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 2018/062

Région du Québec

Le maquereau bleu (*Scomber scombrus L.*) dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2016

Thomas Doniol-Valcroze, Elisabeth Van Beveren, Benoît Légaré,
Linda Girard et Martin Castonguay

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

Janvier 2019

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/
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Doniol-Valcroze, T., Van Beveren, E., Légaré, B., Girard, L. et Castonguay, M. 2019. Le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2016. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/062. v + 53 p.

Also available in English :

Doniol-Valcroze, T., Van Beveren, E., Légaré, B., Girard, L., and Castonguay, M. 2019. Atlantic mackerel (Scomber scombrus L.) in NAFO Subareas 3 and 4 in 2016. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/062. v + 51 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ V
1. INTRODUCTION 1
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES 1
2.1 DÉBARQUEMENTS 1
2.1.1 Total Admissible des Captures (TAC) 1
2.1.2 Prises non-déclarées 1
2.2 ÉCHANTILLONNAGE COMMERCIAL 2
2.3 RELEVÉ DES ŒUFS ET INDICE D'ABONDANCE 3
2.3.1 Échantillonnage en mer 3
2.3.2 Analyses en laboratoire 3
2.3.3 Calcul de la densité d'œufs (n/m^2) par station 3
2.3.4 Calcul des temps (h) d'incubation 4
2.3.5 Calcul de la production quotidienne d'œufs (n/m^2) par station 4
2.3.6 Calcul de la production quotidienne d'œufs (n/m^2) pour l'ensemble de la zone échantillonnée 4
1.3.7 Calcul de la proportion d'œufs pondus quotidiennement 4
2.3.8 Calcul de la production annuelle d'œufs 4
2.3.9 Calcul de l'indice relatif d'abondance ou de la biomasse reproductrice 5
2.3.10 Évaluation analytique 5
3. RÉSULTATS 6
3.1 DÉBARQUEMENTS 6
3.1.1 Perspective historique 6
3.1.2 Dans le nord-ouest de l'Atlantique 6
3.1.3 En eaux américaines 6
3.1.4 En eaux canadiennes 6
3.1.5 Par province canadienne 7
3.1.6 Par engin de pêche 7
3.1.7 Par région, Division et zone unitaire 7
3.1.8 Par division, engin et mois 7
3.1.9 Quotas par flotte et TAC 7
3.2 BIOLOGIE 8
3.2.1 Capture à l'âge 8
3.2.2 Classe d'âge de 1999 8
3.2.3 Fréquences de longueur 8
3.2.4 Poids et longueur à l'âge 9
3.2.5 Maturité à l'âge 9
3.2.6 Maturité à la longueur et taille minimale autorisée de la capture 9
3.3 RELEVÉ DES ŒUFS ET INDICE D'ABONDANCE 9
3.4 ÉVALUATION ANALYTIQUE 10
3.4.1 Modèle « censuré » 10
3.4.2 Points de référence 10
3.4.3 Projections 10
3.4.4 Comparaison avec le modèle incluant les prises des USA 11
3.4.5 Comparaison avec le modèle ICA 11

4. DISCUSSION 12
4.1 SOURCES D'INCERTITUDE 12
5. CONCLUSIONS ET AVIS 12
6. REMERCIEMENTS 13
7. RÉFÉRENCES 13
8. TABLEAUX 16
9. FIGURES 28

RÉSUMÉ

L'évaluation de stock présente inclut les meilleures estimations possibles des captures non-déclarées et utilise un nouveau modèle statistique de captures à l'âge. Le nouveau modèle procure donc une estimation plus réaliste de la biomasse reproductrice. Selon les résultats de cette évaluation, le stock de maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 a atteint son plus bas niveau historique en 2012. Le modèle statistique suggère que les niveaux de capture des dernières années ont permis une croissance lente de 2013 à 2016 et une légère amélioration de la structure d'âge, mais n'indique aucun épisode important de recrutement depuis 1999. Des projections qui tiennent compte des captures non déclarées (estimées à 6 000 t) suggèrent que la probabilité d'une augmentation de la biomasse est supérieure à 77 % pour des niveaux de captures totales (déclarées + non déclarées) inférieurs à 16 000 t. Cependant, étant donné que le stock se situe actuellement dans la zone critique, la priorité devrait être à la reconstruction et les captures totales devraient être limitées de façon à favoriser l'accroissement de la biomasse reproductrice pour permettre à la population d'atteindre au moins le point de référence limite.

1. INTRODUCTION

Ce document de recherche présente les données de captures, de débarquements, d'échantillonnage et de prises accessoires de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO (Figure 1) suite aux saisons de pêche 2014, 2015 et 2016, ainsi que les résultats des relevés des œufs dont est tiré un indice d'abondance. Les débarquements commerciaux et récréatifs américains sont aussi présentés, mais à titre informatif. Toutes ces données ont été analysées et les principaux résultats ont été intégrés dans l'avis scientifique (MPO 2017) afin d'aider à la préparation du plan de gestion des saisons de pêche 2017 et 2018. Pour référence, le document de recherche principal de l'évaluation de stock précédente est Grégoire *et al.* (2014a).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DÉBARQUEMENTS

Les données de la pêche commerciale des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO ont été tirées des plus récents fichiers ZIFF (Zonal Interchange File Format). Au moment de cette évaluation, les fichiers des saisons de pêche 2015 et 2016 étaient toujours préliminaires et des données de débarquements étaient manquantes pour le golfe et la Nouvelle-Écosse en 2016. Afin de faciliter leur interprétation, les données de la pêche commerciale ont été regroupées par pays, province, division, sous-division, zone unitaire et district statistique (Nouvelle-Écosse) de l'OPANO de même que par mois et engin de pêche. Les positions des captures par les engins mobiles et fixes ont été analysées et présentées lorsque les données étaient disponibles.

Les données des pêches commerciales et récréatives américaines – ces dernières ayant été mises à jour en raison d'un changement dans la façon de les estimer – ont été fournies par le National Fisheries Science Center de Woods Hole au Massachusetts et le Mid-Atlantic Fishery Management Council de Dover, au Delaware.

2.1.1 Total Admissible des Captures (TAC)

Entre 1987 et 2000, le Total Admissible des Captures (TAC) pour tout le nord-ouest de l'Atlantique était de 200 000 t (Figure 1). Suite aux faibles biomasses estimées par le relevé canadien des œufs de 1996, 1998 et 2000, le TAC a été abaissé par le Canada à 150 000 t pour la période 2001-2009. En 2005, des TAC de plus de 200 000 t ont été proposés par les États-Unis pour la période 2006-2008. Le TAC est finalement diminué à 80 000 t (moyenne des débarquements des saisons 2006, 2007 et 2008) suite à l'évaluation conjointe entre les États-Unis et le Canada de 2009-2010. Suite au Comité canadien consultatif de 2010, il a été décidé que ce TAC serait partagé de la façon suivante : 60 000 t pour le Canada et 20 000 pour les États-Unis. Suite au Comité canadien consultatif de 2012, le TAC a été fixé à 36 000 t. Les TAC canadiens n'ont jamais été atteints avant 2016 et n'ont donc jamais limité les activités de pêche. De 2014 à 2016, le TAC a été fixé à 8 000 t. Le TAC a été atteint pour la première fois dans l'histoire en 2016, ce qui a provoqué une fermeture de la pêche en octobre.

2.1.2 Prises non-déclarées

Les prises non-déclarées représentent une problématique importante dans la pêche au maquereau. En effet, une quantité importante de captures de la pêche commerciale vendues directement entre pêcheurs ainsi que de la pêche à l'appât utilisé pour usage personnel ne sont pas comptabilisées dans les statistiques du MPO. Les captures de la pêche récréative,

qui est très populaire durant les mois d'été, ne sont pas comptabilisées non plus. Comme cette activité est pratiquée partout dans l'est du Canada par un très grand nombre de gens incluant les touristes – à quai ou à bord de navires nolisés et de façon quasi commerciale à certains endroits – les prises réelles de maquereau sont grandement sous-estimées. Depuis plusieurs années, les avis scientifiques sur le maquereau comportaient une recommandation d'améliorer les statistiques de pêche dans leur ensemble, et d'effectuer une réflexion sur les façons d'estimer toutes ces captures.

Dans le cadre de la présente évaluation, la problématique des prises non-déclarées a d'abord été examinée à l'aide d'une synthèse des données disponibles sur les besoins en appât et sur les pêches récréatives. Les résultats de ces recherches ont permis d'estimer un maximum approximatif de captures non-déclarées pour chacune des régions de gestion et la manière dont ces captures ont pu varier au cours du temps. De plus, une enquête informelle sur Internet, à l'intention de tous les pêcheurs canadiens de maquereau, a permis d'obtenir de leur part une estimation approximative de la proportion de prises non déclarées (appâts, rejets et prises récréatives). L'étude a porté sur 476 répondants des 4 provinces de l'Atlantique et du Québec, qui ont pêché le maquereau pour l'appât ou à des fins récréatives ou commerciales (Van Beveren *et al.* 2017a). Les résultats indiquent que plus de la moitié du maquereau utilisé comme appât en 2016 servait principalement pour la pêche au homard, mais d'autres espèces dont le thon rouge (*Thunnus thynnus*), le crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) et le flétan atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*). La pêche récréative, généralement avec la ligne à main, peut également être pratiquée de manière semi-professionnelle avec des turluttes et des filets maillants, de sorte qu'elle ne doit pas être négligée. De plus, d'après les répondants, 1,9 % des captures ont été rejetées, principalement à cause de la petite taille des poissons.

Les deux approches utilisées (synthèse des besoins en appât et sondage en ligne) suggèrent qu'en raison de l'utilisation d'appât, de la pêche récréative et des rejets, la capture totale de maquereau pourrait représenter de 150 % à 200 % des prises déclarées, et que ce rapport varie selon les provinces et au cours du temps.

2.2 ÉCHANTILLONNAGE COMMERCIAL

Le maquereau est l'objet d'un suivi annuel par le programme d'échantillonnage commercial. Des mesures de longueur et des échantillons biologiques sont recueillis dans les principaux ports de débarquements pour les principaux engins de pêche. Les longueurs sont mesurées avec une précision de ± 5 mm. En laboratoire, les poissons provenant des échantillons biologiques sont décongelés, mesurés (± 1 mm) et pesés (± 0,1 g). Les gonades sont sexées et pesées (± 0,01 g), le stade de maturité est déterminé et les otolithes sont prélevés pour la détermination de l'âge. Cette dernière a fait l'objet d'une comparaison récente avec le laboratoire de Woods Hole (Grégoire *et al*. 2009).

Les mesures de longueur ont été regroupées par division, engin de pêche et trimestre puis pondérées par les débarquements correspondants. Les résultats ont permis de suivre l'évolution des tailles et de calculer les longueurs moyennes annuelles des captures par engin de pêche. Les mesures de longueur ont aussi été regroupées par trimestre et converties en captures à l'âge à l'aide de clefs âge-longueur provenant de l'analyse des échantillons biologiques. Le calcul de la capture à l'âge a été réalisé à l'aide d'une application écrite en Visual Basic (VB) et développée à l'Institut Maurice-Lamontagne de Mont-Joli en 2011-2012. Les équations de bases utilisées dans cette application ont été tirées des fonctions APL de CATCH (Anonyme 1986).

Les biomasses annuelles de la capture à l'âge – c'est-à-dire le produit de la capture à l'âge par les poids à l'âge correspondants – ont été comparées aux débarquements commerciaux

dans le but de détecter des erreurs possibles de regroupement ou de pondération dans le calcul de la capture à l'âge.

Les ogives de maturité ont été mises à jour à l'aide des procédures Logistic et Probit de SAS (version 9.3) (SAS Institute Inc. 2011). Ces ogives ont été utilisées pour déterminer l'âge et la taille à 50 % de maturité (A_{50} et L_{50}). Les valeurs de L_{50} ont aussi été comparées à la taille minimale autorisée de capture qui est passée de 250 à 263 mm en 2014.

2.3 RELREVÉ DES ŒUFS ET INDICE D'ABONDANCE

Un indice relatif d'abondance de la biomasse reproductrice du maquereau qui se reproduit dans le sud du golfe du Saint-Laurent est calculé à partir des données provenant d'un relevé des œufs réalisé annuellement conjointement avec un relevé océanographique du Programme de Monitorage de la Zone Atlantique (PMZA). Cet indice a été utilisé depuis 1983 pour suivre l'évolution de l'abondance relative du maquereau bleu en eaux canadiennes (sous-régions 3-4 de l'OPANO). De plus, cet indice est utilisé pour étalonner les évaluations analytiques du stock (exemple : les Analyses Séquentielles de Population, Grégoire *et al.* 2013). La dernière évaluation canadienne du maquereau reposait sur les résultats des relevés réalisés entre 2008 et 2013 (Grégoire *et al.* 2014b).

2.3.1 Échantillonnage en mer

La collecte en mer du plancton et des œufs et larves de maquereau a été réalisée à l'aide d'un échantillonneur Bongo muni de deux filets en Nitex ayant des mailles de 333 µm et une ouverture de 61 cm. Un débitmètre General Oceanics™ a été fixé près de l'ouverture de chaque filet de façon à mesurer les volumes d'eau filtrés. Les traits, d'une durée minimale de 10 minutes, ont été effectués en suivant un profil en dents de scie entre la surface et une profondeur maximale de 50 m, ou jusqu'à 5 m du fond pour les stations moins profondes. Le profil des traits et la position des filets dans la colonne d'eau ont été suivis en temps réel à l'aide d'un équipement électronique (BIONET™) fixé au cadre de l'échantillonneur. Une sonde CTD (Sea-Bird SBE-19), aussi fixée au cadre de l'échantillonneur, a permis d'obtenir les profils de la température et de la salinité dans la portion échantillonnée de la colonne d'eau.

De retour sur le pont, les filets ont été suspendus et lavés à l'eau salée. Les échantillons de plancton de l'un des deux filets ont été préservés dans une solution diluée (4-5 %) de formaldéhyde et ceux du second, dans de l'éthanol concentrée (100 %).

2.3.2 Analyses en laboratoire

Le tri du plancton et des œufs et des larves de maquereau bleu (partie formolée) a été réalisé au laboratoire de l'Institut Maurice-Lamontagne (Pêches et Océans Canada, Mont-Joli). Chaque échantillon a été fractionné selon la méthode des béchers de Van Guelpen (Van Guelpen *et al.* 1982). Les critères d'identification des œufs et des larves de maquereau bleu (et des autres espèces de poissons rencontrées) ont été tirés des travaux de Fritzsche (1978), d'Elliott et Jimenez (1981) et de Fahay (2007a, 2007b).

2.3.3 Calcul de la densité d'œufs (n/m^2) par station

Les œufs de maquereau bleu ont été triés et dénombrés par stade de développement (Girard 2000). Par la suite, les décomptes ont été standardisés selon la fraction triée et le volume d'eau filtré (m^3) avant d'être convertis en densité (nombre/m^2) en tenant compte de la profondeur maximale échantillonnée (m). Les densités d'œufs ont été analysées en fonction de la température de l'eau selon une approche similaire à celle proposée par Perry et Smith (1994).

2.3.4 Calcul des temps (h) d'incubation

Les temps d'incubation des œufs des stades 1 et 5 (stade 1 brisé ou œuf mort) ont été calculés selon le modèle de Lockwood *et al.* (1977) pour le maquereau bleu du nord-est de l'Atlantique. Ce modèle est décrit de la façon suivante :

$$I = (e^{[-1.61\ Ln(T)+7.76]})$$

où *T* est la température moyenne (°C) des 10 premiers mètres d'eau. Lors des relevés, cette couche d'eau se situe généralement au-dessus de la thermocline. Le choix d'ajouter les œufs de stade 5 à ceux de stade 1 provient de Maguire (1981).

2.3.5 Calcul de la production quotidienne d'œufs (n/m^2) par station

La production quotidienne d'œufs (n/m^2) par station a été calculée de la façon suivante :

$$\frac{\text{Densité (stades 1 et 5) (n/m}^2\text{)}}{\text{Temps d'incubation (h)}}\ \text{x 24 h}$$

2.3.6 Calcul de la production quotidienne d'œufs (n/m^2) pour l'ensemble de la zone échantillonnée

La zone échantillonnée du sud du golfe du Saint-Laurent comporte trois strates contiguës qui ont été définies par Ouellet (1987). La surface de chacune de ces strates a été utilisée comme facteur de pondération dans les équations reliées à un plan d'échantillonnage stratifié aléatoire (Cochran 1977). La production quotidienne d'œufs pour l'ensemble de la zone échantillonnée correspond à la moyenne pondérée ou globale des productions quotidiennes (n/m^2) calculées à chaque station.

2.3.7 Calcul de la proportion d'œufs pondus quotidiennement

La proportion d'œufs pondus à la date médiane des relevés a été calculée à l'aide d'un modèle logistique décrivant l'évolution saisonnière de l'indice gonado-somatique (IGS). Cet indice a été calculé à partir des données biologiques provenant de l'analyse des échantillons de la pêche commerciale provenant principalement de la Division 4T en juin. Cette approche est préférée à l'utilisation d'une courbe de densité normale (de même étendue et ayant un maximum se produisant toujours à la même date) qui était utilisée dans le passé. Le modèle logistique est décrit de la façon suivante :

$$y = y_o + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b\right]}$$

où :

y = moyenne journalière de l'indice gonado-somatique

x = jour de l'année

et y_0, a, x_0 et b, les quatre paramètres à être modélisés

2.3.8 Calcul de la production annuelle d'œufs

La production annuelle ou totale d'œufs est définie comme étant le rapport entre le produit de la production journalière moyenne d'œufs (n/m^2) par station (P) par la surface de la zone échantillonnée (m^2) (A) et la proportion d'œufs pondus à la date médiane des relevés (S).

2.3.9 Calcul de l'indice relatif d'abondance ou de la biomasse reproductrice

L'indice relatif d'abondance ou de la biomasse reproductrice (t) a été calculé selon le modèle de base proposé par Saville (1977). La Méthode de la Production Totale d'Œufs (MPTO), qui est une application du modèle de Saville, est définie de la façon suivante :

$$B = \frac{P \cdot A \cdot W}{S \cdot F \cdot R \cdot 10^6}$$

où :

B = Indice relatif d'abondance ou de la biomasse reproductrice (t)

P = Production journalière moyenne d'œufs (n/m^2) par station (moyenne stratifiée)

A = Surface (m^2) de la zone échantillonnée (6,945 x 10^{10} m^2)

W = Poids (g) moyen d'un poisson provenant des échantillons biologiques

S = Proportion d'œufs pondus à la date médiane d'un relevé

F = Fécondité des femelles (Pelletier 1986)

R = Rapport des sexes (proportion des femelles dans les échantillons biologiques)

10^6 = Facteur de conversion de gramme en tonne

2.3.10 Évaluation analytique

La dernière évaluation du maquereau des sous-régions 3 et 4 remonte à l'hiver 2014. Le logiciel qui était utilisé pour l'ASP (ICA ou « Integrated Catch-at-Age »), est devenu désuet et ne fonctionne plus sur les systèmes récents. De plus, il ne pouvait prendre en compte les captures manquantes et par conséquent était soupçonné de sous-estimer la taille réelle du stock de maquereau. Pour cette évaluation, on a développé un nouveau modèle de dynamique de population afin d'estimer l'état de la ressource et d'intégrer pleinement les différentes sources d'incertitude, y compris l'estimation des captures manquantes, ainsi que de permettre le calcul de points de référence robustes.

Ce modèle statistique de capture à l'âge a été décrit en détail par Van Beveren et al. (2017b) (voir aussi des projections étendues dans MPO 2018) et a été construit en langage TMB. Le modèle, dit « censuré », utilise une nouvelle approche dans laquelle les prises déclarées sont explicitement considérées biaisées, en étant estimées entre une limite inférieures correspondant aux prises rapportées et une limite supérieure. Ces valeurs maximales pour les prises non-déclarées ont été informées, dans la mesure du possible, au moyen des informations disponibles sur l'industrie de la pêche à l'appât et la pêche récréative et dont l'ordre de grandeur a été confirmé par les résultats du sondage en ligne (voir 2.1.2, prises non-déclarées). En vue de l'incertitude reliée aux débarquements des USA, qui pourraient consister en partie du contingent nord, une analyse exploratoire a été faite dans laquelle la limite supérieure a été augmentée sur toute la période avec la moitié des prises des EU.

Dans le cadre de la présente évaluation, les configurations clés du modèle était la sélectivité plafonnée à partir de l'âge 4, la relation stock-recrutement de Beverton-Holt avec deux paramètres qui incluait un effet environnemental venant d'une analyse en composantes principales (Plourde et al. 2015), et l'estimation de différentes erreurs d'observations reliées aux captures à l'âge (Van Beveren et al. 2017b).

L'utilisation d'un nouveau modèle risque d'entrainer des différences dans les estimations de statistiques de stock relatif à la dernière évaluation, et afin de fournir une base de comparaison le modèle censuré a été appliqué également sur la période 1968-2013. Ces

estimations ne servent que comme informations complémentaires et ne devraient pas être utilisées pour d'autres fins.

3. RÉSULTATS

3.1 DÉBARQUEMENTS

3.1.1 Perspective historique

À la fin des années 1960, les débarquements de maquereau bleu dans le nord-ouest de l'Atlantique (sous-régions 2 à 6 de l'OPANO) ont connu une hausse importante suite à l'arrivée d'une flottille de navires étrangers. Des maximums historiques de plus de 250 000 t par année ont été atteints entre 1970 et 1976. Les débarquements ont considérablement diminué en 1977 lors de l'instauration de la zone économique exclusive (ZÉE) des 200 milles marins. Cependant, suite à des ententes au début des années 1980 entre les États-Unis et l'URSS, ils ont à nouveau augmenté pour atteindre 86 891 t en 1990 (Tableau 1; Figure 2). Par la suite, les débarquements ont connu une autre baisse importante en raison d'une réduction graduelle des contingents alloués par les États-Unis à l'URSS et de l'arrêt complet de cette pêche en 1992.

3.1.2 Dans le nord-ouest de l'Atlantique

Entre 2008 et 2010, les débarquements de maquereau bleu dans le nord-ouest de l'Atlantique (Canada + USA) ont varié de 49 388 t à 65 470 t, ce qui représente une importante diminution par rapport aux cinq années précédentes (Tableau 1). Les débarquements de 2011 ont totalisé 12 863 t. Ceux de 2012, 2013 et 2014 étaient de 12 583 t, 13 902 t et 13 373 t. Les débarquements de 2015 (préliminaires) étaient de 12 130 t, soit les plus faibles depuis 1963.

