



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2025/065

Région du Québec

Débarquements et révisions des captures en fonction de l'âge pour le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans les divisions 4RSw de l'OPANO au cours de la période 1973-2021

Manuelle Beaudry-Sylvestre et Kim Émond

Institut Maurice-Lamontagne
Pêches et Océans Canada
850, route de la Mer
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.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>
DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du ministère des Pêches et des Océans, 2025

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)

ISSN 2292-4272
ISBN 978-0-660-78950-7 N° cat. Fs70-5/2025-065F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Beaudry-Sylvestre, M., et Émond, K. 2025. Débarquements et révisions des captures en fonction de l'âge pour le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans les divisions 4RSw de l'OPANO au cours de la période 1973-2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/065. iv + 35 p.

Also available in English :

Beaudry-Sylvestre, M., and Émond, K. 2025. *Fishery Landings and Catch-at-Age Revisions for Atlantic Herring (Clupea harengus) in NAFO Divisions 4RSw Over the 1973-2021 Period.* DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2025/065. iv + 33 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
1. INTRODUCTION	1
2. MÉTHODES.....	2
2.1. DONNÉES SUR LES DÉBARQUEMENTS	2
2.1.1. Base de données ZIFF (1985-2021).....	2
2.1.2. Documents du MPO (1973-1996).....	3
2.1.3. Base de données STATLANT 21B de l'OPANO (1960-2018).....	3
2.2. SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS	4
2.3. CAPTURES EN FONCTION DE L'ÂGE.....	5
3. RÉSULTATS	7
3.1. DONNÉES SUR LES DÉBARQUEMENTS	7
3.1.1. Série de données continues sur les débarquements dans la division 4R (1973-2021)	7
3.1.2. Série de données continues sur les débarquements dans la zone 4Sw (1985-2021)	8
3.1.3. Synthèse des tendances par type d'engin et par zone de l'OPANO	8
3.2. SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS	9
3.3. CAPTURES EN FONCTION DE L'ÂGE.....	10
4. DISCUSSION.....	11
REMERCIEMENTS	12
RÉFÉRENCES CITÉES	12
TABLEAUX	14
FIGURES	18
ANNEXES	34

RÉSUMÉ

Ce document présente une révision des données sur les débarquements de la pêche commerciale et des estimations des captures en fonction de l'âge pour le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans la division 4R et la zone 4Sw de l'Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest (OPANO) au cours de la période 1973-2021. Les données sur les débarquements ont été réextraites des sources de données originales afin d'établir une série chronologique continue et d'identifier les divergences avec les valeurs utilisées dans les évaluations antérieures. Un algorithme standardisé et reproductible a été élaboré pour attribuer des échantillons biologiques aux débarquements en fonction de la proximité spatiale et temporelle et du type d'engin de pêche. Cette approche a ensuite été appliquée pour mettre à jour les estimations annuelles des captures en fonction de l'âge pour les composantes des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne. Par rapport à l'approche originale, les résultats indiquent qu'il n'y a que de faibles variations dans les données sur les débarquements et les estimations des captures en fonction de l'âge, les différences étant plus marquées chez les jeunes. Néanmoins, les comparaisons avec les données des évaluations antérieures semblent indiquer une incidence minime sur la composition globale en fonction de l'âge et le suivi des cohortes. Cette révision des données vise à améliorer la transparence et la reproductibilité des estimations des captures en fonction de l'âge pour les futures évaluations des stocks de hareng dans les divisions 4RSw.

1. INTRODUCTION

L'estimation des prises totales et des captures en fonction de l'âge des populations de poissons commerciaux est une étape importante dans le processus d'établissement des limites et de la réglementation favorisant l'exploitation durable. Le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) surveille et échantillonne les débarquements de la pêche de la plupart des espèces de poisson canadiennes afin d'obtenir cette information. Étant donné que les caractéristiques biologiques peuvent varier selon divers processus environnementaux et d'échantillonnage agissant simultanément sur les populations, la désagrégation des débarquements en fonction de l'âge nécessite une analyse minutieuse de la correspondance entre les débarquements et les échantillons disponibles selon les périodes, les régions et les types d'engins.

Dans le nord du golfe du Saint-Laurent (nGSL), la population de harengs de l'Atlantique (*Clupea harengus*) est gérée et évaluée en deux stocks distincts; un stock le long de la côte ouest de Terre-Neuve (division 4R de l'OPANO) et un autre sur la Côte Nord du Québec (division 4S de l'OPANO). Les limites spatiales de chaque stock ont été définies à l'origine d'après des expériences de marquage menées dans les années 1970 et au début des années 1980 (Moores et Winters 1984) et les données probantes, dans chaque région, sur les composantes des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne qui sont distinctes sur les plans écologique et génétique (Melvin *et al.* 2009; Lamichhaney *et al.* 2017). Cependant, selon les résultats préliminaires d'une expérience de marquage acoustique continue dans le nGSL (Émond et Nilo 2025), les harengs de la division 4R et ceux de la zone adjacente 4Sw ne sont peut-être pas ou ne sont plus considérés comme biologiquement indépendants. Compte tenu de ces nouvelles preuves, et parce que les débarquements dans la division 4S ont été dominés par la zone 4Sw depuis la fin des années 2000 (MPO 2021), la présente révision s'applique à l'ensemble de 4RSw.

Les captures de harengs de l'Atlantique en fonction de l'âge dans les divisions 4RSw ont toujours été estimées à l'aide du logiciel CATCH.AWS, rédigé en langage STSC APL (anonyme 1986), puis réécrit en langage Visual Basic, plus moderne, et renommé CATCH (Doniol-Valcroze *et al.* 2018). En plus du manque de documentation adéquate sur le fonctionnement interne du logiciel et son code source, dont il a été question dans un autre document portant sur la morue de l'Atlantique (*Gadus morhua*) des divisions 3Pn4RS (Ouellette-Plante *et al.* 2022), le logiciel a été critiqué parce qu'il demande à l'utilisateur de prendre des décisions manuelles subjectives concernant, par exemple, le choix des échantillons biologiques à associer chaque année aux débarquements de la pêche. Ce manque de reproductibilité est particulièrement problématique dans les situations où les données sont limitées, où la nécessité d'imputer des échantillons à partir d'emplacements voisins, de périodes différentes ou d'un autre type d'engin peut être plus grande.

Le présent document fournit des estimations mises à jour des captures de la pêche commerciale en fonction de l'âge du hareng de l'Atlantique dans les divisions combinées 4RSw de l'OPANO. Nous commençons par extraire à nouveau les données sur les débarquements de la pêche de toutes les sources de données originales sur les périodes 1973--2021 (pour la division 4R) et 1985--2021 (pour la zone 4Sw). Ensuite, nous appliquons un algorithme de sélection standardisé pour estimer le nombre en fonction de l'âge, en utilisant des échantillons biologiques prélevés à des endroits, à des périodes de l'année et à l'aide de types d'engin de plus en plus différents. Enfin, nous ajoutons ces données dans les estimations des captures en fonction de l'âge pour les reproducteurs de printemps et ceux de l'automne, et comparons les résultats avec les valeurs présentées dans les évaluations antérieures.

2. MÉTHODES

Toutes les méthodes ont été mises en œuvre dans la version 4.1.1 du progiciel statistique R (R Core Team 2020).

2.1. DONNÉES SUR LES DÉBARQUEMENTS

Les débarquements ont été extraits de sources de données originales afin de les comparer aux valeurs utilisées dans les plus récents rapports d'évaluation publiés (Émond *et al.* 2024; MPO 2021). Les données sur les débarquements dans la division 4R proviennent : 1) des fichiers de données informatisés sur les échanges entre les zones (ZIFF), qui sont axés sur les débarquements par la flotte canadienne entre 1985 et 2021; 2) des documents de recherche du MPO englobant la période d'évaluation de 1973 à 1996, qui semblent être la principale source de données sur les débarquements pour de nombreuses évaluations de stock antérieures; 3) de l'ensemble de données STATLANT 21B de l'OPANO, qui comprend les données sur les débarquements de harengs des flottes canadienne et étrangère au cours de la période 1960-2018. Pour les périodes où des ensembles de données se chevauchent, nous avons choisi la combinaison de sources la plus précise d'après les comparaisons des valeurs par engin de pêche, par zone de l'OPANO et par année. Des données sur les débarquements dans la division 4S ont été trouvées, pour les mêmes années, dans la base de données ZIFF et la base de données B de l'OPANO, mais seule la base de données ZIFF a été retenue pour les données de la zone 4Sw, faute de pouvoir extraire les données de cette zone dans la base de données B de l'OPANO. Les principales caractéristiques de chaque ensemble de données ainsi que les mesures prises pour créer et standardiser chaque variable (c.-à-d. pour l'année, le mois, la zone de l'OPANO, le type d'engin de pêche et le secteur des engins) sont brièvement présentées ci-dessous.

2.1.1. Base de données ZIFF (1985-2021)

Les données de la base de données ZIFF ont été extraites le 19 décembre 2022 pour l'ensemble des zones de l'OPANO dans les divisions 4RS. Ces fichiers comprennent toutes les données sur les débarquements de la pêche déclarés par les exploitants de bateaux de pêche canadiens depuis 1985 et sont régulièrement mis à jour pour qu'ils soient de la meilleure qualité possible (voir les dates des dernières modifications dans la figure 1). Au moment de la présente révision, la compilation ou la validation des données sur les débarquements des saisons de pêche 2019 à 2021 étaient encore en cours à certains endroits; ces données sont donc considérées comme préliminaires.

Nous avons veillé à associer une année, un mois, une zone de l'OPANO et un type d'engin à chaque registre de la base de données ZIFF pour que chaque registre corresponde à la résolution utilisée dans les documents du MPO (voir la sous-section 2.1.2). Aucun problème particulier n'a été relevé pour l'année ou le mois. Nous avons trouvé 611 registres dont la zone de l'OPANO était soit manquante, soit non précisée (p. ex., 4R, 4Ru, 4S, 4SU); dans cinq d'entre eux, la zone pouvait être établie à partir des coordonnées géographiques et, dans 390 autres, la zone pouvait être déterminée d'après le numéro d'identification du port de débarquement. Les registres restants, dont la zone de l'OPANO était inconnue, ont été retirés de l'ensemble de données. Le type d'engin appartient à l'une des six catégories suivantes : grand senneur (longueur du bateau égale ou supérieure à 65 pieds), petit senneur (longueur du bateau inférieure à 65 pieds), filet maillant, senne *tuck* (senne-barrage), trappe et une catégorie « autres » regroupant les types d'engin peu utilisés (< 0,5 % des débarquements annuels), y compris la senne de plage, la ligne à main appâtée, la palangre, le filet maillant dérivant, le casier, le chalut de fond (en poupe), le chalut semi-pélagique (en poupe), le chalut semi-pélagique (latéral) et la turlutte (tableau A1). Le mode de capture a été défini davantage en ce

qui concerne le secteur des engins de pêche, soit mobile (grand senneur, petit senneur, senne *tuck*), soit fixe (filet maillant, trappe) ou autres (tous les autres types d'engin), afin d'améliorer le processus de sélection des échantillons dans l'algorithme. À noter que les sennes *tuck* sont considérées comme des engins fixes aux fins de la gestion des pêches, mais qu'elles ont été traitées comme des engins mobiles dans l'indice, car elles fonctionnent essentiellement de la même façon que les sennes bourses. L'ensemble de données agrégées contenait 2 827 combinaisons d'année, mois, zone de l'OPANO et type d'engin de pêche.

2.1.2. Documents du MPO (1973-1996)

Pour la division 4R de l'OPANO, les données sur les débarquements ont été tirées des documents de recherche du MPO englobant les années 1973-1983 (McQuinn 1987¹), les années 1984-1989 (McQuinn et Lefebvre 1993²) et les années 1990-1996 (McQuinn et al. 1999). Ces données étaient uniquement présentées sous forme de tableaux non électroniques, c.-à-d. que les valeurs étaient regroupées par année, mois, zone de l'OPANO et type d'engin de pêche, chaque document faisant état des débarquements canadiens effectués au cours des 10 à 15 dernières années depuis la date de publication. Comme dans le cas de la base de données ZIFF, les données des trois dernières années de chaque évaluation sont considérées comme préliminaires, car des modifications étaient toujours attendues.

Étant donné que les données sur les débarquements ont été regroupées par année, mois, zone de l'OPANO et type d'engin, aucune modification n'a été apportée aux variables originales de la base de données. Cependant, les fausses déclarations faites par l'industrie des grands senneurs entre 1982 et 1985, alors que le total autorisé des captures (TAC) a été réduit de 16 000 à 10 000 t, ont entraîné une sous-estimation importante du total des débarquements dans le tableau 3 du document de McQuinn (1987). Pour 1982-1983, les chiffres « corrigés par l'industrie » dans le tableau 2 du document de McQuinn de 1987, soit 9 548 t et 7 279 t, ont été attribués aux mêmes proportions par année, mois et zone de l'OPANO que dans le tableau original afin qu'ils correspondent à la résolution utilisée les autres années. Les mêmes corrections n'ont pas été nécessaires pour 1984-1985, car les valeurs mises à jour ont été publiées dans McQuinn et Lefebvre (1993). L'ensemble de données historiques complet comprenait les données sur les débarquements issus de 1 216 combinaisons distinctes d'année, mois, zone de l'OPANO et type d'engin de pêche.

Les données historiques qui ont été extraites n'englobaient pas celles de la période s'échelonnant de 1965 à 1972, parce que les documents de recherche correspondants (ou une source de données équivalente) pour ces années n'ont pu être récupérés dans nos archives. De plus, les sources originales des données sur les débarquements qui ont été présentées dans le tableau 2 récapitulatif des données par année d'Émond et al. (2024) n'ont pas pu être validées par rapport aux données détaillées utilisées dans le logiciel CATCH.

2.1.3. Base de données STATLANT 21B de l'OPANO (1960-2018)

Les données sur les débarquements compilées dans la [base de données STATLANT 21B de l'OPANO](#) ont été récupérées le 22 décembre 2022 dans le dépôt de statistiques en ligne, au

¹ Les données sur les débarquements de la pêche de 1973 à 1981 provenaient de la Direction de la statistique, région de Terre-Neuve, tandis que celles des débarquements de la pêche au filet maillant de 1982 à 1986 provenaient de la Direction de la statistique des régions de Terre-Neuve et du golfe.

² Source non précisée.

moyen de la fonction *read.nafoB* mise au point dans le paquet CatchR de R (Ouellette-Plante et al. 2022). Ces données font état des débarquements commerciaux effectués par tous les bateaux de pêche canadiens et étrangers au cours de la période s'étendant de 1960 à 2018 (2018 étant la dernière année des données accessibles), mais elles sont considérées en grande partie comme équivalentes aux données sur les débarquements (uniquement canadiens) de la base de données ZIFF depuis que le Canada a mis en place la zone économique exclusive (ZEE) de 200 milles marins en 1977. Au moment de réaliser cette révision, aucun registre sur le hareng n'a été trouvé pour l'année 2014, tandis que les données de toutes les autres années présentaient un degré inconnu de chevauchement avec la base de données ZIFF (voir la figure 3).

Nous avons modifié chaque variable de la base de données 21B de l'OPANO pour qu'elle corresponde aux définitions utilisées dans les documents du MPO et la base de données ZIFF. À chaque registre étaient associées une année et une division de l'OPANO (4R ou 4S). Les mois de capture ont été déclarés pour toutes les années, sauf en 1960, 1986 et 1997 pour la division 4R, où les données sur les débarquements ont été présentées sous forme de totaux annuels. La zone précise de l'OPANO était inconnue, car elle n'a pu être déduite à partir de l'ensemble de données ou de toute autre source d'information. Le type d'engin de pêche était indiqué dans la plupart des cas, mais avec une résolution plus grossière que dans la base de données ZIFF; par exemple, tous les senneurs ont été rangés dans la catégorie des grands senneurs (longueur du bateau égale ou supérieure à 65 pi) parce que la longueur du bateau n'était généralement pas indiquée (dans d'autres ensembles de données, cette catégorie était comparable à celle des débarquements combinés des grands et petits senneurs). L'ensemble de données comptait en tout 1 495 combinaisons d'année, mois (lorsque disponible), division de l'OPANO et type d'engin de pêche.

