



Pêches et Océans Fisheries and Oceans
Canada Canada

Sciences

Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Document de recherche 2013/137

Région du Québec

Évaluation analytique du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) des sous-régions 3-4 de l'OPANO en 2011

François Grégoire, Linda Girard et Jean-Louis Beaulieu

Direction des Sciences halieutique et de l'aquaculture
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, Route de la Mer
Mont-Joli, Québec
CANADA G5H 3Z4

Avant-propos

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

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

Publié par :

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

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014
ISSN 1919-5044

La présente publication doit être citée comme suit :

Grégoire, F., Girard, L., et Beaulieu, J.-L. 2014. Évaluation analytique du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/137. v + 31 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	IV
ABSTRACT	V
1. INTRODUCTION.....	1
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	1
2.1. SOURCE DES DONNÉES	1
2.1.1 Capture à l'âge	1
2.1.2 Poids à l'âge.....	1
2.1.3 Maturité à l'âge.....	1
2.1.4 Indice de la biomasse reproductrice	2
2.2. FORMULATION DE L'ÉVALUATION ANALYTIQUE	2
2.3. PATRON RÉTROSPECTIF.....	2
2.4. PROJECTIONS À COURT TERME	2
2.5. POINTS DE RÉFÉRENCE	3
2.5.1 Approche analytique.....	3
2.5.2 Approche aléatoire	3
2.5.3 Trajectoire du stock selon le status de la mortalité par la pêche et de la biomasse reproductrice	3
3. RÉSULTATS	4
3.1. ÉVALUATION ANALYTIQUE	4
3.1.1 Diagnostics.....	4
3.1.2 Analyses rétrospectives.....	4
3.1.3 Abondance et recrutement	4
3.1.4 Recrutement partiel	4
3.1.5 Mortalité par la pêche	4
3.1.6 Biomasse totale et reproductrice	5
3.1.7 Taux de recrutement	5
3.1.8 Relation entre les recrues, la mortalité par la pêche et la biomasse reproductrice	5
3.2. POINTS DE RÉFÉRENCE	5
3.3. TRAJECTOIRE DU STOCK.....	5
3.4. PROJECTIONS DES DÉBARQUEMENTS POUR 2012 ET 2013.....	6
4. DISCUSSION ET CONCLUSION.....	6
5. REMERCIEMENTS.....	6
RÉFÉRENCES	7
TABLEAUX.....	8
FIGURES.....	22

RÉSUMÉ

Une analyse séquentielle de population (ASP) a été réalisée sur la composante de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) se reproduisant dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les paramètres d'entrée à cette analyse étaient les données de la pêche commerciale de la période 1968–2011 et l'indice de la biomasse reproductrice des relevés des œufs réalisés depuis 1996. Malgré des CV élevés pour certains des paramètres estimés, l'ASP n'a présenté aucun patron rétrospectif majeur. L'ASP a révélé que les deux dernières classes d'âge de niveau de recrutement élevé étaient celles de 1999 et 2003 et que celles qui sont apparues au cours des dernières années étaient de niveau moyen et faible. Suite à une période de stabilité (1968–1992), les mortalités par la pêche ont été très élevées au cours des années 2000 et en particulier chez les poissons âgés avec des taux d'exploitation de 50 à 80 %. Les biomasses totales et reproductrices sont à la baisse depuis le milieu des années 2000 et les valeurs des dernières années sont près du minimum historique qui a été atteint en 1999. Des points de références ont été calculés à partir des résultats de l'ASP et des données biologiques provenant de l'échantillonnage commercial. Leur évolution au cours des ans indique qu'il y aurait eu surpêche depuis 2003. Selon le niveau d'exploitation soutenable moyen de la période 1968–1992, les biomasses reproductrices projetées pour 2012, 2013 et 2014 seraient respectivement de 62 218 t, 64 462 t et 64 181 t et les captures projetées pour 2012 et 2013 atteindraient 8 785 t et 8 636 t. Étant donné que l'abondance du stock est à un niveau très bas et qu'il ne devrait pas augmenter à court terme (absence d'un fort recrutement selon l'ASP), les mortalités par la pêche des prochaines années devraient être réduites par rapport à celle de 2011. Par conséquent, pour ramener la mortalité par la pêche au niveau moyen soutenable de la période 1968–1992, les captures de 2012 et de 2013 ne devraient pas dépasser 9 000 t.

Analytical assessment of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) in NAFO Subareas 3 and 4 in 2011

ABSTRACT

A sequential population analysis (SPA) was performed on the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) component that spawns in the southern Gulf of St. Lawrence. The input parameters to this analysis were the data from the commercial fishery from the 1968–2011 period and the index of the spawning biomass from the egg surveys conducted since 1996. Despite high CV for some of the estimated parameters, the SPA presented no major retrospective pattern. The SPA revealed that the last two year-classes of high level of recruitment were those of 1999 and 2003 and that the year-classes that appeared over the last years were of medium and low level. Following a stability period (1968–1992), fishing mortalities reached very high values during the years 2000 and in particular for the older fish with exploitation rates varying between 50 and 80%. Total and spawning biomasses are decreasing since the mid-2000s and the last years values are near the minimum historic reached in 1999. Reference points were calculated from the SPA results and the biological data from the commercial sampling. Their evolution over the years indicates that there were overfishing since 2003. Given the average sustainable exploitation level of the 1968–1992 period, spawning biomasses projections for 2012, 2013, and 2014 would be of 62,218 t, 64,462 t, and 64,181 t., respectively, and projected catches for 2012 and 2013 would reached 8,785 t and 8,636 t. Given that stock abundance should not increase in the short term (absence of strong recruitment according to the SPA), the fishing mortality rates over the next few years should be lower compared to that of 2011. Therefore, in order to bring back fishing mortality to the average sustainable exploitation level of the 1968–1992 period, catches in 2012 and 2013 should not exceed 9,000 t.

1. INTRODUCTION

Dans l'est du Canada, il est généralement reconnu que la ponte du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) se produit principalement dans le sud du golfe du Saint-Laurent (Division 4T de l'OPANO) (Sette 1943, Arnold 1970). Pour cette raison, un relevé des œufs est réalisé dans cette région dans le but de calculer un indice de la biomasse reproductrice. Selon ce relevé, cet indice aurait été très élevé entre 1984 et 1994 avec des valeurs annuelles pouvant atteindre plus de 500 000 t (Grégoire *et al.* 2013a). Au cours de la même période, les débarquements annuels moyens se chiffraient à 24 441 t (Grégoire *et al.* 2013b). Cet écart important entre l'indice d'abondance et les débarquements a toujours représenté un obstacle majeur à l'utilisation d'une analyse séquentielle de population (ASP) car la reconstruction précise des cohortes par ce type d'analyse n'est assurée que si le taux instantané de mortalité naturelle (M) est faible par rapport au taux de mortalité par la pêche (F) (Hilborn et Walters 1992, Mertz et Myers 1997).

L'indice de la biomasse reproductrice du maquereau a connu une diminution marquée à partir de 1996 (aucun relevé en 1995) par rapport à une augmentation significative des débarquements commerciaux (Grégoire *et al.* 2013b). Il est proposé dans la présente étude que ces nouvelles conditions dans les niveaux d'abondance et de débarquements puissent permettre l'utilisation d'une ASP.

L'objectif de cette étude a été de développer et d'appliquer une ASP aux données de la pêche commerciale de la composante canadienne du maquereau en utilisant comme indice de calibration la biomasse reproductrice des relevés des œufs réalisés depuis 1996.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. SOURCE DES DONNÉES

2.1.1 Capture à l'âge

La capture à l'âge canadienne a été mise à jour (Grégoire *et al.* 2013b) de sorte que la période couverte par l'ASP s'étend de 1968 à 2011 et inclut les âges 1 à 10⁺ (Tableaux 1 et 2). Les données de rejets en mer de la pêche commerciale à la ligne et des prises récréatives ne sont pas comptabilisées de même que certaines des captures utilisées comme appât (ex : utilisation personnelle ou ventes directes en mer entre pêcheurs).

2.1.2 Poids à l'âge

Les poids à l'âge des captures commerciales (mi-année) (Tableau 3) ont été mis à jour et utilisés pour convertir la capture à l'âge, exprimée en nombre, en biomasse (t) de la capture à l'âge (Tableau 4). Cette dernière (le total annuel des âges) a été comparée aux débarquements commerciaux dans le but de déceler des erreurs possibles de groupement ou de pondération dans le calcul de la capture à l'âge. Les poids à l'âge ont été convertis en poids à l'âge en début d'année (1^{er} janvier) (Tableau 5) à l'aide de la méthode Rivard, version 2.0 (NOAA Fisheries Toolbox 2009a). Finalement, les biomasses à l'âge ont été déterminées par le produit des poids à l'âge en début d'année par les nombres à l'âge (abondances) provenant de l'ASP.

2.1.3 Maturité à l'âge

Les proportions annuelles de maturité à l'âge (Tableau 6) ont été calculées depuis 1974 à partir des données biologiques provenant de l'analyse des échantillons commerciaux récoltés au moment de la ponte (juin et juillet). Les proportions de maturité à l'âge ont été ajustées à l'aide de la procédure LOGISTIC de SAS (SAS Institute 2008). Comme la capture à l'âge débute en

1968, les maturités à l'âge de 1974 ont été appliquées à celles de la période 1968-1973. Les biomasses reproductrices à l'âge ont été déterminées par le produit des proportions annuelles de maturité à l'âge par les biomasses à l'âge.

2.1.4 Indice de la biomasse reproductrice

Les valeurs annuelles de l'indice de la biomasse reproductrice du relevé des œufs sont présentées au Tableau 7. Aucun relevé n'a été réalisé en 1995 et 1997 et des relevés partiels ont eu lieu en 1999 et 2001. Les résultats de ces relevés n'ont pas été utilisés dans la présente étude, tout comme ceux du relevé de 2006 qui a été réalisé à la fin de la saison de ponte.

2.2. FORMULATION DE L'ÉVALUATION ANALYTIQUE

L'évaluation analytique a été réalisée à l'aide du logiciel ICA (Integrated Catch at Age), version 1.2 (Patterson et Melvin 1995) qui est couramment utilisé dans l'évaluation du maquereau bleu du Nord-Est de l'Atlantique. ICA permet l'utilisation d'un indice d'abondance non désagrégé à l'âge comme celui du relevé des œufs. Différentes formulations ont été testées et celle qui a finalement été retenue est présentée au Tableau 8. Le choix de cette formulation s'est fait à partir de l'examen des résidus (valeurs et patrons) et des CV (plus petites valeurs) à l'âge des paramètres estimés. Ces paramètres sont la mortalité par la pêche annuelle entre 2006 et 2011, la sélectivité à l'âge aux âges 1 à 9 (fixée aux âges 3 et 9), l'abondance aux âges 1 à 9 en 2011 et l'abondance à l'âge 9 entre 2006 et 2010.

2.3. PATRON RÉTROSPECTIF

La présence d'un patron rétrospectif a été examinée pour la période 2007–2011 pour la mortalité par la pêche (moyenne des âges 3–5 pondérée par les abondances correspondantes), la population totale ('000) aux âges 1-10⁺, le recrutement ('000) (âge 1) et les biomasses totale (t) et reproductrice (t).

2.4. PROJECTIONS À COURT TERME

Des projections de captures ont été réalisées sur deux ans (2012 et 2013) à partir des abondances à l'âge (1-10⁺) estimées au début de l'année 2012 par l'ASP. Les captures ($C_{t,a}$) ont été projetées en utilisant l'équation de Baranov (Haddon 2011) qui est définie de la façon suivante :

$$C_{t,a} = \left(\frac{F_{t,a}}{F_{t,a} + M} \right) N_{t,a} (1 - e^{-(M + F_{t,a})})$$

où $F_{t,a}$ est le taux instantané de mortalité par la pêche (moyenne des âges 3–5 pondérée par les abondances correspondantes) au temps t et à l'âge a , M la mortalité naturelle fixée à 0,20 et $N_{t,a}$, l'abondance par âge en début d'année. L'utilisation de l'équation de Baranov sous-entend que les taux instantanés de mortalité par la pêche et naturelle sont constants au cours de l'année et que leur action sur la population est simultanée (pêche de type II; Ricker 1980). Les captures projetées ont été converties en tonnes en utilisant les poids moyens à l'âge (mi-année) des années 2010 et 2011.

Les abondances $N_{t+1,a+1}$ au début de 2013 et 2014 ont été estimées à partir du modèle suivant :

$$N_{(t+1,a+1)} = N_{t,a} (e^{-(M + F_{t,a})})$$

Ces abondances ont été converties en biomasses reproductrices (t) en utilisant les poids moyens à l'âge (au 1^{er} janvier) et les proportions moyennes de maturité à l'âge des années

2010 et 2011. À noter que les abondances à l'âge 1 au début de 2013 et 2014 correspondent à l'abondance moyenne des recrues (âge 1) des années 2010 et 2011. Enfin, suite aux résultats de l'ASP, les projections ont été réalisées en utilisant le niveau moyen soutenable de la mortalité par la pêche de la période 1968-1992.

2.5. POINTS DE RÉFÉRENCE

Des points de références concernant la mortalité par la pêche ont été calculés à l'aide d'une analyse de rendement par recrue et de la procédure YPR, version 2.7.2 (NOAA Fisheries Toolbox 2009b) avec comme paramètres d'entrée la sélectivité, les poids et les proportions de maturité à l'âge de même que la mortalité naturelle. La sélectivité à l'âge a été déterminée à partir des mortalités par la pêche produites par l'ASP entre 2008 et 2011. La mortalité naturelle a été fixée à 0,2 et les poids et les proportions de maturité à l'âge correspondent aux moyennes de la période 2008–2011.