3.1.3 En eaux américaines

Les débarquements commerciaux américains ont connu une hausse importante entre 2000 et 2006. De 2006 à 2007, ils sont passés de 56 640 t à 25 547 t avant d'atteindre 9 877 t en 2010 (Tableau 1). Les débarquements de 2011 n'ont été que de 531 t seulement, soit les plus faibles à être enregistrés depuis 1960. Les débarquements des pêches hivernales de 2012 et 2013 se sont chiffrés à 5 333 t et 4 372 t. Entre 2007 et 2011, les captures récréatives américaines ont varié de 584 t à 932 t (Tableau 1). Entre 2012 et 2015, elles ont varié de 668 t à 1 157 t.

Aucune pêche hauturière n'a été réalisée en eaux américaines par des navires étrangers depuis 1992. Cette pêche, basée sur des accords entre les États-Unis et l'URSS, a été à l'origine de la hausse des débarquements des années 1980 (Figure 2).

3.1.4 En eaux canadiennes

Entre 2008 et 2010, les débarquements (déclarés) canadiens ont varié entre 29 671 t et 42 231 t pour atteindre seulement 11 400 t en 2011, 6 582 t en 2012 et 8 663 t en 2013 (Tableau 1). Les débarquements se sont élevés à 6 680 t en 2014 et 5 357 t en 2015 (préliminaires), soit les plus faibles à avoir été enregistrés depuis 1964. En revanche, en 2016, le TAC de 8 000 t a été atteint, entrainant la fermeture de la pêche commerciale pour la première fois de l'histoire de cette pêche.

3.1.5 Par province canadienne

Au cours de la période 2008-2010, les débarquements de Terre-Neuve ont varié entre 23 036 t et 34 237 t ce qui représente de 78 % à 86 % de tous les débarquements canadiens (Tableau 2; Figures 3, 4A). Des 4 143 t de maquereau capturées en eaux canadiennes en 2015, seulement 17 % (700 t) ont été débarquées à Terre-Neuve alors que cette proportion était en moyenne de 71 % de 2001 à 2010 et de 54 % depuis 2011. Par contre, en 2016, ce sont 4 513 t qui ont été débarquées à Terre-Neuve (soit plus de la moitié du TAC), dont 1 710 t dans 4R et 2 803 t dans 3K, alors qu'il n'y avait pas eu de débarquements significatifs dans 3K depuis 2010.

3.1.6 Par engin de pêche

Les principaux engins de pêche utilisés en 2015 étaient la ligne à la main (avec 1 377 t sur 4 143 t), alors qu'en 2016 les engins majoritaires ont été la petite senne bourse avec 3 657 t (Tableau 3; Figures 4B, 5).

3.1.7 Par région, Division et zone unitaire

Entre 2008 et 2010, les débarquements dans le golfe du Saint-Laurent (Divisions 4RST) ont varié entre 18 913 t et 28 792 t et pour le plateau néo-écossais (Divisions 4VWX5YZ), entre 552 t et 1 173 t. Pour la même période, les débarquements des côtes est et sud de Terre-Neuve (Divisions 3KLP) ont varié entre 9 295 t et 19 288 t. En 2011, pour ces mêmes régions, ils étaient de 8 962 t, 409 t et 2 031 t. En 2012 et 2013, les débarquements dans le golfe du Saint-Laurent étaient respectivement de 5 418 t et 6 876 t comparativement à 692 t et 365 t pour le plateau néo-écossais et à 359 t et 190 t pour les côtes est et sud de Terre-Neuve.

Depuis 2013, la plupart des débarquements ont été réalisés dans les Divisions 4R et 4T (Tableau 4). Fait à signaler, les débarquements dans 3K ont atteint 2803 t en 2016. Des captures élevées dans cette Division n'avaient pas été enregistrées depuis 2010. Les débarquements récents par division, sous-divisions et zones unitaires sont présentés au Tableau 5 et à la Figure 6.

3.1.8 Par division, engin et mois

En 2013, la plupart des débarquements des Divisions 3K et 4R ont été réalisés à l'aide des sennes bourses et "Tuck" entre les mois de septembre et décembre (Tableau 6). Dans la Division 4T, ils ont principalement été réalisés à l'aide de la ligne (tous les types) et du filet maillant entre juin et septembre et sur le plateau néo-écossais, dans la Division 4X, à l'aide de la trappe au cours du mois de juin.

Depuis 1995, la senne (tous types confondus) est le principal engin de pêche des Divisions 3K, 3L, 3P et 4R (Tableau 7; Figures 7A, 7B, 7C et 7D). Dans la Division 4S, la senne et la trappe sont les principaux engins de pêche (Figure 7E) comparativement au filet maillant et la ligne (tous les types) pour la Division 4T (Figure 7F). Dans les Divisions 4V et 4W, la trappe a graduellement remplacé le filet maillant et la ligne (Figures 7G et 7H) et demeure le principal engin de pêche utilisé dans la Division 4X (Figure 7I).

3.1.9 Quotas par flotte et TAC

Depuis plusieurs années, 40 % du TAC canadien est alloué aux engins mobiles de plus de 19,8 m (65 pieds) et à des pêches exploratoires et 60 % aux engins mobiles de moins de 65 pi. de même qu'aux engins fixes côtiers comme la trappe, le filet maillant, la ligne et la fascine (Tableau 8). Dans le premier cas, de 1 à 49 % du quota a été atteint depuis 2000 et dans le second cas, jusqu'à 94 % en 2004, 110 % en 2005, 106 % en 2006 et 98 % en 2007.

Les dépassements du quota en 2005 et 2006 représentent une première depuis l'instauration en 1987 d'un TAC pour le maquereau des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO. Ces dépassements ont été causés par l'importance des prises des petits senneurs et de certains engins fixes (Tableau 8).

Dans le cas des grands senneurs, seulement 10 % de leur allocation a été capturée en 2015 et 3 % en 2016.

3.2 BIOLOGIE

3.2.1 Capture à l'âge

Le calcul de la capture à l'âge a été réalisé sans erreurs majeures comme l'indique la similitude entre les débarquements et les biomasses de la capture (Figure 8). La capture à l'âge de 2014, 2015 et 2016 est dominée par les poissons de moins de 5 ans. Les maquereaux de plus de 6 ans y sont très rares (Figures 9, 10 et 11). L'âge moyen de la capture est aussi en baisse depuis les années 1990 pour se situer à environ 2,5 ans en 2016 (Figure 9B).

Les classes d'âge de 1967, 1974, 1982, 1988 et 1999 sont les plus importantes à avoir été observées dans les captures commerciales. Certaines de ces classes d'âge ont dominé la pêche pendant plusieurs années. Ce fut le cas de la classe d'âge de 1999 entre 2000 et 2004 dont l'importance a rapidement diminué à partir de 2005 pour faire place aux classes d'âge subséquentes de moindre abondance.

3.2.2 Classe d'âge de 1999

Entre 2000 et 2003, les débarquements annuels attribués à la classe d'âge de 1999 ont varié de 5 920 t à 36 182 t ce qui correspond à 41 % et 77 % de tous les débarquements canadiens (Figure 12A). Les débarquements associés à cette classe d'âge sont passés à 31 029 t (61 %), 24 961 t (45 %) et 11 212 t (21 %) en 2004, 2005 et 2006 et à seulement 3 426 t (6 %) et 748 t (2 %) en 2007 et 2008. Parmi les classes d'âge qui ont dominé la pêche au cours des dernières années, la classe d'âge de 1999 est celle dont les captures cumulatives à l'âge ont été les plus importantes (Figure 12B). À l'âge 9 (2008), les captures cumulatives attribuées à cette seule classe d'âge étaient de 157 669 t.

3.2.3 Fréquences de longueur

La plupart des classes d'âge dominantes sont associés aux modes qui sont observés dans les fréquences de longueur. C'est le cas des classes d'âge de 1974, 1982, 1988, 1996 (cette dernière étant cependant absente des échantillons de la pêche à la senne de la Division 4R), 1999, 2003, 2005, 2007 (présente seulement dans les échantillons de ligne de la Division 4T), 2008 et 2010 (Figure 13).

Les longueurs moyennes annuelles des captures aux filets maillants ont très peu varié entre 1987 et 2008 (Figure 14A). Les plus faibles longueurs moyennes associées à cet engin ont été mesurées depuis 2009. Les plus petits maquereaux sont généralement capturés à la ligne avec une longueur moyenne (1985-2012) correspondante de 319,1 mm (Figure 14B). Les longueurs moyennes associées à cet engin de pêche ont diminué depuis 1993 et les valeurs mesurées à partir de 2004 sont les plus faibles de la série. La longueur moyenne (1987-2012) des captures à la senne bourse de la côte ouest de Terre-Neuve est de 347,7 mm (Figure 14C). Des valeurs supérieures à cette moyenne ont été mesurées entre 1987 et 1999. Des valeurs inférieures à cette même moyenne ont plutôt été mesurées par la suite sauf en 2004, 2008 et 2013 (Figure 14C). De très faibles valeurs et un accroissement des longueurs moyennes ont été observés entre 2000 et 2004 en raison de l'importance des

captures associées à la classe d'âge de 1999. Sur la côte est de Terre-Neuve (Divisions 3KL), la longueur moyenne (2000-2009) des captures à la senne bourse a été évaluée à 322,9 mm. Des moyennes annuelles ont été inférieures à cette valeur en 2000 et 2004 et supérieures entre 2005 et 2007 et en 2010 (Figure 14D). Les fréquences de longueur annuelles et les moyennes annuelles de tous les engins de pêche (combinés par pondération des captures) (Figure 15) présentent des patrons similaires à celles de la pêche à la senne bourse de la côte ouest de Terre-Neuve (Figure 14A) puisque cette dernière est responsable des plus importantes captures.

L'examen des fréquences de longueur par engin de pêche indique que la longueur des poissons échantillonnés varie peu lorsqu'une classe d'âge domine fortement la pêche. Ce fut le cas de la classe d'âge de 1982 en 1987 et 1988 et de celle de 1999 en 2003 (Figure 15). De plus, les fréquences de longueur associées à la ligne, un engin très peu sélectif, permettent d'identifier plus rapidement l'arrivée d'une classe d'âge dominante. C'est ce qui a été observé en 1990 pour la classe d'âge dominante de 1988 par rapport à 1991 pour le filet maillant, un engin de pêche très sélectif. Une situation similaire a été observée pour la classe d'âge de 1999 en 2000 et 2001 dans les fréquences de longueur associées aux pêches à la ligne et à la senne bourse. La classe d'âge de 1999 n'est apparue qu'à partir de 2002 dans les fréquences de longueur des filets maillants (Figure 15). En 2015, on distingue deux modes dans les lignes à main de 4T alors qu'en 2016 il n'y a qu'un mode pour les lignes à main de 4T tandis qu'un mode centré à 26 cm apparaît pour la senne bourse dans 4R (Figure 16A). On distingue l'arrivée de la classe 2015 dans les fréquences de longueur de la senne bourse dans 4R en 2016 (Figure 16A). Les fréquences de longueur par Division en 2016 illustrent aussi la présence de la classe 2015 dans 4R (Figure 16B).

3.2.4 Poids à l'âge

Les plus faibles poids moyens à l'âge (âges 1-7) ont été observés dans les années 1960 et 1970 (Figure 17A) alors que tous les poids à l'âge ont augmenté entre 1976 et le début des années 1980 (Figure 17B). Après une diminution jusqu'au milieu des années 1980s, les poids à l'âge sont demeurés relativement stables.

3.2.5 Maturité à l'âge

La proportion des poissons matures à l'âge a très peu varié au cours des ans (Figure 18A). L'âge à 50 % de maturité (A_{50}) est passé de 1,35 au cours des années 1980 à 1,48 et 1,40 au cours des années 1990 et 2000 (Figure 18B). Entre 2010 et 2015, A_{50} a été estimé à 1,39 ans.

3.2.6 Maturité à la longueur et taille minimale autorisée de la capture

La proportion de poissons matures à la longueur a considérablement varié au cours des ans (Figure 19A). La longueur à 50 % de maturité (L_{50}) est passée de 272,91 mm à 259,57 mm des années 1970 aux années 1980 (Figure 19B). Cette longueur était de 266,17 mm dans les années 1990 pour atteindre un minimum de 245,03 mm dans les années 2000. Entre 2010 et 2015, L_{50} a été de 266,47 mm. L_{50} a été supérieure à la taille minimale autorisée de capture de 250 mm pour la plupart des années de la période comprise entre 1974-2013 (Figure 20). L_{50} s'est maintenue légèrement au-dessus de la longueur minimale de capture autorisée de 263 mm depuis 2014.

3.3 RELEVÉ DES ŒUFS ET INDICE D'ABONDANCE

L'abondance du maquereau est estimée à partir des données provenant d'un relevé des œufs qui se déroule annuellement sur le site de fraie principal du sud du golfe du Saint-Laurent. Lors des relevés réalisés en 2013 et 2014, les plus importantes densités d'œufs

(n/m^2) ont été retrouvées dans le nord-ouest de la zone échantillonnée (Figure 21). En 2015 et 2016, la distribution des œufs était plus étendue, notamment vers le centre et le sud de la zone d'étude, sans toutefois pouvoir se comparer aux distributions très étendues observées dans les années 1980 et 1990.

En tenant compte de la température de l'eau et du temps d'incubation, ainsi que du poids moyen et de la fécondité des femelles dans les échantillons biologiques, les densités d'œufs permettent le calcul d'un indice d'abondance de la biomasse reproductrice. Cet indice a augmenté de manière importante à trois reprises au cours des ans en raison de l'arrivée des classes d'âge dominantes de 1982, 1988 et 1999 (Figure 22). L'indice a présenté une chute importante entre 1993 et 1998 puis à nouveau après 2002, pour atteindre son niveau le plus bas en 2012 (14 568 t). Il a ensuite remonté lentement jusqu'à 52 667 t en 2016. Cette valeur reste très en deçà des indices d'abondance de plus de 750 000 t observés dans les années 1980.

En 2015 et 2016, cinq relevés additionnels ont été menés dans les baies White et Notre-Dame, sur la côte nord-est de Terre-Neuve (3K), suite à des observations de jeunes maquereaux par l'industrie. Ces relevés, répétés à plusieurs reprises au cours de l'été, visaient à déceler d'éventuelles zones additionnelles de frai. Cependant, aucun signe de ponte du maquereau n'a été détecté dans les échantillons prélevés et la zone du sud du golfe reste donc la seule aire de frai prise en compte dans cette évaluation pour les sous-régions 3 et 4.

3.4 ÉVALUATION ANALYTIQUE

3.4.1 Modèle « censuré »

Ce modèle « censuré », calibré par l'indice d'abondance des œufs et prenant en compte l'incertitude autour des prises non déclarées, confirme que la biomasse reproductrice du maquereau a décliné suite à des taux d'exploitation élevés dans les années 1990 et 2000, et a atteint son minimum historique en 2012 (20 000 t). Selon le modèle, la biomasse reproductrice a ensuite augmenté lentement, pour atteindre environ 40 000 t en 2016 (Figure 23A).

De plus, le modèle suggère que les prises (non déclarées) supplémentaires (différence entre les prises totales estimées et les captures déclarées) se sont élevées à 6 000 t en moyenne au cours des 5 dernières années (Figure 23B).

3.4.2 Points de référence

Conformément au cadre canadien sur l'approche de précaution, le Point de Référence Limite (PRL) pour ce stock représente 40 % de la biomasse correspondant au rendement maximal soutenu (B_{rms}). Cependant, comme on n'observe pas de relation stock-recrutement claire pour ce stock pélagique, B_{rms} est basée sur une approximation à partir de $F_{40\%}$ tel qu'obtenu par une analyse de rendement par recrue. Selon le modèle statistique, le PRL serait égal à 103 000 t, et le stock se situerait donc en 2016 à 40 % du PRL (Duplisea et Grégoire 2014; MPO 2017).

3.4.3 Projections

Des projections sur trois ans ont été réalisées à partir du modèle censuré afin d'estimer les impacts de différents scénarios de captures totales (déclarées + non-déclarées) pour 2017, 2018 et 2019. Ces projections utilisent les paramètres moyens des trois dernières années (ex: poids-à-l'âge, maturité) et un recrutement aléatoire (qui ne considère pas la possibilité d'un évènement de recrutement extrême). Entre autres, ces projections suggèrent que la

probabilité d'une augmentation de la biomasse est supérieure à 80 % pour des niveaux de captures totales inférieurs à 14 000 t par année (Tableau 9). Le choix du TAC doit tenir compte de l'incertitude quant au niveau réel des prises non-déclarées, dont la quantité exacte est inconnue, mais qui sont estimées par le modèle à environ 6 000 t par année pour la période 2011 – 2016.

3.4.4 Comparaison avec le modèle incluant les prises des USA

Une analyse de sensibilité de la limite supérieure a été réalisée afin d'estimer l'impact potentiel d'ignorer une quantité de prises inconnue de maquereaux du contingent nord (Canada) dans la pêche faite par les USA (Figure 24). L'inclusion des prises totales des USA dans l'incertitude du modèle censurée comporterait une trop grande marge d'incertitude et par conséquent la moitié de ces captures a été utilisée pour augmenter la limite supérieure. Cependant, l'estimation de biomasse n'a pas été influencée significativement par cette augmentation, la période avant 1975 étant la seule où la biomasse été clairement plus élevée. En termes de captures, peu de différences sont perceptibles et le modèle n'estimait qu'un plus grand nombre de prises entre 2002-2004, 1985-1992 et avant 1975.

3.4.5 Comparaison avec le modèle ICA

Il est difficile de comparer en profondeur l'ancien modèle d'évaluation analytique (ICA) et l'approche présentée ici en raison de certaines différences de base entre les modèles. Il est également impossible d'exécuter à nouveau le modèle ICA pour effectuer une comparaison quantitative. Cependant, les patrons généraux des tendances de la biomasse reproductrice et de la mortalité par pêche sont similaires et les conclusions générales quant à la trajectoire du stock sont les mêmes (Figure 25). Cependant, le modèle ICA estimait une biomasse plus importante avant 1985 et durant la période 2000-2008. Le modèle TMB censuré estime une biomasse plus élevée pour la période 1985-2000 et pour les années après 2008 (Figure 25).

Les modèles TMB censurés et non-censurés présentent tous deux un patron rétrospectif inférieur au modèle ICA (rho = 0.29 pour la biomasse reproductrice et rho = -0.16 pour F_{3-5}). Pour l'indice d'abondance tiré du relevé des œufs, les résidus du modèle censuré informé (RSS=3.7) sont légèrement inférieurs à ceux du modèle ICA (RSS=4.3). Les résidus des captures à l'âge sont difficiles à comparer directement car ils ne sont pas sur la même échelle (log vs. continuation ratio logit). Dans l'ensemble, leurs patrons entre les années sont similaires et les différences sont moins accentuées au sein du modèle TMB.

L'approche censurée, en plus d'être plus plausible étant donné l'information disponible sur les prises non-déclarées, permet aussi d'atténuer l'un des problèmes de l'évaluation précédente, à savoir que les prises déclarées représentaient une grande proportion de la biomasse reproductrice estimée par le modèle ICA (jusqu'à 87 % certaines années). Comme on sait que les prises déclarées sont sous-estimées, cela impliquerait que les prises totales des dernières années seraient égales voire même supérieures à la biomasse du stock, ce qui minait la crédibilité de l'évaluation. Le modèle TMB, et en particulier la version censurée, réduit ce problème de manière importante (Figure 26). Le modèle ICA prédisait également que la mortalité par la pêche diminuait pour le groupe d'âge le plus âgé, ce qui était peu probable pour la pêche au maquereau bleu. Ce problème n'apparaît pas dans les versions du modèle TMB.

4. DISCUSSION

4.1 SOURCES D'INCERTITUDE

Les captures non-rapportées de la pêche à l'appât et des pêches récréatives constituent toujours une importante source d'incertitude dans l'évaluation du stock de maquereau. Le développement et l'utilisation d'un modèle statistique de captures à l'âge censuré qui prend en compte l'incertitude entourant les captures permet de proposer une estimation plus réaliste des captures totales, de la biomasse reproductrice et du taux d'exploitation du stock. Cependant, cet outil statistique ne permet pas de prédire les prises non-déclarées futures et ne se substitue en rien au besoin impératif de mieux comptabiliser les prises totales dans la pêche au maquereau.

Les rejets de petits maquereaux dont la longueur est sous la taille minimale de capture autorisée (263 mm) représentent également un problème. L'étendue des rejets et l'impact de cette activité sur l'abondance des classes d'âges à des âges plus avancés sont difficiles à quantifier. La longueur moyenne à 50 % de maturité (L_{50}) a considérablement varié au cours des ans. L_{50} a été supérieure à la taille minimale de capture autorisée de 250 mm pour la plupart des années de la période 1974–2013, ce qui suggère qu'une pression de pêche importante a été exercée sur les immatures. L'augmentation de la longueur minimale de capture autorisée de 250 à 263 mm, qui a eu pris effet en 2014, et l'application du protocole de petit poisson développé pour le maquereau, devrait permettre d'augmenter le potentiel reproducteur en diminuant cette pression. Suite à son augmentation au cours des dernières années, L_{50} s'est maintenue légèrement au-dessus de la longueur minimale de capture autorisée de 263 mm depuis 2013, ce qui suggère que la taille minimale de capture pourrait encore être augmentée légèrement (environ 1 cm) pour atteindre L_{50}. Fixer la taille minimale de capture à L_{50} permet à 50% des poissons de se reproduire avant d'être ciblés par la pêche.

Il existe plusieurs lacunes dans le programme d'échantillonnage biologique de la pêche commerciale, notamment dans la Région MPO des Maritimes. L'absence d'échantillons dans les années récentes, particulièrement en période pré-reproduction, limite notre capacité à décrire la période de ponte et la condition des poissons, ce qui peut avoir des impacts sur le calcul de l'indice d'abondance tiré du relevé des œufs.