Le fait que la base de données 21B de l'OPANO comprenait les données à la fois des bateaux de pêche canadiens et des bateaux étrangers ne devrait pas avoir d'effet important sur la comparaison avec la base de données ZIFF (canadienne seulement). En effet, les seuls débarquements déclarés qui pouvaient être attribués à des bateaux de pêche étrangers depuis 1960 ont été effectués par la France (continentale) en 1975 (division 4S) et en 1979 (division 4R) dans le cadre d'une pêche au chalut de fond ciblant la morue de l'Atlantique.

2.2. SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS

Des échantillons biologiques ont été prélevés dans divers ports de débarquement dans le cadre du Programme d'échantillonnage des pêches commerciales du MPO et attribués aux strates k ($k = 1 \ 2 \ \dots \ K$) définies par des combinaisons uniques d'*année* (1973-2021), de *mois* (1-12), de *zone de l'OPANO* (4Ra-d; 4Sw), de *type d'engin* (grand senneur, petit senneur, senne tuck, filet maillant, trappes, autres) et de *secteur d'engin* (mobile, fixe, autre). Pour certains débarquements spécifiques à une strate W_k , un ou plusieurs échantillons aléatoires d'environ 55 poissons (plage de 30 à 295 individus) ont été sélectionnés et envoyés à l'Institut Maurice-Lamontagne pour la détermination du groupe de reproducteurs (de printemps ou de l'automne), du sexe (mâle, femelle, inconnu), de la longueur totale (± 1 mm), de la masse totale (± 1 g), de la masse des gonades ($\pm 0,1$ g), du stade du développement des gonades (catégories 1 à 8) et de la classe d'âge (0 à 11 ans et plus). Ces caractéristiques biologiques ont ensuite été associées aux débarquements des strates correspondantes ou similaires pour le calcul des captures en fonction de l'âge.

L'attribution des M échantillons biologiques aux débarquements W_k a été effectuée suivant un algorithme standardisé afin d'assurer la reproductibilité des résultats d'une itération à l'autre. Le plan initial fondé sur l'année, le mois, la zone de l'OPANO, le type d'engins et le secteur d'engin a été élaboré par McQuinn (1987). L'algorithme repose sur une hiérarchie à 14 niveaux dans

laquelle les échantillons de niveau 1 sont prélevés la même année, le même mois, dans la même zone de l'OPANO et avec le même type d'engin de pêche que les débarquements W_k et ceux des niveaux 2 à 14 sont attribués à l'aide des valeurs déterminées à des strates de plus en plus différentes :

$$m = \begin{cases} 1 & = \text{année} + \text{mois} + \text{OPANO} + \text{type d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 2 & = \text{année} + \text{mois} + \text{OPANO} + \text{secteur d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 3 & = \text{année} + \text{mois adj.} + \text{OPANO} + \text{type d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 4 & = \text{année} + \text{mois adj.} + \text{OPANO} + \text{secteur d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 5 & = \text{année} + \text{mois adj.} + \text{OPANO} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 6 & = \text{année} + \text{mois} + \text{OPANO adj.} + \text{type d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 7 & = \text{année} + \text{mois} + \text{OPANO adj.} + \text{secteur d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 8 & = \text{année} + \text{mois adj.} + \text{OPANO adj.} + \text{type d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 9 & = \text{année} + \text{mois adj.} + \text{OPANO adj.} + \text{secteur d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 10 & = \text{année} + \text{mois adj.} + \text{OPANO adj.} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 11 & = \text{année} + \text{OPANO adj.} + \text{type d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 12 & = \text{année} + \text{OPANO adj.} + \text{secteur d'engin} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 13 & = \text{année} + \text{OPANO adj.} = \text{si } M \geq 2, \text{ ou } \downarrow \\ 14 & = \text{année} \end{cases} \quad (1)$$

Les échantillons des mois adjacents (adj.) ont été priorisés par rapport à ceux de lieux adjacents afin de refléter l'observation de McQuinn (1987) selon laquelle les proportions de reproducteurs de printemps et de reproducteurs d'automne de la division 4R tendent à être plus similaires dans le temps que dans l'espace. Bien que les données probantes à l'appui de cette affirmation n'aient pas été observées de façon constante pour notre plan d'étude (p. ex., voir la figure A1 pour des comparaisons entre les mois et entre les zones de l'OPANO), nous avons néanmoins maintenu cette approche, car des études préliminaires indiquaient que la séquence précise de la sélection avait très peu d'incidence sur les résultats de l'estimation des captures en fonction de l'âge.

La recherche d'échantillons a été paramétrée de façon à progresser vers des niveaux supérieurs d'agrégation jusqu'à ce qu'au moins deux échantillons indépendants puissent être attribués à un débarquement donné W_k . Comme dans Ouellette-Plante *et al.* (2022), la recherche n'a pas été limitée par un nombre maximal d'échantillons.

Nous avons évalué le comportement et les extrants de l'algorithme en estimant le nombre total de strates et de débarquements combinés attribués à chacun des 14 niveaux d'agrégation. Nous avons également examiné la façon dont les échantillons sélectionnés ont évolué au fil du temps en comparant d'une année à l'autre les niveaux d'agrégation moyens avec les niveaux d'agrégation moyens pondérés selon les débarquements.

2.3. CAPTURES EN FONCTION DE L'ÂGE

Les captures en fonction de l'âge des harengs reproducteurs de printemps et d'automne ont été estimées à l'aide des équations données ci-dessous, dans l'environnement R, qui sont en grande partie inspirées de Gavaris et Gavaris (1983) et de Ouellette-Plante *et al.* (2022). Avant de combiner les M échantillons ($m = 1, 2, \dots, M$) associés à chaque strate k ($k = 1, 2, \dots, K$), la proportion des poissons d'âge a et de composante des reproducteurs s dans l'échantillon m a été calculée comme suit :

$$p_{kmsa} = \frac{n_{kmsa}}{n_{kms}} \quad (2)$$

où n_{kmsa} est le nombre de poissons en fonction de l'âge a et de la composante des reproducteurs s dans l'échantillon m .

La proportion de l'âge a et de la composante des reproducteurs s à l'échelle de la strate p_{ksa} , était comme suit :

$$p_{ksa} = \frac{\sum_{m=1}^M p_{kmsa}}{M} \quad (3)$$

Le poids débarqué des poissons en fonction de l'âge a et de la composante des reproducteurs s dans la strate k a donc été calculé comme suit :

$$W_{ksa} = W_k \cdot p_{ksa} \quad (4)$$

Le nombre correspondant de spécimens, N_{ksa} , a été obtenu comme suit :

$$N_{ksa} = \frac{W_{ksa}}{\bar{w}_{ksa}} \quad (5)$$

où \bar{w}_{ksa} est le poids total moyen des poissons en fonction de l'âge a et de la composante des reproducteurs s dans la strate k , et est calculé comme suit :

$$\bar{w}_{ksa} = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ksai}}{n_{ksa}} \quad (6)$$

où w_{ksai} est le poids total des poissons i en fonction de l'âge a et de la composante des reproducteurs s dans la strate k et n_{ksa} représente le nombre de poissons en fonction de l'âge a et de la composante des reproducteurs s dans la strate k . Ensuite, le nombre de poissons capturés par composante des reproducteurs et catégorie d'âge ($caan_{sa}$) a été calculé par année comme suit :

$$caan_{sa} = \sum_k^K N_{ksa} \quad (7)$$

Enfin, les proportions de chaque composante des reproducteurs $caan_{sa}$ dans les captures commerciales chaque année y ($y = 1, 2, \dots, Y$), p_{ys} , ont été calculées comme suit :

$$p_{ys} = \frac{\sum_{a=1}^A caan_{ysa}}{\sum_{s=1}^S \sum_{a=1}^A caan_{ysa}} \quad (8)$$

où $caan_{ysa}$ est le nombre d'individus en fonction de l'âge a et de la composante des reproducteurs s dans l'année y .

Les équations ci-dessus diffèrent de deux façons importantes de celles de l'approche établie pour la morue de l'Atlantique dans 3Pn4RS (Ouellette-Plante *et al.* 2022). Premièrement, les calculs pour le hareng de l'Atlantique doivent tenir compte de la présence des deux composantes des reproducteurs concomitantes (les reproducteurs d'automne et les reproducteurs de printemps), dont la contribution relative aux débarquements ne peut être déterminée que par échantillonnage biologique. Deuxièmement, les échantillons biologiques ne sont pas sous-échantillonnes pour la détermination de l'âge, ce qui permet d'estimer directement le nombre d'individus en fonction de l'âge, sans avoir recours aux clés âge-longueur habituelles.

Les principales tendances dans les données ont été résumées en estimant les proportions standardisées en fonction de l'âge et de l'année pour chaque composante des reproducteurs et

chaque division de l'OPANO. Les nombres en fonction de l'âge ont d'abord été convertis en proportions annuelles en fonction de l'âge par :

$$p_{ysa} = \frac{caan_{ysa}}{\sum_{a=1}^A caan_{ysa}} \quad (9)$$

p_{ysa} a ensuite été standardisé ($spay_{ysa}$) en soustrayant la proportion moyenne à chaque âge \bar{p}_{sa} :

$$\bar{p}_{sa} = \frac{\sum_y p_{ysa}}{Y} \quad (10)$$

et en divisant par l'écart-type σ_{sa} des proportions calculées d'une année à l'autre :

$$spay_{ysa} = \frac{p_{ysa} - \bar{p}_{sa}}{\sigma_{sa}} \quad (11)$$

où l'écart-type est :

$$\sigma_{sa} = \sqrt{\frac{\sum_y (p_{ysa} - \bar{p}_{sa})^2}{Y}} \quad (12)$$

Pour déterminer et illustrer les différences entre les estimations originales et révisées des captures en fonction de l'âge, nous avons calculé le rapport logarithmique ($\log[\text{nouveau/ancien}]$) des deux ensembles de données non standardisés, ce qui fournit des valeurs symétriques autour de zéro.

3. RÉSULTATS

3.1. DONNÉES SUR LES DÉBARQUEMENTS

3.1.1. Série de données continues sur les débarquements dans la division 4R (1973-2021)

Bien que les fichiers de données ZIFF compilées entre 1985 et 1992 aient été mis à jour en décembre 2009, nous avons été surpris de constater qu'ils n'ont pas été utilisés de la même manière dans une évaluation récente des stocks pour la division 4R (figure 1). Au lieu de cela, la série originale de données sur les débarquements pour cette période correspondait davantage aux valeurs publiées dans McQuinn (1987), McQuinn et Lefebvre (1987) et McQuinn *et al.* (1999).

Afin de déterminer lequel de ces deux ensembles de données a fourni les valeurs les plus plausibles pour la période 1985-1992, les données sur les débarquements de l'ensemble de données ZIFF pour la division 4R ont été regroupées par année, par zone de l'OPANO et par type d'engin pour correspondre à la résolution de l'ensemble de données historiques du MPO (figure 2). Les débarquements par les grands seigneurs variaient de 13 171 à 25 598 t, les estimations présentées dans McQuinn et Lefebvre (1993) et McQuinn *et al.* (1999) dépassant de 8 787 t les valeurs de l'ensemble de données ZIFF. Ces valeurs élevées dans les documents du MPO coïncident avec un sommet des ventes de hareng aux pays asiatiques et européens, l'élaboration d'une entente de ventes directes en mer avec la Russie s'échelonnant de 1988 à un moment donné dans les années 1990 et un certain partage des quotas entre les zones 4Rc de l'OPANO et la zone adjacente 4TVn (McQuinn et Lefebvre 1993). Les débarquements estimés pour les petits seigneurs et les filets maillants étaient très similaires d'une source à l'autre, tandis qu'il n'a pas été possible d'établir des comparaisons équivalentes

pour les sennes *tuck* et les trappes, étant donné que ces engins de pêche n'ont commencé à être utilisés qu'à la fin des années 1990 et dans les années 2000, respectivement. D'après les données présentées dans la figure 2, nous avons donc divisé l'ensemble de données ZIFF de la période 1993-2021 et avons étendu cette série avec des données du MPO sur les débarquements, compilées entre 1973 et 1993, qui ont une résolution similaire, mais probablement plus prudente.

Nous avons cherché à savoir si, pour la division 4R (figure 3), les données sur les débarquements du MPO de la période 1973-1993 pouvaient être remplacées par celles de la base de données B de l'OPANO plus récente. Bien que, dans la base de données B de l'OPANO, la grande majorité des registres antérieurs à l'an 2000 ait été modifiée pour la dernière fois du milieu à la fin des années 1990, les comparaisons entre les grands et les petits senneurs combinés indiquent que certains registres de cet ensemble de données n'étaient pas à jour en ce qui concerne le hareng. Un écart notable a été observé aux années 1982 et 1983, où les données sur les débarquements de la base de données 21B de l'OPANO correspondaient davantage aux valeurs mal déclarées par l'industrie et présentées dans le tableau 3 de McQuinn (1987) [5 586 et 4 616 t] qu'aux corrections *a posteriori* présentées dans le tableau 2 du même document (9 548 et 7 278 t; voir la sous-section 2.1.2 intitulée Méthodes). Un autre excellent exemple est celui de l'année 1984. Cette année-là, les données sur les débarquements de la base de données 21B de l'OPANO correspondaient (alors) à la valeur préliminaire de 4,78 t dans McQuinn (1987) plutôt qu'à la valeur estimative définitive de 7,20 t dans McQuinn et Lefebvre (1993). Même si la correspondance entre les sources était relativement élevée pour les filets maillants et les autres types d'engin combinés, sauf peut-être après 2000, nous avons conclu que les estimations de la base de données 21B de l'OPANO pour la période 1973-1993 étaient incomplètes. Par conséquent, pour la période 1973-1992, les données des documents du MPO ont été jugées fournir une information plus à jour que celles de la base de données 21B de l'OPANO.

Les sources de données utilisées pour les débarquements de chaque année de 1973 à 2021 sont résumées pour chaque zone de l'OPANO de la division 4R (figure 4 : graphiques de gauche). Ces sources comprennent McQuinn (1987) de 1973 à 1984, McQuinn et Lefebvre (1993) de 1984 à 1990, McQuinn *et al.* (1999) de 1990 à 1993, et les données de la base de données ZIFF de 1993 à 2021.

3.1.2. Série de données continues sur les débarquements dans la zone 4Sw (1985-2021)

En ce qui concerne la zone 4Sw de l'OPANO, nous avons utilisé les données de la base de données ZIFF de 1985 à 2021 qui correspondent à la dernière évaluation (MPO 2021), car il n'y avait aucun problème connu avec les données avant 1993, ni avec aucune autre, quelle que soit l'année (figure 4 : graphique de droite). La série n'a pas été étendue en remontant plus loin en arrière, parce qu'il n'était pas possible de regrouper les données de la base de données 21B de l'OPANO par zone comme dans les autres bases de données et parce que, jusqu'à la fin des années 2000, les données sur les débarquements combinaient celles des parties ouest et est de la division 4S.