Les points de référence retenus sont : $F_{0.1}$, F_{max} , et $F_{40\%}$ qui, selon Clark (1993) et Mace (1994), représente un proxy de F_{rms} . Deux autres points de référence, soit la biomasse reproductrice associée au rendement maximal soutenu (BSR_{rms}) et le rendement maximal soutenu (rms) ont été déterminés analytiquement et à l'aide d'une approche aléatoire.

2.5.1 Approche analytique

Selon l'approche analytique, BSR_{rms} est défini comme étant le produit des recrues à 1 an (moyenne des classes d'âge de 1967 à 2011) par la biomasse du stock reproducteur par recrue (BSR/R) obtenue à $F_{40\%}$. Selon l'approche analytique, rms est le produit de ces mêmes recrues par le rendement par recrue (YPR) à $F_{40\%}$.

2.5.2 Approche aléatoire

BSR_{rms} et rms de même que la biomasse totale (à titre indicateur) ont été déterminés aléatoirement à partir de projections réalisées à l'aide de la procédure AGEPRO (NOAA Fisheries Toolbox 2009c). Ces projections se sont étalées sur une période de 100 ans en ayant $F_{40\%}$ comme stratégie annuelle d'exploitation. Après quelques années, les projections se sont stabilisées de sorte que BSR_{rms} et rms ont été définis comme étant les moyennes respectives de la période 2024-2112. Lors des projections, les recrues ont été déterminées à l'aide d'une fonction empirique cumulative (AGEPRO, modèle 14) plutôt qu'à partir d'un modèle de stock-recrutement standard dont la relation est prédéterminée (ex : Beverton-Holt et Ricker). La fonction empirique cumulative génère des recrues en assumant que leur distribution est stationnaire et indépendante de la taille du stock.

2.5.3 Trajectoire du stock selon le status de la mortalité par la pêche et de la biomasse reproductrice

La trajectoire du stock (2002–2011) a été décrite en suivant les rapports annuels entre la mortalité par la pêche et $F_{40\%}$ et la biomasse reproductrice et BSR_{rms} . La trajectoire est projetée sur une figure divisée en quatre zones, soit: (1) "en surpêche et surpêché", (2) "en surpêche et non surpêché", (3) "pas en surpêche et non surpêché", et (4) "pas en surpêche et surpêché". Cette approche est basée sur celle utilisée par le NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) pour les stocks de la côte est américaine. (ex : Northeast Fisheries Science Center 2008).

3. RÉSULTATS

3.1. ÉVALUATION ANALYTIQUE

3.1.1 Diagnostics

Les diagnostics des paramètres estimés par l'ASP sont présentés au Tableau 9. Des coefficients de variations (CV) élevés sont présents pour la mortalité par la pêche en 2011, les abondances aux âges 1, 2, 8 et 9 en 2011 et les abondances à l'âge 9 en 2006 et 2010. Pour tous les autres paramètres, la moyenne des CV obtenus par l'ASP est de 39 %. Les résidus des logarithmes des coefficients de capturabilité pour la période séparable (2006-2011) de l'ASP ne présentent pas de patrons particuliers (Figure 1A). Les résidus les plus élevés ont été obtenus en 2008 et 2010 (Figure 1B) et aux âges 8 et 9 (Figure 1C).

3.1.2 Analyses rétrospectives

Les mortalités par la pêche aux âges 3-5 présentent un léger patron rétrospectif (Figure 2A). Ce patron est moins important pour les abondances (Figure 2B), les recrues (Figure 2C) et les biomasses totales (Figure 2D) qui présentent cependant de faibles écarts pour deux des quatre années rétro-calculées. Aucun patron rétrospectif n'est présent pour les biomasses reproductrices (Figure 2E).

3.1.3 Abondance et recrutement

Jusque vers la fin des années 1990, le patron des abondances annuelles était caractérisé par la présence périodique de très fortes classes d'âge qui se sont maintenues dans la population pendant plusieurs années (Tableau 10; Figure 3A). Depuis le début des années 2000, le patron des abondances est plutôt caractérisé par la présence de classes d'âge de moindre importance. Pour cette même période, l'abondance totale est à la baisse et les poissons âgés (6⁺) sont peu nombreux (Figure 3B).

Par ordre décroissant, les plus importantes classes d'âge aux âges 1 et 2 ont été celles de 1982, 1999, 1974, 1967 et 2003 (Figures 4A et 4B). L'abondance de ces classes d'âge s'est avérée supérieure au niveau de recrutement élevé. Les classes d'âge qui sont apparues entre 1967 et 1975 ont plutôt été caractérisées par des abondances supérieures aux niveaux de recrutement moyen ou élevé. À l'exception des classes d'âge de 1981, 1982, 1987, 1988 et 1999, celles apparues entre 1976 et 2001 étaient d'abondance inférieure au niveau de recrutement moyen. Enfin, les classes d'âge apparues depuis 2002 avaient aux âges 1 et 2 des abondances qui se situent entre les niveaux élevé et moyen de recrutement à l'exception des classes d'âge de 2006, 2009 et 2010 qui sont du niveau faible.

3.1.4 Recrutement partiel

Le recrutement partiel a peu changé depuis le début des années 2000 avec des valeurs se situant à 1 ou près de 1 après l'atteinte de la valeur maximale (Figure 5A). Cette dernière est observée à 4 ans pour les années 2010 et à 5 ans pour les années précédentes. Une diminution marquée du recrutement partiel est observée après l'atteinte de la valeur maximale (de moins de 1) pour les années 1970 et 1980.

3.1.5 Mortalité par la pêche

La mortalité par la pêche a peu changé au cours de la période 1968 et 1992 avec une valeur moyenne de 0,124 (Tableau 11; Figure 5B). Par la suite, elle a graduellement augmenté pour tous les groupes d'âges et des valeurs très élevées se situant entre 1 et 2 ont été atteintes dans les années 2000 et en particulier pour les poissons âgés (6⁺). La mortalité par la pêche est à la baisse pour tous les groupes d'âge depuis 2008. Lors de la période 1968-1992, les taux

d'exploitation étaient inférieurs à 20 % (Figure 5C). Entre 2000 et 2008, les taux d'exploitation des poissons âgés (6+) ont varié de 50 % à 80 % et ils sont à la baisse pour tous les groupes d'âge depuis 2008.

3.1.6 Biomasse totale et reproductrice

Entre 1968 et 1984, les biomasses totales (Tableau 12) et reproductrices (Tableau 13) se sont maintenues entre 200 000 t et 400 000 t (Figure 5D). Par la suite, une tendance nette à la baisse s'est produite avec des minimums historiques qui ont été atteints en 1998 et 1999. Les biomasses ont augmenté entre 1999 et 2001 suite à l'arrivée de la forte classe d'âge de 1999. Elles se sont maintenues entre 150 000 t et 200 000 t jusqu'en 2006 pour être à la baisse depuis.

3.1.7 Taux de recrutement

Le taux de recrutement le plus élevé a été produit par la classe d'âge de 1999 (Figure 6A). C'est aussi en 1999 que la biomasse reproductrice était à son plus bas. La classe d'âge de 1999 est suivie de celles de 1982 et 1974.

3.1.8 Relation entre les recrues, la mortalité par la pêche et la biomasse reproductrice

La relation entre les recrues et la biomasse reproductrice ne présente pas de patron particulier (Figure 6B). Les classes d'âge abondantes de 1974 et 1982 ont été produites lorsque les biomasses reproductrices se situaient à des niveaux moyens d'abondance tandis que celle de 1999 est apparue lorsque le stock était à son plus bas. Très peu de recrues ont aussi été produites par les plus importantes biomasses reproductrices.

Jusqu'au début des années 1990, la mortalité par la pêche était d'environ 0,2 pour des biomasses reproductrices se situant entre 200 000 t et 400 000 t (Figure 6C). Les biomasses reproductrices ont chuté rapidement jusqu'en 1995 sans changement majeur de la mortalité par la pêche. Par la suite, cette dernière a connu une augmentation importante tout comme la biomasse reproductrice en 2000 et 2001 en raison de l'arrivée de la forte classe d'âge de 1999. Les biomasses reproductrices ont diminué à nouveau à partir de 2004 tandis que les mortalités sont demeurées élevées jusque 2009 avant de diminuer rapidement jusqu'en 2011.

3.2. POINTS DE RÉFÉRENCE

Les paramètres d'entrée à l'analyse de rendement par recrue (YPR) (Figure 7) sont présentés au Tableau 14. Les points de référence $F_{0.1}$, F_{max} , et $F_{40\%}$ ont été estimés respectivement à 0,270, 0,767 et 0,222 (Tableau 15). À $F_{40\%}$, le rendement par recrue et les biomasses reproductrices par recrue seraient de 0,186 et 0,821. À un niveau de recrutement moyen ($170\ 626 \times 10^3$) et à $F_{40\%}$, rms et BSR_{rms} seraient de 31 672 t et 140 081 t (Tableau 16) selon l'approche analytique et de 30 026 t et 132 808 t (Figures 8A et 8B) selon l'approche aléatoire. Selon les mêmes projections, la biomasse totale serait de 188 103 t (Figure 8C).

3.3. TRAJECTOIRE DU STOCK

Le rapport entre la mortalité par la pêche mesurée en 2011 et $F_{40\%}$ (F_{rms}) a été établi à 0,7 et celui entre la biomasse reproductrice et BSR_{rms} à 0,515 et 0,543 pour les méthodes analytique et aléatoire (Tableau 16). De 2002 à 2007, la trajectoire du stock s'est déplacée de la zone "pas en surpêche et non surpêché" à la zone "en surpêche et non surpêché" (Figure 9). Elle était dans la zone "en surpêche et surpêché" de 2008 à 2010 et finalement dans la zone "pas en surpêche et surpêché" en 2011. Selon ces résultats, le stock serait en surpêche depuis 2003.

3.4. PROJECTIONS DES DÉBARQUEMENTS POUR 2012 ET 2013

Les projections des biomasses reproductrices en début de 2012, 2013 et 2014 ont été évaluées à 62 218 t, 64 462 t et 64 181 t (Tableau 17). Selon le niveau d'exploitation soutenable de la période 1968–1992 ($F=0,124$), les captures projetées pour les saisons 2012 et 2013 seraient de 8 785 t et 8 636 t.

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

La présente évaluation analytique est une première pour la composante canadienne du maquereau bleu. Malgré l'absence de patrons rétrospectifs majeurs, certains des paramètres estimés par l'ASP ont des CV élevés tout comme certains coefficients de capturabilité. La formulation de l'ASP est toujours en développement et lors de la prochaine évaluation, une attention particulière sera portée sur les valeurs à attribuer à la mortalité naturelle. Malgré tout, la présente ASP donne de la crédibilité à l'indice des œufs des années 2000 qui avait tendance à être rejeté en raison de ses faibles valeurs.

Les points de référence calculés selon les deux méthodes d'estimation fournissent des résultats similaires ce qui donne confiance dans la validité de leurs valeurs. Cependant, l'estimation des points de référence a été réalisée à titre informatif seulement. Tout comme pour le suivi de la trajectoire du stock, ils n'ont pas fait l'objet d'une revue par les pairs dédiée uniquement à l'Approche de précaution. Ils représentent cependant un point de départ à l'élaboration d'une telle approche.

Selon l'ASP, l'arrivée des classes d'âge abondantes a eu comme conséquence une augmentation ou un maintien de la biomasse. La plus importante baisse de biomasse s'est produite entre 1992 et 1999 à un moment où la forte classe d'âge de 1982 était en déclin avec des poissons âgés de 10 ans et plus. Il semble donc que les niveaux de biomasse sont non seulement reliés à la force des classes d'âge mais aussi à leur fréquence. La dernière classe d'âge abondante est celle de 1999 et celles produites au cours des dernières années sont de recrutement moyen ou faible.

Étant donné que l'abondance du stock ne devrait pas augmenter à court terme (absence d'un fort recrutement selon l'ASP), les mortalités par la pêche des prochaines années devraient être réduites par rapport à celle de 2011. Par conséquent, pour ramener la mortalité par la pêche au niveau moyen soutenable des années 1968 à 1992, les captures de 2012 et de 2013 ne devraient pas dépasser 9 000 t.

La composante canadienne du maquereau est maintenant à un très faible niveau d'abondance. Elle pourrait, pour l'instant, ne pas faire l'objet d'une surpêche de recrutement car des niveaux d'abondances similaires, mesurés à la fin des années 1990, ont été suivis par l'arrivée de la forte classe d'âge de 1999.

5. REMERCIEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier très sincèrement Hugo Bourdages et Martin Castonguay pour la révision du document.

RÉFÉRENCES

- Arnold, P. W. 1970. Spawning and aspects of the early life history of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence. B. Sc. Thesis. Acadia University, Wolfville, Nova Scotia. 73 pp.
- Clark, W. 1993. The effect of recruitment variability on the choice of a target level of spawning biomass per recruit. University of Alaska Sea Grant College Program, Report Number 93-02: 233–246.
- Grégoire, F., Gendron, M.-H., Beaulieu, J.-L. et Lévesque, I. 2013a. Résultats des relevés des oeufs de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) réalisés dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 2008 à 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/035. v + 57 p.
- Grégoire, F., Beaulieu, J.-L., Gendron, M.-H. et Lévesque, I. 2013b. Le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/049. vi + 130 p.
- Haddon, M. 2011. Modelling and quantitative methods in fisheries. 2nd ed. Chapman & Hall / CRC Taylor & Francis Group, NW. FL. 449 pp.
- Hilborn, R. et Walters, C. J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York. 592 pp.
- Mace, P. M. 1994. Relationships between common biological reference points used as thresholds and targets of fisheries management strategies. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51:110–122.
- Mertz, G. et Myers, R. A. 1997. Influence of errors in natural mortality estimates in cohort analysis. Can. J. Fish. Sci. 54: 1608-1612.
- NOAA Fisheries Toolbox. 2009a. [Rivard Weights Calculation \(Rivard\)](#), Version 2.0. (accédé le: 2013-01-07).
- NOAA Fisheries Toolbox. 2009b. [Yield Per Recruit \(YPR\)](#), Version 2.7.2. (accédé le: 2013-01-07).
- NOAA Fisheries Toolbox. 2009c. [Age Structured Projection Model \(AGEPRO\)](#), Version 3.3.8. (accédé le: 2013-01-07).
- Northeast Fisheries Science Center. 2008. Assessment of 19 Northeast Groundfish Stocks through 2007: Report of the 3rd Groundfish Assessment Review Meeting (GARM III), Northeast Fisheries Science Center, Woods Hole, Massachusetts, August 4-8, 2008. US Dept. Commer., Northeast Fish. Sci. Cent. Ref. Doc. 08-15; 884 p + xvii.
- Patterson, K. R. et Melvin, G. 1995. Integrated catch at age analysis, Version 1.2. Scottish Fish. Res. Rep. 58. 60 pp.
- Ricker, W. E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. Fish. Res. Board Can. 191F. 409 pp.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sette, O. E. 1943. Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) of North America. Part 1. Early history. U.S. Fish. Wildlife Service. Fish. Bull. 38(50):149-237.

