



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 2017/023

Région du Québec

L'état des stocks de sébaste (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*) de l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent) en 2015

Claude Brassard, Hugo Bourdages, Daniel Duplisea, Johanne Gauthier et Alexandra Valentin

Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, Route de la Mer, C.P. 1000
Mont-Joli, Québec, 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](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Brassard, C., Bourdages, H., Duplisea, D., Gauthier, J., et Valentin, A. 2017. L'état des stocks de sébaste (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*) de l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent) en 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/023. ix + 54 p.

Also available in English:

Brassard, C., Bourdages, H., Duplisea, D., Gauthier, J., and Valentin, A. 2017. The status of the redfish stocks (*Sebastes fasciatus* and *S. mentella*) in Unit 1 (Gulf of St. Lawrence) in 2015. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/023. ix + 52 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	V
LISTE DES ANNEXES.....	VII
RÉSUMÉ	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCTION	1
INFORMATION DE BASE.....	1
BIOLOGIE	1
CRITÈRES D'IDENTIFICATION DES ESPÈCES.....	2
STRUCTURE GÉNÉTIQUE DES STOCKS.....	4
ÉCOSYSTÈME	4
MESURES DE GESTION.....	5
PÊCHES	5
PRISE PAR UNITÉ D'EFFORT (PUE).....	6
FRÉQUENCE DE TAILLE DES CAPTURES.....	7
RELEVÉS	7
RELEVÉS DE RECHERCHE DU MPO	7
Sébaste acadien, <i>Sebastes fasciatus</i>	8
Sébaste atlantique, <i>Sebastes mentella</i>	9
RELEVÉS DES PÊCHES SENTINELLES	9
RECRUTEMENT	10
ANALYSES.....	11
INDICATEUR DE TAUX D'EXPLOITATION	11
APPROCHE DE PRÉCAUTION	11
PERSPECTIVES.....	11
REMERCIEMENTS	13
RÉFÉRENCES	13
TABLEAUX.....	16
FIGURES.....	23
ANNEXES.....	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Débarquements (t) annuels de sébastes par division OPANO dans l'unité 1 de 1953 à 2015.....	16
Tableau 2. Débarquements (t) mensuels de sébastes par mois dans l'unité 1 de 1985 à 2015.	18
Tableau 3. Indice d'abondance et de biomasse de <i>S. fasciatus</i> lors du relevé de recherche du MPO dans les divisions OPANO 4RST (unité 1) de 1984 à 2015.....	19
Tableau 4. Indice d'abondance et de biomasse de <i>S. mentella</i> lors du relevé de recherche du MPO dans les divisions 4RST (unité 1) de 1984 à 2015.	20
Tableau 5. Proportion de l'abondance (A) et de la biomasse (B) de <i>Sebastes mentella</i> pour chaque cohorte (2011, 2012 et 2013) estimée pour différentes classes de tailles à différentes années (Exemple : « 0,48 » indique que 48 % des poissons de la cohorte 2011 auront plus de 22 cm en 2018 et 48 % des poissons de la cohorte 2012 auront plus de 22 cm en 2019).....	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte de l'Atlantique nord-ouest indiquant les limites des unités actuelles de gestion du sébaste dans les divisions de l'OPANO. La zone associée aux sous-divisions 3Pn et 4Vn de l'OPANO (hachurée) correspond à la zone de chevauchement saisonnier entre les unités 1 et 2 (CL encerclé : secteur du cône Laurentien).....	23
Figure 2. Débarquements annuels de sébastes par division et sous-division OPANO, A) de 1952 à 2015 et B) total autorisé des captures (TAC) et débarquements de 1995 à 2015.(* données préliminaires).....	24
Figure 3. Débarquements mensuels (en pourcentage) de sébastes dans l'unité 1 de 1985 à 2015.....	25
Figure 4. Distribution spatiale de l'effort de pêche moyen (heure) par quadrilatère de la pêche indicatrice au sébaste dans l'unité 1 pour les périodes 1999-2005 et 2006-2015.....	26
Figure 5. Distribution spatiale des débarquements (t) de sébastes de la pêche indicatrice dans l'unité 1 de 1998 à 2003.....	27
Figure 6. Distribution spatiale des débarquements de sébastes de la pêche indicatrice de l'unité 1 de 2004 à 2009.....	28
Figure 7. Distribution spatiale des débarquements de sébastes de la pêche indicatrice de l'unité 1 de 2010 à 2015.....	29
Figure 8. Proportion des débarquements de sébastes dans l'unité 1 de 1985 à 2015; A) par engin (OTM : chalut semi-pélagiques, OTB : chalut de fond, Trap : trappe, SSC : Seine écossaise, SDN : seine danoise, Divers : divers, LL : palangre, HL : ligne à la main et GN : filet maillant) et B) par classe de tailles des bateaux (35'=10,7m; 45'=13,7m; 65'=19,8m; 100'=30,5m; 125'=38,1m).	30
Figure 9. Distribution spatiale des débarquements de sébastes pour l'ensemble des pêcheries dans l'unité 1 pour les périodes de 1986-1994 (haut) et 1999-2015 (bas) suite au moratoire.....	31
Figure 10. Nombre de bateaux par classe de tailles dans les pêches dirigées au sébaste (commerciale et indicatrice) et correspondant aux critères de sélection pour l'indice de performance de la pêche dans l'unité 1 de 1985 à 2015 (65'=19,8m; 80'=24,4m).	32
Figure 11. Prise par unité d'effort moyenne normalisée (PUE \pm intervalle de confiance à 95 %) au chalut de fond dans l'unité 1 pour les pêches commerciales menées entre mai et octobre (1981-1994) et la pêche indicatrice (1998-2015). La ligne pleine représente la moyenne pour la période de 1981 à 2014; les lignes pointillées représentent une variation de $\pm \frac{1}{2}$ écart type. Les données de 2015 sont préliminaires.....	33
Figure 12. Fréquence de taille (%) des sébastes dans les débarquements commerciaux de l'unité 1 de 1981 à 2015. Les données de 2015 sont préliminaires. Le suivi de la cohorte 1980 est indiqué par une flèche.....	34
Figure 13. Schéma de stratification utilisé pour le relevé de recherche multidisciplinaire du MPO et le relevé des pêches sentinelles avec engins mobiles. Les strates de l'estuaire, en amont de la strate 410, ne sont pas couvertes lors du relevé des pêches sentinelles.....	35
Figure 14. Nombre moyen et poids moyen par trait de <i>Sebastes fasciatus</i> dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1, A) population immature et B) population mature. La ligne horizontale pointillée indique la moyenne de la période 1984-2014.....	36
Figure 15. Fréquences de taille de <i>Sebastes fasciatus</i> (A) et <i>S. mentella</i> (B) dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.....	36

Figure 16. Nombre moyen par trait de A) <i>Sebastes fasciatus</i> et B) <i>S. mentella</i> par longueur selon les années dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.....	37
Figure 17. Distribution spatiale des taux de captures (kg/trait de 15 minutes) de <i>Sebastes fasciatus</i> A) population immature et B) population mature dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.....	38
Figure 18. Nombre moyen et poids moyen par trait de <i>Sebastes mentella</i> A) population immature et B) population mature dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1. La ligne horizontale pointillée indique la moyenne de la période 1984-2014.....	39
Figure 19. Distribution spatiale des taux de captures (kg/trait de 15 minutes) de <i>Sebastes mentella</i> A) population immature et B) population mature dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.....	40
Figure 20. Distribution des taux de capture (nombre/trait de 15 minutes) du sébaste par classe de longueur dans relevé de recherche du MPO dans l'unité 1 et du relevé du GEAC dans l'unité 2.....	41
Figure 21. Nombre moyen et poids moyen par trait de <i>Sebastes</i> (<i>fasciatus</i> et <i>mentella</i> combinés) dans le relevé des pêches sentinelles dans l'unité 1. La ligne horizontale (trait foncé) représente la moyenne pour la période 1995-2014 et les lignes pointillées plus fines représentent une variation de $\pm \frac{1}{2}$ écart-type.....	42
Figure 22. Fréquences de taille en nombre (A) et en pourcentage (B) des sébastes (les deux espèces confondues) dans les relevés des pêches sentinelles dans l'unité 1.....	43
Figure 23. Indicateur de taux d'exploitation relatif (F relatif) et biomasse exploitable du sébaste dans l'unité 1.....	43
Figure 24. Ajustement du modèle de production (biomasse) pour chacune des espèces de sébaste (ligne pleine foncée) avec l'enveloppe d'intervalle de probabilité de 90 % (zone grise), captures (ligne pleine rouge), indice de la biomasse de l'unité 1 (cercle clair) pondéré avec la valeur q (U1), indice de la biomasse de l'unité 2 (losange foncé) pondéré avec la valeur q (U2) et point de référence limite (Blim = 40 % Brms; ligne pointillée).....	44

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Position géographique des (a) 35 échantillons (■) de sébaste adulte (16 *S. mentella*, n=495; 19 *S. fasciatus*, n=596) analysés pour décrire la structure des populations, par espèce, dans l'Atlantique du nord-ouest;(b) 970 juvéniles appartenant aux cinq classes d'âge historiques [1973 (⊕), 1980 (▲), 1985 (◆), 1988(✱), 2003(▼)] analysées pour documenter la dynamique et les patrons de recrutement des espèces; ces individus sont regroupés en 18 échantillons (17 *S. fasciatus* + 1 *S. mentella*), par classe d'âge et région, dans l'arbre génétique (voir panneau d); (c) 20 échantillons regroupant 770 juvéniles des abondantes classes d'âge de 2011 (★) et 2012 (☆), analysés pour en déterminer la composition spécifique et la population d'origine. Les histogrammes illustrent la proportion de *S. fasciatus* (■) et de *S. mentella* (■). En (d) l'arbre du plus proche voisin (neighbour-joining tree) a été construit à partir des distances génétiques calculées entre chaque paire d'échantillons. La séparation entre les espèces est statistiquement supportée à 100%. Les échantillons d'adultes sont identifiés par une étiquette signalant leur provenance géographique (unité de gestion) et leur nom original; les noms des principales populations identifiées à partir des échantillons d'adultes sont indiqués. Les juvéniles sont identifiés avec des symboles de forme identique à ceux des cartes b et c. Pour toutes les figures, les couleurs illustrent l'identité génétique des échantillons différenciés sur la base des 13 loci microsatellites.45

Annexe 2. Fréquence des variables de l'ensemble des données retenues pour la normalisation des prises par unité d'effort au chalut de fond dans l'unité1 pour les activités de pêches commerciales menées entre mai et octobre 1981-1994 et de la pêche indicatrice de 1998 à 2015, par A) année, B) mois, C) division, D) région et E) Classe de taille de bateau.....46

Annexe 3. Résultats de la normalisation (proc GLM) des prises par unité d'effort au chalut de fond dans l'unité 1 pour les activités de pêches commerciales menées entre mai et octobre (1981-1994) et de pêche indicatrice (1998-2015).....48

Annexe 4. Estimé des paramètres de croissance de von Bertalanffy et longueur moyenne à l'âge 8 pour *Sebastes mentella* (les valeurs soulignées sont celles utilisées pour l'analyse des perspectives de croissance des récentes cohortes).53

RÉSUMÉ

La pêche au sébaste dans le golfe du Saint-Laurent (unité 1) vise deux espèces, *Sebastes mentella* et *S. fasciatus*. Entre le milieu des années cinquante et 1993, elle a été marquée par trois épisodes d'exploitation plus intenses qui étaient étroitement liés au recrutement d'une ou quelques fortes classes d'âge. Une chute rapide des débarquements et l'absence de recrutement a entraîné la mise en place d'un moratoire en 1995. La pêche au sébaste est toujours sous moratoire dans l'unité 1 et une pêche indicatrice y est autorisée depuis 1998. Les totaux autorisés de captures sont de 2 000 t par année depuis 2006.

Selon les relevés réalisés dans le golfe du Saint-Laurent, les indices d'abondance et de biomasse de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* étaient bas et stables depuis le milieu des années 90. Depuis 2013, on observe une augmentation importante de l'abondance de petits sébastes dans les relevés qui s'est traduite par une augmentation des indices d'abondance et de biomasse de la fraction immature des stocks de sébastes en 2014 et 2015.

Des analyses génétiques ont démontré que ces nouvelles fortes cohortes de sébaste (2011, 2012 et 2013), sont constituées de l'espèce *S. mentella* et que leur signature génétique indique que ces cohortes appartiennent au stock du golfe du Saint-Laurent.

Ces dernières années, on observe une importante arrivée de jeunes individus, en particulier la cohorte de 2011. Celle-ci est nettement plus abondante que celles observées par le passé. Selon des estimations de la croissance des sébastes et l'hypothèse d'une population à l'équilibre, 12 % de la classe d'âge de 2011 aurait plus de 20 cm et près de 50 % des poissons de cette cohorte devraient être de taille supérieure à 22 cm en 2018, soit la taille minimale dans la pêche. En 2020, 51 % des poissons de la cohorte 2011 devraient être plus grands que 25 cm, soit la taille à la maturité sexuelle. Il devrait aussi y avoir de grandes quantités de poissons de taille inférieure à 25 cm correspondant aux cohortes de 2011, 2012 et 2013.

Selon les points de référence de l'approche de précaution de 2011, les deux stocks se sont améliorés. Toutefois, les biomasses matures sont encore dans la zone critique et ce constat ne devrait pas changer au cours des trois prochaines années.

En appui à l'évaluation des stocks de sébastes (*S. fasciatus* et *S. mentella*) des unités 1 et 2 en 2015, le présent document décrit les données et les méthodes utilisées pour les stocks de l'unité 1 qui sont sous la responsabilité de la Direction des Sciences de la région du Québec de Pêches et Océans Canada.

ABSTRACT

Redfish fishing in the Gulf of St. Lawrence (Unit 1) targets two species, *Sebastes mentella* and *S. fasciatus*. Between the mid-1950s and 1993, it was marked by three more intense exploitation episodes that were closely linked to recruitment of one or several strong year-classes. A sudden drop in landings and the absence of recruitment led to the imposition of a moratorium in 1995. Redfish fishing is still under a moratorium in Unit 1 and an index fishery has been authorized there since 1998. Total allowable catches have been 2,000 t per year since 2006.

According to surveys conducted in the Gulf of St. Lawrence, abundance and biomass indices for *Sebastes fasciatus* and *S. mentella* were low and stable since the mid-1990s. Since 2013, we have seen a significant increase in the abundance of small redfish in the surveys, which meant an increase in the abundance and biomass indices of the immature portion of redfish stocks in 2014 and 2015.

Genetic testing showed that these new strong redfish cohorts (2011, 2012 and 2013) are made up of the *S. mentella* species, whose genetic signature indicates that these cohorts belong to stock from the Gulf of St. Lawrence.

In recent years, we have seen a significant arrival of young specimens, in particular the 2011 cohort. This one is far more abundant than those seen in the past. Based on redfish growth estimates and assuming the population is balanced, 12% of the 2011 year-class would be more than 20 cm and nearly 50% of the fish in this cohort should be over 22 cm, the minimum harvest size, by 2018. By 2020, 51% of fish in the 2011 cohort should be over 25 cm, size at sexual maturity. There should also be large quantities of fish less than 25 cm from the 2011, 2012 and 2013 cohorts.

According to the reference points of the precautionary approach of 2011, both stocks have improved. However, the mature biomasses are still in the critical zone and this fact should not change over the course of the next three years.

In support of the redfish stock assessment survey (*S. fasciatus* and *S. mentella*) of Units 1 and 2 in 2015, this document describes the data and methods use for the stocks of Unit 1 under the responsibility of the Science Branch, Quebec Region of the Department of Fisheries and Oceans.

INTRODUCTION

La pêche au sébaste dans le golfe du Saint-Laurent a été marquée par des épisodes d'exploitation intenses (1954-56, 1965-1976 et 1987-1992). Après une chute rapide des débarquements en 1993 et 1994, la pêche dirigée a été fermée à partir de 1995. En 1998, une pêche indicatrice a été instaurée dans l'unité 1 avec un total autorisé des captures (TAC) de 1 000 t, cette pêche est toujours en vigueur avec un TAC de 2 000 t par an depuis 1999.

En 2010, le comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné le sébaste atlantique (*Sebastes mentella*) de l'unité désignable (UD) du golfe du Saint-Laurent et du chenal Laurentien (unités de gestion 1 et 2) comme étant en voie de disparition et le sébaste acadien (*Sebastes fasciatus*) de l'UD de l'Atlantique (comprenant entre autres les unités 1 et 2) comme étant menacé (Figure 1). Les résultats d'une évaluation du potentiel de rétablissement de chacune de ces populations, réalisée en 2011, indiquaient que la biomasse du stock reproducteur de chacune des deux espèces se situait dans la zone critique (MPO 2011).

Basés sur les points de référence établis en 2011 (Duplisea *et al.* 2012) et selon les estimations de 2010, les stocks reproducteurs de sébastes (*S. fasciatus* et *S. mentella*) des unités 1 et 2 sont dans la zone critique sous leur point de référence limite respectif.

La revue par les pairs en lien avec l'évaluation des stocks de sébastes (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*) des unités 1 et 2 en 2015 a eu lieu le 3 mars 2016. En appui à cet avis (MPO 2016a), et bien que l'évaluation de ces stocks ait été réalisée pour les unités 1 et 2, le présent document décrit les informations de l'unité 1 qui est sous la responsabilité de la Direction régionale des sciences de Pêches et Océans Canada (MPO), région du Québec. Le précédent document de recherche sur ce sujet a été publié en 2001 (Morin *et al.* 2001).

INFORMATION DE BASE

BIOLOGIE

Le sébaste vit dans les eaux froides le long des talus des bancs et des chenaux profonds à des profondeurs variant de 100 à 700 m. *S. fasciatus* est habituellement observé dans des eaux moins profondes que *S. mentella*. Dans la région du golfe du Saint-Laurent et du chenal Laurentien, *S. mentella* est prédominant dans les principaux chenaux, à des profondeurs allant de 350 à 500 m. Par contraste, *S. fasciatus* domine à des profondeurs inférieures à 300 m, le long des pentes des chenaux et sur les bancs, sauf dans le secteur de l'embouchure du chenal Laurentien (cône Laurentien, Figure 1) où il se retrouve en eaux plus profondes. Le sébaste vit en général près du fond. Cependant, différentes études ont démontré que ces espèces entreprennent des migrations verticales diurnes, quittant le fond la nuit pour suivre la migration de leurs proies. Les jeunes sébastes se nourrissent principalement de diverses espèces de zooplancton et de crustacés incluant plusieurs espèces de crevettes alors que sa diète se diversifie en faveur des poissons à l'âge adulte. Le sébaste a une croissance lente et une longévité élevée (Campana *et al.* 1990). La croissance de *S. fasciatus* est plus lente que celle de *S. mentella*, bien que cette différence dans les taux de croissance ne devienne évidente qu'après l'âge de 10 ans. Chez les deux espèces, les femelles se développent plus rapidement que les mâles après l'âge d'environ 10 ans. En moyenne, le sébaste prend de 7 à 8 ans pour atteindre la taille minimale légale de capture de 22 cm.

Les mâles atteignent la maturité sexuelle 1 à 2 ans avant les femelles (*S. fasciatus*, mâles matures à 7 ans (L_{50} : 19,6 cm) et femelles matures à 9 ans (L_{50} : 24,1 cm); *S. mentella*, mâles matures à 9 ans (L_{50} : 22,8 cm) et femelles matures à 10 ans (L_{50} : 25,4 cm)) (Gascon 2003).

Chez le sébaste, la fertilisation est interne et les femelles sont ovovivipares. La fécondation interne a lieu à l'automne; les spermatozoïdes sont maintenus à l'état de repos physiologique à l'intérieur des femelles jusqu'à la maturité des ovaires en février-mars (Hamon 1972). L'extrusion larvaire a lieu d'avril à juillet selon les zones et selon l'espèce (Ni et Templeman 1985). L'accouplement et l'extrusion larvaire ne se produisent pas nécessairement aux mêmes endroits. Dans le golfe du Saint-Laurent, *S. mentella* libère ses larves environ 3 à 4 semaines plus tôt que *S. fasciatus*. Les larves se retrouvent généralement dans la couche de surface et leur croissance est optimale à des températures de 4 à 11 °C. Elles effectuent des migrations verticales journalières (10 à 30 m le jour et moins de 10 m la nuit). Les juvéniles utilisent davantage des milieux plus profonds (températures de 5 à 10 °C) sous la couche intermédiaire froide (Gascon 2003) bien que moins profonds que les adultes. Le sébaste migre dans la région du détroit de Cabot en hiver et revient dans le golfe au printemps. La migration peut débuter aussi tôt que novembre (Atkinson et Power 1991, Morin *et al.* 1994, Power 2003).

Les grands prédateurs du Saint-Laurent (phoque, morue, flétan atlantique, flétan du Groenland (turbot) et sébaste adulte) s'alimentent de sébastes de différentes tailles.

CRITÈRES D'IDENTIFICATION DES ESPÈCES

Deux espèces de sébaste d'importance commerciale, *Sebastes fasciatus* et *S. mentella*, sont présentes dans les unités 1 et 2. Ces espèces ont traditionnellement été évaluées en tant que « *Sebastes sp.* » en raison des difficultés posées par leur identification. Dans le cadre du programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998), divers outils méristiques, morphométriques et génétiques ont été évalués pour discriminer les deux espèces, dans un souci de documenter leurs caractéristiques biologiques spécifiques et d'identifier les patrons de distribution et de recrutement propres à chaque espèce (Gascon 2003). Seuls les marqueurs génétiques microsatellites se sont révélés capables de discriminer les espèces sans équivoque, avec un minimum de quatre loci pour assigner les individus à l'espèce (Roques *et al.* 1999). L'analyse des marqueurs microsatellites demeure toutefois coûteuse et logistiquement exigeante, ce qui limite leur utilisation pour monitorer la composition spécifique des captures.

Trois caractéristiques ont été traditionnellement utilisées pour distinguer *S. mentella* de *S. fasciatus* dans l'Atlantique Nord-Ouest : le nombre de rayons mous de la nageoire anale (RMNA), le point de passage du muscle extrinsèque de la vessie natatoire (MEVN) et le génotype au locus de la malate déshydrogénase (*MDH-A**). En l'absence d'information sur les microsatellites, le génotype *MDH-A** a historiquement été considéré comme le critère génétique de référence. En général, *S. mentella* est caractérisé par le génotype homozygote *MDH-A*11*, un MEVN entre les côtes 2 et 3 et un RMNA ≥ 8 . *Sebastes fasciatus* présente habituellement le génotype homozygote *MDH-A*22*, un MEVN entre les côtes 3 et 4 et un RMNA ≤ 7 . Il faut toutefois mentionner qu'un RMNA = 8 n'est pas exceptionnel pour cette espèce; par exemple, près de 10 % des individus de *S. fasciatus* du golfe du Maine et de l'unité 3 (régions où *S. mentella* est absent) présentent un RMNA = 8 (Gascon 2003). L'utilisation de ces trois critères (*MDH-A**, RMNA, MEVN) a permis de décrire la distribution géographique des espèces à l'échelle de l'Atlantique nord. Dans les unités 1 et 2, il est ressorti que *S. mentella* domine les principaux chenaux, alors que *S. fasciatus* préfère des profondeurs moindres, le long des pentes des chenaux et sur les bancs, à l'exception du cône Laurentien, où *S. fasciatus* domine à toutes les profondeurs (Valentin *et al.* 2006). En excluant le secteur du cône Laurentien, les données des relevés d'été des unités 1 et 2 indiquent que la profondeur de transition entre les deux espèces se situe autour de 300 m (MPO 2010; Figure 1).