Lorsque survient un épisode important de recrutement, il est difficile de le détecter dans les données scientifiques (échantillonnage de la pêche, relevé des œufs) avant que la cohorte correspondante n'ait atteint l'âge de 2 ans. Cependant, un pic de fréquence de poissons de petite taille, correspondant à des maquereaux de la classe d'âge de 2015, a été observé dans la pêche de 4R en 2016. De plus, environ la moitié des pêcheurs qui ont répondu au sondage en ligne ont indiqué que le petit maquereau était très abondant en 2016. Ces signaux pourraient indiquer que le recrutement en 2015 a été plus important que ceux observés dans les années récentes.

5. CONCLUSIONS ET AVIS

Selon les données disponibles, la classe d'âge de 1999 a soutenu la pêche comme jamais une classe d'âge n'y est parvenue. En dépit des incertitudes associées aux statistiques de la pêche, il apparaît que cette classe d'âge ne contribue plus, ni à la pêche, ni au stock reproducteur. La force des classes d'âge qui sont apparues dans la pêche depuis 1999 ne semble pas être aussi importante.

Grégoire *et al.* (2014a) ont souligné que l'avis scientifique précédent était biaisé parce qu'il n'incluait pas d'estimation des captures non-déclarées. L'avis scientifique présent inclut les meilleures estimations possibles des captures non-déclarées en utilisant un nouveau modèle

statistique de captures à l'âge censuré. Cet avis-ci permet donc d'obtenir une estimation plus réaliste de la biomasse reproductrice que celle calculée en 2014.

Selon les résultats de l'évaluation, le stock de maquereau des sous-régions 3 et 4 a atteint son plus bas niveau historique en 2012. Le modèle statistique suggère que les niveaux de capture des dernières années ont permis une croissance lente de 2013 à 2016 et une légère amélioration de la structure d'âge, mais n'indiquent aucun épisode important de recrutement depuis 1999.

Des projections qui tiennent compte des captures non déclarées suggèrent que la probabilité d'une augmentation de la biomasse est supérieure à 80 % pour des niveaux de captures totales (déclarées + non déclarées) inférieurs à 14 000 t. Cependant, étant donné que le stock se situe actuellement dans la zone critique, la priorité devrait être orientée vers la reconstruction et les captures totales devraient être limitées de façon à favoriser l'accroissement de la biomasse reproductrice pour permettre au stock d'atteindre et de dépasser le point de référence limite (PRL). Le PRL du maquereau des sous-régions 3 et 4 a été récemment défini à 103 000 t (Duplisea et Grégoire 2014; MPO 2017). En 2016, le stock se situait donc profondément en zone critique, à 40 % du PRL.

De plus, le choix du TAC doit tenir compte des prises non-déclarées, dont la quantité exacte est inconnue, mais qui sont estimées à 6 000 t par année. Ainsi, un TAC de 10 000 t résulterait en une probabilité de croissance de la biomasse de 77 % et une probabilité d'atteindre le PRL de 26 % d'ici 2019, en assumant des captures non-déclarées de l'ordre de 6 000 t en 2017 et en 2018 (Tableau 9). À noter que les TAC ont été de 10 000 t en 2017 et en 2018.

Cependant des versions subséquentes du modèle de population indiquent que les projections du Tableau 9 semblent optimistes parce qu'elles assument une forte probabilité que le recrutement soit élevé (MPO 2018). En d'autres termes, la probabilité que le stock remonte jusqu'au PRL en 2019 est probablement plus faible que le 26 % indiqué au Tableau 9. De plus le fait que le modèle ne tient pas compte des captures américaines peut aussi entraîner des biais dans les projections.

Il est particulièrement important de pallier aux lacunes dans l'échantillonnage de la pêche commerciale dans certains secteurs, d'accélérer la compilation des statistiques de débarquements et d'améliorer la collecte des données sur les prises non-déclarées.

6. REMERCIEMENTS

De très sincères remerciements vont à tous les échantillonneur(e)s du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard, de Terre-Neuve et du Québec pour tout le travail réalisé au cours des ans. Nous remercions également les Drs. Daniel Duplisea et Andrew D. Smith pour leurs commentaires judicieux sur une ébauche de ce document de recherche.

7. RÉFÉRENCES

Anonyme. 1986. CAFSAC Assessment software catalog. CAFSAC Res. Doc. 86/96.

Cochran, W.G.1977. Sampling Techniques (3rd Edition). John Wiley & Sons. New York.

Duplisea, D. et Grégoire, F. 2014. A biomass limit reference point for NAFO subareas 3 and 4 Atlantic mackerel (*Scomber scrombus*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/066. v + 8 p.

Elliott, E. M. et Jimenez, D. 1981. Laboratory manual for the identification of ichthyoplankton from the Beverly - Salem Harbor area. Dept. of Fisheries, Wildlife and Recreational Vehicles. Massachusetts. 230 pp.

Fahay, M. P. 2007a. Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras). Volume One Acipenseriformes through Syngnathiformes. P. 1-931. NAFO.

Fahay, M. P. 2007b. Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras). Volume Two Scorpaeniformes through Tetraodontiformes. P. 932-1186. NAFO.

Fritzsche, R. A. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. V. Chaetodontidae through Ophidiidae. U.S. Fish Wildl. Serv., Biol. Serv. Program FWS/OBS-78/12. 340 pp.

Girard, L. 2000. Identification des oeufs de maquereau (*Scomber scombrus* L.) échantillonnés lors des relevés d'abondance effectués dans le sud du Golfe du Saint-Laurent. Dans : Grégoire, F. (Éditeur), Le maquereau bleu des sous-régions 2 à 6 de l'OPANO. Sec. can. éval. Stocks. Doc. Rech 2000/021.

Grégoire, F., Shepherd, N. et Sutherland, S. J. 2009. Inter-laboratory ageing exchange of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) otoliths for the 2009 Transboundary Resources Assessment Committee. Transboundary Resources Assessment Committee (TRAC). Res. Doc. 2009/008. 9 pp.

Grégoire, F., Beaulieu, J.-L., Gendron, M.-H., et Lévesque, I. 2013. La pêche au maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/049. vi + 131 p.

Grégoire, F., Girard, L. et Boudreau, M. 2014a. La pêche au maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2014/077. vi + 119 p.

Grégoire, F., Girard, L. et Boudreau, M. 2014b. Résultats des relevés du programme de monitorage zonal atlantique (PMZA)-maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) réalisés dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2012 et 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2014/075. v + 82 p.

Lockwood, S. J., Nichols, J. H. et Coombs, S. H. 1977. The development rates of mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs over a range of temperatures. ICES CM 1977/J: 13. 13 pp.

Maguire, J.-J. 1981. Maturité, fécondité, ponte et évaluation de la taille reproducteur du maquereau atlantique (*Scomber scombrus*) dans le Golfe du Saint-Laurent. Thèse de M. Sc. Université Laval, Québec.

MPO. 2017. Évaluation du stock de maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique (sous-régions 3 et 4) en 2016. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/034.

MPO. 2018. Mise à jour des projections relatives au maquereau (sous-régions 3 et 4). Sécr. Can. Consult. Sci. MPO, Rep. sci. 2018/024.

Ouellet, P. 1987. Mackerel (*Scomber scombrus*) egg abundance in the southern Gulf of St. Lawrence from 1979 to 1986, and the use of the estimate for stock assessment. CAFSAC Res. Doc. 87/62, 40 p.

Pelletier, L. 1986. Fécondité du maquereau bleu, *Scomber scombrus* L., du golfe du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1467: v + 37 p.

Perry, R.I. et Smith, S.J. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 589-602.

Plourde, S., Grégoire, F., Lehoux, C., Galbraith, P., Castonguay, M. et Ringuette, M. 2015. Effect of environmental variability on body condition and recruitment success of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence. Fish. Oceanogr. 24: 347-363.

SAS Institute Inc. 2011. SAS/Stat® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 8621 pp.

Saville, A. (ed.) 1977. Survey method of appraising fishery resources. FAO Fish. Tech. Paper No. 171.

Van Beveren, E., Castonguay, M., Doniol-Valcroze, T. et Duplisea, D. 2017a. Results of an informal survey of Canadian Atlantic mackerel commercial, recreational and bait fishers. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/029. v + 26 p.

Van Beveren, E., Duplisea, D., Castonguay, M., Doniol-Valcroze, T., Plourde, S. et Cadigan, N. 2017b. How catch underreporting can bias stock assessment and advice in northwest Atlantic mackerel and a possible resolution using censored catch. Fish. Res. 194: 146-154.

Van Guelpen, L., Markle, D. F. et Duggan, D. F. 1982. An evaluation of accuracy, precision, and speed of several zooplankton sub-sampling techniques. J. Cons. Int. Explor. Mer. 40: 226-236.

8. TABLEAUX

Tableau 1. Débarquements (t) annuels de maquereau bleu dans les sous-régions 2 à 6 de l'OPANO [1].

ANNÉE	CANADA		ÉTATS-UNIS [4]			TOTAL
	Navires canadiens[2]	Navires étrangers[3]	Commercial	Récréatif	Autres Pays	
1960	5 888	0	1 396	2 478	0	**9 762**
1961	5 458	11	1 361	-	11	**6 841**
1962	6 901	64	938	-	175	**8 078**
1963	6 363	99	1 320	-	1 299	**9 081**
1964	10 786	174	1 644	-	801	**13 405**
1965	11 185	405	1 998	4 292	2 945	**20 825**
1966	11 577	1 244	2 724	-	7 951	**23 496**
1967	11 181	62	3 891	-	19 047	**34 181**
1968	11 134	9 720	3 929	-	65 747	**90 530**
1969	13 257	5 379	4 364	-	114 189	**137 189**
1970	15 710	5 296	4 049	16 039	210 864	**251 958**
1971	14 942	9 554	2 406	-	355 892	**382 794**
1972	16 254	6 107	2 006	-	391 464	**415 831**
1973	21 619	16 984	1 336	-	396 759	**436 698**
1974	16 701	27 954	1 042	-	321 837	**367 534**
1975	13 544	22 718	1 974	5 190	271 719	**315 145**
1976	15 746	17 319	2 712	-	223 275	**259 052**
1977	20 362	2 913	1 377	-	56 067	**80 719**
1978	25 429	470	1 605	-	841	**28 345**
1979	30 244	368	1 990	3 588	440	**36 630**
1980	22 136	161	2 683	2 364	566	**27 910**
1981	19 294	61	2 941	3 233	5 361	**30 890**
1982	16 380	3	3 330	666	6 647	**27 026**
1983	19 797	9	3 805	3 022	5 955	**32 588**
1984	17 320	913	5 954	2 457	15 045	**41 689**
1985	29 855	1 051	6 632	2 986	32 409	**72 933**
1986	30 325	772	9 637	3 856	26 507	**71 097**
1987	27 488	71	12 310	4 025	36 564	**80 458**
1988	24 060	956	12 309	3 251	42 858	**83 434**
1989	20 795	347	14 556	1 862	36 823	**74 383**
1990	19 190	3 854	31 261	1 908	30 678	**86 891**
1991	24 914	1 281	26 961	2 439	15 714	**71 309**
1992	24 307	2 417	11 775	284	0	**38 783**
1993	26 158	591	4 666	600	0	**32 015**
1994	20 564	49	8 917	1 705	0	**31 236**
1995	17 706	0	8 468	1 249	0	**27 424**
1996	20 394	0	15 812	1 340	0	**37 547**
1997	21 309	0	15 403	1 737	0	**38 449**
1998	19 334	0	14 525	690	0	**34 548**
1999	16 561	0	12 031	1 335	0	**29 927**
2000	16 080	0	5 649	1 448	0	**23 177**
2001	24 429	0	12 340	1 536	0	**38 305**
2002	34 662	0	26 530	1 294	0	**62 485**
2003	44 736	0	34 298	770	0	**79 804**
2004	53 777	0	54 990	473	0	**109 240**
2005	54 621	0	42 187	1 032	0	**97 840**
2006	53 649	0	56 640	1 511	0	**111 801**
2007	53 016	0	25 547	584	0	**79 147**
2008	29 671	0	21 734	783	0	**52 188**
2009	42 231	0	22 635	603	0	**65 470**
2010	38 753	0	9 877	759	0	**49 388**
2011	11 400	0	531	932	0	**12 863**
2012	6 582	0	5 333	668	0	**12 487**
2013	8 663	0	4 372	867	0	**12 681**
2014 [5]	6 680	-	5 905	788	-	**-**
2015 [5]	5 357	-	5 616	1157	-	**-**
Moyenne: (1978-2014)	**26 284**	**372**	**15 031**	**1 629**	**7 122**	**50 191**

[1] Source : OPANO 1960-1964; ZIFF 1996-2016
[2] Inclut les ventes en mer
[3] Inclut les prises avec allocations canadiennes
[4] Source : Northeast Fisheries Science Center, Woods Hole, MA et Mid-Atlantic Fishery Management Council, Dover, DE
[5] Préliminaire

Tableau 2. Débarquements (t) annuels de maquereau bleu par province (sous-régions 3 et 4 de l'OPANO) de 2013 à 2016.

PROVINCE	ANNÉE				MOYENNE (1995-2014)
	2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	
Nouvelle-Écosse	450	770	1 183	-	**3 455**
Nouveau-Brunswick	766	449	571	-	**1 464**
Île-du-Prince-Édouard	825	527	643	-	**3 541**
Québec	1 453	1 502	1 045	844	**2 756**
Terre-Neuve	5 169	3 432	701	4 513	**17 516**
Non déterminé	0	0	0	-	**5**
TOTAL	**8 663**	**6 680**	**4 143**	**5 357**	**-**

[1] Préliminaire. Données de Nouvelle-Écosse, Nouveau Brunswick et Île-du-Prince-Édouard manquantes au moment de l'évaluation de mars 2017.

Tableau 3. Débarquements (t) annuels de maquereau bleu (sous-régions 3 et 4 de l'OPANO) par engin de pêche de 2013 à 2016.

ENGIN	ANNÉE				MOYENNE (1995-2014)
	2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	
Chalut	5	6	2	0	**14**
Chalut pélagique[2]	0	0	0	0	**1**
Senne Tuck	266	321	355	326	**1009**
Senne bourse < 65'	3 470	2298	339	3657	**10783**
Senne bourse > 65'	1 529	724	320	111	**4258**
Autres sennes	0	0	16	231	**872**
Filet maillant	618	506	644	231	**4041**
Trappe	470	596	440	250	**2668**
Palangre	0	0	0	0	**11**
Ligne à main	1 679	1306	1377	403	**4005**
Turlutte	20	0	0	0	**552**
Turlutte mécanisée	393	514	410	0	**166**
Fascine	0	0	0	0	**27**
Autres	212	409	242	148	**317**
Non déterminé	-	-	-	-	**13**
TOTAL	**8 663**	**6680**	**4143**	**5357**	

[1] Préliminaire

[2] Chalut pélagique, pêche exploratoire en Nouvelle-Écosse en 2006 et 2007

Tableau 4. Débarquements (t) annuels de maquereau bleu par division de l'OPANO et région de 2013 à 2016.

DIVISION ET RÉGION	ANNÉE				MOYENNE (1995-2014)
	2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	
2J	4	0	0	0	**5**
3K	191	6	208	2 803	5 391
3L	0	25	54	0	**1 190**
3O	0	0	0	0	**1**
3P	26	246	0	0	**741**
4R	4 909	3 155	438	1 710	**10 190**
4S	245	20	29	63	**54**
4T	2 748	2 389	2 242	750	**8 374**
4V	146	143	58	0	**382**
4W	17	220	186	0	**210**
4X	241	340	682	0	**2 146**
Non déterminé	137	135	0	31	**51**
Plateau néo-écossais (4VWX5YZ)	**403**	**703**	**1 172**	**0**	**2 738**
Golfe du Saint-Laurent (4RST)	**7 902**	**5 564**	**2 710**	**2 523**	**18 646**
Côtes est et sud de Terre-Neuve (2J3KLOP)	**221**	**278**	**262**	**2 803**	**7 314**
TOTAL	**8 663**	**6 680**	**4 143**	**5 357**	

[1] Préliminaire. À noter qu'en date du 23 août 2018, les captures de 2015 et de 2016 sont respectivement de 4772 t et de 6579 t.

Tableau 5. Débarquements (t) de maquereau bleu par division, zone unitaire et sous-division de l'OPANO de 2013 à 2016 et moyenne de la période 1995-1999 et 2000-2014.

DIVISION	Zone unitaire, sous-division	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE				MOYENNE (2000-2014)
			2013	2014	2015 [2]	2016 [2]	
2J	2Jb	0	0	0	0	0	**1**
	2Jj	0	0	0	0	0	**1**
	2Jm	0	4	0	0	0	**5**
	Total:	***0***	***4***	***0***	***0***	***0***	**6**
3K	3Ka	0	0	0	0	0	**37**
	3Kb	0	0	0	0	0	**0**
	3Kd	1	11	4	107	160	**3 562**
	3Kg	0	0	0	0	0	**17**
	3Kh	1	94	0	34	2 418	**2 745**
	3Ki	0	86	2	67	226	**820**
	3Ku [1]	0	0	0	0	0	**6**
	Total:	***3***	***191***	***6***	***208***	***2 803***	**7 187**
3L	3La	1	0	0	0	0	**565**
	3Lb	1	0	0	0	0	**904**
	3Ld	0	0	0	0	0	**0**
	3Lf	0	0	0	54	0	**148**
	3Lg	0	0	0	0	0	**2**
	3Lj	0	0	0	0	0	**8**
	3Lq	0	0	0	0	0	**13**
	3Lu [1]	0	0	25	0	0	**6**
	Total:	***2***	***0***	***25***	***54***	***0***	**1 586**
3O	3Oa	0	0	0	0	0	**2**
	Total:	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	**2**
3P	3Psa	0	0	91	0	0	**99**
	3Psb	0	0	0	0	0	**69**
	3Psc	0	0	0	0	0	**76**
	3Psd	0	0	155	0	0	**27**
	3Pn	14	0	0	0	0	**706**
	3Pu [1]	32	0	0	0	0	**0**
	Total:	***46***	***0***	***246***	***0***	***0***	**972**
4R	4Ra	90	15	169	7	219	**400**
	4Rb	638	4 879	1 545	0	145	**3 191**
	4Rc	1 222	15	936	393	1 326	**4 066**
	4Rd	329	0	510	39	20	**5 170**
	4Ru [1]	0	0	0	0	0	**0**
	Total:	***2 279***	***4 909***	***3 160***	***438***	***1 710***	**12 827**
4S	4Sv	0	0	0	0	0	**0**

DIVISION	Zone unitaire, sous-division	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE				MOYENNE (2000-2014)
			2013	2014	2015 [2]	2016 [2]	
	4Sw	0	245	20	29	62	**69**
	4Sy	1	0	0	0	0	**0**
	4Sz	7	0	0	0	0	**0**
	Total:	***9***	***245***	***20***	***29***	***63***	**69**
4T	4Tf	3 984	118	71	126	179	**1 187**
	4Tg	1 528	444	330	732	34	**1 489**
	4Th	239	71	26	26	1	**156**
	4Tj	268	127	107	146	0	**224**
	4Tl	4 248	616	283	225	0	**2 906**
	4Tm	525	613	661	379	244	**526**
	4Tn	821	713	871	592	190	**528**
	4To	27	25	35	16	100	**21**
	4Tp	0	0	1	0	0	**0**
	4Tq	0	9	0	0	0	**1**
	4Tu [1]	1	12	4	1	0	**70**
	Q [3]	0	0	0	0	0	**222**
	Total:	***11 640***	***2 747***	***2 390***	***2 242***	***750***	**7 329**
4V	4Vn	1 042	143	143	56	0	**159**
	4Vs	0	2	0	2	0	**1**
	4Vu [1]	1	0	0	0	0	**0**
	Total:	***1 044***	***146***	***143***	***58***	***0***	**161**
4W	4Wd	380	11	205	159	0	**61**
	4Wg	0	0	0	0	0	**0**
	4Wh	0	3	2	5	0	**1**
	4Wj	0	0	0	0	0	**2**
	4Wk	103	2	8	22	0	**18**
	4Wl	0	0	0	0	0	**2**
	4Wu [1]	73	0	4	0	0	**11**
	Total:	***557***	***17***	***220***	***186***	***0***	**94**
4X	4Xm	2 907	67	60	159	0	**728**
	4Xn	1	0	1	0	0	**12**
	4Xo	107	6	69	179	0	**256**
	4Xp	4	0	0	1	0	**2**
	4Xq	21	16	57	11	0	**55**
	4Xr	2	5	1	17	0	**15**
	4Xs	85	0	0	75	0	**10**
	4Xu [1]	354	147	152	240	0	**628**
	Total:	***3 482***	***241***	***340***	***682***	***0***	**1 700**

DIVISION	Zone unitaire, sous-division	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE				MOYENNE (2000-2014)
			2013	2014	2015 [2]	2016 [2]	
5	5YZ	-	0	0	245	0	**1**
	TOTAL	**-**	**8 663**	**6 680**	**4 143**	**5 357**	

[1] "u" = zone unitaire ou sous-division non déterminée;

[2] Préliminaire

[3] Récépissés supplémentaires d'achat, région du Québec

Tableau 6. Débarquements (t) mensuels de maquereau bleu en 2015 (préliminaire) par division de l'OPANO et engin de pêche.

