



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 2022/015**

**Région du Québec**

### **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**

Jordan Ouellette-Plante, Elisabeth Van Beveren, Hugues P. Benoît et Claude Brassard

Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice-Lamontagne  
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/>  
[csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2022  
ISSN 2292-4272

ISBN 978--0-660-42533-7 N° cat. Fs70-5/2022-015F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

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.

### Also available in English :

Ouellette-Plante, J., Van Beveren, E., Benoît, H.P. and Brassard, C. 2022. Details of *catchR*, an *R* package to estimate the age and length composition of fishery catches, with an application to 3Pn4RS Atlantic cod. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2022/015. iv + 69 p.

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
1. INTRODUCTION .....	1
2. MÉTHODES.....	2
2.1. PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE À QUAI .....	2
2.2. CONTEXTE POUR LES CSA DE LA MORUE FRANCHE .....	3
2.3. DONNÉES <i>LF</i> .....	4
2.4. DONNÉES D' <i>AGE</i> .....	6
2.5. RELATIONS MASSE-LONGUEUR.....	7
2.6. DONNÉES DES DÉBARQUEMENTS .....	7
2.7. CALCULS.....	8
2.7.1. Recherche d'échantillons .....	8
2.7.2. Fréquences de longueur .....	12
2.7.3. Clés âge-longueur.....	12
2.7.4. Combinaison des données <i>LF</i> et <i>age</i> .....	13
2.7.5. Calculs de CSA.....	13
2.8. COMPARAISON AVEC LES DOCUMENTS DE RECHERCHE ANTÉRIEURS.....	15
3. RÉSULTATS.....	15
3.1. DONNÉES DISPONIBLES POUR LES CALCULS DE CSA .....	15
3.2. COMPORTEMENT DE <i>CATCHR</i> .....	16
3.3. COMPARAISON AVEC LES VALEURS PUBLIÉES .....	17
4. DISCUSSION.....	18
4.1. QUALITÉ ET DISPONIBILITÉ DES DONNÉES .....	18
4.2. COMPARAISONS AVEC LES VALEURS PUBLIÉES PRÉCÉDEMMENT .....	18
4.3. LIMITES DE <i>CATCHR</i> ET AMÉLIORATIONS À VENIR.....	20
4.4. ÉVALUATIONS À VENIR DE LA MORUE FRANCHE DU STOCK 3PN4RS .....	22
5. REMERCIEMENTS .....	22
6. RÉFÉRENCES CITÉES .....	22
7. TABLEAUX .....	26
8. FIGURES .....	47
ANNEXE A. PAQUET <i>R CATCHR</i> .....	69
ANNEXE B. EXTRACTION DES DONNÉES DE FL ET D'ÂGE AU MOYEN DE SAS .....	70

---

## RÉSUMÉ

L'estimation de la composition des captures selon l'âge et la longueur est une pratique courante dans l'évaluation des stocks, car cette information sur la structure de la population nous permet de mieux comprendre la productivité des stocks et les répercussions de la pêche sur ceux-ci. Comme la détermination de l'âge du poisson est coûteuse et qu'elle exige beaucoup de main-d'œuvre et du personnel expérimenté, la composition selon l'âge est souvent déduite du sous-échantillonnage stratifié de l'âge selon la longueur et de la composition selon la longueur de l'échantillon original. Bien que le principe sous-jacent soit relativement simple, les lacunes et les incohérences du processus d'échantillonnage ont mené à de multiples propositions d'algorithmes dans la littérature. Fait important, ces algorithmes sont souvent appliqués annuellement de manière ponctuelle et non documentée. La réplication des estimations des captures selon l'âge à partir des données sources peut donc s'avérer difficile et avoir une incidence sur la crédibilité des évaluations. Dans le cadre de ces travaux, nous avons utilisé la clé âge-longueur directe, un outil couramment utilisé, couplée à un algorithme hiérarchique fondé sur une procédure stratifiée pour remédier aux lacunes de l'échantillonnage. Le paquet *R* `catchR` découle de ces travaux et propose un nouveau cadre entièrement transparent et automatisé pour estimer les captures selon l'âge. À l'aide du stock de morue franche (*Gadus morhua*) des divisions 3Pn4RS de l'Organisation des pêches de l'Atlantique du Nord-Ouest (OPANO), le présent document de recherche décrit les principales fonctions du paquet *R* `catchR`, `get.samples` et `get.caa` utilisées pour calculer les captures selon l'âge. Pour le stock de morue franche de 3Pn4RS, l'algorithme automatisé, tel qu'actuellement défini, révèle les lacunes dans l'estimation des captures et du poids selon l'âge, en partie parce que le résultat de chaque année est maintenant entièrement comparable et parce qu'aucun rajustement subjectif ne peut être appliqué pour corriger, par exemple, une faible couverture d'échantillonnage pour une combinaison donnée d'année, de mois, de zone unitaire de l'OPANO et d'engin.

---

## 1. INTRODUCTION

L'estimation de la composition des captures selon l'âge et la longueur est une pratique courante dans l'évaluation des stocks, car cette information sur la structure de la population nous permet de mieux comprendre la productivité des stocks (croissance, mortalité naturelle et recrutement; Ailloud et Hoenig 2019) et les répercussions de la pêche sur ces derniers. Puisque la détermination de l'âge du poisson est coûteuse et qu'elle exige beaucoup de main-d'œuvre et du personnel expérimenté, l'approche utilisée depuis presque un siècle (Fridriksson 1934) consiste d'abord à obtenir d'une capture donnée un échantillon, à partir duquel les longueurs individuelles sont mesurées. Ensuite, en utilisant un sous-échantillon stratifié selon la longueur à partir duquel l'âge des spécimens est également déterminé, on obtiendra la proportion de poissons dans chaque tranche d'âge pour les classes de longueur individuelles, communément appelées clé âge-longueur (CAL) dans le domaine des pêches. La CAL est finalement utilisée pour convertir un échantillon de longueurs de poissons en une estimation de la répartition des fréquences d'âge. Par exemple, l'estimation des captures selon l'âge (CSA) pour la pêche commerciale nécessite habituellement la collecte d'un grand échantillon aléatoire de ces captures pour en connaître la composition selon la longueur (échantillons de fréquence de longueur, ci-après appelés données de FL), à partir duquel un sous-échantillon beaucoup plus petit de poissons sélectionnés aléatoirement sera obtenu au moyen d'un échantillonnage stratifié selon la longueur<sup>1</sup>.

Comme les poissons<sup>2</sup> ne grandissent pas au même rythme, tous les poissons d'une classe de longueur donnée n'auront pas le même âge, et une CAL sera alors nécessaire pour convertir la longueur en âge (Gulland et Rosenberg 1992). Bien que le principe sous-jacent soit relativement simple, les lacunes<sup>3</sup>, les erreurs de (sous)-échantillonnage et la stochasticité associées à la petite taille de l'échantillon<sup>4</sup> ont mené à la proposition d'algorithmes multiples par divers auteurs. Par exemple, plutôt que d'appliquer une CAL directe classique, qui donne une description probabiliste de l'âge selon la longueur, certains auteurs ont proposé une clé inversée (description probabiliste de la longueur selon l'âge) ou même une clé directe-inversée combinée (Ailloud et Hoenig 2019). Les CAL directes peuvent également être prédites par divers modèles pour atténuer l'incidence des lacunes dans les données et des incohérences (Berg et Kristensen 2012; Babyn *et al.* 2021).

Dans le cadre de ces travaux, nous avons utilisé la CAL directe, un outil couramment utilisé, associée à un algorithme hiérarchique fondé sur une procédure stratifiée pour remédier aux lacunes de l'échantillonnage. Nous proposons un nouveau cadre transparent et automatisé pour estimer les CSA, que nous avons mis en œuvre dans un nouveau paquet pour le logiciel

---

<sup>1</sup> Introduite par Ketchen (1950), l'approche d'échantillonnage stratifié selon la longueur a comme objectif premier d'obtenir une meilleure représentation des longueurs qui se trouvent aux extrémités de la distribution de longueur.

<sup>2</sup> En fait, presque tous les organismes vivants.

<sup>3</sup> Une lacune survient lorsqu'une classe de longueur provenant de l'échantillon de FL n'a aucune correspondance dans la CAL. Il sera alors impossible d'obtenir des proportions selon l'âge (en utilisant la CAL directe classique).

<sup>4</sup> Par exemple, tous les poissons d'une classe de longueur particulière seront présumés avoir un âge  $x$  parce que l'âge d'un seul poisson a été déterminé pour cette classe de longueur particulière et que cet âge était  $x$ .

---

de statistique *R* (R Core Team 2020) appelé `catchR`. Ce nouveau cadre est assez souple pour permettre des améliorations futures au besoin.

En utilisant le stock de morue franche (*Gadus morhua*) de 3Pn4RS en exemple, le présent document de recherche fournit une description des principales fonctions du paquet `R catchR`, `get.samples` et `get.caa`, utilisées pour calculer les CSA, et compare les résultats avec les valeurs publiées précédemment. D'autres fonctions sont décrites à l'annexe A. Le présent document de recherche est le fruit de l'examen par les pairs par le Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) du cadre d'évaluation de la morue franche dans le nord du golfe du Saint-Laurent (sous-division 3Pn et divisions 4RS de l'OPANO<sup>5</sup>), tenu les 21 et 22 avril et le 12 mai 2021, et axé sur les données disponibles à utiliser dans un modèle d'évaluation à venir du stock.

## 2. MÉTHODES

### 2.1. PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE À QUAÏ

Pêches et Océans Canada (MPO) a mis en place un programme d'échantillonnage à quai pour les débarquements commerciaux, spécialement conçu pour estimer la composition des captures (Lambert et Ménager 1998; voir Daigle et Benoît 2007). Chaque année, la capture d'un échantillon représentatif de sorties de pêche est échantillonnée pour obtenir des données sur la longueur et possiblement la composition selon l'âge des captures d'espèces ciblées. Les descriptions suivantes sont présentées plus en détail dans Lambert et Ménager (1998). Pour la morue franche du stock 3Pn4RS, un maximum de 150<sup>6</sup> poissons sont échantillonnés pour mesurer la longueur<sup>7</sup> de l'ensemble des spécimens. Lorsque les captures sont déjà triées par classe de taille par les membres de l'industrie de la pêche, l'échantillonnage et l'enregistrement des données se font par classe de taille. Les renseignements suivants sont enregistrés pour chaque échantillon ou sous-échantillon :

- Espèce débarquée
- Code d'identification de l'échantillon
- Date
- Code d'identification de l'échantillonneur à quai
- Nom du navire
- Code d'identification du navire
- District de débarquement
- Zone de pêche
- Poids au débarquement
- Engin utilisé
- Profondeur
- Nombre de catégories
- Catégorie échantillonnée

---

<sup>5</sup> Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest

<sup>6</sup> Bien que la publication de Lambert et Ménager (1998) fait état de 250 poissons, les protocoles actuels pour la morue (non publiés) sont basés sur 150 poissons.

<sup>7</sup> Longueur à la fourche arrondie au centimètre près.

- 
- Poids débarqué pour la catégorie
  - Poids échantillonné
  - État au débarquement
  - Groupe
  - Type de mesure

Ensuite, des mesures de la longueur du poisson sont prises et des otolithes de trois poissons par tranche de 3 cm de longueur sont recueillis (ci-après appelés données d'âge). Pour chaque paire d'otolithes collectée d'un poisson, les renseignements suivants sont consignés :

- Code d'identification de l'échantillon
- Date
- Espèce
- District
- Engin
- Zone de pêche
- Nom du navire
- Code d'identification du navire
- Longueur à la fourche
- Code d'identification de l'otolithe

Les otolithes sont ensuite envoyés à la Direction des sciences du MPO pour la détermination de l'âge. Enfin, ces données sont saisies dans une base de données *Oracle*.

## 2.2. CONTEXTE POUR LES CSA DE LA MORUE FRANCHE

Les captures selon l'âge (CSA) pour la morue du stock 3Pn4RS sont estimées depuis environ cinq décennies, soit depuis 1973 (Wells 1979). De l'évaluation du stock de Fréchet et Gascon (1986) à celle de Fréchet *et al.* (2009)<sup>8</sup>, les CSA ont été estimées avec le logiciel CATCH. AWS, écrit en langage STSC APL (Anon. 1986) et selon la méthodologie décrite dans Gavaris et Gavaris (1983). Avec l'arrivée des ordinateurs équipés de processeurs 64 bits, ce logiciel a été réécrit dans le langage plus moderne Visual Basic en 2011-2012 et a été renommé CATCH (Doniol-Valcroze *et al.* 2019). CATCH a d'abord été adopté pour l'estimation des CSA pour l'évaluation du stock de morue en février 2015 (Brassard *et al.* 2016), et de nouveau pour les évaluations de 2017 et 2019 (Brassard *et al.* 2018, 2020). Au fil du temps, certains inconvénients du logiciel ont toutefois été relevés, principalement liés à la transparence et à la reproductibilité. Plus précisément, CATCH est un système de boîte noire dont les rouages internes ne sont pas compris par tous les utilisateurs actuels, car le code source et la documentation détaillée sont manquants. Cela empêche une compréhension approfondie des résultats et exclut la possibilité d'élargir la méthodologie (en permettant un groupe +, en automatisant la sélection de l'échantillon, etc.). Jusqu'à présent, il a également été impossible de reproduire avec précision les résultats, car le système de saisie de données intégré à CATCH est sujet aux erreurs et exige que l'utilisateur prenne des décisions manuelles subjectives, qui

---

<sup>8</sup> Certains documents de recherche de cette série (Fréchet et Schwab 1998; Fréchet *et al.* 2002, 2003, 2005) ne font pas expressément état du programme. Il est toutefois raisonnable de supposer qu'il a été utilisé, compte tenu de sa mention dans les documents de recherche subséquents.

---

ne sont pas toujours enregistrées et rapportées. Tout cela contribue à un manque de reproductibilité considérable.

Les données d'échantillonnage à quai ont été extraites<sup>9</sup> au moyen d'un programme SAS interne (`autoexec_peche.sas`), décrit à l'annexe B. Malheureusement, ce programme ne permet l'accès qu'aux données à compter de 1981. Toutefois, selon les documents de recherche publiés, il est clair que les données d'échantillonnage à quai remontent à au moins 1974<sup>10</sup> (Tableau 1).

Pour les années pour lesquelles l'extraction a fourni des données, on remarque des différences importantes dans le nombre de morues disponibles comparativement aux valeurs déclarées antérieurement (Tableau 1). Cette situation est anormale puisque, pour une année donnée, on se serait attendu à obtenir soit les mêmes données, soit un nombre accru de valeurs, étant donné que certaines données peuvent avoir été ajoutées à la suite de la publication d'un document de recherche. Toutefois, ce n'était pas le cas et des différences importantes ont été observées, surtout pour les données *LF*, où les chiffres publiés étaient parfois 3,5 fois plus élevés (p. ex. 1991) que les chiffres qui pouvaient être extraits.

Une raison pouvant expliquer ces données manquantes pourrait être que les données sont réparties dans différentes bases de données. À l'origine, la région de Terre-Neuve-et-Labrador (NL) était responsable de la recherche scientifique et des avis dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent (nGSL) jusqu'en 1983. Une copie des données couvrant la période de 1974 à 1982 a été acquise de la région de NL en 1984 (Fréchet et Gascon 1986), mais n'a pu être trouvée pour le présent document.

Les échantillons provenant de flottes étrangères pourraient également expliquer ces différences. Plusieurs pays pêchaient dans le stock 3Pn4RS avant que la zone de pêche canadienne ne soit étendue à 200 milles nautiques de la côte en 1977 (Tableau 2, Sang 1980). Même après 1977, la France (continentale et/ou Saint-Pierre-et-Miquelon) a continué à exploiter ce stock jusqu'en 1992. Selon Fréchet et Gascon (1986), les données des flottes étrangères étaient disponibles auprès de l'OPANO ou par l'entremise du programme international d'observateurs en mer administré par le MPO, mais nous n'avons pu trouver ces données à partir de l'une ou l'autre de ces sources.

En tenant compte du fait que nous voulions comparer nos résultats de CSA à ceux déjà publiés et que les données disponibles pour le présent document n'étaient pas identiques à celles utilisées dans les publications antérieures pour la période de 1974 à 1992, il a été décidé de restreindre les données disponibles et de ne conserver que la période de 1993 à 2020 aux fins d'analyse. Toutefois, même avec cette petite période, il n'a pas été possible de confirmer que l'extraction fournissait des données similaires à celles utilisées dans le calcul des captures selon l'âge après 1994, puisque ces données n'étaient plus fournies dans les documents de recherche (Tableau 1).

### 2.3. DONNÉES *LF*

Les données *LF* ont été importées dans *R* au moyen de la fonction `read.lf`<sup>11</sup> :

```
read.lf(file, year = NULL, language = "en", ...)
```

---

<sup>9</sup> Les données *LF* et *age* ont été extraites le 29 mars 2021.

<sup>10</sup> Fréchet et Gascon (1986) ont mentionné que le mauvais échantillonnage dans les pêches commerciales ciblant la morue était à l'origine de l'exclusion des années précédentes.

<sup>11</sup> Sauf indication contraire, les fonctions *R* mentionnées proviennent du paquet `catchR`.

---

où :

file	Fichier .dat à lire. Ce fichier est le produit du programme SAS autoexec_peche.sas décrit à l'annexe B.
year	Vecteur des années à lire (p. ex. 2015:2020). NULL par défaut, ce qui signifie que la fonction conservera les données de toutes les années disponibles.
language	Langue à utiliser pour les noms de colonne, soit « en » (par défaut) ou « fr ».
...	Arguments facultatifs utilisés avec <code>readr::read_fwf()</code> .

Une description des colonnes de l'ensemble de données créé par cette fonction est fournie [en ligne](#).

La validation de la longueur a été effectuée sur la partie antérieure de la répartition de longueur totale afin de détecter les observations aberrantes. Une seule morue a été considérée comme aberrante parce qu'elle mesurait 7 cm de long et provenait d'un échantillon obtenu à partir d'activités de palangre dont les valeurs des autres longueurs étaient considérablement plus élevées. Cette observation a été supprimée avant les calculs de CSA.

Étant donné que la morue n'est pas toujours entière au débarquement (ronde, Tableau 3), des facteurs de conversion sont requis pour produire des équivalents de poids brut pour les poissons éviscérés (nettoyés) et/ou étêtés (COSTACA 1984a). Par exemple, une capture de 100 kg de morue débarquée éviscérée non-étêtée sera rajustée à 120 kg de poisson entier en utilisant un facteur de conversion de 1,2. Toutefois, l'utilisation de tels facteurs de conversion sans égard à la saison suppose que la morue éviscérée non-étêtée de longueur et de poids identiques, capturée à différents moments de l'année, sera présumée avoir un poids constant de viscères pendant toute l'année, ce qui est incorrect compte tenu de la variation saisonnière de la condition somatique. Par exemple, le coefficient de condition de Fulton est à son plus bas au printemps avant la fraie, puis il augmente à l'automne (Brassard *et al.* 2020). On pourrait donc s'attendre à un facteur de conversion accru pour la morue éviscérée durant la saison de reproduction (Kulka 1981). En ce qui concerne les données *LF*, nous avons également constaté qu'il était parfois impossible d'utiliser des facteurs de conversion puisque les poids d'échantillonnage n'étaient parfois pas déclarés (parfois jusqu'à près de 100 % des échantillons dans une année donnée; Tableau 3). Pour ces raisons, un nouveau calcul de la masse totale  $w_m$  de chaque échantillon  $m^{12}$  a été effectué en utilisant les différentes relations longueur-poids disponibles (voir la section 2.5).

De plus, des débarquements commerciaux générés par l'utilisation de chaluts à crevettes (voir la section 2.6) ont été signalés durant la série. Malheureusement, ces débarquements n'ont jamais été échantillonnés par des échantillonneurs à quai. De plus, la grille Nordmore, qui limite la capture de morues et d'autres poissons de fond à des spécimens de plus petite taille, est utilisée dans la pêche à la crevette nordique depuis 1993 (Savard *et al.* 2013). Sa mise en œuvre n'a donc pas permis de regrouper les différents types de chaluts ensemble, puisque les poissons pêchés par les chaluts à crevettes sont proportionnellement beaucoup plus petits que ceux pêchés par les autres types de chaluts. Il a donc été décidé de combler cette lacune en utilisant les données du programme d'observateurs en mer. De ces données, seules les activités de pêche menées dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RS de l'OPANO pour lesquelles l'espèce cible était la crevette nordique ont été sélectionnées. Les différents engins de pêche utilisés avec les données *LF* ont été regroupés en sept catégories d'engins en fonction des différences de sélectivité potentielles (Tableau 4; Figure 1). Les mêmes catégories ont également été utilisées pour les données *age* (voir la section suivante).

---

## 2.4. DONNÉES D'AGE

Les données *age* ont été importées dans *R* au moyen de la fonction `read.bio` :

```
read.bio(file, year = NULL, sp, language = "en", ...)
```

où :

<code>file</code>	Fichier <code>.dat</code> à lire. Ce fichier est le produit du programme SAS <code>autoexec_peche.sas</code> décrit à l'annexe B.
<code>year</code>	Vecteur des années à lire (p. ex. 2015:2020). NULL par défaut, ce qui signifie que la fonction conservera les données de toutes les années disponibles.
<code>sp</code>	Espèce. Soit « morue » ou « maquereau ».
<code>language</code>	Langue à utiliser pour les noms de colonne, soit « en » (par défaut) ou « fr ».
...	Arguments facultatifs utilisés avec <code>readr::read_fwf()</code> (p. ex. <code>progress</code> , <code>skip_empty_rows</code> , <code>n_max</code> ).

Une description des colonnes de l'ensemble de données créé par cette fonction est fournie [en ligne](#).

En comparant le nombre d'échantillons<sup>12</sup> disponibles pendant la période 1993-2020 pour les ensembles de données *age* et *LF* (voir la section précédente), il est devenu évident qu'il y avait un problème, car il y avait plus d'échantillons avec des données *age* que de données *LF* pour certaines années. D'après le protocole d'échantillonneur à quai présenté à la section 2.1, on se serait attendu à un nombre égal ou réduit d'échantillons d'âge par rapport aux échantillons de FL. En fouillant les données, il est devenu évident que 1 478 échantillons de données *age*, provenant tous de 1994 à 1997, n'avaient pas leur équivalent dans le jeu de données *LF*. Pour ces échantillons, le fait que pour des milliers de morues la longueur ait été enregistrée sans pour autant avoir de lecture d'âge associée est venu appuyer l'idée que ces échantillons auraient aussi dû être inclus dans le jeu de données *LF*, ce qui a été corrigé par la suite. Pour ces échantillons, certains renseignements normalement trouvés dans le jeu de données *LF* n'ont pas pu être trouvés (p. ex. poids de l'échantillon et du débarquement, état au débarquement), puisque le jeu de données *age* ne fournissait pas ces renseignements (Tableau 3).

Après avoir résolu cette divergence entre les deux jeux de données, le jeu de données *age* a été filtré pour conserver uniquement les observations pour lesquelles des valeurs de longueur et d'âge ont été fournies. La relation âge-longueur a ensuite été validée. Les valeurs aberrantes ont été définies par classe d'âge comme étant des observations dont la longueur se retrouve trois fois à l'extérieur de l'intervalle interquartile (Figure 2). Quatre valeurs aberrantes ont été repérées de cette façon. La seule morue de 1 an enregistrée au cours de la période 1993-2020 a également été définie comme une valeur aberrante puisque sa longueur ne correspondait pas à la croissance généralement observée à mesure que l'âge augmente (Figure 2). Ces cinq valeurs aberrantes ont été supprimées avant le calcul de CSA.

---

<sup>12</sup> Autant pour le jeu de données *LF* que celui *age*, une variable partagée, *sample.id*, était disponible. Pour le jeu de données *LF*, la variable indique chaque fréquence de longueur unique. Pour le jeu de données *age*, la variable *sample.id* permet de savoir à partir de quels échantillons de LF la détermination de l'âge a été effectuée.

---

De plus, pour surmonter le problème du manque de données sur les activités de pêche par chaluts à crevettes mentionné plus haut, il a été décidé d'utiliser les données du programme d'observateurs en mer. Cette solution de rechange a bien fonctionné pour les données de FL. Toutefois, aucune morue dont l'âge a été déterminé n'a été trouvée dans le cadre de ce programme. Comme solution de rechange, il a donc été décidé d'utiliser les données d'âge provenant du relevé multispécifique au chalut de fond effectué en août par le MPO (voir Bourdages *et al.* 2020 pour une description). Pour toutes les années où de tels débarquements étaient présents, les spécimens de morue capturés dans la sous-division 3Pn et les divisions 4RS de l'OPANO et ayant une longueur et un âge valides ont été utilisés à partir de ce relevé. Ces données ont été ajoutées au jeu de données *age* comme si tous les individus d'une année donnée faisaient partie d'un échantillon collecté en août. Une inspection visuelle des CAL créées à partir des deux sources de données a été effectuée (un exemple pour les années 2008 à 2010 est indiqué à la Figure 3), et un bon chevauchement a été observé. De plus, l'utilisation des données de ce relevé a permis de déterminer l'âge des individus de petite taille capturés dans des chaluts à crevettes, qui étaient rarement observés dans la base de données du programme d'échantillonnage à quai du MPO (Figures 1 et 3).