3.1.3. Synthèse des tendances par type d'engin et par zone de l'OPANO

Les données sur les débarquements classées par type d'engin et par zone de l'OPANO sont présentées, pour chaque année, dans les tableaux 1 et 2 pour la division 4R et dans le tableau 3 pour la zone 4Sw (voir le tableau 2 équivalent dans Émond *et al.* 2024, pour des comparaisons détaillées relatives à la division 4R). Dans la division 4R, les débarquements ont augmenté de manière soutenue au cours des années 1970, 1990 et 2010, les valeurs

atteignant un sommet en 1973 et en 1991, à 26 684 t et à 26 381 t, respectivement. Dans la zone 4Sw, par comparaison, les débarquements ont été moindres, mais ils ont invariablement dépassé la barre des 3 000 t par année de 2012 à 2017, enregistrant en 2012 leur valeur maximale de 4 378 t. Le total annuel autorisé des captures pour la division 4R de l'OPANO a été établi en 2003 à 20 000 t, tandis que celui des captures pour toute la division 4S a été fixé en 2019 à un total combiné de 4 500 t, ce qui comprend la limite maximale de 4 000 t dans la zone 4Sw ainsi qu'une limite maximale facultative de 500 t dans toutes les autres zones (c.-à-d. les zones 4Sivxyz), une fois que la limite de 4 000 t a été atteinte (la mesure mise en application visait à encourager la pêche dans les zones autres que 4Sw).

Les données révisées sur les débarquements ne s'écartaient pas beaucoup de celles des évaluations des stocks les plus récentes dans la division 4R (Émond *et al.* 2024) ou la zone 4Sw (MPO 2021), comme l'a révélé la comparaison des tendances selon le type d'engin (grand senneur, petit senneur, senne *tuck*, filet maillant, trappe) et la zone de l'OPANO (4Sw, 4Ra, 4Rb, 4Rc, 4Rd) dans la figure 5. Notamment, la série de données révisées sur les débarquements a permis de confirmer deux grandes tendances dans les données depuis 1973. La première est la dominance historique du secteur des engins mobiles dans toutes les zones de 4RSw, les grands et petits senneurs représentant respectivement 63,2 % et 17,0 % de tous les débarquements enregistrés depuis 1973, et le secteur des engins fixes étant plus actif dans les frayères côtières (en eaux peu profondes) et les aires d'hivernage. La deuxième tendance d'intérêt a été le déplacement soutenu, depuis 2010, de la proportion des débarquements en provenance des zones sud 4Rc et 4Rd vers les zones nord 4Rb, 4Ra et 4Sw, une tendance qui a déjà été attribuée à une variation sous-jacente dans la répartition des stocks (p. ex., Chamberland *et al.* 2022). Il n'a pas été possible de faire des comparaisons équivalentes par mois de capture, étant donné que les données originales sur les débarquements dans Émond *et al.* (2024) n'étaient qu'à une résolution temporelle annuelle.

3.2. SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS

Les tendances en ce qui concerne le nombre d'échantillons des pêches commerciales pouvant être sélectionné ont suivi celles des débarquements jusqu'au milieu ou à la fin des années 1990, après quoi la disponibilité des échantillons est passée à 50 échantillons ou moins par année (figure 6). Les proportions d'échantillons prélevés par type d'engin étaient généralement conformes aux quantités débarquées, sauf pendant la période 1985-2000 où les filets maillants étaient surreprésentés dans les échantillons (plage : 26,8 %-68,3 %) par rapport à leur contribution aux débarquements (plage : 1,43 %-23,1 %). Les comparaisons par zone de l'OPANO ont révélé une tendance à la baisse du nombre d'échantillons dans la partie sud de la zone 4R, notamment en 1973 ainsi qu'à la fin des années 1980 et au début des années 1990 quand la contribution de la zone 4Rd était supérieure dans les débarquements (plage : 13,5-72,8 %) que dans les échantillons (plage : 13,4 %-30,9 %), ainsi qu'une surreprésentation des zones nord 4Ra et 4Sw. La couverture temporelle de l'échantillonnage était plus constante dans les derniers mois de l'année (10-12), mais elle a été quelque peu insuffisante dans les mois du printemps (4-6).

Sur les 2 576 combinaisons de données regroupées en fonction de l'année, du mois, de la zone de l'OPANO et du type d'engin de pêche, 526 (20,4 %) avaient le nombre minimum requis de deux échantillons indépendants au niveau 1, ce qui représente 65 % des débarquements totaux effectués entre 1973 et 2021 (tableau 4). La grande majorité des strates ont satisfait à cette exigence au niveau de regroupement 5 ou avant ($n_k = 1 671$; 64,9 %), ce qui signifie que la plupart des débarquements W_k pouvaient être associés à des échantillons biologiques provenant de la même zone de l'OPANO. En tenant compte des échantillons prélevés dans les zones de l'OPANO adjacentes à W_k , mais avec le même type d'engin ou secteur d'engin

(niveaux 6 à 9), nous avons obtenu un total cumulatif de 2 096 strates (81,4 %), associées à presque tous les débarquements (96,3 %). Les associations réalisées aux niveaux égaux ou supérieurs à 10 étaient relativement rares et, dans l'ensemble, ne représentaient pas une grande partie des débarquements.

Le niveau moyen d'agrégation des strates est demeuré stable à des valeurs situées entre 3 et 5 jusqu'au début des années 2000, avec des degrés de variabilité globalement très similaires d'une année à l'autre (figure 7). Ensuite, conformément aux écarts de disponibilité des échantillons relevés dans la figure 6, le niveau d'agrégation moyen est passé à 7-8 au milieu des années 2000, a diminué au cours des années 2010 et a affiché une autre augmentation à la fin des années 2010. Bien que les niveaux d'agrégation moyens aient été inférieurs lorsqu'on tient compte des quantités débarquées dans chaque strate (ce qui reflète les proportions plus élevées de débarquements attribués à des niveaux d'agrégation faibles; voir la ligne rouge dans la figure 7), une augmentation du niveau d'agrégation moyen au fil du temps a tout de même été observée.

3.3. CAPTURES EN FONCTION DE L'ÂGE

Les estimations des captures en fonction de l'âge pour les reproducteurs d'automne dans la division 4R étaient, dans l'ensemble, très semblables aux estimations initiales présentées dans Émond *et al.* (2024), la plus grande partie de la variabilité à court terme étant répétée pour les individus âgés de cinq ans et plus (figures 8 et 9). Des différences plus importantes avec la série originale ont été observées chez les individus de quatre ans et moins, ce qui n'est peut-être pas surprenant étant donné que le hareng n'est pas entièrement recruté pour la pêche commerciale avant l'âge de trois ou quatre ans (figure 10). L'année 1988 est un bon exemple de la sensibilité de la méthode à ces catégories d'âge plus rares, où le nombre d'individus débarqués de deux, trois et quatre ans a été estimé à 484 000, à 207 000 et à 511 000 dans les évaluations antérieures, et seulement à 0, à 0 et à 567 000 avec la méthode révisée. L'écart le plus marqué observé en 2021 entre les deux séries est attribuable à la mise à jour des données sur les débarquements et à l'augmentation du nombre d'échantillons pour cette année-là pendant la révision des données sur les captures en fonction de l'âge.

Les captures en fonction de l'âge des reproducteurs de printemps de la division 4R étaient légèrement plus variables que celles des reproducteurs d'automne, comme en témoignent les crêtes et les creux d'abondance plus fréquents au cours de la période étudiée (figures 11 et 12). Au cours des années 1980, les données révisées pour les individus de deux à trois ans, les catégories les moins fréquemment observées qui ont pu être comparées, étaient considérablement plus faibles que dans l'évaluation initiale, ce qui peut refléter la plus grande sensibilité des résultats à l'algorithme d'échantillonnage (figure 13). Cet écart a largement diminué au cours des années suivantes, alors que l'abondance de reproducteurs de printemps semblait être uniformément faible dans toute la zone d'étude.

Les tendances des captures en fonction de l'âge pour les reproducteurs d'automne et de printemps dans la zone 4Sw correspondaient en grande partie à celles de la division 4R (figures 8 et 11). Cependant, elles ne reflétaient pas les cohortes les plus abondantes aussi nettement que les captures en fonction de l'âge de la division 4R (figures 14 et 15). La pêche dans la zone 4Sw a peu contribué aux captures totales dans la zone 4RSw, représentant seulement 9,40 % des strates avec des débarquements non nuls ($n_k = 236$) et seulement 5,42 % des débarquements totaux. Par conséquent, bien que les échantillons prélevés dans la zone 4Sw (niveaux 1 à 5; $n_k = 152$) aient été attribués à plus de la moitié des strates de cette zone, on ne sait toujours pas dans quelle mesure ces observations représentent une dynamique partagée entre les zones 4R et 4Sw.

Les révisions apportées aux données sur les captures en fonction de l'âge dans la division 4R de l'OPANO n'ont pas eu d'incidence majeure sur la composition du groupe reproducteur du stock au cours de la période commune de 1973 à 2021 (figure 16). Dans les données originales et révisées de la série, les captures en fonction de l'âge pour la division 4R étaient surtout composées de reproducteurs de printemps jusqu'au début ou au milieu des années 1990, et de reproducteurs d'automne jusqu'au début ou au milieu des années 2010, et ont affiché une augmentation rapide des proportions de reproducteurs de printemps pendant le reste de la période. Le rétablissement apparent de ce groupe de reproducteurs au cours de l'année 2021 (préliminaire), attribuable en grande partie à la présence d'une forte cohorte de 2017 dans les engins de pêche, était proportionnellement moins important selon les données révisées de la série que selon les données originales, bien que nous ayons constaté que cette tendance pourrait évoluer à mesure que s'ajouteront les données sur les débarquements des trois dernières années civiles.

4. DISCUSSION

Nos révisions des données et des méthodes de calcul pour les captures de hareng en fonction de l'âge dans les divisions 4RSw de l'OPANO nous ont permis d'apporter plusieurs améliorations. Premièrement, nous avons trouvé les sources probables des données sur les débarquements qui ont été utilisées dans les documents de recherche jusqu'en 1973 (Émond et al. 2024; MPO 2021), et nous avons élaboré des séries de données continues sur les débarquements pour les divisions 4R et 4Sw. Deuxièmement, nous avons mis en œuvre un algorithme propre au hareng pour simplifier et rendre reproductible l'attribution d'échantillons biologiques à chaque débarquement, ce qui permet de mettre à jour les données des captures en fonction de l'âge pendant chaque nouveau cycle d'évaluation. Troisièmement, nous avons appliqué les équations (jusque-là inconnues) pour les captures en fonction de l'âge dans l'environnement statistique R. Les principales conclusions sur chaque élément de ce travail, ainsi que les prochaines étapes qu'il pourrait y avoir, sont résumées ci-dessous.

La nouvelle extraction des données sur les débarquements de la pêche des sources de données originales visait à s'assurer que seules les valeurs les plus plausibles, pas nécessairement les plus récentes, seraient utilisées pour chaque année d'évaluation. Contrairement à ce qu'on croyait au départ pour la division 4R, la série de données originales sur les débarquements de 1985 à 2021 était composée à la fois de données de la base de données ZIFF et de données du MPO, cette dernière source étant jugée plus fiable que la base de données ZIFF jusqu'en 1992. Une autre constatation surprenante est que l'ensemble de données 21B de l'OPANO, dans lequel la plupart des valeurs avaient été mises à jour pour la dernière fois entre le milieu et la fin des années 1990, a parfois omis de tenir compte d'importantes mises à jour connues des données sur les débarquements de harengs (p. ex., révisions majeures des données sur les débarquements de 1982 à 1983 pour les grands senneurs), ce qui nous amène à conclure que les données du MPO étaient généralement plus fiables que cette source de données. Ces comparaisons justifient l'utilisation continue des données du MPO de 1973 à 1992 et celle des données de la base de données ZIFF de 1993 jusqu'à aujourd'hui, comme dans les évaluations passées.

Nos révisions ont révélé une décroissance du nombre d'échantillons de la pêche commerciale au fil du temps, laquelle est particulièrement rapide depuis le début des années 2000. Cette tendance n'était pas liée à une diminution correspondante des débarquements de la pêche, ce qui semble indiquer que les estimations sur les captures en fonction de l'âge varient de plus en plus en fonction de l'attribution des échantillons provenant de mois, d'endroits et de types d'engin adjacents ou similaires. Le niveau d'agrégation moyen pondéré est une mesure

objective de l'incidence de tels changements sur le degré de correspondance entre les données sur les échantillons biologiques et celles sur les débarquements.

Les principaux avantages d'un algorithme de sélection automatisé sont la reproductibilité et la transparence des résultats. Même si l'on croit que la plupart des évaluations du passé ont suivi les lignes directrices proposées par McQuinn (1987) pour la sélection des échantillons, qui accordaient la priorité aux échantillons biologiques provenant de mois adjacents dans la même zone de l'OPANO par rapport aux échantillons prélevés le même mois, mais dans des zones de l'OPANO adjacentes, il n'a pas été possible d'évaluer entièrement leur application en raison de l'absence ou du caractère incomplet des registres de données sur les échantillons attribués dans la plupart des strates k .

Un autre avantage fondamental de l'automatisation de l'attribution des échantillons biologiques aux débarquements est la capacité d'étendre ou de modifier l'algorithme pour qu'il s'applique à de nouvelles sources de connaissances ou contraintes liées aux données. Dans le présent travail, les variables définissant chaque strate k ont été établies par les documents du MPO, car elles présentent le degré de résolution le moins précis des séries combinées des données de la base de données ZIFF et des données du MPO. Toutefois, dans l'éventualité où de nouvelles données probantes établiraient une structure différente de source de données (p. ex., base de données B de l'OPANO) pour la zone 4RSw, il serait relativement simple et rapide de les traiter au moyen de l'algorithme. L'automatisation facilite grandement les analyses de sensibilité, ce qui permet aux utilisateurs d'évaluer la solidité des résultats par rapport à diverses hypothèses formulées au cours du processus, comme le nombre minimal d'échantillons requis par strate.

Le présent document a été élaboré dans le contexte où il existe une incertitude considérable au sujet des liens entre les stocks de hareng de la zone 4Sw et ceux de la division 4R ou de la division 4S. Toutefois, comme nous l'avons déjà mentionné, la décision d'estimer les captures en fonction de l'âge pour les divisions combinées 4RSw de l'OPANO a été étayée par les résultats préliminaires d'une expérience continue de marquage, qui semblent indiquer un certain degré d'échange entre les divisions 4R et 4S de l'OPANO (Émond et Nilo 2025). Les analyses présentées dans le présent document n'ont révélé aucune différence importante entre les divisions 4R et 4Sw sur le plan de la composition des groupes de reproducteurs dans les échantillons biologiques et, donc, dans les débarquements, ou de la capacité de définir et de suivre les cohortes les plus abondantes d'une année à l'autre. Par conséquent, sauf si des facteurs n'ayant pas été pris en compte dans les travaux actuels contredisent la notion d'une seule unité de reproducteurs d'automne et d'une seule unité de reproducteurs de printemps dans la zone 4RSw, combiner les deux zones aux fins de l'évaluation semble être une approche valable.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier Hélène Dionne pour l'analyse d'échantillons biologiques et la gestion de la base de données biologiques, Elisabeth van Beveren pour ses commentaires et suggestions détaillés sur une version antérieure du présent document de recherche, et Elisabeth van Beveren, Hugues Benoît et Stéphane Plourde pour leurs conseils avec les analyses statistiques et l'interprétation des résultats.

RÉFÉRENCES CITÉES

Anon. 1986. [CAFSAC Assessment Software Catalog](#). CAFSAC Res. Doc. 86/96: i + 24 p.