DIVISION	ENGIN	MOIS												TOTAL
		Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
3K	Senne bourse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135,8	19,4	-	**155,2**
	Senne "Tuck"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,0	-	**53,0**
	Trappe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
	Autre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
3L	Senne bourse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,939	-	**53,9**
	Senne "Tuck"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
	Trappe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
	Autre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
4R	Senne bourse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114,3	-	-	**114,3**
	Senne "Tuck"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	311,3	6,04	-	**317,3**
	Filet maillant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
	Trappe	-	-	-	-	-	-	-	0,1	6,8	-	-	-	**6,9**
4S	Senne bourse	-	-	-	-	-	-	12,6	3,3	-	-	-	-	**15,8**
	Filet maillant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
	Trappe	-	-	-	-	-	-	11,5	1,4	-	-	-	-	**12,9**
	Autre	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	**0,2**
4T	Filet maillant	-	-	-	-	1,4	324,4	188,2	9,1	10,7	9,0	-	-	**542,7**
	Turlutte mécanique	-	-	-	-	-	31,233	72,1	262,4	218,7	29,2	30,336	5,072	**649,0**
	Ligne (toutes)	-	-	-	-	-	23,8	194,3	495,1	275,3	46,5	13,133	-	**1 048,1**
	Autre	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-	-	-	**2,2**
4V	Ligne (toutes)	-	-	-	-	-	-	5,933	5,091	-	0,27	-	-	**11,3**
	Trappe	-	-	-	-	-	43,234	-	-	-	-	-	-	**43,2**
	Filet maillant	-	-	-	-	-	0,241	-	-	-	-	2,999	-	**3,2**
	Autre	-	-	-	-	0,009	-	-	0,238	-	-	-	-	**0,2**
4W	Chalut de fond	-	0,301	0,133	0,237	0,698	0,161	0,017	-	-	0,08	0,067	0,314	**2,0**
	Ligne (toutes)	-		-	-	-	-	0,354	10,284	3,955	4,59	0,533	0,036	**19,8**
	Trappe	-	-	-	-	-	62,184	80,938	11,738	3,953	-	-	-	**158,8**
	Autre	-	-	-	-	-	-	-	3,108	-	-	2,677	-	**5,8**
4X	Chalut de fond	-	-	0,019	0,038	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,1**
	Senne bourse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74,793	-	**74,8**
	Filet maillant	-	-	-	-	7,305	15,027	8,351	18,871	10,267	8,728	23,734	-	**92,3**
	Ligne (toutes)	-	-	-	-	-	-	3,391	86,479	95,31	64,003	47,508	0.544	**297,2**
	Trappe	-	-	-	-	4,536	80,894	62,639	-	69,035	0,771	-	-	**217,9**
	Autre	0,023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,0**
5Y	Senne bourse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	244,91	-	**244,9**

Tableau 7. Débarquements (t) annuels de maquereau bleu par division de l'OPANO et engin de pêche de 2013 à 2016 et moyenne de la période 1995-1999 et 2000-2014.

DIVISION	ENGIN	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE				MOYENNE (2000-2014)
			2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	
2J	Senne bourse < 65'	0	0	0	0	0	**6**
	TOTAL	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	**6**
3K	Filet maillant	2	1	0	0	0	**45**
	Ligne à main	0	0	0	0	0	**37**
	Palangre	0	0	0	0	0	**3**
	Turlutte	0	0	0	0	0	**0**
	Senne bourse < 65'	0	95	0	155	2 279	**5 626**
	Senne "Tuck"	0	85	2	53	181	**335**
	Autres sennes	0	0	0	0	231	**1 016**
	Trappe	0	11	4	0	112	**125**
	TOTAL	***3***	***192***	***6***	***208***	***2 803***	**7 188**
3L	Filet maillant	2	0	0	0	-	**16**
	Ligne à main	0	0	0	0	-	**6**
	Palangre	0	0	0	0	-	**1**
	Turlutte mécanisée	0	0	0	0	-	**0**
	Senne bourse < 65'	1	0	0	54	-	**1 177**
	Senne "Tuck"	0	0	25	0	-	**97**
	Autres sennes	0	0	0	0	-	**250**
	Trappe	0	0	0	0	-	**39**
	TOTAL	***2***	***0***	***25***	***54***	***-***	**1 586**
3O	Senne bourse < 65'	0	0	0	-	-	**2**
	TOTAL	***0***	***0***	***0***	***-***	***-***	**2**
3P	Filet maillant	40	0	0	-	-	**41**
	Ligne à main	5	0	0	-	-	**4**
	Palangre	0	0	0	-	-	**1**
	Turlutte mécanisée	0	0	0	-	-	**0**
	Senne bourse < 65'	1	25	246	-	-	**579**
	Senne bourse > 65'	0	0	0	-	-	**238**
	Senne "Tuck"	0	0	0	-	-	**0**
	Autres sennes	0	0	0	-	-	**6**
	Trappe	0	0	0	-	-	**104**
	TOTAL	***46***	***25***	***246***	***-***	***-***	**973**
4R	Filet maillant	126	11	1	0	0	23
	Ligne à main	56	0	0	0	0	96
	Palangre	2	0	0	0	0	8
	Turlutte	2	0	0	0	0	0
	Senne bourse < 65'	1 262	3 218	2 040	114	1 343	6 521

DIVISION	ENGIN	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE 2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	MOYENNE (2000-2014)
	Senne bourse > 65'	776	1 513	676	0	111	5 156
	Senne "Tuck"	0	141	294	302	146	1 120
	Autres sennes	2	0	0	16	0	55
	Trappe	55	25	143	7	110	222
	TOTAL	***2 279***	***4 908***	***3 155***	***439***	***1 710***	***12 827***
4S	Filet maillant	1	1	0	0	0	5
	Ligne à main	0	0	0	0	0	0
	Senne bourse < 65'	0	132	12	16	34	30
	Trappe	0	112	9	13	28	34
	Autre	8	0	0	0	1	0
	TOTAL	***9***	***245***	***20***	***29***	***63***	***69***
4T	Chalut de fond	0	0	0	0	0	0
	Filet maillant	5 375	583	460	543	231	3 077
	Ligne à main	4 299	1 652	1 166	1 048	402	3 547
	Palangre	0	0	0	0	0	0
	Turlutte	1 543	20	0	0	0	221
	Turlutte mécanisée	0	393	514	410	0	225
	Senne bourse < 65'	19	0	0	0	0	1
	Trappe	21	0	0	0	0	1
	Casier	1	0	0	0	0	5
	Fascine	0	0	0	0	0	0
	Q [2]	0	0	0	0	0	222
	Autre	383	100	249	241	117	30
	TOTAL	***11 641***	***2 748***	***2 389***	***2 242***	***750***	***7 329***
4V	Chalut de fond	0	0	0	0	-	0
	Filet maillant	55	4	0	3	-	7
	Ligne à main	352	3	19	11	-	10
	Palangre	0	0	0	0	-	1
	Turlutte	0	0	0	0	-	0
	Senne bourse < 65'	16	0	0	0	-	0
	Trappe	620	130	111	43	-	136
	Autre	0	8	14	0	-	7
	TOTAL	***1 044***	***145***	***144***	***57***	***-***	***161***
4W	Chalut de fond	46	5	6	2	-	2
	Chalut pélagique	0	0	0	0	-	1
	Filet maillant	238	0	1	6	-	27
	Ligne à main	11	0	3	20	-	5
	Senne bourse > 65'	0	0	0	0	-	2
	Trappe	261	11	209	159	-	56
	Autre	0	0	0	0	-	0

DIVISION	ENGIN	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE 2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	MOYENNE (2000-2014)
	TOTAL	***557***	***16***	***219***	***187***	-	***94***
4X	Chalut de fond	2	0	0	0	-	0
	Filet maillant	226	17	43	92	-	125
	Ligne à main	42	24	117	297	-	47
	Palangre	0	0	0	0	-	0
	Senne bourse < 65'	5	0	0	0	-	0
	Senne bourse > 65'	0	16	48	75	-	23
	Trappe	3 141	176	120	218	-	1 474
	Fascine	65	0	0	***0***	-	14
	Autre	0	7	11	0	-	17
	TOTAL	***3 482***	***240***	***340***	***682***	-	***1 700***
5YZ	Autre	0	0	0	0	-	1
	TOTAL	***0***	***0***	**0**	0	-	1
Autre	Autre	0	143	136	245	31	27
	TOTAL	***0***	***143***	136	245	31	***27***
TOTAL	Chalut de fond	48	5	6	2	0	3
	Chalut pélagique	0	0	0	0	0	1
	Filet maillant	6 065	617	506	644	231	3 365
	Ligne à main	4 764	1 679	1 305	1 376	402	3 752
	Palangre	2	0	0	0	0	14
	Turlutte	1 545	20	0	0	0	221
	Turlutte mécanisée	0	393	514	410	0	225
	Senne bourse < 65'	1 304	3 470	2 298	339	3 656	13 943
	Senne bourse > 65'	776	1 529	724	75	111	5 418
	Senne "Tuck"	0	226	321	355	327	1 179
	Autres sennes	2	0	0	16	231	1 326
	Trappe	4 099	465	596	440	250	2 191
	Casier	1	0	0	0	0	5
	Fascine	65	0	0	0	0	14
	Autre	391	258	410	486	149	82
	Q [2]	0	0	0	0	0	222
GRAND TOTAL		***19 062***	***8 663***	***6 680***	***4 143***	***5 357***	***31 961***

[1] Préliminaire; [2] Récépissés supplémentaires d'achat, région du Québec

Tableau 8. Débarquements (t) annuels de maquereau bleu par allocation et type d'engin de pêche et moyenne de la période 2000-2014.

ALLOCATION	ENGIN	MOYENNE (1995-1999)	ANNÉE				MOYENNE (2000-2014)
			2013	2014	2015 [1]	2016 [1]	
40 %	Chalut pélagique	0	0	0	0	0	2
	Senne bourse > 65'	776	1 529	724	320	111	5 418
	Total	**776**	**1 529**	**724**	**320**	**111**	**5 420**
	TAC	*40 000*	*14 400*	*4 000*	*3 200*	*3 200*	24 987
	% capturé	**2**	**11**	**18**	**10**	**3**	21
60 %	Senne bourse < 65'	1 304	3 470	2 298	339	3 657	13 935
	Autres	16 982	3 664	3 658	3 484	1 589	12 575
	Total	**18 285**	**7 134**	**5 956**	**3 823**	**5 246**	**26 510**
	TAC	*60 000*	*21 600*	*6 000*	*4 800*	*4 800*	37 480
	% capturé	**30**	**33**	**99**	**80**	**109**	72
	Grand Total	**19 061**	**8 663**	**6 680**	**4 143**	**5 357**	**31 930**
	TOTAL TAC[2]	**100 000**	**36 000**	**10 000**	**8 000**	**8 000**	**-**

Tableau 9. Projections de la biomasse reproductrice (B.R.) et du taux d'exploitation du stock de maquereau en fonction de différents scénarios de prises totales (déclarées + non-déclarées), réalisées à partir du modèle statistique de prises à l'âge, dit « censuré ». Pour 2019, le tableau indique la probabilité de croissance (B.R. supérieure à celle de 2016) et la probabilité de dépasser le point de référence limite de 103 000 t.

Prises déclarées + non déclarées (t)		**2017**		**2018**		**2019**		
2017	**2018**	**B.R. (t)**	**Taux exp.**	**B.R. (t)**	**Taux exp.**	**B.R. (t)**	**Prob. >2016**	**Prob. >PRL**
0	0	48 283	0,00	77 164	0,00	113 886	0,95	0,56
4 000	4 000	48 283	0,08	72 175	0,06	103 378	0,93	0,50
6 000	6 000	48 283	0,13	68 503	0,09	96 927	0,92	0,46
8 000	8 000	48 283	0,17	64 910	0,12	90 889	0,89	0,42
10 000	10 000	48 283	0,21	62 762	0,16	85 686	0,87	0,40
12 000	12 000	48 283	0,25	59 466	0,21	77 143	0,84	0,34
14 000	14 000	48 283	0,29	56 858	0,24	72 189	0,81	0,30
16 000	16 000	48 283	0,33	54 018	0,29	66 158	0,77	0,26
18 000	18 000	48 283	0,38	50 928	0,36	57 113	0,70	0,20
20 000	20 000	48 283	0,42	47 502	0,42	51 348	0,64	0,17
24 000	24 000	48 283	0,50	41 704	0,59	35 728	0,44	0,09
30 000	30 000	48 283	0,62	33 053	0,90	17 199	0,16	0,02

9. FIGURES

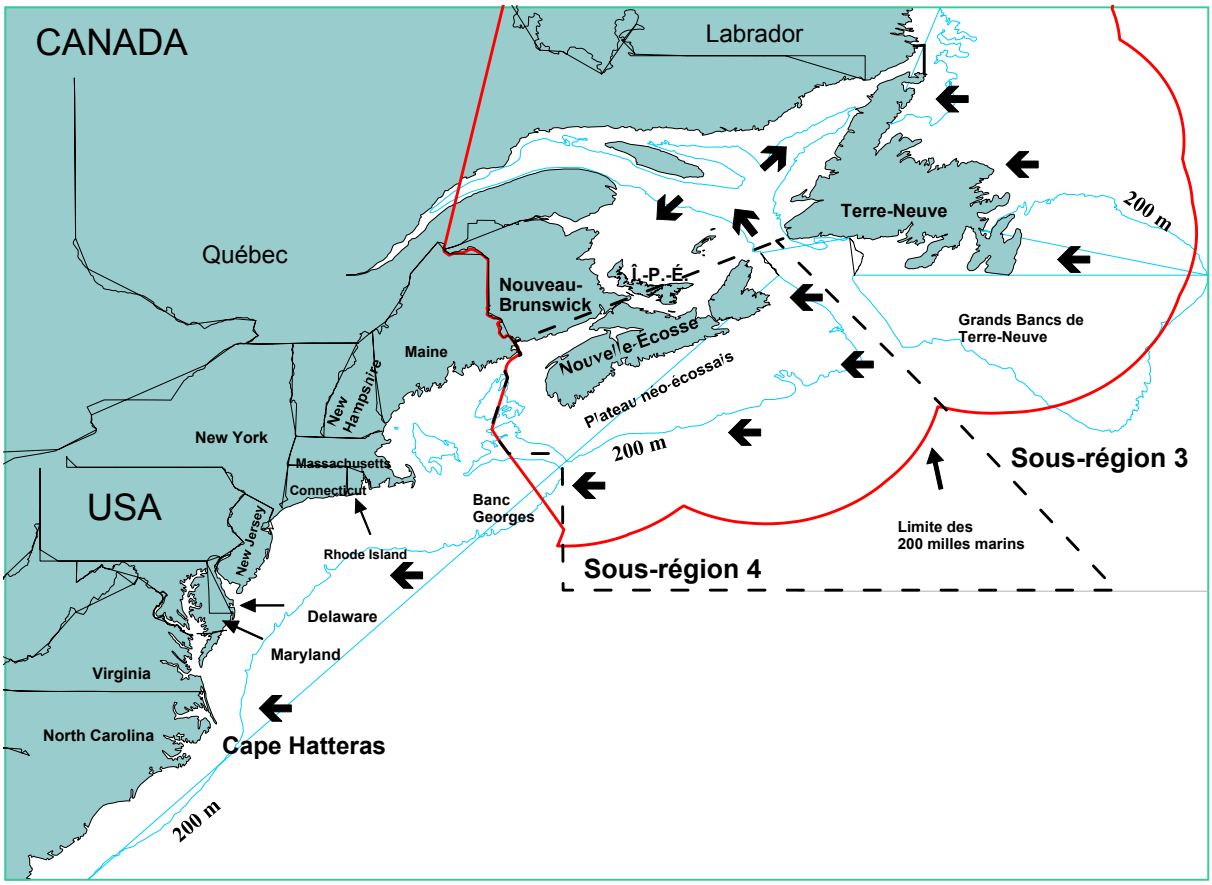


Figure 1. Distribution du maquereau bleu (Scomber scombrus L.) dans le nord-ouest de l'Atlantique. Les sous-régions 3-4 de l'OPANO sont indiquées. Les flèches représentent le patron général de migration du maquereau.

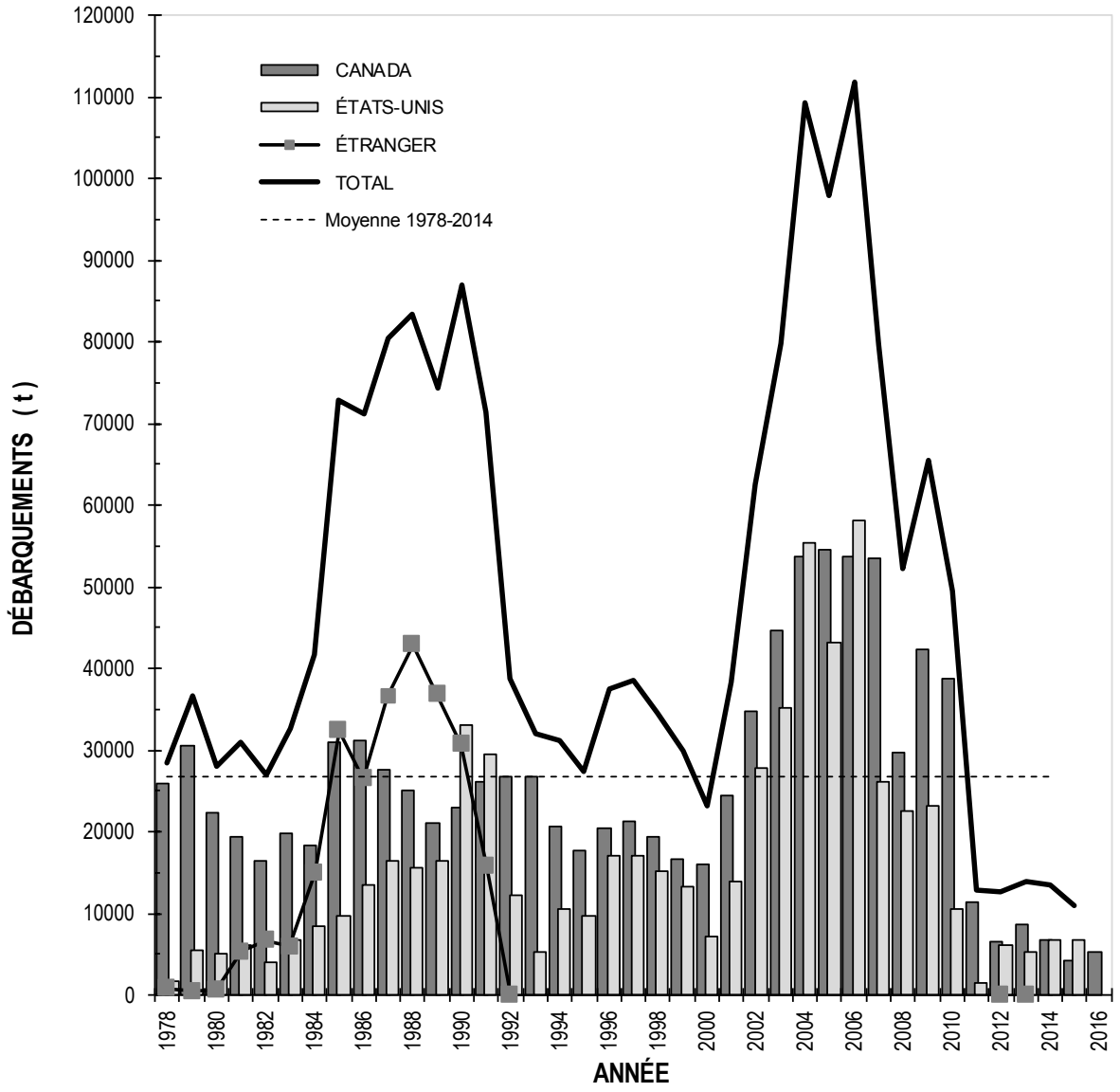


Figure 2. Débarquements (t) de maquereau bleu dans le nord-ouest de l'Atlantique depuis 1978 (première année complète de la Zone d'Exclusivité Économique -ZEÉ- des 200 milles marins). La ligne horizontale représente les débarquements canadiens moyens de la période 1978-2014 (données canadiennes préliminaires pour 2015 et 2016).

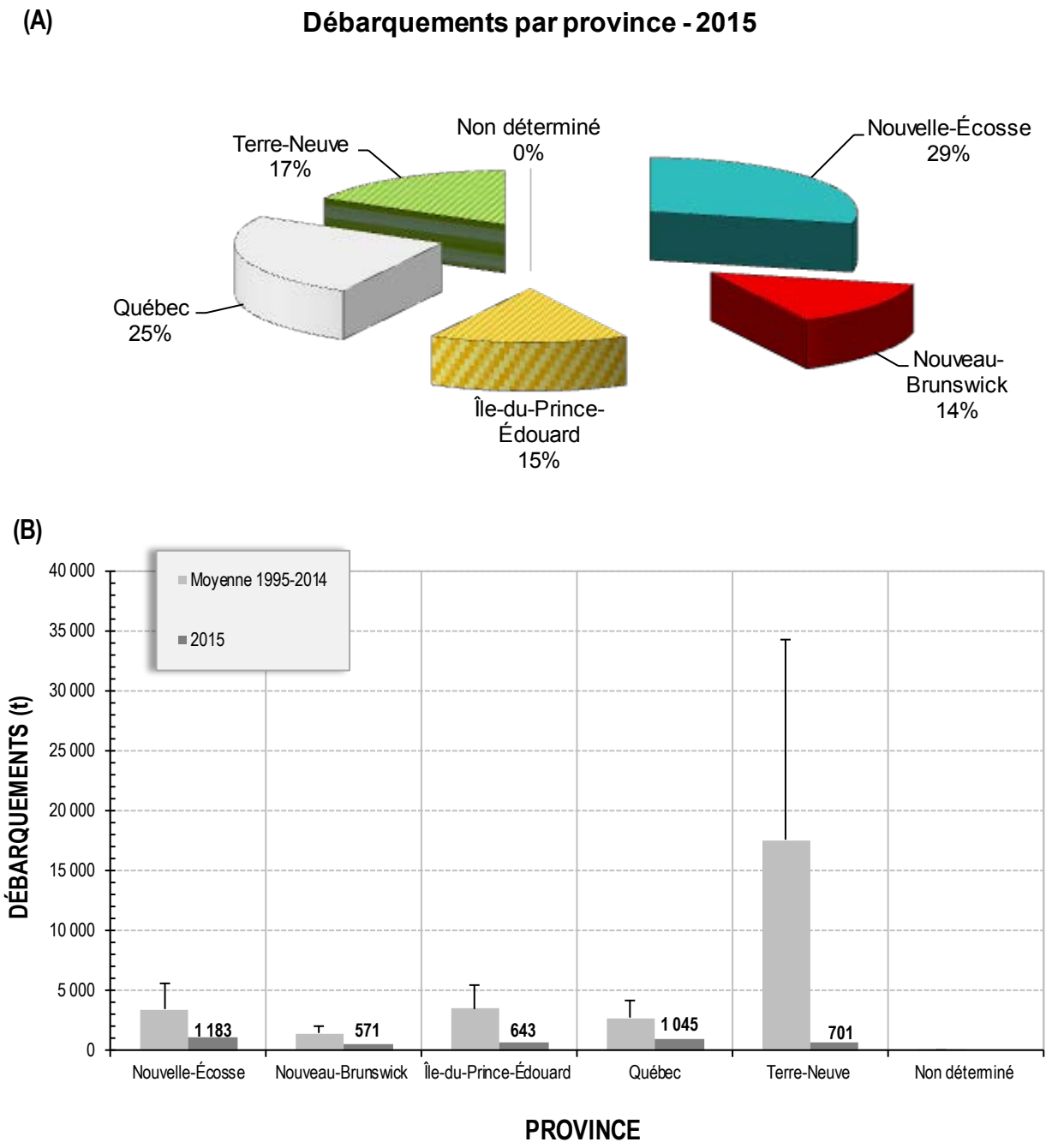


Figure 3. Débarquements de maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO : (A) % par province en 2015, et (B) moyennes annuelles (t) avec écarts-types de la période 1995-2014.