Il a également été observé que la concordance entre les trois caractéristiques (*MDH-A**, RMNA, MEVN) chez un individu donné est élevée (97 %) dans les régions où vivent des populations

allopatriques (régions avec une espèce), mais qu'elle décroît dans les régions où vivent des populations sympatriques (régions avec les deux espèces) comme les unités 1 et 2 (56 et 68 % respectivement; Valentin *et al.* 2006). De plus, dans les unités 1 et 2, on a observé une fréquence accrue d'individus possédant des caractères intermédiaires pour les critères *MDH-A** (ex. génotype hétérozygote *MDH-A*12*) et MEVN (ex. muscle bifide passant entre les côtes 2-3 et 3-4). Valentin *et al.* (2006) ont montré que les distributions géographiques et bathymétriques des hétérozygotes (*MDH-A*12*) ainsi que leurs patrons de RMNA et de MEVN ressemblent à ceux observés pour *S. mentella* (*MDH-A*11*), ce qui a historiquement justifié le choix d'assigner les hétérozygotes (*MDH-A*12*) à l'espèce *S. mentella* en absence d'autre critère de discrimination.

La concordance réduite entre les trois critères et la présence significative d'hétérozygotes *MDH-A*12* et d'individus intermédiaires pour le MEVN dans les unités 1 et 2 sont attribuées à de l'hybridation introgressive entre *S. fasciatus* et *S. mentella* (Rubec *et al.* 1991). Le phénomène d'hybridation introgressive implique un événement (dans un passé plus ou moins proche) de fertilisation croisée entre individus des deux espèces (hybridation) produisant des hybrides viables (F1). Ces hybrides F1 se reproduisent ensuite préférentiellement avec un partenaire de l'une ou l'autre des espèces. Puis, leurs progénitures font de même. Au fil des générations, il en résulte l'intégration des gènes d'une espèce dans le patrimoine génétique de l'autre. Ainsi, l'observation du génotype hétérozygote *MDH-A*12* implique que l'individu est d'origine hybride, mais n'indique pas forcément qu'il est un hybride de première génération (F1). En effet, le génotype hétérozygote peut se maintenir au fil des générations, par transmission mendélienne classique, puisque la moitié des descendants d'un individu hétérozygote sera hétérozygote, quel que soit le génotype de l'autre parent. Les analyses réalisées sur divers marqueurs génétiques montrent des résultats qui concordent avec l'hypothèse d'hybridation introgressive entre les espèces (ex. Desrosiers *et al.* 1999 pour l'ADN ribosomal). Sur la base de 8 loci microsatellites, Roques *et al.* (2001) ont montré la présence, restreinte aux unités 1 et 2, d'un groupe d'individus introgressés chez chacune des espèces, en absence d'hybrides F1. Ils ont suggéré que l'hybridation était rare et suivie d'une introgression récurrente, bidirectionnelle et asymétrique (biaisée en faveur de l'incorporation de gènes de *S. fasciatus* dans le génome de *S. mentella*).

En 2009, l'évaluation des stocks des unités 1 et 2 a pour la première fois été réalisée par espèce, en identifiant les espèces sur la base du décompte des RMNA (MPO 2010). Bien que les RMNA soient imprécis pour de l'assignation individuelle, et tout particulièrement en présence d'hybridation introgressive, ils représentent toutefois un critère dont le patron varie entre les deux espèces et qui est facilement identifiable notamment lors des relevés de recherche. Pour cette raison, il a été choisi comme alternative pratique et économique aux analyses génétiques pour estimer la composition spécifique des captures. La méthode développée par le MPO est basée sur une approche trait par trait; elle prend ainsi en considération la tendance du sébaste à être distribué sous forme d'agrégations. Pour chaque trait, le décompte des RMNA est réalisé sur un sous-échantillon de 30 poissons, afin d'obtenir une distribution observée des RMNA. La forme de cette distribution est dépendante de la proportion des deux espèces dans l'échantillon. Pour déterminer cette proportion, on utilise la distribution théorique des RMNA, calculée par espèce, dans les unités 1 et 2. Ces distributions théoriques ont été déterminées, au préalable, sur la base de 4 342 individus récoltés durant le programme multidisciplinaire sur le sébaste (Gascon 2003) dans l'unité 1 (en août, de 1994 à 1997, n = 1 562) et dans l'unité 2 (en juillet-novembre, de 1995 à 1998, n = 2 780). Les 4 342 individus ont d'abord été assignés à l'espèce sur la base du génotype au locus *MDH-A**, en considérant les hétérozygotes comme appartenant à *S. mentella*. Ensuite, pour chacune des espèces, les individus appartenant à chaque classe de RMNA ont été dénombrés pour établir la distribution théorique des RMNA par espèce. Ainsi, la composition spécifique du sous-

échantillon de 30 poissons est estimée en déterminant (avec un test du Chi carré) la proportion des deux espèces nécessaire pour minimiser l'écart entre la distribution observée et la distribution théorique des RMNA pour cette proportion.

STRUCTURE GÉNÉTIQUE DES STOCKS

Une analyse de la variation génétique à 13 loci microsatellites a été réalisée sur un total de 1 091 individus adultes (16 échantillons de *S. mentella* et 19 échantillons de *S. fasciatus*) récoltés dans le nord-ouest Atlantique (Annexe 1). Les résultats suggèrent que les unités 1 et 2 correspondent à une seule population de *S. mentella* (étiquettes rouges, Annexe 1), caractérisée par de l'introgression en provenance de l'autre espèce (non montré, mais disponible dans Valentin *et al.* 2014). Cette population est elle-même distincte des autres populations de *S. mentella* distribuées dans nord-ouest Atlantique (étiquettes noires, Annexe 1). Pour *S. fasciatus*, les résultats suggèrent la présence de cinq populations dans le nord-ouest Atlantique. Une première population de *S. fasciatus* est observée dans la région correspondante aux unités 1 et 2, à l'exclusion de la marge sud de l'unité 2 (étiquettes orange, Annexe 1). Cette population est caractérisée par de l'introgression en provenance de l'autre espèce (non montré, mais disponible dans Valentin *et al.* 2014). Les échantillons *S. fasciatus* récoltés à la marge sud de l'unité 2, incluant l'embouchure du chenal Laurentien, appartiennent à une deuxième population de *S. fasciatus*. Sa distribution s'étend le long de la pente du talus continental (étiquettes vertes, Annexe 1), depuis les Grands Bancs de Terre-Neuve (3LNO) jusqu'à la Nouvelle-Écosse (4W) que nous appellerons « la population atlantique de la pente du talus continental ». Une troisième population de *S. fasciatus* a été mise en évidence dans le bras est du fjord de Bonne Bay, sur la côte ouest de Terre-Neuve (étiquette turquoise, Annexe 1). Les microsatellites ont également révélé la présence d'un quatrième groupe génétique chez *S. fasciatus*. Il regroupe trois échantillons (un dans chacune des unités 1 et 2 et un dans l'unité 3; étiquettes roses, Annexe 1) qui, contrairement aux autres, ne correspondent pas à une population spatialement bien définie à une échelle régionale. L'analyse d'échantillons additionnels serait nécessaire pour documenter ce groupe. Les échantillons récoltés dans le golfe du Maine suggèrent la présence d'une cinquième population génétiquement distincte dans cette région. Une discussion détaillée est disponible dans Valentin *et al.* (2014).

ÉCOSYSTÈME

Pêches et Océans Canada évalue annuellement les conditions océanographiques physiques qui prévalent dans le golfe du Saint-Laurent à l'aide du programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA). Les conditions rencontrées dans le nord du golfe au cours des cinq dernières années (2011 à 2015) étaient généralement plus chaudes comparativement aux moyennes historiques, notamment pour les températures des eaux de surface et des eaux profondes. Par contre, les hivers 2014 et 2015 ont été plus froids que la moyenne, ce qui fait que les caractéristiques de la couche intermédiaire froide de l'été 2014 et 2015 ont été davantage représentatives de la moyenne historique. En 2015, les températures des eaux profondes étaient plus chaudes que la moyenne historique. Les températures à 200 et 300 m ont augmenté dans la plupart des régions depuis 2014, en particulier dans le chenal Anticosti à 200 m de profondeur et dans l'estuaire, le nord-ouest du golfe et le centre du golfe à 300 m (Galbraith *et al.* 2016).

Les différents stocks de harengs (4R, 4S, 4T) sont en santé (MPO 2016b), le stock de capelan (4RST) du golfe est stable (MPO 2015), alors que le stock de maquereau (sous-régions 3-4) est bas (MPO 2014). Le stock de flétan du Groenland (4RST) est stable (MPO 2016c), alors que celui du flétan atlantique (4RST) est en augmentation (MPO 2016d). Le stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent (4T) est très bas et stable (MPO 2016e), alors que celui du nord du

golfe (3Pn, 4RS) est également bas, mais légèrement à la hausse (MPO 2016f). Le stock de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent est élevé et se maintient dans la zone saine depuis plusieurs années (MPO 2016g), tandis que les stocks de sébastes sont bas et stables depuis l'imposition du moratoire.

MESURES DE GESTION

À la fin des années 1950, une pêche dirigée au sébaste s'est développée dans le golfe du Saint-Laurent et dans le chenal Laurentien à l'extérieur du golfe. Avant 1993, la pêche au sébaste était gérée selon trois unités, basées sur les divisions de l'OPANO (Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest) : les divisions 4RST, la division 3P et les divisions 4VWX. En 1993, ces unités de gestion ont été redéfinies principalement pour tenir compte des nouvelles connaissances et de la migration hivernale des stocks de sébastes du golfe vers la région du détroit de Cabot. Les unités de gestion résultantes se définissent comme suit : unité 1, regroupant les divisions 4RST et comprenant pour la période de janvier à mai, les sous-divisions 3Pn4Vn; unité 2, regroupant les divisions 3Ps4Vs, les sous-divisions 4Wfgj et comprenant pour la période de juin à décembre, les sous-divisions 3Pn4Vn; unité 3, regroupant les divisions 4WdehklX (Figure 1).

Les TAC des stocks de sébastes établis selon la nouvelle modalité de gestion, définie en 1993, étaient de 60 000 t dans l'unité 1 pour la période allant du 1 janvier 1993 au 14 mai 1994. Le moratoire sur la pêche de l'unité 1 a ensuite été décrété en 1995. Depuis 1999, le TAC est maintenant de 2 000 t pour la pêche indicatrice dans l'unité 1 pour un cycle de gestion qui s'échelonne du 15 mai au 14 mai de l'année suivante.

Les mesures de conservation du sébaste incluent : l'application d'un protocole pour la protection des petits poissons (22 cm), 100 % de vérification à quai, la production de rapports radio obligatoires au départ et à l'arrivée, l'imposition d'un niveau de couverture par des observateurs (25 % ou 10 % avec système de surveillance des navires (SSN) dans l'unité 1) et l'application d'un protocole sur les prises accessoires (de 5 à 15 % dans l'unité 1). Des périodes de fermetures ont également été instaurées : 1) pour protéger les périodes d'accouplement (automne) et d'extrusion larvaire (printemps) des sébastes, 2) pour réduire au minimum les prélèvements de sébastes de l'unité 1 migrant dans les sous-divisions 3Pn4Vn à la fin de l'automne et en hiver et 3) pour protéger la reproduction de la morue (divisions 4RS). De plus, depuis la mise en place de la pêche indicatrice en 1998, la pêche n'est permise qu'entre les longitudes 59° et 65° (W) à des profondeurs supérieures à 182 m (> 100 brasses) et pour éviter les captures accidentelles de flétan du Groenland, une zone est fermée dans la division 4T depuis août 2009 ([Plan de pêche – pêche indicatrice de l'unité 1 – 2016](#)).

PÊCHES

La pêche au sébaste dans le golfe du Saint-Laurent est caractérisée par trois périodes de forts débarquements (1954-56, 1965-1976 et 1987-1992 (Tableau 1 et Figure 2). De 1960 à 1969, les débarquements annuels moyens étaient de 46 000 t; ils ont atteint en moyenne 82 000 t pour la période 1970 à 1976 (Tableau 1). Le débarquement annuel a culminé à 136 000 t en 1973. Par la suite de 1977 à 1994, les débarquements annuels moyens étaient de 37 000 t. En 1995, un moratoire sur la pêche au sébaste de l'unité 1 a été instauré en raison de la faible abondance du stock et de l'absence de bon recrutement.

Une pêche indicatrice a débuté en 1998 avec un TAC de 1 000 t qui a été augmenté à 2 000 t en 1999. Cette pêche indicatrice se déroule entre le 15 juin et 31 octobre. Elle est effectuée sur des sites traditionnels de pêche à l'aide de chaluts de fonds semblables à ceux utilisés avant le moratoire, entre les longitudes 59° et 65° (W) à des profondeurs supérieures à 182 (100

brasses) et avec un maillage de 90 mm. De 1999 jusqu'à ce jour, le TAC de cette pêche a été maintenu à 2 000 t par an. Entre 2004 et 2008, les débarquements annuels moyens de la pêche indicatrice et des prises accessoires ont atteint 626 t. De 2010 à 2015, les débarquements annuels moyens ont été de 481 t (données préliminaires pour 2014 et 2015).

De 1954 à 1990 (avant le moratoire), les débarquements provenaient principalement des divisions 4R et 4S (Tableau 1 et Figure 2). De 1982 à 1992, il y a eu une augmentation des débarquements en hiver passant de 5 % en 1982 à 45 % en 1992 (Tableau 2 et Figure 3). Ces captures provenaient principalement des divisions 3Pn et 4R. Après le moratoire et suite à la mise en place d'une pêche indicatrice, la distribution spatiale de l'effort de pêche a varié. De 1999 à 2003, la majeure partie de l'effort a été déployée dans les divisions 4T et 4R, le long des pentes du chenal Laurentien, au nord du détroit de Cabot. En plus de ces sites de pêche, des efforts ont été déployés de 2004 à 2006 dans la division 4S du chenal Laurentien. Depuis, la majeure partie de l'effort de la pêche indicatrice a été concentrée dans la division 4T (Figures 4 à 7).

Durant la période 1985 à 1994, les captures de sébastes étaient effectuées principalement à l'aide de chaluts semi-pélagiques et de chaluts de fond. Depuis le moratoire de 1995, la flottille utilisant les chaluts semi-pélagiques n'est plus présente dans le golfe et ne participe donc pas à la pêche indicatrice. De 1998 à 2006, la majorité des efforts de pêche étaient effectués à l'aide de chaluts de fond et depuis 2007, on note une forte augmentation de la proportion de l'effort déployé à l'aide de seines écossaises (Figure 8). Ces deux engins ont un maillage de 90 mm.

Les prises de sébastes dans les pêches dirigées, de la plupart des pêches d'espèces commerciales menées dans l'unité 1, ont été examinées pour les années 1985 à 2014 (les données de 2015 étant préliminaires). Cette analyse révèle que plus de 90 % des prises déclarées de sébastes proviennent de la pêche dirigée au sébaste. La Figure 9 présente la distribution spatiale des débarquements totaux de sébastes de l'unité 1 pour toutes les pêches.

PRISE PAR UNITÉ D'EFFORT (PUE)

Suite à une recommandation du Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH) visant à pallier le manque de données sur le sébaste suite au moratoire de 1995, une pêche indicatrice a été mise en place en 1998. Les informations obtenues dans le cadre de cette pêche par le programme d'observateurs en mer et le programme d'échantillonnage des captures commerciales du MPO comprennent des données sur les débarquements, l'effort de pêche, les prises accessoires et la taille des sébastes capturés. Lors de ses débuts en 1998, la pêche indicatrice était réalisée par deux groupes de navires utilisant des chaluts de fond; soit des bateaux de plus de 30,48 m (100 pieds) et des bateaux de moins de 18,29 m (65 pieds). Le nombre de participants dans chacun de ces groupes a varié au cours des années. Avant 2007, de 1 à 5 bateaux de plus de 30,48 m ont participé à la pêche indicatrice. Par la suite, aucun bateau de ce groupe n'a participé à l'exception d'un seul en 2010. Pour les bateaux du groupe des moins de 18,29 m, entre 6 et 13 bateaux ont pris part annuellement à cette pêche, à l'exception de 2007 où on ne comptait qu'un seul bateau (Figure 10). Cette faible participation a été générée suite à une problématique externe, les données de 2007 ne sont donc pas incluses dans l'indice.

Les taux de captures des pêches commerciales (avant le moratoire) ainsi que ceux de la pêche indicatrice ont été standardisés à l'aide du modèle multiplicatif (Gavaris 1980), afin de produire un indice représentant la performance de la pêche avant et après le moratoire (Annexes 2 et 3).

Cette standardisation tient compte des changements dans la saison de pêche (mois), des différences entre les secteurs (zone unitaire de l'OPANO), des régions et la taille des navires. Ce modèle pondère l'effet de ces facteurs rendant les PUE comparables entre les années. Les

analyses ont été faites avec la procédure GLM du logiciel SAS (9.3). Les activités retenues pour ces analyses sont celles réalisées au chalut de fond entre mai et octobre. Les données utilisées représentent en moyenne plus de 85 % des débarquements réalisés au chalut de fond dans la pêche dirigée au sébaste de l'unité 1. Il est à noter qu'aucune mesure ne permet de distinguer la proportion de chacune des deux espèces de sébastes dans le cadre de cette pêche.

Cet indice montre des PUE élevées avant le moratoire, suivi par une diminution marquée en 1994. Entre 1999 et 2003, l'indice était inférieur à la moyenne de la série (1981-2014). Depuis, il est passablement stable et comparable à la moyenne. Les données de 2015 sont préliminaires (Figure 11). Selon des représentants de l'industrie, les mauvaises conditions du marché et les mesures de gestion (zones de restriction) ont une incidence majeure sur leurs faibles taux de capture.

FRÉQUENCE DE TAILLE DES CAPTURES

De 1981 à 1988, la fréquence de taille des prises commerciales indique que les captures étaient surtout composées de poissons nés au début des années 1970. De 1988 à 1994, les poissons nés au début des années 1980 constituaient les prises dominantes de la pêche (Figure 12). De 1999 à 2015, la majorité des poissons capturés étaient de tailles supérieures à 30 cm. Depuis 1999, la fréquence de taille des captures est plus difficile à établir parce que la pêche est très réduite (notamment à partir de 2006) et par conséquent, un nombre plus faible de poissons est mesuré par les observateurs dans le cadre des programmes d'échantillonnage du MPO. Il apparaît toutefois que la classe d'âge de 1980, constituée principalement de *S. mentella* a commencé à être recrutée à la pêche en 1987 et s'est maintenue dans les captures jusqu'à ce jour. Dans les années récentes (2006-2015), la contribution à la pêche des classes d'âge plus récentes est indiquée par la présence de poissons entre 25 et 35 cm.

RELEVÉS

RELEVÉS DE RECHERCHE DU MPO

Depuis 1984, le MPO effectue un relevé de recherche multidisciplinaire (poissons de fond et crevettes) sur l'ensemble du nord du golfe du Saint-Laurent à l'aide d'un chalut de fond. Ce relevé utilise un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié (Figure 13). De 1984 à 1990, le MPO effectuait ces relevés de recherche à bord du navire Lady Hammond en utilisant le chalut de fond Western IIA. Une analyse récente des données d'une pêche comparative effectuée en 1990 a permis de convertir les captures du relevé Lady Hammond en données équivalentes du relevé Teleost.

En 2004, un autre changement de navire et de type d'engin de pêche a eu lieu et une pêche comparative a été réalisée afin d'assurer la continuité de la série (Bourdages *et al.* 2007). Depuis 2004, l'engin de pêche est un chalut à crevettes Campelen 1800 muni d'un faux bourrelet de type Rockhopper. Une description détaillée du protocole de pêche et d'échantillonnage ainsi que les méthodes de calculs sont présentées dans Bourdages *et al.* (2016). L'ensemble de ces données (Lady Hammond, Needler et Teleost) a permis d'étendre la série historique des indices d'abondances et de biomasse du sébaste à la période 1984 à 2015.

En 2015, 190 stations de pêche ont été exécutées avec succès, soit 58 dans 4R, 84 dans 4S et 48 dans 4T. La couverture de la zone d'étude a été très bonne, toutes les strates ont été échantillonnées avec un minimum de deux stations (Bourdages *et al.* 2016). Il est à noter que ce plan d'échantillonnage inclut l'aire de répartition du sébaste comprise dans les divisions 4RST (Figure 13), ce qui correspond à l'unité 1. Les résultats sont présentés par espèce pour les individus immatures et matures.

La détermination de l'espèce des sébastes est basée sur un décompte des RMNA sur un nombre maximum de 60 sébastes par trait. Le dénombrement des RMNA est moins précis pour les individus de moins de 15 cm. Des analyses génétiques sont alors essentielles pour confirmer l'identification et la proportion de chacune des deux espèces lors d'arrivée de nouvelles cohortes. Les tableaux 3 et 4 présentent les indices d'abondance et de biomasse pour *S. fasciatus* et *S. mentella* respectivement.

La détermination du nombre d'individus matures d'une espèce donnée est basée sur la proportion mature à la longueur par sexe selon une courbe sigmoïde. L'équation de la courbe est sous la forme :

$$\text{Proportion mature} = (e^{a+b*L_{50}}) / (1 + e^{a+b*L_{50}})$$

Les variables sont :

<i>S. fasciatus</i> femelle	$a = -10,605$	$b = 0,441$	$L_{50} = 24,1$
<i>S. fasciatus</i> mâle	$a = -10,687$	$b = 0,545$	$L_{50} = 19,6$
<i>S. mentella</i> femelle	$a = -9,550$	$b = 0,377$	$L_{50} = 25,4$
<i>S. mentella</i> mâle	$a = -7,521$	$b = 0,330$	$L_{50} = 22,8$

Sébaste acadien, *Sebastes fasciatus*

Les nombres moyens et poids moyens par trait de chalut pour le *S. fasciatus* ont chuté entre 1990 et 1994 (Figure 14). Ils sont demeurés à un niveau faible, mais stable jusqu'en 2004. L'augmentation observée chez la population immature entre 2005 et 2007 découle essentiellement du recrutement de la forte classe d'âge de 2003, dont l'abondance a diminué dès 2008 parce qu'elle aurait quitté le golfe. Par la suite, les nombres et les poids moyens sont demeurés à un faible niveau. À partir de 2013, on observe une importante augmentation des indices d'abondance et de biomasse chez la population immature due à l'arrivée de nouvelles cohortes. Le nombre moyen et poids moyen par trait de chalut en 2015 sont au-dessus de leur moyenne de la période 1984-2014 (Figure 14). Pour la population mature de *S. fasciatus*, les nombres et les poids moyens par trait sont toujours faibles et sous la moyenne de la série.

Les distributions des fréquences de taille indiquent de faibles abondances d'individus de grandes tailles depuis 1994 (Figures 15 et 16). La forte cohorte de 2003, présente entre 2005 et 2008, n'est plus visible dans les données du relevé de 2009 à la taille attendue de 20 cm. Les analyses génétiques ont démontré que les poissons de la cohorte 2003 étaient issus de la population de l'atlantique (voir la section recrutement pour des informations complémentaires).