-
- Doniol-Valcroze, T., Van Beveren, E., Légaré, B., Girard, L. et Castonguay, M. 2019. [Le maquereau bleu \(*Scomber scombrus* L.\) dans les sous-régions 3 et 4 de l'OPANO en 2016.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/062. v + 53 p.
- Émond, K., Dionne, H., Beaudry-Sylvestre, M., Paquet, F., Rousseau, S., Lehoux, C., et Nilo, P. 2024. [Évaluation des stocks de hareng \(*Clupea harengus*\) de la côte ouest de Terre-Neuve \(Division OPANO 4R\) en 2021.](#) Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/004. xi + 97 p.
- Émond, K., et Nilo, P. 2025. [Résultats préliminaires d'une étude de télémétrie acoustique sur le hareng de l'Atlantique dans le nord du golfe du Saint-Laurent.](#) Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/029. iv + 26 p.
- Gavaris, S., et Gavaris, C.A. 1983. Estimation of catch at age and its variance for groundfish stocks in the Newfoundland region. In Sampling commercial catches of marine fishes and invertebrates. Edited by W. G. Doubleday and D. Rivard. pp. 178–182.
- Lamichhaney, S., Fuentes-Pardo, A. P., Rafati, N., Ryman, N., McCracken, G. R., Bourne, C., Singh, R., Ruzzante, D. E., et Andersson, L. 2017. Parallel adaptive evolution of geographically distant herring populations on both sides of the North Atlantic Ocean. Proc. Natl Acad. Sci. 114: E3452.
- McQuinn, I. H. 1987. [Revisions to the 4R herring catch-at-age matrices.](#) Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Com. Res. Doc. 87/68, 23p.
- McQuinn, I. H., et Lefebvre, L. 1993. [An assessment of the western Newfoundland \(NAFO Division 4R\) herring resource up to 1992.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 93/53. 48 p.
- McQuinn, I. H., Hammil, M., et Lefebvre, L. 1999. [An assessment and risk projections of the west coast of Newfoundland \(NAFO Division 4R\) herring stocks \(1965 to 2000\).](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 99/119, 94pp.
- Melvin, G. D., Stephenson, R. L., et Power, M. J. 2009. Oscillating reproductive strategies of herring in the western Atlantic in response to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci., 66(8): 1784-1792.
- Moores J. A., et Winters, G. H. 1984. Migration patterns of Newfoundland west coast herring, *Clupea harengus*, as shown by tagging studies. J. Northw. Atl. Fish. Sci, Vol. 5: 17-22.
- MPO. 2021. [Évaluation des stocks de hareng de la Côte-Nord du Québec \(division 4S\) en 2020.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/037.
- Ouellette-Plante, J., Van Beveren, E., Benoît, H.P., et Brassard, C. 2022. [Détails de catchR, un paquet R pour estimer la composition en âge et en longueur des captures de la pêche, avec une application à la morue franche de 3Pn4RS.](#) Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/015. iv + 71 p.
- R Core Team. 2020. [R: A Language and Environment for Statistical Computing.](#) R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

TABLEAUX

*Tableau 1. Débarquements annuels (*t*) et total admissible des captures (TAC) de hareng par sous-division pour la Division 4R de l'OPANO entre 1973 et 2021. Les données de 2019, 2020 et 2021 sont préliminaires.*

ANNÉE	Sous-division				TOTAL	TAC
	4Ra	4Rb	4Rc	4Rd		
1973	9 213	2 068	2 862	12 541	26 684	-
1974	3 043	918	858	2 624	7 443	-
1975	1 764	240	112	3 611	5 727	-
1976	2 327	226	2 067	6 566	11 186	-
1977	4 359	258	3 001	5 561	13 179	12 000
1978	6 431	288	1 968	6 774	15 461	12 500
1979	3 508	3 877	5 040	6 029	18 454	12 500
1980	4 224	2 881	6 928	5 058	19 091	18 000
1981	1 942	2 950	4 899	3 637	13 428	16 000
1982	1 695	4 492	7 147	1 463	14 797	10 000
1983	2 225	3 449	4 141	1 410	11 225	10 000
1984	824	4 720	3 925	1 006	10 475	10 000
1985	295	10 066	1 897	2 118	14 376	10 000
1986	337	16 298	2 655	2 127	21 417	17 000
1987	993	10 491	4 320	772	16 576	30 600
1988	552	1 350	13 789	2 453	18 144	30 600
1989	350	1 016	7 033	9 288	17 687	37 000
1990	322	4 178	7 434	5 203	17 137	35 000
1991	521	6 941	2 494	16 425	26 381	35 000
1992	787	4 146	1 392	8 898	15 223	35 000
1993	910	2 233	1 021	11 224	15 389	35 000
1994	1 017	5 711	3 053	2 599	12 380	35 000
1995	2 284	3 273	7 321	3 134	16 012	22 000
1996	2 584	2 951	8 173	1 114	14 823	22 000
1997	2 571	3 451	5 300	1 638	12 960	22 000
1998	4 129	7 729	5 891	609	18 359	22 000
1999	1 653	4 766	3 087	1 201	10 707	13 000
2000	1 981	2 995	6 469	1 470	12 916	15 000
2001	2 613	2 643	6 379	1 589	13 224	15 000
2002	1 604	2 621	7 660	1 232	13 117	15 000
2003	1 290	714	2 593	10 533	15 131	20 000
2004	712	252	6 162	7 574	14 700	20 000
2005	1 137	3 574	5 889	7 326	17 927	20 000
2006	957	5 645	4 457	7 538	18 597	20 000
2007	884	915	13 831	375	16 005	20 000
2008	731	3 286	5 668	11 058	20 742	20 000
2009	821	4 573	10 707	4 134	20 235	20 000
2010	984	5 651	4 342	8 228	19 205	20 000
2011	2 694	6 389	4 899	6 489	20 470	20 000
2012	2 396	9 249	2 994	4 712	19 351	20 000
2013	1 977	8 651	6 322	2 424	19 374	20 000
2014	2 129	13 798	640	1 585	18 152	20 000
2015	2 322	15 915	637	546	19 419	20 000
2016	3 195	14 253	2 211	273	19 933	20 000
2017	2 842	9 727	2 102	767	15 438	20 000
2018	1 566	4 360	607	885	7 419	20 000
2019	4 512	7 642	3 181	470	15 806	20 000
2020	3 053	921	618	271	4 862	20 000
2021	703	807	2 595	26	4 131	20 000
Moyenne (1973-2021)	2 081	4 807	4 465	4 175	15 528	-

Tableau 2. Débarquements annuels (t) de hareng par engin de pêche pour la division 4R entre 1973 et 2021. Les données de 2019, 2020 et 2021 sont préliminaires.

Année	Engin de pêche						TOTAL
	Grand senneur	Petit senneur	Filet maillant	Senne Tuck	Trappe	Autre	
1973	20 068	0	6 616	0	0	0	26 684
1974	4 732	0	2 711	0	0	0	7 443
1975	3 495	0	2 232	0	0	0	5 727
1976	8 207	0	2 979	0	0	0	11 186
1977	9 728	0	3 451	0	0	0	13 179
1978	9 925	0	5 536	0	0	0	15 461
1979	10 239	0	8 215	0	0	0	18 454
1980	9 634	0	9 457	0	0	0	19 091
1981	7 925	0	5 503	0	0	0	13 428
1982	9 548	0	5 249	0	0	0	14 797
1983	7 278	0	3 947	0	0	0	11 225
1984	7 204	0	3 271	0	0	0	10 475
1985	13 171	0	1 205	0	0	0	14 376
1986	19 270	0	2 147	0	0	0	21 417
1987	13 733	0	2 843	0	0	0	16 576
1988	16 353	0	1 791	0	0	0	18 144
1989	16 660	0	1 027	0	0	0	17 687
1990	16 301	0	836	0	0	0	17 137
1991	25 598	0	783	0	0	0	26 381
1992	10 278	4 391	554	0	0	0	15 223
1993	11 822	3 254	190	0	111	13	15 389
1994	7 634	3 854	747	0	145	1	12 380
1995	10 815	3 392	1 658	0	145	2	16 012
1996	9 472	3 072	2 175	0	102	1	14 823
1997	7 751	3 052	1 803	0	350	3	12 960
1998	9 468	4 434	4 219	0	233	4	18 359
1999	7 146	2 599	869	0	92	0	10 707
2000	8 427	3 153	1 277	0	59	0	12 916
2001	8 344	3 418	1 215	0	150	96	13 224
2002	8 392	3 383	1 256	0	73	13	13 117
2003	11 090	2 307	1 629	0	104	0	15 131
2004	11 099	2 973	499	0	127	2	14 700
2005	11 006	3 918	1 031	909	528	535	17 927
2006	11 102	3 942	703	2 300	498	53	18 597
2007	10 954	2 660	132	1 545	706	8	16 005
2008	11 184	4 357	3	4 498	700	0	20 742
2009	11 170	4 415	0	3 778	872	0	20 235
2010	10 217	4 950	525	2 953	560	0	19 205
2011	10 259	5 428	2 107	1 883	626	167	20 470
2012	10 047	5 171	1 790	1 342	862	138	19 351
2013	9 986	4 905	915	2 337	1 230	0	19 374
2014	9 994	5 504	96	1 075	1 440	43	18 152
2015	11 167	4 470	680	2 029	928	143	19 419
2016	10 999	4 397	623	2 593	1 133	188	19 933
2017	9 628	3 313	547	1 167	746	37	15 438
2018	4 077	966	512	1 440	425	0	7 419
2019	7 676	3 758	681	3 402	289	0	15 806
2020	1 197	1 289	117	2 074	185	0	4 862
2021	2 844	283	33	801	170	0	4 131
Moyenne (1973-2021)	10 292	3 567	2 008	2 125	469	60	15 528

Tableau 3. Débarquements (t) annuels de hareng dans la zone unitaire OPANO 4Sw par type d'engin de pêche de 1985 à 2021, ainsi que le total admissible des captures (TAC) pour la division 4S. De 2019 à 2021, le TAC de 4 500 t comprend un maximum de 4 000 t dans la zone unitaire 4Sw et 500 t supplémentaires dans d'autres zones unitaires (4Sivxyz), afin d'encourager la pêche en dehors de 4Sw une fois que les 4 000 t sont atteintes. Les données pour 2019, 2020 et 2021 sont préliminaires.

Année	4Sw						TAC
	Grand senneur	Petit senneur	Filet maillant	Senne Tuck	Trappe	Autre	
1985	0	0	114	0	0	0	114
1986	0	0	191	0	6	1	198
1987	0	0	92	0	0	2	94
1988	0	11	35	0	0	0	46
1989	0	0	194	0	0	0	194
1990	0	0	39	0	0	0	39
1991	0	0	34	0	0	16	50
1992	0	0	70	0	0	0	70
1993	0	4	31	0	0	0	34
1994	0	0	139	0	0	0	139
1995	0	0	131	0	0	0	131
1996	0	0	164	0	0	0	164
1997	0	44	23	0	0	1	69
1998	0	0	42	0	13	0	55
1999	0	0	5	0	6	0	10
2000	0	0	20	0	43	0	63
2001	0	0	124	0	0	0	124
2002	0	0	50	0	32	0	82
2003	0	0	16	0	0	0	16
2004	0	0	24	0	0	0	24
2005	0	7	89	0	254	0	351
2006	0	22	24	0	5	0	50
2007	0	0	29	0	24	0	53
2008	0	4	41	0	307	20	371
2009	0	102	96	0	853	0	1 051
2010	0	79	77	0	259	0	415
2011	0	2 112	6	0	681	0	2 799
2012	0	2 771	30	0	1 576	0	4 378
2013	0	3 361	117	0	561	0	4 038
2014	0	2 445	80	0	760	0	3 284
2015	0	3 563	0	0	369	0	3 932
2016	0	3 981	0	0	39	0	4 021
2017	0	3 094	0	0	42	0	3 136
2018	0	2 468	0	0	37	0	2 505
2019	0	2 036	0	0	224	0	2 259
2020	0	1 393	0	0	89	0	1 482
2021	0	589	30	0	40	0	659
MOYENNE (1985-2021)	0	759	58	0	168	1	987
							-

Tableau 4. Nombre de strates (n_k) attribuées par niveau d'agrégation et débarquements cumulés correspondants (W_k en t) et pourcentage du total.

Niveau	Nombre de strates		Débarquements cumulés	
	n_k (cumul.)	% n_k (cumul.)	W_k (cumul.)	% W_k (cumul.)
1	526 (526)	0,204 (0,204)	513 794 (513 794)	0,65 (0,65)
2	211 (737)	0,082 (0,286)	54 327 (568 121)	0,069 (0,719)
3	370 (1 107)	0,144 (0,43)	79 277 (647 398)	0,1 (0,82)
4	142 (1 249)	0,055 (0,485)	15 848 (663 246)	0,02 (0,84)
5	422 (1 671)	0,164 (0,649)	42 331 (705 577)	0,054 (0,893)
6	180 (1 851)	0,07 (0,719)	26 512 (732 089)	0,034 (0,927)
7	74 (1 925)	0,029 (0,747)	9 833 (741 923)	0,012 (0,939)
8	122 (2 047)	0,047 (0,795)	14 061 (755 984)	0,018 (0,957)
9	49 (2 096)	0,019 (0,814)	4 993 (760 977)	0,006 (0,963)
10	144 (2 240)	0,056 (0,87)	5 328 (766 305)	0,007 (0,97)
11	179 (2 419)	0,069 (0,939)	18 315 (784 620)	0,023 (0,993)
12	46 (2 465)	0,018 (0,957)	2 633 (787 253)	0,003 (0,997)
13	62 (2 527)	0,024 (0,981)	1 828 (789 082)	0,002 (0,999)
14	49 (2 576)	0,019 (1)	870 (789 952)	0,001 (1)

FIGURES

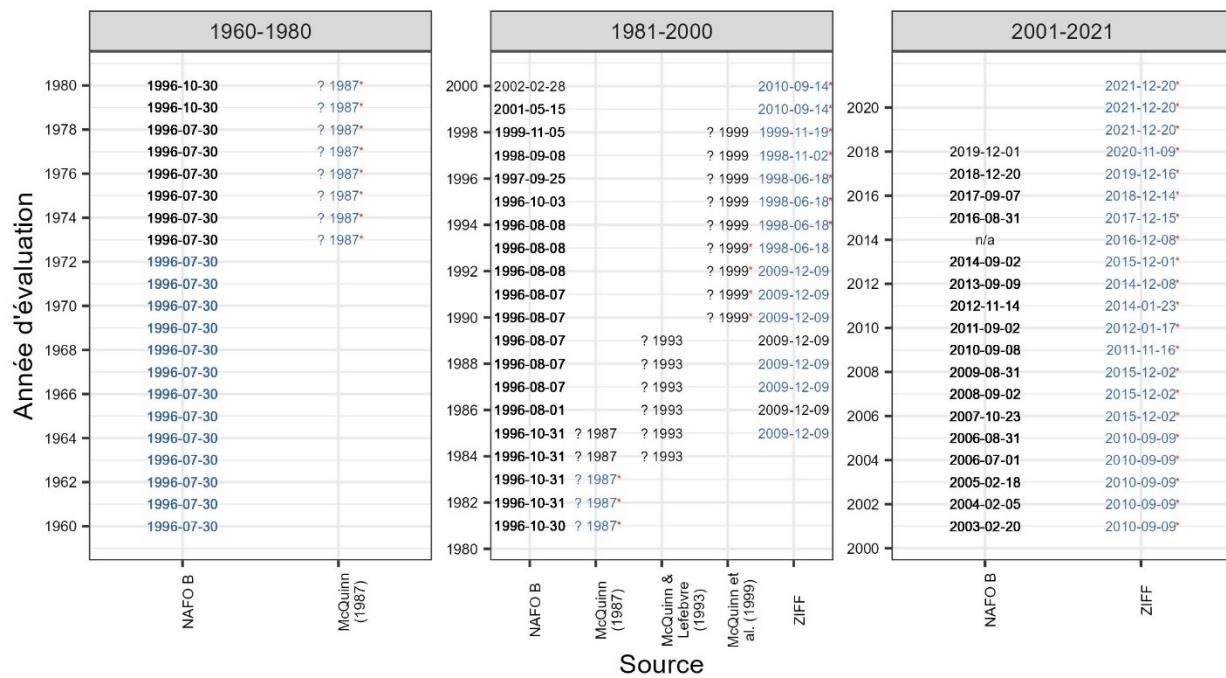


Figure 1. Dates des plus récentes modifications pour chaque ensemble de données de débarquements et année d'évaluation pour la période 1960-2021. Les sources de données utilisées dans la présente révision sont indiquées en bleu. Les sources qui auraient été utilisées dans l'évaluation initiale (selon des comparaisons point par point avec le tableau 2 de Émond et al. [2024]) sont marqués d'un astérisque rouge. Le symbole « ? » indique des valeurs manquantes pour les variables de la date ou du mois.