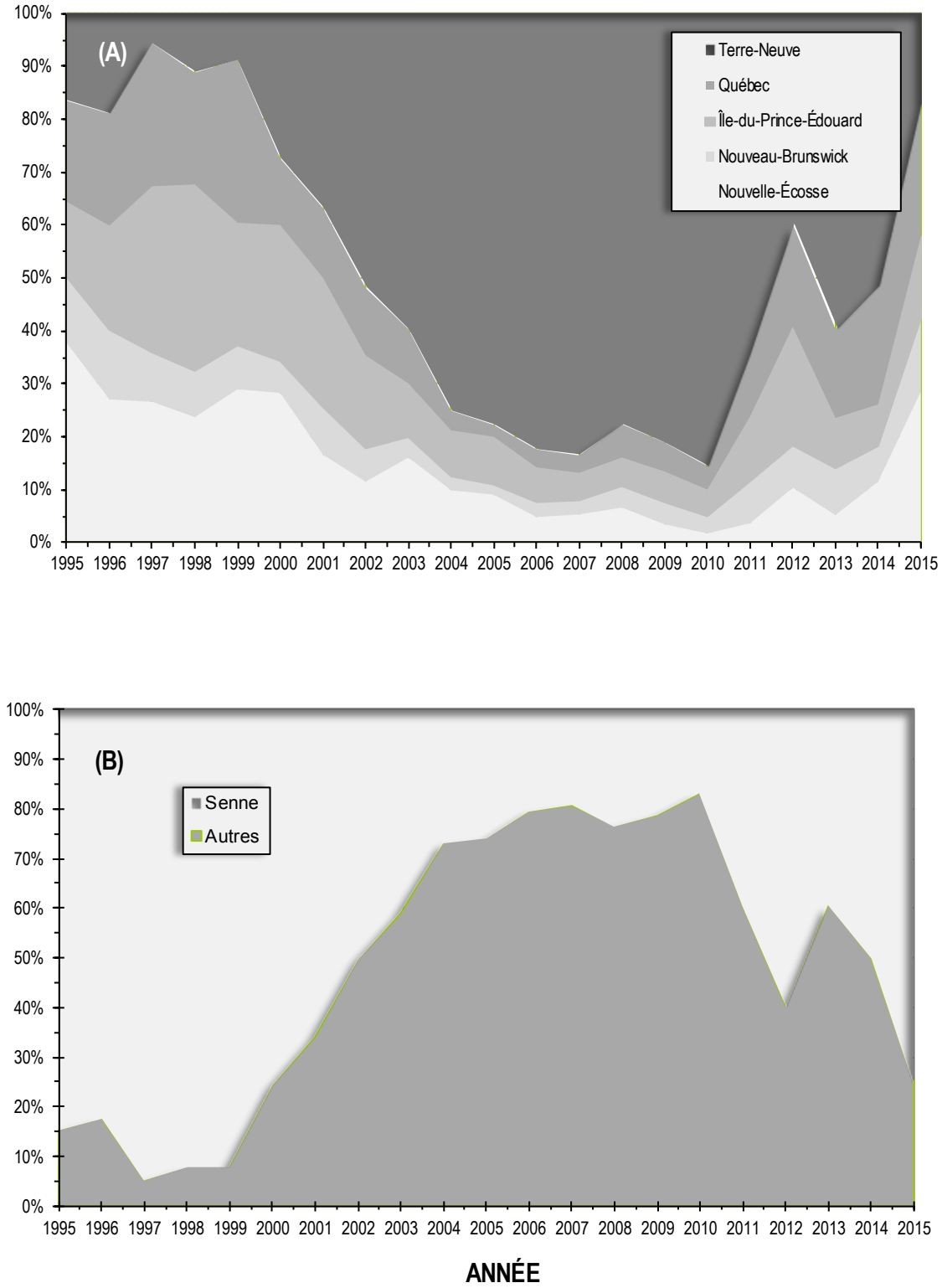


Figure 4. Débarquements de maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO : (A) % par province, et (B) % annuels des débarquements réalisés à la senne et aux autres engins de pêche depuis 1995.

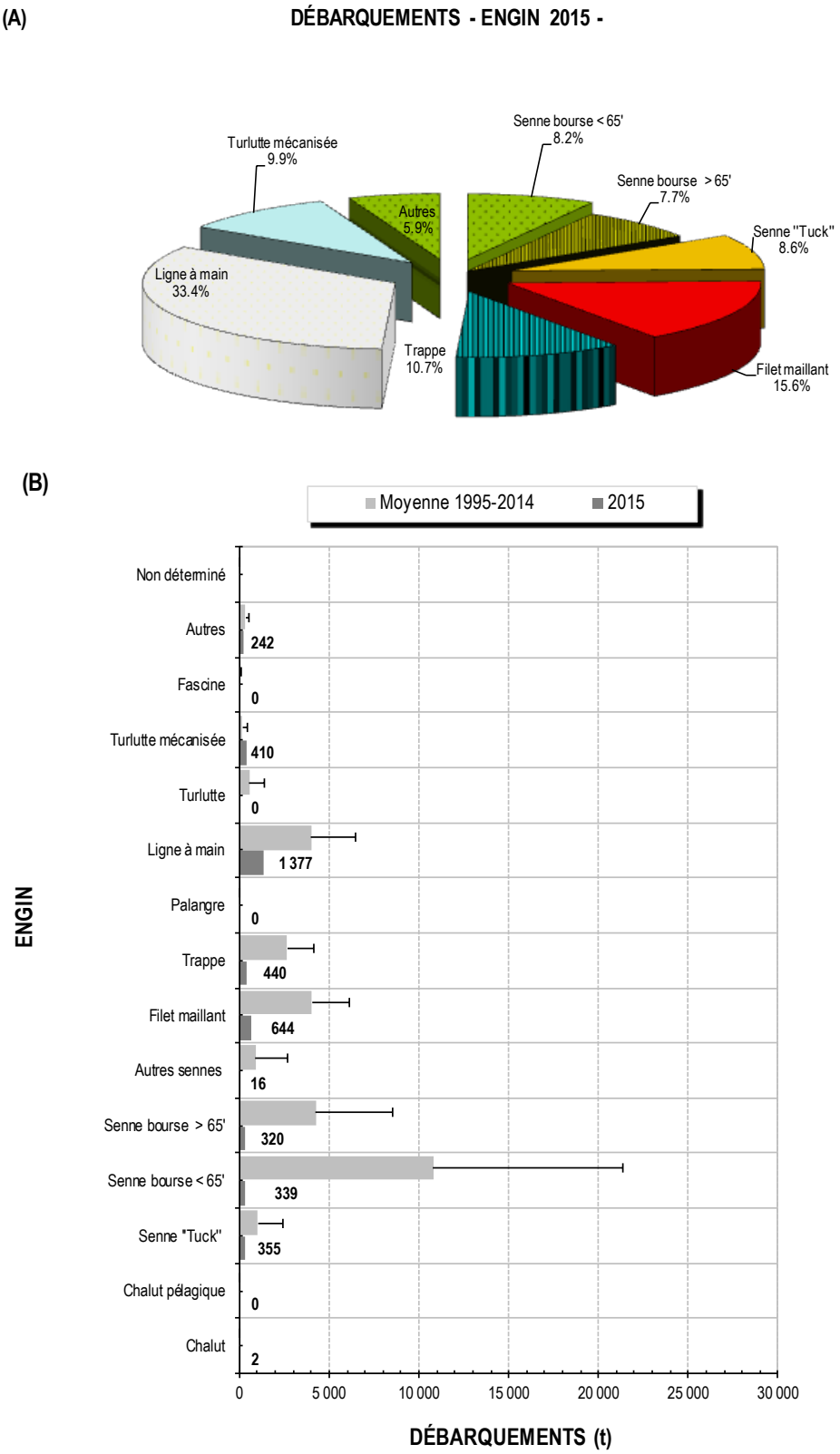
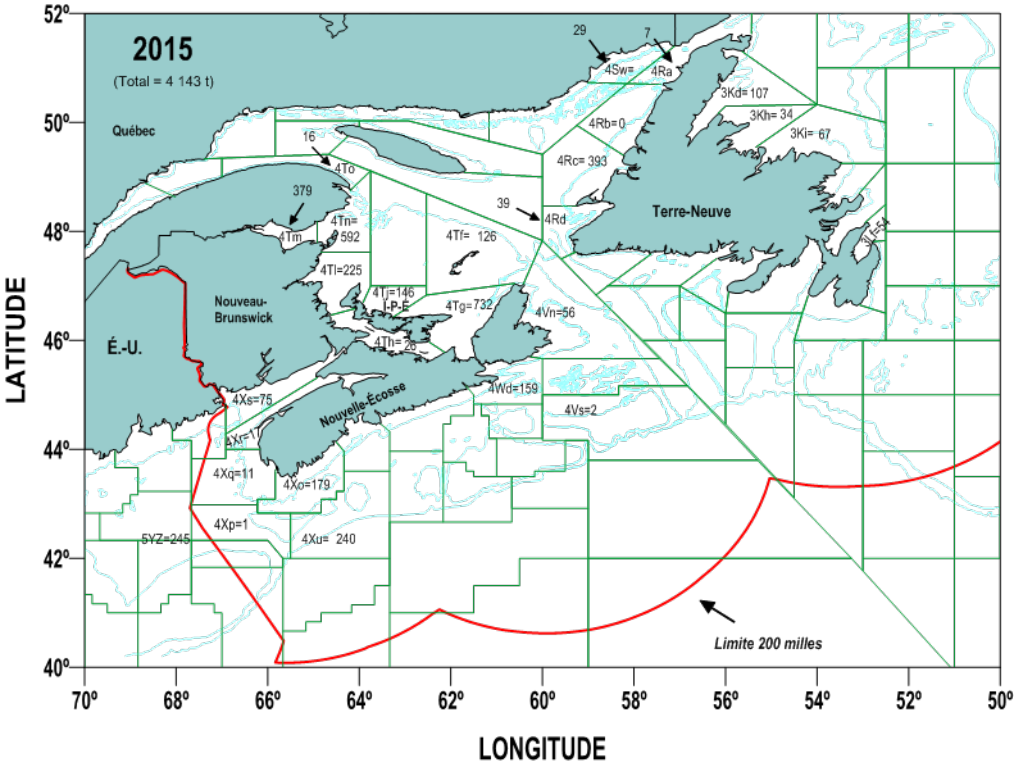


Figure 5. Débarquements de maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO : (A) % par engin de pêche en 2016, et (B) moyennes annuelles (t) avec écarts-types de la période 1995-2014.



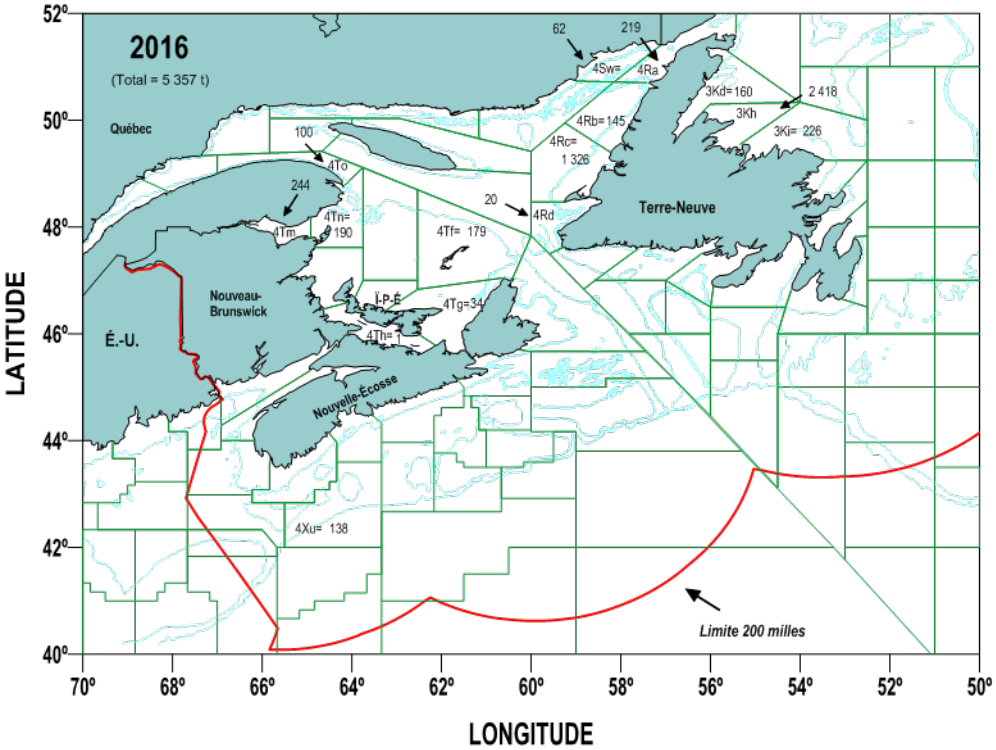


Figure 6. Carte des captures (t) de maquereau bleu en 2015 et 2016 par sous-division et zone unitaire (u= zone unitaire non déterminée) de l'OPANO.

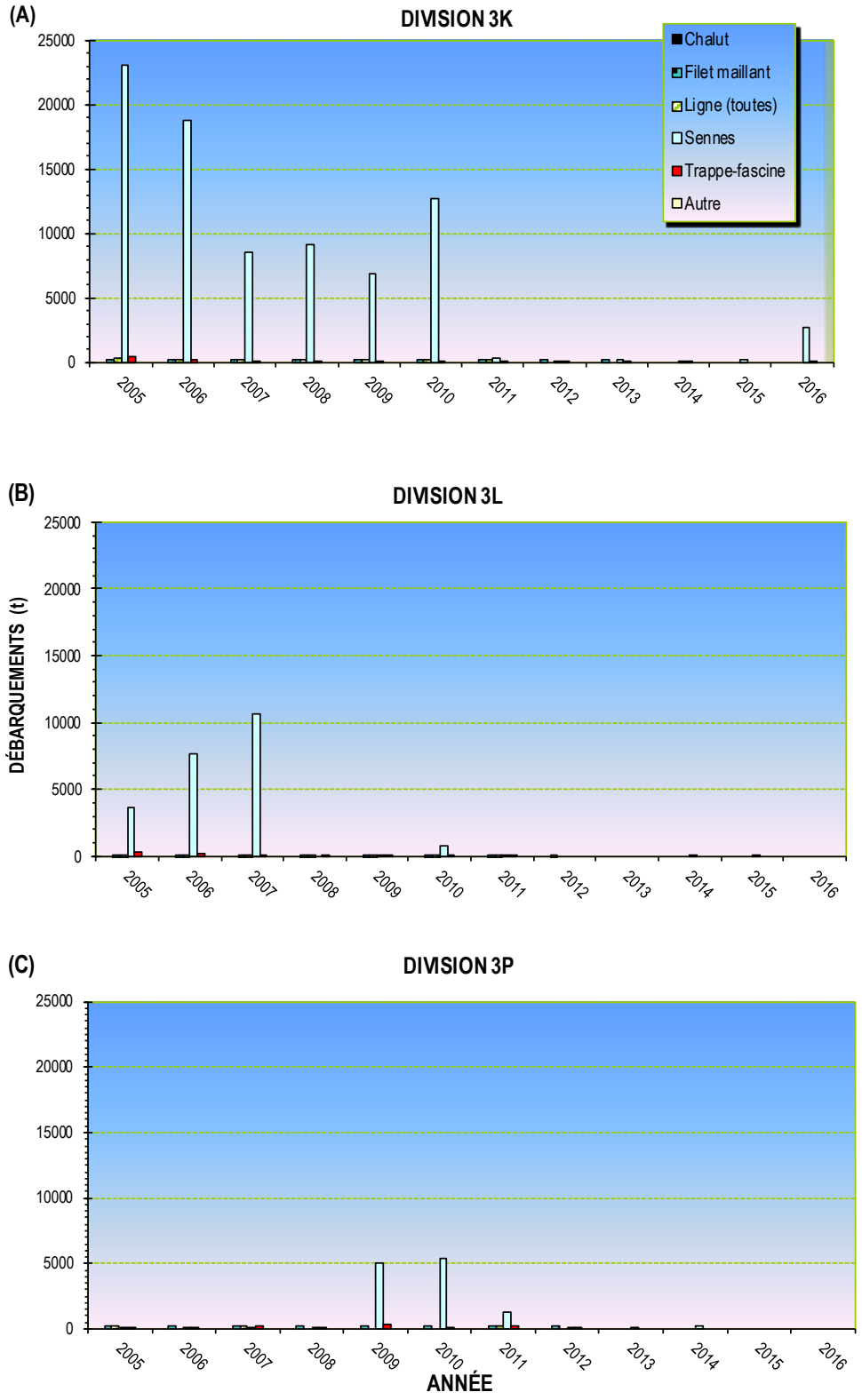


Figure 7. Débarquements (t) de maquereau bleu par division de l'OPANO et engin de pêche depuis 2005 (les principaux engins de pêche sont indiqués). Pour 4T, les données 2016 représentent seulement Québec et Terre-Neuve.

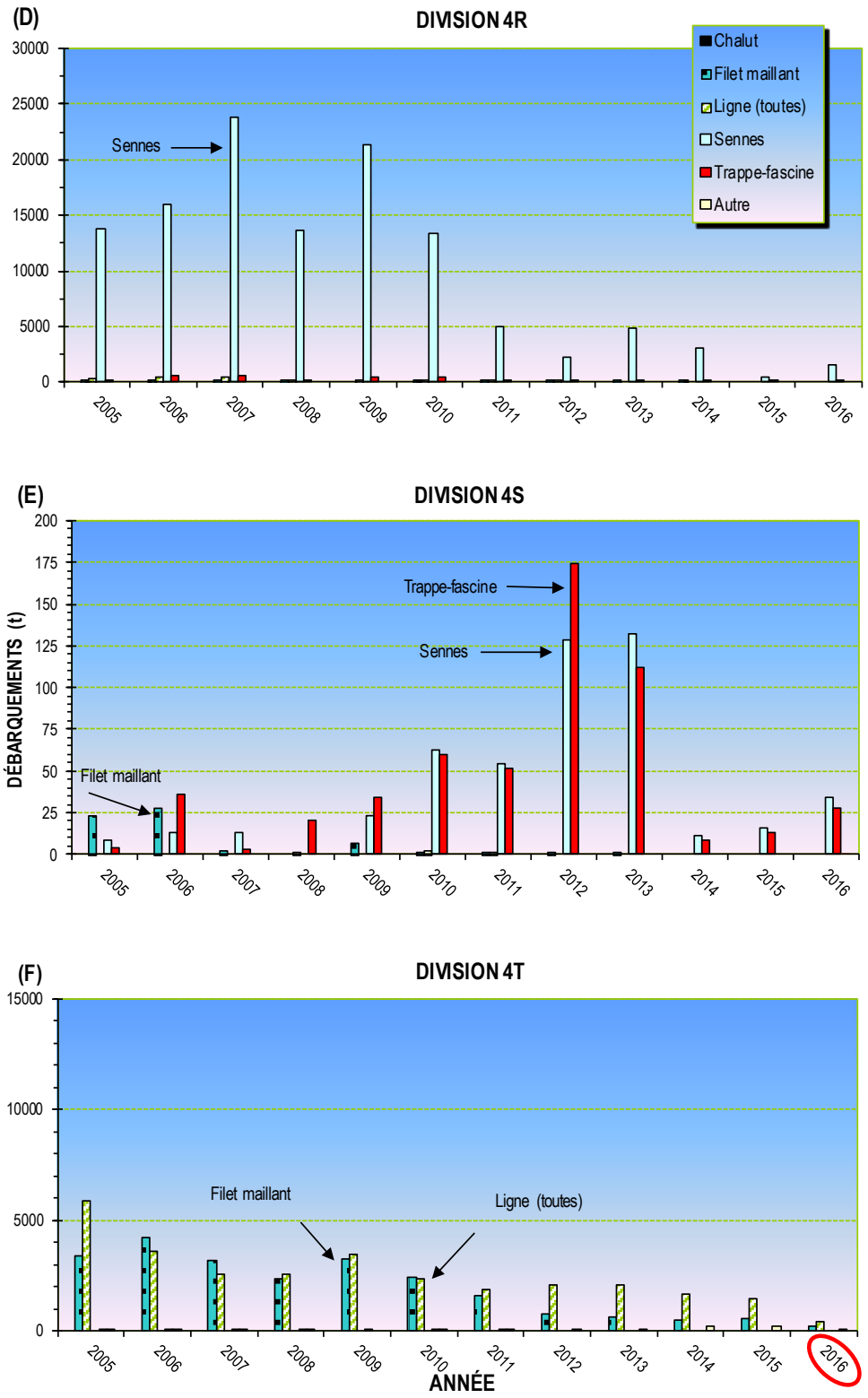


Figure 7 (suite).