Il est à noter que la diminution du nombre de jeunes observée en 2015 est probablement engendrée par une plus grande précision lors du décompte des rayons de nageoires chez les individus de plus de 15 cm, ce qui aurait favorisé l'identification d'un plus grand nombre de *S. fasciatus* en 2013 et 2014, alors que les analyses génétiques ont confirmé que les nouvelles cohortes (2011 et 2012) sont composées essentiellement de *S. mentella*.

Au début des années 1990, d'importantes concentrations d'adultes ont été observées au nord et à l'est de l'île d'Anticosti, ainsi que dans le secteur sud-ouest de la zone inventoriée. Par la suite, la répartition s'est concentrée au sud-est de l'île d'Anticosti et dans la partie méridionale du chenal Esquiman (Figure 17). De 2011 à 2015, la répartition de l'espèce se rapproche de celle observée au début des années 1990, avec de forts taux de captures à l'ouest et au sud de l'île d'Anticosti, de même que dans le chenal Esquiman.

Sébaste atlantique, *Sebastes mentella*

Les nombres moyens et poids moyens par trait de chalut pour *S. mentella* étaient stables à la fin des années 1980. Ces indices ont chuté entre 1990 et 1994 et sont demeurés faibles et stables jusqu'en 2012. À partir de 2013, on observe une importante augmentation de ces indices dans la fraction immature de la population due à l'arrivée de nouvelles fortes cohortes. En 2015, les indices se situent nettement au-dessus de la moyenne de la période 1984-2014 à des valeurs jamais observées (Figure 18). Pour la population mature, cette importante augmentation n'est visible que dans l'indice des nombres et devrait se propager dans l'indice en poids dans les prochaines années.

Les distributions des fréquences de taille indiquent de faibles abondances d'individus de grandes tailles depuis 1994 (Figures 15 et 16). Le mode à 10 cm observé en 2013 devient modal à 13 cm en 2014 et à 16 cm en 2015. Plusieurs individus d'environ 10 cm sont aussi présents en 2015. Le patron de distribution spatiale de *S. mentella* adulte observé au début des années 1990 indique une vaste répartition s'étendant au sud et à l'est de l'île d'Anticosti. Par la suite, la distribution a été plus restreinte avec d'importantes concentrations au sud-est de l'île d'Anticosti, notamment dans les eaux plus profondes du chenal Laurentien. De 2011 à 2015, on observe une répartition qui s'étend vers l'est de l'île d'Anticosti ainsi que vers l'est au niveau du chenal Esquiman (Figure 19).

De 2011 à 2015, le patron de distribution des jeunes *S. fasciatus* et *S. mentella* de taille < 20 cm s'étend davantage dans l'ensemble du golfe. De forts taux de captures ont été enregistrés dans le chenal Esquiman, au sud-ouest de Terre-Neuve, au sud-est de l'île d'Anticosti, vers l'estuaire et dans le secteur ouest du golfe (Sept-Îles) (Figure 20).

RELEVÉS DES PÊCHES SENTINELLES

En place depuis 1994 dans l'est du Canada, le programme des pêches sentinelles est un programme de collaboration entre le MPO secteur des sciences et les pêcheurs, créé afin de pallier au manque d'informations sur les stocks de morue. Des pêches sont réalisées par les pêcheurs (contrats octroyés par appel d'offres) selon des protocoles scientifiques élaborés par le secteur des Sciences du MPO. Dans le nord du golfe du Saint-Laurent, ce programme comprend deux volets soit le volet engin mobile (chalut) et le volet engins fixes (filet maillant et palangre). Seul le relevé au chalut est utilisé à titre d'indice d'abondance du sébaste.

La validation, l'analyse et l'interprétation des données sont assurées par le secteur des sciences du MPO. Les données du programme des pêches sentinelles sont disponibles sur le site de [l'Observatoire global du Saint-Laurent](#).

Ce relevé est réalisé annuellement en juillet. Il vise principalement la morue, le sébaste, le flétan atlantique et le flétan du Groenland. Il comprend près de 300 stations réparties sur la base d'un plan d'échantillonnage stratifié aléatoire (Figure 13). Les méthodes de calcul tiennent compte du poids de chacune des strates au même titre que le relevé de recherche du MPO. L'engin de pêche est un chalut *Star Balloon 300* monté sur un bicycle *Rock Hopper*. Le maillage est de 145 mm avec une doublure de 40 mm dans le cul du chalut. Les traits standards, d'une durée de 30 minutes, sont faits à une vitesse de 2,5 nœuds. La durée de 30 minutes est calculée à partir du moment où les treuils sont arrêtés (après le déploiement de l'engin) jusqu'au moment où les treuils sont remis en marche pour relever le chalut. À noter qu'à l'inverse du relevé du MPO, le relevé sentinelle ne couvre pas l'Estuaire du Saint-Laurent.

L'indice en nombre moyen de sébastes par trait était stable et au niveau de la moyenne (1995-2014) de 1996 à 1999 (Figure 21). Il a diminué par la suite et se situait sous la moyenne jusqu'en 2005. On note une augmentation de l'indice entre 2006 et 2007 avec le passage de la

forte cohorte de 2003. Avec la disparition de cette cohorte, l'indice a diminué et se situait sous la moyenne de 2009 à 2013. En 2014 et 2015, l'indice montre une forte augmentation avec des valeurs nettement au-dessus de la moyenne et à des niveaux jamais observés dans ce relevé. Cette forte augmentation est due à l'arrivée de l'abondante cohorte de 2011 que l'on observe dans les fréquences de taille de 8 et 9 cm en 2013 (Figure 22). Les cohortes de 2012 et 2013 sont également d'abondance très élevée dans ce relevé.

L'indice en poids moyen par trait a été élevé, stable et au-dessus de la moyenne de 1996 à 1999, puis il a chuté en 2000 et a continué à diminuer graduellement jusqu'en 2013 se situant sous la moyenne de la série 1995-2014 pour toute cette période (Figure 21). En 2014 et 2015, l'indice de poids moyen par trait est en augmentation et en 2015, il se situe au-dessus de la moyenne à une valeur comparable à celle de 1997 (Figure 21).

RECRUTEMENT

Dans l'Atlantique nord-ouest, le sébaste est caractérisé par une variabilité importante de son recrutement (Valentin *et al.* 2015). Le recrutement du sébaste a été faible dans les unités 1 et 2 au cours des années 1990 et 2000. Certaines classes d'âge qui semblaient fortes à un jeune âge dans des relevés de recherche, en particulier dans l'unité 1, ont diminué considérablement en l'espace de quelques années sans contribuer aux populations d'adultes ou à la pêche. Des analyses génétiques ont été effectuées pour : 1) déterminer la composition en espèces des fortes classes d'âge qui ont soit contribué de manière importante à la pêche, soit disparu avant d'y contribuer, afin de déterminer si le succès ou l'échec du recrutement des sébastes peut être attribué à une des deux espèces en particulier; et 2) évaluer la variabilité temporelle de la répartition des espèces de sébastes et de la structure des stocks. L'information requise a été obtenue à l'aide d'analyses de l'ADN (avec 13 marqueurs microsatellites) de matériel adhérent à des otolithes archivés, appartenant aux juvéniles de fortes classes d'âge historiques de sébaste (*Sebastes* spp.) échantillonnés dans les unités 1 et 2 et les régions adjacentes. Cinq vagues de recrutement relativement fortes ont été sélectionnées à partir des données des relevés scientifiques. Au total, 970 individus juvéniles ont été individuellement assignés à l'espèce, sur la base des microsatellites (Annexe 1), puis regroupés par classe d'âge (1973, 1980, 1985, 1988 et 2003) et région (unité 1, nord de l'unité 2, sud de l'unité 2, 3O et 3N). Les données génétiques des 18 échantillons ainsi obtenus ont été analysées conjointement avec celles ayant servi à décrire la structure des populations adultes (Valentin *et al.* 2015).

Les résultats ont montré que la composition spécifique d'une classe d'âge constitue une information clef pour la compréhension de la dynamique de recrutement, en révélant que les espèces de sébaste ont des patrons de dispersion spatiale distincts et propres aux populations (voir Valentin *et al.* 2015 pour une discussion détaillée). Dans la région du golfe du Saint-Laurent (unité 1) et au sud de Terre-Neuve (unité 2), la dernière forte classe d'âge (celle de 1980 qui a supporté la pêche pendant plus de 30 ans) appartenait à *S. mentella*. Cette classe d'âge (triangle rouge dans l'Annexe 1) était génétiquement identique à la population adulte, elle-même génétiquement homogène, distribuée dans les unités 1 et 2. Cette observation suggère une origine locale de la classe d'âge de 1980. Par contre, les quatre classes d'âge (1973, 1985, 1988 et 2003) qui semblaient abondantes à un jeune âge dans les relevés de recherche des unités 1 et 2, mais qui ont contribué seulement marginalement à la population adulte et à la pêche de la région, appartenaient à *S. fasciatus* (symboles verts dans l'Annexe 1) et portaient la signature génétique de la population atlantique adulte de la pente du talus continental. Les courants océaniques et les tendances spatio-temporelles d'abondance en fonction de l'âge suggèrent que cette dernière population utilise le golfe du Saint-Laurent comme pouponnière; les larves et/ou les jeunes juvéniles dériveraient vers le golfe du Saint-Laurent puis, 5 à 6 ans

plus tard, les juvéniles plus âgés retourneraient vers leur lieu de naissance dans l'Atlantique le long de la pente du talus continental.

Les plus récents relevés dans l'unité 1 indiquent la présence de deux fortes classes d'âges consécutives produites en 2011 et en 2012. Un total de 770 juvéniles, de taille correspondante à ces classes d'âge, ont été récoltés en 2013 et en 2014 dans les unités 1 et 2 (classe d'âge 2011 dans l'unité 1 : relevé du MPO en 2013, longueur moyenne de $9,1 \pm 0,7$ cm; classe d'âge 2011 dans l'unité 2: relevé du *Groundfish Enterprise Allocation Council* (GEAC) 2014, longueur moyenne de $14,3 \pm 0,9$ cm; classe d'âge 2012 dans l'unité 1 : relevé du MPO en 2014, longueur moyenne de $9,0 \pm 0,7$ cm; étoiles dans l'Annexe 1). Des analyses génétiques ont été réalisées sur ces individus, en utilisant les mêmes 13 loci microsatellites que ceux analysés chez les juvéniles des classes d'âge historiques et les adultes. Les analyses de groupement réalisées sur les données génétiques ont montré que 91 % des individus analysés appartenaient à *S. mentella*, ce qui suggère que les abondantes classes d'âge de 2011 et 2012 sont dominées par *S. mentella* (histogrammes dans l'Annexe 1). Il est à noter que cette proportion ne peut pas être utilisée pour estimer de façon précise la proportion de chaque espèce dans cette nouvelle cohorte. Les résultats ont également montré que ces échantillons de *S. mentella* (étoiles rouges dans l'Annexe 1) possédaient la signature génétique de la population adulte distribuée dans les unités 1 et 2. Ces observations laissent présager que les sébastes des classes d'âge de 2011 et 2012 ne devraient pas quitter la région et pourraient donc favoriser le rétablissement de la population de *S. mentella* des unités 1 et 2. Les juvéniles *S. fasciatus* des classes d'âge 2011 et 2012 (étoiles orange dans l'Annexe 1) portaient la signature génétique d'introgression avec *S. mentella*, caractéristique des adultes de la région, ce qui suggère également une origine locale.

ANALYSES

INDICATEUR DE TAUX D'EXPLOITATION

Un indicateur de taux d'exploitation relatif (ou F relatif) a été estimé pour le sébaste. Ce taux est exprimé en proportion des prises annuelles des pêches commerciales par rapport à la biomasse exploitable estimée à l'aide des données des relevés du MPO. Les nombres annuels de poissons (pêches commerciales) selon la longueur ont été transformés en nombres à la longueur exploitable à l'aide d'une courbe de sélectivité pour un chalut de fond de maillage 88 mm (Lisovsky *et al.* 1995). Ces nombres sont par la suite transformés en biomasse exploitable à l'aide d'une relation poids-longueur. De 1984 à 1994, l'indicateur du taux d'exploitation (Figure 23) variait entre 0,05 et 0,25 et il se maintient à moins de 0,03 depuis le moratoire.

APPROCHE DE PRÉCAUTION

Les points de références de l'approche de précaution de 2011 (MPO 2012) dérivée d'un modèle bayésien de production excédentaire sur la biomasse mature ont été révisés en décembre 2015 n'engendrant que des modifications mineures (McAllister et Duplisea 2016). Selon ces points de référence, la situation des deux stocks s'est améliorée. Toutefois, les biomasses matures sont encore dans les zones critiques : *S. mentella* à 32 kt (Biomasse limite (Blim) de 216 kt); *S. fasciatus* à 43 kt (Blim de 147 kt) (Figure 24). Ce constat ne devrait pas changer au cours des 3 prochaines années.

PERSPECTIVES

L'évaluation actuelle n'est pas fondée sur un modèle de population, ce qui complique la projection de la force des classes d'âge pour les années à venir. Les indices dérivés du relevé

montrent que les classes d'âge de 2011, de 2012 et de 2013 de *S. mentella* et la classe d'âge de 2011 de *S. fasciatus* se situaient bien au-dessus de la moyenne avant le début du relevé. En conséquence, il est attendu que ces classes d'âge aient de fortes répercussions sur le recrutement et la biomasse des individus matures au cours des prochaines années. Nous avons donc effectué une analyse fondée sur la croissance individuelle et ses variations, mais pas sur la force des classes d'âge, afin d'indiquer le moment où ces classes d'âge pourraient être recrutées à la pêche et où elles pourraient devenir plutôt utiles pour la pêche. Ainsi, il est possible de savoir à quel moment ces poissons deviendront les plus importants pour la pêche, mais il est impossible d'en prédire les nombres.

Une courbe de croissance unique a été élaborée pour *S. mentella* afin de déterminer si une cohorte pourrait être recrutée à une catégorie de taille donnée. Les principaux paramètres de croissance ont été prélevés à partir d'estimations de la taille modale de la cohorte de 1981 de l'unité 1 et soumis à une contrainte de $L_{\infty} > 42$ cm. Même s'il n'y avait pas d'estimation modale de cette cohorte à cette taille, il existe de nombreux registres des pêches de poissons de ce stock affichant une taille supérieure à 42 cm. Cependant, afin de tenir compte de l'incertitude entourant la longueur selon l'âge, une série de courbes différentes ont été utilisées (annexe 4). Ces courbes reflètent les ajustements libre et limité apportés à la cohorte de 1981 ainsi que les ajustements découlant d'autres études. La plupart de ces études ont été menées dans l'Atlantique Nord-Ouest. L'utilisation d'autres études visait à intégrer l'incertitude entourant la taille selon l'âge dans un contexte plus large que l'incertitude produite par le paramétrage. Étant donné que les cohortes évoluent peut-être de manière différente, le fait d'utiliser un coefficient de variation (CV) de la longueur selon l'âge tiré de plusieurs études, périodes et zones adjacentes permet d'obtenir une plus vaste plage d'incertitude entourant la croissance pour les nouvelles cohortes. Le CV sur la longueur à l'âge 8 s'explique par le fait que l'âge 8 est un âge où la plupart des stocks de *S. mentella* comportent de nouvelles recrues et sont donc récemment devenus importants pour la pêche. Par conséquent, aux fins de la présente analyse, les paramètres de la courbe de croissance ont été créés à partir des données pour ce stock en particulier tandis que l'incertitude entourant la longueur selon l'âge était dérivée de plusieurs études.

Le tableau 5 montre la proportion d'une cohorte qui pourrait être recrutée à différentes longueurs selon l'âge en fonction d'une courbe de croissance de Von Bertalanffy et d'un CV de la longueur selon l'âge. Ce CV est censé être symétrique par rapport à la moyenne (distribution normale). La taille minimale réglementaire pour le sébaste est de 22 cm, et le tableau 5 indique clairement que 48 % de la forte cohorte de 2011 pourra être recrutée à cette taille d'ici 2018, mais seulement 5,6 % de cette cohorte affichera une longueur supérieure à 25 cm à ce moment-là. Avec ces paramètres de croissance et cette incertitude, 91,6 % de la cohorte sera recrutée à la taille réglementaire minimale de 22 cm et d'ici à ce qu'elle atteigne l'âge 9 en 2020.

La proportion de l'abondance et de la biomasse à la taille réglementaire montre des différences importantes, surtout chez les individus de plus petite taille (tableau 5). D'ici 2018, 38,7 % de la biomasse de la cohorte devrait avoir atteint la taille réglementaire. Comme pour l'abondance, 89 % de la biomasse de la cohorte de 2011 devrait mesurer 22 cm d'ici à ce qu'elle atteigne l'âge 9 en 2020. Plus intéressant pour la pêche qui préfère les poissons plus gros et plus rentables, 68,6 % de la moyenne de la biomasse de la cohorte de 2011 devrait mesurer 25 cm ou plus d'ici 2021, et d'ici 2023, 92,4 % de la biomasse de la cohorte de 2011 mesurera plus de 25 cm.

Puisqu'il s'agit de calculs d'un état stable et qui ne dépend pas de l'abondance d'une cohorte, ce tableau s'applique également à toutes les cohortes s'il est généralisé en fonction de l'âge, c'est-à-dire que la cohorte de 2012 a les mêmes valeurs, tout en étant décalée d'un an. Les cohortes de 2011, de 2012 et de 2013 de *S. mentella* sont toutes au-dessus de la moyenne, et

si on les considère comme un ensemble, d'ici l'âge 12, plus de 90 % de la biomasse et de l'abondance de la cohorte mesureront plus de 25 cm. Ainsi, pour la période allant de 2023 à 2025, un grand nombre de ce stock de *S. mentella* pourrait être prélevé si la mortalité par la pêche sur ces cohortes entre aujourd'hui et cette période n'est pas trop élevée, et si le taux de mortalité naturelle n'augmente pas.

La présente analyse met principalement l'accent sur la classe d'âge de 2011 de *S. mentella*. Les paramètres de croissance ne sont pas nettement différents entre ces deux espèces et, par conséquent, étant donné la nature générale de la présente analyse, nous nous attendons à ce qu'elle puisse aussi s'appliquer en quelque sorte à *S. fasciatus*.

Ce calcul n'est pas une projection de la population. Il contient certaines hypothèses, comme la constance du taux de mortalité (M) pour l'ensemble des classes d'âges et des périodes, et elle ne tient pas compte des changements dans la répartition de la taille de la population qui pourraient découler de la pêche.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Sylvie Brulotte et Martin Castonguay pour la révision du manuscrit. Nous tenons à souligner l'excellente collaboration de l'ensemble des intervenants œuvrant dans différentes organisations (associations de pêcheurs, scientifique, administrateur) assurant le succès des relevés de recherche. Nous désirons également remercier les membres d'équipage et les scientifiques soutenant les relevés du MPO sur le Teleost ainsi que les équipes d'échantillonneurs du Québec, des Maritimes et de Terre-Neuve.

RÉFÉRENCES

- Atkinson, D.B., et Power, D. 1991. [The redfish stock issue in 3P, 4RST, and 4VWX](#). CAFSAC Res. Doc. 91/38, 47 p.
- Bourdages, H., Savard, L., Archambault, D., et Valois, S. 2007. Résultats des expériences de pêche comparative d'août 2004 et 2005 dans le nord du golfe du Saint-Laurent, entre le NGCC *Alfred Needler* et le NGCC *Teleost*. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2750 : ix + 57 p.
- Bourdages, H., Brassard, C., Desgagnés, M., Galbraith, P., Gauthier, J., Légaré, B., Nozères, C., Parent, E., et Schwab, P. 2016. [Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2015 dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2016/004. v + 88 p.
- Campana, S.E., Zwanenburg, K.C.T., et Smith, J.N. 1990. 210Pb/226Ra determination of longevity in redfish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47 : 163–165.
- Campana, S.E., Valentin, A.E., MacLellan, S.E., et Groot, J.B. 2016. Image-enhanced burnt otoliths, bomb radiocarbon and the growth dynamics of redfish (*Sebastes mentella* and *S. fasciatus*) off the eastern coast of Canada. Mar. Freshwater Res. 67 : 925–936.
- Desrosiers, B., Sévigny, J.-M., et Chanut, J.-P. 1999. Restriction fragment length polymorphism of rDNA in the redfishes *Sebastes fasciatus* and *S. mentella* (Scorpaenidae) from the Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool. 77 : 267–277.
- Duplisea, D.E., Power, D., et Comeau, P. 2012. [Reference points for eastern Canadian redfish \(*Sebastes*\) stocks](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/105. ii + 22 p.