TABLEAUX

Tableau 1. Capture à l'âge ('000) du maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺
1968	<u>43 062</u>	7 157	10 343	7 393	2 819	1 349	721	1 658	<u>10 425</u>	97
1969	5 692	<u>26 359</u>	18 057	2 027	929	855	1 099	440	462	<u>9 656</u>
1970	20 277	3 654	<u>33 584</u>	8 047	2 496	451	425	1 578	1 645	4 335
1971	7 156	7 389	1 702	<u>35 931</u>	7 620	1 753	2 203	1 526	1 879	5 517
1972	1	136	4 401	5 541	<u>24 826</u>	4 975	5 248	77	546	6 833
1973	9 176	20 624	9 649	9 333	13 972	<u>22 293</u>	8 317	2 771	837	1 603
1974	8 618	24 340	26 703	14 602	12 594	12 417	<u>15 377</u>	4 053	1 714	1 749
1975	<u>14 206</u>	24 905	13 049	11 636	7 052	7 526	5 456	<u>3 917</u>	825	581
1976	1 686	<u>21 171</u>	27 110	10 982	7 740	3 868	4 922	3 977	<u>3 123</u>	1 165
1977	740	7 136	<u>22 566</u>	11 319	3 683	2 570	809	1 443	897	<u>1 721</u>
1978	2	182	3 831	<u>14 733</u>	11 575	6 358	3 157	1 649	1 402	2 497
1979	204	480	1 189	6 615	<u>17 202</u>	12 321	5 590	2 282	1 702	2 457
1980	6	1 455	2 156	1 463	5 087	<u>9 833</u>	6 148	2 692	1 604	1 998
1981	6 145	2 836	5 143	1 183	1 656	4 669	<u>7 743</u>	3 309	1 595	1 892
1982	2 145	5 899	1 609	5 004	715	1 609	2 623	<u>4 828</u>	1 549	2 504
1983	<u>244</u>	1 622	2 459	915	4 012	478	946	3 119	<u>7 770</u>	3 601
1984	60	<u>19 774</u>	14 060	1 413	781	1 551	339	479	2 022	<u>5 640</u>
1985	357	511	<u>23 790</u>	12 844	1 252	656	2 197	289	551	7 605
1986	363	4 282	3 259	<u>40 844</u>	11 522	933	485	635	117	1 915
1987	1 291	3 118	3 358	2 288	<u>27 133</u>	5 692	232	183	83	716
1988	117	703	1 028	1 932	2 481	<u>24 769</u>	4 493	227	131	572
1989	<u>2 399</u>	8 862	1 276	937	1 541	575	<u>20 957</u>	2 693	369	781
1990	390	<u>6 222</u>	9 737	1 457	888	966	639	<u>16 765</u>	923	277
1991	646	6 106	<u>17 808</u>	9 560	1 212	762	1 052	849	<u>10 964</u>	557
1992	628	2 627	3 014	<u>14 148</u>	8 630	1 411	733	1 048	884	<u>11 142</u>
1993	117	4 900	8 493	4 497	<u>13 011</u>	7 686	1 660	651	699	6 882
1994	672	231	3 896	5 905	2 856	<u>13 672</u>	5 977	929	244	2 925
1995	10 603	14 206	698	4 674	4 093	1 768	<u>5 757</u>	2 281	203	590
1996	2 505	8 050	7 052	1 013	5 380	6 519	1 622	<u>7 094</u>	1 806	893
1997	<u>5 083</u>	11 823	10 923	4 604	638	3 709	3 081	545	<u>4 212</u>	785
1998	1 927	<u>18 525</u>	9 977	9 560	4 291	505	2 432	2 024	412	<u>1 472</u>
1999	1 348	4 463	<u>14 625</u>	7 509	4 698	2 049	478	681	663	354
2000	<u>28 460</u>	2 689	1 800	<u>5 465</u>	2 869	2 941	458	65	195	371
2001	8 215	<u>60 111</u>	11 234	2 482	<u>4 184</u>	842	870	144	33	371
2002	6 088	3 832	<u>70 334</u>	6 047	2 275	<u>2 136</u>	538	407	48	73
2003	3 763	4 381	5 832	<u>73 840</u>	8 480	1 123	<u>1 199</u>	32	5	0
2004	<u>27 524</u>	24 574	6 017	4 753	<u>56 010</u>	2 457	1 322	<u>606</u>	9	0
2005	17 391	<u>42 971</u>	24 381	4 007	3 807	<u>40 391</u>	1 680	746	<u>81</u>	45
2006	<u>31 651</u>	14 756	<u>41 630</u>	21 769	3 765	1 917	<u>17 117</u>	448	36	<u>0</u>
2007	2 968	<u>31 233</u>	22 784	<u>43 885</u>	11 105	2 471	1 328	<u>4 819</u>	39	7
2008	23 622	8 120	<u>25 964</u>	8 655	<u>12 703</u>	1 631	633	218	<u>1 033</u>	9
2009	<u>38 026</u>	24 443	6 613	<u>28 416</u>	6 363	<u>9 425</u>	358	127	5	<u>482</u>
2010	5 402	<u>31 923</u>	28 384	3 829	<u>13 988</u>	2 033	<u>3 286</u>	83	1	132
2011	1 715	922	<u>8 702</u>	4 565	479	<u>2 323</u>	252	<u>355</u>	19	30

Tableau 2. Capture à l'âge (%) du maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺
1968	<u>50,65</u>	8,42	12,16	8,69	3,32	1,59	0,85	1,95	<u>12,26</u>	0,11
1969	8,68	<u>40,20</u>	27,54	3,09	1,42	1,30	1,68	0,67	0,71	<u>14,72</u>
1970	26,51	4,78	<u>43,91</u>	10,52	3,26	0,59	0,56	2,06	2,15	5,67
1971	9,85	10,17	2,34	<u>49,44</u>	10,48	2,41	3,03	2,10	2,59	7,59
1972	0,00	0,26	8,37	10,54	<u>47,21</u>	9,46	9,98	0,15	1,04	12,99
1973	9,31	20,92	9,79	9,47	14,17	<u>22,61</u>	8,44	2,81	0,85	1,63
1974	7,05	19,92	21,86	11,95	10,31	10,16	<u>12,59</u>	3,32	1,40	1,43
1975	<u>15,93</u>	27,93	14,64	13,05	7,91	8,44	6,12	<u>4,39</u>	0,92	0,65
1976	1,97	<u>24,69</u>	31,62	12,81	9,03	4,51	5,74	4,64	<u>3,64</u>	1,36
1977	1,40	13,49	<u>42,67</u>	21,40	6,96	4,86	1,53	2,73	1,70	<u>3,26</u>
1978	0,00	0,40	8,44	<u>32,46</u>	25,50	14,01	6,96	3,63	3,09	5,50
1979	0,41	0,96	2,38	13,22	<u>34,38</u>	24,62	11,17	4,56	3,40	4,91
1980	0,02	4,48	6,65	4,51	15,68	<u>30,31</u>	18,95	8,30	4,94	6,16
1981	16,99	7,84	14,22	3,27	4,58	12,91	<u>21,41</u>	9,15	4,41	5,23
1982	7,53	20,71	5,65	17,57	2,51	5,65	9,21	<u>16,95</u>	5,44	8,79
1983	<u>0,97</u>	6,45	9,77	3,64	15,94	1,90	3,76	12,39	<u>30,87</u>	14,31
1984	0,13	<u>42,88</u>	30,49	3,06	1,69	3,36	0,74	1,04	4,38	<u>12,23</u>
1985	0,71	1,02	<u>47,53</u>	25,66	2,50	1,31	4,39	0,58	1,10	15,19
1986	0,56	6,65	5,06	<u>63,47</u>	17,90	1,45	0,75	0,99	0,18	2,98
1987	2,93	7,07	7,62	5,19	<u>61,54</u>	12,91	0,53	0,42	0,19	1,62
1988	0,32	1,93	2,82	5,30	6,81	<u>67,94</u>	12,32	0,62	0,36	1,57
1989	<u>5,94</u>	21,94	3,16	2,32	3,81	1,42	<u>51,89</u>	6,67	0,91	1,93
1990	1,02	<u>16,26</u>	25,45	3,81	2,32	2,52	1,67	<u>43,81</u>	2,41	0,72
1991	1,30	12,33	<u>35,96</u>	19,31	2,45	1,54	2,12	1,71	<u>22,14</u>	1,12
1992	1,42	5,93	6,81	<u>31,96</u>	19,50	3,19	1,66	2,37	2,00	<u>25,17</u>
1993	0,24	10,08	17,48	9,25	<u>26,77</u>	15,82	3,42	1,34	1,44	14,16
1994	1,80	0,62	10,44	15,83	7,66	<u>36,65</u>	16,02	2,49	0,65	7,84
1995	23,63	31,66	1,56	10,42	9,12	3,94	<u>12,83</u>	5,08	0,45	1,31
1996	5,97	19,20	16,82	2,42	12,83	15,55	3,87	<u>16,92</u>	4,31	2,13
1997	<u>11,20</u>	26,04	24,06	10,14	1,41	8,17	6,79	1,20	<u>9,28</u>	1,73
1998	3,77	<u>36,23</u>	19,51	18,70	8,39	0,99	4,76	3,96	0,81	<u>2,88</u>
1999	3,66	12,11	<u>39,67</u>	20,37	12,74	5,56	1,30	1,85	1,80	0,96
2000	<u>62,81</u>	5,93	3,97	<u>12,06</u>	6,33	6,49	1,01	0,14	0,43	0,82
2001	9,28	<u>67,93</u>	12,70	2,80	<u>4,73</u>	0,95	0,98	0,16	0,04	0,42
2002	6,63	4,18	<u>76,63</u>	6,59	2,48	<u>2,33</u>	0,59	0,44	0,05	0,08
2003	3,81	4,44	5,91	<u>74,85</u>	8,60	1,14	<u>1,21</u>	0,03	0,01	0,00
2004	<u>22,33</u>	19,93	4,88	3,86	<u>45,44</u>	1,99	1,07	<u>0,49</u>	0,01	0,00
2005	12,83	<u>31,71</u>	17,99	2,96	2,81	<u>29,81</u>	1,24	0,55	<u>0,06</u>	0,03
2006	<u>23,78</u>	11,09	<u>31,28</u>	16,36	2,83	1,44	<u>12,86</u>	0,34	0,03	<u>0,00</u>
2007	2,46	<u>25,89</u>	18,89	<u>36,38</u>	9,21	2,05	1,10	<u>3,99</u>	0,03	0,01
2008	28,60	9,83	<u>31,44</u>	10,48	<u>15,38</u>	1,97	0,77	0,26	<u>1,25</u>	0,01
2009	<u>33,28</u>	21,39	5,79	<u>24,87</u>	5,57	<u>8,25</u>	0,31	0,11	0,00	<u>0,42</u>
2010	6,07	<u>35,84</u>	31,87	4,30	<u>15,71</u>	2,28	<u>3,69</u>	0,09	0,00	0,15
2011	8,86	4,76	<u>44,94</u>	23,58	2,47	<u>12,00</u>	1,30	<u>1,83</u>	0,10	0,15