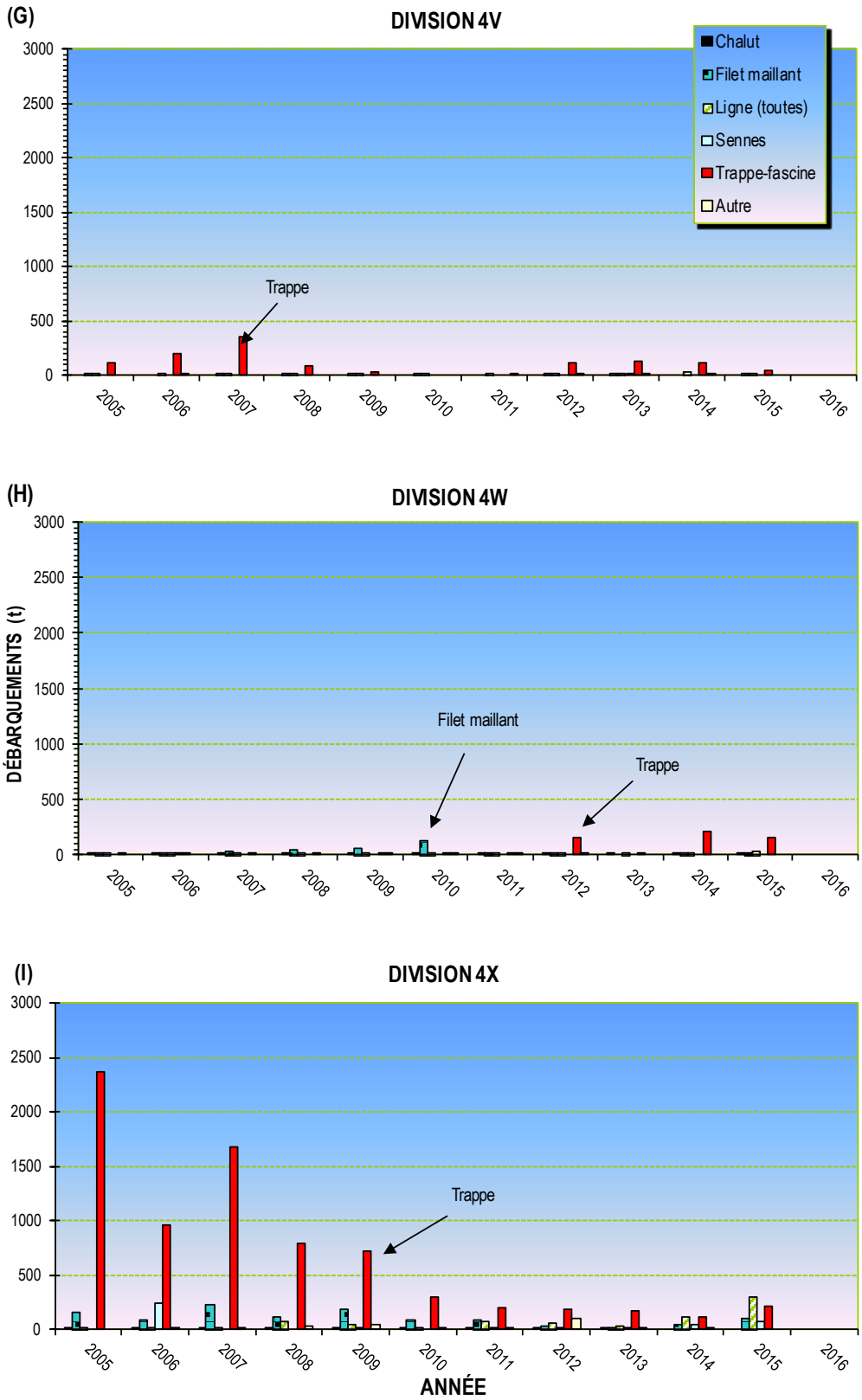


Figure 7 (suite).

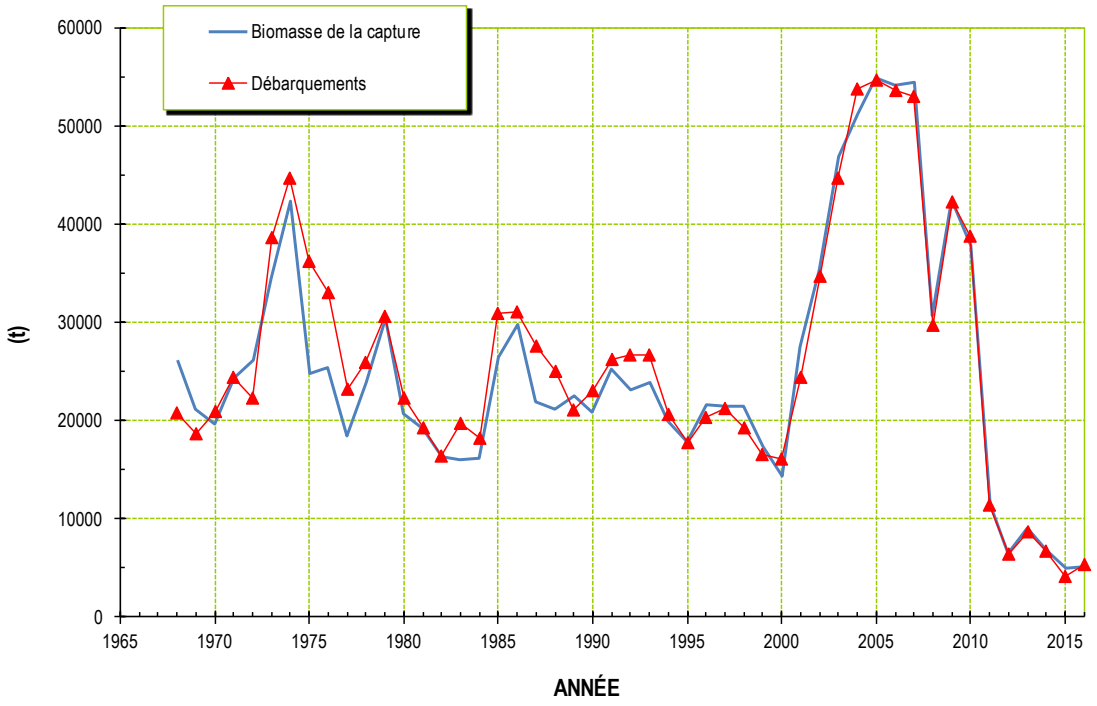
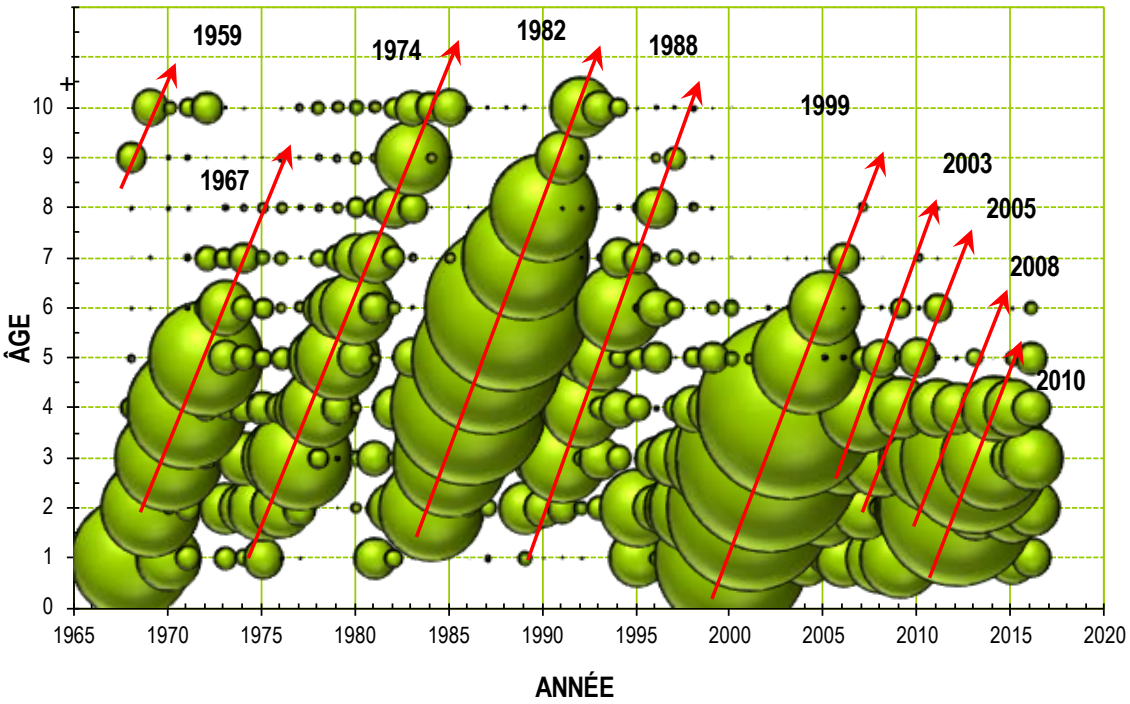


Figure 8. Débarquement (t) et biomasse (t) de la capture du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO depuis 1968.

(A)



(B)

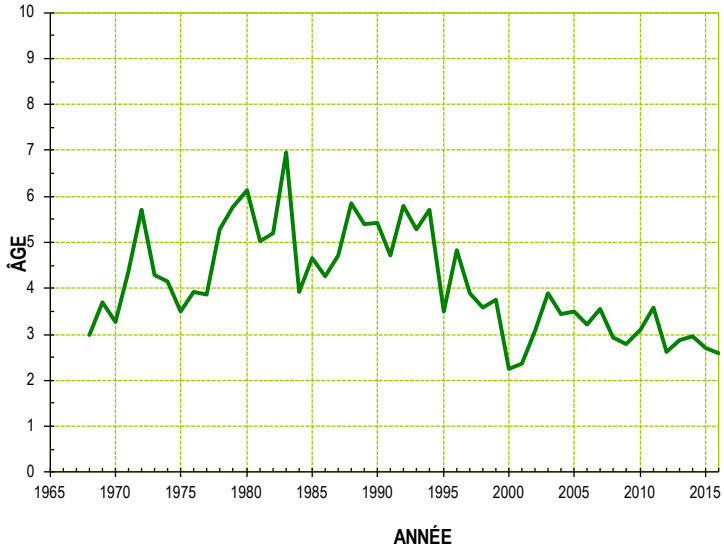


Figure 9. Capture à l'âge du maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO : (A) en % (les classes d'âge dominantes sont indiquées), (B) âge moyen de la capture par année.

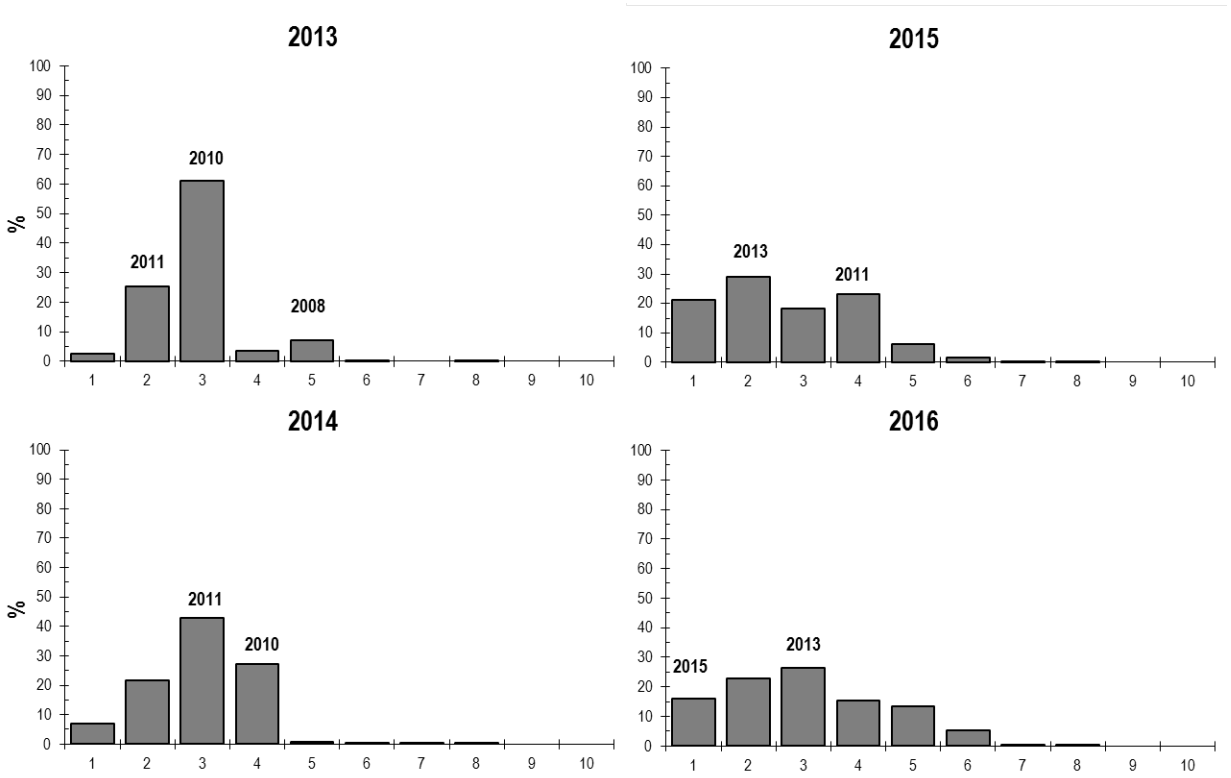


Figure 10. Capture à l'âge du maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO (exprimé en %; les classes d'âge dominantes sont indiquées.)

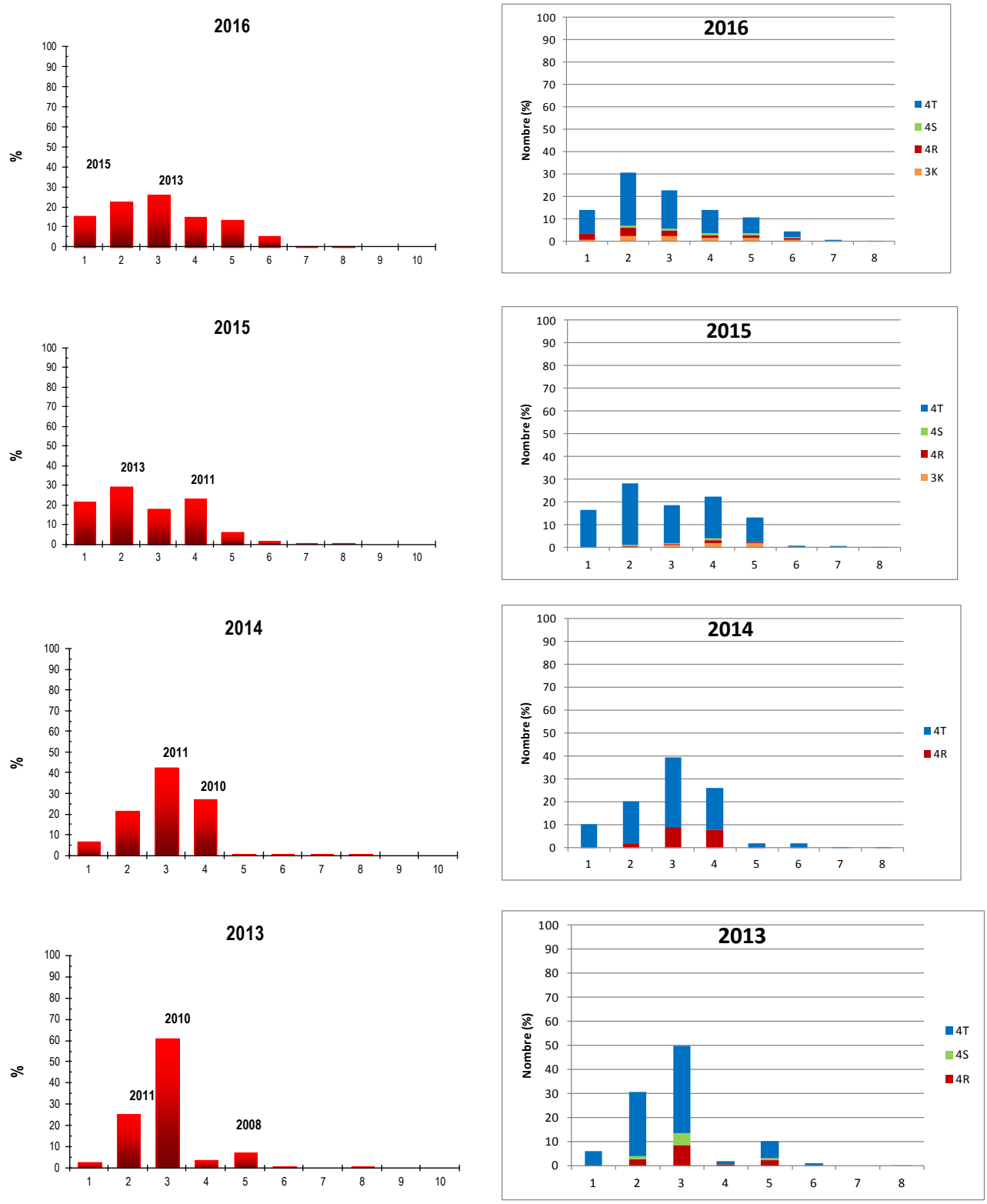


Figure 11. Capture à l'âge du maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO en % (les classes d'âge dominantes sont indiquées). Données pondérées à gauche et non pondérées à droite. Pour 2016 (pondérées), seules les données du Québec et Terre-Neuve sont prises en compte.

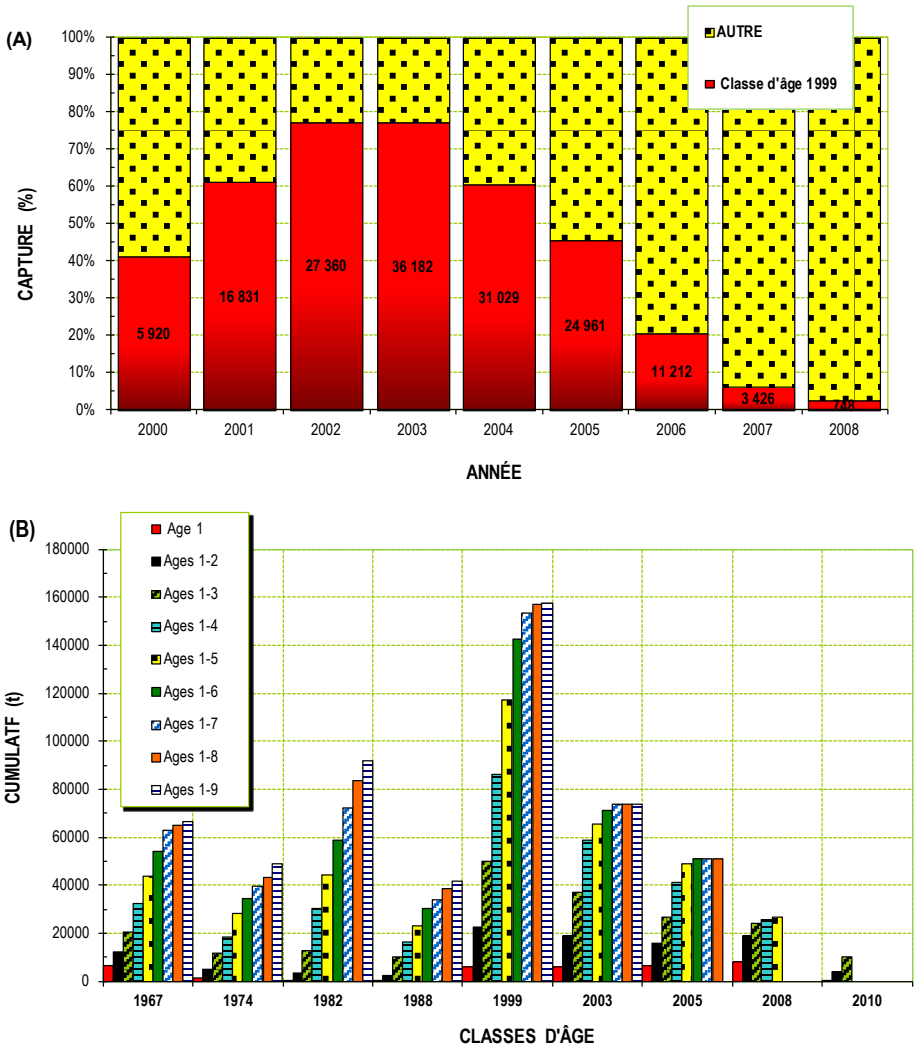


Figure 12. Captures (t) de maquereau bleu par classe d'âge : (A) classe d'âge dominante de 1999 (âges 1-9), et (B) captures cumulatives (t) à l'âge pour les classes d'âge qui ont dominé la pêche depuis la fin des années 1960.

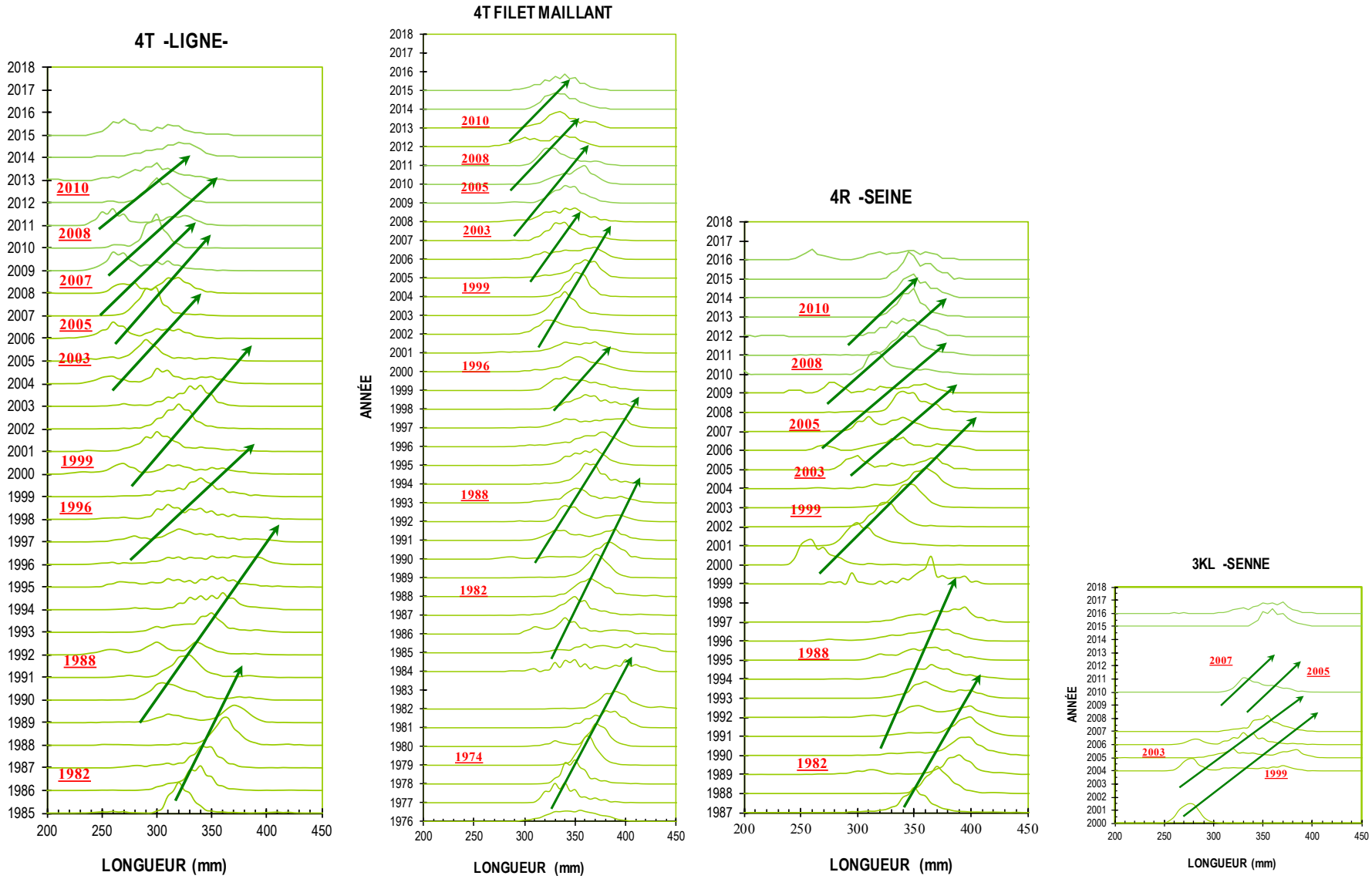


Figure 13. Fréquences de longueur annuelles (mm) du maquereau bleu capturé aux filets maillants et à la ligne dans la Division 4T et à la senne dans les Divisions 4R et 3KL (les classes d'âge qui ont dominé ces pêches sont indiquées).