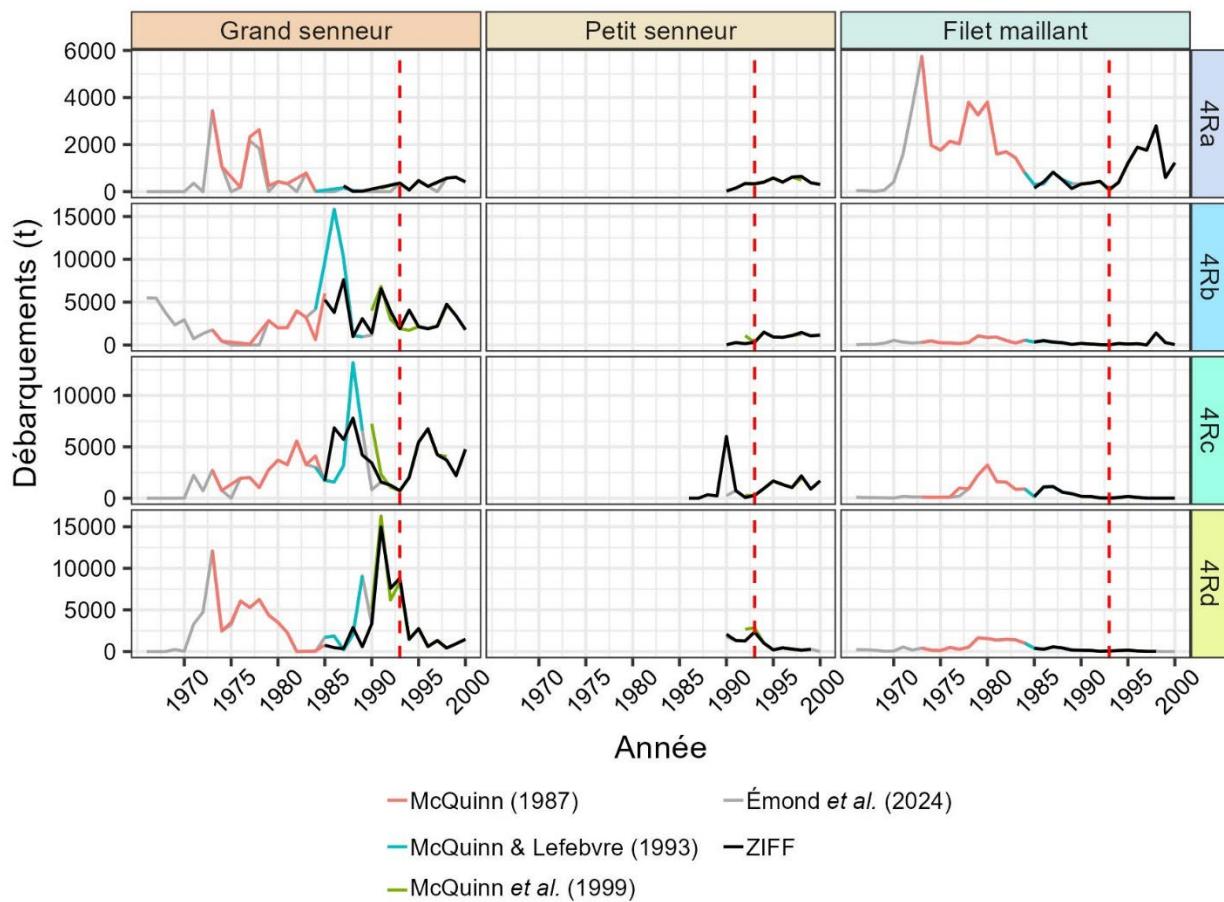


Figure 2. Comparaison des débarquements totaux par type d'engin et zone de l'OPANO entre trois documents du MPO (McQuinn 1987; McQuinn et Lefebvre 1993; McQuinn et al. 1999), le dernier rapport d'évaluation publié (Émond et al. 2024) et les fichiers de données de la base de données ZIFF extraits le 19 décembre 2022 dans la division 4R de l'OPANO au cours de la période commune 1970-2000. La ligne verticale en pointillé rouge de 1993 indique l'année où les débarquements inscrits dans Émond et al. (2024) ont commencé à correspondre aux données correspondantes dans la base de données ZIFF.

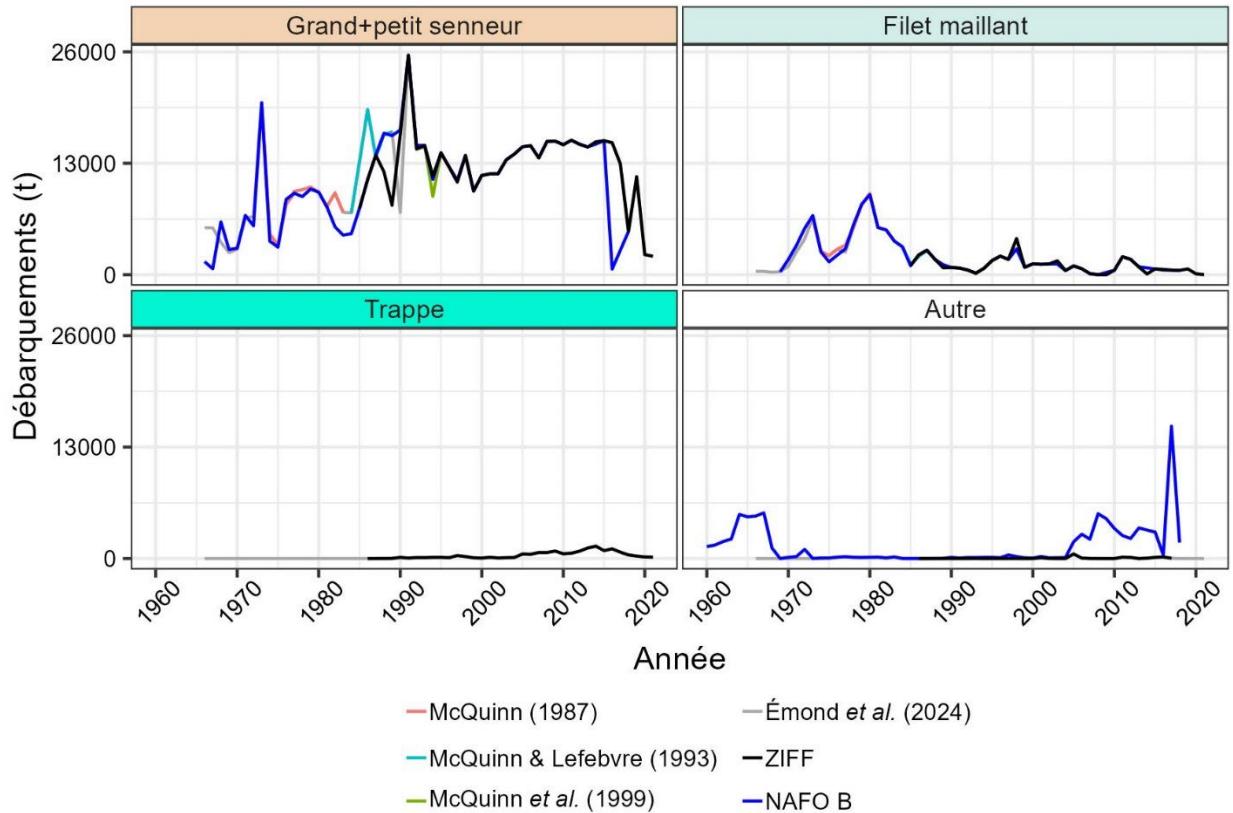


Figure 3. Comparaison des débarquements annuels totaux par type d'engin entre trois documents du MPO (McQuinn 1987; McQuinn et Lefebvre 1993; McQuinn et al. 1999), le dernier rapport d'évaluation publié (Émond et al. 2024), les fichiers de données de la base de données ZIFF extraits le 19 décembre 2022 et les données de la base de données B de l'OPANO extraits le 22 décembre 2022 dans la division 4R de l'OPANO. Les débarquements de senneurs dans les documents de recherche du MPO et l'ensemble de données ZIFF ont été regroupés pour les bateaux de plus et de moins de 65 pieds, puisque l'information sur la longueur des bateaux n'était pas disponible dans la base de données B de l'OPANO (c.-à-d. que les grands et les petits senneurs étaient présumément combinés).

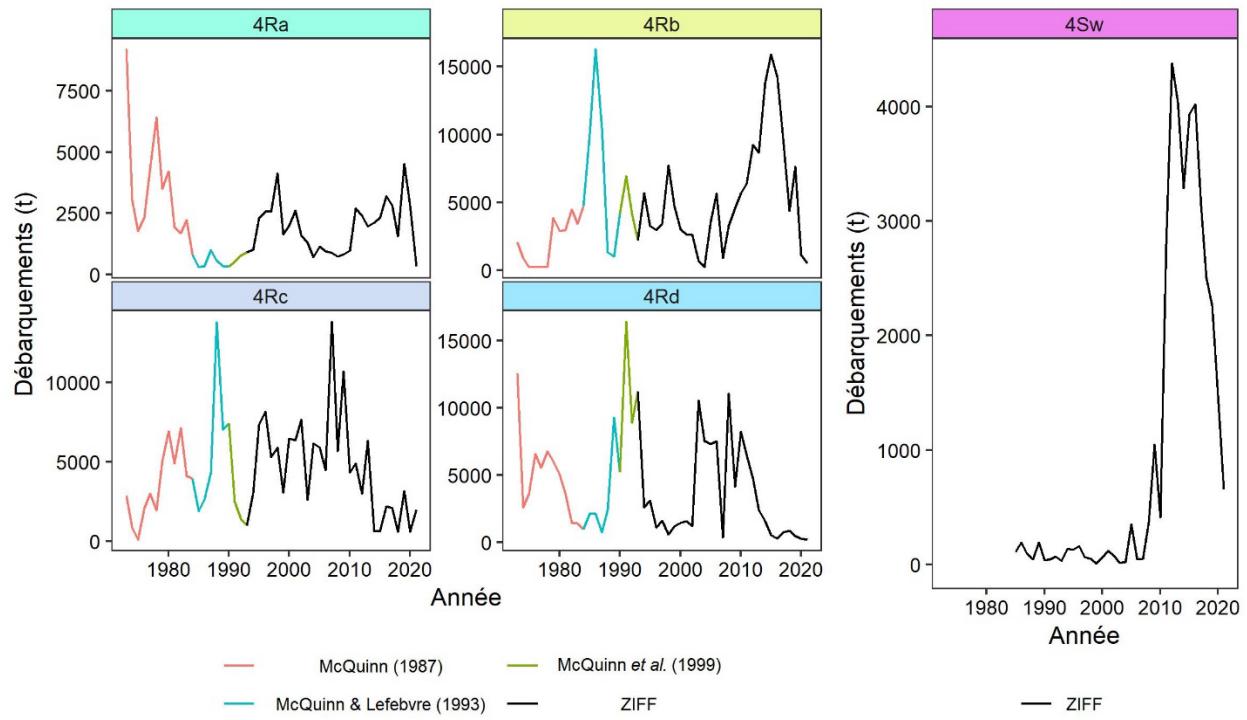


Figure 4. Sources de données utilisées pour l'élaboration des séries de données continues sur les débarquements dans les divisions 4RSw de l'OPANO au cours de la période 1973-2021. Les débarquements de chaque année et de chaque zone de l'OPANO sont combinés pour tous les types d'engins et tous les mois.

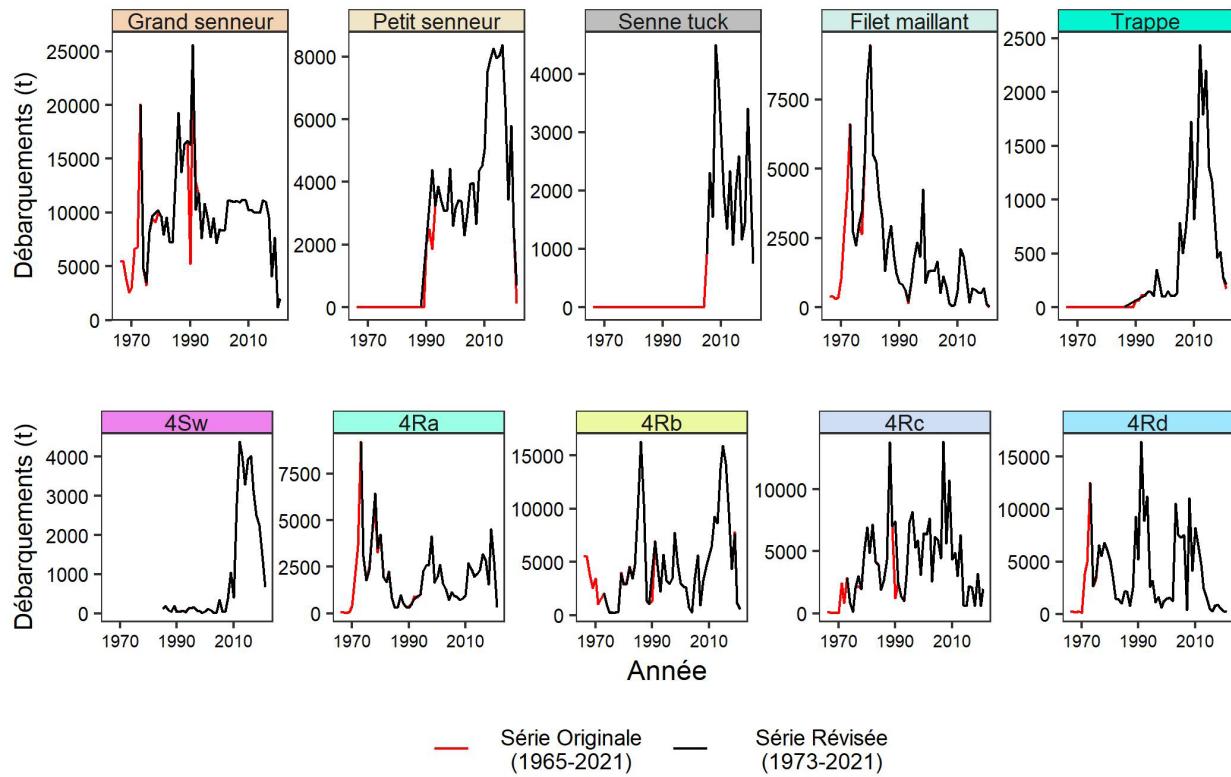


Figure 5. Tendances des débarquements totaux par type d'engin (catégorie exclue : autres) et zone de l'OPANO pour le hareng dans les divisions 4RSw de l'OPANO selon la série originale de la période 1965-2021 (source : tableau 2 de Émond et al. 2024) et la série révisée de la période 1973-2021 (sources : voir la figure 4). À noter que certaines des sources de données originales utilisées pour établir la série de Émond et al. (2024) sont inconnues pour la période 1966-1973.