Tableau 3. Poids (kg) à l'âge du maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺
1968	0,148	0,241	0,335	0,425	0,506	0,576	0,634	0,683	0,722	0,753
1969	0,131	0,214	0,300	0,382	0,456	0,520	0,574	0,618	0,654	0,683
1970	0,107	0,179	0,253	0,324	0,389	0,444	0,491	0,530	0,562	0,587
1971	0,110	0,181	0,256	0,327	0,391	0,446	0,494	0,532	0,564	0,589
1972	0,123	0,210	0,300	0,386	0,464	0,533	0,590	0,638	0,677	0,733
1973	0,113	0,189	0,269	0,345	0,414	0,473	0,524	0,565	0,600	0,628
1974	0,111	0,190	0,273	0,352	0,425	0,487	0,541	0,585	0,621	0,649
1975	0,104	0,176	0,252	0,326	0,393	0,451	0,500	0,540	0,573	0,600
1976	0,097	0,168	0,244	0,316	0,382	0,440	0,489	0,530	0,563	0,590
1977	0,114	0,198	0,288	0,375	0,454	0,524	0,582	0,631	0,671	0,703
1978	0,192	0,285	0,425	0,463	0,509	0,582	0,625	0,659	0,673	0,697
1979	0,190	0,272	0,531	0,567	0,579	0,603	0,652	0,714	0,752	0,769
1980	0,146	0,376	0,548	0,609	0,617	0,635	0,672	0,705	0,781	0,743
1981	0,114	0,315	0,523	0,577	0,643	0,660	0,674	0,707	0,723	0,756
1982	0,152	0,340	0,541	0,606	0,666	0,743	0,737	0,722	0,719	0,740
1983	0,098	0,257	0,479	0,593	0,628	0,659	0,712	0,709	0,705	0,727
1984	0,098	0,162	0,338	0,525	0,625	0,657	0,696	0,715	0,705	0,709
1985	0,203	0,393	0,399	0,505	0,601	0,742	0,767	0,779	0,840	0,866
1986	0,163	0,306	0,435	0,436	0,520	0,671	0,784	0,800	0,856	0,844
1987	0,214	0,309	0,405	0,483	0,506	0,599	0,701	0,785	0,888	0,892
1988	0,203	0,398	0,467	0,502	0,549	0,579	0,670	0,732	0,795	0,876
1989	0,169	0,329	0,450	0,545	0,619	0,618	0,660	0,753	0,810	0,884
1990	0,280	0,331	0,416	0,534	0,620	0,628	0,676	0,678	0,724	0,863
1991	0,251	0,336	0,435	0,478	0,564	0,627	0,644	0,724	0,712	0,816
1992	0,184	0,297	0,408	0,449	0,508	0,552	0,616	0,672	0,678	0,694
1993	0,180	0,280	0,361	0,446	0,489	0,547	0,607	0,664	0,699	0,724
1994	0,232	0,371	0,384	0,461	0,554	0,549	0,594	0,643	0,714	0,714
1995	0,197	0,300	0,435	0,488	0,532	0,607	0,616	0,661	0,738	0,799
1996	0,224	0,333	0,433	0,535	0,543	0,595	0,647	0,684	0,729	0,845
1997	0,240	0,375	0,448	0,524	0,594	0,601	0,635	0,757	0,700	0,751
1998	0,157	0,273	0,412	0,517	0,577	0,603	0,665	0,666	0,721	0,716
1999	0,186	0,298	0,439	0,509	0,569	0,649	0,703	0,719	0,730	0,769
2000	0,208	0,328	0,409	0,488	0,564	0,610	0,658	0,674	0,697	0,704
2001	0,139	0,280	0,401	0,475	0,562	0,625	0,668	0,693	0,758	0,775
2002	0,161	0,294	0,389	0,464	0,498	0,607	0,637	0,666	0,671	0,696
2003	0,207	0,314	0,387	0,490	0,554	0,667	0,726	0,828	0,839	0,680
2004	0,212	0,281	0,394	0,480	0,554	0,593	0,661	0,754	0,682	0,680
2005	0,110	0,306	0,385	0,466	0,520	0,618	0,654	0,698	0,708	0,665
2006	0,204	0,316	0,429	0,482	0,544	0,569	0,655	0,679	0,667	0,679
2007	0,206	0,308	0,427	0,503	0,582	0,629	0,665	0,711	0,767	0,692
2008	0,175	0,293	0,416	0,497	0,536	0,612	0,644	0,587	0,724	0,733
2009	0,208	0,316	0,416	0,495	0,580	0,605	0,675	0,612	0,707	0,775
2010	0,148	0,348	0,431	0,527	0,575	0,661	0,652	0,602	0,716	0,667
2011	0,188	0,293	0,428	0,491	0,565	0,574	0,704	0,649	0,650	0,710

Tableau 4. Biomasse (t) de la capture à l'âge du maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺	
1968	6 373	1 725	3 465	3 142	1 426	777	457	1 132	7 527	73	26 097
1969	746	5 641	5 417	774	424	444	631	272	302	6 595	21 247
1970	2 170	654	8 497	2 607	971	200	209	836	924	2 545	19 613
1971	787	1 337	436	11 749	2 979	782	1 088	812	1 060	3 249	24 280
1972	0	29	1 320	2 139	11 519	2 651	3 097	49	370	5 009	26 183
1973	1 037	3 898	2 596	3 220	5 785	10 545	4 358	1 566	502	1 007	34 513
1974	957	4 625	7 290	5 140	5 352	6 047	8 319	2 371	1 064	1 135	42 300
1975	1 477	4 383	3 288	3 793	2 771	3 394	2 728	2 115	473	349	24 773
1976	164	3 557	6 615	3 470	2 957	1 702	2 407	2 108	1 758	688	25 425
1977	84	1 413	6 499	4 244	1 672	1 346	471	910	602	1 210	18 453
1978	0	52	1 628	6 821	5 892	3 700	1 973	1 087	944	1 740	23 838
1979	39	131	631	3 751	9 960	7 430	3 645	1 629	1 280	1 889	30 384
1980	1	547	1 181	891	3 139	6 244	4 131	1 898	1 253	1 485	20 770
1981	701	893	2 690	683	1 065	3 082	5 219	2 339	1 153	1 430	19 254
1982	326	2 006	870	3 032	476	1 195	1 933	3 486	1 114	1 853	16 292
1983	24	417	1 178	543	2 520	315	674	2 211	5 478	2 618	15 976
1984	6	3 203	4 752	742	488	1 019	236	342	1 426	3 999	16 213
1985	72	201	9 492	6 486	752	487	1 685	225	463	6 583	26 447
1986	59	1 310	1 418	17 808	5 992	626	381	508	100	1 617	29 818
1987	276	963	1 360	1 105	13 729	3 409	162	144	74	639	21 862
1988	24	280	480	970	1 362	14 341	3 010	166	104	501	21 239
1989	405	2 916	574	511	954	356	13 832	2 028	299	690	22 563
1990	109	2 059	4 051	778	551	607	432	11 367	668	239	20 861
1991	162	2 052	7 746	4 570	684	478	677	615	7 806	454	25 244
1992	116	780	1 230	6 352	4 384	779	452	704	599	7 734	23 130
1993	21	1 372	3 066	2 006	6 362	4 204	1 008	432	489	4 986	23 946
1994	156	86	1 496	2 722	1 582	7 506	3 550	597	174	2 090	19 960
1995	2 089	4 262	304	2 281	2 177	1 073	3 546	1 508	150	471	17 861
1996	561	2 681	3 054	542	2 921	3 879	1 049	4 852	1 317	755	21 610
1997	1 220	4 434	4 894	2 412	379	2 229	1 956	413	2 948	590	21 475
1998	303	5 057	4 111	4 943	2 476	305	1 617	1 348	297	1 054	21 509
1999	251	1 330	6 420	3 822	2 673	1 330	336	490	484	272	17 408
2000	5 920	882	736	2 667	1 618	1 794	301	44	136	261	14 359
2001	1 142	16 831	4 505	1 179	2 352	526	581	100	25	287	27 528
2002	980	1 127	27 360	2 806	1 133	1 296	343	271	32	51	35 399
2003	779	1 376	2 257	36 182	4 698	749	870	27	4	0	46 941
2004	5 835	6 905	2 371	2 282	31 029	1 457	874	457	6	0	51 216
2005	1 913	13 149	9 387	1 867	1 980	24 961	1 099	521	57	30	54 964
2006	6 457	4 663	17 859	10 493	2 048	1 091	11 212	304	24	0	54 150
2007	611	9 620	9 729	22 074	6 463	1 554	883	3 426	30	5	54 396
2008	4 134	2 379	10 801	4 302	6 809	998	408	128	748	7	30 713
2009	7 909	7 724	2 751	14 066	3 691	5 702	242	78	4	374	42 539
2010	799	11 109	12 234	2 018	8 043	1 344	2 142	50	0	88	37 827
2011	322	270	3 724	2 241	271	1 333	177	230	12	21	8 604

Tableau 5. Poids (kg) à l'âge au 1^{er} janvier du maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺
1968	0,123	0,216	0,314	0,410	0,499	0,577	0,642	0,698	0,702	0,753
1969	0,112	0,178	0,269	0,358	0,440	0,513	0,575	0,626	0,668	0,683
1970	0,082	0,153	0,233	0,312	0,386	0,450	0,505	0,552	0,589	0,587
1971	0,080	0,139	0,214	0,288	0,356	0,417	0,468	0,511	0,547	0,589
1972	0,099	0,152	0,233	0,314	0,390	0,457	0,513	0,561	0,600	0,733
1973	0,087	0,153	0,238	0,322	0,400	0,469	0,529	0,577	0,619	0,628
1974	0,088	0,147	0,227	0,308	0,383	0,449	0,506	0,554	0,592	0,649
1975	0,082	0,140	0,219	0,298	0,372	0,438	0,494	0,541	0,579	0,600
1976	0,068	0,132	0,207	0,282	0,353	0,416	0,470	0,515	0,551	0,590
1977	0,072	0,139	0,220	0,303	0,379	0,447	0,506	0,556	0,596	0,703
1978	0,161	0,180	0,290	0,365	0,437	0,514	0,572	0,619	0,652	0,697
1979	0,135	0,229	0,389	0,491	0,518	0,554	0,616	0,668	0,704	0,769
1980	0,099	0,267	0,386	0,569	0,592	0,606	0,637	0,678	0,747	0,743
1981	0,066	0,215	0,444	0,562	0,626	0,638	0,654	0,689	0,714	0,756
1982	0,117	0,197	0,413	0,563	0,620	0,691	0,697	0,698	0,713	0,740
1983	0,076	0,198	0,404	0,566	0,617	0,663	0,727	0,723	0,713	0,727
1984	0,049	0,126	0,295	0,502	0,609	0,642	0,677	0,714	0,707	0,709
1985	0,165	0,196	0,254	0,413	0,562	0,681	0,710	0,736	0,775	0,866
1986	0,118	0,249	0,414	0,417	0,512	0,635	0,763	0,783	0,817	0,844
1987	0,157	0,224	0,352	0,458	0,470	0,558	0,686	0,785	0,843	0,892
1988	0,160	0,292	0,380	0,451	0,515	0,541	0,634	0,716	0,790	0,876
1989	0,121	0,258	0,423	0,505	0,557	0,583	0,618	0,710	0,770	0,884
1990	0,256	0,237	0,370	0,490	0,581	0,624	0,646	0,669	0,738	0,863
1991	0,231	0,307	0,380	0,446	0,549	0,624	0,636	0,700	0,695	0,816
1992	0,149	0,273	0,370	0,442	0,493	0,558	0,622	0,658	0,701	0,694
1993	0,125	0,227	0,327	0,427	0,469	0,527	0,579	0,640	0,685	0,724
1994	0,204	0,258	0,328	0,408	0,497	0,518	0,570	0,625	0,689	0,714
1995	0,152	0,264	0,402	0,433	0,495	0,580	0,582	0,627	0,689	0,799
1996	0,173	0,256	0,360	0,482	0,515	0,563	0,627	0,649	0,694	0,845
1997	0,225	0,290	0,386	0,476	0,564	0,571	0,615	0,700	0,692	0,751
1998	0,114	0,256	0,393	0,481	0,550	0,599	0,632	0,650	0,739	0,716
1999	0,140	0,216	0,346	0,458	0,542	0,612	0,651	0,692	0,697	0,769
2000	0,179	0,247	0,349	0,463	0,536	0,589	0,654	0,688	0,708	0,704
2001	0,096	0,241	0,363	0,441	0,524	0,594	0,638	0,675	0,715	0,775
2002	0,115	0,202	0,330	0,431	0,486	0,584	0,631	0,667	0,682	0,696
2003	0,178	0,225	0,337	0,437	0,507	0,576	0,664	0,726	0,748	0,680
2004	0,177	0,241	0,352	0,431	0,521	0,573	0,664	0,740	0,752	0,680
2005	0,065	0,255	0,329	0,429	0,500	0,585	0,623	0,679	0,731	0,665
2006	0,166	0,186	0,362	0,431	0,504	0,544	0,636	0,666	0,682	0,679
2007	0,173	0,251	0,367	0,465	0,530	0,585	0,615	0,682	0,722	0,692
2008	0,130	0,246	0,358	0,461	0,519	0,597	0,637	0,625	0,718	0,733
2009	0,161	0,235	0,349	0,454	0,537	0,570	0,643	0,628	0,644	0,775
2010	0,105	0,269	0,369	0,468	0,534	0,619	0,628	0,638	0,662	0,667
2011	0,170	0,208	0,386	0,460	0,546	0,575	0,682	0,651	0,626	0,710

Tableau 6. Proportions de la maturité à l'âge du maquereau bleu dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes). Les proportions ont été calculées à partir des échantillons commerciaux récoltés en juin. En absence de données, les proportions de 1974 ont été appliquées aux années 1968-1973.

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺
1968	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1969	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1970	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1971	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1972	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1973	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1974	0,288	0,495	0,705	0,853	0,934	0,972	0,988	0,995	0,998	0,999
1975	0,163	0,857	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1976	0,204	0,785	0,981	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1977	0,049	0,841	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1978	0,429	0,907	0,992	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1979	0,368	0,593	0,785	0,902	0,958	0,983	0,993	0,997	0,999	1,000
1980	0,231	0,972	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1981	0,123	0,984	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1982	0,015	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1983	0,378	0,654	0,854	0,948	0,983	0,994	0,998	0,999	1,000	1,000
1984	0,010	0,503	0,990	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1985	0,402	0,879	0,988	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1986	0,422	0,847	0,974	0,996	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1987	0,442	0,815	0,961	0,993	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1988	0,395	0,904	0,980	0,996	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1989	0,349	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1990	0,283	0,937	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1991	0,216	0,881	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1992	0,229	0,807	0,977	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1993	0,229	0,807	0,977	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1994	0,229	0,807	0,977	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1995	0,242	0,733	0,959	0,995	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1996	0,195	0,736	0,970	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1997	0,132	0,830	0,985	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1998	0,068	0,925	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1999	0,117	0,766	0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2000	0,459	0,908	0,991	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2001	0,430	0,929	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2002	0,306	0,949	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2003	0,241	0,953	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2004	0,138	0,855	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2005	0,088	0,624	0,966	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	0,253	0,847	0,989	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2007	0,081	0,922	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	0,210	0,793	0,982	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	0,029	0,854	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	0,025	0,615	0,990	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	0,325	0,836	0,982	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tableau 7. Indice de la biomasse reproductrice (t) du maquereau bleu calculé à partir des relevés des œufs réalisés dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1996. Aucun relevé n'a été conduit en 1997 et des relevés partiels ont été réalisés en 1999 et 2001; le relevé de 2006 a débuté à la fin de la saison de ponte de sorte que les résultats correspondants ne sont pas considérés dans la présente évaluation.