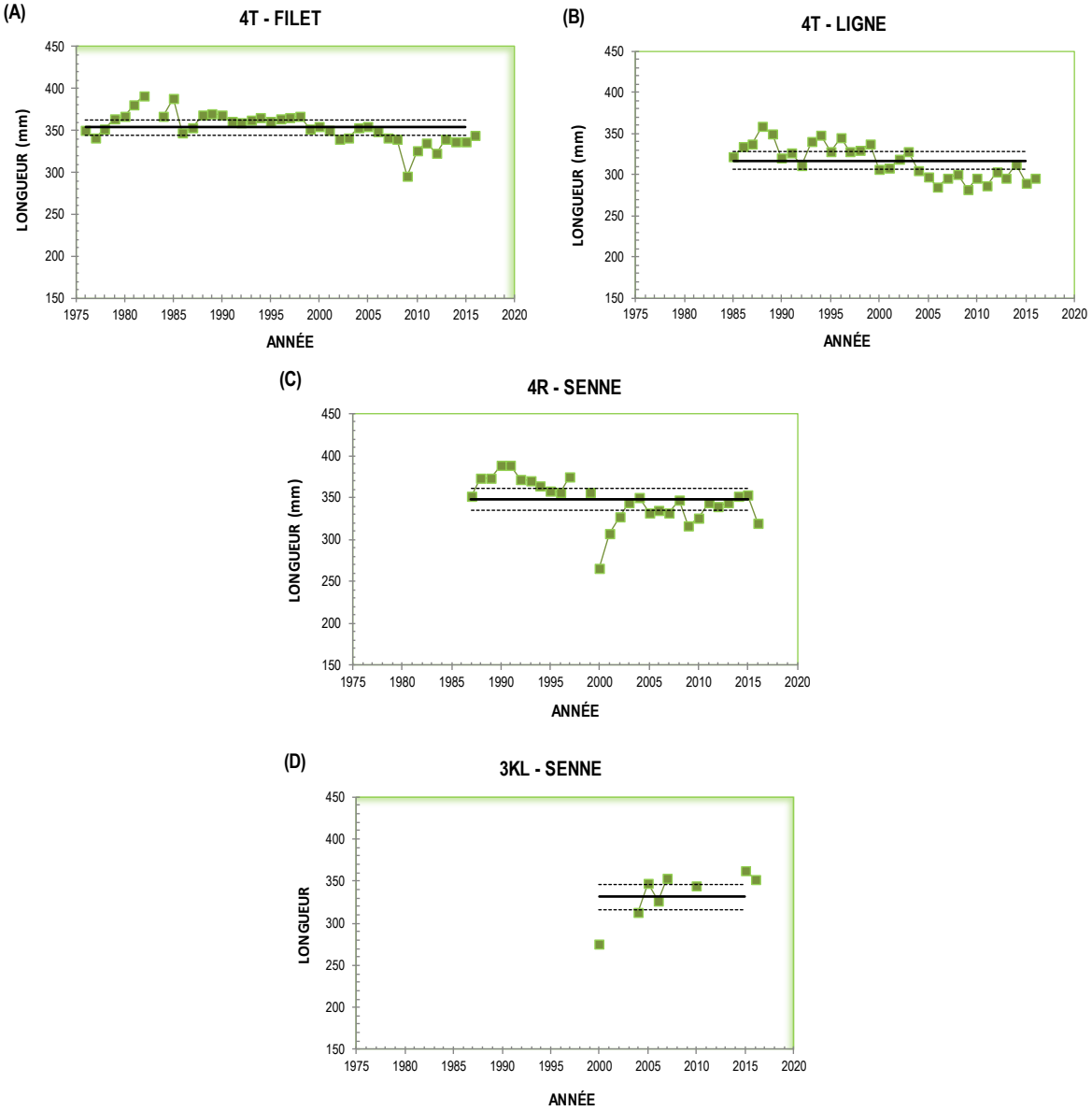


Figure 14. Longueur annuelle moyenne (mm) du maquereau bleu capturé dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A et B) filets maillants et ligne dans la Division 4T, (C) senne dans la Division 4R, et (D) senne dans les Divisions 3KL (les lignes horizontales représentent les moyennes correspondantes ± 0,5 écarts-types de la période jusqu'en 2015).

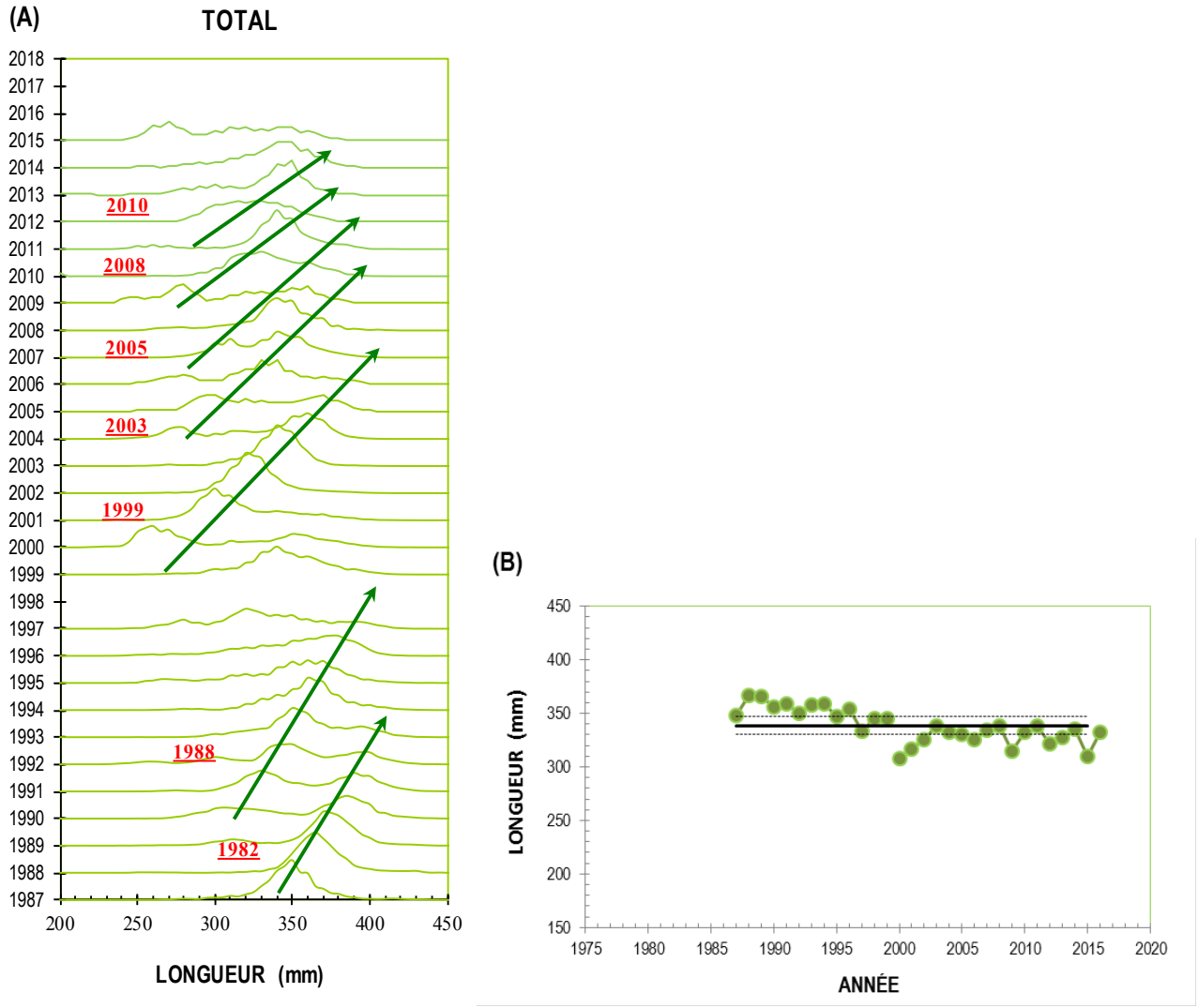


Figure 15. Longueur (mm) du maquereau bleu capturé depuis 1987 dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO : (A) fréquence annuelle depuis 1987 et (B) longueur moyenne annuelle (les lignes horizontales en B représentent la moyenne ± 0,5 l'écart-type de la période 1987-2015).

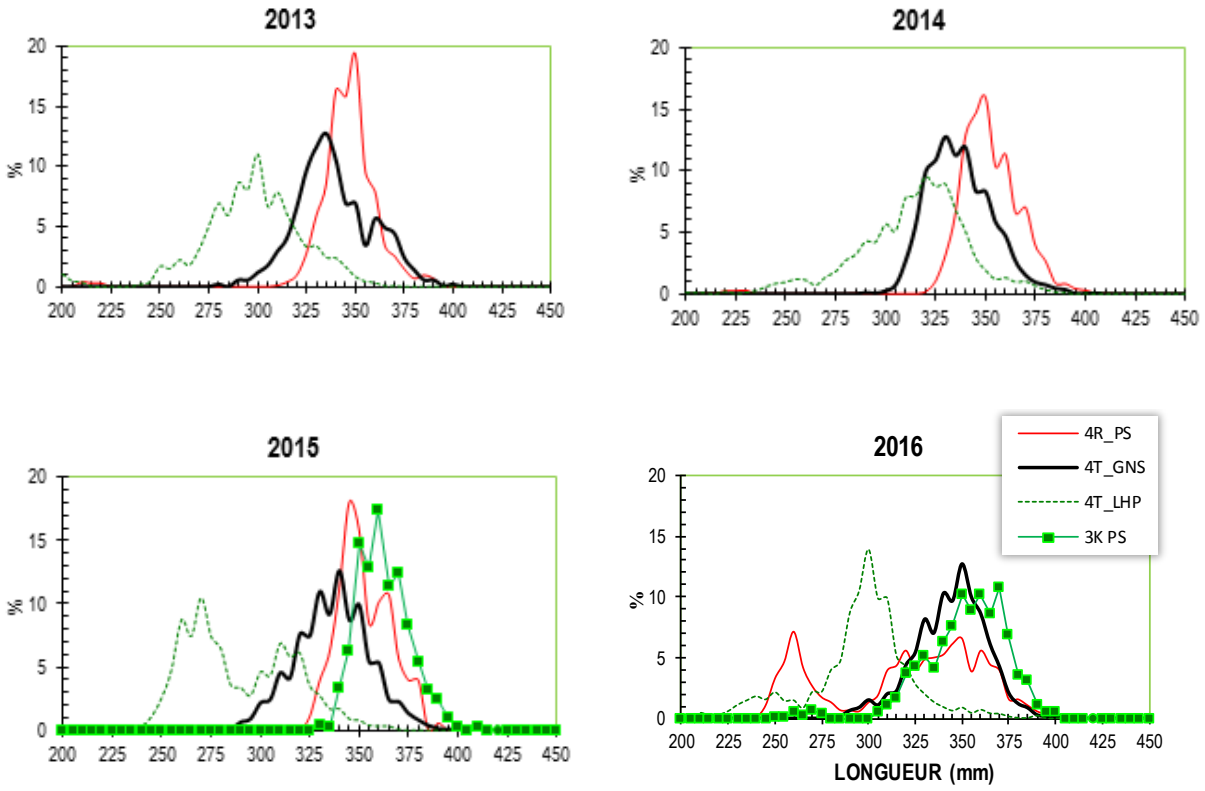


Figure 16a. Fréquences (%) de longueur (mm) du maquereau bleu capturé à l'aide du filet maillant (GNS), de la ligne (LHP) et de la senne bourse (PS) dans les Divisions 4R, 4T et 3KL de l'OPANO de 2013 à 2016.

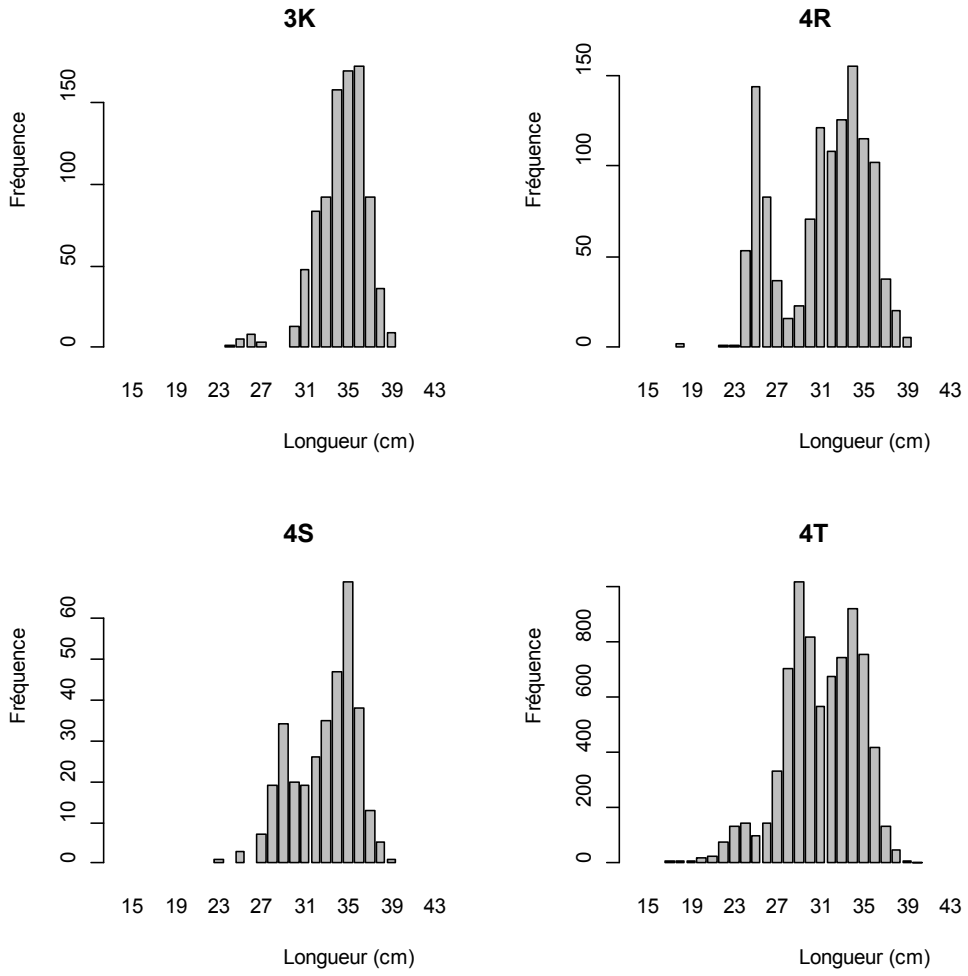


Figure 16b. Fréquence (%) de longueur (cm) du maquereau capturé dans les divisions 3K, 4S, 4R et 4T en 2016.

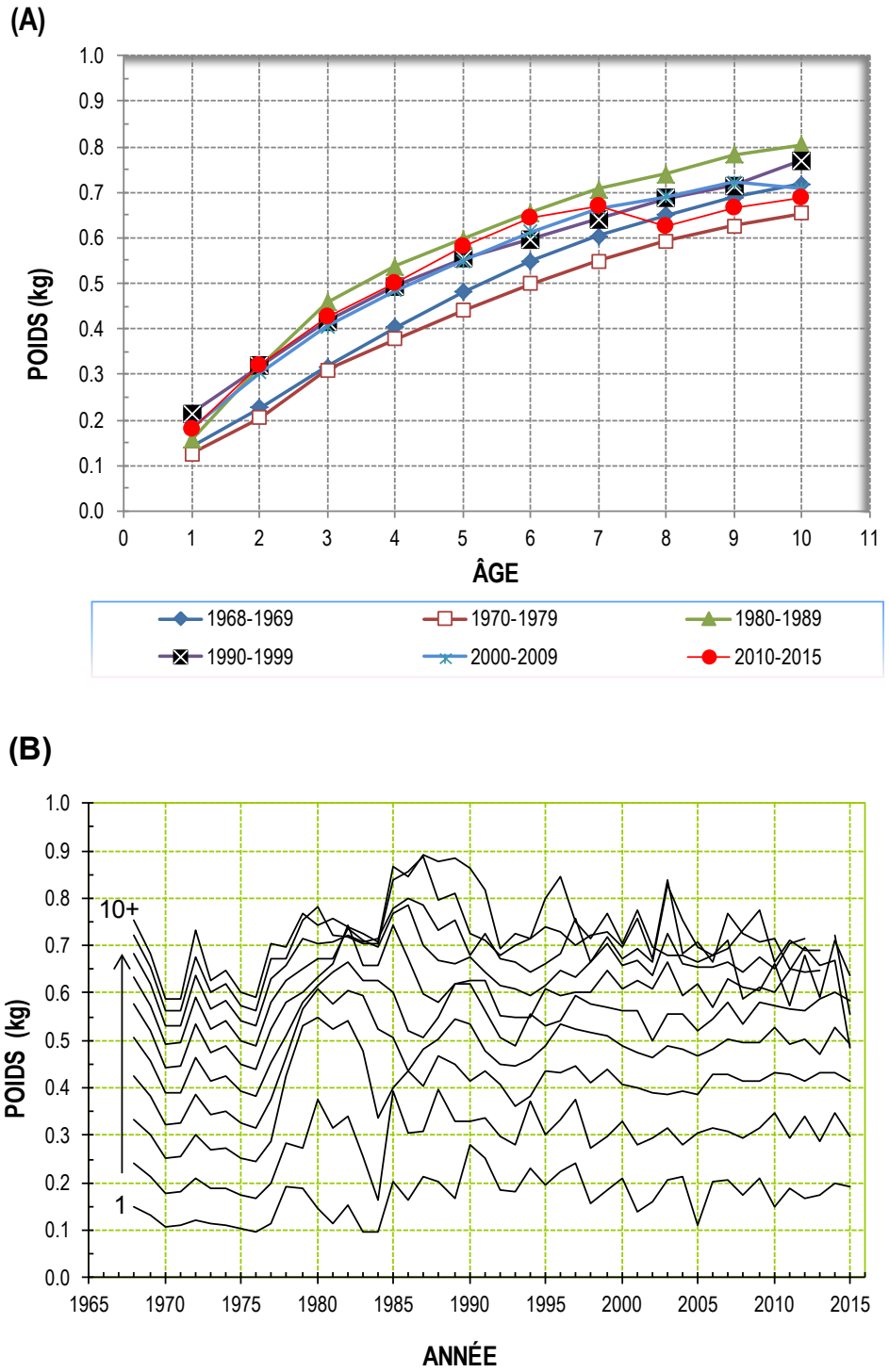


Figure 17. Données biologiques du maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO depuis 1968 : (A) Poids moyen (kg) à l'âge par période d'années, et (B) poids annuel (kg) pour les groupes d'âges 1-10⁺.

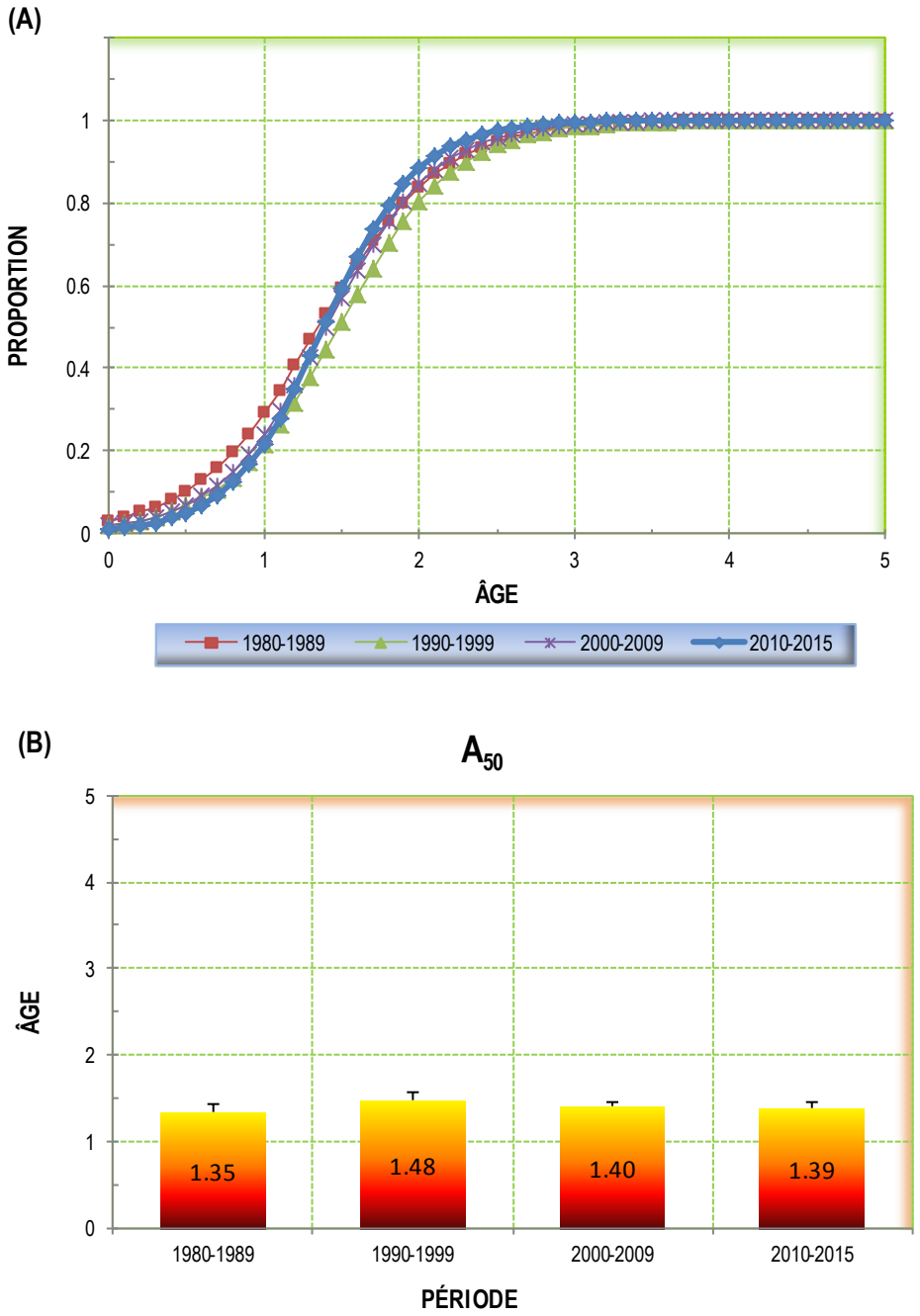


Figure 18. Données biologiques du maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO depuis 1980 : (A) Proportion de la maturité à l'âge (en juin-juillet, soit la saison de ponte) par période d'années, et (B) âge médian A_{50} (avec intervalles de confiance à 95 %).