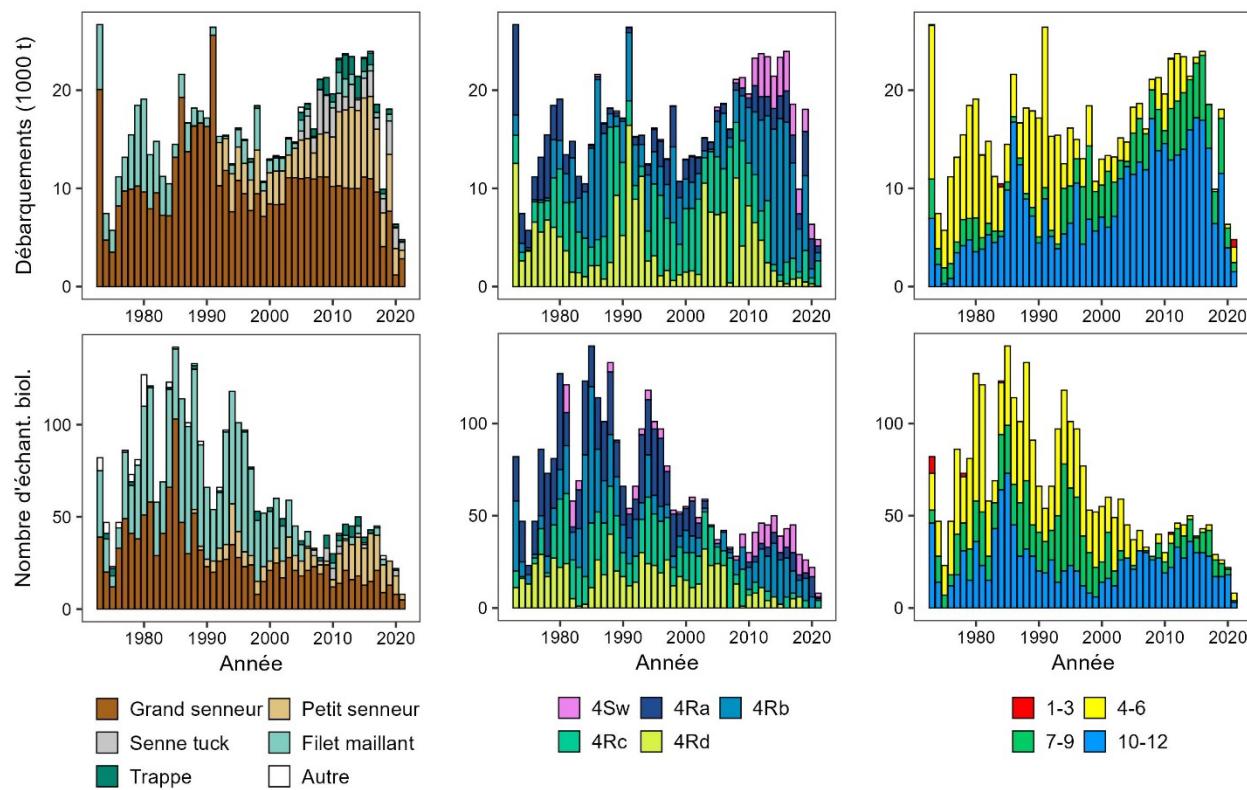


Figure 6. Tendances des débarquements totaux enregistrés dans les différentes bases de données (rangée du haut; voir la figure 4 pour les sources par année) et du nombre d'échantillons biologiques disponibles pour l'algorithme des captures en fonction de l'âge (rangée du bas : nombre d'échantillons distincts de 30 individus ou plus), classés par type d'engin, zone de l'OPANO et période de trois mois (c.-à-d. trimestre).

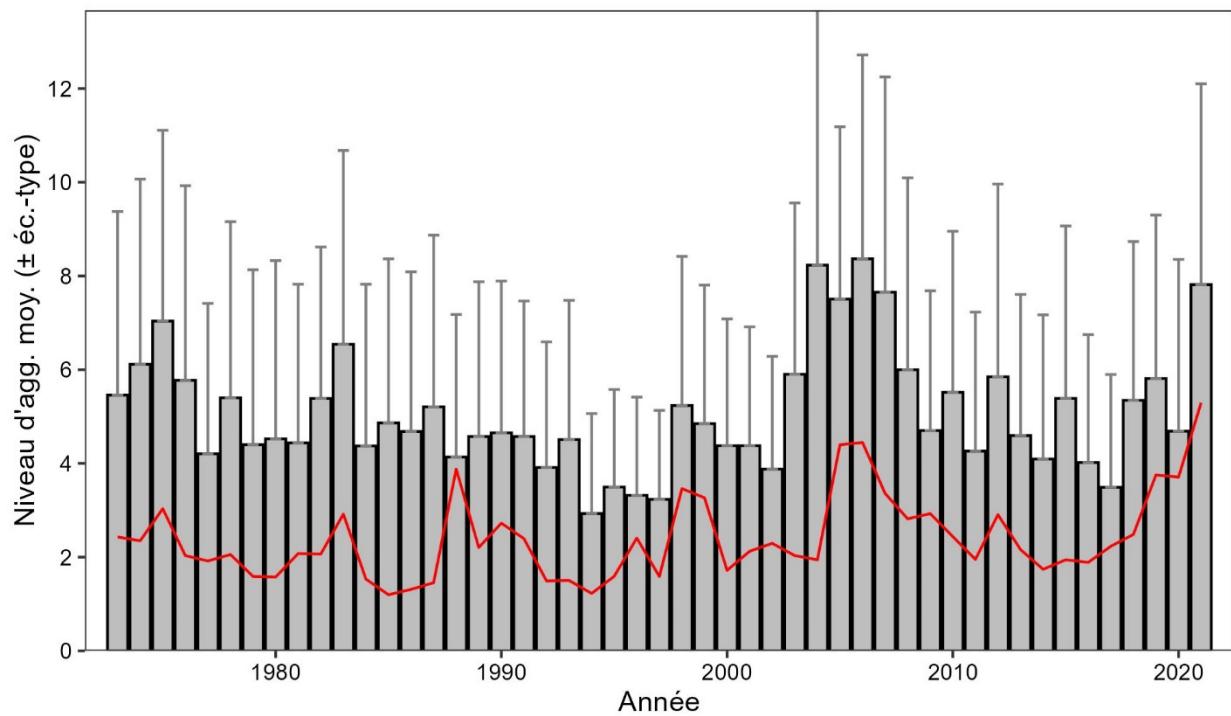


Figure 7. Tendances temporelles des niveaux moyens d'agrégation des échantillons attribués à chaque strate k et année, avec leurs écarts-types connexes (1973 à 2021). La ligne rouge montre le niveau d'agrégation moyen pondéré par l'ampleur des débarquements représentés (c.-à-d. les débarquements dans chaque strate, W_k).

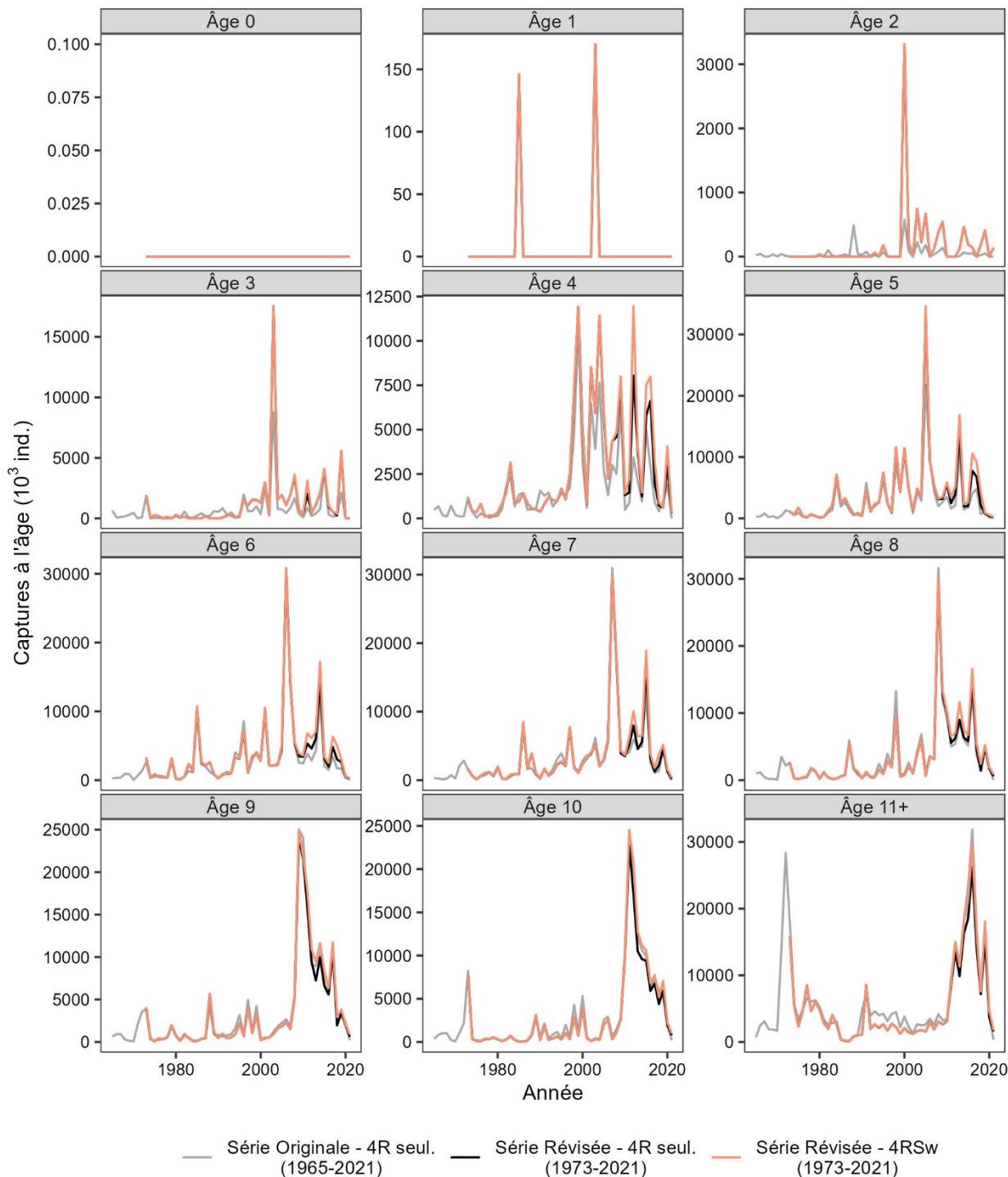


Figure 8. Comparaison des estimations des captures en fonction de l'âge de l'approche originale (Émond et al. 2024) avec celles de la méthode révisée présentée dans ce document, par groupe d'âge, pour le hareng reproducteur d'automne, dans la division 4R ou 4RSw de l'OPANO, pour la période 1965-2021. Veuillez noter que seules les années à partir de 1973 ont été incluses dans la révision.

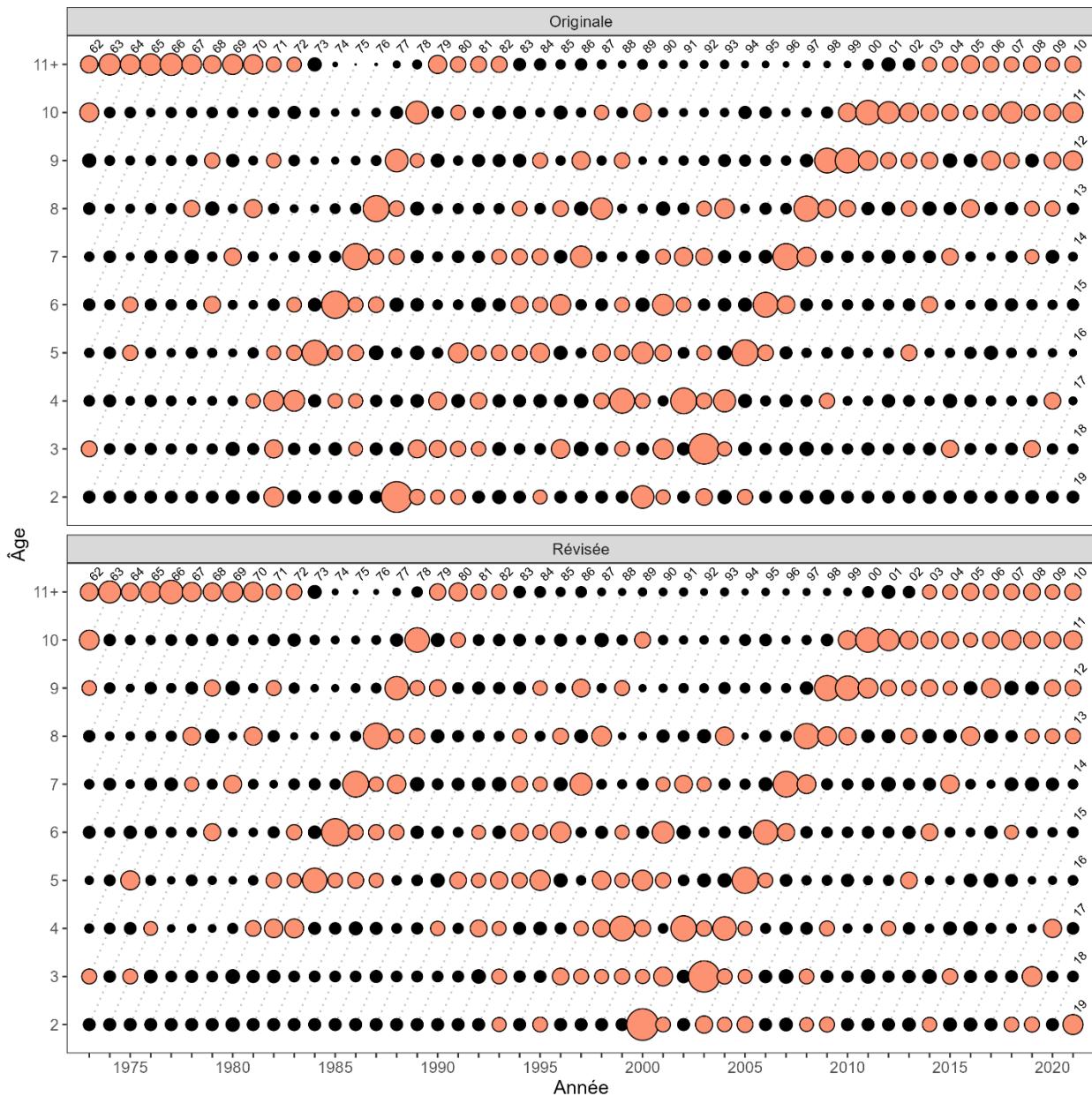


Figure 9. Proportions standardisées des captures en fonction de l'âge et de l'année de l'approche originale (Émond et al. 2024) et celles de la méthode révisée présentées dans ce document pour le hareng reproducteur d'automne, dans la division 4R ou 4RSw de l'OPANO, pour la période 1973-2021. Les cercles rouges et noirs indiquent que les valeurs sont respectivement supérieures et inférieures à la moyenne. La taille du cercle reflète la valeur des proportions standardisées en fonction de l'âge et de l'année. Les années de la cohorte (deux derniers chiffres) sont affichées au-dessus des cercles pour les individus les plus âgés et ceux de l'année la plus récente.