## 2.5. RELATIONS MASSE-LONGUEUR

Aux fins de la présente étude, nous avons utilisé les relations masse-longueur provenant des relevés de recherche effectués pendant l'été (1993-2020) et l'hiver (1993-1994). Pour les deux années durant lesquelles les deux relevés ont été réalisés (1993-1994), les relations par période pouvaient être calculées (octobre-mars à partir du relevé hivernal et avril-septembre à partir du relevé estival). Pour les années pour lesquelles aucun relevé hivernal n'a été effectué (1995-2020), la relation masse-longueur obtenue à partir du relevé estival a été utilisée pour toute l'année.

Les relations entre la longueur et le poids ont été modélisées selon l'année ( $y$ ) et la période ( $p$ ) comme suit, et les estimations des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  sont fournies au tableau 5.

$$\log_e(\text{masse}_{yp}) \sim \alpha_{yp} + \beta_{yp} \cdot \log_e(\text{longueur}_{yp}) \quad (1)$$

Chaque relation a été modélisée deux fois. Après une première exécution avec toutes les données disponibles (voir la colonne *Disponibles* du tableau 5), un nettoyage des données aberrantes a été effectué pour retirer les valeurs pour lesquelles les résidus studentisés correspondants étaient  $> 1,5$  (valeur absolue; Bourdages et Ouellet 2011). Ensuite, en utilisant uniquement les données restantes (colonne *Utilisées* du tableau 5), la relation masse-longueur a finalement été modélisée. Les relations ont toutes été vérifiées visuellement afin d'éliminer les valeurs aberrantes qui pourraient influencer la modélisation.

Le poids du poisson enregistré dans les données *LF* a été calculé en utilisant la relation masse-longueur correspondant à l'année et à la période à partir desquelles l'échantillon associé a été prélevé.

## 2.6. DONNÉES DES DÉBARQUEMENTS

Les données des débarquements de morue du stock 3Pn4RS pour la période de 1993 à 2020 ont été extraites<sup>13</sup> des données ZIFF (*Zonal Interchange File Format*; COSTACA 1984b). Ce jeu de données ne comprend que les débarquements de la flotte canadienne, mais comme aucun débarquement provenant de flotte étrangère n'a été enregistré depuis 1992 (Tableau 2),

---

<sup>13</sup> Extraites le 16 décembre 2020.

---

l'utilisation des données de l'[OPANO](#) n'était pas nécessaire. Les données ZIFF ont été importées dans *R* avec la fonction `read.ziff` :

```
read.ziff(sp, path, year = NULL, language = "en")
```

où :

`sp` Code d'espèce numérique (p. ex. 100 pour la morue franche). Peut aussi être un vecteur de plusieurs codes d'espèces numériques.

`path` Répertoire où se trouvent les fichiers à lire. Par exemple :  
`//dcqcimlna01a/BD_Peches/Ziff/Format CSV/Fichiers de données/.`

`year` Vecteur des années à lire (p. ex. 2015:2020). NULL par défaut, ce qui signifie que la fonction conservera les données de toutes les années disponibles.

`language` Langue à utiliser pour les noms de colonne, soit « en » (par défaut) ou « fr ».

Une description des colonnes du jeu de données créé par cette fonction est fournie [en ligne](#).

Une validation a d'abord été réalisée pour s'assurer que les données extraites correspondaient aux données déjà publiées. Étant donné que la majorité des documents de recherche publiés présentaient les débarquements dans des tableaux ventilés par mois et par année de gestion, nous avons comparé les débarquements totaux dans ce format, malgré le fait que, pour le calcul des CSA, nous utilisons les années civiles et non les années de gestion (Tableau 6). On peut observer de légères différences à différents moments de la série. La plupart d'entre elles peuvent s'expliquer par le fait que les données des débarquements étaient encore préliminaires au moment de la publication de ces documents de recherche antérieurs (Figure 4). Les documents de recherche 2007/068 (Fréchet *et al.* 2007) et 2016/010 (Brassard *et al.* 2016; Figure 4 b) en sont de bons exemples. Nous avons toutefois observé quelques différences inexplicables entre les valeurs obtenues pour cette étude et celles qui ont déjà été publiées. Par exemple, les données sur les débarquements utilisées dans la présente étude étaient inférieures de plus de 250 t aux données publiées pour l'année de gestion 2001-2002.

Les différents engins utilisés dans les débarquements ont été regroupés en huit catégories en fonction des différences potentielles dans la capturabilité (Tableau 7). Les débarquements mensuels (selon l'année civile) pour la période de 1993 à 2020 sont indiqués au tableau 8. Ils sont également ventilés par zone unitaire de l'OPANO et par catégorie d'engins aux tableaux 9 et 10, respectivement.

## 2.7. CALCULS

### 2.7.1. Recherche d'échantillons

Les débarquements de morue franche du stock 3Pn4RS ont été divisés en strates définies par année, mois, zone unitaire de l'OPANO (ci-après appelées *OPANO*) et par catégorie d'engins (ci-après appelées *engins*). Chaque strate  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ) comportait un débarquement de morue correspondant  $W_k$ . Dans la majorité des cas, il n'a pas été possible d'associer un seul échantillon de chaque type (soit FL ou âge) par débarquement  $W_k$ . Pour inférer la FL et la composition par âge de ces débarquements, des valeurs ont été imputées à partir d'échantillons provenant d'autres strates. Dans le logiciel *CATCH* préalablement utilisé, ce processus a été effectué manuellement et les décisions d'imputation ont été prises par des analystes individuels, ce qui a pu mener à des résultats différents malgré l'utilisation des mêmes données sous-jacentes. L'incapacité de documenter les décisions d'imputation a eu une incidence sur la reproductibilité des résultats.

---

Avec le paquet `catchR`, nous avons mis au point une façon automatisée et reproductible d'estimer la longueur et la composition selon l'âge des captures dans les strates pour lesquelles nous avons des données et celles nécessitant une imputation. Pour chaque type d'échantillon (*LF* ou *age*), la sélection des échantillons  $M(m = 1, 2, \dots, M)$  à associer aux débarquements  $W_k$  a été effectuée en utilisant la fonction `get.samples` :

```
get.sample( catch, lf, al = NULL, min.al.samples = 2, min.lf.samples = 2,
            min.al.fish = 5, period.unit = c("month", "quarter"),
            prob.al = 0.95, subsample = TRUE)
```

où :

<code>catch</code>	Jeu de données des débarquements. <code>catch</code> est une version agrégée du jeu de données créé par la fonction <code>read.ziff</code> , où chaque ligne représente une strate. Les variables <code>year</code> (année du débarquement), <code>period</code> (période, c.-à-d. le mois ou le trimestre du débarquement), <code>region</code> (zone unitaire de l'OPANO), <code>gear</code> (catégorie d'engin associée au débarquement) et <code>catch</code> (équivalent en poids brut, kg) sont requises.
<code>lf</code>	Jeu de données des fréquences de longueur. Chaque ligne représente une longueur trouvée dans un échantillon de fréquence de longueur donné. Les variables <code>year</code> (année de l'échantillon), <code>period</code> (période, c.-à-d. le mois ou le trimestre pendant lequel l'échantillon a été prélevé), <code>region</code> (zone unitaire de l'OPANO d'où provient l'échantillon), <code>gear</code> (catégorie d'engins associée à l'échantillon), <code>length</code> (longueur mesurée dans l'échantillon de fréquence de longueur, en cm), <code>weight.unit</code> (poids d'un poisson donné selon la longueur dans la colonne <code>length</code> , en kg), <code>n</code> (nombre de poissons ayant cette longueur dans l'échantillon en fonction de la longueur dans la colonne <code>length</code> ) et <code>sample.id</code> (identificateur unique de l'échantillon) sont requises.
<code>al</code>	Jeu de données d'âge. Chaque ligne représente un poisson dont l'âge a été déterminé à partir d'un échantillon d'âge donné. Les variables <code>year</code> (année de l'échantillon), <code>period</code> (période, c.-à-d. le mois ou le trimestre pendant lequel l'échantillon a été prélevé), <code>region</code> (zone unitaire de l'OPANO d'où provient l'échantillon), <code>gear</code> (catégorie d'engin associée à l'échantillon), <code>length</code> (longueur du poisson, en cm), <code>age</code> (âge du poisson, en années) et <code>sample.id</code> (identificateur unique de l'échantillon) sont requises. <code>NULL</code> par défaut, qui signifie que la fonction n'obtient que les échantillons pour calculer la composition selon la longueur.
<code>min.al.samples</code>	Nombre minimal d'échantillons requis pour les clés âge-longueur. Par défaut = 2.
<code>min.lf.samples</code>	Nombre minimal d'échantillons requis les fréquences de longueur. Par défaut = 2
<code>min.al.fish</code>	Nombre minimal de poissons requis pour les clés âge-longueur. Par défaut = 5.
<code>period.unit</code>	Si <code>catch</code> , <code>lf</code> et <code>al</code> sont regroupés par mois ("month", défaut) ou par trimestre ("quarter").

prob. al	Probabilité maximale (0–1, défaut = 0,95) permise pour toute longueur d'une distribution de FL spécifique à une strate d'être d'un âge non inclus dans la clé âge-longueur. S'il est au moins probable prob. al qu'un âge soit manquant, l'algorithme continuera d'ajouter des échantillons d'âge. Ces critères d'ajout pour la sélection de l'échantillon d'âge peuvent être supprimés en réglant prob. al à 1.
subsample	Logique. Vrai si al est composé de sous-échantillons stratifiés en longueur de lf à partir duquel l'âge du poisson a été déterminé. Faux si l'âge de tous les poissons de lf était déterminé.

Cette fonction est fondée sur une hiérarchie à 12 niveaux dans laquelle le premier niveau est basé sur des estimations au niveau de la strate en utilisant des données pour cette strate, et les niveaux subséquents sont basés sur l'imputation à partir de valeurs provenant de strates de plus en plus différentes.

$$g_k = \begin{cases} 1 & = \text{année} + \text{mois} + \text{OPANO} + \text{engin} \text{ (correspond à } k) = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 2 & = \text{année} + \text{mois adjacents} + \text{OPANO} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 3 & = \text{année} + \text{mois} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 4 & = \text{année} + \text{mois adjacents} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 5 & = \text{année} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 6 & = \text{année} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 7 & = \text{années adjacents} + \text{mois} + \text{OPANO} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 8 & = \text{années adjacents} + \text{mois adjacents} + \text{OPANO} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 9 & = \text{années adjacents} + \text{mois} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 10 & = \text{années adjacents} + \text{mois adjacents} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 11 & = \text{années adjacents} + \text{engin} = \text{si } s \text{ atteint, sinon } \downarrow \\ 12 & = \text{années adjacents} \end{cases} \quad (2)$$

Pour les données *LF* et *age*, un ensemble de critères *s* ont été postulés comme facteurs déterminants pour statuer à quel niveau de regroupement la fonction *get.samples* arrêterait de chercher d'autres échantillons en poursuivant à des niveaux de regroupement supérieurs. Selon le type de données, *s* comportait un ou trois critères :

$$s = \begin{cases} \text{données LF: min. lf. samples} \\ \text{données age: min. al. samples, min. al. fish, prob. al} \end{cases} \quad (3)$$

Pour les données *LF* (voir la Figure 5A pour un aperçu général du jeu de données), le seul critère empêchant la fonction *get.samples* de monter dans les niveaux de regroupement présentés à l'équation 2 était d'avoir au moins min. lf. samples (seuil fixé à 2 aux fins de la présente analyse) échantillons indépendants. La décision d'appliquer un seuil minimal en ce qui concerne le nombre d'échantillons plutôt que le nombre de poissons par échantillon était fondée sur le fait que l'unité d'échantillonnage était l'échantillon et non le poisson. Après avoir exécuté le plan décisionnel pour les données *LF*, chaque strate *k* était alors associée à un sous-ensemble des données *LF* (*LF<sub>k</sub>*) de sorte que tous les échantillons *m* conservés pour les *LF* représentent le plus fidèlement possible les débarquements *W<sub>k</sub>*.

Pour les valeurs *age*, deux critères supplémentaires ont été ajoutés : min. al. fish et prob. al (équation 3). Tout d'abord, nous voulions, pour cette analyse, avoir à notre disposition au moins 100 poissons dont l'âge avait été déterminé (min. al. fish) pour la CAL de chaque strate. Ce critère supplémentaire a empêché la fonction *get.samples* de cesser le regroupement à des niveaux supérieurs après avoir atteint le nombre minimal d'échantillons d'âge établi pour cette

---

analyse (*min. al. samples*, fixé à 2 aux fins de la présente analyse). Sans l'argument *min. al. fish*, il aurait été possible de créer une CAL avec seulement quelques poissons dont l'âge avait été déterminé (p. ex. 25), à condition qu'ils proviennent d'au moins deux échantillons. Deuxièmement, le critère *prob. al* a été ajouté dans l'algorithme de recherche pour s'assurer que toutes les longueurs présentes dans la valeur  $LF_k$  aient une probabilité associée en fonction de l'âge afin de déterminer si des âges supplémentaires devraient être trouvés dans la CAL utilisée pour la strate  $k$ .

L'approche est illustrée en utilisant la strate *2005–Juin–4Rb–Filet maillant*. Pour cette strate, la recherche d'échantillons de  $LF$  a atteint le critère unique *min. lf. samples* au niveau de regroupement 2. Par conséquent, 2 306 spécimens provenant de 15 échantillons ont été utilisés pour calculer la fréquence de longueur. Pour les valeurs *age*, la recherche au niveau de regroupement 1 a échoué. Toutefois, au niveau 2, les critères pour le nombre d'échantillons (*min. al. fish*, fixé à 2) et le nombre de spécimens utilisés dans la CAL (*min. al. fish*, fixé à 100) ont été respectés.

Le dernier critère à respecter était *prob. al*. Afin d'évaluer si les données trouvées au niveau de regroupement 2 répondaient à ce critère, une CAL globale ( $CAL_{global}$ ) a d'abord été créée en transformant le jeu complet de données d'âge dans une CAL, puis en ajoutant des longueurs du jeu de données  $LF$  qui étaient absentes de cette CAL. La fonction *multinom* du paquet *R nnet* (Venables et Ripley 2002) a ensuite été utilisée pour construire des régressions logistiques multinomiales afin d'imputer les âges à toutes les longueurs trouvées dans  $CAL_{global}$ . Les probabilités estimées ont été arrondies à trois décimales afin d'éviter les valeurs  $< 0,001$ , qui ont été présumées improbables. Cet arrondissement correspond au niveau maximal de précision auquel on peut généralement s'attendre des CAL : pour connaître plus précisément la probabilité qu'un poisson d'une longueur donnée ait un certain âge, il faudrait d'abord que l'âge d'un nombre exceptionnellement élevé de poissons ait été déterminé. Dans cette optique, une probabilité  $< 0,00001$  d'avoir une morue d'une certaine longueur et d'un certain âge a été arrondie à zéro. À partir de  $CAL_{global}$ , il a alors été possible de calculer la probabilité globale qu'un spécimen d'une longueur donnée ait un certain âge. Pour toutes les longueurs dans les données  $FL_k$ , la fonction *get. samples* a permis de confirmer qu'il n'était pas extrêmement probable (*prob. al*, ici 95 %) que les spécimens soient d'un âge qui n'était pas encore inclus dans la CAL et a continué ses recherches autrement. Pour la strate utilisée comme exemple, les données  $FL$  ( $FL_k$ ) comprenaient des poissons de 27 cm de longueur qui, à ce stade de la recherche de données *age*, sont extrêmement susceptibles d'avoir un âge qui n'a pas encore été inclus dans les données *age* utilisées pour cette strate ( $age_k$ ; Tableau 11). Sans une recherche continue, ces poissons auraient probablement été attribués à une mauvaise classe d'âge (dans ce cas, la valeur la plus faible dans l'état actuel de  $CAL_k$ , soit 4 ans), créant ainsi un biais dans la proportion des poissons selon l'âge et, en particulier, dans leurs longueurs et poids moyens, qui sont plus sensibles aux extrêmes. Dans le tableau 11, nous constatons qu'il manque dans les données  $age_k$  les groupes d'âge de 2 à 3 ans et de 15 à 18 ans. Il faut garder à l'esprit que le schéma décisionnel ne cherchera, dans le pire scénario, que les échantillons des années adjacentes (équation 2). Donc, en comparant ces âges à tous ceux observés au cours des années 2004-2006, la strate utilisée dans cet exemple étant de 2005, il serait logique de continuer à chercher seulement les âges 3 et 15 ans. En d'autres termes, même si une morue de 27 cm avait une bonne probabilité d'être âgée de 2 ans (0,427 selon  $CAL_{global}$ ), il n'aurait pas été logique de continuer à chercher des échantillons pour obtenir cet âge, car nous savions que nous ne trouverions jamais une morue de 2 ans (en fait, aucune n'a été enregistrée depuis 1997; Figure 5B). Ainsi, il convient de poursuivre les recherches pour les spécimens de 3 ans uniquement, ceux de 15 ans ayant une probabilité nulle. Pour cette étude, l'argument

prob. al de la fonction *get.samples* a été fixé à 0,95 (valeur par défaut), et la fonction aurait poursuivi sa recherche si la probabilité de 3 ans était  $\geq$  *prob. al*, ce qui n'était pas le cas ici. Pour cet exemple, la recherche de données *age* s'est alors arrêtée au niveau de regroupement 2.

Après avoir exécuté le plan décisionnel pour les données *FL* et *age*, chaque strate *k* était alors associée à un sous-ensemble de données *FL* ( $FL_k$ ) et *age* ( $age_k$ ) afin que tous les échantillons *m* retenus pour la FL et l'âge représentent le plus fidèlement possible les débarquements  $W_k$ . Les échantillons associés à chaque type d'échantillon (FL ou âge) ont ensuite été combinés (voir les deux sections suivantes). On a supposé que tous les échantillons utilisés pour déduire les fréquences de longueur ou les CALs dans les débarquements associés à la strate *k* avaient la même importance, quel que soit le nombre de spécimens composant chaque échantillon ( $n_{km}$ ) ou l'ampleur des débarquements à partir desquels chaque échantillon a été prélevé. Il s'agit d'une importante différence par rapport à la méthode présentée par Gavaris et Gavaris (1983), et l'absence de poids au débarquement déclarés dans les données d'échantillonnage à quai du MPO explique ce choix (Tableau 3).

Dans une situation où les données associées à la strate *k* ne fournissaient pas de zone unitaire de l'OPANO, par exemple si seule la division était connue, la recherche d'échantillon a été étendue pour la composante spatiale à la strate *k* et la division de l'OPANO a été utilisée dans la recherche au lieu de la zone unitaire de l'OPANO. Par exemple, si une strate *année-mois-région-engin* était 1997-01-4Ru-OTB, où le *u* dans 4Ru signifie indéterminé, la fonction *get.samples* rechercherait alors des échantillons dans toute la division 4R (c.-à-d. qu'elle prenait en compte les données de 4Ra, 4Rb, 4Rc et 4Rd).

### 2.7.2. Fréquences de longueur

Les échantillons  $M_{FL}$  associés à chaque strate ont ensuite été combinés. La proportion de poissons de longueur *j* dans l'échantillon *m* est donnée par :

$$p_{kmj} = \frac{n_{kmj}}{n_{km}} \quad (4)$$

où  $n_{kmj}$  est le nombre de poissons de longueur *j* dans l'échantillon *m*. Au niveau de la strate, cette proportion ( $p_{kj}$ ) correspondait à la valeur moyenne des échantillons *M* :

$$p_{kj} = \frac{\sum_{m=1}^M p_{kmj}}{M} \quad (5)$$

Pour une strate donnée *k*, la somme  $\sum_j p_{kj}$  est égale à un. Le poids d'un spécimen de longueur *j* de l'échantillon *m*,  $\omega_{kmj}$ , a été prédit à partir d'une relation masse-longueur (voir la section 2.5). Au niveau de la strate, le poids moyen ( $\overline{\omega}_{kj}$ ) correspondait à :

$$\overline{\omega}_{kj} = \frac{\sum_{m=1}^M \omega_{kmj}}{M} \quad (6)$$

### 2.7.3. Clés âge-longueur

Le nombre de morues âgées de longueur *j* et d'âge *i* utilisé pour inférer une CAL à la strate *k*,  $n'_{kji}$  était :

$$n'_{kji} = \sum_{m=1}^M n'_{kmji} \quad (7)$$

Le nombre de morues âgées de longueur  $j$  était :

$$n'_{kj} = \sum_{m=1}^M n'_{kmj} \quad (8)$$

La proportion de morues de longueur  $j$  et d'âge  $i$  dans la CAL au niveau de la strate,  $p'_{kji}$ , était :

$$p'_{kji} = \frac{n'_{kji}}{n'_{kj}} \quad (9)$$

#### 2.7.4. Combinaison des données *LF* et *age*

Idéalement, pour chaque catégorie de longueur présente dans une certaine strate  $k$ , la probabilité que les poissons qui s'y trouvent soient d'un certain âge est donnée par la CAL. Toutefois, une longueur particulière  $j$  est parfois observée dans les données de fréquence de longueur ( $FL_k$ ), mais pas dans la CAL ( $age_k$ ) associée à la même strate  $k$ . Afin de déduire les âges de ces morues, la fonction multinomiale a de nouveau été utilisée. Elle a permis de déduire les âges en fonction des longueurs pour lesquelles il n'y avait pas de valeurs d'âge associées.

La fonction `get.samples` renvoie un jeu de données contenant, pour chaque strate, les débarquements enregistrés ainsi que la distribution des longueurs et la CAL correspondantes. Les colonnes sont détaillées dans le tableau 12. En raison de l'utilisation des données des observateurs en mer et des données du relevé multispécifique du nGSL pour les strates associées à la morue débarquée par les chaluts à crevettes, la recherche d'échantillons à l'aide de la fonction `get.samples` a été effectuée en deux étapes :

1. Pour les strates associées aux chaluts à crevettes. Pour ces strates, l'argument `min.al.samples` de la fonction `get.samples` a été défini à 1, étant donné qu'ici un échantillon donné était en fait l'ensemble des données selon l'âge par année provenant du relevé multispécifique au chalut de fond effectué en août par le MPO dans le nGSL.
2. Pour les autres strates, c'est-à-dire celles où la catégorie d'engins associée n'était pas le chalut à crevettes.

De cette façon, les données des observateurs en mer et celles du relevé multispécifique du nGSL n'ont pas eu d'incidence sur les strates pour lesquelles leur utilisation n'était pas requise au départ.

#### 2.7.5. Calculs de CSA

Les calculs de CSA en nombre (*csan*), CSA en poids (*csap*), longueur moyenne selon l'âge (*lsa*) et poids moyen selon l'âge (*psa*) ont été effectués à l'aide de la fonction `get.caa` :

$$\text{get.caa}(x, \text{plus} = \text{Inf})$$

où :

x Résultats de la fonction `get.samples`.

plus Valeur d'un groupe + (numérique). Par défaut, il est défini à l'infini (Inf), de sorte qu'aucun groupe plus n'est défini. En définissant l'argument plus pour 13, par exemple, tous les âges  $\geq 13$  seraient alors définis à 13 avant les calculs, et les résultats pour l'âge 13 seraient en fait pour l'âge 13+.

Le poids débarqué du poisson de longueur  $j$  et d'âge  $i$  à la strate  $k$ ,  $W_{kji}$ , a été calculé comme suit :

$$W_{kji} = W_k \cdot p_{kmj} \cdot p'_{kji} \quad (10)$$

Le nombre correspondant de spécimens,  $N_{kji}$ , a été calculé comme suit :

$$N_{kji} = W_{kji} / \overline{\omega_{kj}} \quad (11)$$

Ensuite,  $csan$  et  $csap$  pouvaient être calculés par année comme suit :

$$csan_i = \sum_j^J \sum_k^K N_{kji} \quad (12)$$

$$csap_i = \sum_j^J \sum_k^K W_{kji} \quad (13)$$

Pour la  $lsa$  et le  $psa$ , la méthode de calcul correspondait à une moyenne arithmétique pondérée de toutes les longueurs ( $lsa$ ) et de tous les poids ( $psa$ ) des poissons, pondérée par le nombre de poissons débarqués pour l'âge  $i$  :

$$lsa_i = \sum_j^J \sum_k^K j \cdot \frac{N_{kji}}{\sum_j^J \sum_k^K N_{kji}} \quad (14)$$

$$psa_i = \frac{csap_i}{csan_i} = \sum_j^J \sum_k^K \left( \frac{W_{kji}}{\sum_j^J \sum_k^K W_{kji}} \cdot \frac{N_{kji}}{\sum_j^J \sum_k^K N_{kji}} \right) \quad (15)$$

Leur écart-type pondéré correspondant,  $\sigma_{lsa,i}$  et  $\sigma_{psa,i}$ , a été calculé comme suit :

$$\sigma_{lsa,i} = \sqrt{\frac{\sum_j^J \sum_k^K N_{kji} \cdot (j - lsa_i)^2}{\sum_j^J \sum_k^K N_{kji} - 1}} \quad (16)$$

$$\sigma_{psa,i} = \sqrt{\frac{\sum_j^J \sum_k^K W_{kji} \cdot (\overline{\omega_{kj}} - psa_i)^2}{\sum_j^J \sum_k^K W_{kji} - 1}} \quad (17)$$

L'annexe A présente plus de précisions sur la façon d'exécuter le paquet `RcatchR` et les scripts montrant comment les calculs de CSA ont été effectués pour cette étude.