ANNÉE	INDICE DE BIOMASSE (t)
1996	123 464
1997	----
1998	105 801
1999	----
2000	161 573
2001	----
2002	389 007
2003	307 091
2004	162 802
2005	87 959
2006	----
2007	76 532
2008	99 631
2009	73 743
2010	25 960
2011	35 714

Tableau 8. Paramètres d'entrée et formulation finale utilisés pour l'évaluation analytique ICA (Integrated Catch at Age) du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011.

FORMULATION DE L'ÉVALUATION

Paramètres d'entrée

Première année	1968
Dernière année	2011
Nombre d'années pour la contrainte séparable	6
Patron constant de sélectivité	S1(2006–2011)
S à être fixée sur le dernier âge	1,25
Étendue des âges	1-10 ⁺
Mortalité naturelle	0,2
Proportion de M et de F avant la ponte	0,5
Âge de référence pour la contrainte séparable	3
Premier âge pour le calcul du F de référence	4
Dernier âge pour le calcul du F de référence	10
Compresser la population finale	Non

Indice de calibrage

Relevé des œufs		
Année	Indice d'abondance	1996–2011 Absolu

Pondération du modèle

Poids relatifs dans la capture à l'âge	1
Pondération des indices du relevé	1
Modéliser une relation stock-recrutement	Non
Paramètres à être estimés	27
Nombre d'observations	66

Tableau 9. Diagnostics de la formulation finale de l'évaluation analytique ICA (Integrated Catch at Age) du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011.

ANNÉE	MORTALITÉ PAR PÊCHE	CV (%)	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95%		- E.-T.	+ E.-T
			Lim. inf.	Lim. sup.		
2006	0,403	30	0,224	0,728	0,299	0,545
2007	0,490	28	0,279	0,862	0,368	0,654
2008	0,582	28	0,335	1,011	0,439	0,771
2009	0,540	31	0,294	0,993	0,396	0,737
2010	0,361	43	0,155	0,842	0,234	0,556
2011	0,137	60	0,042	0,446	0,075	0,250
ÂGE	SÉLECTIVITÉ PAR ÂGE	CV (%)	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95%		- E.-T.	+ E.-T
			Lim. inf.	Lim. sup.		
1	0,353	40	0,159	0,782	0,235	0,530
2	0,537	37	0,257	1,123	0,369	0,783
3	1		Âge de référence fixé			
4	1,390	35	0,699	2,765	0,979	1,974
5	1,751	33	0,916	3,347	1,258	2,437
6	2,313	30	1,261	4,245	1,697	3,153
7	2,923	28	1,656	5,159	2,187	3,906
8	4,092	23	2,588	6,470	3,239	5,169
9	1		Dernier âge vrai fixé			
ÂGE	POPULATION EN 2011 (^{'000})	CV (%)	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95%		- E.-T.	+ E.-T
			Lim. inf.	Lim. sup.		
1	39 396	93	6 271	247 485	15 426	100 611
2	22 338	69	5 710	87 379	11 138	44 799
3	89 217	47	34 909	228 008	55 276	143 998
4	36 980	45	15 164	90 181	23 466	58 276
5	3 495	49	1 330	9 184	2 135	5 722
6	9 094	47	3 580	23 098	5 652	14 631
7	1 090	52	390	3 045	645	1 841
8	822	57	268	2 523	464	1 457
9	34	76	7	155	16	74
ÂGE	POPULATION ÂGE 9 (^{'000})	CV (%)	INTERVALLE DE CONFIANCE À 95%		- E.-T.	+ E.-T
			Lim. inf.	Lim. sup.		
2006	98	68	25	375	49	194
2007	92	53	32	264	53	158
2008	1 019	49	382	2 716	618	1 680
2009	16	54	5	48	9	28
2010	8	63	2	29	4	15

Tableau 10. Population à l'âge ('000) au 1^{er} janvier du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2012 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺
1968	573 440	143 370	78 620	33 740	31 060	55 230	49 170	10 500	115 960	1 080
1969	218 830	430 650	110 920	55 050	20 980	22 880	44 000	39 610	7 100	148 490
1970	275 230	174 030	328 800	74 560	43 240	16 340	17 960	35 030	32 030	84 410
1971	212 060	207 050	139 180	238 920	53 790	33 150	12 970	14 320	27 260	80 040
1972	236 110	167 160	162 850	112 410	163 250	37 180	25 560	8 630	10 350	129 550
1973	211 520	193 310	136 730	129 360	87 040	111 300	25 950	16 200	7 000	13 410
1974	271 630	164 890	139 680	103 240	97 490	58 680	71 070	13 790	10 770	10 990
1975	674 860	214 610	113 080	90 330	71 370	68 470	36 870	44 360	7 650	5 390
1976	209 590	539 700	153 260	80 820	63 470	52 080	49 270	25 280	32 790	12 230
1977	49 540	170 080	422 760	101 080	56 280	44 990	39 150	35 900	17 110	32 830
1978	17 600	39 890	132 810	325 760	72 550	42 750	34 520	31 320	28 090	50 040
1979	49 980	14 410	32 490	105 270	253 410	48 980	29 280	25 410	24 160	34 870
1980	25 280	40 740	11 360	25 530	80 220	191 960	29 030	18 940	18 750	23 350
1981	55 520	20 690	32 040	7 360	19 580	61 090	148 290	18 240	13 080	15 520
1982	197 010	39 920	14 380	21 600	4 960	14 540	45 810	114 420	11 960	19 330
1983	900 170	159 360	27 370	10 330	13 190	3 420	10 450	35 140	89 320	41 400
1984	69 640	736 780	129 010	20 190	7 630	7 200	2 370	7 710	25 950	72 390
1985	52 940	56 960	585 370	92 950	15 260	5 540	4 500	1 630	5 880	81 110
1986	27 380	43 020	46 170	457 790	64 530	11 360	3 950	1 720	1 080	17 630
1987	29 820	22 090	31 360	34 860	337 970	42 460	8 460	2 790	840	7 260
1988	163 470	23 250	15 280	22 650	26 480	252 230	29 640	6 720	2 120	9 270
1989	274 720	133 730	18 400	11 580	16 800	19 440	184 180	20 220	5 290	11 210
1990	49 130	222 760	101 490	13 910	8 640	12 370	15 400	131 900	14 130	4 240
1991	88 650	39 870	176 760	74 320	10 080	6 270	9 250	12 030	92 890	4 720
1992	62 850	72 000	27 150	128 660	52 230	7 160	4 450	6 630	9 080	114 500
1993	9 320	50 890	56 570	19 510	92 590	34 990	4 590	2 980	4 480	44 140
1994	59 950	7 530	37 250	38 670	11 930	64 080	21 740	2 270	1 850	22 230
1995	84 480	48 480	5 950	26 980	26 340	7 200	40 170	12 430	1 030	2 990
1996	61 430	59 610	26 940	4 250	17 880	17 880	4 310	27 700	8 130	4 020
1997	89 860	48 030	41 550	15 720	2 570	9 810	8 800	2 070	16 310	3 040
1998	33 450	68 990	28 700	24 210	8 740	1 530	4 710	4 440	1 210	4 320
1999	71 870	25 650	39 840	14 560	11 270	3 330	800	1 690	1 830	980
2000	753 700	57 620	16 980	19 520	5 230	5 020	910	230	780	1 480
2001	52 580	591 380	44 750	12 280	11 080	1 730	1 500	330	130	1 450
2002	45 110	35 650	429 990	26 550	7 820	5 320	660	450	140	220
2003	136 700	31 450	25 730	288 720	16 300	4 360	2 450	70	20	190
2004	361 980	108 520	21 800	15 830	170 050	5 790	2 560	930	30	120
2005	116 900	271 540	66 760	12 450	8 690	89 000	2 540	920	230	130
2006	264 340	80 050	183 620	32 820	6 600	3 710	36 790	590	100	180
2007	35 830	187 700	52 770	100 440	15 340	2 670	1 200	9 260	90	20
2008	158 630	24 670	118 090	26 460	41 600	5 320	700	230	1 020	20
2009	195 480	105 750	14 770	54 030	9 650	12 290	1 130	100	20	1 070
2010	30 990	132 270	64 780	7 050	20 890	3 070	2 890	190	10	400
2011	39 400	22 340	89 220	36 980	3 500	9 100	1 090	820	40	210
2012	79 200	30 730	16 990	63 680	25 020	2 250	5 420	600	380	170

Tableau 11. Mortalité par la pêche à l'âge du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*
1968	0.086	0.057	0.156	0.275	0.105	0.027	0.016	0.191	0.104	0.104
1969	0.029	0.070	0.197	0.041	0.050	0.042	0.028	0.012	0.074	0.074
1970	0.085	0.023	0.119	0.127	0.066	0.031	0.026	0.051	0.058	0.058
1971	0.038	0.040	0.014	0.181	0.169	0.060	0.207	0.125	0.079	0.079
1972	0.000	0.001	0.030	0.056	0.183	0.159	0.256	0.010	0.060	0.060
1973	0.049	0.125	0.081	0.083	0.194	0.249	0.432	0.208	0.141	0.141
1974	0.036	0.177	0.236	0.169	0.153	0.265	0.271	0.389	0.192	0.192
1975	0.024	0.137	0.136	0.153	0.115	0.129	0.178	0.102	0.126	0.126
1976	0.009	0.044	0.216	0.162	0.144	0.085	0.117	0.190	0.111	0.111
1977	0.017	0.047	0.061	0.132	0.075	0.065	0.023	0.045	0.060	0.060
1978	0.000	0.005	0.032	0.051	0.193	0.179	0.106	0.060	0.057	0.057
1979	0.005	0.037	0.041	0.072	0.078	0.323	0.236	0.104	0.081	0.081
1980	0.000	0.040	0.234	0.065	0.072	0.058	0.265	0.170	0.099	0.099
1981	0.130	0.164	0.194	0.195	0.098	0.088	0.059	0.222	0.144	0.144
1982	0.012	0.177	0.131	0.294	0.173	0.130	0.065	0.048	0.154	0.154
1983	0.000	0.011	0.104	0.103	0.406	0.167	0.105	0.103	0.101	0.101
1984	0.001	0.030	0.128	0.080	0.120	0.270	0.171	0.071	0.090	0.090
1985	0.008	0.010	0.046	0.165	0.095	0.140	0.760	0.216	0.109	0.109
1986	0.015	0.116	0.081	0.103	0.219	0.095	0.145	0.517	0.127	0.127
1987	0.049	0.169	0.125	0.075	0.093	0.160	0.031	0.075	0.115	0.115
1988	0.001	0.034	0.077	0.099	0.109	0.114	0.182	0.038	0.070	0.070
1989	0.010	0.076	0.080	0.093	0.107	0.033	0.134	0.159	0.080	0.080
1990	0.009	0.031	0.112	0.123	0.120	0.090	0.047	0.151	0.075	0.075
1991	0.008	0.184	0.118	0.153	0.142	0.144	0.134	0.081	0.139	0.139
1992	0.011	0.041	0.130	0.129	0.201	0.244	0.200	0.191	0.113	0.113
1993	0.014	0.112	0.181	0.292	0.168	0.276	0.504	0.274	0.188	0.188
1994	0.012	0.034	0.122	0.184	0.305	0.267	0.359	0.592	0.156	0.156
1995	0.149	0.388	0.138	0.211	0.187	0.314	0.172	0.225	0.244	0.244
1996	0.046	0.161	0.339	0.304	0.400	0.509	0.531	0.330	0.280	0.280
1997	0.064	0.315	0.340	0.387	0.319	0.533	0.483	0.340	0.333	0.333
1998	0.066	0.349	0.479	0.565	0.766	0.450	0.824	0.687	0.467	0.467
1999	0.021	0.212	0.513	0.824	0.608	1.100	1.051	0.579	0.505	0.505
2000	0.043	0.053	0.124	0.367	0.908	1.009	0.799	0.374	0.323	0.323
2001	0.189	0.119	0.322	0.251	0.533	0.759	0.995	0.636	0.331	0.331
2002	0.161	0.126	0.198	0.288	0.384	0.577	2.034	2.961	0.452	0.452
2003	0.031	0.166	0.286	0.329	0.835	0.332	0.764	0.678	0.336	0.336
2004	0.088	0.286	0.361	0.399	0.447	0.623	0.825	1.213	0.408	0.408
2005	0.179	0.191	0.510	0.435	0.650	0.683	1.254	2.024	0.495	0.495
2006	0.142	0.217	0.403	0.561	0.706	0.933	1.179	1.650	0.504	0.504
2007	0.173	0.263	0.490	0.682	0.859	1.134	1.433	2.006	0.613	0.613
2008	0.206	0.313	0.582	0.809	1.019	1.346	1.701	2.381	0.727	0.727
2009	0.191	0.290	0.540	0.750	0.945	1.249	1.578	2.209	0.675	0.675
2010	0.127	0.194	0.361	0.501	0.632	0.834	1.054	1.476	0.451	0.451
2011	0.048	0.074	0.137	0.191	0.240	0.317	0.401	0.561	0.172	0.172