-
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Caverhill, C., Nicot, P., Gilbert, D., Pettigrew, B., Lefavre, D., Brickman, D., Devine, L., et Lafleur, C. 2016. [Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2015](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/056. v + 90 p.
- Gascon, D. (éd.). 2003. Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2462 : xiv + 148 p.
- Gavaris, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. Can J. Fish. Aquat. Sci. 37 : 2272-2275.
- Hamon, P-Y. 1972. Le sébaste, *Sebastes marinus* sp. Lieux de pêche, biologie, exploitation. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 36(3), 1972, p. 337–352.
- Lisovsky S.F., Tretjak V.L., Kiseleva V.M., et Kotljarov S.M. 1995. On minimum mesh-size during deepwater Redfish fishery with mid-water trawl in NAFO division 3NO. NAFO SCR Doc. 95/25. Serial No 2533, 9 p.
- McAllister, M. and Duplisea, D.E. 2016. [An updated production model fitting for redfish \(*Sebastes fasciatus* and *Sebastes mentella*\) in Units 1 and 2](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/084. iv + 6 p.
- Morin, B., Power, D., et Gagnon, P. 1994. [Distribution of redfish \(*Sebastes* spp.\) in the Gulf of St. Lawrence and in Laurentian Channel based on RV surveys and commercial fishery catch rates](#). DFO Atl. Fish. Res. Doc. 94/91, 52 p.
- Morin, B., Bernier, B., Bourdages, H., Bernier, D., et Camirand, R. 2001. [L'état du stock de sébaste de l'unité 1 \(golfe du Saint-Laurent\) en 2000](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2001/001. v+ 24p.
- MPO. 2010. [Évaluation des stocks de sébastes \(*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*\) des unités 1 et 2 en 2009](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2010/037.
- MPO. 2011. [Évaluation du potentiel de rétablissement du sébaste \(*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*\) dans l'Atlantique Nord-Ouest](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/044. (Erratum : juin 2013).
- MPO. 2012. [Points de référence pour le sébaste \(*Sebastes mentella* et *Sebastes fasciatus*\) dans l'Atlantique Nord-Ouest](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/004. (Erratum : juin 2013).
- MPO. 2014. [Évaluation du stock de maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique \(sous-régions 3 et 4\) en 2013](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/030.
- MPO. 2015. [Mise à jour des indicateurs de l'état du stock de capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent \(divisions 4RST\) en 2014](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/032.
- MPO. 2016a. [Évaluation des stocks de Sébastes \(*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*\) des unités 1 et 2 en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/047.
- MPO. 2016b. [Évaluation des stocks de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve \(Division 4R\) en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/024.
- MPO. 2016c. [Mise à jour des principaux indicateurs de l'état du stock de flétan du Groenland du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/003.
- MPO. 2016d. [Mise à jour des indicateurs de l'état du stock de flétan atlantique du golfe du Saint-Laurent \(4RST\) en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2016/008.
-

-
- MPO. 2016e. [Évaluation de la morue franche \(*Gadus morhua*\) du sud du golfe du Saint-Laurent \(Div. de l'OPANO 4T-4Vn \(nov. – avril\)\) jusqu'en 2014](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/061.
- MPO. 2016f. [Mise à jour des indicateurs de l'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/009.
- MPO. 2016g. [Évaluation des stocks de crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2015](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/012.
- Ni, I-H., et Templeman, W. 1985. Reproductive cycles of Redfishes (*Sebastes*) in Southern Newfoundland waters. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 6 : 57-63.
- Power, D. 2003. Analyse rétrospective de la distribution des prises de sébaste : déductions sur les migrations du sébaste par analyse des renseignements des journaux de pêche commerciale dans les unités de gestion 1 à 3 de 1988 à 1992. pp 57–70. In : Gascon, D. (éd.). 2003. Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2462 : xiv + 148 p.
- Roques, S., Duchesne, P., et Bernatchez, L. 1999. Potential of microsatellites for individual assignment: the North Atlantic redfish (genus *Sebastes*) species complex as a case study. *Mol. Ecol.* 8 : 1703–1717.
- Roques, S., Sévigny, J.-M., et Bernatchez, L. 2001. Evidence for broadscale introgressive hybridization between two redfish (genus *Sebastes*) in the Northwest Atlantic redfish: a rare example. *Mol. Ecol.* 10 : 149–165.
- Rubec, P. J., McGlade, J.M., Trottier, B.L., et Ferron, A. 1991. Evaluation of methods for separation of Gulf of St Lawrence beaked redfishes, *S. fasciatus* and *S. mentella*: malate dehydrogenase mobility patterns compared with extrinsic gasbladder muscle passages and anal fin ray counts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48 : 640–660.
- Saborido-Rey, F., Garabana, D., et Cervinõ, S. 2004. Age and growth of redfish (*Sebastes marinus*, *S. mentella*, and *S. fasciatus*) on the Flemish Cap (Northwest Atlantic). *ICES J. Mar. Sci.* 61 : 231–242.
- Stransky, C., Gudmundsdóttir, S., Sigurdsson, T., Lemvig, S., Nedreaas, K., et Saborido-Rey, F. 2005. Age determination and growth of Atlantic redfish (*Sebastes marinus* and *S. mentella*): bias and precision of age readers and otolith preparation methods. *ICES J. Mar. Sci.* 62 : 655–670.
- Valentin, A., Sévigny, J.-M., Power, D., Branton, R.M., et Morin, B. 2006. Extensive sampling and concomitant use of meristic characteristics and variation at the MDH-A* locus reveal new information on redfish species distribution and spatial pattern of introgressive hybridization in the Northwest Atlantic. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.* 36 : 1–16.
- Valentin, A.E., Penin, X., Chanut, J.-P., Power, D., et Sévigny, J.-M. 2014. Combining microsatellites and geometric morphometrics for the study of redfish (*Sebastes* spp.) population structure in the Northwest Atlantic. *Fish. Res.* 154 : 102–119. doi.org/10.1016/j.fishres.2014.02.008.
- Valentin, A.E., Power, D., et Sévigny, J.-M. 2015. Understanding recruitment patterns of historically strong juvenile year-classes in redfish (*Sebastes* spp.): the importance of species identity, population structure, and juvenile migration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(5) : 774–784. doi.org/10.1139/cjfas-2014-0149.
-

TABLEAUX

Tableau 1. Débarquements (t) annuels de sébastes par division OPANO dans l'unité 1 de 1953 à 2015.

Année	4R	4S	4T	3Pn	4Vn	Total
				Jan. - Mai	Jan. - Mai	
1953	5 981	48	2 337	0	0	8 366
1954	12 867	3 048	16 853	0	0	32 768
1955	38 520	8 739	2 598	0	0	49 857
1956	25 675	17 900	3 259	0	0	46 834
1957	17 977	13 365	2 989	0	0	34 331
1958	9 716	11 076	1 778	0	0	22 570
1959	9 744	5 620	1 614	0	135	17 113
1960	5 512	4 678	2 028	0	612	12 830
1961	3 927	4 482	1 982	2	669	11 062
1962	1 609	3 444	1 532	5	561	7 151
1963	6 908	9 674	3 212	443	580	20 817
1964	9 967	16 843	2 890	243	581	30 524
1965	20 115	23 517	5 195	3 232	770	52 829
1966	33 057	24 133	8 025	1 881	866	67 962
1967	30 855	30 713	8 468	995	874	71 905
1968	43 643	40 228	7 092	668	3 633	95 264
1969	36 683	41 352	10 840	1 912	1 533	92 320
1970	37 419	40 917	9 252	1 521	1 394	90 503
1971	27 954	43 540	7 912	593	2 190	82 189
1972	26 084	46 788	7 457	128	2 135	82 592
1973	68 074	47 594	14 496	1 521	4 416	136 101
1974	30 896	25 684	6 909	1 505	2 087	67 081
1975	30 838	28 499	6 064	3 378	1 273	70 052
1976	19 963	16 394	1 626	4 523	1 872	44 378
1977	5 620	7 906	2 314	772	460	17 072
1978	3 084	6 352	4 155	1 067	276	14 934
1979	3 763	7 629	3 642	1 185	206	16 425
1980	4 809	8 125	1 898	527	180	15 539
1981	7 685	10 173	2 691	973	523	22 045
1982	9 410	13 824	3 222	63	212	26 731
1983	10 463	11 495	2 547	322	147	24 974
1984	12 123	12 700	9 988	936	80	35 827
1985	11 479	13 029	3 559	201	65	28 333
1986	11 151	18 479	3 963	2 540	281	36 414
1987	11 547	16 772	5 992	3 234	5 901	43 446
1988	15 518	14 480	8 828	6 917	6 149	51 892
1989	17 805	15 419	9 755	5 440	4 063	52 482
1990	26 985	17 740	5 397	5 671	6 141	61 934
1991	40 661	3 984	6 494	10 349	6 039	67 527
1992	30 000	11 385	8 151	14 111	14 106	77 753

Tableau 1. (suite).

Année	4R	4S	4T	3Pn	4Vn	Total
				Jan. - Mai	Jan. - Mai	
1993 ¹	16 475	4 769	4 132	17 387	8 392	51 156
1994	2 745	2 378	5 166	5 085	4 211	19 586
1995 ²	27	8	13	0	2	50
1996	28	3	41	1	0	74
1997	6	10	20	0	1	38
1998 ³	118	86	190	0	5	399
1999	589	63	456	0	2	1 110
2000	794	53	258	11	1	1 117
2001	711	6	370	84	3	1 173
2002	689	50	466	13	6	1 224
2003	484	65	288	0	1	838
2004	486	34	413	0	9	941
2005	562	87	325	0	2	975
2006	126	52	512		4	694
2007	5	22	78	0	0	106
2008	62	9	348	0	1	420
2009	95	15	525	0	0	635
2010	164	53	330	0	2	549
2011	113	42	475	0	1	630
2012	148	172	378	0	1	699
2013	65	121	280	0	0	466
2014 ⁴	37	34	287	0	9	366
2015 ⁴	4	55	120	0	0	179

¹ Début de l'unité 1 de gestion du sébaste

² Début du moratoire

³ Début de la mise en place de la pêche indicatrice

⁴ Données préliminaires

Tableau 2. Débarquements (t) mensuels de sébastes par mois dans l'unité 1 de 1985 à 2015.

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1985	853	398	16	378	1 906	3 205	3 888	3 254	4 788	6 247	2 936	793
1986	2 020	194	183	1 240	2 576	4 934	6 041	5 265	3 909	4 612	2 907	1 767
1987	3 183	1 621	2 760	3 010	3 824	4 988	5 429	5 514	4 905	3 249	2 314	2 719
1988	4 464	3 239	3 455	5 244	5 743	3 271	5 019	3 376	4 137	5 977	3 416	1 650
1989	4 995	2 292	1 439	4 496	6 794	4 220	4 926	3 111	4 173	6 879	5 693	3 724
1990	8 260	4 619	1 222	2 955	4 837	4 600	3 536	2 484	4 677	7 542	6 157	4 274
1991	9 174	5 927	6 259	6 428	1 976	2 228	5 911	5 328	6 298	6 823	6 595	4 410
1992	11 329	9 755	5 846	10 377	6 891	3 743	7 774	5 159	4 807	4 676	4 414	2 686
1993	4 263	8 013	6 658	4 362	4 330	2 337	5 682	5 042	3 833	3 013	557	3 383
1994	2 154	1 275	3 510	2 064	540	1 971	3 865	1 916	1 299	843	188	85
1995				2	1	5	26	14	1	1	0	
1996	1	1	2	1	1	27	24	13	0	4	0	1
1997	2	2	2	3	1	5	14	3	3	2	1	2
1998	5			0	1	11	228	138	16	5	4	
1999			2		1	230	523	214	63	75	3	
2000	10		1	0	2	151	346	99	273	167	68	0
2001	72	12		2	2	170	464	145	266	37	2	0
2002	16	0	2	1	3	224	391	350	148	89	1	
2003			0	0	2	31	435	155	145	70	1	
2004	9			0	1	213	239	181	178	108	6	5
2005		1		0	2	136	306	416	61	49	1	4
2006	4			0	1	233	168	246	21	5	12	5
2007	0	0		0	2	84	7	5	3	4	1	0
2008	0			0	2	171	169	22	52	1	2	1
2009				0	2	216	338	63	15	1	0	0
2010	2	0		0	1	257	206	66	15	2	0	
2011				0	3	306	259	56	5	0	0	
2012	0		0	0	3	312	293	72	17	0	0	0
2013				1	2	181	234	45	1	1	0	1
2014*	7	2		1	1	168	164	5	10	8	0	
2015*				0	1	44	57	69	8	0	0	

*Données préliminaires

Tableau 3. Indice d'abondance et de biomasse de *S. fasciatus* lors du relevé de recherche du MPO dans les divisions OPANO 4RST (unité 1) de 1984 à 2015.

Année	Abondance (1 000 000)			Biomasse (tonnes)		
	Immature	Mature	Total	Immature	Mature	Total
1984	4 049,0	525,8	4 604,3	122 641	232 456	362 001
1985	1 256,6	423,3	1 681,1	63 399	147 658	303 334
1986	618,5	432,7	1 050,8	51 871	138 294	189 759
1987	1 149,0	421,7	1 570,5	35 271	125 699	160 941
1988	812,5	1 059,5	1 872,0	55 618	352 356	407 910
1989	592,2	1 053,0	1 646,8	46 629	355 229	400 934
1990	2 622,8	714,0	3 339,7	59 272	265 644	325 351
1991	4 284,3	511,9	4 792,8	107 273	188 851	295 856
1992	716,6	505,7	1 222,5	36 018	208 156	244 181
1993	182,5	324,8	507,2	18 546	108 978	127 521
1994	72,7	142,1	213,8	6 269	71 229	77 270
1995	51,6	25,7	77,3	2 526	11 320	13 772
1996	51,6	24,2	75,9	2 209	10 181	12 375
1997	79,0	55,5	134,6	3 583	26 247	29 836
1998	251,4	149,7	401,0	14 343	48 128	62 468
1999	188,1	34,2	222,2	7 393	13 265	20 659
2000	301,9	49,8	351,8	11 722	19 045	30 749
2001	192,7	47,9	241,5	6 404	21 796	28 271
2002	143,0	41,1	183,7	6 635	15 198	21 781
2003	232,5	194,0	427,1	13 944	72 103	86 256
2004	119,8	46,9	165,7	7 929	14 492	22 535
2005	4 394,0	65,9	4 465,8	47 014	24 433	71 451
2006	1 899,6	130,8	2 031,3	78 908	37 642	116 550
2007	1 901,6	128,5	2 032,1	78 920	24 090	103 010
2008	496,7	142,1	639,9	25 579	52 679	78 258
2009	244,3	57,0	301,5	10 913	18 465	29 382
2010	236,3	61,3	304,0	13 771	23 129	37 167
2011	122,3	71,5	193,9	9 038	28 263	37 302
2012	252,4	77,1	318,8	10 806	24 964	35 770
2013	2 430,0	108,8	2 538,9	25 251	44 478	69 771
2014	3 138,2	136,6	3 274,8	71 832	38 752	110 602
2015	1 434,9	177,2	1 612,0	58 757	44 381	103 134

Tableau 4. Indice d'abondance et de biomasse de *S. mentella* lors du relevé de recherche du MPO dans les divisions 4RST (unité 1) de 1984 à 2015.

Année	Abondance (1 000 000)			Biomasse (tonnes)		
	Immature	Mature	Total	Immature	Mature	Total
1984	1 919,4	751,9	2 676,4	74 617	371 166	446 958
1985	631,9	480,8	1 111,7	48 995	250 292	375 753
1986	692,6	570,4	1 262,7	75 394	274 216	348 863
1987	1 073,5	976,7	2 049,0	147 699	418 125	565 677
1988	494,2	816,1	1 310,3	73 303	316 118	389 407
1989	328,1	737,4	1 065,6	56 971	289 149	346 190
1990	865,1	963,8	1 828,9	64 188	442 953	507 133
1991	1 455,8	460,7	1 916,2	52 104	208 745	260 826
1992	278,1	323,4	601,5	25 735	144 296	170 030
1993	67,2	217,3	284,5	9 566	93 652	103 217
1994	49,6	107,8	155,8	5 745	56 014	61 208
1995	39,4	131,4	170,7	5 800	73 625	79 388
1996	42,6	103,6	146,2	4 533	59 241	63 774
1997	37,5	95,7	133,2	4 000	54 211	58 211
1998	44,2	46,6	90,8	2 959	27 030	29 989
1999	61,0	76,9	137,9	4 093	47 858	51 951
2000	80,2	82,1	162,3	5 110	49 547	54 655
2001	44,8	68,0	112,9	3 832	43 549	47 396
2002	34,6	119,0	153,4	3 778	75 997	79 741
2003	83,2	210,8	294,1	14 157	96 813	111 024
2004	17,5	37,8	53,5	1 934	24 798	26 079
2005	150,6	70,7	221,2	4 036	46 169	50 204
2006	93,3	35,2	128,7	10 629	25 193	35 822
2007	509,9	67,4	578,1	26 594	28 034	54 626
2008	53,0	167,9	220,9	12 847	79 352	92 199
2009	5,6	16,0	21,5	624	11 624	12 257
2010	49,4	140,8	190,0	11 200	61 461	72 483
2011	30,0	45,3	75,3	2 781	32 998	35 779
2012	23,1	50,5	73,7	1 660	38 528	40 188
2013	5 343,6	116,9	5 460,8	50 023	53 862	103 830
2014	5 188,6	207,0	5 395,8	139 014	64 396	203 391
2015	7 943,0	567,3	8 510,3	364 410	80 365	444 778

Tableau 5. Proportion de l'abondance (A) et de la biomasse (B) de *Sebastes mentella* pour chaque cohorte (2011, 2012 et 2013) estimée pour différentes classes de tailles à différentes années (Exemple : « **0,48** » indique que 48 % des poissons de la cohorte 2011 auront plus de 22 cm en 2018 et 48 % des poissons de la cohorte 2012 auront plus de 22 cm en 2019).

A)

Cohorte 2013	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Cohorte 2012	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Cohorte 2011	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	Age 5	Age 6	Age 7	Age 8	Age 9	Age 10	Age 11	Age 12	Age 13	Age 14	Age 15	Age 16
>20 cm	0,12	0,52	0,84	0,96	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
>21 cm	0,04	0,31	0,68	0,89	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
>22 cm	0,01	0,14	0,48	0,77	0,92	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
>23 cm	0,00	0,05	0,29	0,60	0,82	0,93	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
>24 cm	0,00	0,01	0,14	0,42	0,69	0,85	0,94	0,97	0,99	0,99	1,00	1,00
>25 cm	0,00	0,00	0,06	0,25	0,51	0,73	0,87	0,94	0,97	0,99	0,99	1,00
>26 cm	0,00	0,00	0,02	0,12	0,34	0,58	0,76	0,87	0,93	0,96	0,98	0,99
>27 cm	0,00	0,00	0,00	0,05	0,19	0,41	0,62	0,77	0,87	0,93	0,96	0,98
>28 cm	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,26	0,46	0,64	0,77	0,86	0,92	0,95
>29 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	0,31	0,49	0,65	0,76	0,85	0,90
>30 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,18	0,34	0,50	0,64	0,75	0,83

Tableau 5. (suite).

B)

Cohorte 2013	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Cohorte 2012	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Cohorte 2011	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	Age 5	Age 6	Age 7	Age 8	Age 9	Age 10	Age 11	Age 12	Age 13	Age 14	Age 15	Age 16
>20 cm	0.07	0.41	0.77	0.94	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
>21 cm	0.02	0.21	0.59	0.85	0.95	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
>22 cm	0.00	0.09	0.39	0.71	0.89	0.96	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
>23 cm	0.00	0.03	0.21	0.53	0.78	0.91	0.97	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
>24 cm	0.00	0.01	0.09	0.34	0.62	0.82	0.92	0.97	0.99	0.99	1.00	1.00
>25 cm	0.00	0.00	0.03	0.19	0.45	0.69	0.84	0.92	0.96	0.98	0.99	1.00
>26 cm	0.00	0.00	0.01	0.08	0.28	0.52	0.72	0.85	0.92	0.96	0.98	0.99
>27 cm	0.00	0.00	0.00	0.03	0.15	0.35	0.57	0.74	0.85	0.92	0.95	0.97
>28 cm	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.21	0.41	0.60	0.75	0.84	0.91	0.94
>29 cm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	0.26	0.44	0.61	0.74	0.83	0.89
>30 cm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.15	0.30	0.46	0.61	0.73	0.81

FIGURES

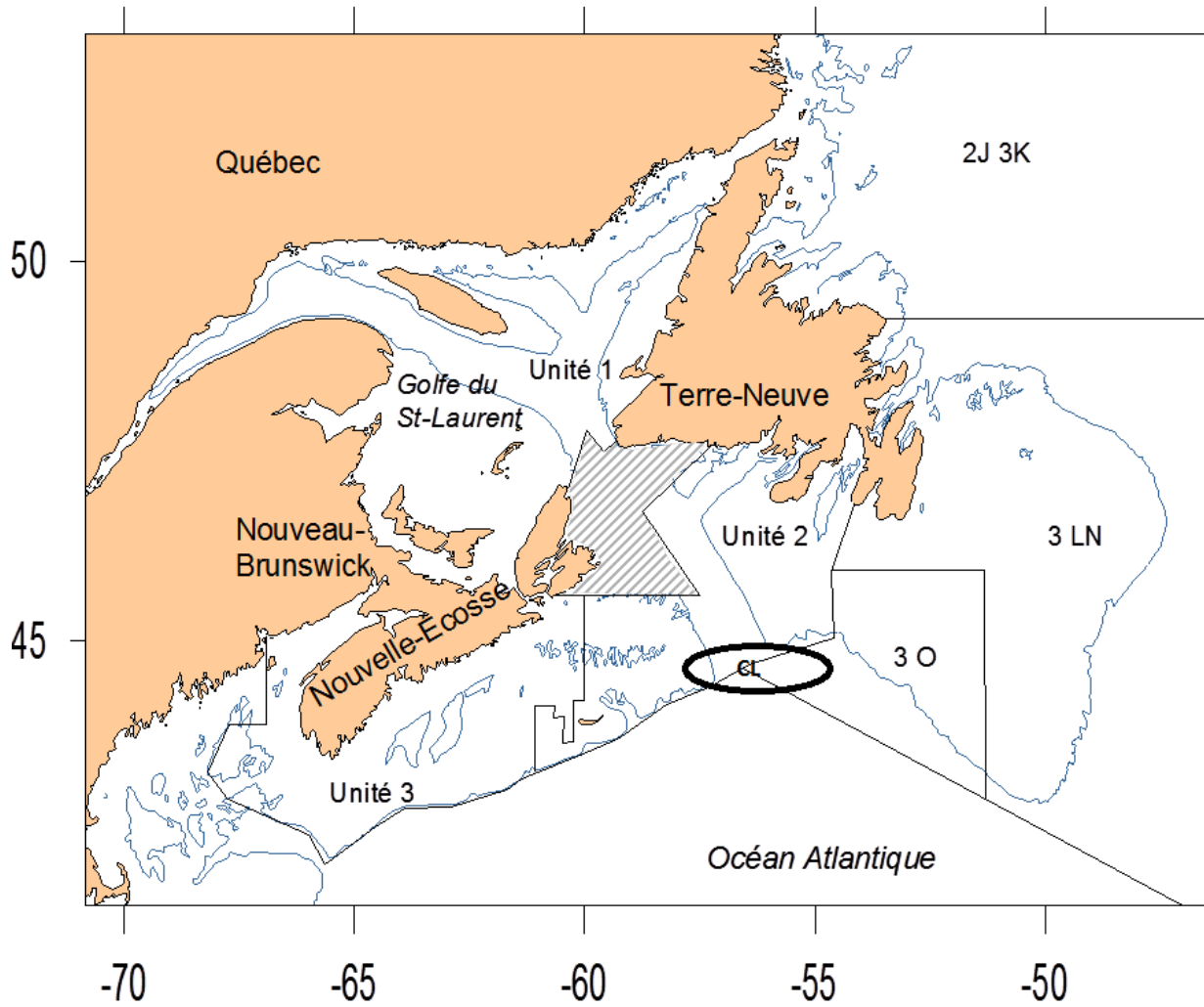
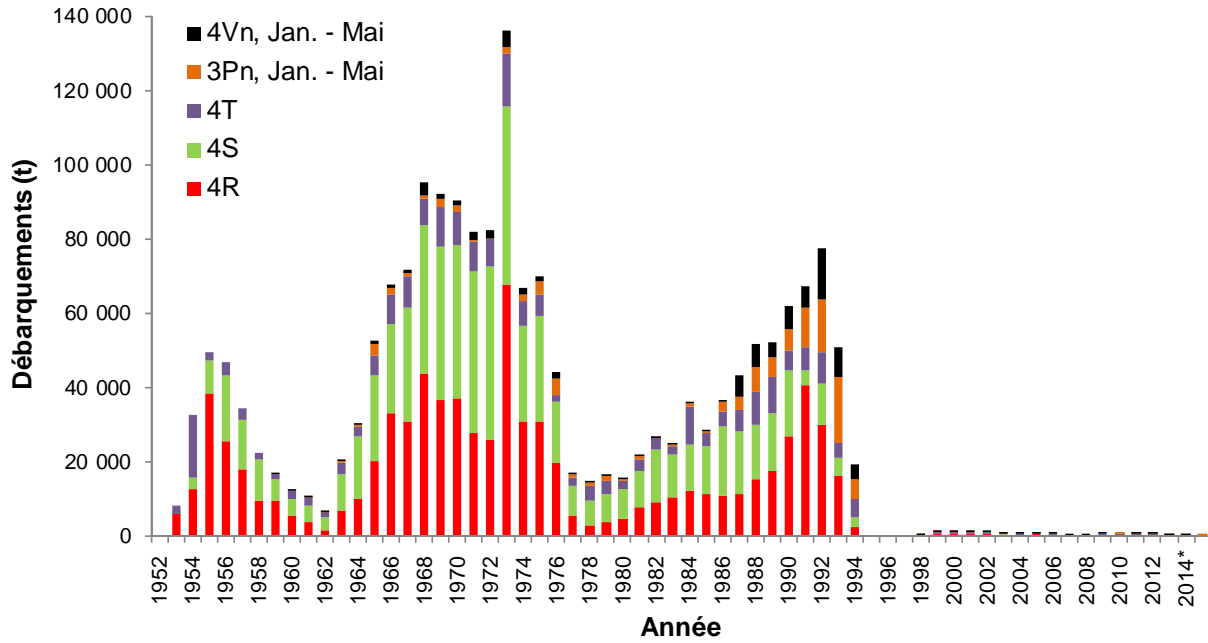


Figure 1. Carte de l'Atlantique nord-ouest indiquant les limites des unités actuelles de gestion du sébaste dans les divisions de l'OPANO. La zone associée aux sous-divisions 3Pn et 4Vn de l'OPANO (hachurée) correspond à la zone de chevauchement saisonnier entre les unités 1 et 2 (CL encerclé : secteur du cône Laurentien).