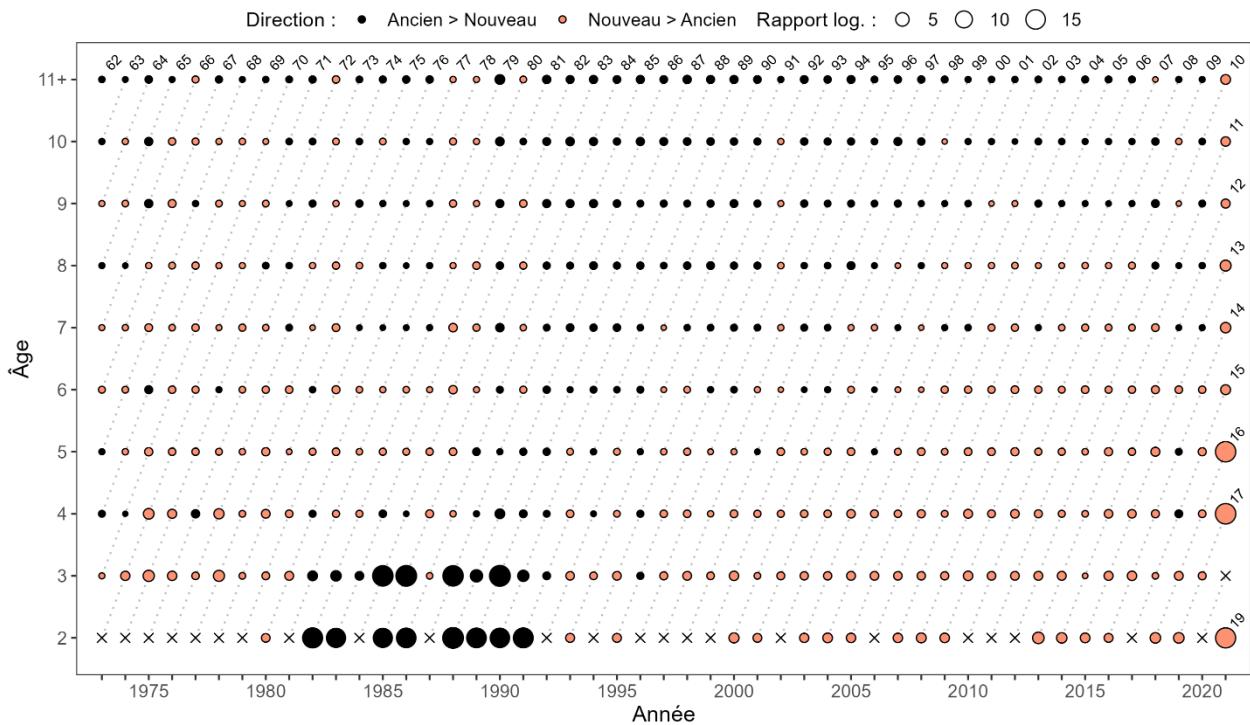


Figure 10. Différences des captures en fonction de l'âge de l'approche originale (Émond et al. 2024) avec celles de la méthode révisée présenté dans ce document pour le hareng reproducteur d'automne, dans la division 4R ou 4RSw de l'OPANO, pour la période 1973-2021. Les rapports logarithmiques ($\log[\text{nouveau}/\text{ancien}]$) sont représentés par la taille et la couleur des cercles : rouge pour un écart positif et noir pour un écart négatif. Un « x » indique les cas sans différence. Les années de la cohorte (deux derniers chiffres) sont affichées au-dessus des cercles pour les individus les plus âgés et ceux de l'année la plus récente.

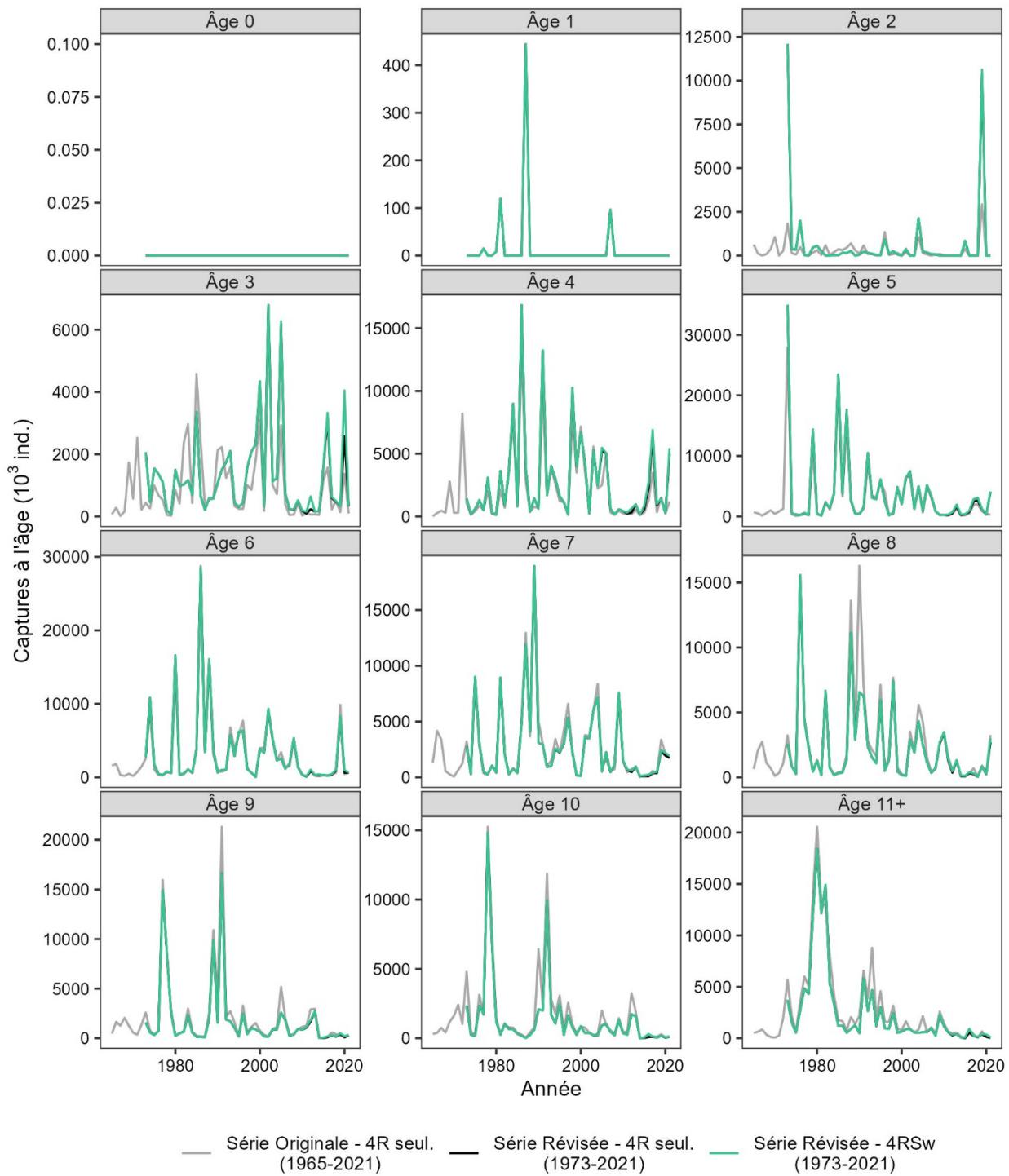


Figure 11. Comparaison des estimations des captures en fonction de l'âge de l'approche originale (Émond et al. 2024) avec celles de la méthode révisée présentée dans ce document, par groupe d'âge, pour le hareng reproducteur de printemps, dans la division 4R ou 4RSw de l'OPANO, pour la période 1965-2021. Veuillez noter que seules les années à partir de 1973 ont été incluses dans la révision.

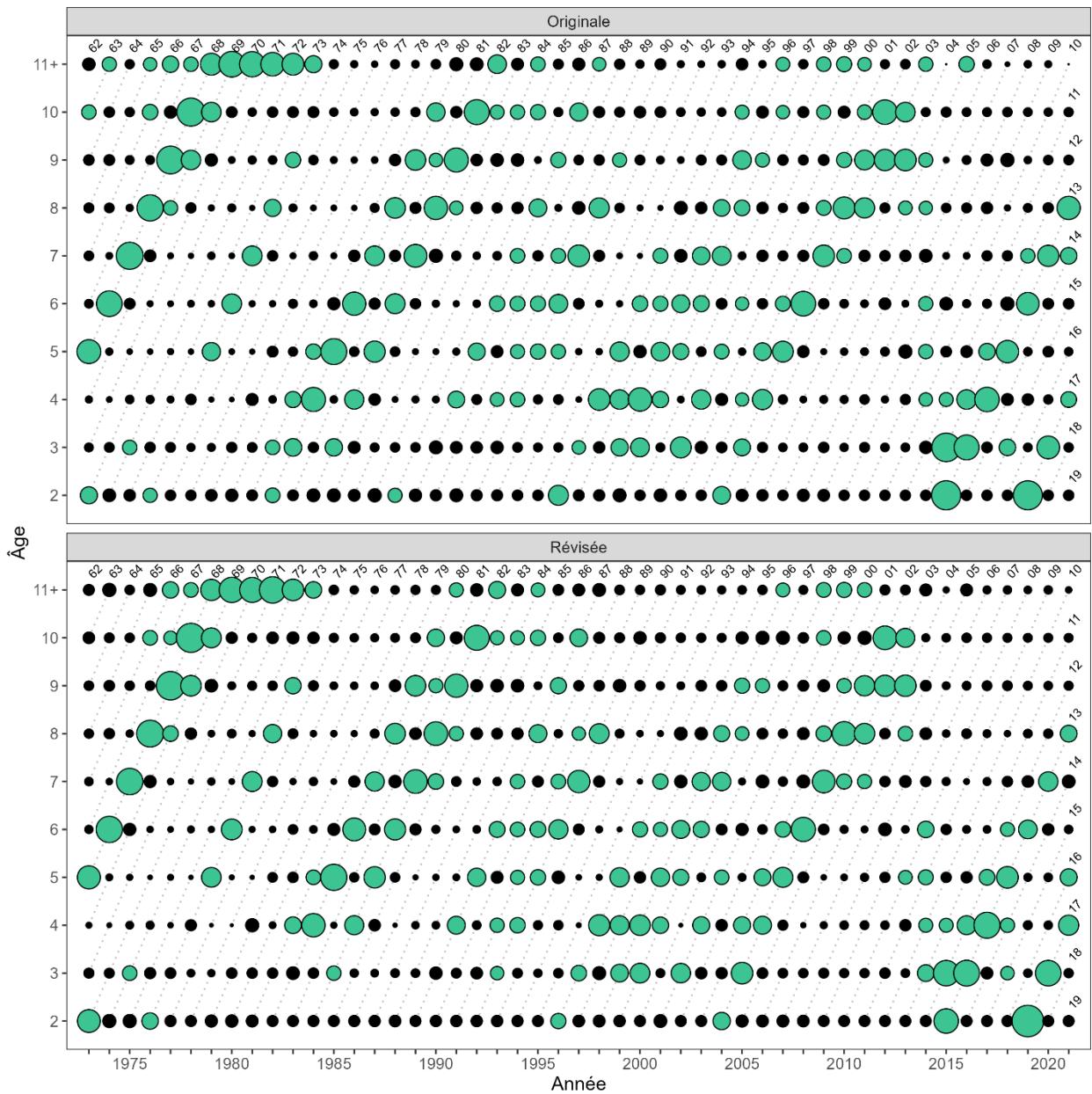


Figure 12. Proportions standardisées des captures en fonction de l'âge et de l'année de l'approche originale (Émond et al. 2024) et celles de la méthode révisée présentées dans ce document pour le hareng reproducteur de printemps, dans la division 4R ou 4RSw de l'OPANO, pour la période 1973-2021. Les cercles rouges et noirs indiquent que les valeurs sont respectivement supérieures et inférieures à la moyenne. La taille du cercle reflète la valeur des proportions standardisées en fonction de l'âge et de l'année. Les années de la cohorte (deux derniers chiffres) sont affichées au-dessus des cercles pour les individus les plus âgés et ceux de l'année la plus récente.

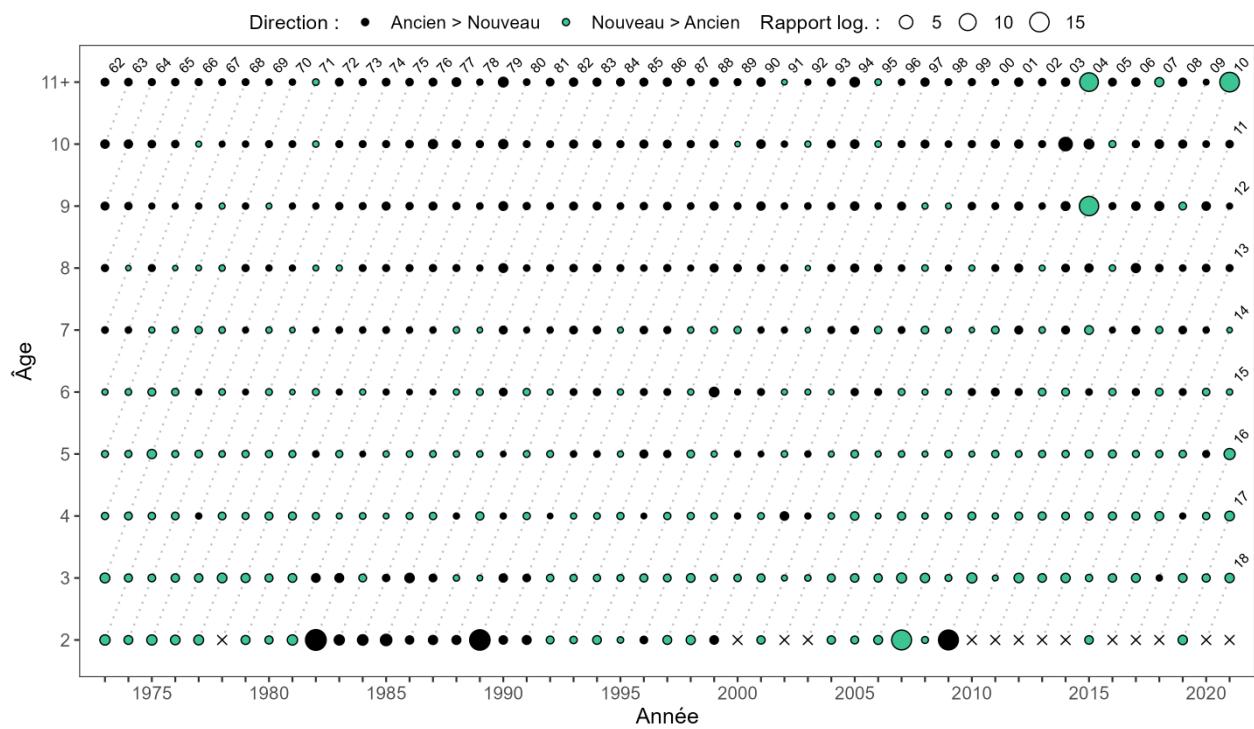


Figure 13. Différences des captures en fonction de l'âge de l'approche originale (Émond et al. 2024) avec celles de la méthode révisée présenté dans ce document pour le hareng reproducteur de printemps, dans la division 4R ou 4RSw de l'OPANO, pour la période 1973-2021. Les rapports logarithmiques ($\log[\text{nouveau}/\text{ancien}]$) sont représentés par la taille et la couleur des cercles : rouge pour un écart positif et noir pour un écart négatif. Un « x » indique les cas sans différence. Les années de la cohorte (deux derniers chiffres) sont affichées au-dessus des cercles pour les individus les plus âgés et ceux de l'année la plus récente.