Tableau 12. Biomasse totale (t) à l'âge du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*	
1968	84 869	34 552	26 338	14 340	15 716	31 812	31 174	7 172	83 723	813	330 509
1969	28 667	92 159	33 276	21 029	9 567	11 898	25 256	24 479	4 643	101 419	352 392
1970	29 450	31 151	83 186	24 157	16 820	7 255	8 818	18 566	18 001	49 549	286 954
1971	23 327	37 476	35 630	78 127	21 032	14 785	6 407	7 618	15 375	47 144	286 920
1972	29 042	35 104	48 855	43 390	75 748	19 817	15 080	5 506	7 007	94 960	374 509
1973	23 902	36 536	36 780	44 629	36 035	52 645	13 598	9 153	4 200	8 421	265 899
1974	30 151	31 329	38 133	36 340	41 433	28 577	38 449	8 067	6 688	7 133	266 300
1975	70 185	37 771	28 496	29 448	28 048	30 880	18 435	23 954	4 383	3 234	274 836
1976	20 330	90 670	37 395	25 539	24 246	22 915	24 093	13 398	18 461	7 216	284 263
1977	5 648	33 676	121 755	37 905	25 551	23 575	22 785	22 653	11 481	23 079	328 108
1978	3 379	11 369	56 444	150 827	36 928	24 881	21 575	20 640	18 905	34 878	379 825
1979	9 496	3 920	17 252	59 688	146 724	29 535	19 091	18 143	18 168	26 815	348 832
1980	3 691	15 318	6 225	15 548	49 496	121 895	19 508	13 353	14 644	17 349	277 026
1981	6 329	6 517	16 757	4 247	12 590	40 319	99 947	12 896	9 457	11 733	220 793
1982	29 946	13 573	7 780	13 090	3 303	10 803	33 762	82 611	8 599	14 304	217 771
1983	88 217	40 956	13 110	6 126	8 283	2 254	7 440	24 914	62 971	30 098	284 368
1984	6 825	119 358	43 605	10 600	4 769	4 730	1 650	5 513	18 295	51 325	266 669
1985	10 747	22 385	233 563	46 940	9 171	4 111	3 452	1 270	4 939	70 241	406 818
1986	4 463	13 164	20 084	199 596	33 556	7 623	3 097	1 376	924	14 880	298 763
1987	6 381	6 826	12 701	16 837	171 013	25 434	5 930	2 190	746	6 476	254 534
1988	33 184	9 254	7 136	11 370	14 538	146 041	19 859	4 919	1 685	8 121	256 106
1989	46 428	43 997	8 280	6 311	10 399	12 014	121 559	15 226	4 285	9 910	278 408
1990	13 756	73 734	42 220	7 428	5 357	7 768	10 410	89 428	10 230	3 659	263 991
1991	22 251	13 396	76 891	35 525	5 685	3 931	5 957	8 710	66 138	3 852	242 335
1992	11 564	21 384	11 077	57 768	26 533	3 952	2 741	4 455	6 156	79 463	225 095
1993	1 678	14 249	20 422	8 701	45 277	19 140	2 786	1 979	3 132	31 957	149 320
1994	13 908	2 794	14 304	17 827	6 609	35 180	12 914	1 460	1 321	15 872	122 188
1995	16 643	14 544	2 588	13 166	14 013	4 370	24 745	8 216	760	2 389	101 434
1996	13 760	19 850	11 665	2 274	9 709	10 639	2 789	18 947	5 927	3 397	98 956
1997	21 566	18 011	18 614	8 237	1 527	5 896	5 588	1 567	11 417	2 283	94 707
1998	5 252	18 834	11 824	12 517	5 043	923	3 132	2 957	872	3 093	64 447
1999	13 368	7 644	17 490	7 411	6 413	2 161	562	1 215	1 336	754	58 353
2000	156 770	18 899	6 945	9 526	2 950	3 062	599	155	544	1 042	200 491
2001	7 309	165 586	17 945	5 833	6 227	1 081	1 002	229	99	1 124	206 434
2002	7 263	10 481	167 266	12 319	3 894	3 229	420	300	94	153	205 420
2003	28 297	9 875	9 958	141 473	9 030	2 908	1 779	58	17	129	203 523
2004	76 740	30 494	8 589	7 598	94 208	3 433	1 692	701	20	82	223 558
2005	12 859	83 091	25 703	5 802	4 519	55 002	1 661	642	163	86	189 528
2006	53 925	25 296	78 773	15 819	3 590	2 111	24 097	401	67	122	204 202
2007	7 381	57 812	22 533	50 521	8 928	1 679	798	6 584	69	14	156 319
2008	27 760	7 228	49 125	13 151	22 298	3 256	451	135	738	15	124 157
2009	40 660	33 417	6 144	26 745	5 597	7 435	763	61	14	829	121 666
2010	4 587	46 030	27 920	3 715	12 012	2 029	1 884	114	7	267	98 566
2011	7 407	6 546	38 186	18 157	1 978	5 223	767	532	26	149	78 972

Tableau 13. Biomasse reproductrice (t) à l'âge du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO, de 1968 à 2011 (les nombres en gras et soulignés représentent des classes d'âge abondantes).

ANNÉE	ÂGE										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁺	
1968	24 442	17 103	18 568	12 232	14 679	30 922	30 800	7 136	83 556	812	240 250
1969	8 256	45 619	23 460	17 938	8 935	11 564	24 953	24 357	4 634	101 317	271 033
1970	8 481	15 420	58 646	20 606	15 710	7 052	8 713	18 473	17 965	49 499	220 566
1971	6 718	18 551	25 119	66 642	19 644	14 371	6 330	7 580	15 344	47 096	227 396
1972	8 364	17 376	34 443	37 012	70 749	19 262	14 899	5 478	6 993	94 865	309 442
1973	6 884	18 085	25 930	38 069	33 656	51 171	13 435	9 107	4 192	8 413	208 941
1974	8 683	15 508	26 884	30 998	38 699	27 777	37 987	8 027	6 675	7 125	208 363
1975	11 440	32 370	28 354	29 448	28 048	30 880	18 435	23 954	4 383	3 234	210 547
1976	4 147	71 176	36 685	25 514	24 246	22 915	24 093	13 398	18 461	7 216	247 850
1977	277	28 321	121 511	37 905	25 551	23 575	22 785	22 653	11 481	23 079	317 139
1978	1 450	10 311	55 993	150 676	36 928	24 881	21 575	20 640	18 905	34 878	376 236
1979	3 495	2 324	13 543	53 839	140 562	29 033	18 957	18 088	18 150	26 815	324 806
1980	853	14 889	6 225	15 548	49 496	121 895	19 508	13 353	14 644	17 349	273 759
1981	779	6 413	16 757	4 247	12 590	40 319	99 947	12 896	9 457	11 733	215 138
1982	449	13 505	7 780	13 090	3 303	10 803	33 762	82 611	8 599	14 304	188 207
1983	33 346	26 785	11 196	5 807	8 143	2 240	7 426	24 889	62 971	30 098	212 900
1984	68	60 037	43 169	10 600	4 769	4 730	1 650	5 513	18 295	51 325	200 155
1985	4 320	19 677	230 760	46 893	9 171	4 111	3 452	1 270	4 939	70 241	394 833
1986	1 883	11 150	19 562	198 798	33 522	7 623	3 097	1 376	924	14 880	292 815
1987	2 821	5 563	12 205	16 720	170 842	25 434	5 930	2 190	746	6 476	248 926
1988	13 108	8 365	6 993	11 325	14 523	146 041	19 859	4 919	1 685	8 121	234 939
1989	16 203	43 645	8 280	6 311	10 399	12 014	121 559	15 226	4 285	9 910	247 832
1990	3 893	69 088	42 135	7 428	5 357	7 768	10 410	89 428	10 230	3 659	249 398
1991	4 806	11 802	76 506	35 525	5 685	3 931	5 957	8 710	66 138	3 852	222 912
1992	2 648	17 257	10 822	57 595	26 533	3 952	2 741	4 455	6 156	79 463	211 624
1993	384	11 499	19 952	8 675	45 277	19 140	2 786	1 979	3 132	31 957	144 780
1994	3 185	2 254	13 975	17 773	6 609	35 180	12 914	1 460	1 321	15 872	110 543
1995	4 027	10 661	2 482	13 100	13 999	4 370	24 745	8 216	760	2 389	84 750
1996	2 683	14 610	11 315	2 267	9 709	10 639	2 789	18 947	5 927	3 397	82 281
1997	2 847	14 949	18 335	8 229	1 527	5 896	5 588	1 567	11 417	2 283	72 638
1998	357	17 422	11 824	12 517	5 043	923	3 132	2 957	872	3 093	58 140
1999	1 564	5 855	17 280	7 411	6 413	2 161	562	1 215	1 336	754	44 551
2000	71 957	17 161	6 882	9 516	2 950	3 062	599	155	544	1 042	113 868
2001	3 143	153 830	17 873	5 833	6 227	1 081	1 002	229	99	1 124	190 440
2002	2 222	9 947	167 099	12 319	3 894	3 229	420	300	94	153	199 678
2003	6 820	9 411	9 948	141 473	9 030	2 908	1 779	58	17	129	181 572
2004	10 590	26 072	8 546	7 598	94 208	3 433	1 692	701	20	82	152 944
2005	1 132	51 849	24 829	5 790	4 519	55 002	1 661	642	163	86	145 673
2006	13 643	21 426	77 906	15 803	3 590	2 111	24 097	401	67	122	159 167
2007	598	53 302	22 510	50 521	8 928	1 679	798	6 584	69	14	145 004
2008	5 830	5 732	48 241	13 137	22 298	3 256	451	135	738	15	99 833
2009	1 179	28 538	6 138	26 745	5 597	7 435	763	61	14	829	77 300
2010	115	28 308	27 641	3 715	12 012	2 029	1 884	114	7	267	76 093
2011	2 407	5 472	37 499	18 121	1 978	5 223	767	532	26	149	72 175

Tableau 14. Données d'entrée de l'analyse de rendement par recrue (YPR). Les données de sélectivité (recrutement partiel) ont été calculées à partir des mortalités par la pêche provenant de l'évaluation analytique (ICA).

ÂGE	SÉLECTIVITÉ ¹	MORTALITÉ NATURELLE ²	POIDS (kg) DE LA POPULATION ³	POIDS (kg) DE LA CAPTURE ³	POIDS (kg) DE LA POPULATION REPRODUCTRICE ³	FRACTION MATURE ⁴
1	0,2886	1	0,142	0,180	0,142	0,147
2	0,4392	1	0,240	0,313	0,240	0,775
3	0,8175	1	0,366	0,423	0,366	0,988
4	1,0000	1	0,461	0,503	0,461	0,999
5	1,0000	1	0,534	0,564	0,534	1,000
6	1,0000	1	0,590	0,613	0,590	1,000
7	1,0000	1	0,648	0,669	0,648	1,000
8	1,0000	1	0,636	0,613	0,636	1,000
9	0,9796	1	0,663	0,699	0,663	1,000
10	0,9796	1	0,721	0,721	0,721	1,000

¹ Calculée à partir des Fs (3-5), moyenne 2008-2011

² Facteur de 1 appliqué à 0.2

³ Moyenne 2008-2011

⁴ Données canadiennes (juin), moyenne 2008-2011

Tableau 15. Résultats de l'analyse de rendement par recrue (YPR) (F à 40 % est considéré comme étant un proxy de F_{rms}).

	PARAMÈTRES				
	F	Rendement par recrue	BSR par recrue	Biomasse totale par recrue	Age moyen
F-0	0	0	2,052	2,436	5,517
F-0.1	0,270	0,197	0,717	1,052	2,947
F-Max	0,767	0,226	0,285	0,574	2,040
F à 40 %	0,222	0,186	0,821	1,163	3,154

Tableau 16. Points de référence biologiques exploratoires : RMS et BSR_{rms} ont été déterminés analytiquement par une analyse de rendement par recrue (YPR) et à l'aide de projections aléatoires de type "bootstrap" (AGEPRO). Les recrues et les données de sélectivité (recrutement partiel) utilisées dans YPR et AGEPRO proviennent des résultats de l'évaluation analytique (ICA).

RECRUES ('000) (moyenne 1967-2011)	ANALYTIQUE		ALÉATOIRE		F (3-5) ₂₀₁₁ ÷ F_{rms}	BSR_{2011} ÷ BSR_{rms}	
	RMS (t)	BSR_{rms} (t)	RMS (t)	BSR_{rms} (t)	Analytique	Analytique	Aléatoire
170 626	31 672	140 081	30 026	132 808	0,700	0,515	0,543

Tableau 17. Paramètres d'entrée et résultats des prédictions des biomasses reproductrices et des captures du maquereau bleu des sous-régions 3 et 4 de l'OPANO pour les saisons 2012 à 2014.