A)



B)

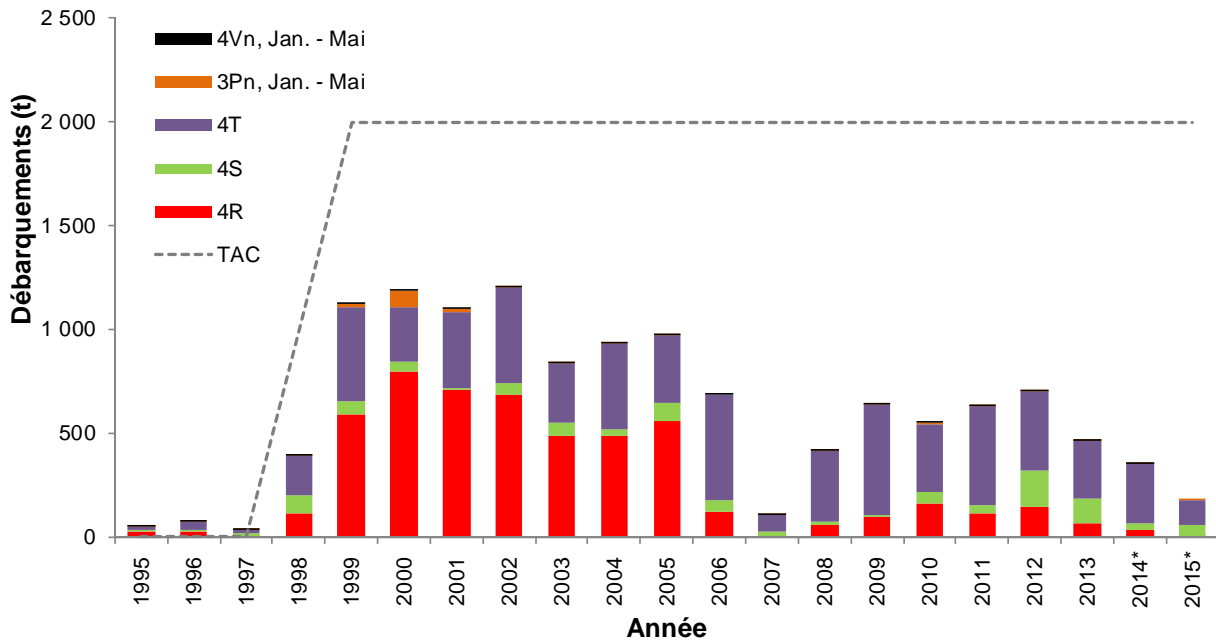


Figure 2. Débarquements annuels de sébastes par division et sous-division OPANO, A) de 1952 à 2015 et B) total autorisé des captures (TAC) et débarquements de 1995 à 2015. (* données préliminaires).

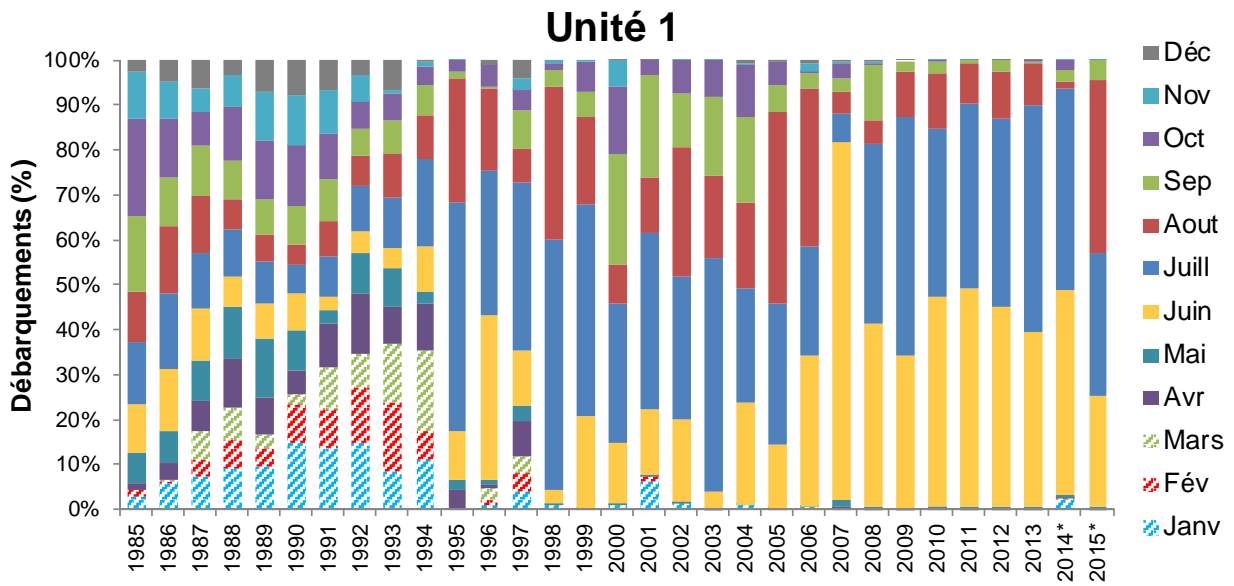


Figure 3. Débarquements mensuels (en pourcentage) de sébastes dans l'unité 1 de 1985 à 2015.

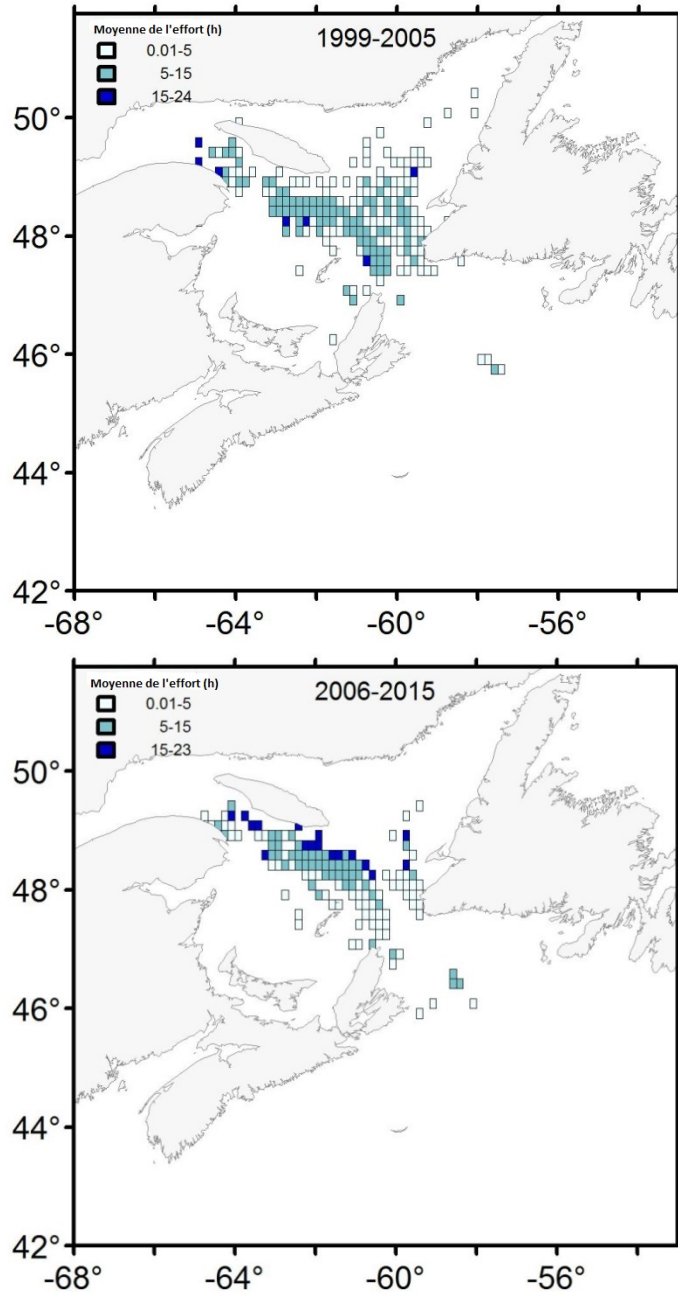


Figure 4. Distribution spatiale de l'effort de pêche moyen (heure) par quadrilatère de la pêche indicatrice au sébaste dans l'unité 1 pour les périodes 1999-2005 et 2006-2015.

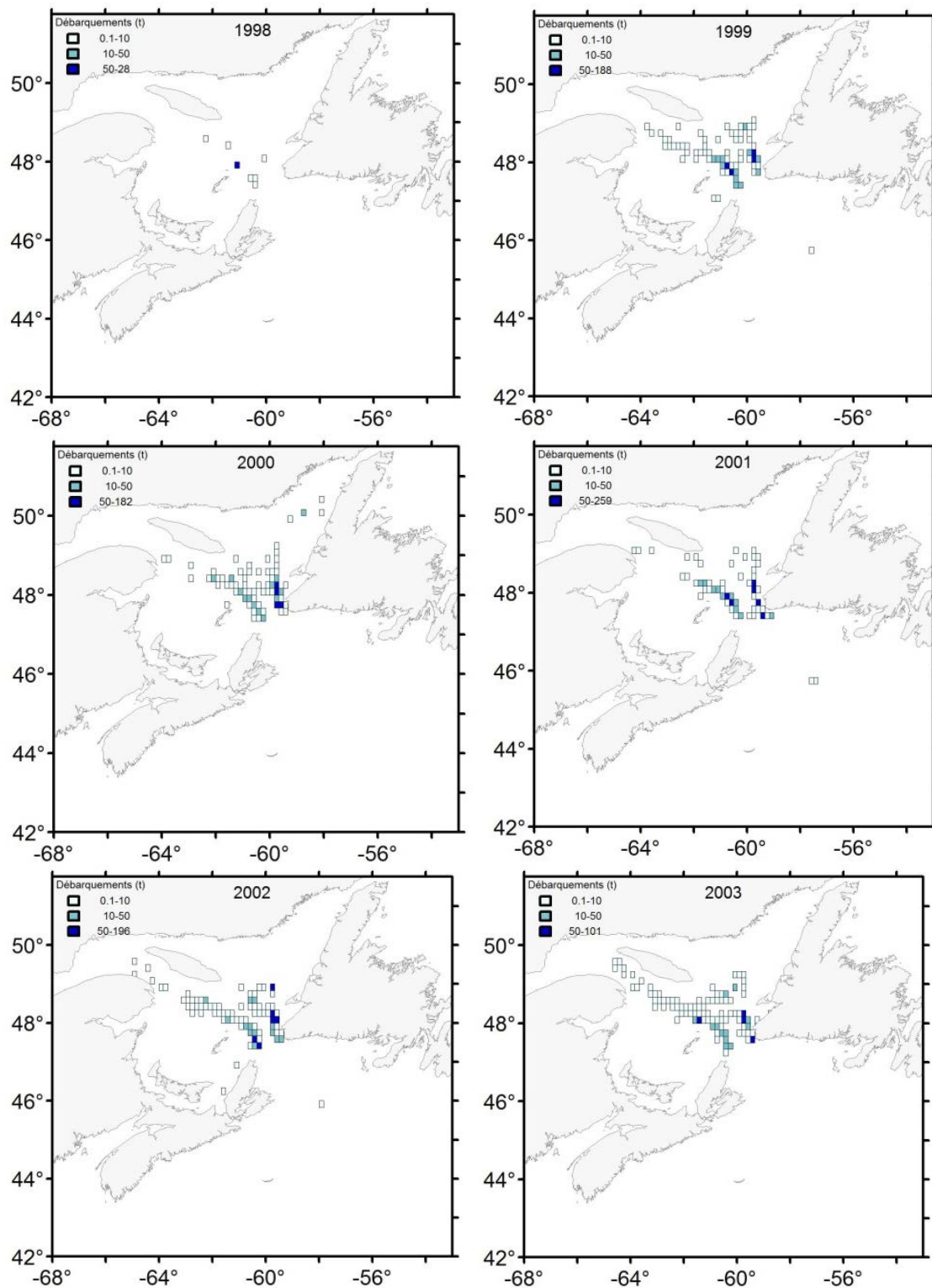


Figure 5. Distribution spatiale des débarquements (t) de sébastes de la pêche indicatrice dans l'unité 1 de 1998 à 2003.

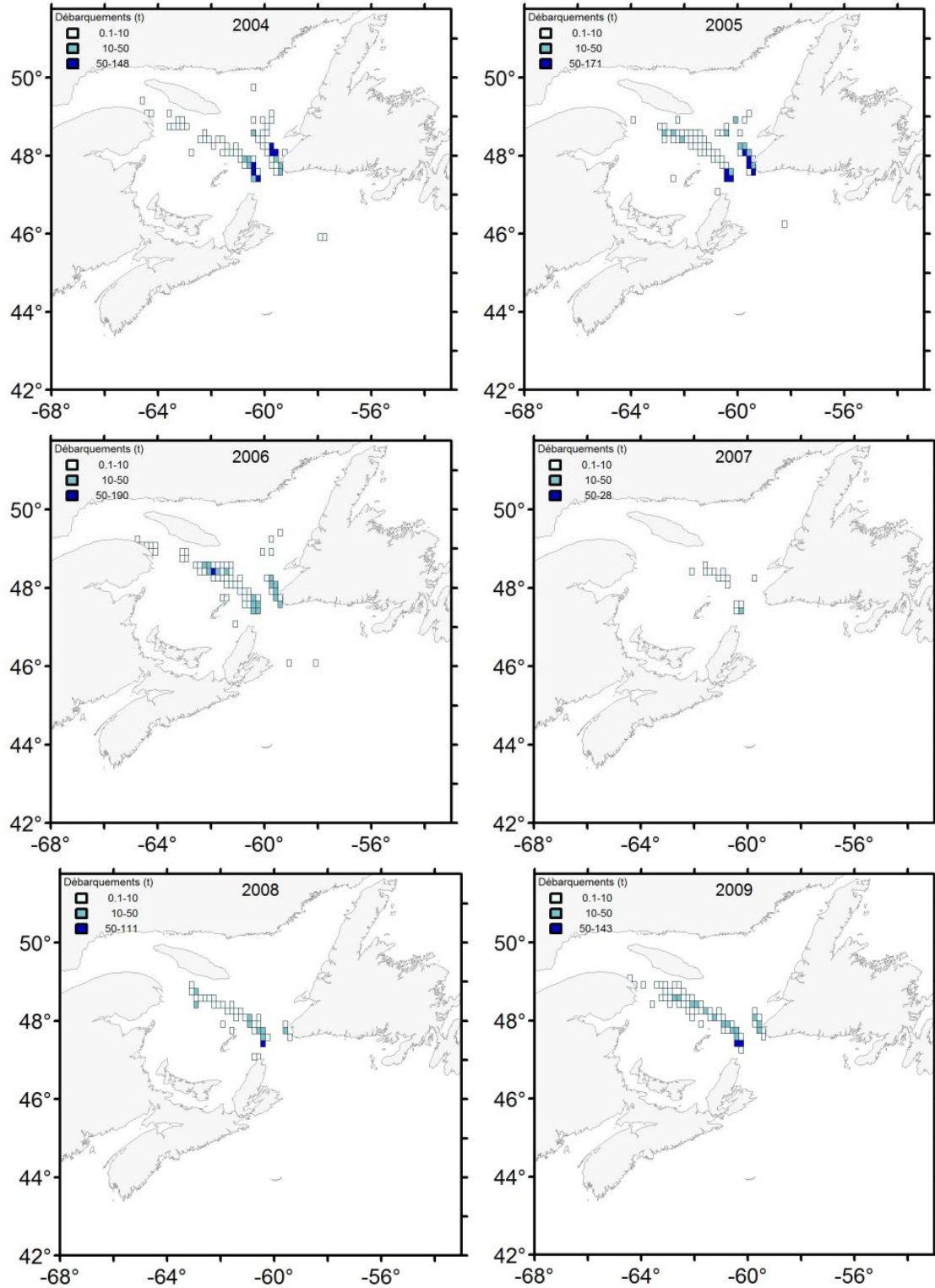


Figure 6. Distribution spatiale des débarquements de sébastes de la pêche indicatrice de l'unité 1 de 2004 à 2009.

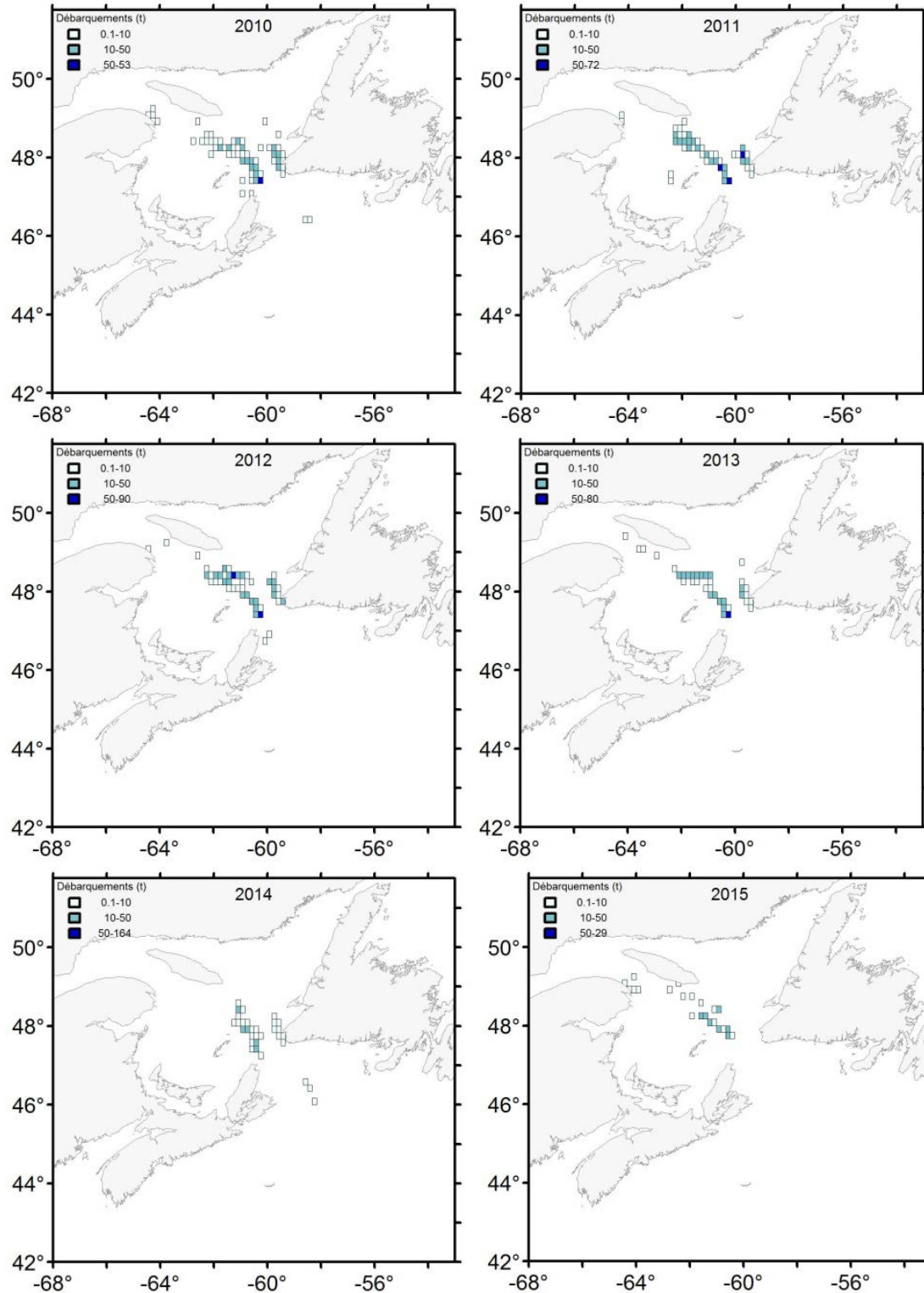
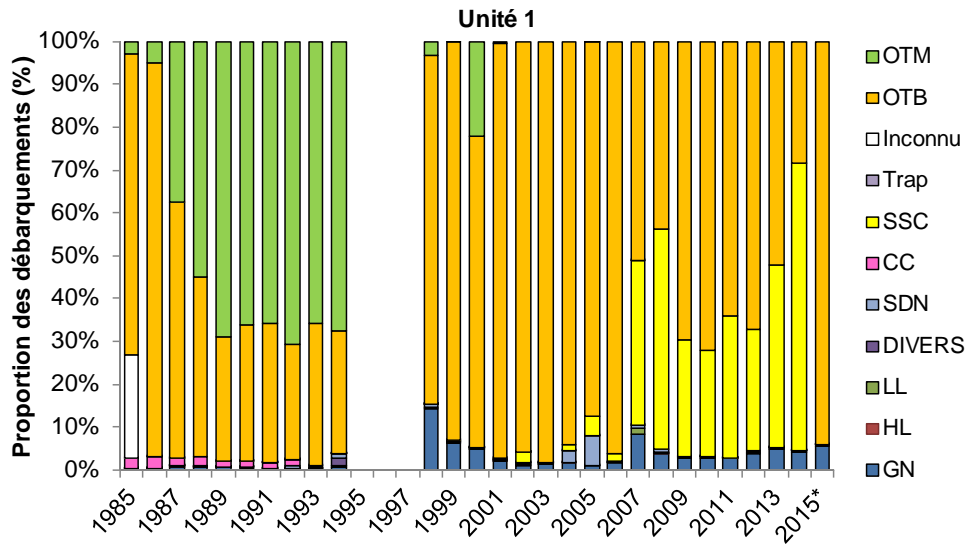


Figure 7. Distribution spatiale des débarquements de sébastes de la pêche indicatrice de l'unité 1 de 2010 à 2015.

