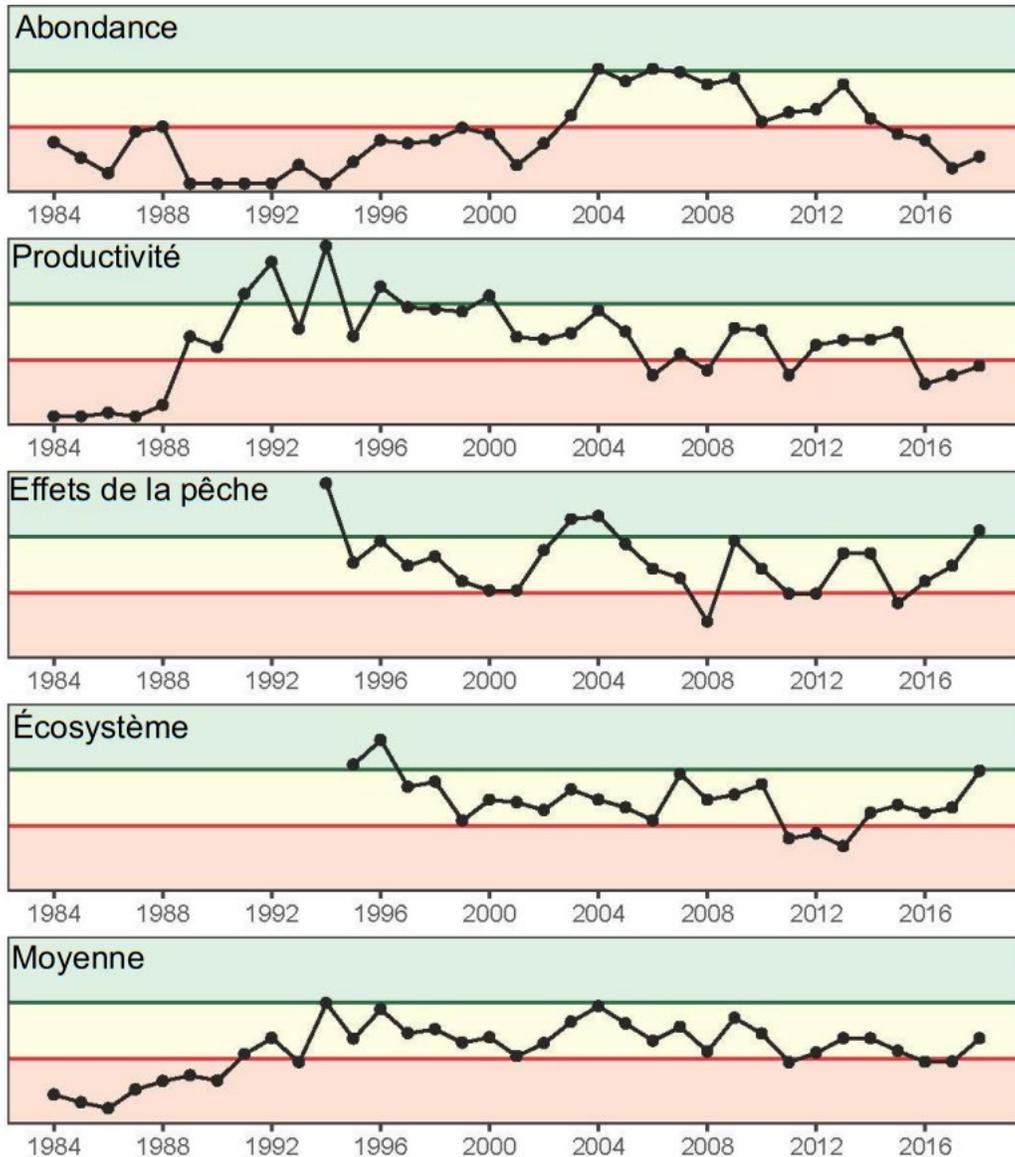


Figure 19. Série chronologique des caractéristiques et indicateur de la moyenne (globale) de 1984 à 2018. Les seuils entre les zones rouge, jaune et verte sont au 33^e et au 66^e centiles de la série de données fixes de 2000–2010 pour chaque indicateur. Le texte ne traite pas de tous les indicateurs figurant dans le sommaire ci-dessus. Voir la description détaillée des caractéristiques sommaires dans Hardie et al. (2018). Il convient de noter qu'il manque des indicateurs pour la caractéristique sommaire de la productivité (-1) et de l'écosystème (-2) en 2018 et que ces valeurs manquantes auront une incidence sur la moyenne globale différente de celle des années précédentes. (Le graphique de l'écosystème de 2018 est pondéré différemment de l'année précédente.)