PARAMÈTRES ET RÉSULTATS	ÂGE										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Abondance début 2012 ('000)	79 200	30 730	16 990	63 680	25 020	2 250	5 420	600	380	170	
Capture en 2012 ('000)	8 389	3 255	1 800	6 745	2 650	238	574	64	40	18	
Mortalités naturelles en 2012 ('000)	13 530	5 250	2 902	10 879	4 274	384	926	102	65	29	
Abondance début 2013 ('000)	35195 ¹	57 281	22 225	12 288	46 057	18 096	1 627	3 920	434	275	
Capture en 2013 ('000)	3 728	6 067	2 354	1 302	4 878	1 917	172	415	46	29	
Mortalités naturelles en 2013 ('000)	6 012	9 786	3 797	2 099	7 868	3 091	278	670	74	47	
Abondance début 2014 ('000)	35195 ¹	25 455	41 429	16 075	8 887	33 310	13 088	1 177	2 835	314	
Poids de la capture à l'âge (mi-année): Moyenne 2010-2011	0.168	0.321	0.430	0.509	0.570	0.618	0.678	0.626	0.683	0.689	
Poids de la population à l'âge (Janvier): Moyenne 2010-2011	0.138	0.239	0.378	0.464	0.540	0.597	0.655	0.645	0.644	0.689	
Maturité à l'âge: Moyenne 2010-2011	0.175	0.726	0.986	0.999	1	1	1	1	1	1	
Taux instantané de mortalité naturelle (M)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Taux instantané de mortalité par la pêche (F) ²	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	
Biomasse reproductrice à l'âge (t)											
Début 2012	1 906	5 317	6 324	29 518	13 511	1 343	3 550	387	245	117	62 218
Début 2013	847	9 912	8 273	5 696	24 871	10 803	1 066	2 526	279	189	64 462
Début 2014	847	4 404	15 420	7 451	4 799	19 886	8 572	759	1 826	216	64 181
Captures (t)											
2012	1 409	1 043	773	3 433	1 511	147	389	40	27	12	8 785
2013	626	1 944	1 011	662	2 781	1 184	117	260	31	20	8 636

¹ Moyenne 2010-2011; ² Moyenne (âges 3-5) 1968-1992

FIGURES

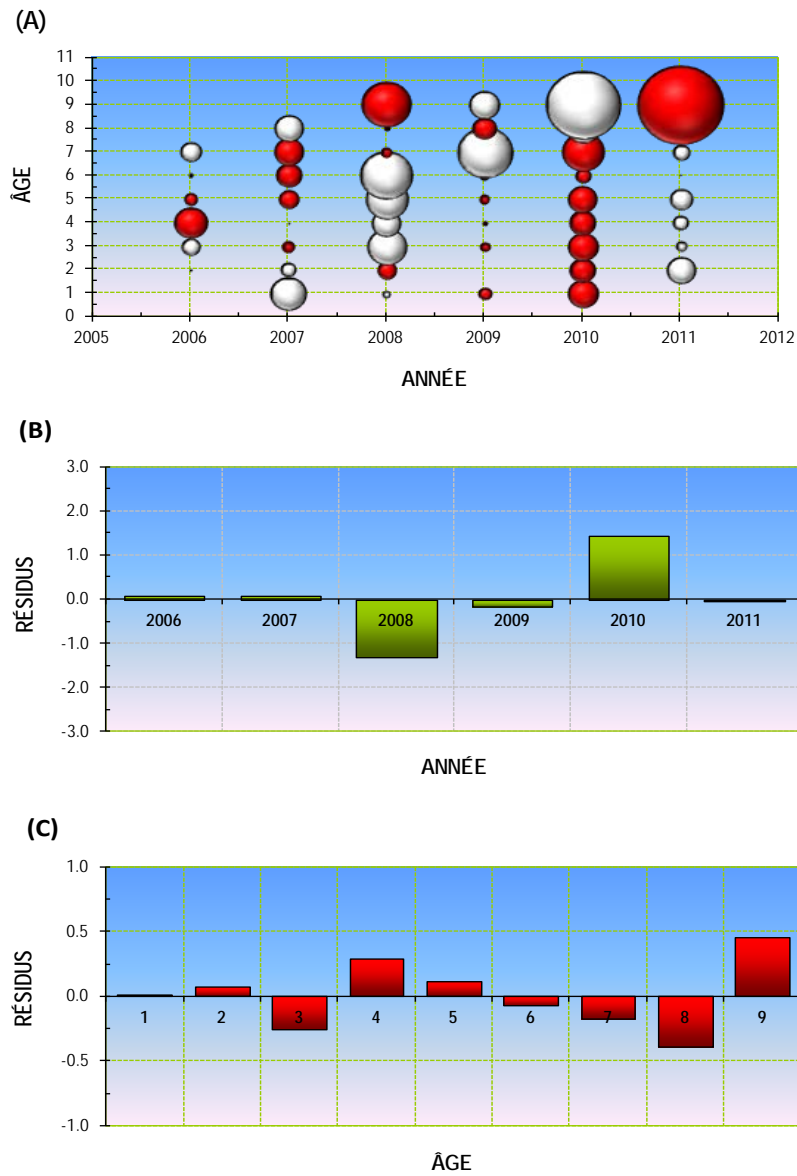


Figure 1. Diagnostics de l'évaluation analytique (ICA) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A) Résidus des logarithmes des capturabilités selon l'année et l'âge (les valeurs négatives sont en blanc), (B) résidus totaux annuels et (C) résidus totaux à l'âge.

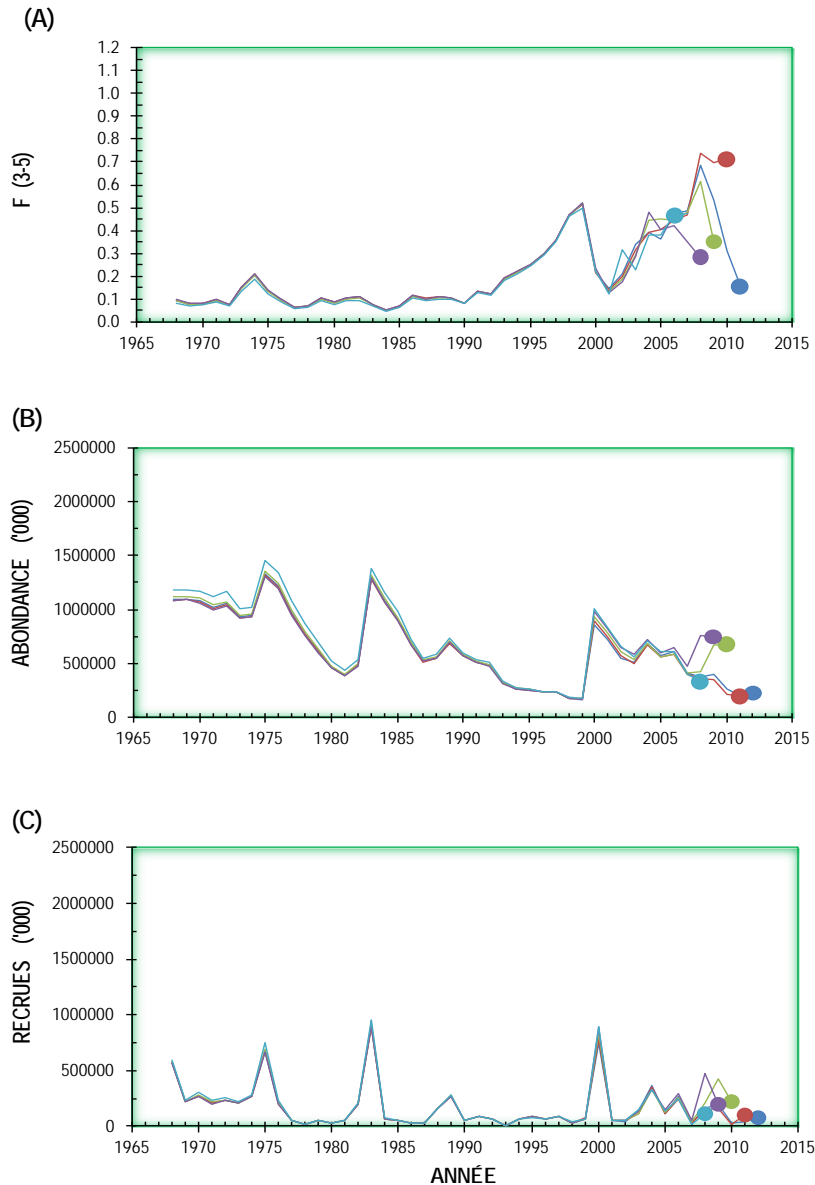


Figure 2. Analyses rétrospectives de l'évaluation analytique (ICA) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A) mortalité par la pêche (âges 3-5 pondérée par les abondances correspondantes), (B) population aux âges 1-10+ ('000), (C) recrues à l'âge 1 ('000), (D) biomasses totales (t) et (E) biomasses reproductrices (SSB) (t).

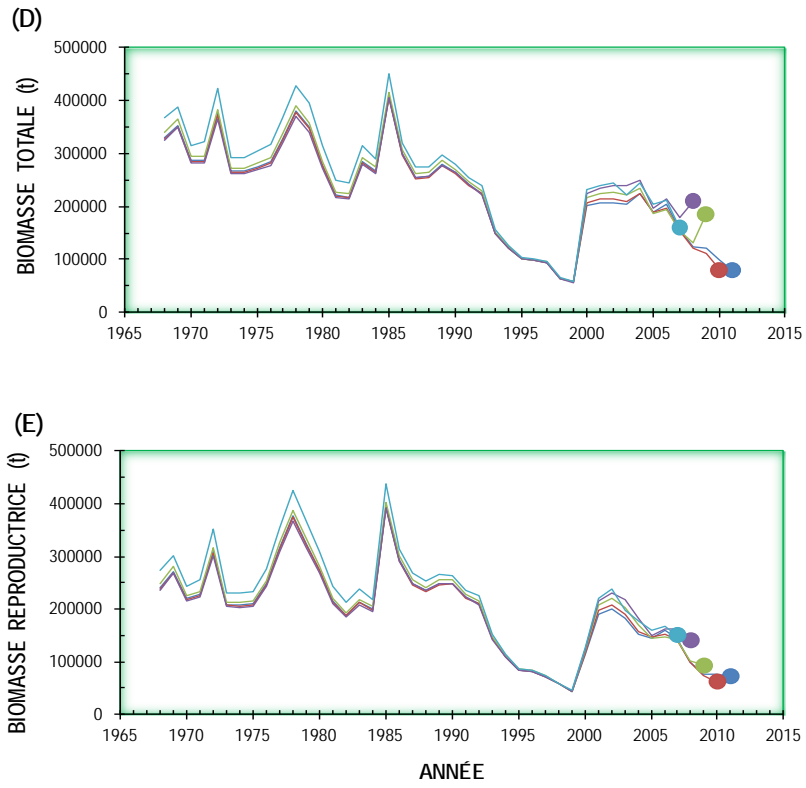
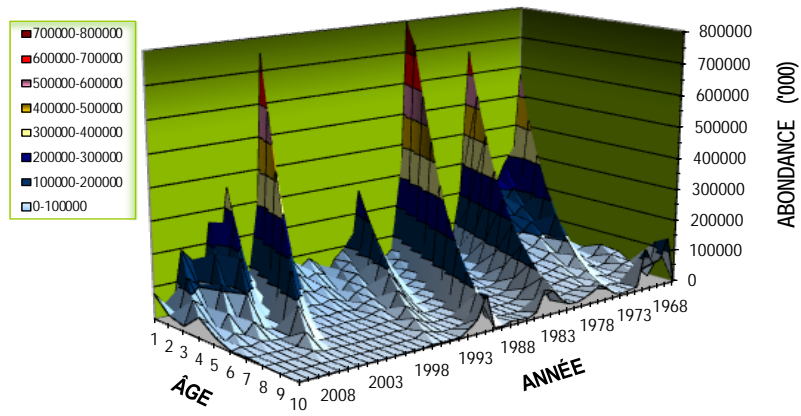


Figure 2. (Suite).

(A)



(B)

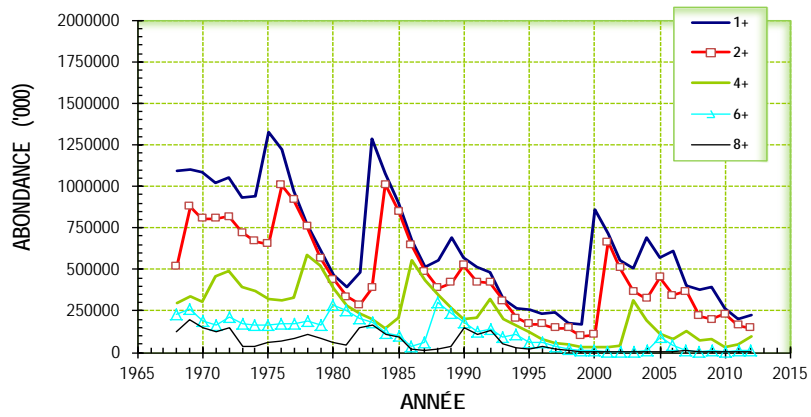


Figure 3. Évaluation analytique (ICA) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A) population annuelle à l'âge ('000) et (B) population annuelle ('000) pour des groupes d'âge plus.

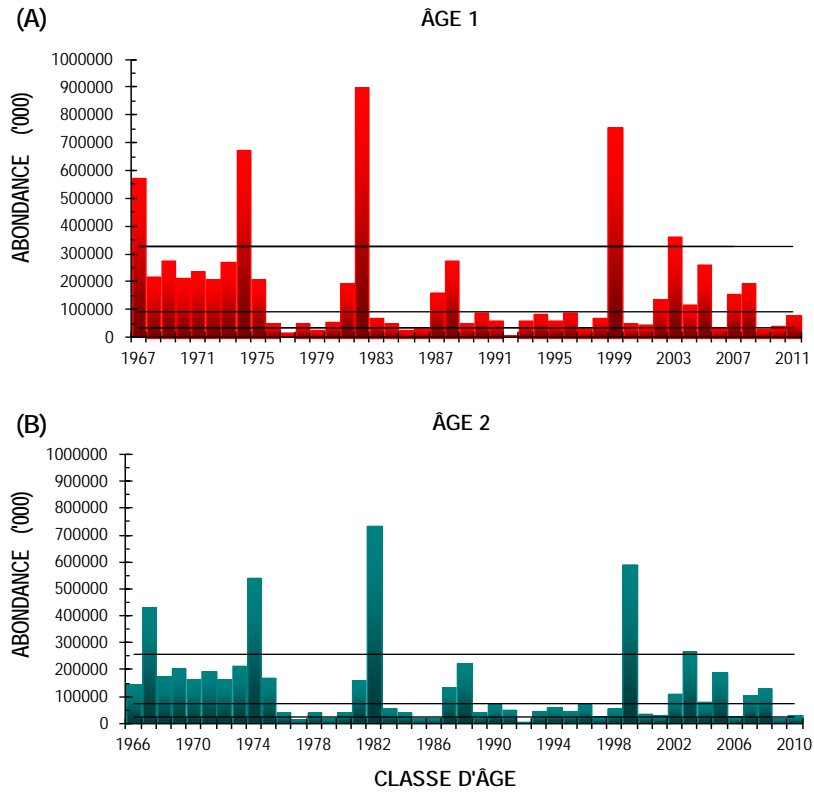


Figure 4. Évaluation analytique (ICA) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A) recrues à l'âge 1 ('000) et (B) recrues à l'âge 2 ('000). Les lignes horizontales représentent trois niveaux de recrutement, soit : faible, moyen et élevé.