---

## 2.8. COMPARAISON AVEC LES DOCUMENTS DE RECHERCHE ANTÉRIEURS

Nous avons supposé que la pratique consistant à mettre à jour les calculs de CSA antérieurs lors de chaque nouvelle évaluation n'a commencé que récemment. Par conséquent, nous avons examiné tous les documents de recherche portant sur la morue franche du stock 3Pn4RS publiés depuis le début des années 2000 (Fréchet *et al.* 2002, 2003, 2005, 2007, 2009; Brassard *et al.* 2016, 2018, 2020) afin d'évaluer quel document de recherche a fourni la dernière valeur modifiée pour une cellule année-âge donnée. La même approche a été réalisée pour les données de débarquements. Les valeurs publiées ont été extraites des versions PDF originales des documents de recherche à l'aide du paquet *R* `datapasta` (McBain *et al.* 2020).

Les résultats obtenus à l'aide du nouveau paquet `catchR` ont été comparés aux deux derniers documents de recherche publiés pour la morue franche du stock 3Pn4RS (Brassard *et al.* 2018, 2020). Seules les années couvertes par les deux ensembles de données ont été utilisées dans les comparaisons.

Des graphiques de proportions normalisées selon l'âge par année (PNAA) ont été créés pour déterminer si la nouvelle approche permettait un suivi plus facile des cohortes par rapport aux estimations de captures selon l'âge deux derniers documents de recherche. Pour ce faire, les proportions selon l'âge  $i$  ( $p_{yi}$ ) pour chaque année  $y$  ( $y = 1, 2, \dots, Y$ ) ont d'abord été calculées :

$$p_{yi} = \frac{csan_{yi}}{\sum_i^I csan_{yi}} \quad (18)$$

Ensuite,  $p_{yi}$  a été standardisé ( $PNAA_{yi}$ ) en soustrayant la proportion moyenne à chaque âge  $\bar{p}_i$  et en divisant par l'écart-type  $\sigma_i$  des proportions calculées sur l'ensemble des années :

$$\bar{p}_i = \frac{\sum_y^Y p_{yi}}{Y} \quad (19)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_y^Y (p_{yi} - \bar{p}_i)^2}{Y}} \quad (20)$$

$$PNAA_{yi} = \frac{p_{yi} - \bar{p}_i}{\sigma_i} \quad (21)$$

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. DONNÉES DISPONIBLES POUR LES CALCULS DE CSA

Comme aucune description de l'échantillonnage à quai des captures de morue franche du stock 3Pn4RS n'a été publiée à notre connaissance depuis 1994 (Fréchet et Schwab 1995), une brève description des données utilisées est présentée ici. Depuis 1993, 2 423 échantillons de FL ont été prélevés par les échantillonneurs à quai du MPO dans le cadre de la pêche à la morue franche du stock 3Pn4RS, ce qui a permis de mesurer la longueur de plus de 190 000 spécimens (Tableau 13). Au cours de cette période, les années 1993 et 1997 ont été de loin les années les plus abondamment échantillonnées. Du point de vue spatial, même si la zone unitaire 4Sw de l'OPANO ne représentait que 8,9 % des débarquements déclarés pour la période de 1993 à 2020, les échantillons de FL recueillis dans cette zone unitaire représentaient > 20 % de tous les échantillons de FL recueillis (Tableaux 9 et 14). Les engins importants du

---

point de vue des débarquements de morue ont été échantillonnés par les échantillonneurs à quai (Tableaux 7, 10 et 15).

Dans l'ensemble, plus de 27 000 lectures d'âge ont été effectuées sur la période de 1993 à 2020, soit une moyenne de près de 1 000 lectures d'âge par an (Tableau 16). À l'exception de 2003, où aucune lecture d'âge n'a été effectuée parce que le stock était soumis à un moratoire d'un an, et des deux années les plus récentes (2019-2020), au moins 500 lectures d'âge ont toujours été effectuées chaque année depuis 1993. Comme pour les échantillons de FL, la plupart des poissons utilisés pour les lectures d'âge provenaient de la zone unitaire 4Rb de l'OPANO et ont été capturés à l'aide de filets maillants ou de palangres (Tableaux 17 et 18).

Seuls quatre échantillons ont été prélevés en 2020, avec un total de 610 morues dont la longueur a été mesurée (Tableaux 13). Même si ces résultats sont peut-être encore préliminaires, il s'agit du plus petit échantillon obtenu depuis le moratoire de 2003 (Figure 6). Cette situation pourrait s'expliquer par la pandémie de COVID-19 et le possible retard dans l'ajout de nouvelles données dans la base de données utilisée pour ces travaux. Selon les recommandations de la CIPANO<sup>14</sup> de 1974 sur les taux d'échantillonnage (Anon. 1974), le nombre d'échantillons de FL pour les années 2019 et 2020 aurait dû être similaire à ce qui a été observé pendant la période de 2015 à 2018. C'est également le cas pour les lectures d'âge (Tableau 16).

### 3.2. COMPORTEMENT DE CATCHR

Les débarquements de la période de 1993 à 2020 ont été divisés en 4 591 strates *année-mois-OPANO-engin*. Parmi celles-ci, seulement 310 (6,8 %) avaient le nombre minimum d'échantillons de FL (2) au niveau de la strate cible (Figure 7A). Cela signifie que la fonction `get.samples` a dû rechercher des échantillons provenant d'autres strates pour satisfaire le seuil établi. La majorité des strates ont atteint leur seuil au niveau de regroupement 4 ou avant (voir équation 2), ce qui signifie que la plupart des données utilisées pour déduire les fréquences de longueur provenaient de la catégorie d'engin spécifique ciblée, du mois spécifique ciblé (niveaux 1 et 3) ou des mois adjacents (niveaux 2 et 4) et de la zone unitaire spécifique de l'OPANO (niveaux 1-2) ou de toutes les zones présentes pour l'année concernée (niveaux 3-4). Les niveaux de regroupement 7 à 12, qui utilisent les années adjacentes comme critères de recherche, n'ont été utilisés que quatre fois et toujours pour les strates associées aux chaluts à crevettes.

En ce qui concerne les données *age* sélectionnées et utilisées pour chaque strate, seules 65 (1,4 %) des strates répondaient aux critères *s* (voir l'équation 3) au niveau de la strate (Figure 7B). Comme pour les fréquences de longueur, la majorité des strates ont atteint leur seuil au niveau de regroupement 4 ou avant. Les niveaux de regroupement 7 à 12, qui utilisent des années adjacentes comme critères de recherche, ont été utilisés dans 5 % des strates, toutes provenant de l'année de moratoire 2003, une année où aucun échantillon d'otolithes n'a été prélevé (Tableau 16), ou de strates associées aux chaluts à crevettes. La composition par âge ou par longueur pour la plupart des débarquements a été calculée à partir d'échantillons obtenus à partir de niveaux de regroupement  $\leq 4$  (Figure 8).

Chaque strate comptait en moyenne 18 échantillons pour effectuer les calculs de FL (min = 2, méd = 6, max = 778, Figure 7C). Du point de vue du nombre total de spécimens utilisés, chaque strate disposait en moyenne de 1 881 morues pour effectuer les calculs (min = 2, méd = 880, max = 26 468; Figure 7E).

---

<sup>14</sup> Commission internationale des pêcheries de l'Atlantique nord-ouest

---

Pour les CAL, chaque strate comptait en moyenne 23 échantillons pour effectuer les calculs (min = 2, méd = 10, max = 522, Figure 7D). Du point de vue du nombre total de spécimens utilisés, chaque strate disposait en moyenne de 432 morues âgées pour effectuer les calculs (min = 3<sup>15</sup>, méd = 260, max = 2 887, Figure 7F).

Si l'on examine des années précises, il n'est pas surprenant de constater que pour les années où le programme d'échantillonnage à quai du MPO était très étendu, on a attribué à la plupart des strates des échantillons provenant d'un faible niveau de regroupement (Figures 9 à 13). L'année 1993 est un bon exemple où la plupart des strates présentaient des combinaisons de niveaux de regroupement pour les données *LF* et *age* de respectivement 3-3, 3-4 ou moins (Figure 9). Pour 2020, malgré le fait que les données disponibles pouvaient encore être préliminaires, le niveau de regroupement 1 n'a pas été utilisé dans une seule strate pour la préparation des données *FL<sub>k</sub>* ou *age<sub>k</sub>*, une première dans la série de 1993 à 2020 (Figure 13).

La correspondance entre les débarquements annuels déclarés dans la base de données ZIFF et ce qui a été obtenu à partir des calculs de CSA est illustrée à la figure 14. La différence annuelle moyenne entre les deux mesures est négligeable, avec une valeur de 0,01 t (min = < 0,001 t, max = 0,1 t).

Le poids moyen selon l'âge et la longueur selon l'âge sont présentés respectivement dans les figures 15 et 16. Certaines combinaisons année-âge sont manquantes, ce qui signifie que certains âges n'ont pas été observés dans les données disponibles au cours de certaines années (Figure 5).

### 3.3. COMPARAISON AVEC LES VALEURS PUBLIÉES

En comparant les résultats de *catchR* avec ceux présentés dans les deux derniers documents de recherche (Brassard *et al.* 2018, 2020), nous avons observé que les CSA en nombres (*csan*), la longueur moyenne selon l'âge (*lsa*) et le poids moyen selon l'âge (*psa*) étaient généralement similaires (Figures 17-19). Toutefois, la nouvelle approche a donné lieu à des sommets et des creux pour certaines combinaisons année-âge qui n'étaient pas signalés dans les documents de recherche précédents. Des sommets et des creux ont également été observés entre les deux derniers documents de recherche (p. ex. âge 12 en 2001; Figure 17).

Les graphiques PNAA pour les deux derniers documents de recherche et la nouvelle approche n'ont pas révélé de grandes différences dans la mesure où il a été possible de suivre assez bien les cohortes pour les trois sources de données (Figure 20). Il convient toutefois de souligner que le document de recherche 2019/075 (Brassard *et al.* 2020) n'employait pas un groupe de 13 ans, mais plutôt un groupe de 13 ans et plus.

En examinant l'évolution des corrections apportées dans chaque cellule année-âge à travers les différents documents de recherche publiés après 2000 en ce qui concerne les CSA en nombres (Figure 21), on peut observer que le dernier document de recherche publié (2019/075, Brassard *et al.* 2020) a modifié de manière importante de nombreux résultats jusqu'en 1989. Les mêmes observations ont été faites pour le poids moyen selon l'âge et la longueur moyenne selon l'âge et indiquent les difficultés rencontrées avec les outils actuels pour reproduire les résultats du passé, même en travaillant avec les mêmes données (Figures 22 et 23).

---

<sup>15</sup> Le fait que nous voyons ici une valeur inférieure à celle attribuée à l'argument `min. al. fish` (100 poissons) de la fonction `get.samples` afin d'obtenir un minimum de 100 poissons à utiliser dans la CAL est généré par la combinaison des ensembles de données *FL<sub>k</sub>* et *age<sub>k</sub>* qui ont fini par ne pas utiliser certaines lignes de la CAL obtenues à l'aide de *age<sub>k</sub>*.

---

## 4. DISCUSSION

### 4.1. QUALITÉ ET DISPONIBILITÉ DES DONNÉES

À notre grande surprise, nous n'avons pas été en mesure d'effectuer des analyses comparatives pour la série complète (de 1974 à 2018) actuellement publiée dans le plus récent document de recherche (Brassard *et al.* 2020). Nous n'avons obtenu que des données qui semblaient équivalentes à celles utilisées dans les documents de recherche précédents, à partir du début des années 1990 (Tableau 1). Ce même problème est survenu lors de l'évaluation de février 2019, lorsque le calcul des CSA a été modifié pour inclure un groupe d'âge de 13 ans et plus (Brassard *et al.* 2020; voir la Figure 21). En effet, au lieu de mener les analyses en partant de zéro, ils ont dû utiliser les valeurs publiées par Fréchet et Schwab (1992, voir leur Tableau 6) et ont simplement additionné les valeurs de *csan* d'âge  $\geq 13$  (équation 12).

Autre élément surprenant, plusieurs valeurs historiques de CSA ont considérablement changé dans les différentes évaluations publiées depuis le début des années 2000 (Figures 21-23). Comme les valeurs publiées ont changé au fil du temps, il n'est pas évident de savoir avec quelles valeurs comparer celles obtenues à l'aide de *catchR*.

### 4.2. COMPARAISONS AVEC LES VALEURS PUBLIÉES PRÉCÉDEMMENT

En étudiant les résultats et en partant du principe que la nouvelle approche (*catchR*) et l'ancienne approche (*CATCH*) utilisent les mêmes intrants pour leurs calculs, il est permis d'affirmer que les différences observées ont été causées par des décisions qui, à première vue, peuvent sembler anodines. Par exemple, différentes relations masse-longueur ont été utilisées pour les évaluations de la morue franche du stock 3Pn4RS effectuées au fil des ans. De 1974 à 1989, la relation utilisée est celle fournie par Minet (1978)<sup>16</sup>. De 1990 à 1993, on a utilisé deux relations masse-longueur calculées annuellement à partir des relevés de recherche hivernaux et estivaux (Fréchet *et al.* 1991, 1994; Fréchet et Schwab 1992; Fréchet et Gagnon 1993). Pour l'année 1990, la relation obtenue à partir du relevé hivernal effectué à bord du MS<sup>17</sup> *Gadus Atlantica* a été utilisée pour les débarquements enregistrés de janvier à juin, tandis que celle du relevé estival effectué à bord du NGCC *Alfred Needler* a été utilisée de juillet à décembre. De 1991 à 1993, la relation du relevé hivernal a été appliquée aux débarquements de janvier à mars et d'octobre à décembre, tandis que celle du relevé estival a été appliquée pour le reste de l'année, comme nous l'avons fait dans le présent document. Cependant, même si un relevé hivernal a été effectué en janvier 1994, seule la relation résultant du relevé estival a été utilisée dans Fréchet et Schwab (1995), sans autre explication.

En outre, les catégories d'engins utilisées sont un autre facteur qui peut entraîner des différences considérables dans les résultats obtenus. D'après ce que nous avons compris, Fréchet et Gascon (1986) ont établi la référence quant aux catégories d'engins en proposant ce qui suit :

- Fixes
  - Trappes (FPN-FIX)
  - Filets maillants (GN)
  - Palangres (LL-TRL)

---

<sup>16</sup> Voir les documents de recherche de Gascon et Fréchet (1985), Fréchet (1986), Fréchet et Gascon (1986), Fréchet (1987), Fréchet (1988), Fréchet et Schwab (1989) et Fréchet et Schwab (1990).

<sup>17</sup> *Motors ship*, soit navire à moteur.

- 
- Lignes à main et lignes à cannes (LHP-LMP)
  - Mobiles
    - Chaluts de fond (OTB)
    - Sennes danoises (SDN)
    - Chaluts à crevettes (ST)

Ces catégories sont généralement les mêmes que celles utilisées dans la présente étude (voir les Tableaux 4 et 7), sauf que davantage de types d'engins ont dû être classés dans le présent document. Pour les strates associées aux débarquements de morue générés par les activités de pêche au chalut à crevettes, l'absence de données pour cet engin particulier dans le programme d'échantillonnage à quai du MPO a nécessité l'utilisation d'autres sources de données, ici celles du programme d'observateurs en mer et du relevé multispécifique au chalut de fond du nGSL. Leur utilisation dans les analyses n'aurait pas dû modifier grandement le résultat des calculs de CSA puisque les débarquements de morue au moyen de chaluts à crevettes n'ont jamais représenté plus de 1 % des débarquements annuels depuis 1993 (Tableau 7). Ces deux sources de données supplémentaires ont été utilisées précédemment (Currie et Sinclair 1996).

En comparant les derniers résultats obtenus par *catchR* aux données extraites des documents de recherche précédents (Figures 17-19), il est devenu clair qu'il existe des différences, relatives à l'approche utilisée (l'algorithme, les relations masse-longueur, etc.) ainsi qu'aux décisions antérieures concernant l'association des échantillons avec les strates. Les résultats de *catchR* suivent généralement bien les tendances observées dans le passé, sauf pour quelques années, pour des raisons inconnues. Par exemple, les *csan* pour l'âge de 3 ans en 1993 était le double de la valeur présentée précédemment (Figure 17). En ventilant cette valeur par strate, nous avons constaté que la grande majorité de ces poissons âgés de 3 ans étaient associés à seulement deux strates : *1993-juillet-4Ra-trappes* et *1993-juillet-4Rb-trappes*. Ces deux strates comportaient de faibles niveaux de regroupement pour les données *FL* et *age*<sup>18</sup>, ce qui signifie que les données utilisées étaient représentatives des débarquements associés. Les deux strates utilisaient la catégorie des engins de type *trappes* et faisaient partie des cinq principales strates en ce qui concerne les débarquements en 1993, de sorte qu'il était logique d'avoir une telle valeur de *csan* pour les poissons âgés de 3 ans cette année-là. De plus, les extrants du logiciel *CATCH*<sup>19</sup> créés lors de la préparation du dernier document de recherche (Brassard *et al.* 2020) ont pu être trouvés, et il semble que les échantillons recueillis lors des activités à la trappe ont été combinés à ceux des filets maillants.

Une autre différence importante observée entre les résultats *catchR* et les deux derniers documents de recherche est la valeur des *csan* obtenues pour l'âge de 3 ans en 2009 (> 195 000 individus avec *catchR*, 3 000 individus dans les documents de recherche, Figure 17). Une analyse des captures par strate n'a révélé aucun problème d'attribution incorrecte des échantillons aux strates (appariement raisonnable, même patron dans plusieurs strates). De plus, la valeur estimée *catchR* n'est pas en contradiction avec les tendances de capture selon l'âge attendues pour la cohorte au fil du temps (cohorte 2006; Figure 20).

---

<sup>18</sup> La strate *1993-juillet-4Rb-trappes* utilisait le niveau de regroupement 1 pour les données *FL* et *age*, tandis que la strate *1993-juillet-4Ra-trappes* utilisait le niveau de regroupement 3 pour les données *FL* et *age*. En fait, la deuxième strate utilisait exactement les mêmes données que la première.

<sup>19</sup> Ce programme ne fonctionne qu'une année à la fois. Donc, un extrant équivaut à 1 an.

---

### 4.3. LIMITES DE CATCHR ET AMÉLIORATIONS À VENIR

L'algorithme automatisé, tel qu'il est actuellement défini, révèle sans doute plus nettement les lacunes dans l'estimation des captures et des poids selon l'âge, en partie parce que le résultat de chaque année est maintenant entièrement comparable et parce qu'aucun rajustement subjectif ne peut être appliqué pour corriger, par exemple, une faible couverture d'échantillonnage dans certaines strates. Par exemple, en utilisant l'algorithme présenté, on a estimé un sommet important et probablement irréaliste dans le poids des poissons âgés de 13 ans dans les captures de 2010 (Figure 15). Les changements brusques de poids selon l'âge peuvent avoir des causes multiples. Une non-concordance entre les données *FL* et *age* utilisées pourrait d'abord être en cause. Cette situation pourrait se produire lorsque les données *age* n'ont pas été acquises directement à partir d'un sous-échantillon des données spécifiques *FL* ou parce que la stratification par longueur du sous-échantillon de FL pour la détermination de l'âge n'a pas été bien effectuée. Un exemple simplifié d'une telle situation serait une composition bimodale de longueurs avec une CAL (par exemple, à partir d'échantillons recueillis à un niveau de regroupement différent) comprenant uniquement les longueurs du second mode. Dans ce cas, les poissons plus petits constituant le premier mode seraient tous classés, potentiellement à tort, comme l'âge le plus bas observé. Cela peut se produire lorsque  $\text{prob. al}$  est réglé trop haut (de sorte qu'aucun échantillon supplémentaire ne sera ajouté pour résoudre ce problème) ou lorsqu'aucun échantillon n'est disponible au cours d'une année donnée (adjacente) qui inclut l'âge réel. Il est évident que la proportion ainsi que la longueur moyenne et le poids moyen selon l'âge pertinent seront biaisés pour une telle strate. Dans cet exemple particulier, la distribution des longueurs à l'âge de 13 ans était basée sur une seule morue mesurant 98 cm. La longueur moyenne typique d'une morue de 13 ans est de 84 cm, d'après les données d'échantillonnage à quai pour la période de 1993 à 2020. Compte tenu de la relation allométrique entre la longueur et le poids, le poids du poisson de 13 ans en 2010 a été nettement surestimé. Selon le nombre d'échantillons attribués à un âge et à une année donnés, il n'est donc pas surprenant d'être en présence d'importantes variations de la moyenne de *psa*.

La qualité des estimations de CSA dépend principalement de la représentativité des données *FL<sub>k</sub>* et *age<sub>k</sub>* d'un certain débarquement *W<sub>k</sub>*. L'algorithme proposé pour relier les échantillons aux débarquements déclarés peut être étendu ou d'autres options peuvent être ajoutées. Plus précisément, nous avons utilisé un ensemble fixe de niveaux de regroupement et tous les échantillons retenus ont par la suite reçu le même poids, malgré le fait que certains échantillons pourraient refléter davantage les captures à la strate *k* que d'autres (par exemple, lorsqu'un échantillon est disponible pour *k* et qu'un second provient d'une période différente, d'un engin différent ou d'une période différente; voir l'équation 2). Les travaux futurs pourraient porter sur la détermination de la similarité entre les strates du point de vue des fréquences de longueurs et de CAL, de sorte que les niveaux de regroupement appliqués soient d'une compatibilité optimale et que les échantillons soient pondérés en fonction de leur représentativité. De même, il pourrait être intéressant d'explorer d'autres critères pour déterminer un effectif suffisant. Un minimum de deux échantillons est actuellement visé, mais ce nombre pourrait devoir être adapté en fonction de la capture associée à la strate.

En outre, nous sommes conscients des risques associés à l'utilisation de données d'années adjacentes dans les calculs de fréquence de longueur et de CAL, et la hiérarchie dans l'équation 2 a été choisie pour tenir compte de cette préoccupation. Pour les échantillons de FL, l'utilisation des données de FL des années adjacentes élimine à tort la dynamique de cohorte qui devrait autrement être prise en compte dans les CSA. Pour les CAL, Gulland et Rosenberg (1992, voir leur section 3.4.1) ont souligné que les taux de mortalité et la force de cohorte varieront d'une année à l'autre, rendant inappropriée l'estimation d'une composition par âge à partir de la composition selon la longueur d'une autre année.

---

Pour ce document, nous avons voulu utiliser la même source de données que celle disponible lors de l'utilisation du logiciel CATCH, d'où les données d'échantillonnage à quai. Ces travaux ont permis de soulever des questions sur la manière dont les calculs de CSA ont été effectués pour les années de moratoire en particulier. Étant donné que `catchR` permet d'évaluer facilement les niveaux de regroupement utilisés dans la mise en place des données de fréquence de longueur et de CAL au niveau de chaque strate, il peut être possible de repérer les strates problématiques (c'est-à-dire celles qui utilisent des niveaux de regroupement  $> 6$ ; voir l'équation 2) afin d'inclure éventuellement d'autres sources de données pour mieux représenter leurs débarquements. Cette approche a déjà été appliquée ailleurs (Currie et Sinclair 1996).

Contrairement à l'approche classique proposée par Gavaris et Gavaris (1983), nous avons supposé que tous les échantillons utilisés pour déduire les fréquences de longueur ou les CAL à une strate donnée  $k$  avaient la même importance, quel que soit le nombre de spécimens composant chaque échantillon ( $n_{km}$ ) ou l'ampleur des débarquements à partir desquels chaque échantillon a été prélevé. Cela a été justifié par l'absence de poids au débarquement déclarés dans les données d'échantillonnage à quai du MPO (Tableau 3). Nous pensons que cette absence de poids au débarquement dans les données de l'échantillonneur à quai constitue une limitation des outils actuellement utilisés pour y accéder. En effet, il semble impossible que les échantillonneurs à quai aient omis de prendre cette donnée cruciale et nous pensons donc qu'une meilleure interrogation de la base de données Oracle pourrait permettre de trouver ces valeurs manquantes, et donc éventuellement permettre des améliorations dans la façon dont `catchR` fait les calculs.

Plusieurs nouvelles sources de données ont vu le jour depuis les premiers calculs de CSA de la morue du stock 3Pn4RS. En particulier, les données du programme des pêches sentinelles (fixe et mobile) pourraient être utilisées notamment pour améliorer :

- Relations masse-longueur. Étant donné que la plupart des morues ne sont pas débarquées entières (Tableau 3), le perfectionnement des relations masse-longueur en tenant compte des composantes spatiale (c.-à-d. la zone unitaire de l'OPANO) et/ou temporelle (c.-à-d. le mois) pourrait améliorer les résultats de CSA.
- Imputation aux strates pauvres en données. Même si les débarquements de ce programme sont enregistrés dans les données ZIFF, nous ne pensons pas que ces débarquements soient échantillonnés par les échantillonneurs à quai puisque les activités de pêche en amont de ces débarquements sont déjà suivies dans le cadre du programme des pêches sentinelles. Par conséquent, les données existent déjà, mais sont stockées dans une autre base de données. Toutefois, pour le relevé mobile, le protocole est un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié, ce qui signifie que les pêcheurs commerciaux exercent leurs activités de pêche à des endroits qui ne seraient pas nécessairement utilisés dans un contexte de pêche commerciale. De plus, le relevé mobile utilise un chalut qui n'est pas utilisé dans la pêche commerciale et dont les traits sont courts, ce qui peut affecter la capacité de capture en fonction de la longueur et de l'âge. En revanche, même si les pêcheurs participant au relevé fixe n'ont pas autant de latitude dans le choix des sites de pêche, il n'en reste pas moins que ces sites se trouvent sur des lieux de pêche connus et que les engins utilisés sont similaires à ceux de la pêche commerciale. Pour le relevé fixe, il est donc probablement acceptable d'utiliser cette source de données. Une suggestion pour les années futures pourrait donc être d'utiliser ces données pour les strates où il sera observé que les niveaux de regroupement sont considérés comme trop élevés (par exemple, les strates où les niveaux de regroupement sont  $> 6$ ), comme dans le présent document pour les strates où la catégorie d'engin était constituée de chaluts à crevettes.