A)



B)

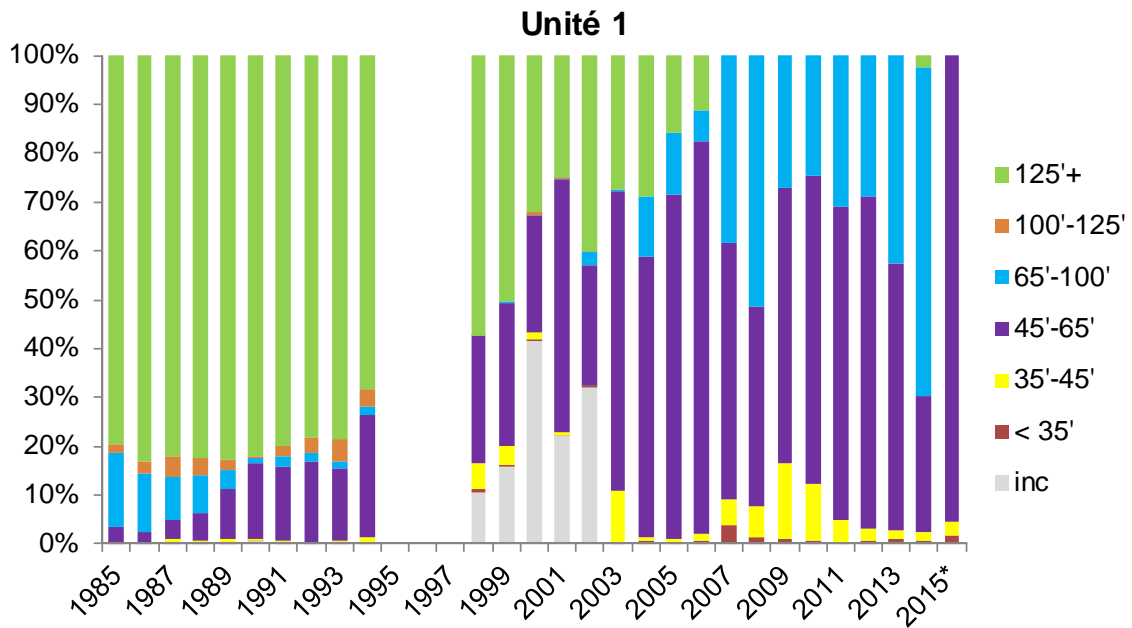


Figure 8. Proportion des débarquements de sébastes dans l'unité 1 de 1985 à 2015; A) par engin (OTM : chalut semi-pélagiques, OTB : chalut de fond, Trap : trappe, SSC : Seine écossaise, SDN : seine danoise, Divers : divers, LL : palangre, HL : ligne à la main et GN : filet maillant) et B) par classe de tailles des bateaux (35'=10,7m; 45'=13,7m; 65'=19,8m; 100'=30,5m; 125'=38,1m).

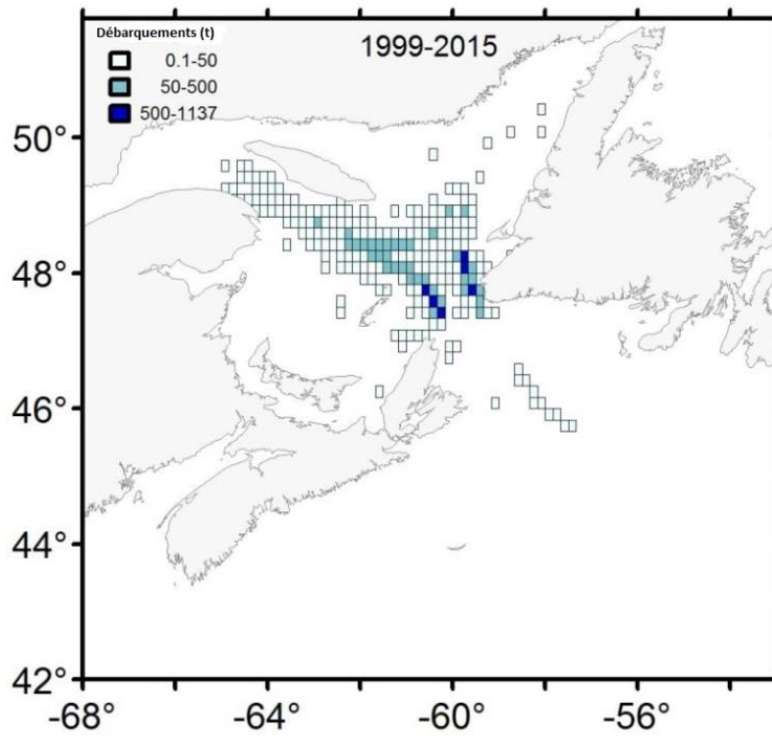
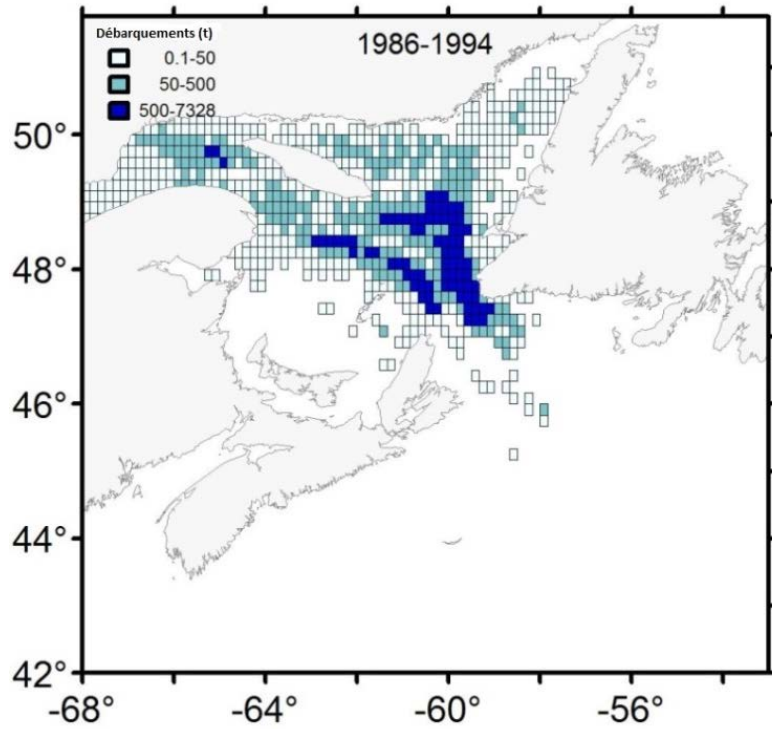


Figure 9. Distribution spatiale des débarquements de sébastes pour l'ensemble des pêcheries dans l'unité 1 pour les périodes de 1986-1994 (haut) et 1999-2015 (bas) suite au moratoire.

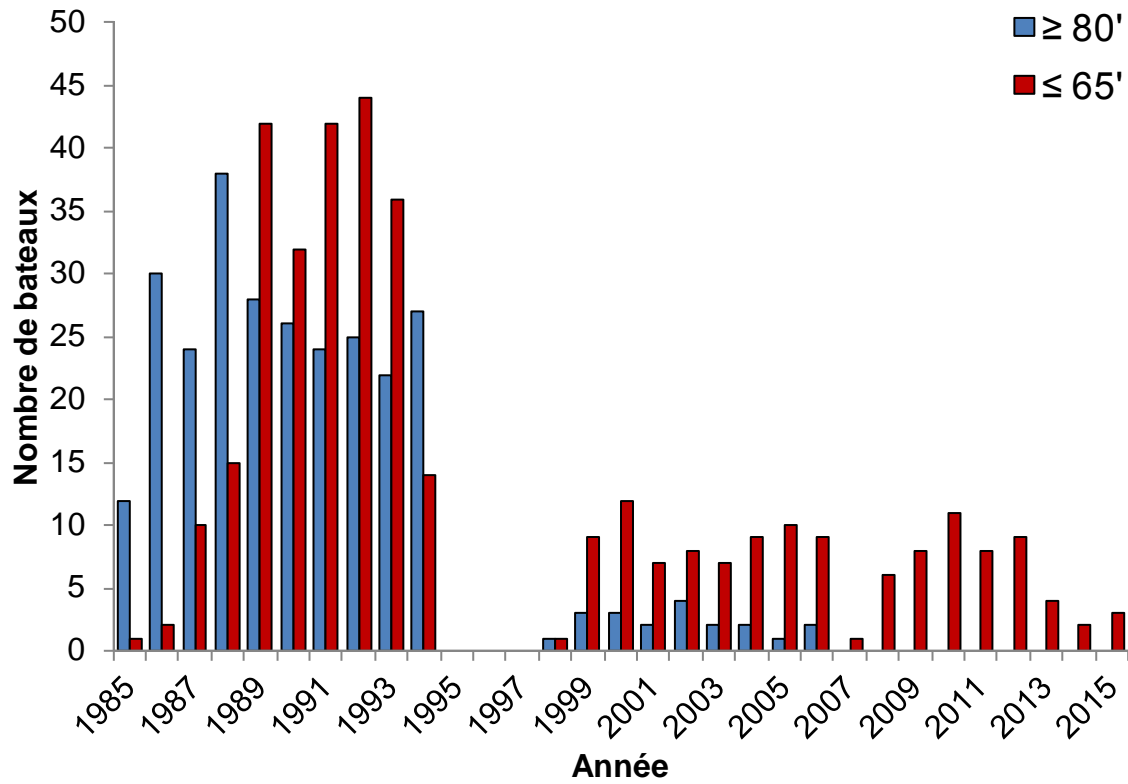


Figure 10. Nombre de bateaux par classe de tailles dans les pêches dirigées au sébaste (commerciale et indicatrice) et correspondant aux critères de sélection pour l'indice de performance de la pêche dans l'unité 1 de 1985 à 2015 (65'=19,8m; 80'=24,4m).

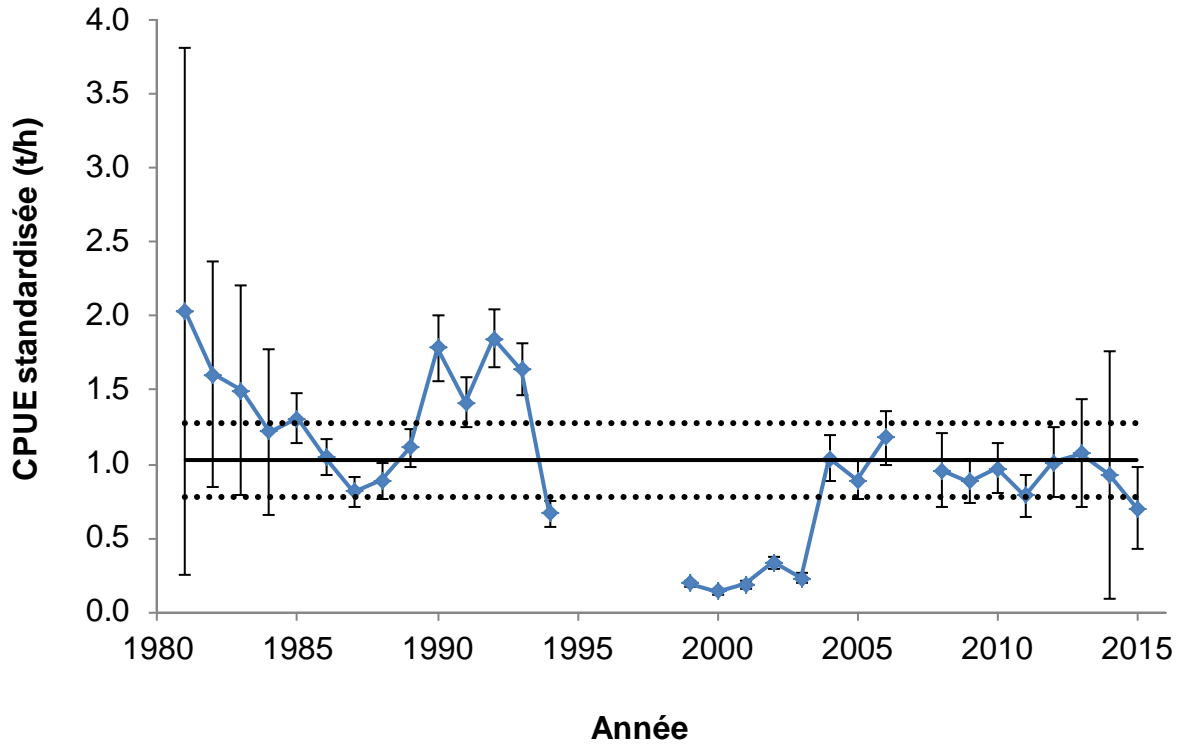


Figure 11. Prise par unité d'effort moyenne normalisée (PUE \pm intervalle de confiance à 95 %) au chalut de fond dans l'unité 1 pour les pêches commerciales menées entre mai et octobre (1981-1994) et la pêche indicatrice (1998-2015). La ligne pleine représente la moyenne pour la période de 1981 à 2014; les lignes pointillées représentent une variation de $\pm \frac{1}{2}$ écart type. Les données de 2015 sont préliminaires.

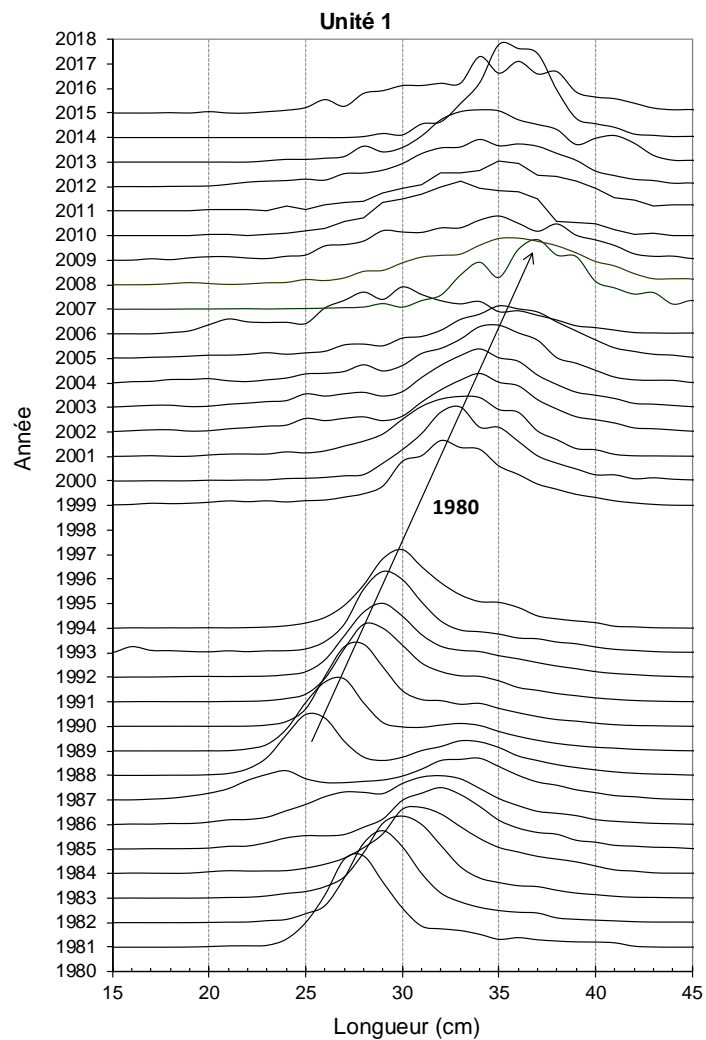


Figure 12. Fréquence de taille (%) des sébastes dans les débarquements commerciaux de l'unité 1 de 1981 à 2015. Les données de 2015 sont préliminaires. Le suivi de la cohorte 1980 est indiqué par une flèche.

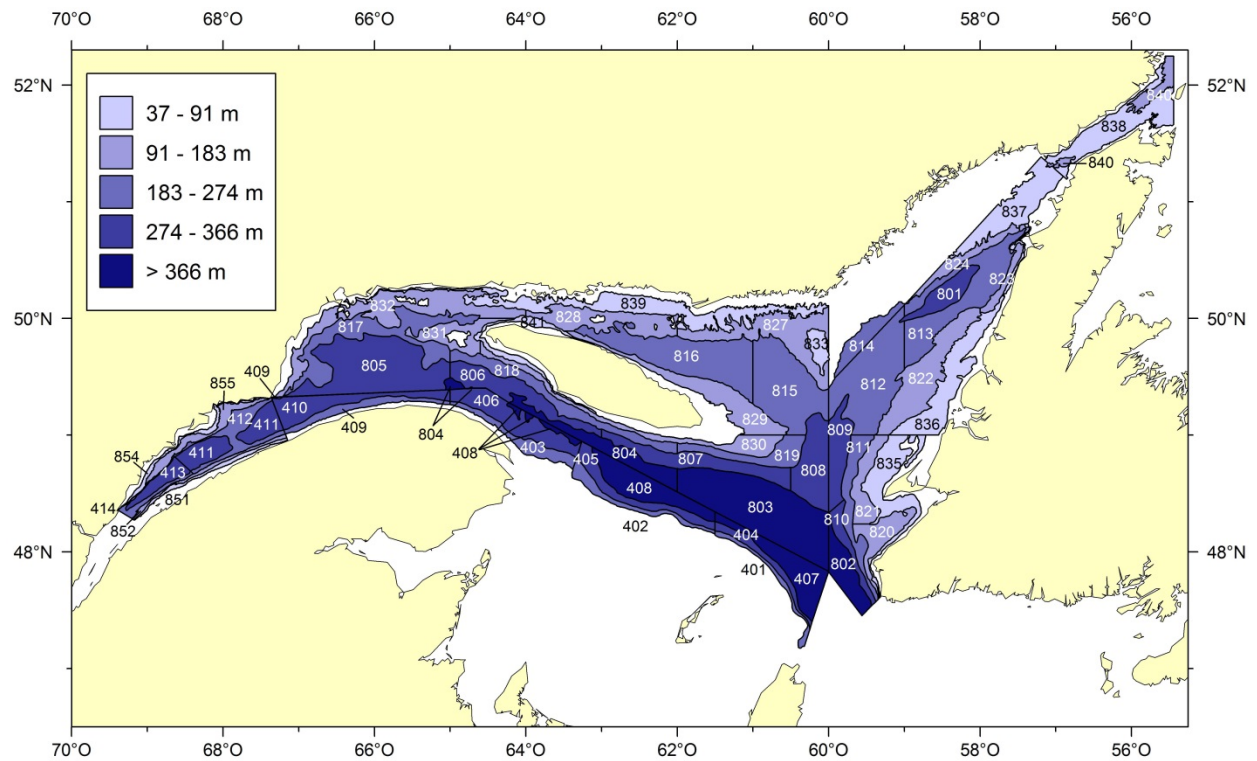
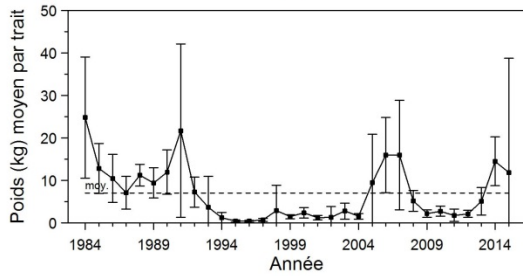
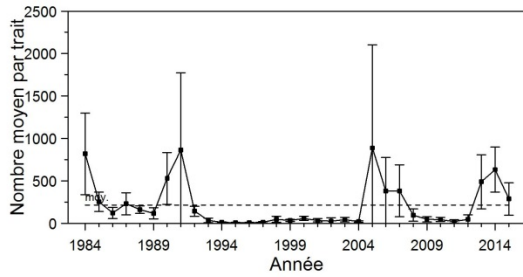


Figure 13. Schéma de stratification utilisé pour le relevé de recherche multidisciplinaire du MPO et le relevé des pêches sentinelles avec engins mobiles. Les strates de l'estuaire, en amont de la strate 410, ne sont pas couvertes lors du relevé des pêches sentinelles.

A)



B)

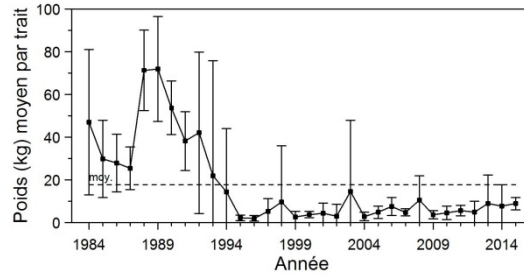
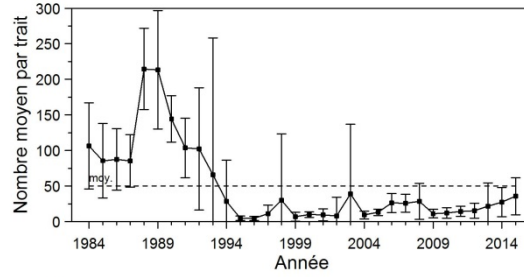
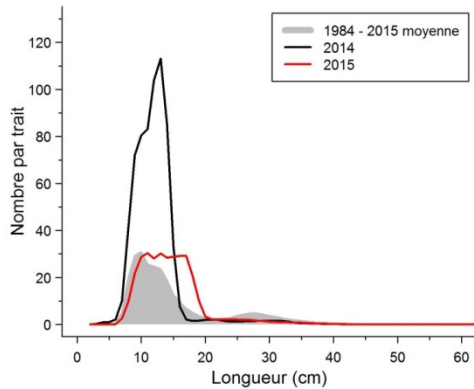


Figure 14. Nombre moyen et poids moyen par trait de *Sebastes fasciatus* dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1, A) population immature et B) population mature. La ligne horizontale pointillée indique la moyenne de la période 1984-2014.

A)



B)

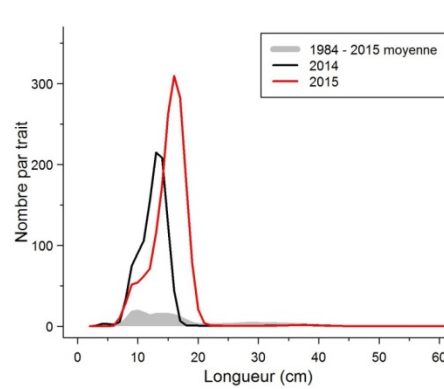
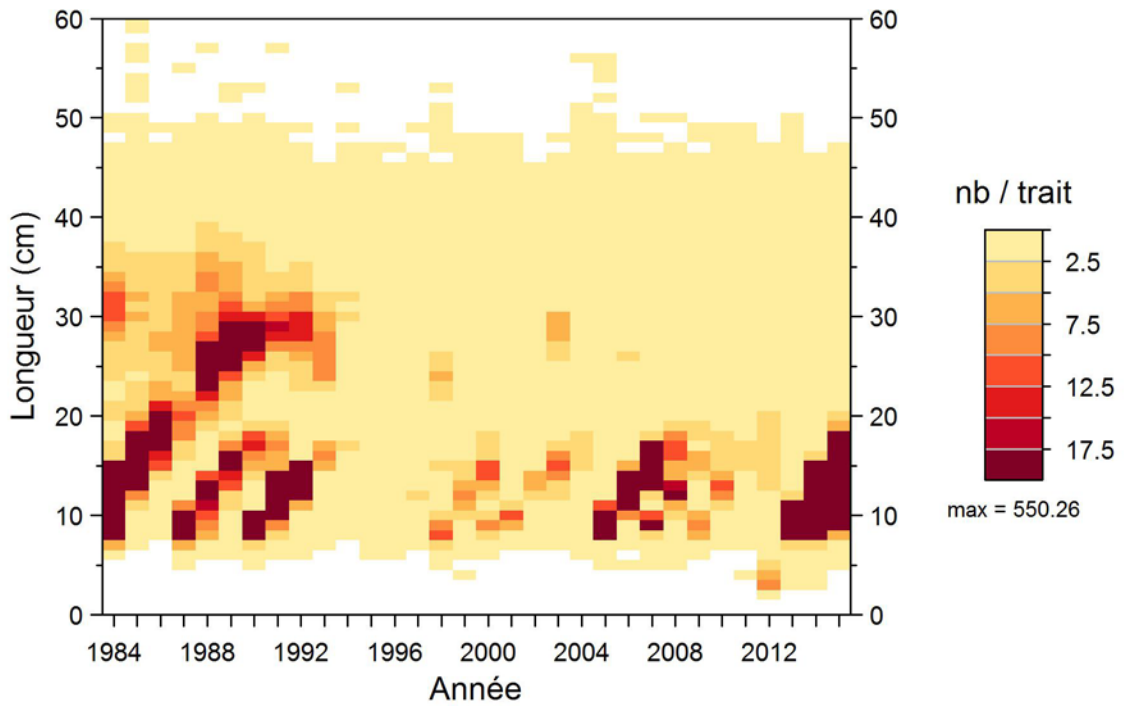


Figure 15. Fréquences de taille de *Sebastes fasciatus* (A) et *S. mentella* (B) dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.