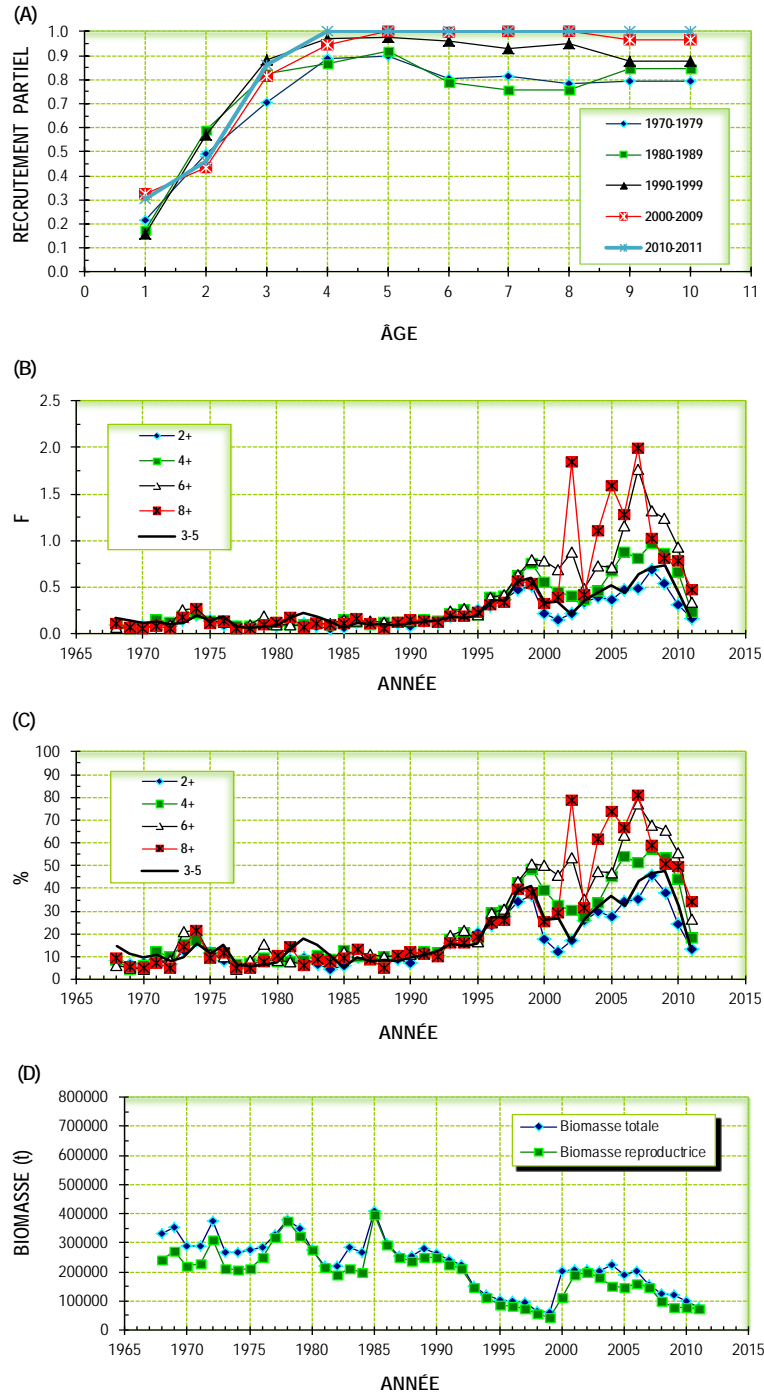


Figure 5. Évaluation analytique (ICA) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A) recrutement partiel par période d'années, (B) mortalité par la pêche pour des groupes d'âge plus et la moyenne des âges 3-5, (C) exploitation (%) par la pêche pour des groupes d'âge plus et la moyenne des âges 3-5, et (D) biomasses (t) totale et reproductrice.

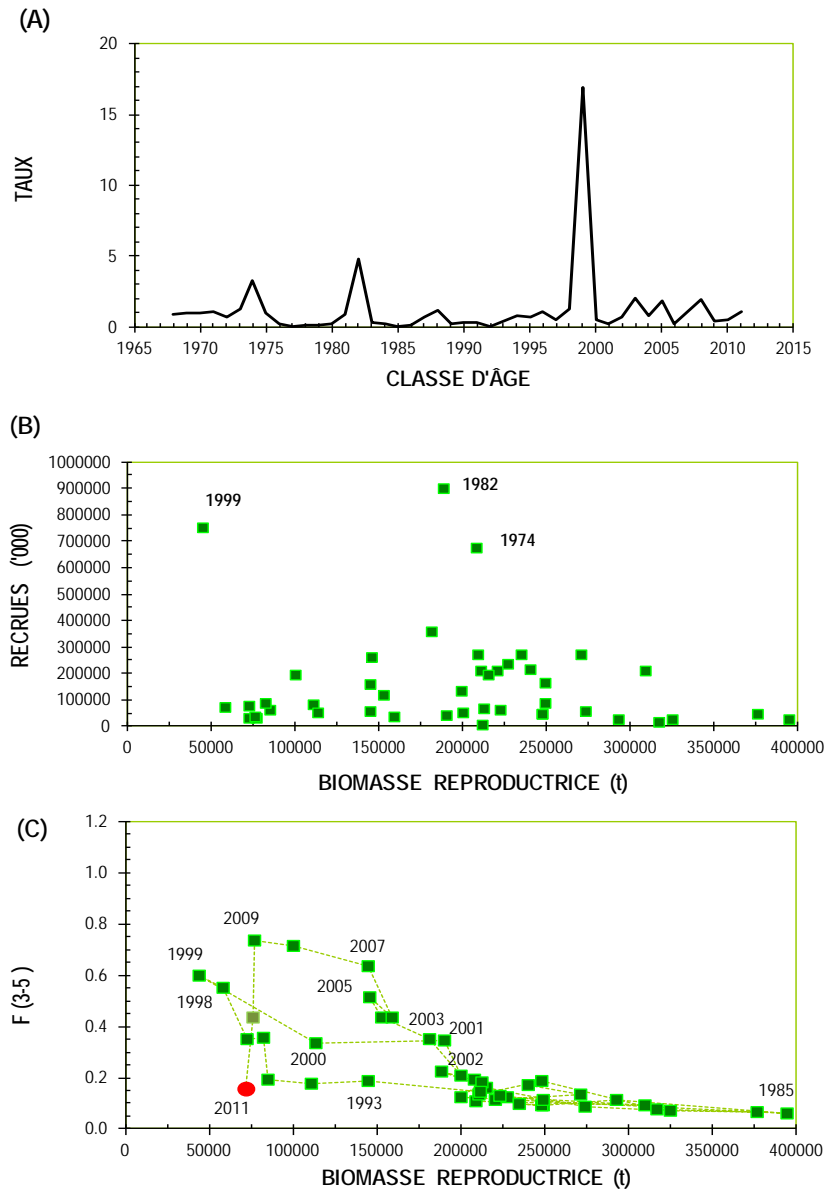


Figure 6. Évaluation analytique (ICA) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO: (A) taux de recrutement, (B) relation entre les recrues ('000) et la biomasse reproductrice (t) et (C) relation entre la mortalité par la pêche aux âges 3-5 (pondérée par les abondances correspondantes) et la biomasse reproductrice (t) (certaines années sont indiquées).

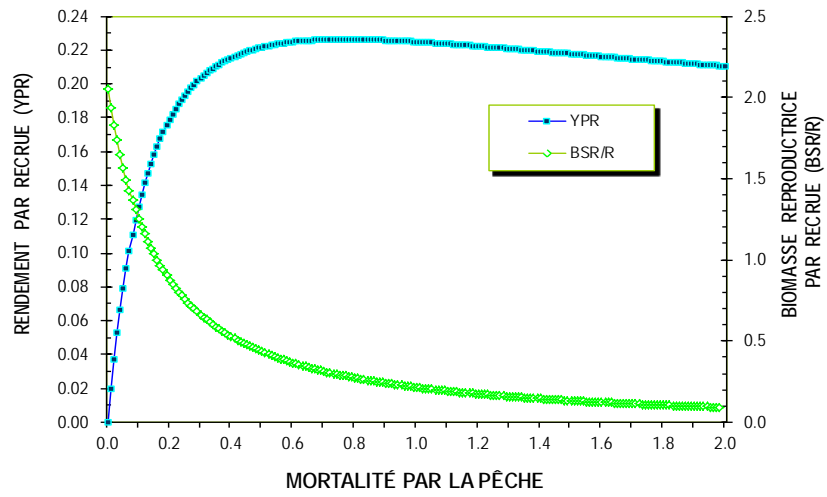


Figure 7. Analyses de rendement et de la biomasse reproductrice par recrue pour le maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO ($F_{0.1} = 0.258$, $F_{max} = 0.819$ et F à 40 % = 0.217).

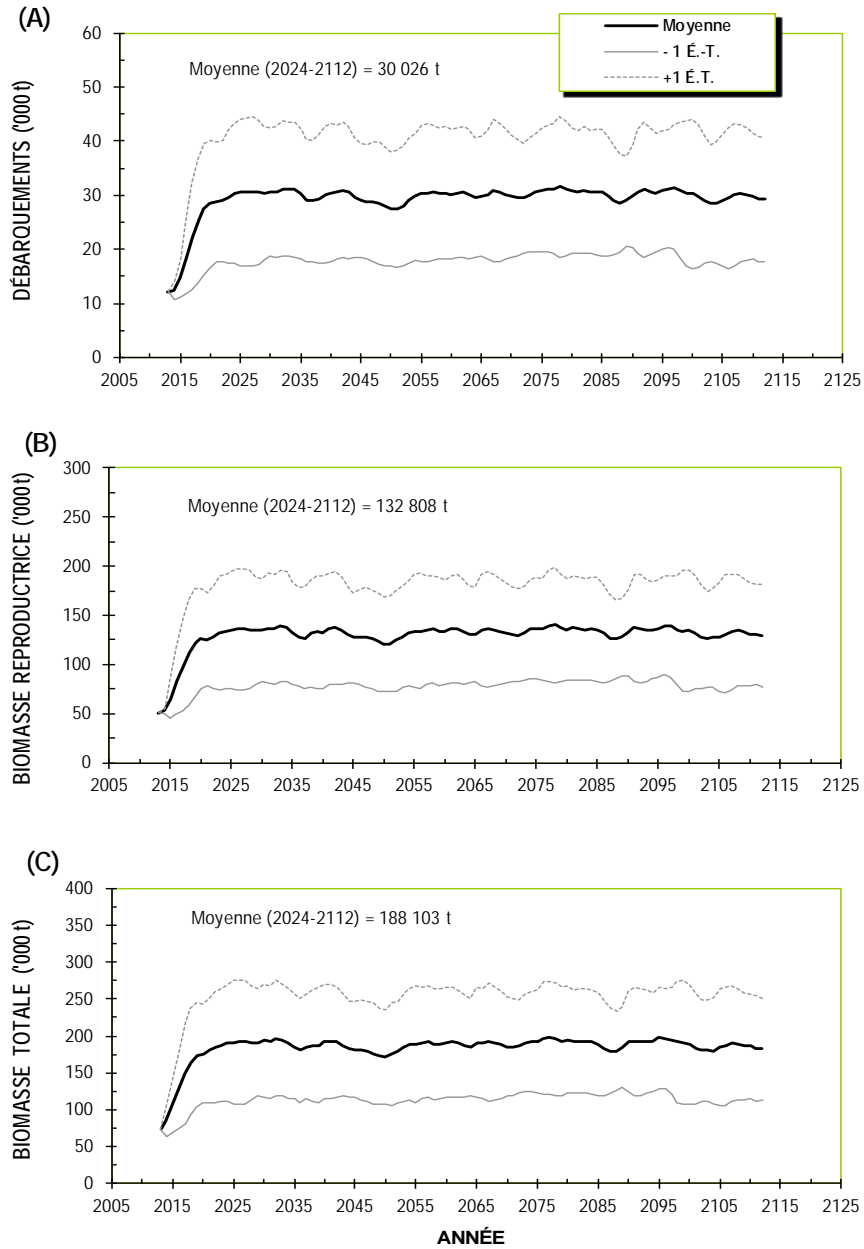


Figure 8. Projections aléatoires de type "bootstrap" (AGEPRO) de : (A) débarquements ('000 t), (B) biomasse reproductrice (BSR) ('000 t) et (C) biomasse totale ('000 t) selon la valeur de F à 40 % comme stratégie d'exploitation. RMS et BSR_{rms} en (A) et (B) correspondent à la moyenne des valeurs projetées de la période 2024-2112.

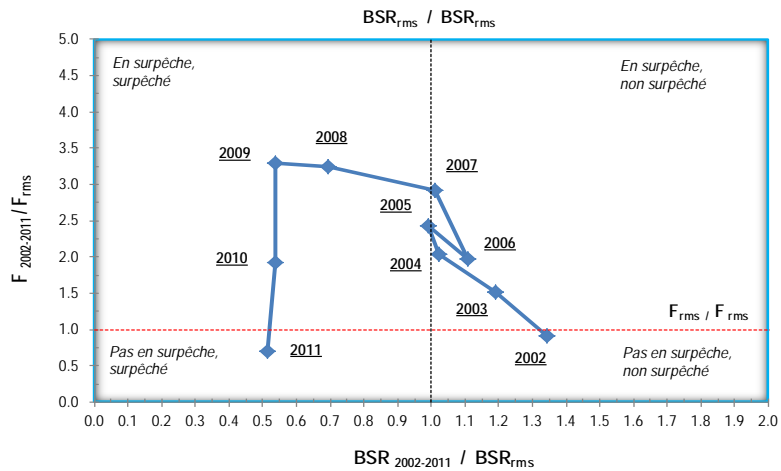


Figure 9. Status de la mortalité par la pêche (F) et de la biomasse reproductrice (BSR) (t) du maquereau bleu des sous-régions 3-4 de l'OPANO en 2011 et trajectoire estimée depuis 2002.