---

Enfin, il est maintenant raisonnable de se demander s'il ne serait pas judicieux d'utiliser toutes les données disponibles du programme d'observateurs en mer pour les calculs de CSA et non seulement une fraction de ces données pour combler les lacunes du programme d'échantillonnage à quai du MPO, comme cela a été fait dans ce document pour les activités de pêche utilisant des chaluts à crevettes. Cela n'a pas été fait auparavant parce qu'il y avait suffisamment d'échantillons et que la représentativité des activités de pêche surveillées par ce programme suscitait des préoccupations. Toutefois, il faut réexaminer l'utilité de ces données pour ce type d'analyse.

#### 4.4. ÉVALUATIONS À VENIR DE LA MORUE FRANCHE DU STOCK 3PN4RS

Pour les prochaines évaluations de la morue franche du stock 3Pn4RS, nous proposons ce qui suit :

1. Comme il n'a pas été possible de se procurer les données permettant les calculs de CSA pour la période de 1974 à 1992, nous proposons simplement de copier ces données à partir des tableaux 4 à 6 de Brassard *et al.* (2020). Elles seront donc fixées dans le temps jusqu'à ce que les données originales puissent être retrouvées, et si elles le sont.
2. Pour la période de 1993 à..., nous suggérons de toujours refaire les analyses avec la série complète afin de s'assurer que les mêmes résultats sont toujours obtenus et que les calculs pour cette période restent cohérents (reproductibilité). Toute divergence ultérieure dans les résultats pour la période historique doit être examinée attentivement, car elle pourrait indiquer des changements imprévus dans la base de données.
3. Les données utilisées pour établir les CSA doivent être documentées dans le document d'évaluation, peut-être dans une annexe, afin d'assurer la reproductibilité.
4. Comme `catchR` est destiné à être amélioré avec les années, il serait impératif de toujours mentionner la version (c.-à-d. numéro de *commit*) utilisée pour les calculs. Comme le paquet est déjà sur [GitHub](#), cela permettra à toute personne qui souhaite refaire une analyse avec une ancienne version de le faire, pour autant qu'elle dispose des données (science transparente et reproductible). Voir l'exemple à l'annexe A.

#### 5. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Denis Bernier pour son aide concernant les données d'échantillonnage à quai. Nous remercions également Jean-Martin Chamberland et Caroline Senay pour la révision de ce document.

#### 6. RÉFÉRENCES CITÉES

- Ailloud, L.E., and Hoenig, J.M. 2019. A general theory of age-length keys: Combining the forward and inverse keys to estimate age composition from incomplete data. *ICES J. Mar. Sci.* 76(6): 1515–1523.
- Anon. 1974. Redbook 1974. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries.
- Anon. 1986. [CAFSAC Assessment Software Catalog](#). CAFSAC Res. Doc. 86/96: i + 24 p.
- Babyn, J., Varkey, D., Regular, P., Ings, D. et Mills Flemming, J. 2021. A gaussian field approach to generating spatial age length keys. *Fish. Res.* 240:105956.
- Berg, C.W., and Kristensen, K. 2012. Spatial age-length key modelling using continuation ratio logits. *Fish. Res.* 129–130: 119–126.

- 
- Bourdages, H., et Ouellet, J. -F. 2011. [Répartition géographique et indices d'abondance des poissons marins du nord du golfe du Saint-Laurent \(1990–2009\)](#). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2963 : vi + 171 p.
- Bourdages, H., Brassard, C., Desgagnés, M., Galbraith, P., Gauthier, J., Nozères, C., Scallon-Chouinard, P.-M. et Senay, C. 2020. [Résultats préliminaires du relevé écosystémique d'août 2019 dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/009. iv + 93 p.
- Brassard, C., Gauthier, J., Schwab, P., Le Bris, A., Way, M. et Collier, F. 2016. [L'état du stock de morue \(\*Gadus morhua\*\) du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2014](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2016/010. xi + 123 p.
- Brassard, C., Gauthier, J., Lussier, J-F., Way, M. et Collier, F. 2018. [L'état du stock de morue \(\*Gadus morhua\*\) du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2016](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/039. xi + 117 p.
- Brassard, C., Lussier, J-F., Benoît, H., Way, M. et Collier, F. 2020. [L'état du stock de morue franche \(\*Gadus morhua\*\) du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/075. x + 119 p.
- Currie, L.G. et Sinclair, A. F. 1996. [Catch-at-age for southern gulf of St. Lawrence cod: 1971 to 1995](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2389:iii + 80 p.
- Daigle, D., and Benoît, H.P. 2007. [Procedures for commercial catch sampling of finfish and shrimp in the southern Gulf of St. Lawrence \(Fisheries and Oceans Canada, Gulf Region\)](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2833: iv + 63 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.
- Fréchet, A. 1986. Assessment of the 4RS, 3Pn cod stock. CAFSAC Res. Doc. 86/105: 62 p.
- Fréchet, A. 1987. Assessment of the northeastern Gulf of St. Lawrence (Subdiv. 3Pn and Divs. 4RS) cod stock – 1986. CAFSAC Res. Doc. 87/65: 50 p.
- Fréchet, A. 1988. [Évaluation du stock de morue de la subdivision 3Pn et des divisions 4R et 4S de l'OPANO en 1987](#). CSCPCA Doc. de Rech. 88/24:66 p.
- Fréchet, A. et Gagnon, Y. 1993. [Assessment of the biomass of the northern gulf of St. Lawrence cod stock \(3Pn, 4RS\) in 1992](#). DFO Atlantic Fisheries Research Document 93/68:42 p.
- Fréchet, A. et Gascon, D. 1986. [Une nouvelle matrice de capture à l'âge pour le stock de morue des divisions 4R, 4S et 3Pn](#). CSCPCA Doc. de Rech. 86/104: 34 p.
- Fréchet, A. et Schwab, P. 1989. [Évaluation du stock de morue de 3Pn, 4RS en 1988](#). CSCPCA Doc. de Rech. 89/55: 62 p.
- Fréchet, A. et Schwab, P. 1990. [La pêche de la morue du nord-ouest du golfe du St. Laurent en 1989 \(3Pn, 4RS\), l'analyse des prises, de l'effort de pêche et l'estimation de la biomasse](#). CSCPCA Doc. de Rech. 90/60:53 p.
- Fréchet, A., et Schwab, P. 1992. [Assessment of the northern gulf of St. Lawrence cod stock \(3Pn, 4RS\) in 1991](#). CAFSAC Res. Doc. 92/77:50 p.
- Fréchet, A., et Schwab, P. 1995. [Review of the status of the northern gulf of St. Lawrence cod stock \(3Pn, 4RS\) in 1994](#). DFO Atlantic Fisheries Research Document 95/53:20 p.

- 
- Fréchet, A., et Schwab, P. 1998. [Assessment of the northern Gulf of St. Lawrence cod stock \(3Pn, 4RS\) in 1997](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 98/127: 57 p.
- Fréchet, A., Schwab, P., et Gagnon, P. 1991. [Évaluation du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(Divisions de l'OPANO 3Pn, 4R et 4S\) en 1990](#). CSCPCA Doc. de Rech. 91/43: 55 p.
- Fréchet, A., Gagnon, Y., Schwab, P., D'Amours, D., Dutil, J.-D., Lambert, Y., Bourassa, L., et Rollet, C. 1994. [Revue de l'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn,4RS\) en 1993](#). MPO Pêches de l'Atl. Doc de. Rech. 94/29:50 p.
- Fréchet, A., Gauthier, J., Schwab, P., Moreault, G., Pageau, L., Spingle, J., et Collier, F. 2002. [L'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2001](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2002/083: 54 p.
- Fréchet, A., Gauthier, J., Schwab, P., Bourdages, H., Chabot, D., Collier, F., Grégoire, F., Lambert, Y., Moreault, G., Pageau, L. et Spingle, J. 2003. [L'état du stock de morue du Nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2002](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2003/065: i + 25 p.
- Fréchet, A., Gauthier, J., Schwab, P., Pageau, L., Savenkoff, C., Castonguay, M., Chabot, D., Tournois, C., Lussier, J.-F., Spingle, J. et Collier, F. 2005. [L'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2004](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2005/060: i + 71 p.
- Fréchet, A., Gauthier, J., Schwab, P., Bourdages, H., Tournois, C., Spingle, J., Way, M. et Collier, F. 2007. [L'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2006](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2007/068: iii + 85 p.
- Fréchet, A., Gauthier, J., Schwab, P., Lambert, Y., Le Bris, A., Tournois, C., Way, M. et Collier, F. 2009. [L'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent \(3Pn, 4RS\) en 2008](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2009/090: iv + 104 p.
- Fridriksson, A. 1934. On the calculation of age-distribution within a stock of cod by means of relatively few age-determinations as a key to measurements on a large scale. Rapp. et Proc.-Verb. Cons. Int. Explor. Mer 86(6): 1–14.
- Gascon, D. et Fréchet, A. 1985. [An assessment of the cod stock in NAFO Divisions 4R 4S and in Subdivision 3Pn](#). CAFSAC Res. Doc. 85/107: 48 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.
- Gulland, J.A. et Rosenberg, A.A. 1992. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. FAO Fisheries Technical Paper 323:100 p.
- Ketchen, K.S. 1950. Stratified subsampling for determining age distributions. Trans. Am. Fish. Soc. 79(1): 205–212.
- Kulka, D.W. 1981. [An examination of the product form to whole weight conversion used by the foreign fleets in 1980 \(Nfld. Observer Program\)](#). CAFSAC Res. Doc. 81/60:38 p.
- Lambert, J.-D. et Ménager, M. 1998. [Protocoles d'échantillonnage des captures commerciales de poissons et d'invertébrés marins du golfe du Saint-Laurent](#). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2208: x + 246 p.
- McBain, M., Carroll, J., Gelfand, S., Owlarn, S. et Aden-Buie, G. 2020. datapasta: R Tools for Data Copy-Pasta. R package version 3.1.0.
-

- 
- Minet, J.P. 1978. Dynamics and yield assessment of the northeastern gulf of St. Lawrence cod stock. ICNAF Sel. Pap. 3:7–16.
- R Core Team. 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Sanguin, A. -L. 1980. La zone canadienne des 200 milles dans l'Atlantique, un exemple de la nouvelle géographie politique des océans. *Études internationales* 11(2): 239–251.
- Savard, L., Gauthier, J., Bourdages, H. et Desgagnés, M. 2013. [Prises accessoires de la pêche à la crevette nordique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Lauren](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2012/151:ii + 56 p.
- STACAC. 1984a. Standard conversion factors: All species. STACAC – Standards Document 2:7 p.
- STACAC. 1984b. Catch & effort computer file structure for zonal interchange - 1984. STACAC Standard Document 3:13 p.
- Venables, W.N. et Ripley, B.D. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York.
- Wells, R. 1979. [Status of the cod stock in Div 4RS 3Pn](#). CAFSAC Res. Doc. 79/23:11 p.

## 7. TABLEAUX

Tableau 1. Inventaire (nbre de morues échantillonnées) de l'échantillonnage commercial annuel pour la morue du stock 3Pn4RS tel que rapporté dans différents documents de recherche, comparativement à ce que l'extraction présentée a obtenu. L'information sur l'échantillonnage commercial a cessé d'être publiée dans les documents de recherche à partir de 1995.

Année	FL		Âge		Source
	Publié	Disponible	Publié	Disponible	
1974	11 783	-	1 509	-	Fréchet et Gascon (1986)
1975	13 243	-	1 345	-	Fréchet et Gascon (1986)
1976	18 008	-	1 574	-	Fréchet et Gascon (1986)
1977	20 221	-	3 283	-	Fréchet et Gascon (1986)
1978	17 688	-	2 149	-	Fréchet et Gascon (1986)
1979	73 087	-	3 724	-	Fréchet et Gascon (1986)
1980	78 063	-	4 270	-	Fréchet et Gascon (1986)
1981	79 839	291	5 584	21	Fréchet et Gascon (1986)
1982	58 525	-	5 600	-	Fréchet et Gascon (1986)
1983	75 247	76 379	5 821	5 861	Fréchet et Gascon (1986)
1984	104 703	92 173	8 272	7 947	Fréchet et Gascon (1986)
1985	79 052	62 503	8 357	7 655	Fréchet (1986)
1986	84 174	67 053	6 733	6 334	Fréchet (1987)
1987	62 944	53 175	6 574	6 169	Fréchet (1988)
1988	50 193	49 417	4 944	4 622	Fréchet et Schwab (1989)
1989	76 315	63 314	7 856	7 638	Fréchet et Schwab (1990)
1990	76 476	41 504	8 054	5 428	Fréchet et al. (1991)
1991	138 614	38 844	4 507	3 491	Fréchet et Schwab (1992)
1992	116 910	53 793	2 868	2 633	Fréchet et Gagnon (1993)
1993	41 177	41 451	2 906	2 906	Fréchet et al. (1994)
1994	1 387	2 151	180	913	Fréchet et Schwab (1995)

Tableau 2. Débarquements annuels de morue du stock 3Pn4RS reportés par des pays/entités autres que le Canada depuis 1960. Source : données NAFO 21B.

<b>Année</b>	<b>Déb. (t)</b>	<b>Pays/entité*</b>
1960	49,871	1, 2, 3, 4, 5, 6
1961	61,784	1, 3, 5
1962	39,259	1, 3, 5
1963	25,006	1, 3, 5, 7
1964	42,251	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
1965	31,481	1, 3, 4, 5, 6
1966	28,327	1, 3, 4, 5, 6, 8, 10
1967	41,948	1, 3, 4, 5, 6, 7
1968	39,102	1, 3, 4, 5, 6
1969	20,703	1, 3, 4, 5
1970	57,243	1, 3, 4, 5, 9
1971	48,474	1, 3, 4, 5, 9
1972	27,385	1, 3, 4, 5, 6, 11
1973	37,236	1, 3, 4, 5, 11
1974	32,265	1, 3, 4, 5, 6, 11, 12
1975	31,644	1, 3, 4, 11
1976	34,275	1, 3, 4, 11
1977	18,138	1, 4
1978	15,771	1, 4
1979	13,769	1, 4
1980	9,396	1, 4
1981	12,508	1, 4
1982	12,013	1, 4
1983	10,684	1, 4
1984	11,623	1, 4
1985	9,185	1, 4
1986	13,122	1, 4
1987	1,535	4
1989	2,587	4
1990	2,485	4
1991	2,447	4
1992	2,333	4

\* 1 = France métropolitaine, 2 = Italie,  
3 = Portugal, 4 = Saint-Pierre-et-  
Miquelon, 5 = Espagne, 6 = Royaume-  
Uni, 7 = Union soviétique, 8 = Islande,  
9 = États-Unis d'Amérique, 10 = Pologne,  
11 = Îles Féroé, 12 = Norvège

Tableau 3. Inventaire des échantillons de fréquence de longueur selon l'état au débarquement et l'année de prélèvement, pour la morue 3Pn4RS. Le nombre annuel d'échantillons dont soit le poids d'échantillon ou le poids du débarquement n'est pas fourni est également montré. Source : données du programme d'échantillonnage commercial du MPO.

Année	État au débarquement			Total	Éch. non-pesés		Déb. non-pesés	
	Entier	Éviscéré non-étêté	Inconnu		Nb	% du total	Nb	% du total
1993	24	145	-	169	15	8,9	1	0,6
1994	-	6	72	78	72	92,3	72	92,3
1995	2	4	772	778	772	99,2	774	99,5
1996	4	7	407	418	407	97,4	407	97,4
1997	74	82	227	383	299	78,1	298	77,8
1998	-	21	-	21	8	38,1	-	-
1999	2	40	-	42	2	4,8	1	2,4
2000	7	29	-	36	3	8,3	1	2,8
2001	-	36	-	36	-	-	-	-
2002	-	28	-	28	3	10,7	-	-
2003	-	3	-	3	-	-	-	-
2004	3	21	-	24	3	12,5	-	-
2005	29	5	-	34	4	11,8	1	2,9
2006	28	14	-	42	5	11,9	1	2,4
2007	9	34	-	43	4	9,3	3	7,0
2008	8	24	-	32	5	15,6	-	-
2009	-	31	-	31	6	19,4	1	3,2
2010	-	28	-	28	4	14,3	-	-
2011	-	26	-	26	6	23,1	1	3,8
2012	1	19	-	20	4	20,0	-	-
2013	7	12	-	19	8	42,1	1	5,3
2014	5	12	-	17	-	-	-	-
2015	2	20	-	22	8	36,4	2	9,1
2016	9	16	-	25	4	16,0	-	-
2017	6	23	-	29	5	17,2	-	-
2018	9	16	-	25	5	20,0	-	-
2019	-	10	-	10	-	-	-	-
2020	-	4	-	4	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>229</b>	<b>716</b>	<b>1 478</b>	<b>2 423</b>	<b>1 652</b>	<b>68,2</b>	<b>1 564</b>	<b>64,5</b>

Tableau 4. Codes d'engins utilisés dans les données d'échantillonnage commercial. Seulement ceux ayant engendré des débarquements de morue franche 3Pn4RS au cours de la période 1993–2020 sont montrés. La variable catégorie montre comment les différents engins ont été regroupés pour les analyses.

Catégorie	Code	Description
Chaluts à crevette <sup>1</sup>	GRL	Chalut à crevettes (non spécifié) avec grille
	GRL1	Chalut à crevettes (de côté) avec grille
	GRL2	Chalut à crevettes (arrière) avec grille
	OTB2	Chalut de fond à panneaux (arrière)
	TT	Chalut double
Autres chaluts	OTB2	Chalut de fond à panneaux (arrière)
	OTM	Chalut pélagique
Seines	PS	Seine bourse
	SDN	Seine danoise ou écossaise ou pairée (2 navires)
Filets maillants	GN	Filets maillants (non spécifiés)
	GNS	Filets maillants calés (ancrés)
Palangres	LL	Palangres (non spécifiées)
	LLS	Palangres calées
Engins manuels	LHP	Lignes à main et lignes à cannes (manoeuvrées à la main)
	LLG	Palangrotte
	LX	Hameçons et lignes (non spécifiés)
Trappes	FIX	Pièges (non spécifiés)
	FPN	Filets-pièges fixes non couverts

<sup>1</sup>Puisqu'aucun échantillonnage à quai n'a été fait sur des morues capturées à l'aide de chaluts à crevette, les données du programme d'observateur en mer ont été utilisées pour avoir des données de fréquences de longueur. Les données d'âge de la base de données du relevé multispécifique au chalut de fond du nGSL ont été utilisées pour produire des clés âge-longueur.

Tableau 5. Détails des relations masse–longueur ( $\log_e[\text{masse en kg}] \sim \alpha + \beta \cdot \log_e[\text{longueur en cm}]$ ) utilisées pour chaque combinaison année–mois disponible. Le nombre de morues initialement disponible et utilisé pour estimer les coefficients est fourni, de même que la source des morues (RE = relevé estival, RH = relevé hivernal).

Année	Mois	Nombre de morues		$\alpha$	$\beta$	$R^2$	Source
		Disponible	Utilisé				
1993	1-3, 10-12	1 097	1 000	-12,193	3,127	0,995	RH 1993
1993	4-9	477	449	-12,003	3,095	0,990	RE 1993
1994	1-3, 10-12	1 600	1 483	-12,123	3,107	0,994	RH 1994
1994	4-9	890	841	-11,892	3,058	0,993	RE 1994
1995	1-12	493	470	-11,854	3,066	0,986	RE 1995
1996	1-12	1 009	928	-11,764	3,034	0,987	RE 1996
1997	1-12	1 046	998	-11,775	3,043	0,987	RE 1997
1998	1-12	1 016	973	-11,719	3,021	0,989	RE 1998
1999	1-12	1 016	962	-11,692	3,013	0,992	RE 1999
2000	1-12	1 055	1 012	-11,985	3,090	0,994	RE 2000
2001	1-12	1 055	988	-11,716	3,019	0,993	RE 2001
2002	1-12	577	548	-11,762	3,048	0,989	RE 2002
2003	1-12	1 450	1 353	-12,001	3,103	0,993	RE 2003
2004	1-12	2 312	2 067	-12,233	3,166	0,995	RE 2004
2005	1-12	4 745	4 151	-12,131	3,139	0,997	RE 2005
2006	1-12	2 498	2 218	-12,081	3,114	0,996	RE 2006
2007	1-12	3 034	2 698	-12,042	3,105	0,997	RE 2007
2008	1-12	3 723	3 329	-12,059	3,111	0,994	RE 2008
2009	1-12	2 249	1 975	-12,088	3,118	0,995	RE 2009
2010	1-12	1 750	1 531	-12,020	3,101	0,996	RE 2010
2011	1-12	1 821	1 584	-12,027	3,098	0,996	RE 2011
2012	1-12	2 435	2 182	-12,034	3,092	0,997	RE 2012
2013	1-12	1 954	1 684	-12,029	3,097	0,996	RE 2013
2014	1-12	2 574	2 246	-11,997	3,089	0,996	RE 2014
2015	1-12	2 625	2 334	-11,966	3,077	0,996	RE 2015
2016	1-12	2 113	1 867	-11,916	3,060	0,996	RE 2016
2017	1-12	2 099	1 815	-11,824	3,032	0,996	RE 2017
2018	1-12	1 837	1 614	-12,151	3,139	0,998	RE 2018
2019	1-12	1 195	1 044	-11,998	3,091	0,997	RE 2019
2020	1-12	1 801	1 645	-12,069	3,118	0,996	RE 2020

Tableau 6. Historique des statistiques de débarquements (t) mensuels de morue 3Pn4RS pour la période 1964–2020. Jusqu'en 1998, l'année de gestion correspondait à l'année de calendrier. Pour l'année 1999, les débarquements comprenaient ceux du 1er janvier 1999 au 14 mai 2000. Depuis, l'année de gestion correspond à la période allant du 15 mai au 14 mai de l'année suivante. Inc. = inconnu. Les valeurs « 0 » signifient que  $\leq 0,5$  t a été débarqué. Source : données NAFO 21B et ZIFF.

Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Inc.	Total
1964	1 104	24 423	15 760	6 059	3 106	10 349	12 526	5 853	2 154	1 385	864	651	-	84 234
1965	791	12 577	21 171	3 698	2 146	5 267	10 421	5 945	3 636	1 359	927	990	-	68 928
1966	1 965	22 817	8 929	2 516	1 638	8 371	7 483	4 740	2 493	1 146	1 779	1 208	-	65 085
1967	7 873	7 028	14 792	8 448	2 017	7 524	12 665	5 232	7 154	3 314	1 352	1 912	1	79 312
1968	725	7 980	22 799	9 060	3 087	10 719	17 214	9 400	4 913	1 784	1 171	819	-	89 671
1969	875	4 654	9 675	4 220	5 192	10 958	12 103	8 639	7 866	3 557	2 035	1 366	-	71 140
1970	1 635	25 494	18 223	27 886	4 816	6 017	8 963	3 896	2 184	3 114	1 937	1 300	-	105 465
1971	845	44 587	7 580	5 265	2 346	5 857	8 427	3 042	2 343	1 600	1 003	915	-	83 810
1972	1 494	14 961	5 337	7 400	7 334	4 594	6 818	3 296	2 365	1 406	994	212	2 026	58 237
1973	16 472	10 556	7 586	4 826	3 235	5 860	5 125	4 145	2 365	1 459	1 016	567	2 593	65 805
1974	12 995	10 753	5 959	5 665	6 231	5 021	6 235	5 396	2 214	1 331	1 009	479	3 148	66 436
1975	8 232	19 486	2 702	2 616	5 316	5 122	5 042	4 488	2 767	1 267	819	704	1 672	60 233
1976	15 637	15 204	3 610	3 437	7 071	6 930	6 978	4 310	3 348	2 286	1 537	578	6 055	76 981
1977	11 143	8 603	3 790	11 312	10 057	7 368	8 133	5 780	3 361	1 751	1 814	454	-	73 566
1978	20 754	6 307	5 161	3 156	6 717	9 796	13 255	7 000	2 836	1 979	1 309	236	-	78 506
1979	15 543	4 273	6 475	6 647	8 517	12 890	12 085	8 660	2 971	2 449	1 816	451	-	82 777
1980	5 280	8 965	9 925	8 087	7 147	14 096	23 158	10 719	5 687	2 773	1 311	431	-	97 579
1981	9 156	15 368	3 170	3 763	12 835	17 257	16 344	10 343	5 676	2 550	1 172	277	-	97 911
1982	2 289	11 671	10 122	5 544	12 723	16 826	22 492	9 136	8 412	4 465	1 227	32	-	104 939
1983	4 152	10 213	11 335	6 251	21 049	18 341	16 228	8 173	5 698	3 956	530	154	-	106 080
1984	5 002	11 079	9 494	4 260	15 205	13 349	22 300	10 962	5 238	4 644	1 113	997	-	103 643
1985	2 416	16 369	7 661	3 407	6 904	12 612	13 874	11 414	7 730	3 130	1 005	1 959	-	88 481
1986	2 468	18 021	10 611	4 847	12 057	7 613	12 739	5 960	4 348	2 956	834	944	-	83 399
1987	8 264	7 382	5 072	3 945	6 411	8 222	9 060	7 492	5 745	2 842	1 022	1 089	-	66 545
1988	1 505	2 710	4 270	2 697	9 897	4 971	7 679	6 282	3 264	1 747	1 143	1 536	-	47 702
1989	6 198	7 511	1 982	2 048	6 520	6 229	6 306	4 797	2 080	2 189	721	181	-	46 762
1990	5 646	2 537	1 102	394	7 953	7 741	4 664	3 122	1 968	1 554	1 856	464	-	39 000
1991	1 532	2 001	3 113	3 736	4 229	4 477	5 314	2 891	3 242	2 016	1 810	121	-	34 481
1992	4 453	2 551	226	1 825	4 696	1 729	3 211	3 538	2 316	1 869	1 868	1 261	-	29 546
1993	9	51	1 255	1 244	1 489	4 350	3 811	2 234	1 119	1 088	1 173	629	-	18 452
1994	14	48	41	7	26	12	14	100	206	28	24	18	-	537
1995	-	-	-	0	12	5	26	95	25	21	-	-	-	185
1996	0	0	0	0	5	10	150	56	38	33	23	2	-	317
1997	0	1	-	2	357	255	1 189	962	815	1 038	145	27	-	4 792

Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Inc.	Total
1998	3	0	0	2	27	246	908	1 051	418	552	22	-	-	3 229
1999/2000	1	51	132	107	106	870	1 985	1 458	1 031	1 014	395	39		7 191
2000/2001	86	72	49	33	561	907	1 251	1 533	1 087	775	398	82		6 833
2001/2002 <sup>1</sup>	110	58	6	10	447	518	1 847	1 269	1 339	865	293	125		6 886
2002/2003 <sup>2</sup>	0	-	0	0	146	58	2 519	1 484	843	869	393	7		6 320
2003/2004	0	-	0	13	8	13	118	131	48	31	39	5		405
2004/2005	0	-	0	14	30	25	1 887	205	537	356	207	13		3 274
2005/2006	-	-	0	24	44	69	2 434	628	774	473	22	3		4 471
2006/2007 <sup>3</sup>	1	0	0	15	19	101	3 285	591	645	298	669	17		5 640
2007/2008	-	-	1	7	22	132	3 711	447	1 126	578	447	5		6 474
2008/2009 <sup>4</sup>	-	-	1	3	45	117	2 973	924	1 240	551	301	2		6 157
2009/2010	1	0	2	2	7	176	1 691	693	690	696	687	51		4 696
2010/2011	0	0	0	15	10	54	1 362	882	556	499	185	1		3 566
2011/2012	0	0	0	12	15	50	1 006	163	315	11	193	9		1 773
2012/2013	0	0	0	22	16	40	671	110	296	20	131	3		1 310
2013/2014	-	-	-	7	11	34	699	77	220	10	147	3		1 208
2014/2015	-	-	-	4	18	16	644	92	344	26	100	23		1 266
2015/2016	-	-	-	10	12	19	731	138	187	18	137	13		1 264
2016/2017	-	0	0	23	9	27	840	140	156	30	154	7		1 387
2017/2018	-	1	7	12	16	30	903	706	637	24	206	129		2 672
2018/2019	-	0	0	10	18	19	861	774	323	221	268	74		2 570
2019/2020 <sup>5</sup>	1	0	-	1	15	23	304	97	168	27	87	38		761
2020/2021 <sup>5</sup>	-	-	-	-	5	17	382	57	63	123	8	2		657

<sup>1</sup> Exclu 253 t. de la pêche récréative. Voir Frechet et al. (2003).

<sup>2</sup> Exclu 34 t. de la pêche récréative. Voir Frechet et al. (2003).

<sup>3</sup> Exclu 75,3 t. de la pêche récréative. Voir MPO (2008).

<sup>4</sup> Exclu 67 t. de la pêche récréative. Voir Frechet et al. (2009).

<sup>5</sup> Données préliminaires.

Tableau 7. Codes d'engins utilisés dans les données de débarquements pour la période 1993–2020. Seulement ceux ayant engendré des débarquements de morue franche 3Pn4RS au cours de cette période sont montrés. La variable catégorie montre les catégories d'engins utilisés pour les analyses. L'importance de chaque engin dans les débarquements totaux depuis 1993 (tot), et la variation annuelle de leur apport dans les débarquements au cours de cette période (min/max) sont montrés.

Catégorie	Engin		% des débarquements		
	Code	Description	Tot	Min	Max
Chaluts à crevette	19	Chalut à crevettes	< 0,1	0	0,9
Autres chaluts	11	Chalut de fond à panneaux (de côté)	< 0,1	0	0,1
	12	Chalut de fond à panneaux (arrière)	9,4	< 0,1	51,1
	13	Chalut mésopélagique (indéterminé)	< 0,1	0	4,6
	15	Chalut mésopélagique (arrière)	0,6	0	13,8
	16	Chalut de fond bœuf	< 0,1	0	< 0,1
	18	Chalut semi-pélagique	< 0,1	0	1,4
Seines	21	Seine danoise	0,7	0,2	6,4
	22	Seine écossaise	< 0,1	0	< 0,1
Filets maillants	41	Filet maillant (fixe)	39,4	4,3	69,5
Palangres	50	Palangrotte	0,7	0	3,8
	51	Palangre	39,5	11,5	77,3
Engins manuels	53	Turlutte	0,5	0	28,1
	55	Turlutte mécanique calmar	< 0,1	0	< 0,1
	59	Ligne à main (appâtée)	6,4	0,1	14,5
Trappes	61	Trappe	2,5	0	13,3
	62	Casier non spécifié	< 0,1	0	< 0,1
	67	Casier rectangulaire	< 0,1	0	< 0,1
	68	Casier conique	< 0,1	0	< 0,1
Autres / Inconnu	71	Drague non spécifiée	< 0,1	0	< 0,1
	99	Engin non spécifié	0,1	0	47,4

Tableau 8. Débarquements reportés (t) de morue franche du stock 3Pn4RS dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et mois. Source : données ZIFF.

Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1993	9	51	1 255	1 244	1 489	4 350	3 811	2 234	1 119	1 088	1 173	629	18 452
1994	14	48	41	7	26	12	14	100	206	28	24	18	537
1995	-	-	-	0	12	5	26	95	25	21	-	-	185
1996	0	0	0	0	5	10	150	56	38	33	23	2	317
1997	0	1	-	2	357	255	1 189	962	815	1 038	145	27	4 792
1998	3	0	0	2	27	246	908	1 051	418	552	22	-	3 229
1999	0	0	0	5	92	870	1 985	1 458	1 031	1 014	395	39	6 890
2000	1	51	132	102	538	907	1 251	1 533	1 087	775	398	82	6 857
2001	86	72	49	33	455	518	1 847	1 269	1 339	865	293	125	6 950
2002	110	58	6	10	173	58	2 519	1 484	843	869	393	7	6 529
2003	0	-	0	0	5	13	118	131	48	31	39	5	389
2004	0	-	0	13	30	25	1 887	205	537	356	207	13	3 274
2005	0	-	0	14	43	69	2 434	628	774	473	22	3	4 461
2006	-	-	0	24	23	101	3 285	591	645	298	669	17	5 652
2007	1	0	0	15	22	132	3 711	447	1 126	578	447	5	6 483
2008	-	-	1	7	40	117	2 973	924	1 240	551	301	2	6 158
2009	-	-	1	3	13	176	1 691	693	690	696	687	51	4 700
2010	1	0	2	2	6	54	1 362	882	556	499	185	1	3 552
2011	0	0	0	15	14	50	1 006	163	315	11	193	9	1 775
2012	0	0	0	12	19	40	671	110	296	20	131	3	1 303
2013	0	0	0	22	10	34	699	77	220	10	147	3	1 222
2014	-	-	-	7	10	16	644	92	344	26	100	23	1 262
2015	-	-	-	4	21	19	731	138	187	18	137	13	1 267
2016	-	-	-	10	9	27	840	140	156	30	154	7	1 373
2017	-	0	0	23	12	30	903	706	637	24	206	129	2 671
2018	-	1	7	12	18	19	861	774	323	221	268	74	2 578
2019	-	0	0	10	20	23	304	97	168	27	87	38	775
2020	1	0	-	1	9	17	382	57	63	123	8	2	662
<b>Total</b>	<b>227</b>	<b>283</b>	<b>1 494</b>	<b>1 601</b>	<b>3 496</b>	<b>8 195</b>	<b>38 200</b>	<b>17 096</b>	<b>15 245</b>	<b>10 277</b>	<b>6 853</b>	<b>1 328</b>	<b>104 294</b>

Tableau 9. Débarquements reportés (t) de morue franche du stock 3Pn4RS dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et zone unitaire de l'OPANO. Source : données ZIFF.

Année	3Pn	4Ra	4Rb	4Rc	4Rd	4Ru	4Si	4Ss	4Su	4Sv	4Sw	4Sx	4Sy	4Sz	Total
1993	3 194	4 071	5 679	2 021	1 723	-	53	340	-	342	654	39	88	249	18 452
1994	196	67	44	60	114	-	2	5	1	1	17	22	6	3	537
1995	35	3	17	5	11	-	0	2	-	62	42	2	1	4	185
1996	72	13	22	13	31	-	1	5	0	33	123	0	0	2	317
1997	2 006	806	600	593	299	-	0	7	-	141	327	7	1	4	4 792
1998	877	387	367	316	637	-	0	13	-	77	526	27	0	3	3 229
1999	1 165	1 551	1 478	908	944	-	1	21	1	124	632	44	20	2	6 890
2000	1 478	1 215	1 469	772	865	0	1	52	0	193	714	83	13	1	6 857
2001	1 740	1 311	1 267	992	722	17	0	23	18	252	570	26	12	1	6 950
2002	1 713	1 172	1 377	795	591	3	1	28	2	123	686	31	7	0	6 529
2003	86	37	81	21	71	0	1	6	-	20	60	4	1	1	389
2004	783	595	642	297	350	1	0	10	3	98	442	43	11	1	3 274
2005	856	976	701	437	770	68	0	11	50	278	293	7	11	3	4 461
2006	1 208	1 196	680	434	1 168	193	0	12	2	297	427	11	20	2	5 652
2007	1 081	1 575	939	748	914	369	1	14	9	146	668	11	5	5	6 483
2008	1 131	1 704	973	665	829	2	1	15	3	194	610	15	14	2	6 158
2009	1 357	922	799	424	593	-	3	15	-	183	380	15	8	2	4 700
2010	705	1 135	546	270	224	1	4	14	0	276	346	13	14	4	3 552
2011	316	510	188	143	82	0	13	18	-	131	239	123	11	3	1 775
2012	187	372	188	105	67	-	8	9	-	74	181	104	5	4	1 303
2013	185	366	145	151	99	0	8	6	-	56	163	33	6	4	1 222
2014	153	492	138	105	48	-	12	11	0	81	167	42	2	10	1 262
2015	155	422	141	85	58	-	9	19	0	122	197	31	3	26	1 267
2016	174	510	130	79	81	-	9	6	-	115	150	86	4	30	1 373
2017	345	1 202	298	230	135	-	82	15	0	69	194	40	1	60	2 671
2018	439	1 239	206	109	89	-	40	5	-	91	247	31	1	80	2 578
2019	154	249	68	20	40	-	42	3	1	22	104	32	1	37	775
2020	119	183	92	46	57	-	6	13	-	32	91	13	1	10	662
<b>Total</b>	<b>21 910</b>	<b>24 281</b>	<b>19 274</b>	<b>10 843</b>	<b>11 611</b>	<b>654</b>	<b>298</b>	<b>699</b>	<b>90</b>	<b>3 632</b>	<b>9 250</b>	<b>932</b>	<b>267</b>	<b>552</b>	<b>104 294</b>

Tableau 10. Débarquements reportés (t) de morue franche du stock 3Pn4RS dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et catégorie d'engins. Source : données ZIFF.

Année	Chaluts à crevette	Autres chaluts	Seines	Filets maillants	Palangres	Engins manuels	Trappes	Autres / inconnus	Total
1993	83	10 054	190	2 501	2 124	1 041	2 458	-	18 452
1994	5	154	9	23	98	229	-	19	537
1995	0	1	4	48	42	1	0	88	185
1996	0	4	11	193	97	0	4	6	317
1997	1	59	8	538	3 857	265	57	7	4 792
1998	0	5	30	629	2 302	261	2	-	3 229
1999	0	11	35	3 401	2 475	968	0	-	6 890
2000	0	24	36	3 046	3 167	557	26	0	6 857
2001	0	26	64	2 020	3 963	864	13	-	6 950
2002	0	34	30	2 672	3 155	634	5	0	6 529
2003	0	10	25	161	191	1	1	-	389
2004	0	29	44	1 482	1 408	310	0	-	3 274
2005	0	35	50	2 285	1 855	229	6	-	4 461
2006	0	84	38	2 685	2 655	189	1	-	5 652
2007	0	0	31	3 430	2 868	154	-	-	6 483
2008	0	2	25	3 027	2 889	215	0	-	6 158
2009	0	2	23	1 852	2 615	207	2	-	4 700
2010	0	3	13	1 710	1 563	263	0	-	3 552
2011	4	1	12	1 004	671	84	1	-	1 775
2012	0	2	4	820	403	74	-	-	1 303
2013	1	1	2	670	415	131	1	-	1 222
2014	0	2	3	785	342	129	0	-	1 262
2015	0	1	4	872	342	48	-	-	1 267
2016	0	3	5	866	433	64	1	-	1 373
2017	0	3	6	1 747	744	171	-	-	2 671
2018	0	14	7	1 793	711	54	0	-	2 578
2019	0	9	3	442	283	38	-	-	775
2020	0	3	1	422	207	28	-	-	662
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>10 576</b>	<b>713</b>	<b>41 124</b>	<b>41 876</b>	<b>7 211</b>	<b>2 578</b>	<b>120</b>	<b>104 294</b>

Tableau 11. Illustration de la procédure de recherche d'échantillons d'âge avec la fonction. La strate utilisée en exemple est celle 2005–Juin–4Rb–Filets maillants. Les résultats de recherche d'échantillons alors que la fonction vient de compléter sa recherche au niveau d'agrégation 2 sont présentés. Seulement quelques longueurs sont fournies en exemple (les 8 plus petites et la plus grande). Pour chaque longueur, le nombre de spécimens utilisés pour les fréquences de longueur (FL) et les lectures d'âge sont spécifiés. Les colonnes d'âges en vert (âges 4-14) sont celles déjà présentes dans la clé âge-longueur au niveau d'agrégation 2. Les colonnes d'âges en jaune (âges 3 et 15) sont celles qui sont toujours absentes de la clé âge-longueur, mais qui pourraient être ajoutées advenant des recherches à des niveaux d'agrégation moins précis (3–12). Les colonnes d'âge en rouge (âges 2 et 16-18) sont les âges qui sont retrouvés dans la clé âge-longueur globale (c.-à-d. utilisant toutes les données de la période 1993–2020), mais qui ne seront jamais retrouvés dans la clé âge-longueur de cette strate puisque ces âges n'ont jamais été observés au cours de la période 2004–2006. La ligne surlignée en orange est la seule longueur au niveau d'agrégation 2 qui était seulement retrouvée dans les données de FL.

Longueur	FL	Âge	Probabilité à l'âge																
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
27	8	0	0,427	0,533	0,039	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	1	1	-	-	-	1 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	4	3	-	-	0,333	0,667	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	17	8	-	-	0,125	0,250	0,375	0,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	17	6	-	-	-	0,333	0,167	0,333	0,167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	30	5	-	-	-	-	-	0,600	0,200	0,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	42	1	-	-	-	-	-	1 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	70	9	-	-	-	0,111	0,111	0,333	-	0,444	-	-	-	-	-	-	-	-	-
...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 000	-	-	-	-	-	-

Tableau 12. Description des colonnes retrouvées dans le jeu de données produit par la fonction *get.samples* du paquet *catchR*.

Variable	Description
id	Strate $k$
year	Année
period	Période (mois pour cette analyse)
region	Région (zones unitaires de l'OPANO pour cette analyse)
gear	Regroupement d'engins
catch	Débarquements de morue à la strate $k$ (kg)
length	Longueur $j$ (cm)
n.lf	Nombre de morues de longueur $j$ mesurées pour les FL
lf.prop	$n.lf / n.lftot$
n.lftot	Nombre total de morues mesurées pour les FL
weight.sample	Masse de toutes les morues de longueur $j$ mesurées pour les FL
weight.sample.tot	Masse de toutes les morues mesurées pour les FL
weight.unit	Masse d'une morue de longueur $j$ mesurée pour les FL
n.al	Nombre de morues de longueur $j$ utilisées dans la clé âge-longueur
n.altot	Nombre total de morues utilisées dans la clé âge-longueur
age.2	Proportion des morues de longueur $j$ qui sont d'âge 2 à la strate $k$
...	...
age.18	Proportion des morues de longueur $j$ qui sont d'âge 18 à la strate $k$ . Le nombre de colonnes d'âge dépendra des données intrants.
nsample.lengthfreq	Nombre d'échantillons utilisés pour calculer les fréquences de longueur à la strate $k$
nsample.agelength	Nombre d'échantillons utilisés pour calculer une clé âge-longueur à la strate $k$
option.lengthfreq	Niveau d'agrégation utilisé dans la recherche d'échantillon de FL (1–12)
option.agelength	Niveau d'agrégation utilisé dans la recherche d'échantillons d'âge (1–12)

Tableau 13. Effectif en échantillons de morues franches du stock 3Pn4RS collectés pour les fréquences de longueur dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et mois. Les valeurs entre parenthèses sont les nombres de morues mesurées. Source : données du programme d'échantillonnage à quai du MPO.

Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1993	-	-	6 (1 512)	6 (1 535)	22 (5 300)	27 (7 317)	44 (10 922)	15 (3 301)	17 (3 796)	18 (4 255)	13 (3 259)	1 (254)	169 (41 451)
1994	-	-	-	-	1 (250)	2 (486)	1 (257)	1 (204)	-	-	9 (28)	64 (926)	78 (2 151)
1995	33 (324)	-	-	48 (396)	21 (487)	1 (251)	101 (1 051)	249 (2 859)	187 (2 887)	112 (1 485)	21 (693)	5 (117)	778 (10 550)
1996	-	-	-	-	1 (250)	14 (664)	138 (2 292)	136 (3 169)	96 (1 280)	19 (425)	12 (569)	2 (39)	418 (8 688)
1997	1 (9)	3 (59)	-	-	6 (1 094)	21 (1 131)	119 (11 114)	92 (4 366)	102 (5 857)	27 (2 030)	8 (710)	4 (98)	383 (26 468)
1998	-	-	-	-	1 (249)	4 (531)	7 (1 559)	6 (1 266)	2 (486)	1 (256)	-	-	21 (4 347)
1999	-	-	-	-	1 (270)	4 (733)	15 (2 929)	12 (2 250)	5 (1 143)	5 (700)	-	-	42 (8 025)
2000	-	-	-	-	5 (1 237)	3 (631)	8 (1 782)	12 (2 313)	6 (1 472)	2 (442)	-	-	36 (7 877)
2001	-	-	-	-	4 (935)	5 (1 097)	9 (1 974)	7 (1 320)	6 (1 088)	4 (1 020)	1 (252)	-	36 (7 686)
2002	-	-	-	-	4 (1 012)	-	8 (1 761)	9 (1 627)	5 (1 262)	2 (470)	-	-	28 (6 132)
2003	-	-	-	-	-	-	3 (605)	-	-	-	-	-	3 (605)
2004	-	-	-	-	1 (252)	2 (473)	13 (2 781)	2 (352)	5 (889)	1 (122)	-	-	24 (4 869)
2005	-	-	-	-	-	3 (507)	19 (2 954)	7 (1 167)	3 (464)	2 (259)	-	-	34 (5 351)
2006	-	-	-	-	-	1 (161)	25 (3 868)	7 (1 041)	7 (1 028)	2 (320)	-	-	42 (6 418)
2007	-	-	-	-	1 (163)	2 (312)	23 (3 584)	2 (314)	8 (1 023)	7 (1 131)	-	-	43 (6 527)
2008	-	-	-	-	1 (152)	-	13 (1 973)	6 (930)	9 (1 368)	3 (435)	-	-	32 (4 858)
2009	-	-	-	-	-	-	14 (3 217)	3 (535)	10 (1 358)	4 (701)	-	-	31 (5 811)
2010	-	-	-	-	-	1 (165)	10 (1 470)	8 (1 123)	7 (949)	2 (269)	-	-	28 (3 976)
2011	-	-	-	-	1 (117)	-	12 (1 795)	5 (780)	7 (1 168)	1 (151)	-	-	26 (4 011)
2012	-	-	-	1 (17)	-	1 (158)	9 (1 505)	3 (453)	3 (601)	1 (150)	2 (451)	-	20 (3 335)
2013	-	-	-	-	1 (154)	-	12 (1 866)	2 (309)	4 (681)	-	-	-	19 (3 010)
2014	-	-	-	-	-	-	9 (1 415)	2 (303)	5 (767)	1 (152)	-	-	17 (2 637)
2015	-	-	-	-	-	1 (150)	10 (1 535)	2 (300)	2 (300)	1 (154)	6 (950)	-	22 (3 389)
2016	-	-	-	-	-	-	13 (2 017)	5 (646)	2 (367)	1 (152)	4 (1 066)	-	25 (4 248)
2017	-	-	-	1 (185)	-	3 (481)	11 (1 859)	6 (890)	6 (856)	-	2 (349)	-	29 (4 620)
2018	-	-	-	1 (150)	-	-	12 (1 887)	4 (528)	2 (306)	6 (1 001)	-	-	25 (3 872)
2019	-	-	-	-	1 (156)	1 (148)	4 (460)	1 (152)	2 (302)	-	1 (168)	-	10 (1 386)
2020	-	-	-	-	-	1 (151)	-	1 (150)	2 (309)	-	-	-	4 (610)
<b>Total</b>	<b>34 (333)</b>	<b>3 (59)</b>	<b>6 (1 512)</b>	<b>57 (2 283)</b>	<b>72 (12 078)</b>	<b>97 (15 547)</b>	<b>662 (70 432)</b>	<b>605 (32 648)</b>	<b>510 (32 007)</b>	<b>222 (16 080)</b>	<b>79 (8 495)</b>	<b>76 (1 434)</b>	<b>2 423 (192 908)</b>

Tableau 14. Effectif en échantillons de morues franches du stock 3Pn4RS collectés pour les fréquences de longueur dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et zone unitaire de l'OPANO. Les valeurs entre parenthèses sont les nombres de morues mesurées. Source : données du programme d'échantillonnage à quai du MPO.