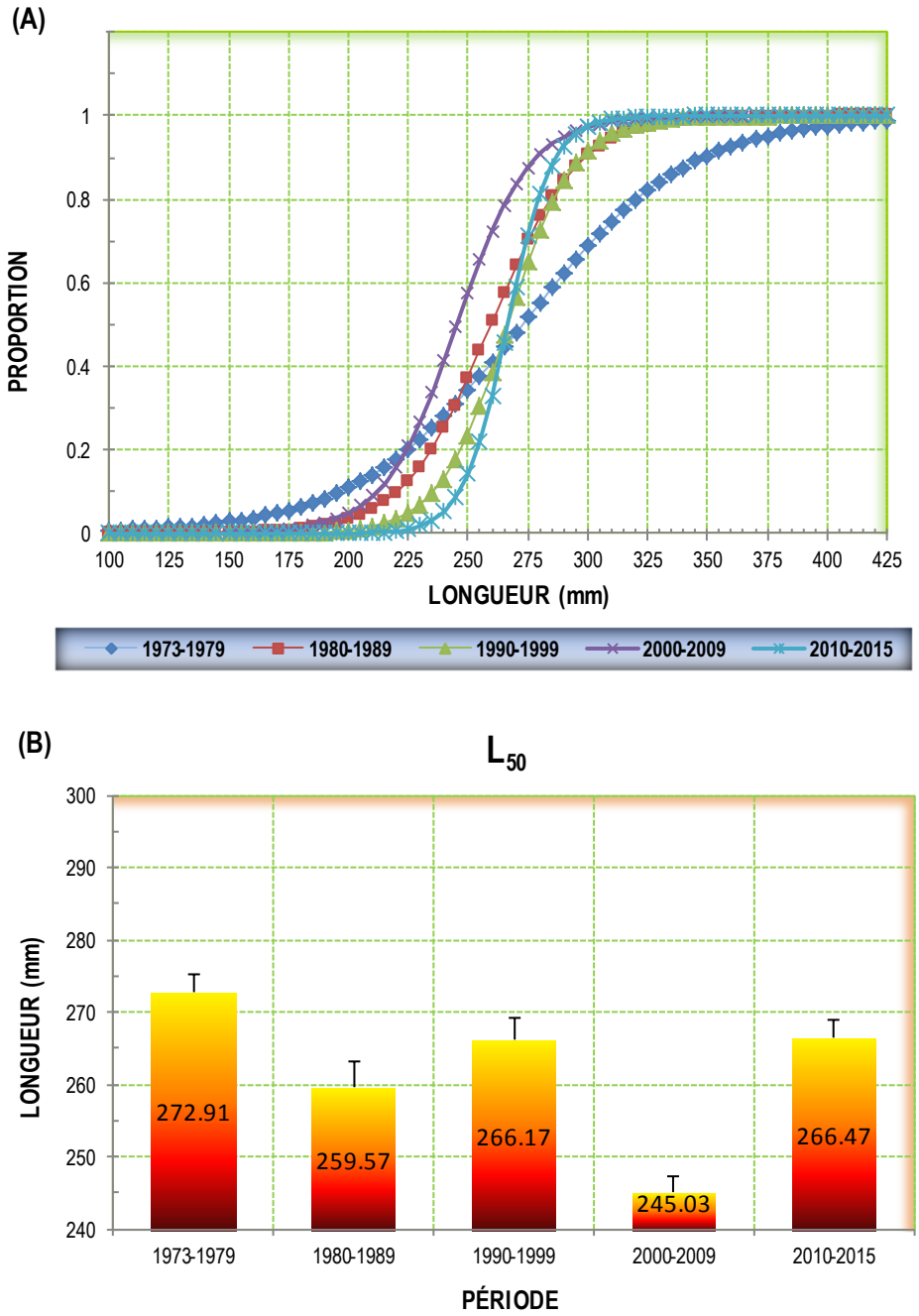


Figure 19. Données biologiques du maquereau bleu dans les sous-régions 3-4 de l'OPANO depuis 1973 : (A) Proportion de la maturité à la longueur (en juin-juillet) par période d'années, et (B) longueur médiane L_{50} (avec intervalles de confiance à 95 %).

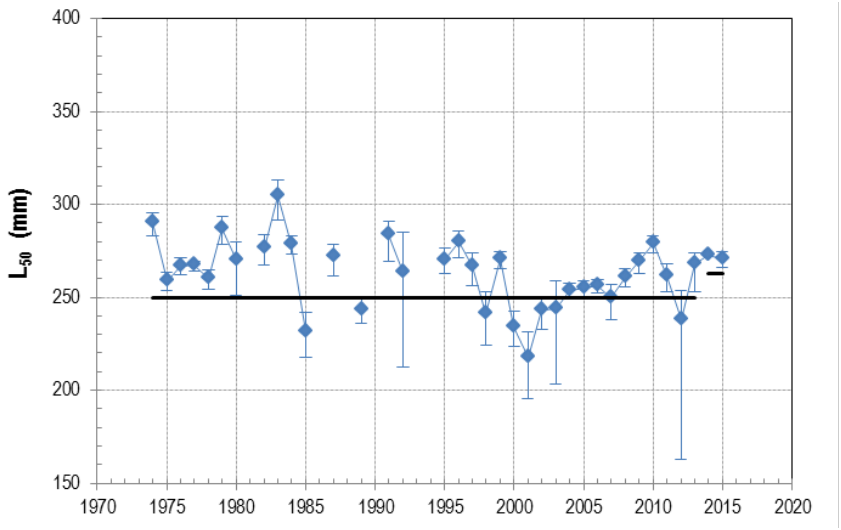


Figure 20. Longueur médiane L_{50} annuelle du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO depuis 1973 (la ligne horizontale indique la longueur minimale autorisée de capture de 250 mm jusqu'en 2013 puis de 263 mm à partir de 2014).

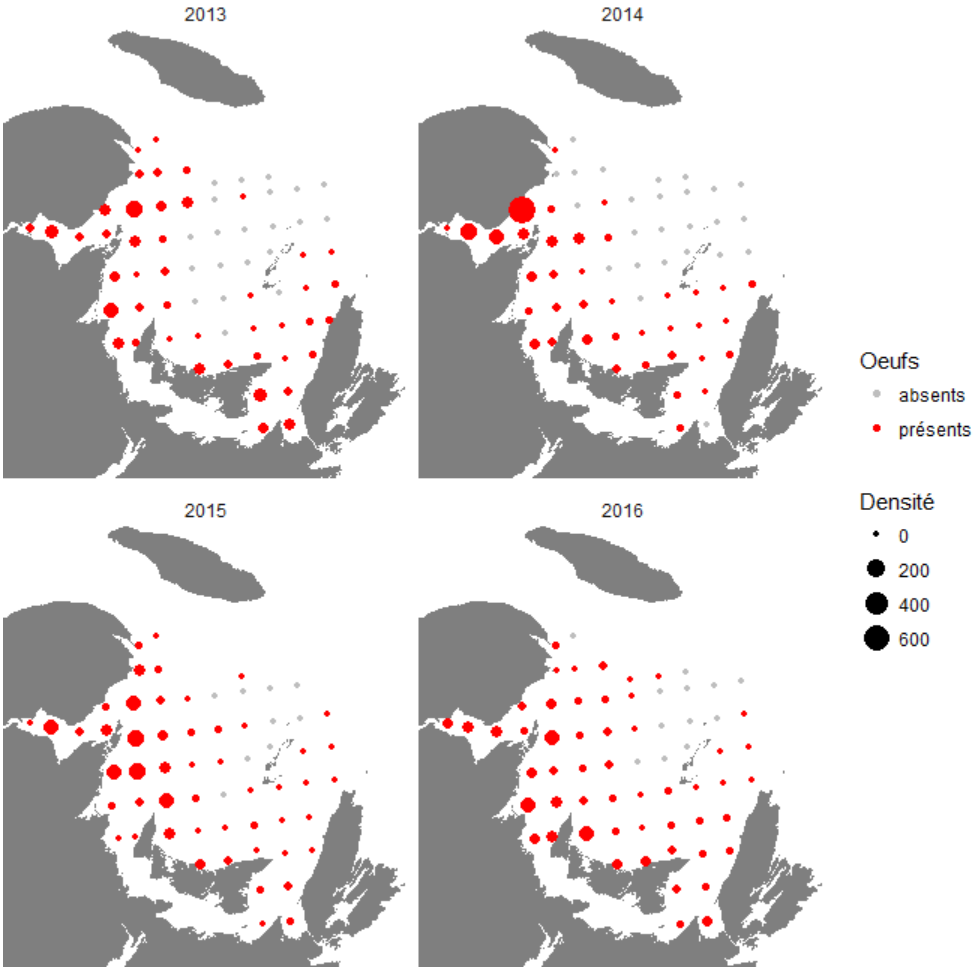


Figure 21. Distribution des densités (n/m²) d'œufs (stades 1 et 5) de maquereau mesurées lors des relevés dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

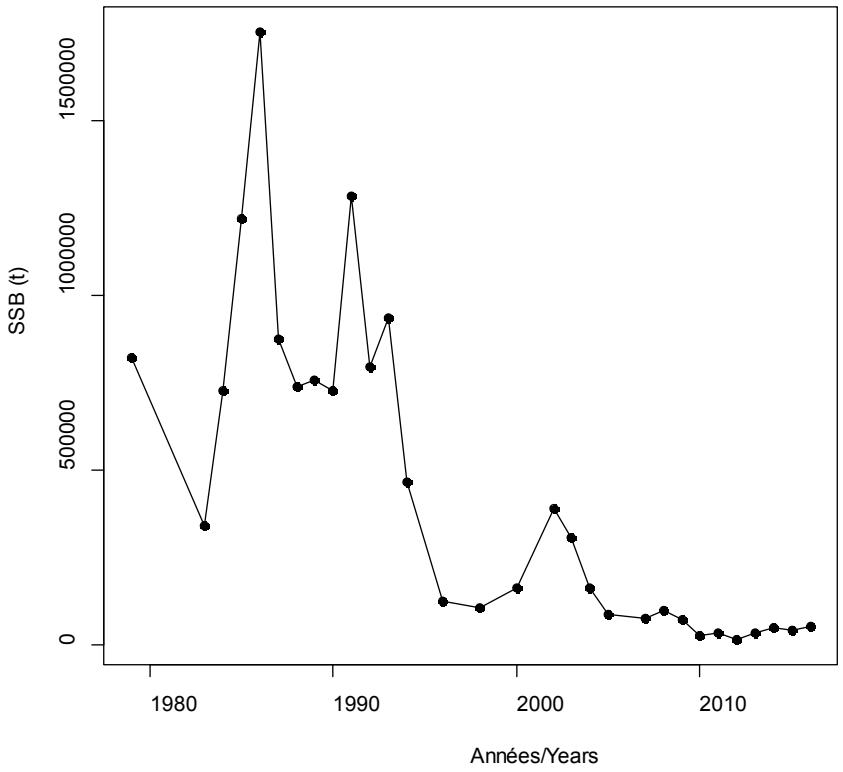


Figure 22. Indice d'abondance de la biomasse reproductrice du maquereau calculé selon la méthode de la Production Totale d'œufs, à partir des densités d'œufs observées dans le sud du golfe en juin.

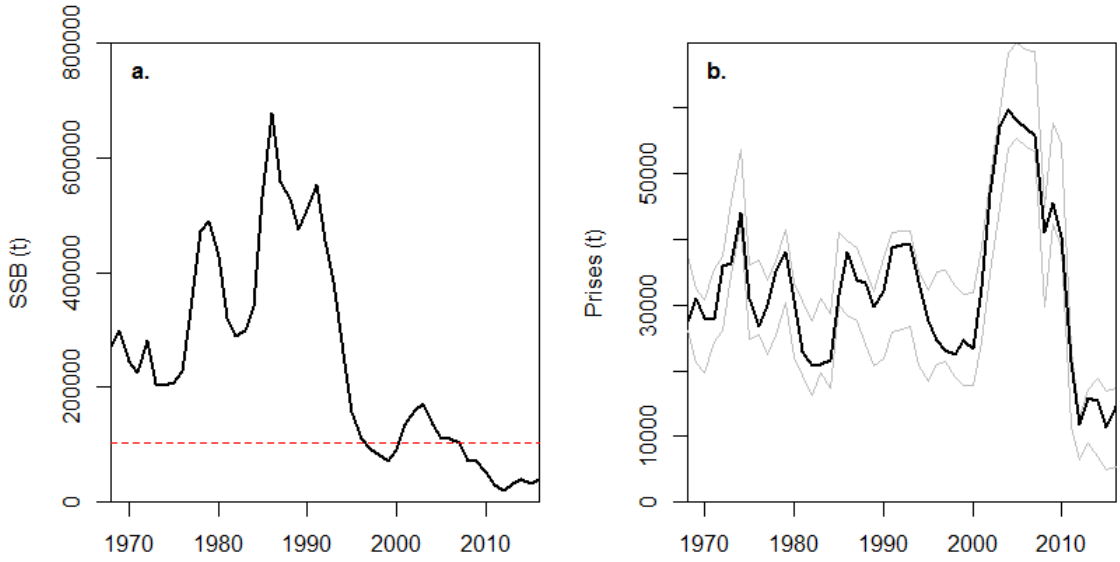


Figure 23. a) Biomasse reproductrice (SSB) du maquereau des sous-régions 3-4 de l'OPANO pour la période 1968–2013, estimée par un modèle statistique de prises à l'âge, dit « censuré »; ligne rouge pointillée : point de référence limite. b). Prises estimées pour les sous-régions 3-4 de l'OPANO. Ligne grise inférieure : limite inférieure du modèle censuré (= prises déclarées); ligne grise supérieure : limite supérieure (basée sur les besoins en appât et estimation des pêches récréatives); ligne noire : prises totales (déclarées + non-déclarées) estimées par le modèle.

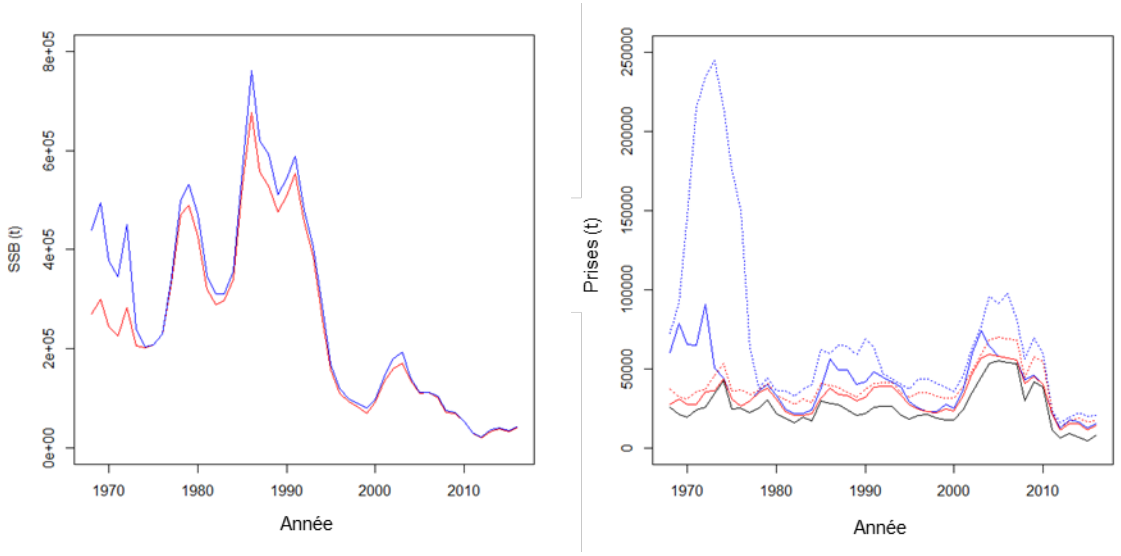


Figure 24. Biomasses et prises estimées par le modèle, avec la limite supérieure augmentée (bleu) ou non (rouge) avec la moitié des prises des EU. Ligne pointillée : limite supérieure du modèle censuré; ligne noire : limite inférieure.

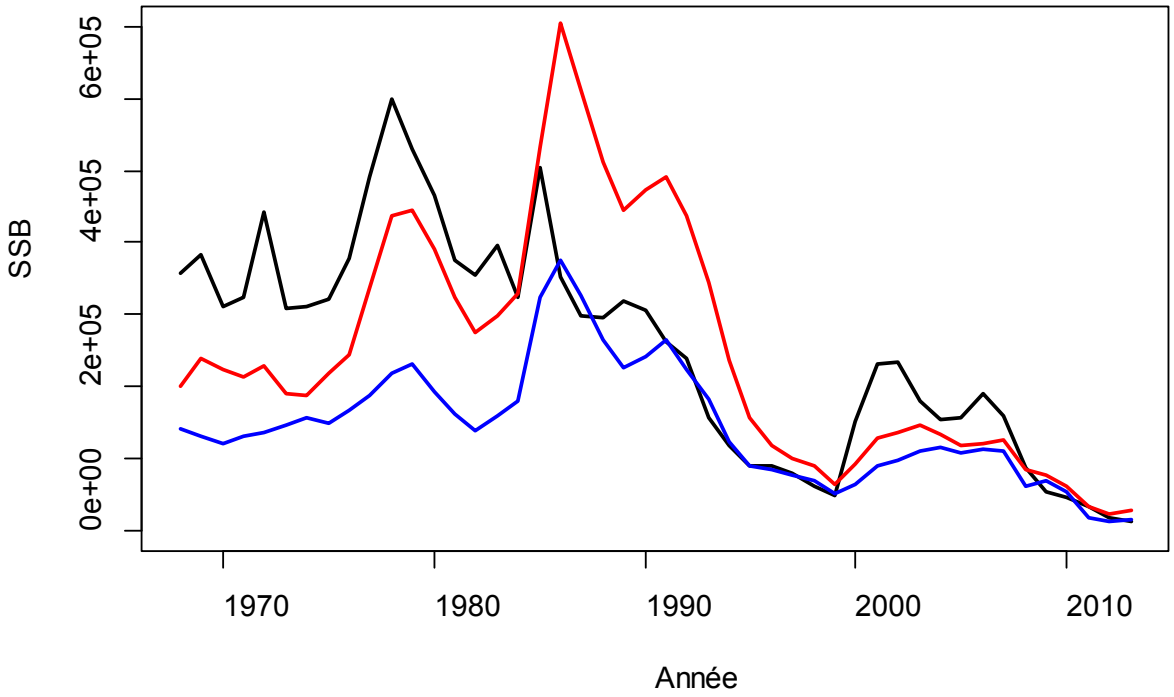


Figure 25. Biomasse reproductrice estimée (SSB) par les modèles ICA (noir), le modèle statistique de captures à l'âge non-censuré (bleu) et le modèle statistique de captures à l'âge censuré (rouge).

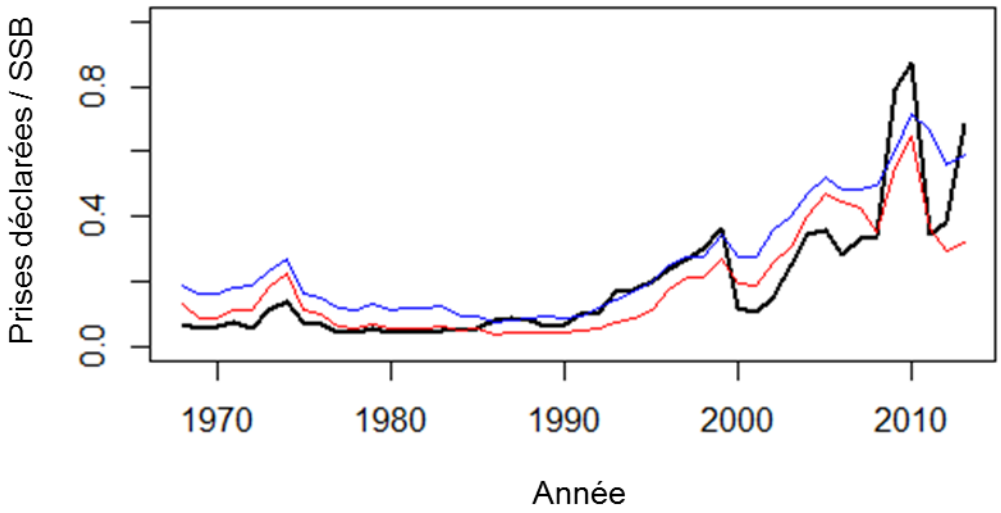


Figure 26. Rapport entre les prises déclarées et la biomasse reproductrice estimée (SSB) par les modèles ICA (noir), TMB non-censuré (bleu) et TMB censurés (rouge).