A)



B)

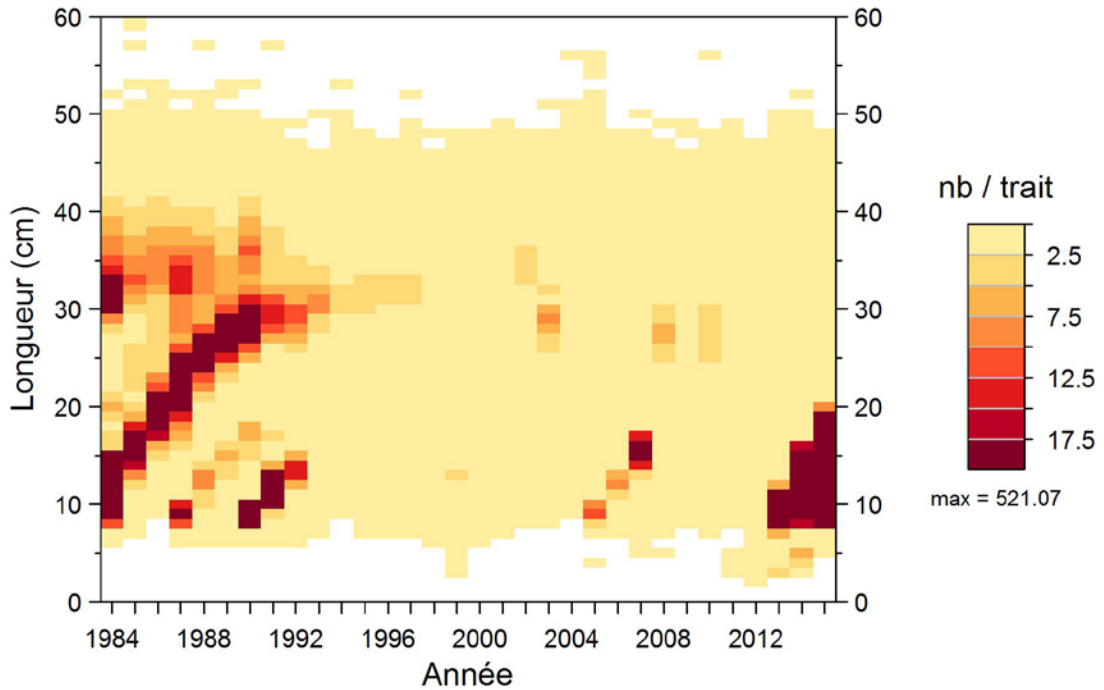
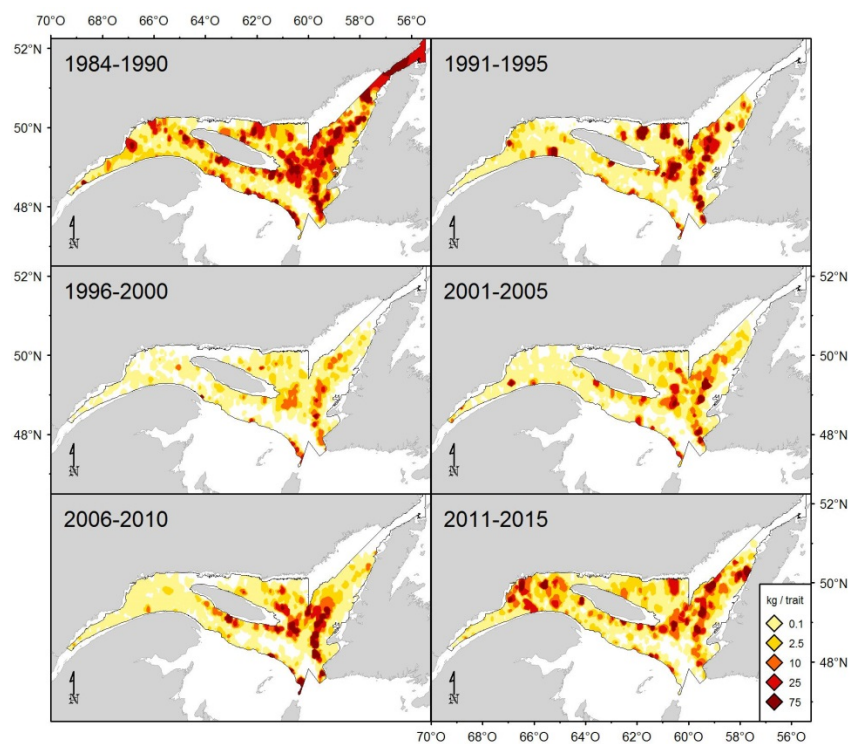


Figure 16. Nombre moyen par trait de A) *Sebastes fasciatus* et B) *S. mentella* par longueur selon les années dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.

A)



B)

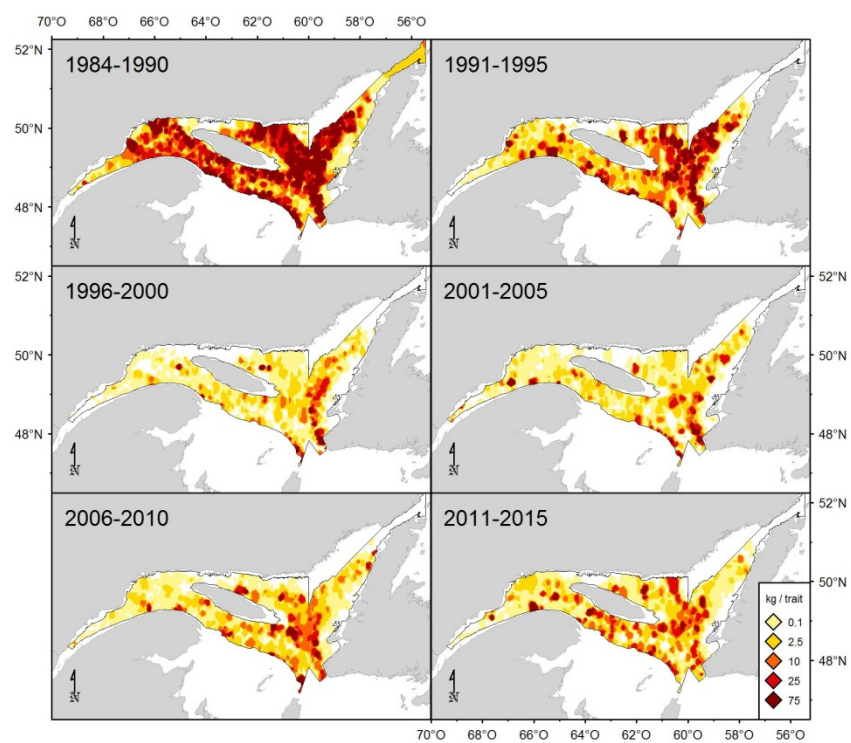
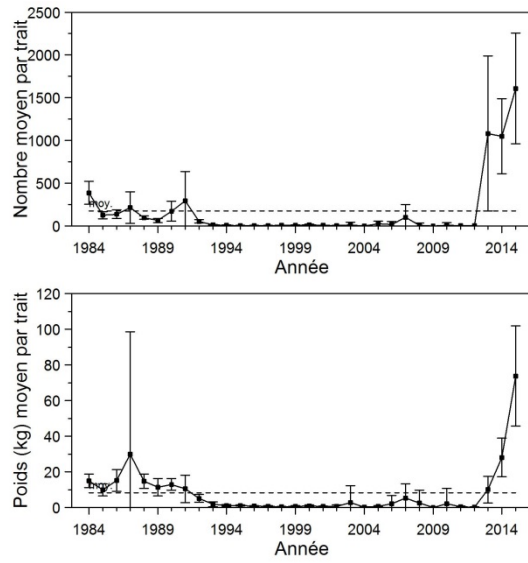


Figure 17. Distribution spatiale des taux de captures (kg/trait de 15 minutes) de *Sebastes fasciatus* A) population immature et B) population mature dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.

A)



B)

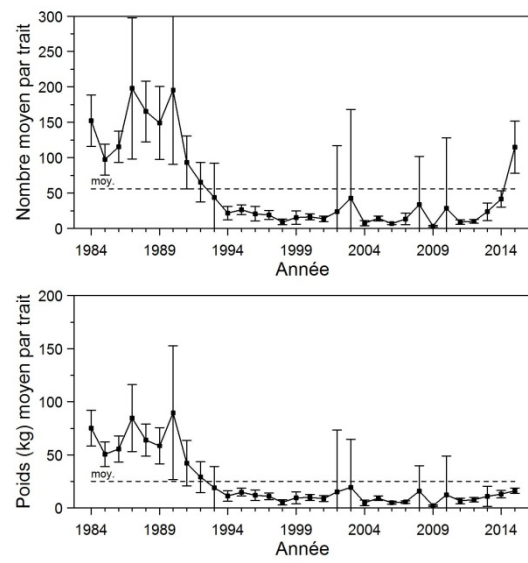
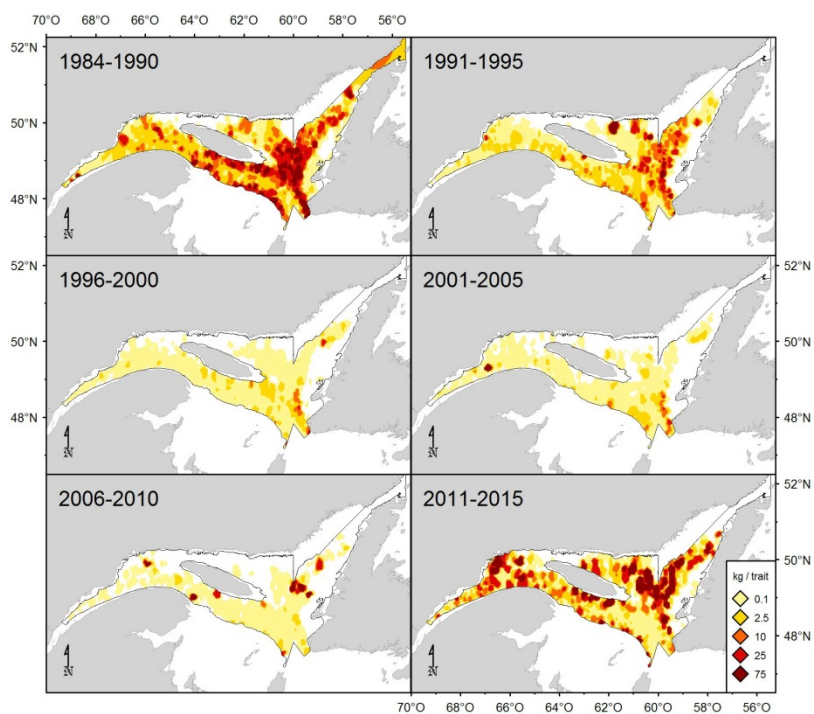


Figure 18. Nombre moyen et poids moyen par trait de *Sebastes mentella* A) population immature et B) population mature dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1. La ligne horizontale pointillée indique la moyenne de la période 1984-2014.

A)



B)

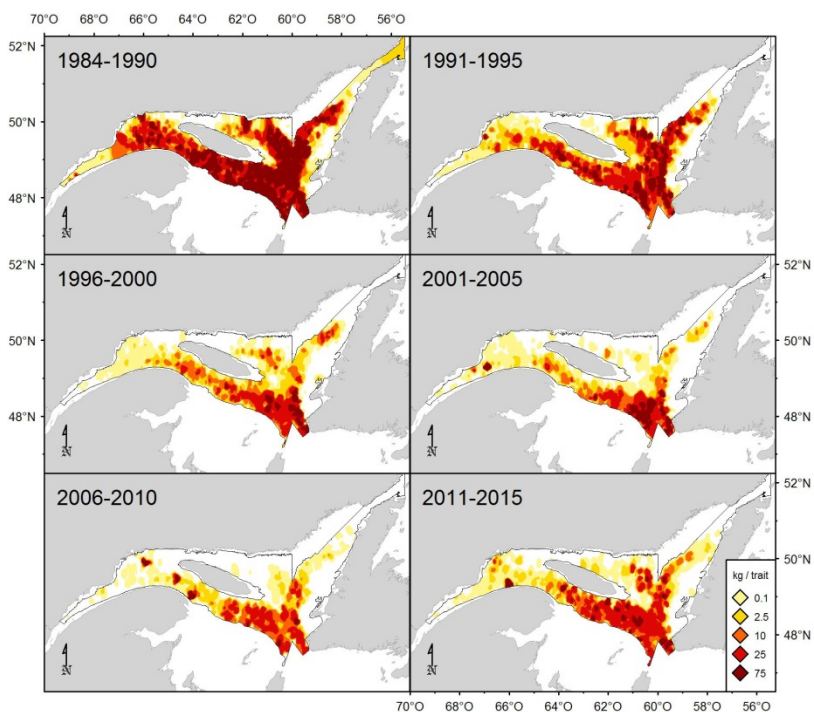


Figure 19. Distribution spatiale des taux de captures (kg/trait de 15 minutes) de *Sebastes mentella* A) population immature et B) population mature dans le relevé de recherche du MPO dans l'unité 1.

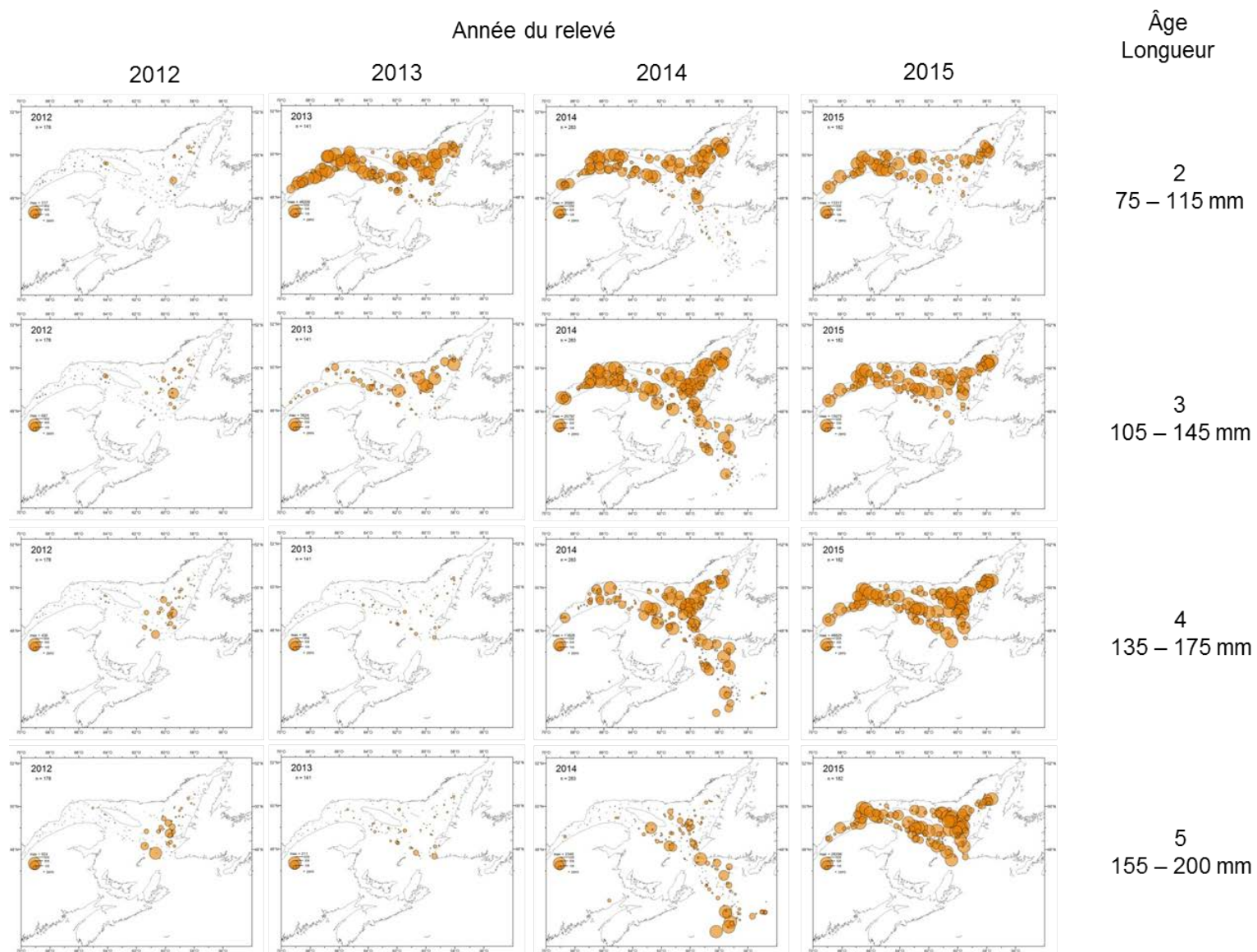
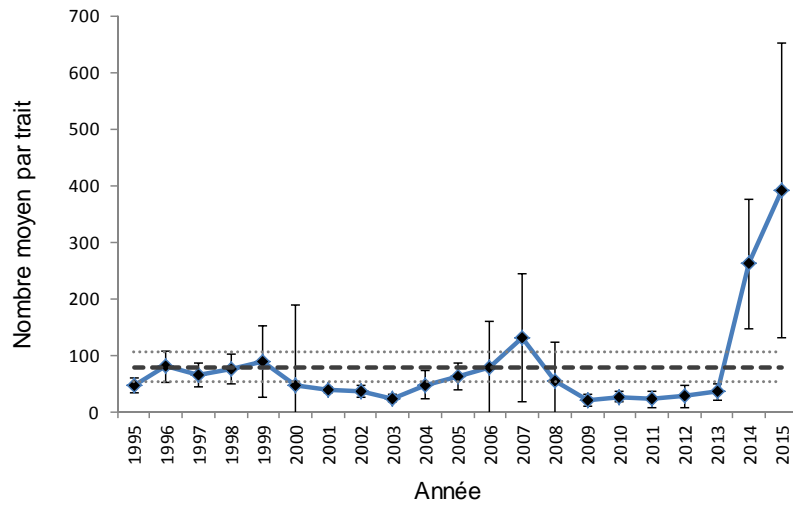


Figure 20. Distribution des taux de capture (nombre/trait de 15 minutes) du sébaste par classe de longueur dans relevé de recherche du MPO dans l'unité 1 et du relevé du GEAC dans l'unité 2.

A)



B)

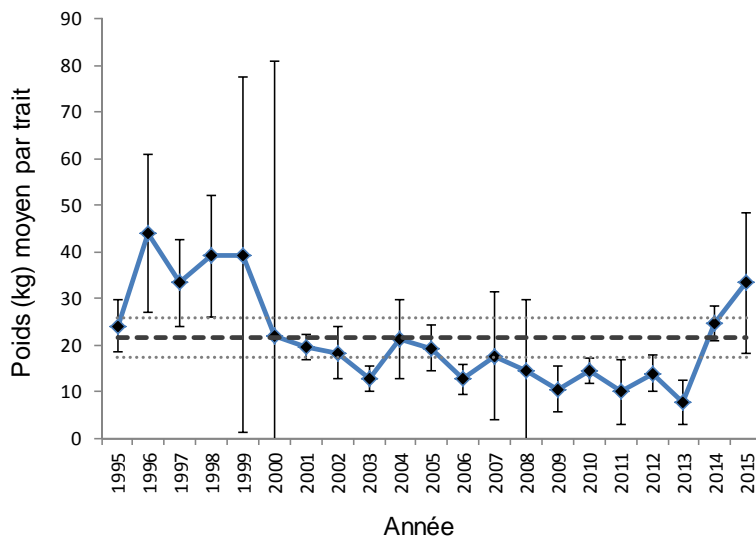


Figure 21. Nombre moyen et poids moyen par trait de *Sebastes* (*fasciatus* et *mentella* combinés) dans le relevé des pêches sentinelles dans l'unité 1. La ligne horizontale (trait foncé) représente la moyenne pour la période 1995-2014 et les lignes pointillées plus fines représentent une variation de $\pm \frac{1}{2}$ écart-type.

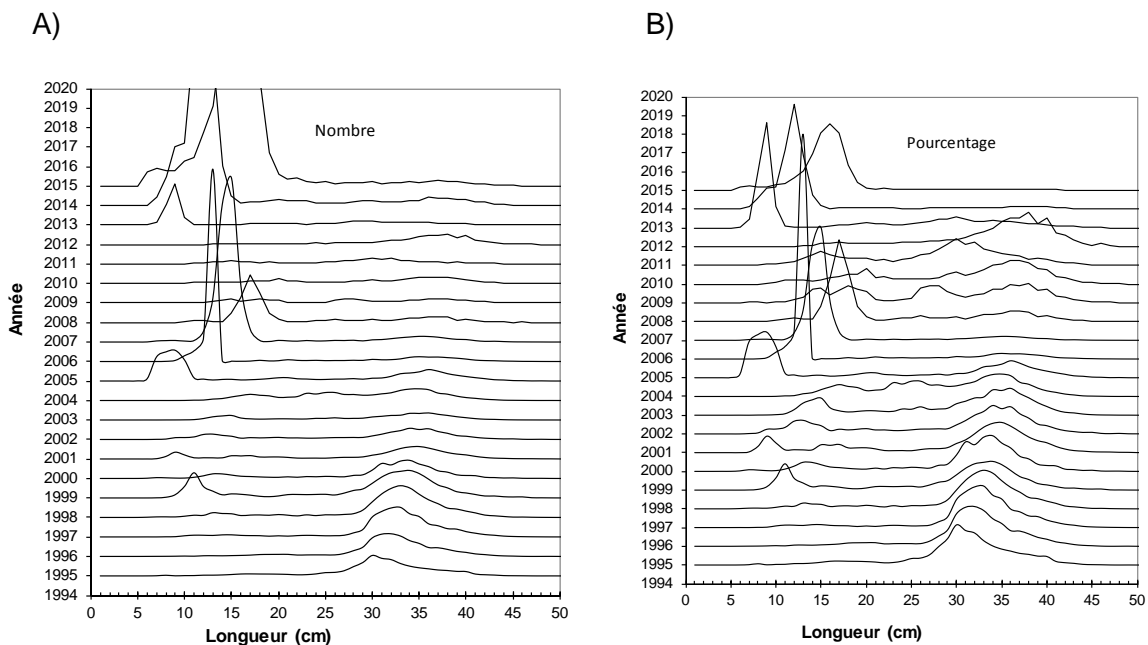


Figure 22. Fréquences de taille en nombre (A) et en pourcentage (B) des sébastes (les deux espèces confondues) dans les relevés des pêches sentinelles dans l'unité 1.