Année	3Pn	4Ru	4Ra	4Rb	4Rc	4Rd
1993	24 (5 652)	1 (242)	-	81 (20 611)	18 (3 837)	17 (4 222)
1994	36 (751)	22 (160)	-	4 (5)	1 (250)	6 (973)
1995	168 (3 412)	2 (7)	196 (2 066)	62 (583)	54 (1 042)	84 (1 311)
1996	29 (941)	99 (1 517)	16 (184)	27 (231)	2 (26)	37 (2 424)
1997	51 (5 276)	-	56 (1 524)	104 (11 554)	34 (2 184)	32 (1 909)
1998	2 (503)	-	-	7 (985)	2 (506)	1 (256)
1999	-	-	-	21 (3 004)	4 (1 024)	2 (520)
2000	4 (1 001)	-	-	18 (3 226)	3 (785)	-
2001	3 (562)	-	-	12 (2 190)	12 (3 065)	2 (286)
2002	6 (1 279)	-	-	12 (2 324)	3 (798)	1 (165)
2003	-	-	-	-	1 (248)	-
2004	2 (505)	-	-	13 (2 314)	1 (207)	-
2005	1 (199)	-	1 (157)	22 (3 386)	2 (310)	4 (643)
2006	-	-	-	21 (3 197)	-	8 (1 272)
2007	-	-	1 (172)	20 (2 941)	7 (1 100)	3 (476)
2008	-	-	2 (251)	15 (2 266)	3 (461)	4 (608)
2009	-	-	2 (219)	19 (3 291)	1 (227)	1 (199)
2010	-	3 (356)	1 (155)	12 (1 505)	1 (156)	-
2011	2 (339)	-	1 (89)	9 (1 310)	1 (161)	-
2012	3 (468)	-	-	5 (983)	1 (158)	-
2013	-	-	-	6 (966)	2 (312)	1 (159)
2014	-	-	-	5 (769)	-	-
2015	1 (148)	-	-	3 (478)	-	5 (802)
2016	-	-	-	7 (1 079)	-	4 (1 066)
2017	4 (694)	-	4 (767)	4 (625)	-	-
2018	-	-	1 (112)	10 (1 586)	-	-
2019	-	-	1 (45)	1 (115)	-	1 (168)
2020	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>336 (21 730)</b>	<b>127 (2 282)</b>	<b>282 (5 741)</b>	<b>520 (71 524)</b>	<b>153 (16 857)</b>	<b>213 (17 459)</b>

Tableau 14. (suite)

Année	4Su	4Si	4Ss	4Sv	4Sw	4Sx	4Sy	4Sz	Total
1993	-	2 (502)	1 (250)	4 (1 001)	11 (2 532)	5 (1 264)	1 (255)	4 (1 083)	169 (41 451)
1994	-	-	-	1 (3)	8 (9)	-	-	-	78 (2 151)
1995	-	-	1 (251)	58 (638)	153 (1 240)	-	-	-	778 (10 550)
1996	-	-	1 (121)	53 (826)	154 (2 418)	-	-	-	418 (8 688)
1997	1 (4)	-	1 (260)	30 (670)	70 (2 832)	1 (251)	-	3 (4)	383 (26 468)
1998	-	-	1 (251)	-	8 (1 846)	-	-	-	21 (4 347)
1999	-	-	-	3 (782)	12 (2 695)	-	-	-	42 (8 025)
2000	-	-	2 (484)	1 (255)	6 (1 572)	2 (554)	-	-	36 (7 877)
2001	-	-	-	2 (463)	4 (872)	1 (248)	-	-	36 (7 686)
2002	-	-	3 (752)	-	3 (814)	-	-	-	28 (6 132)
2003	-	-	2 (357)	-	-	-	-	-	3 (605)
2004	1 (252)	-	3 (572)	2 (482)	2 (537)	-	-	-	24 (4 869)
2005	-	-	-	-	4 (656)	-	-	-	34 (5 351)
2006	-	-	-	6 (907)	5 (794)	1 (161)	-	1 (87)	42 (6 418)
2007	-	-	2 (312)	6 (906)	4 (620)	-	-	-	43 (6 527)
2008	-	-	-	1 (151)	7 (1 121)	-	-	-	32 (4 858)
2009	-	-	-	2 (347)	6 (1 528)	-	-	-	31 (5 811)
2010	-	-	-	5 (764)	4 (741)	2 (299)	-	-	28 (3 976)
2011	-	-	-	3 (466)	6 (1 077)	4 (569)	-	-	26 (4 011)
2012	-	-	1 (150)	-	4 (668)	6 (908)	-	-	20 (3 335)
2013	-	-	-	3 (462)	6 (956)	1 (155)	-	-	19 (3 010)
2014	-	1 (121)	1 (152)	1 (163)	6 (982)	3 (450)	-	-	17 (2 637)
2015	-	1 (150)	3 (454)	-	6 (1 006)	1 (150)	-	2 (201)	22 (3 389)
2016	-	-	1 (45)	1 (152)	4 (700)	7 (1 053)	-	1 (153)	25 (4 248)
2017	1 (150)	2 (321)	1 (150)	1 (153)	5 (713)	4 (596)	1 (150)	2 (301)	29 (4 620)
2018	-	1 (150)	1 (155)	2 (305)	5 (802)	1 (150)	-	4 (612)	25 (3 872)
2019	-	3 (458)	-	-	-	1 (151)	2 (299)	1 (150)	10 (1 386)
2020	-	1 (151)	1 (152)	1 (157)	-	-	1 (150)	-	4 (610)
<b>Total</b>	<b>3 (406)</b>	<b>11 (1 853)</b>	<b>26 (4 868)</b>	<b>186 (10 053)</b>	<b>503 (29 731)</b>	<b>40 (6 959)</b>	<b>5 (854)</b>	<b>18 (2 591)</b>	<b>2 423 (192 908)</b>

Tableau 15. Effectif en échantillons de morues franches du stock 3Pn4RS collectés pour les fréquences de longueur dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et catégorie d'engins. Les valeurs entre parenthèses sont les nombres de morues mesurées.  
Source : données du programme d'échantillonnage à quai du MPO.

Année	Autres chaluts	Seines	Filets maillants	Palangres	Engins manuels	Trappes	Total
1993	59 (15 557)	10 (2 451)	33 (7 188)	30 (7 021)	5 (905)	32 (8 329)	169 (41 451)
1994	1 (190)	4 (947)	9 (12)	64 (1 002)	-	-	78 (2 151)
1995	-	4 (494)	350 (3 490)	389 (6 225)	5 (99)	30 (242)	778 (10 550)
1996	1 (121)	9 (1 958)	249 (3 809)	130 (2 382)	-	29 (418)	418 (8 688)
1997	-	2 (264)	150 (3 056)	103 (8 377)	111 (14 552)	17 (219)	383 (26 468)
1998	-	-	5 (1 081)	7 (1 766)	9 (1 500)	-	21 (4 347)
1999	-	-	30 (4 937)	6 (1 544)	6 (1 544)	-	42 (8 025)
2000	-	-	18 (3 279)	16 (4 012)	2 (586)	-	36 (7 877)
2001	-	2 (286)	14 (2 605)	18 (4 361)	2 (434)	-	36 (7 686)
2002	-	1 (165)	9 (1 659)	18 (4 308)	-	-	28 (6 132)
2003	-	-	-	3 (605)	-	-	3 (605)
2004	-	-	11 (1 834)	13 (3 035)	-	-	24 (4 869)
2005	-	1 (189)	24 (3 715)	9 (1 447)	-	-	34 (5 351)
2006	-	-	29 (4 349)	12 (1 890)	1 (179)	-	42 (6 418)
2007	-	-	27 (4 104)	16 (2 423)	-	-	43 (6 527)
2008	-	-	22 (3 308)	10 (1 550)	-	-	32 (4 858)
2009	-	-	19 (3 625)	11 (1 947)	1 (239)	-	31 (5 811)
2010	-	-	18 (2 398)	9 (1 389)	1 (189)	-	28 (3 976)
2011	-	-	15 (2 323)	10 (1 535)	1 (153)	-	26 (4 011)
2012	-	-	11 (2 129)	8 (1 075)	1 (131)	-	20 (3 335)
2013	-	-	12 (1 921)	5 (779)	2 (310)	-	19 (3 010)
2014	-	-	9 (1 443)	6 (886)	2 (308)	-	17 (2 637)
2015	-	-	10 (1 535)	12 (1 854)	-	-	22 (3 389)
2016	-	-	10 (1 565)	15 (2 683)	-	-	25 (4 248)
2017	-	-	11 (1 699)	17 (2 766)	1 (155)	-	29 (4 620)
2018	-	-	13 (1 987)	12 (1 885)	-	-	25 (3 872)
2019	-	-	3 (312)	7 (1 074)	-	-	10 (1 386)
2020	-	-	-	4 (610)	-	-	4 (610)
<b>Total</b>	<b>61 (15 868)</b>	<b>33 (6 754)</b>	<b>1 111 (69 363)</b>	<b>960 (70 431)</b>	<b>150 (21 284)</b>	<b>108 (9 208)</b>	<b>2 423 (192 908)</b>

Tableau 16. Effectif en échantillons de morues franches du stock 3Pn4RS collectées pour les lectures d'âge dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et mois. Les valeurs entre parenthèses sont les nombres de morues âgées. Source : données du programme d'échantillonnage commercial du MPO.

Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1993	-	-	5 (129)	4 (99)	16 (558)	22 (450)	18 (376)	8 (286)	7 (175)	16 (440)	13 (392)	-	109 (2 905)
1994	-	-	-	-	1 (50)	2 (74)	1 (35)	1 (21)	-	-	9 (26)	63 (705)	77 (911)
1995	33 (301)	-	-	39 (237)	18 (269)	1 (41)	49 (170)	130 (424)	122 (528)	106 (685)	19 (200)	5 (32)	522 (2 887)
1996	-	-	-	-	-	13 (308)	68 (433)	57 (409)	37 (164)	15 (311)	7 (98)	-	197 (1 723)
1997	-	3 (55)	-	-	6 (215)	11 (265)	62 (613)	52 (331)	39 (198)	21 (430)	5 (122)	-	199 (2 229)
1998	-	-	-	-	1 (45)	4 (101)	7 (246)	6 (164)	2 (59)	1 (44)	-	-	21 (659)
1999	-	-	-	-	1 (44)	4 (142)	12 (349)	8 (204)	4 (88)	5 (157)	-	-	34 (984)
2000	-	-	-	-	5 (173)	2 (63)	8 (240)	12 (348)	6 (143)	-	-	-	33 (967)
2001	-	-	-	-	4 (153)	5 (204)	7 (251)	7 (221)	5 (175)	4 (170)	1 (35)	-	33 (1 209)
2002	-	-	-	-	4 (146)	-	8 (274)	9 (292)	3 (92)	2 (73)	-	-	26 (877)
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	1 (39)	2 (74)	13 (414)	2 (68)	5 (140)	1 (33)	-	-	24 (768)
2005	-	-	-	-	-	1 (38)	17 (359)	3 (86)	2 (67)	2 (60)	-	-	25 (610)
2006	-	-	-	-	-	1 (32)	25 (517)	6 (141)	4 (81)	-	-	-	36 (771)
2007	-	-	-	-	1 (33)	2 (70)	19 (511)	2 (53)	8 (175)	7 (276)	-	-	39 (1 118)
2008	-	-	-	-	1 (35)	-	13 (401)	6 (247)	9 (121)	3 (105)	-	-	32 (909)
2009	-	-	-	-	-	-	13 (396)	3 (120)	6 (188)	4 (150)	-	-	26 (854)
2010	-	-	-	-	-	1 (42)	9 (269)	6 (199)	3 (98)	2 (67)	-	-	21 (675)
2011	-	-	-	-	1 (31)	-	12 (338)	4 (132)	4 (105)	1 (28)	-	-	22 (634)
2012	-	-	-	1 (15)	-	1 (45)	9 (249)	3 (82)	1 (34)	1 (28)	-	-	16 (453)
2013	-	-	-	-	1 (35)	-	12 (337)	2 (77)	4 (136)	-	-	-	19 (585)
2014	-	-	-	-	-	-	9 (281)	2 (60)	5 (183)	1 (31)	-	-	17 (555)
2015	-	-	-	-	-	1 (33)	10 (256)	2 (79)	2 (78)	1 (33)	5 (193)	-	21 (672)
2016	-	-	-	-	-	-	13 (450)	4 (142)	2 (79)	1 (41)	4 (152)	-	24 (864)
2017	-	-	-	1 (43)	-	3 (104)	11 (426)	6 (200)	6 (213)	-	2 (66)	-	29 (1 052)
2018	-	-	-	1 (36)	-	-	12 (426)	4 (172)	2 (76)	6 (244)	-	-	25 (954)
2019	-	-	-	-	1 (43)	1 (38)	4 (156)	1 (39)	2 (76)	-	1 (24)	-	10 (376)
2020	-	-	-	-	-	1 (42)	-	1 (47)	2 (91)	-	-	-	4 (180)
<b>Total</b>	<b>33 (301)</b>	<b>3 (55)</b>	<b>5 (129)</b>	<b>46 (430)</b>	<b>62 (1 869)</b>	<b>78 (2 166)</b>	<b>441 (8 773)</b>	<b>347 (4 644)</b>	<b>292 (3 563)</b>	<b>200 (3 406)</b>	<b>66 (1 308)</b>	<b>68 (737)</b>	<b>1 641 (27 381)</b>

Tableau 17. Effectif en échantillons de morues franches du stock 3Pn4RS collectés pour les lectures d'âge dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, ventilé par année et zone unitaire de l'OPANO. Les valeurs entre parenthèses sont les nombres de morues âgées. Le « u » dans 4Ru et 4Su signifie « non-déterminé ». Source : données du programme d'échantillonnage commercial du MPO.

Année	3Pn	4Ru	4Ra	4Rb	4Rc	4Rd
1993	19 (679)	-	-	50 (1 090)	10 (285)	12 (385)
1994	35 (537)	22 (152)	-	4 (4)	1 (50)	6 (156)
1995	151 (1 206)	2 (6)	101 (440)	35 (180)	19 (88)	49 (291)
1996	21 (370)	61 (526)	12 (70)	10 (52)	-	14 (354)
1997	38 (1 057)	-	30 (242)	22 (248)	12 (113)	16 (237)
1998	2 (77)	-	-	7 (199)	2 (85)	1 (43)
1999	-	-	-	16 (401)	4 (153)	2 (80)
2000	2 (63)	-	-	18 (482)	3 (114)	-
2001	2 (78)	-	-	12 (433)	12 (466)	2 (72)
2002	6 (214)	-	-	10 (302)	3 (120)	1 (50)
2003	-	-	-	-	-	-
2004	2 (71)	-	-	13 (390)	1 (37)	-
2005	1 (27)	-	1 (35)	15 (322)	1 (38)	3 (107)
2006	-	-	-	16 (245)	-	8 (219)
2007	-	-	-	17 (492)	7 (238)	3 (109)
2008	-	-	2 (15)	15 (363)	3 (124)	4 (147)
2009	-	-	1 (34)	16 (549)	1 (31)	1 (37)
2010	-	1 (31)	1 (28)	8 (261)	1 (33)	-
2011	2 (49)	-	1 (29)	6 (210)	1 (31)	-
2012	1 (15)	-	-	3 (103)	1 (45)	-
2013	-	-	-	6 (203)	2 (72)	1 (35)
2014	-	-	-	5 (186)	-	-
2015	1 (51)	-	-	3 (107)	-	4 (142)
2016	-	-	-	7 (270)	-	4 (152)
2017	4 (144)	-	4 (158)	4 (138)	-	-
2018	-	-	1 (40)	10 (407)	-	-
2019	-	-	1 (40)	1 (41)	-	1 (24)
2020	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>287 (4 638)</b>	<b>86 (715)</b>	<b>155 (1 131)</b>	<b>329 (7 678)</b>	<b>84 (2 123)</b>	<b>132 (2 640)</b>

Tableau 17. (suite)

Année	4Su	4Si	4Ss	4Sv	4Sw	4Sx	4Sy	4Sz	Total
1993	-	1 (27)	1 (44)	4 (108)	6 (113)	1 (43)	1 (37)	4 (94)	109 (2 905)
1994	-	-	-	1 (3)	8 (9)	-	-	-	77 (911)
1995	-	-	1 (41)	45 (169)	119 (466)	-	-	-	522 (2 887)
1996	-	-	-	20 (40)	59 (311)	-	-	-	197 (1 723)
1997	1 (3)	-	1 (55)	20 (74)	55 (157)	1 (39)	-	3 (4)	199 (2 229)
1998	-	-	1 (46)	-	8 (209)	-	-	-	21 (659)
1999	-	-	-	2 (57)	10 (293)	-	-	-	34 (984)
2000	-	-	2 (81)	1 (38)	6 (152)	1 (37)	-	-	33 (967)
2001	-	-	-	2 (49)	2 (65)	1 (46)	-	-	33 (1 209)
2002	-	-	3 (118)	-	3 (73)	-	-	-	26 (877)
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	1 (37)	-	3 (110)	2 (75)	2 (48)	-	-	-	24 (768)
2005	-	-	-	-	4 (81)	-	-	-	25 (610)
2006	-	-	-	6 (145)	4 (96)	1 (32)	-	1 (34)	36 (771)
2007	-	-	2 (70)	6 (127)	4 (82)	-	-	-	39 (1 118)
2008	-	-	-	1 (37)	7 (223)	-	-	-	32 (909)
2009	-	-	-	2 (85)	5 (118)	-	-	-	26 (854)
2010	-	-	-	5 (173)	3 (66)	2 (83)	-	-	21 (675)
2011	-	-	-	3 (101)	5 (99)	4 (115)	-	-	22 (634)
2012	-	-	1 (34)	-	4 (91)	6 (165)	-	-	16 (453)
2013	-	-	-	3 (109)	6 (129)	1 (37)	-	-	19 (585)
2014	-	1 (32)	1 (31)	1 (37)	6 (159)	3 (110)	-	-	17 (555)
2015	-	1 (33)	3 (113)	-	6 (141)	1 (37)	-	2 (48)	21 (672)
2016	-	-	-	1 (41)	4 (114)	7 (253)	-	1 (34)	24 (864)
2017	1 (1)	2 (69)	1 (33)	1 (43)	5 (182)	4 (170)	1 (42)	2 (72)	29 (1 052)
2018	-	1 (36)	1 (32)	2 (84)	5 (147)	1 (41)	-	4 (167)	25 (954)
2019	-	3 (122)	-	-	-	1 (39)	2 (75)	1 (35)	10 (376)
2020	-	1 (42)	1 (54)	1 (37)	-	-	1 (47)	-	4 (180)
<b>Total</b>	<b>3 (41)</b>	<b>10 (361)</b>	<b>22 (862)</b>	<b>129 (1 632)</b>	<b>346 (3 624)</b>	<b>35 (1 247)</b>	<b>5 (201)</b>	<b>18 (488)</b>	<b>1 641 (27 381)</b>

Tableau 18. Effectif en échantillons de morues franches du stock 3Pn4RS collectées pour les lectures d'âge dans la pêche commerciale pour la période 1993–2020, par année et catégorie d'engins. Les valeurs entre parenthèses sont le nombre de morues âgées. Source : Données du programme d'échantillonnage à quai du MPO.

<b>Année</b>	<b>Autres chaluts</b>	<b>Seines</b>	<b>Filets maillants</b>	<b>Palangres</b>	<b>Engins manuels</b>	<b>Trappes</b>	<b>Total</b>
1993	46 (914)	8 (240)	19 (619)	22 (901)	1 (24)	13 (207)	109 (2 905)
1994	-	4 (130)	9 (12)	64 (769)	-	-	77 (911)
1995	-	4 (76)	219 (798)	296 (1 994)	3 (19)	-	522 (2 887)
1996	-	9 (298)	76 (332)	86 (761)	-	26 (332)	197 (1 723)
1997	-	-	113 (412)	86 (1 817)	-	-	199 (2 229)
1998	-	-	5 (162)	7 (281)	9 (216)	-	21 (659)
1999	-	-	23 (590)	6 (233)	5 (161)	-	34 (984)
2000	-	-	18 (433)	13 (479)	2 (55)	-	33 (967)
2001	-	2 (72)	14 (465)	17 (672)	-	-	33 (1 209)
2002	-	1 (50)	9 (255)	16 (572)	-	-	26 (877)
2003	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	11 (291)	13 (477)	-	-	24 (768)
2005	-	-	18 (376)	7 (234)	-	-	25 (610)
2006	-	-	24 (424)	12 (347)	-	-	36 (771)
2007	-	-	23 (608)	16 (510)	-	-	39 (1 118)
2008	-	-	22 (520)	10 (389)	-	-	32 (909)
2009	-	-	15 (457)	11 (397)	-	-	26 (854)
2010	-	-	12 (363)	9 (312)	-	-	21 (675)
2011	-	-	12 (338)	10 (296)	-	-	22 (634)
2012	-	-	7 (214)	8 (214)	1 (25)	-	16 (453)
2013	-	-	12 (343)	5 (181)	2 (61)	-	19 (585)
2014	-	-	9 (288)	6 (210)	2 (57)	-	17 (555)
2015	-	-	10 (256)	11 (416)	-	-	21 (672)
2016	-	-	10 (339)	14 (525)	-	-	24 (864)
2017	-	-	11 (405)	17 (617)	1 (30)	-	29 (1 052)
2018	-	-	13 (494)	12 (460)	-	-	25 (954)
2019	-	-	3 (120)	7 (256)	-	-	10 (376)
2020	-	-	-	4 (180)	-	-	4 (180)
<b>Total</b>	<b>46 (914)</b>	<b>28 (866)</b>	<b>717 (9 914)</b>	<b>785 (14 500)</b>	<b>26 (648)</b>	<b>39 (539)</b>	<b>1 641 (27 381)</b>

## 8. FIGURES

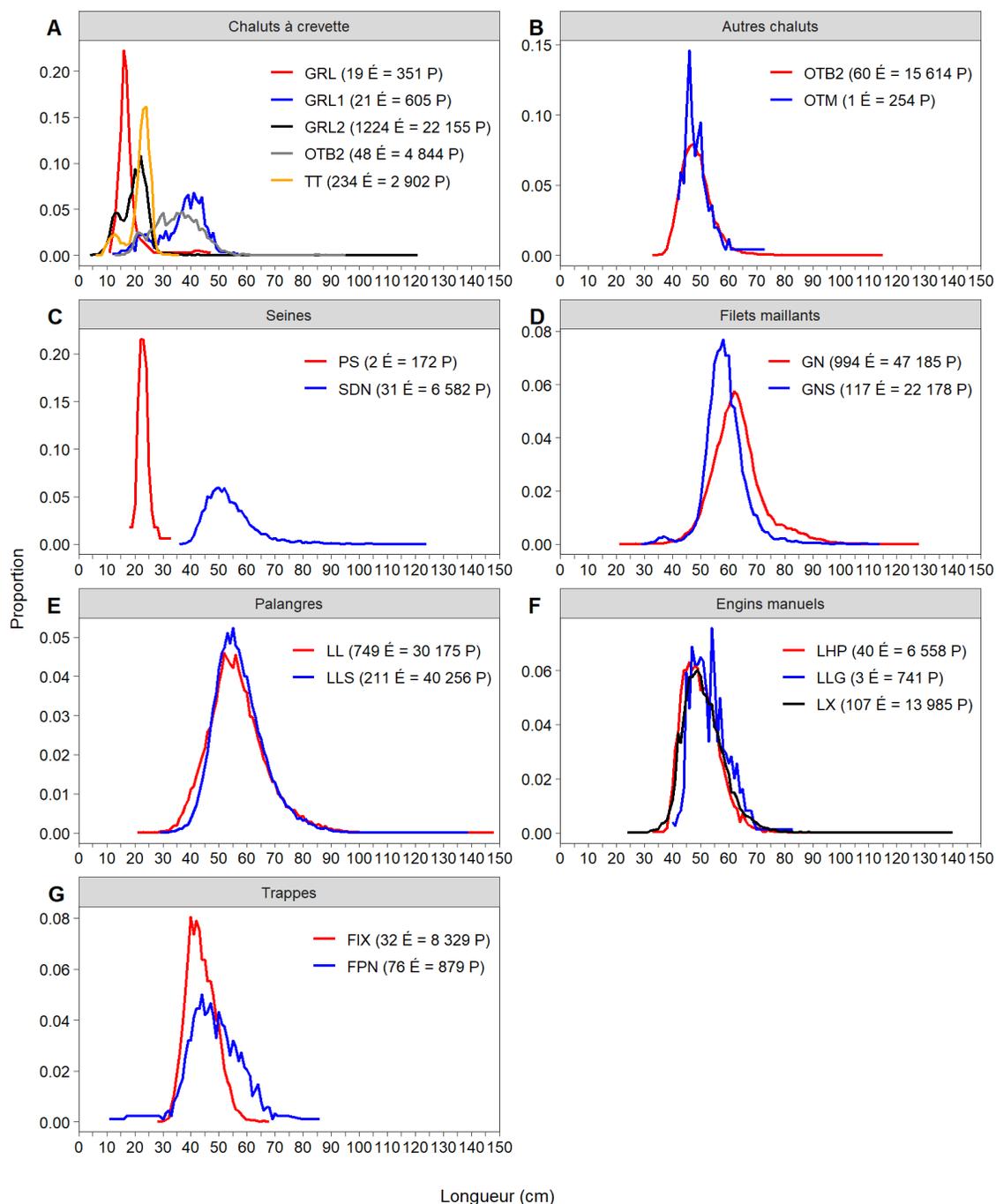


Figure 1. Distributions de fréquences de longueur des différents engins à partir desquels des mesures de longueur de morue franche ont été enregistrées pour la période 1993–2020. Chaque panneau représente une catégorie d'engins. Pour chaque engin, le nombre d'échantillons (É) à partir desquels les poissons (P) ont été mesurés est indiqué entre parenthèses. Voir le Tableau 4 pour la description des engins.