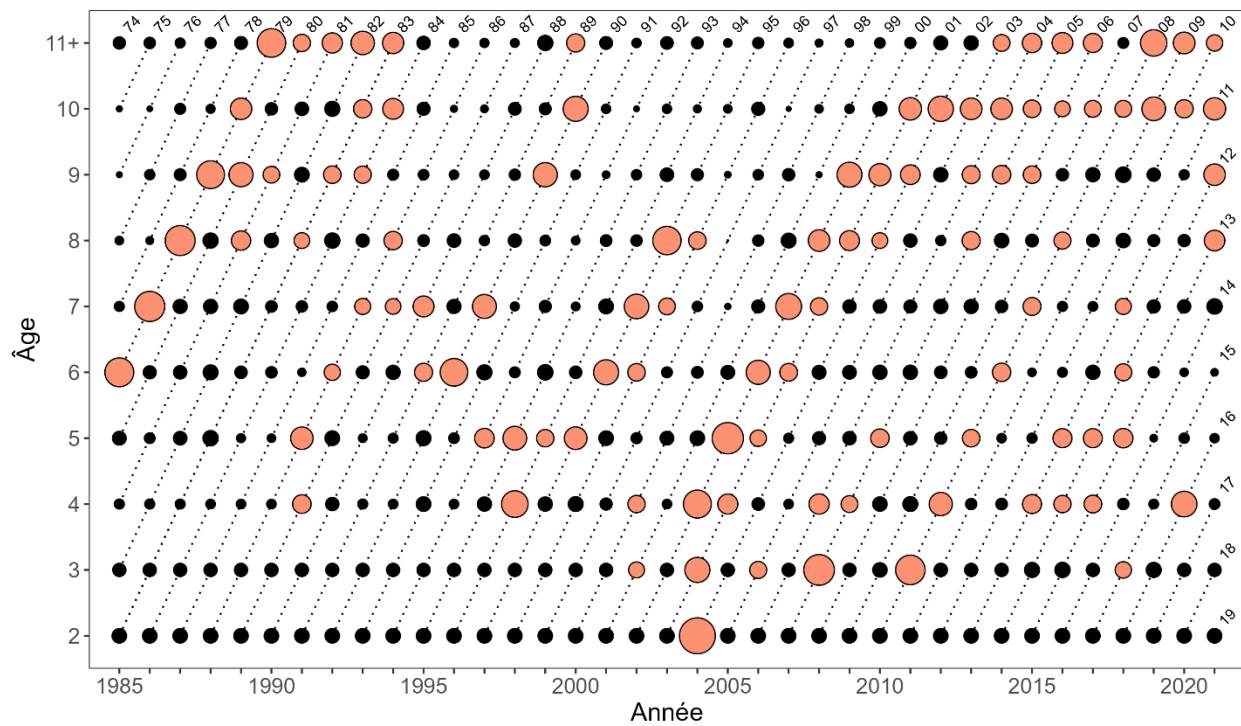


Figure 14. Proportions standardisées des captures en fonction de l'âge et de l'année de la méthode révisée présentées dans ce document pour le hareng reproducteur d'automne, dans la zone 4Sw de l'OPANO, pour la période 1985-2021. Les cercles rouges et noirs indiquent que les valeurs sont respectivement supérieures et inférieures à la moyenne. La taille du cercle reflète la valeur des proportions standardisées en fonction de l'âge et de l'année. Les années des cohortes (deux derniers chiffres) sont affichées au-dessus des cercles pour les cohortes les plus âgées et celles de l'année la plus récente.

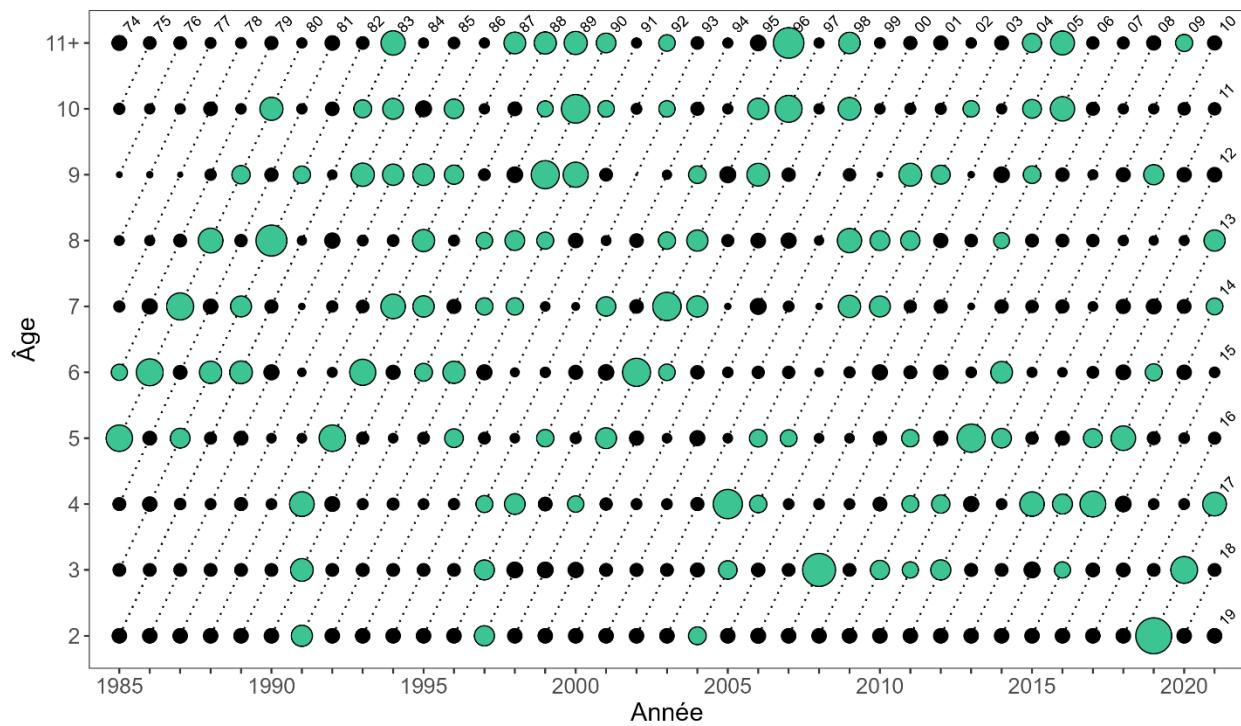


Figure 15. Proportions standardisées des captures en fonction de l'âge et de l'année de la méthode révisée présentées dans ce document pour le hareng reproducteur de printemps, dans la zone 4Sw de l'OPANO, pour la période 1985-2021. Les cercles rouges et noirs indiquent que les valeurs sont respectivement supérieures et inférieures à la moyenne. La taille du cercle reflète la valeur des proportions standardisées en fonction de l'âge et de l'année. Les années des cohortes (deux derniers chiffres) sont affichées au-dessus des cercles pour les cohortes les plus âgées et celles de l'année la plus récente.

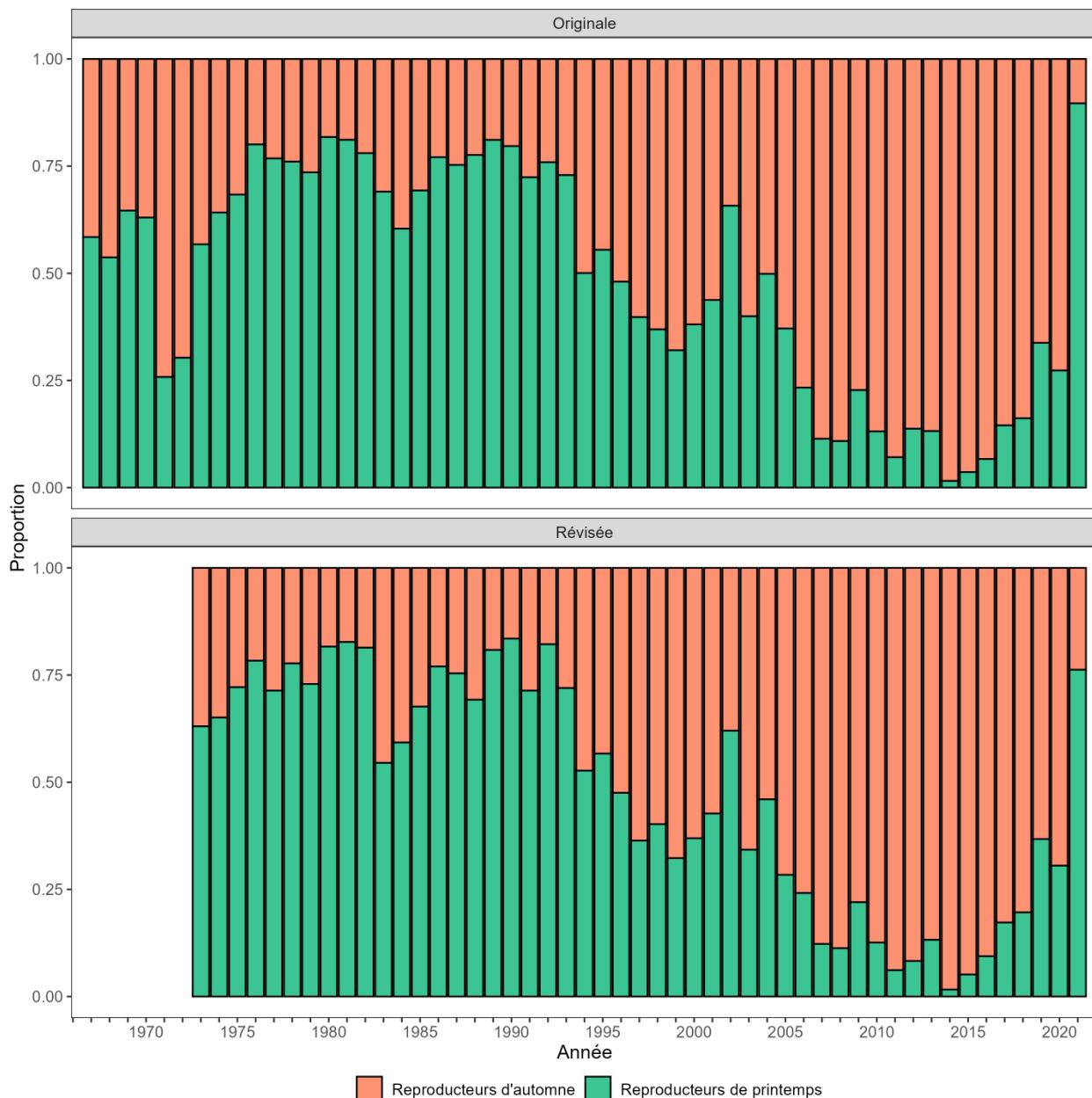


Figure 16. Proportions estimées de chaque composante des reproducteurs dans les captures en fonction de l'âge, dans la division 4R de l'OPANO, pour les périodes 1965-2021 (graphique du haut : série originale) ou 1973-2021 (graphique du bas : série révisée, pour la division 4R seulement).

ANNEXES

Tableau A1. Débarquements de harengs (t) à partir de prises accessoires ou d'engins de pêche moins fréquemment utilisés (catégorie « autres », voir les tableaux 2 et 3) dans les divisions 4RSw de l'OPANO pour la période 1985-2021. Les données sur les débarquements pour 2019, 2020 et 2021 sont préliminaires.

ANNÉE	Autres engins								
	Chalut de fond	Chalut semi-pélagique	Chalut à crevettes	Senne de plage	Palangre	Turlutte	Ligne à main	Casier	Casier japonais
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0,14	0	0	0,05	0,40	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0,93	0	0	0	0,54
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	1,15	2,71	2,65	10,77	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	13,06	0	0	0	0	0
1994	0	0,23	0	0	0	0	0,70	0	0
1995	0	0	0	0,17	0	0,06	1,82	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0,03	0,98	0
1997	0	0	0	1,63	1,31	0	1,85	0	0
1998	0	0,43	0	0	0,15	0	3,61	0	0
1999	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0,01	0	0	0	0,02	0	0	0	0
2001	0,08	0	0	96,37	0	0	0,01	0	0
2002	0,11	0	0	12,72	0,10	0	0	0	0
2003	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	1,81	0	0	0,09	0	0
2005	0	0	0	529,55	0	0	5,47	0	0
2006	0	0	0	52,82	0	0	0,06	0	0
2007	0	0	0	8,05	0	0	0,03	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0
2011	0	0	0	166,51	0,13	0	0,44	0	0
2012	0	0	0	133,79	3,74	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	39,39	3,62	0	0	0	0
2015	0	0	0	143,43	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	187,52	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	37,29	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0

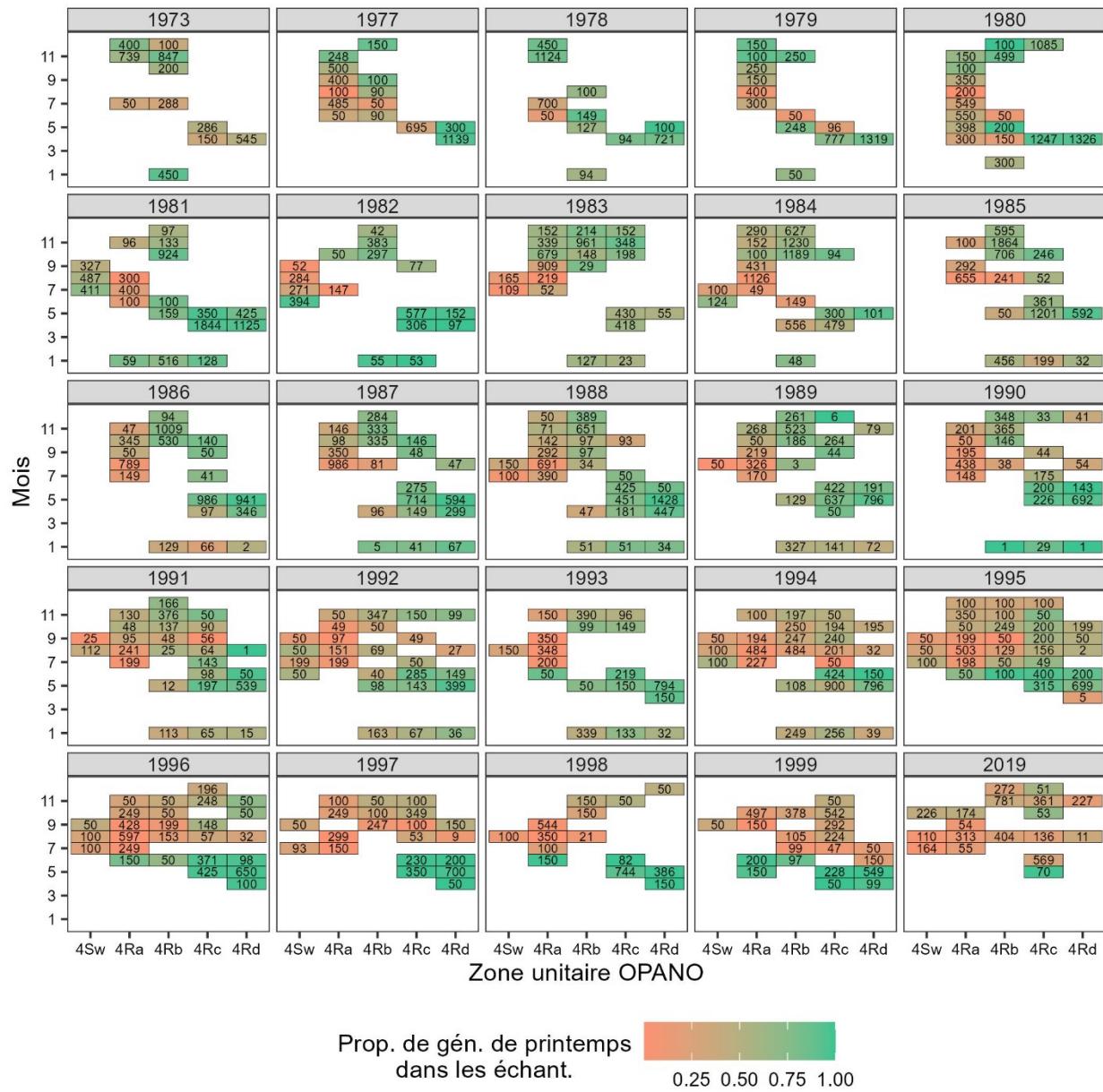


Figure A1. Importance relative de chaque composante des reproducteurs dans les échantillons biologiques prélevés au cours des 25 années associées au nombre total d'échantillons le plus élevé (ici, les années avec au moins 61 échantillons distincts). Les nombres au centre de chaque tuile indiquent le nombre total d'individus (reproducteurs d'automne et reproducteurs de printemps combinés) représentés par ces proportions.