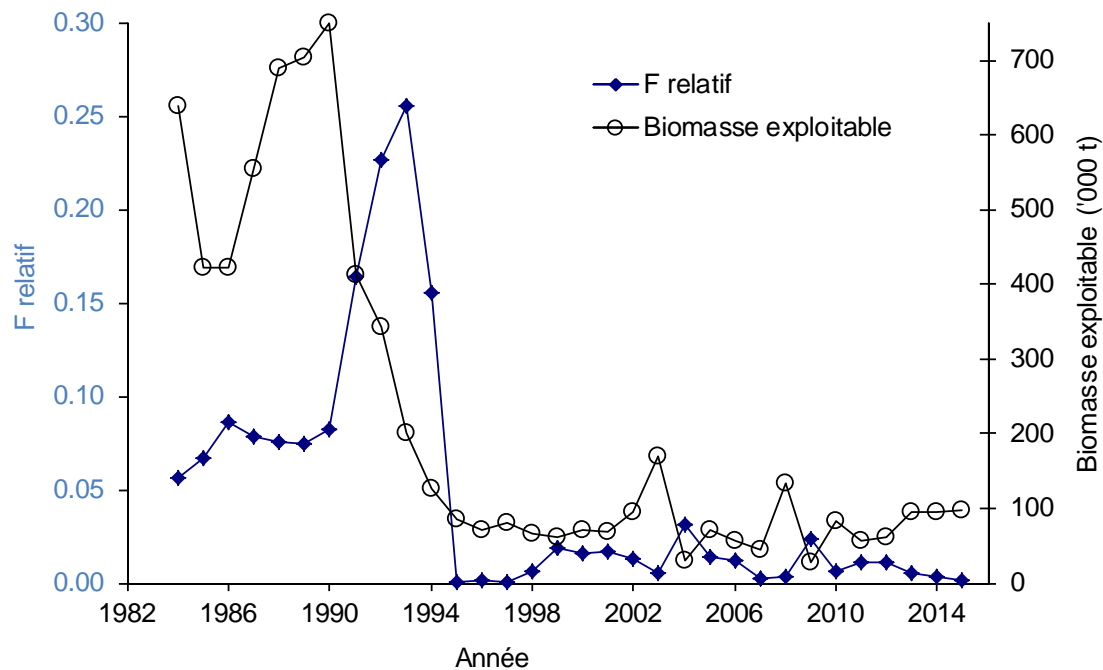


Figure 23. Indicateur de taux d'exploitation relatif (F relatif) et biomasse exploitable du sébaste dans l'unité 1.

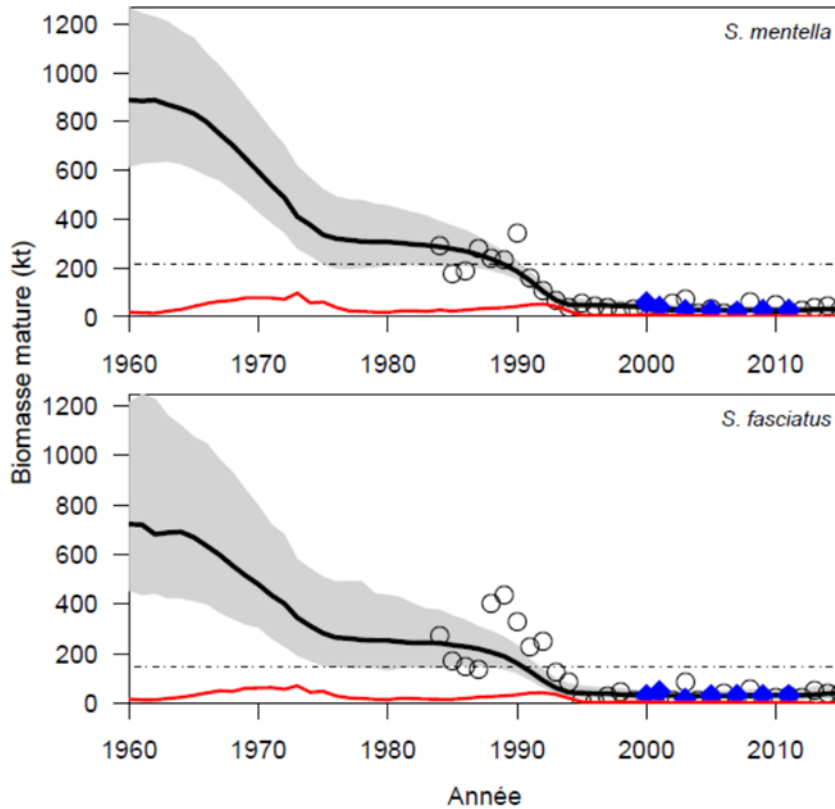
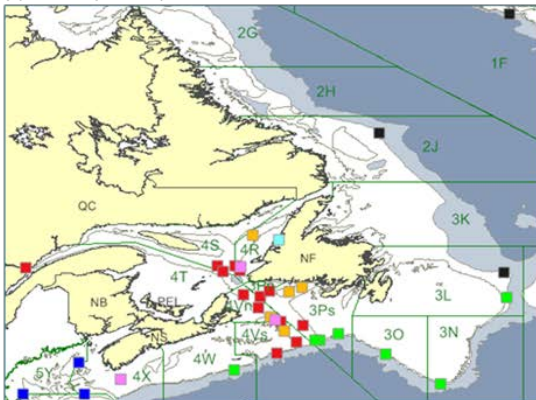


Figure 24. Ajustement du modèle de production (biomasse) pour chacune des espèces de sébaste (ligne pleine foncée) avec l'enveloppe d'intervalle de probabilité de 90 % (zone grise), captures (ligne pleine rouge), indice de la biomasse de l'unité 1 (cercle clair) pondéré avec la valeur q (U1), indice de la biomasse de l'unité 2 (losange foncé) pondéré avec la valeur q (U2) et point de référence limite (Blim = 40 % Brms; ligne pointillée).

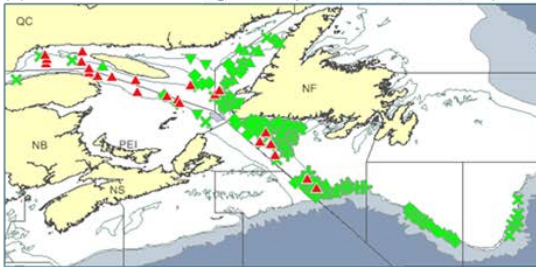
ANNEXES

Annexe 1. Position géographique des (a) 35 échantillons (■) de sébaste adulte (16 *S. mentella*, n=495; 19 *S. fasciatus*, n=596) analysés pour décrire la structure des populations, par espèce, dans l'Atlantique du nord-ouest; (b) 970 juvéniles appartenant aux cinq classes d'âge historiques [1973 (♣), 1980 (▲), 1985 (◆), 1988 (✱), 2003 (▼)] analysées pour documenter la dynamique et les patrons de recrutement des espèces; ces individus sont regroupés en 18 échantillons (17 *S. fasciatus* + 1 *S. mentella*), par classe d'âge et région, dans l'arbre génétique (voir panneau d); (c) 20 échantillons regroupant 770 juvéniles des abondantes classes d'âge de 2011 (★) et 2012 (☆), analysés pour en déterminer la composition spécifique et la population d'origine. Les histogrammes illustrent la proportion de *S. fasciatus* (■) et de *S. mentella* (■). En (d) l'arbre du plus proche voisin (neighbor-joining tree) a été construit à partir des distances génétiques calculées entre chaque paire d'échantillons. La séparation entre les espèces est statistiquement supportée à 100%. Les échantillons d'adultes sont identifiés par une étiquette signalant leur provenance géographique (unité de gestion) et leur nom original; les noms des principales populations identifiées à partir des échantillons d'adultes sont indiqués. Les juvéniles sont identifiés avec des symboles de forme identique à ceux des cartes b et c. Pour toutes les figures, les couleurs illustrent l'identité génétique des échantillons différenciés sur la base des 13 loci microsatellites.

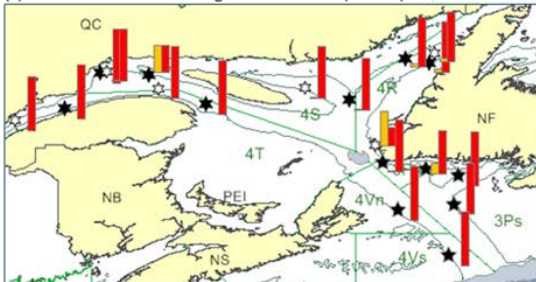
(a) Adultes (N=1091)



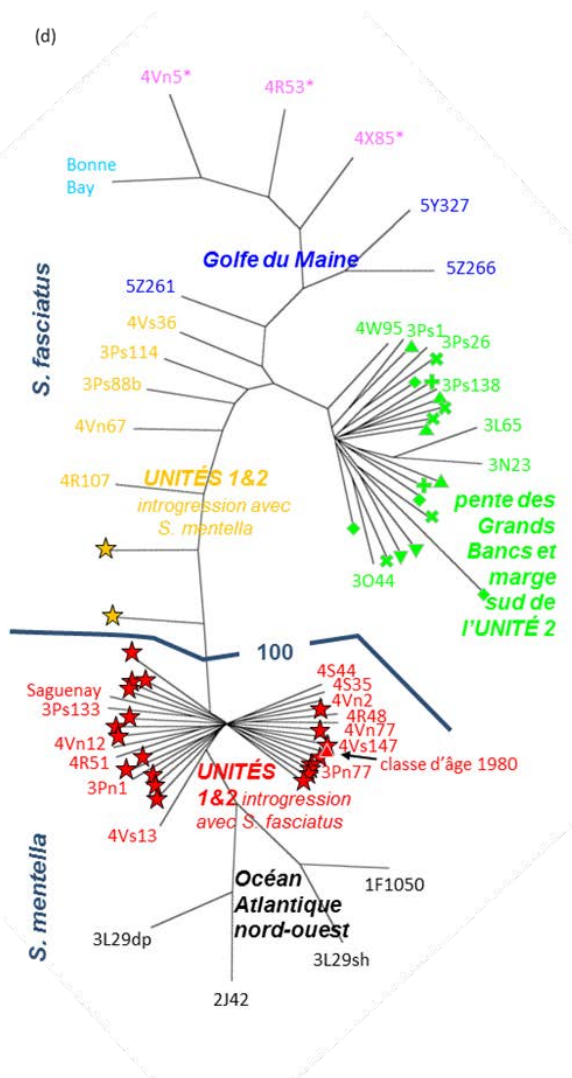
(b) Juvéniles des classes d'âge historiques 1973, 80, 85, 88, 03 (N=970)



(c) Juvéniles des classes d'âge 2011 et 2012 (N=770)



(d)



Annexe 2. Fréquence des variables de l'ensemble des données retenues pour la normalisation des prises par unité d'effort au chalut de fond dans l'unité 1 pour les activités de pêches commerciales menées entre mai et octobre 1981-1994 et de la pêche indicatrice de 1998 à 2015, par A) année, B) mois, C) division, D) région et E) Classe de taille de bateau.

A) Par année

Année	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcentage cumulé
1981	13	0,08	13	0,08
1982	36	0,23	49	0,31
1983	40	0,26	89	0,57
1984	40	0,26	129	0,83
1985	972	6,22	1101	7,04
1986	1687	10,79	2788	17,84
1987	1259	8,06	4047	25,89
1988	744	4,76	4791	30,65
1989	1058	6,77	5849	37,42
1990	702	4,49	6551	41,92
1991	752	4,81	7303	46,73
1992	1055	6,75	8358	53,48
1993	1133	7,25	9491	60,73
1994	806	5,16	10297	65,88
1995	2	0,01	10299	65,9
1998	27	0,17	10326	66,07
1999	639	4,09	10965	70,16
2000	475	3,04	11440	73,2
2001	593	3,79	12033	76,99
2002	582	3,72	12615	80,72
2003	492	3,15	13107	83,86
2004	425	2,72	13532	86,58
2005	423	2,71	13955	89,29
2006	410	2,62	14365	91,91
2008	114	0,73	14496	92,75
2009	311	1,99	14807	94,74
2010	287	1,84	15094	96,58
2011	263	1,68	15357	98,26
2012	152	0,97	15509	99,23
2013	65	0,42	15574	99,65
2014	8	0,05	15582	99,7
2015	47	0,3	15629	100

B) Par mois

Mois	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcentage cumulé
5	828	5,3	828	5,3
6	2918	18,67	3746	23,97
7	4912	31,43	8658	55,4
8	3364	21,52	12022	76,92
9	2128	13,62	14150	90,54
10	1479	9,46	15629	100

C) Par division (31 données manquantes)

Division	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcentage cumulé
41	4793	30,73	4793	30,73
42	4233	27,14	9026	57,87
43	6282	40,27	15308	98,14
44	290	1,86	15598	100

D) par région

Région	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcentage cumulé
1	2802	17,93	2802	17,93
2	2016	12,9	4818	30,83
3	50	0,32	4868	31,15
4	8604	55,05	13472	86,2
5	2157	13,8	15629	100

E) par classe de taille de bateau (8 données manquantes)

Classe de taille de bateau	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcentage cumulé
1	8805	56,37	8805	56,37
2	6816	43,63	15621	100

Annexe 3. Résultats de la normalisation (proc GLM) des prises par unité d'effort au chalut de fond dans l'unité 1 pour les activités de pêches commerciales menées entre mai et octobre (1981-1994) et de pêche indicatrice (1998-2015).

Procédure GLM		
Classe	Niveau	Valeur
Année	33	1981 à 2015
Mois	6	5 6 7 8 9 10
Division	4	41 42 43 44
Région	5	1 2 3 4 5
Clbat	1	1 2

Nombre d'observations lues 15663
 Nombre d'observations utilisées 15543

Régression du log des taux de captures avec les catégories
 Procédure GLM

Variable dépendante:	Logcpue	Log du taux de capture		Valeur de F	PR > F
Source	DL	Somme des carrés	Moyenne des carrés		
Modèle	45	14962.8263	332.50725	176.21	<.0001
Erreur	15497	29242.00692	1.88695		
Total corrigé	15542	44204.83322			

R-carré 0.338488
 Coeff. Var -138.9523
 Racine MSE 1.373662
 Logcpue moyenne -0.988585

Source	DL	Type III SS	Moyenne des carrés	Valeur de F	PR > F
Mois	5	208.001485	41.600297	22.05	<.0001
Div	3	416.705536	138.901845	73.61	<.0001
Région	4	224.894706	56.223677	29.8	<.0001
Clbat (classe de bateau)	1	1557.446476	1557.446476	825.38	<.0001
Années	32	6618.582507	206.830703	109.61	<.0001

Paramètre	Estimé	Erreur	Valeur de t	PR > t
Intercept	-1.360630992 B	0.23010993	-5.91	<.0001
Mois 5	-0.622647060 B	0.07204031	-8.64	<.0001
Mois 6	-0.167311548 B	0.04708453	-3.55	0.0004
Mois 7	-0.004523391 B	0.04351722	-0.1	0.9172
Mois 8	-0.037404440 B	0.04447634	-0.84	0.4004
Mois 9	0.004578877 B	0.04720847	0.1	0.9227
Mois 10	0.000000000 B			
Div 41	0.164128005 B	0.10577528	1.55	0.1208
Div 42	-0.106758485 B	0.10798473	-0.99	0.3229
Div 43	-0.309576902 B	0.10802495	-2.87	0.0042
Div 44	0.000000000 B			
Région 1	-0.184465591 B	0.04791251	-3.85	0.0001
Région 2	0.074731902 B	0.0480037	1.56	0.1195

Paramètre	Estimé	Erreur	Valeur de t	PR > t
Région 3	-0.023264650 B	0.27742178	-0.08	0.9332
Région 4	-0.280067198 B	0.03951957	-7.09	<.0001
Région 5	0.000000000 B			

Régression du log des taux de capture avec les catégories
Procédure GLM

Variable dépendante:		Logcpue	Log du taux de capture		
Paramètre		estimé	Erreur	Valeur de t	PR > t
Clbat	1	0.994093847 B	0.03460195	28.73	<.0001
Clbat	2	0.000000000 B			
An	1981	1.156364390 B	0.51216781	2.26	0.024
An	1982	0.839672232 B	0.31611313	2.66	0.0079
An	1983	0.770005985 B	0.31538922	2.44	0.0146
An	1984	0.564985705 B	0.3094112	1.83	0.0679
An	1985	0.608369072 B	0.20865491	2.92	0.0036
An	1986	0.384618500 B	0.20644054	1.86	0.0625
An	1987	0.130794837 B	0.20656019	0.63	0.5266
An	1988	0.219149843 B	0.20909707	1.05	0.2946
An	1989	0.444320274 B	0.20570478	2.16	0.0308
An	1990	0.918983767 B	0.20819919	4.41	<.0001
An	1991	0.687044821 B	0.20768356	3.31	0.0009
An	1992	0.953391267 B	0.20593504	4.63	<.0001
An	1993	0.830953018 B	0.20602272	4.03	<.0001
An	1994	-0.070913232 B	0.20806034	-0.34	0.7332
An	1995	0.563021032 B	0.99284778	0.57	0.5707
An	1998	0.364307857 B	0.33252196	1.1	0.2733
An	1999	-1.305676257 B	0.20868276	-6.26	<.0001
An	2000	-1.631539475 B	0.21101689	-7.73	<.0001
An	2001	-1.347899651 B	0.2089893	-6.45	<.0001
An	2002	-0.761353118 B	0.20954061	-3.63	0.0003
An	2003	-1.137558441 B	0.21045588	-5.41	<.0001
An	2004	0.379485122 B	0.21230723	1.79	0.0739
An	2005	0.224347673 B	0.21210192	1.06	0.2902
An	2006	0.504032154 B	0.21211994	2.38	0.0175
An	2007	0.249430804 B	0.3902063	0.64	0.5227
An	2008	0.301043383 B	0.23905057	1.26	0.2079
An	2009	0.215674930 B	0.21542215	1	0.3168
An	2010	0.311942007 B	0.21664899	1.44	0.1499
An	2011	0.101747936 B	0.21804765	0.47	0.6408
An	2012	0.356892524 B	0.22999905	1.55	0.1208
An	2013	0.420801186 B	0.26388514	1.59	0.1108
An	2014	0.382883984 B	0.52580979	0.73	0.4665
An	2015	0.000000000 B			

Régression du log des taux de capture avec les catégories
Procédure GLM
Moyenne des moindres carrés

Mois

	Logcpue LSMEAN	Erreur type	PR > t
5	-1.43100747	0.07666149	<.0001
6	-0.97567196	0.06639092	<.0001
7	-0.8128838	0.06500407	<.0001
8	-0.84576485	0.06698924	<.0001
9	-0.80378153	0.06966635	<.0001
10	-0.80836041	0.07245051	<.0001

Division

	Logcpue LSMEAN	Erreur type	PR > t
41	-0.71906515	0.06014737	<.0001
42	-0.98995164	0.06181719	<.0001
43	-1.19277006	0.06070201	<.0001
44	-0.88319316	0.11487078	<.0001

Région

	Logcpue LSMEAN	Erreur type	PR > t
1	-1.04809749	0.05658413	<.0001
2	-0.7889	0.06017503	<.0001
3	-0.88689655	0.26330289	0.0008
4	-1.1436991	0.05201046	<.0001
5	-0.8636319	0.05732673	<.0001

Clbat

	Logcpue LSMEAN	Erreur type	PR > t
1	-0.44919808	0.06376875	<.0001
2	-1.44329193	0.0630886	<.0001

Année

	Logcpue LSMEAN	Erreur type	PR > t
1981	0.00923077	0.44098585	0.9833
1982	-0.30746138	0.23223951	0.1856
1983	-0.37712763	0.22480591	0.0935
1984	-0.58214791	0.22144413	0.0086
1985	-0.53876454	0.07995171	<.0001
1986	-0.76251511	0.07238187	<.0001
1987	-1.01633878	0.07341059	<.0001
1988	-0.92798377	0.07712369	<.0001
1989	-0.70281334	0.07214919	<.0001
1990	-0.22814985	0.07833197	0.0036
1991	-0.46008879	0.0770843	<.0001

	Logcpue LSMEAN	Erreur type	PR > t
1992	-0.19374235	0.07253399	0.0076
1993	-0.3161806	0.07311838	<.0001
1994	-1.21804685	0.07761153	<.0001
1995	-0.58411258	0.97449343	0.5489
1998	-0.78282576	0.27196802	0.004
1999	-2.45280987	0.08287955	<.0001
2000	-2.77867309	0.0888808	<.0001
2001	-2.49503327	0.08459446	<.0001
2002	-1.90848673	0.08409608	<.0001
2003	-2.28469206	0.08770153	<.0001
2004	-0.76764849	0.0917032	<.0001
2005	-0.92278594	0.09174372	<.0001
2006	-0.64310146	0.09242174	<.0001
2007	-0.89770281	0.34043831	0.0084
2008	-0.84609023	0.14377891	<.0001
2009	-0.93145868	0.10017723	<.0001
2010	-0.83519161	0.10260949	<.0001
2011	-1.04538568	0.10602463	<.0001
2012	-0.79024109	0.12893484	<.0001
2013	-0.72633243	0.18267704	<.0001
2014	-0.76424963	0.49004828	0.1189
2015	-1.14713362	0.20998842	<.0001

La catégorie standard est définie par

Mois= 7
Div= 41
Région= 4
Clbat= 2

En cette année	le taux de capture prédit est de	avec une erreur type de
1981	2.029199	0.907429
1982	1.603552	0.388744
1983	1.495879	0.361716
1984	1.220958	0.285835
1985	1.308728	0.085654
1986	1.046728	0.062449
1987	0.81206	0.048802
1988	0.886652	0.059882
1989	1.111198	0.065024
1990	1.785567	0.115066
1991	1.416328	0.085142
1992	1.849261	0.099107
1993	1.636055	0.089497
1994	0.663589	0.042059
1995	0.780658	0.61075
1998	0.99137	0.260624
1999	0.193025	0.012476
2000	0.139267	0.010137
2001	0.185062	0.011689

En cette année	le taux de capture prédit est de	avec une erreur type de
2002	0.33259	0.02265
2003	0.228288	0.015869
2004	1.040138	0.079979
2005	0.890838	0.066259
2006	1.178087	0.090713
2007	0.86556	0.283269
2008	0.955889	0.127599
2009	0.882466	0.074151
2010	0.971351	0.084984
2011	0.786955	0.071681
2012	1.012949	0.118239
2013	1.070882	0.185012
2014	0.929723	0.427211
2015	0.699148	0.140882.

Annexe 4. Estimé des paramètres de croissance de von Bertalanffy et longueur moyenne à l'âge 8 pour *Sebastes mentella* (les valeurs soulignées sont celles utilisées pour l'analyse des perspectives de croissance des récentes cohortes).

Source	L_{∞}	k	t_0	Longueur à l'âge 8 (cm)	Origine des poissons	Sexe
Duplisea <i>et al.</i> 2016	42,0	0,086	-1,57	23,6	Unités 1+2	indéterminé
Duplisea <i>et al.</i> 2016	36,5	0,153	0,07	25,7	Unités 1+2	indéterminé
Duplisea <i>et al.</i> 2016	57,0	0,040	-4,08	21,8	Unités 1+2	indéterminé
Saborido-Rey <i>et al.</i> 2004	43,2	0,107	-1,07	26,9	Flemish Cap	mâle
Saborido-Rey <i>et al.</i> 2004	45,8	0,096	-1,28	27,0	Flemish Cap	femelle
Stransky <i>et al.</i> 2005	39,3	0,078	-6,80	26,9	Irminger Sea	indéterminé
Campana <i>et al.</i> 2016	40,2	0,054	-11,00	25,8	Unité 1	indéterminé
Campana <i>et al.</i> 2016	40,6	0,047	-17,00	28,1	3LN	indéterminé
Campana <i>et al.</i> 2016	39,6	0,138	-2,00	29,6	2J3K	indéterminé
Moyenne	42,7	0,1	-5,0	26,1		
CV	0,140	0,443	-1,147	0,089		