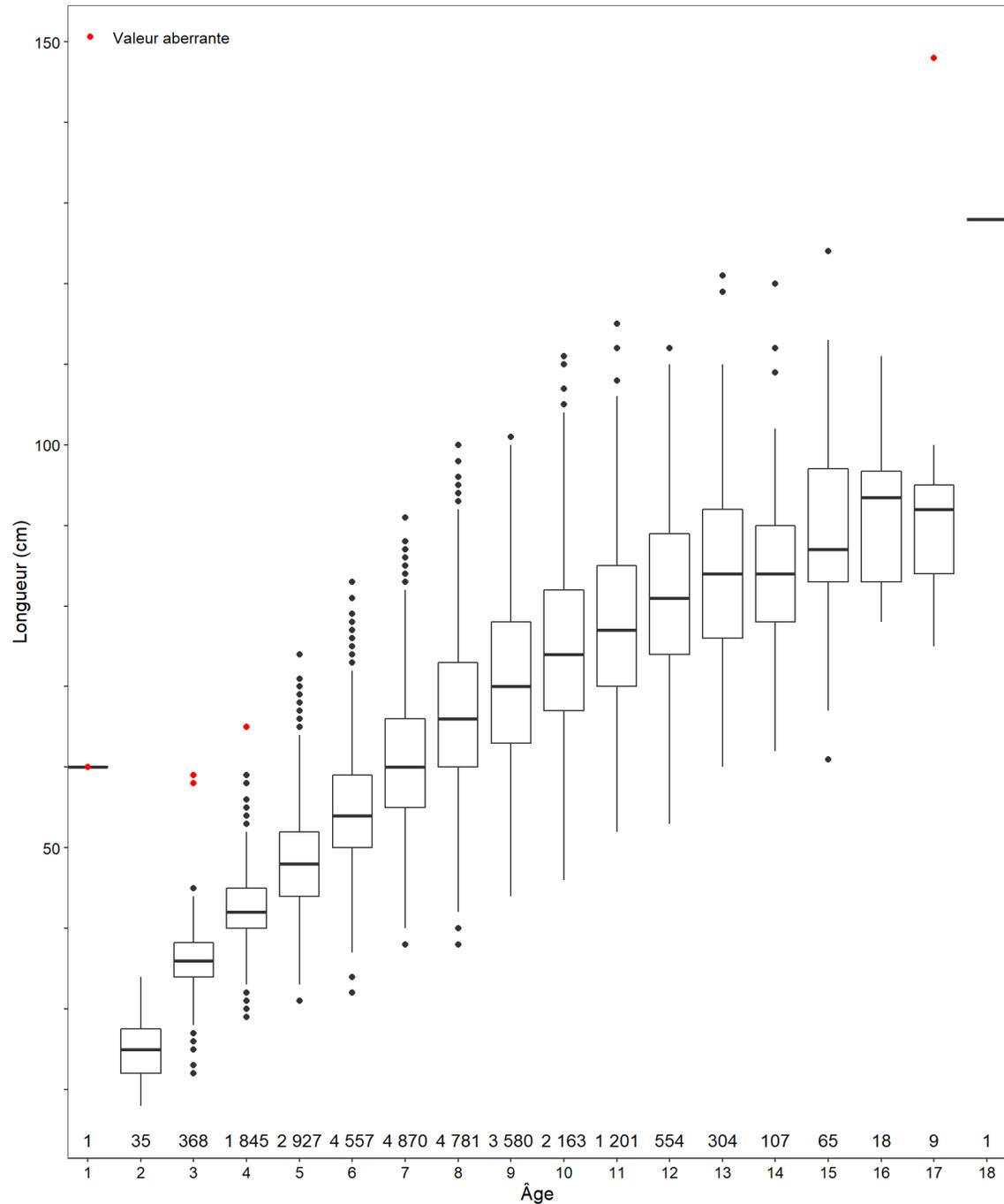


Figure 2. Boîtes à moustaches montrant la distribution des longueurs des morues âgées pour la période 1993–2020. Les lignes horizontales inférieure, médiane et supérieure des boîtes à moustaches représentent respectivement les 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup> (médiane) et 75<sup>e</sup> percentiles. La moustache supérieure s'étend de la boîte à la valeur la plus élevée ne dépassant pas 1,5 fois l'intervalle interquartile. La moustache inférieure suit le même principe, mais avec des valeurs inférieures. Les points rouges (5) correspondent aux morues qui ont été classifiées comme aberrantes et non utilisées dans les analyses de CAA. Le nombre de morues par âge est indiqué sous chaque boîte à moustaches.

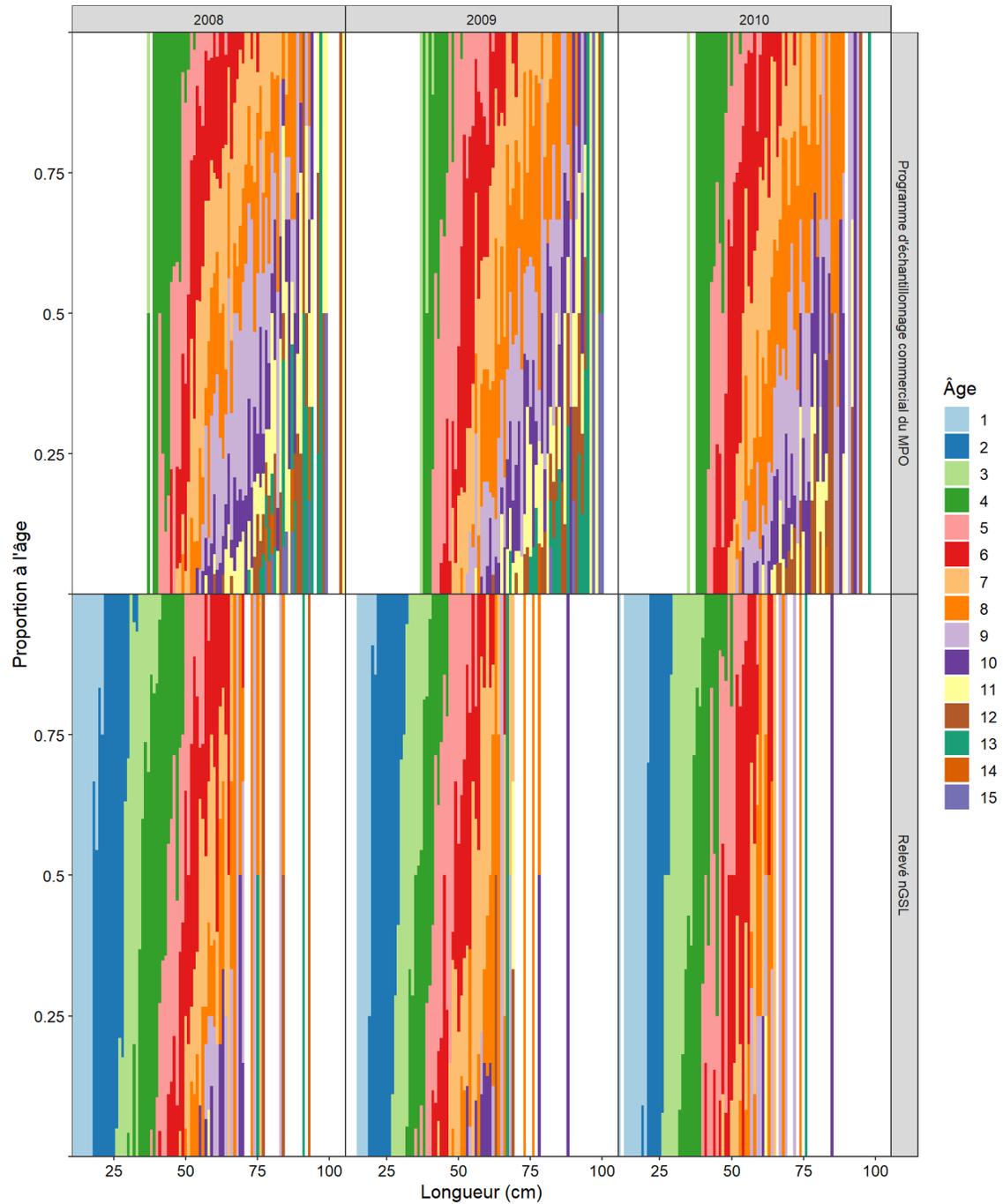
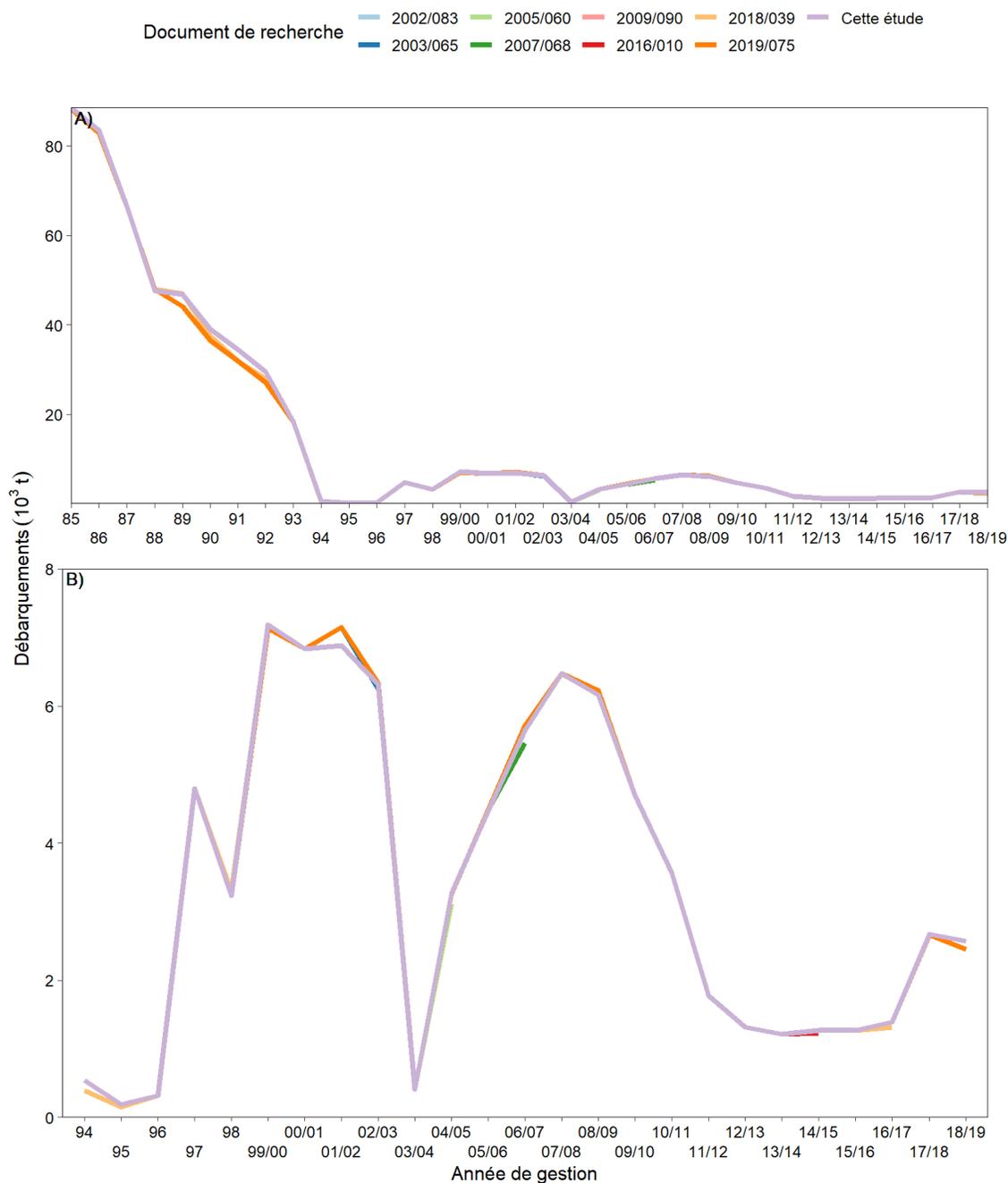


Figure 3. CALs annuelles pour les années 2008–2010 basées sur les données du programme d'échantillonnage à quai du MPO et celles du relevé multispécifique au chalut de fond du nGSL.



*Figure 4. A) Évolution des débarquements du stock de morue franche 3Pn4RS utilisés pour cette étude par rapport à ceux publiés dans les 8 derniers documents de recherche. Les années antérieures à 1985 n'ont montré aucune différence et ne sont donc pas montrées. Un agrandissement de la période postérieure à 1993 est fourni en B).*

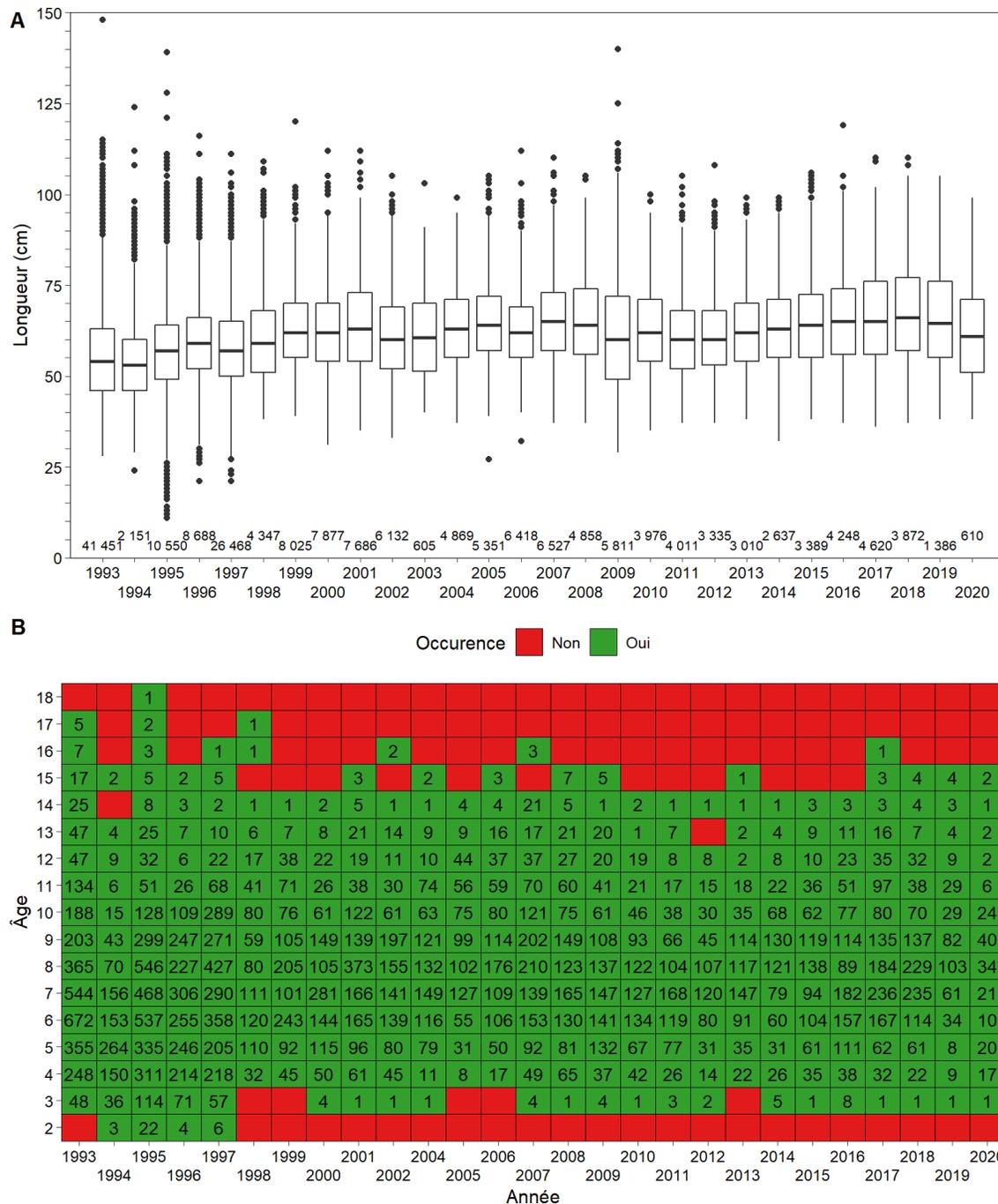


Figure 5. A) FL et B) données d'âge utilisées pour les calculs de CAA de la morue franche 3Pn4RS au cours de la période 1993–2020. Les valeurs aberrantes ont été supprimées au préalable. En A), le nombre de morues mesurées pour la longueur est indiqué sous chaque boîte à moustaches. En B), les valeurs à l'intérieur des cellules sont le nombre de morues pour un âge et une année donnés. Voir la figure 2 pour la description d'une boîte à moustaches. Source : Programme d'échantillonnage à quai du MPO.

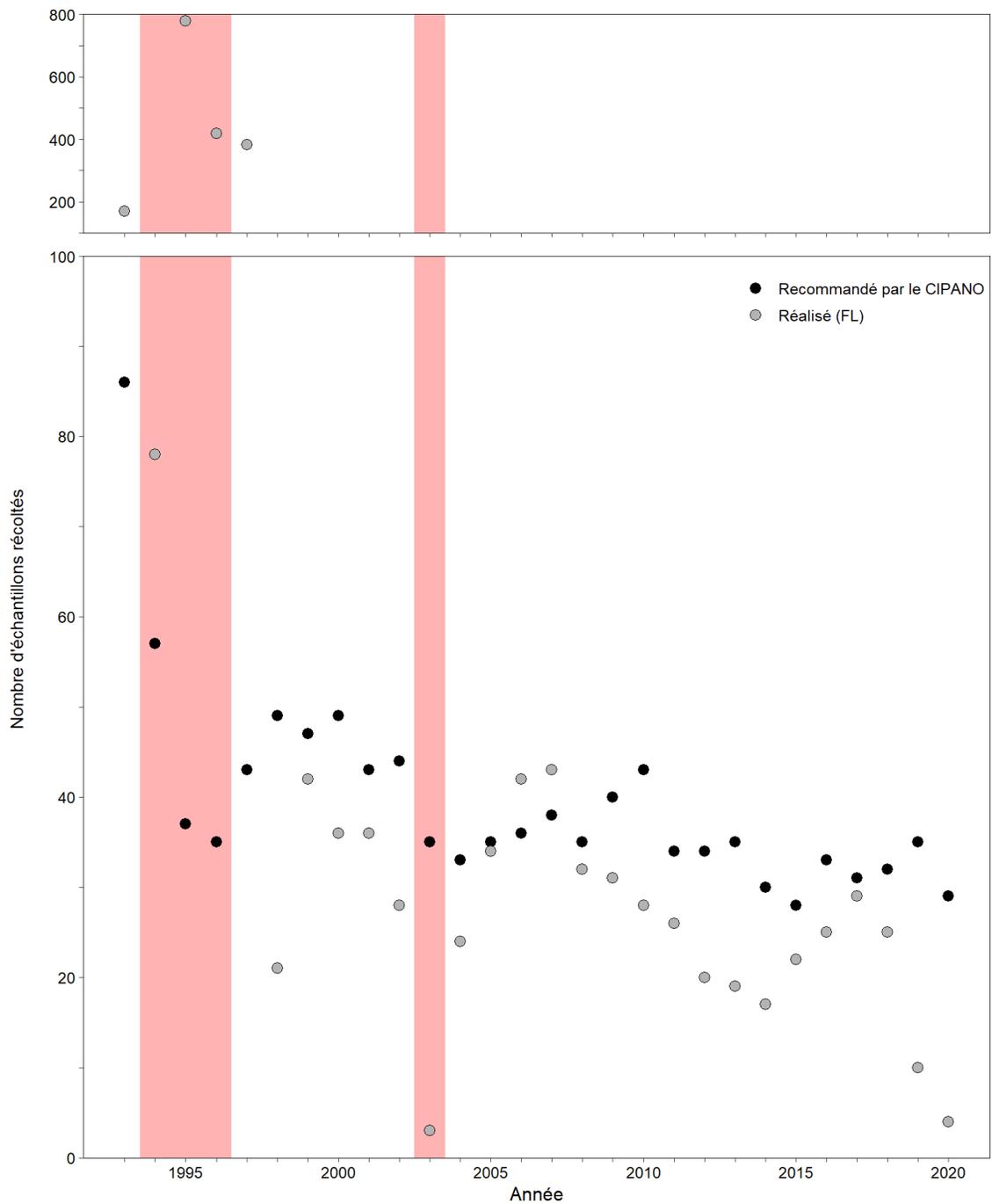


Figure 6. Comparaison du nombre d'échantillons de fréquences de longueur prélevés annuellement dans le cadre du programme de surveillance à quai depuis 1993 et de la recommandation du CIPANO (1 échantillon par 1 000 tonnes débarquées par année, trimestre, division OPANO et engin. Anon. 1974). Les années de moratoire sont indiquées sur fond rose. Source : programme d'échantillonnage à quai du MPO et données ZIFF.

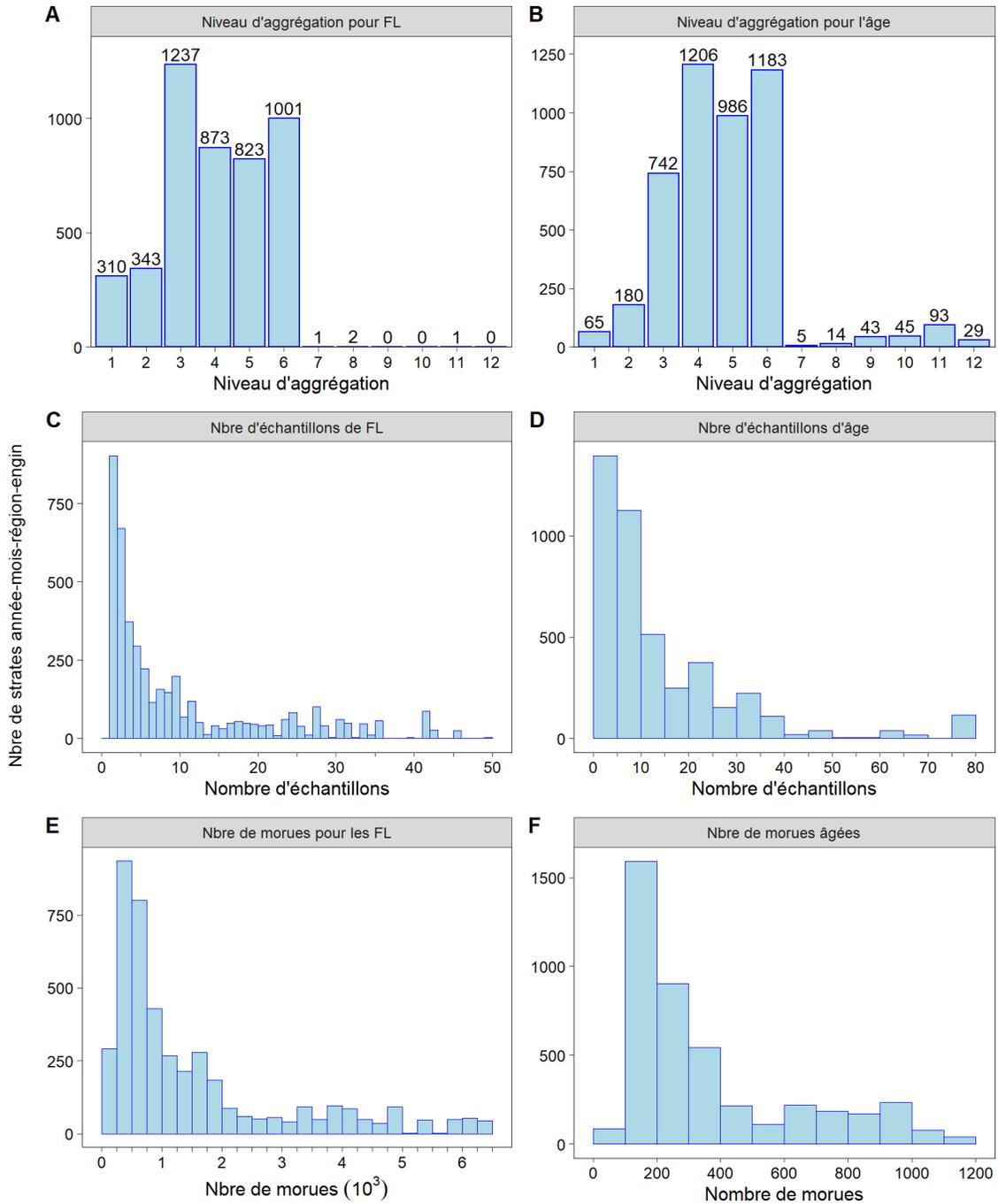


Figure 7. Niveaux d'agrégation (A-B), nombre d'échantillons (C-D) et nombre de poissons (E-F) utilisés dans les calculs des fréquences de longueur (gauche) et des CALs (droite) pour les analyses des prises à l'âge des pêches commerciales de morue franche de 3Pn4RS au cours de la période 1993–2020. Les valeurs au-dessus des barres (A-B) indiquent le nombre de strates. L'échelle de l'axe des x dans les panneaux C–F a été définie pour refléter la plage utilisée par 95 % de toutes les strates.

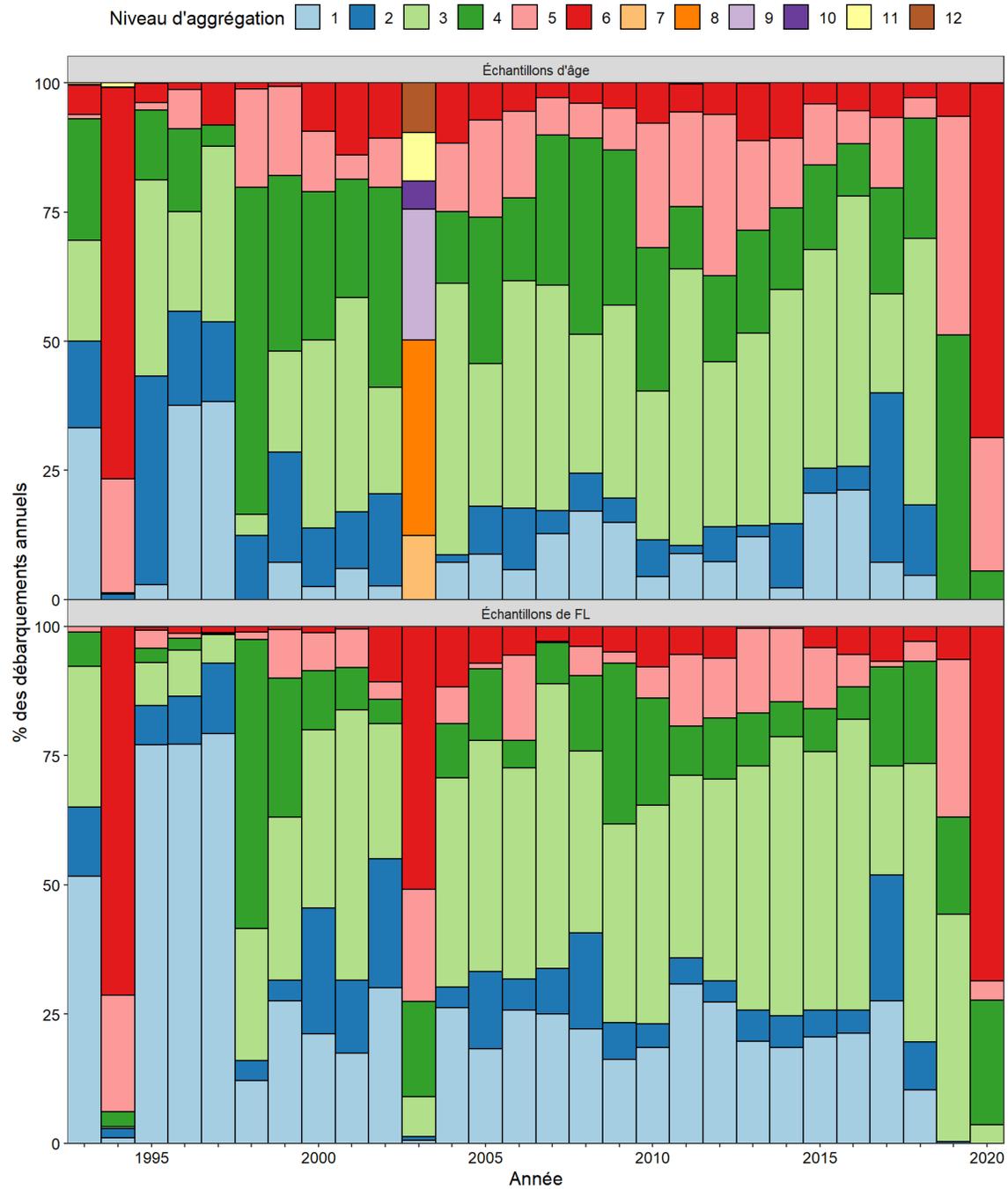


Figure 8. Pourcentage des débarquements annuels pour lesquels la composition en âge (haut) ou en longueur (bas) a été calculée à partir d'échantillons obtenus à partir de l'un des 12 niveaux d'agrégation (voir l'Équation 2).

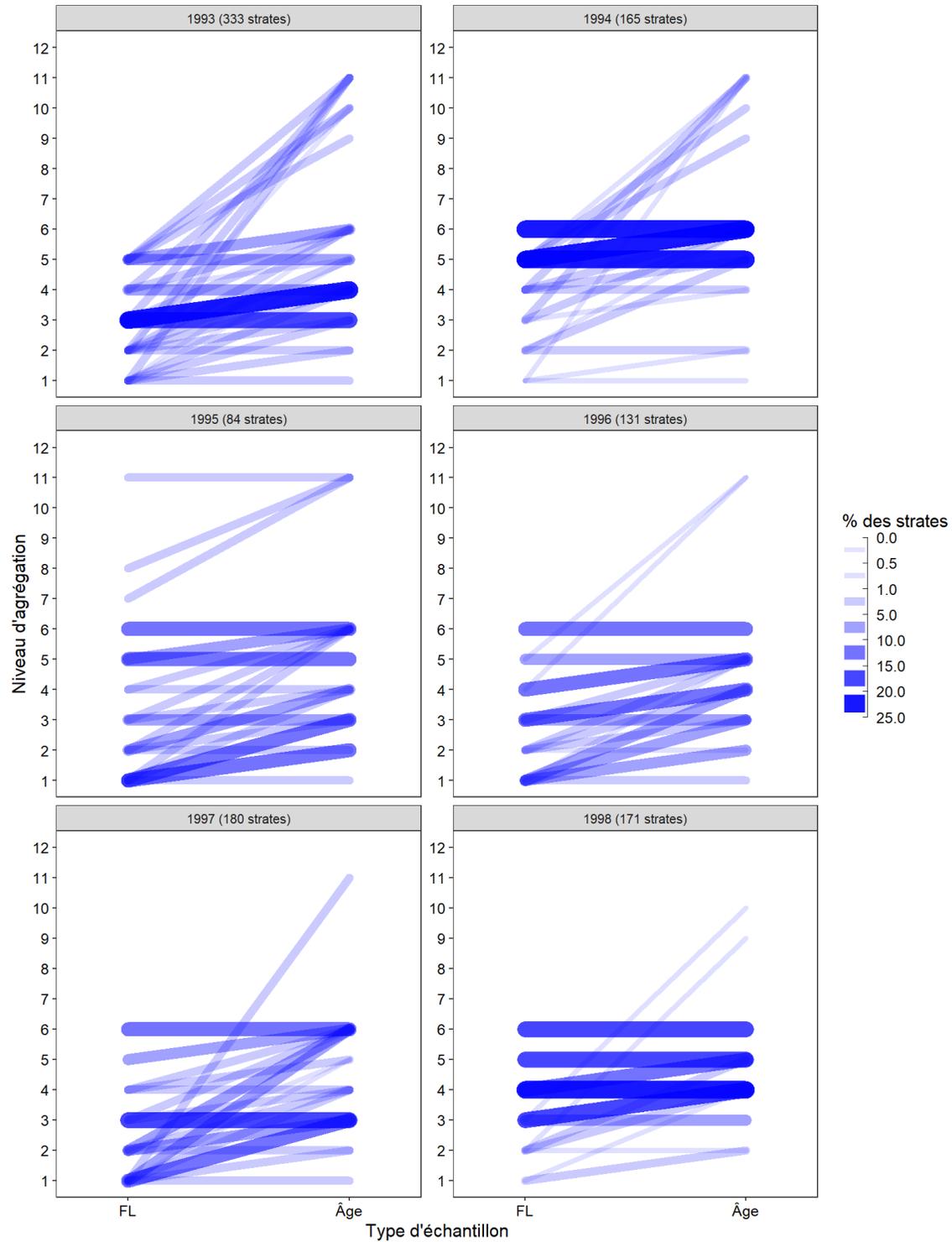


Figure 9. Pourcentage des strates annuelles qui ont utilisé une combinaison particulière de niveaux d'agrégation (1–12) pour les données de fréquence de longueur (FL) et d'âge, pour la période 1993–1998. La taille et l'opacité de chaque combinaison augmentent avec son importance dans l'année.

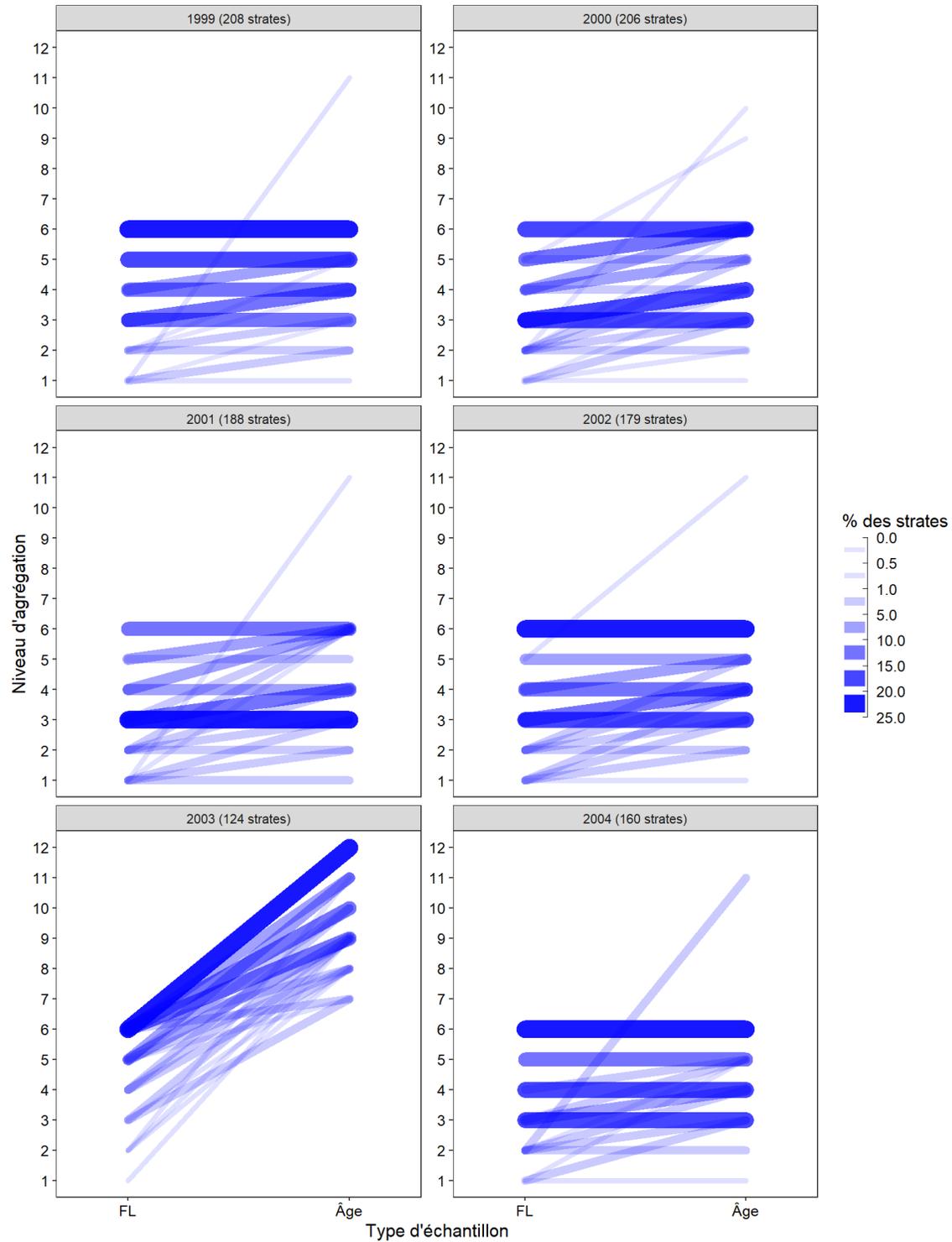


Figure 10. Pourcentage des strates annuelles qui ont utilisé une combinaison particulière de niveaux d'agrégation (1–12) pour les données de fréquence de longueur (FL) et d'âge, pour la période 1999–2004. La taille et l'opacité de chaque combinaison augmentent avec son importance dans l'année.

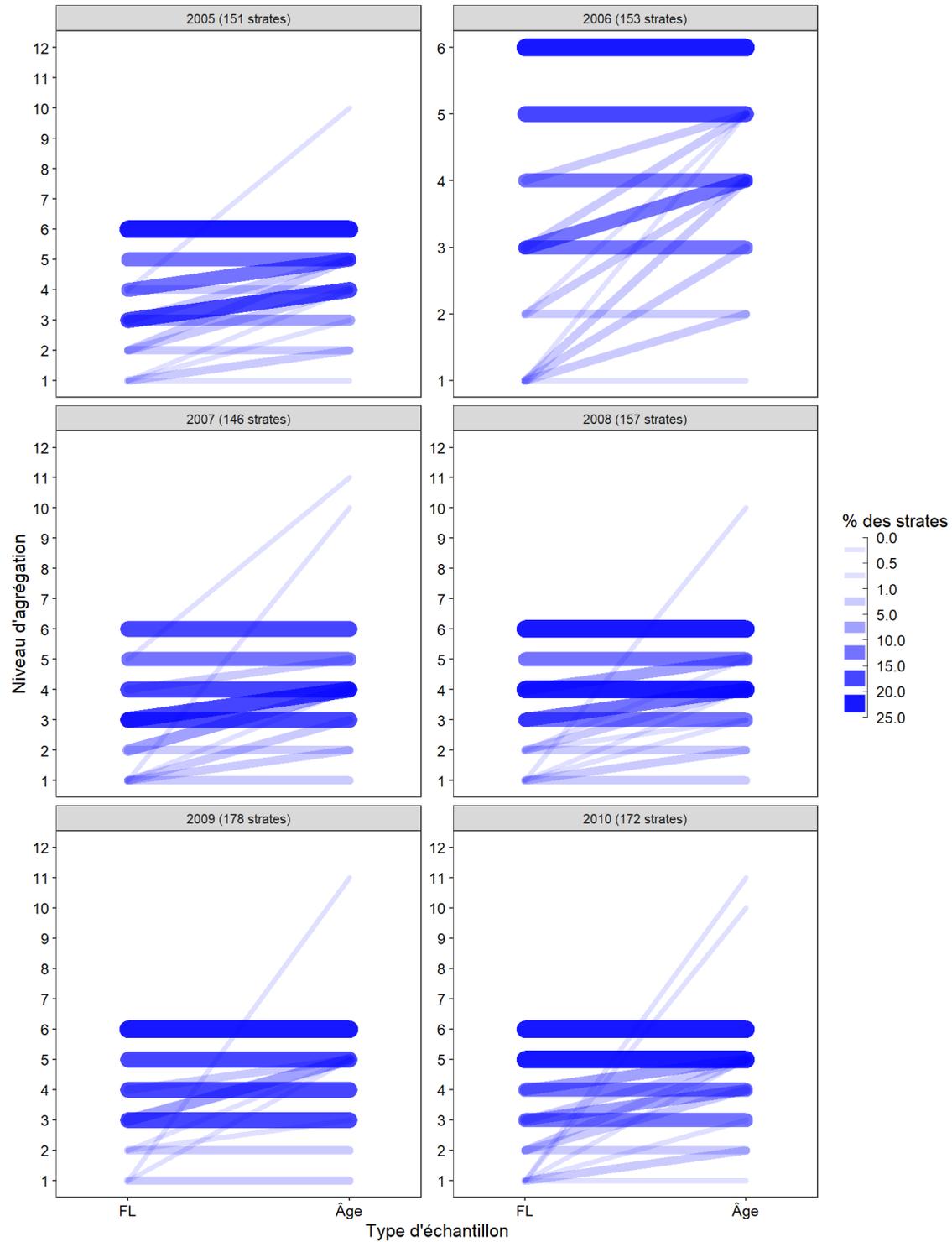


Figure 11. Pourcentage des strates annuelles qui ont utilisé une combinaison particulière de niveaux d'agrégation (1–12) pour les données de fréquence de longueur (FL) et d'âge, pour la période 2005–2010. La taille et l'opacité de chaque combinaison augmentent avec son importance dans l'année.

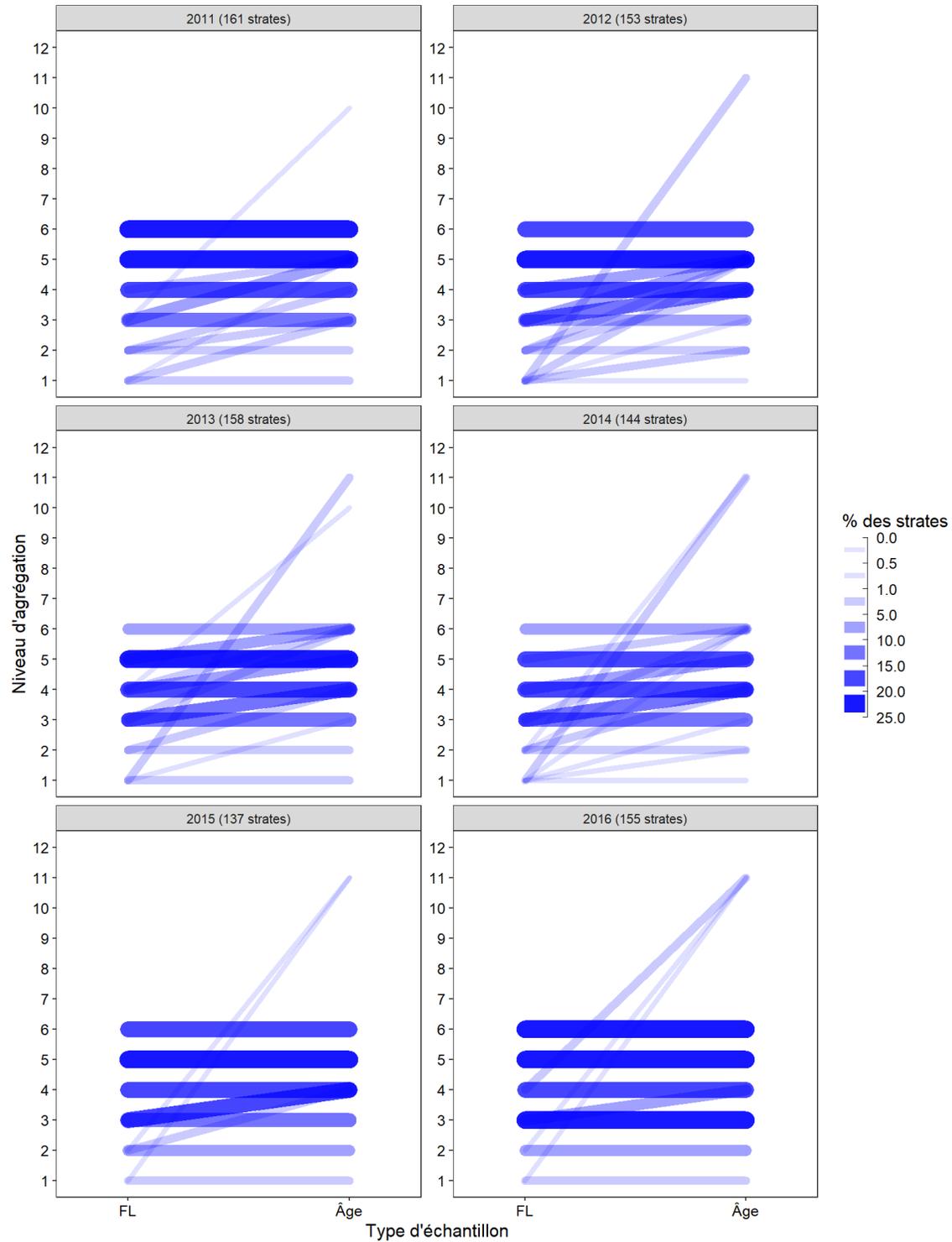


Figure 12. Pourcentage des strates annuelles qui ont utilisé une combinaison particulière de niveaux d'agrégation (1–12) pour les données de fréquence de longueur (FL) et d'âge, pour la période 2011–2016. La taille et l'opacité de chaque combinaison augmentent avec son importance dans l'année.

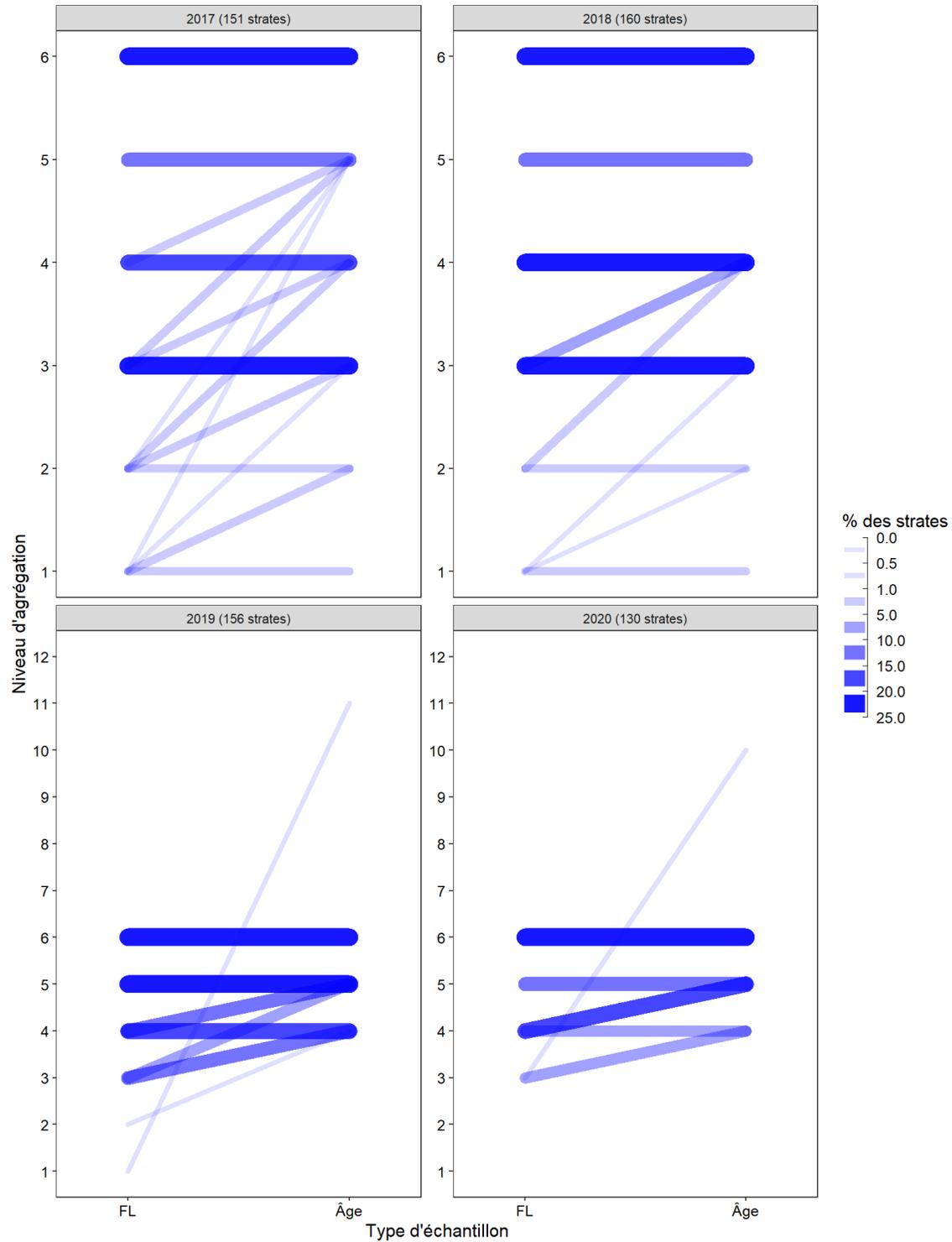


Figure 13. Pourcentage des strates annuelles qui ont utilisé une combinaison particulière de niveaux d'agrégation (1–12) pour les données de fréquence de longueur (FL) et d'âge, pour la période 2017–2020. La taille et l'opacité de chaque combinaison augmentent avec son importance dans l'année.

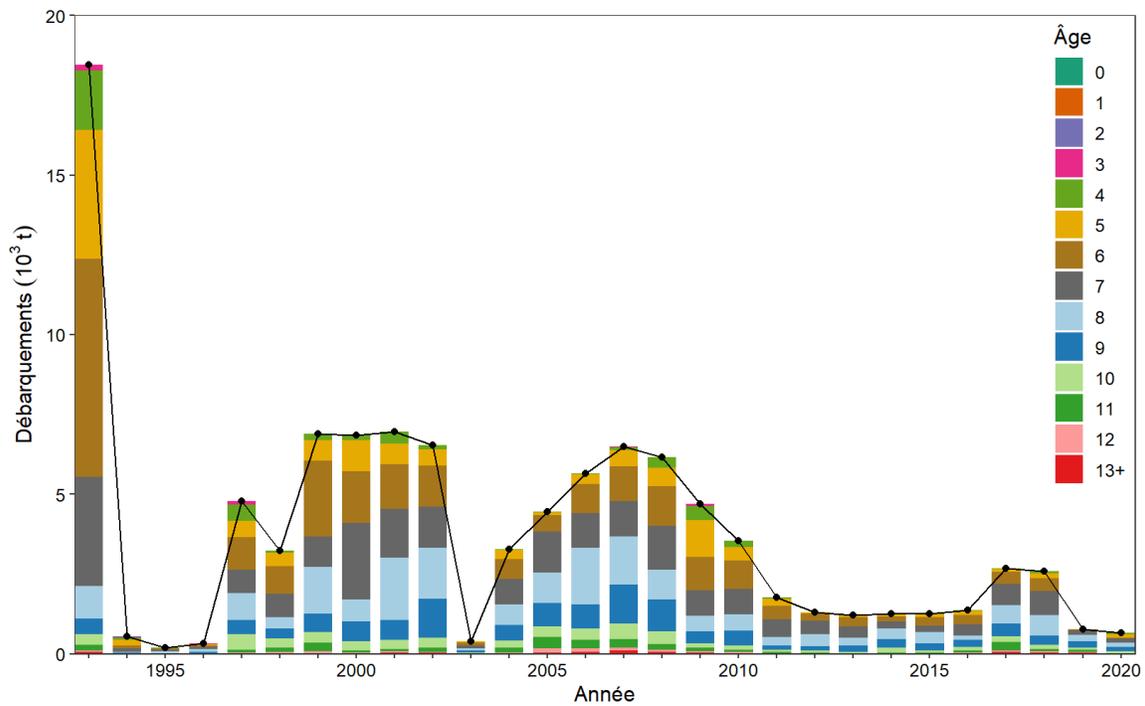


Figure 14. Correspondance entre les débarquements annuels rapportés dans la base de données ZIFF (ligne noire) et les débarquements annuels selon l'âge.

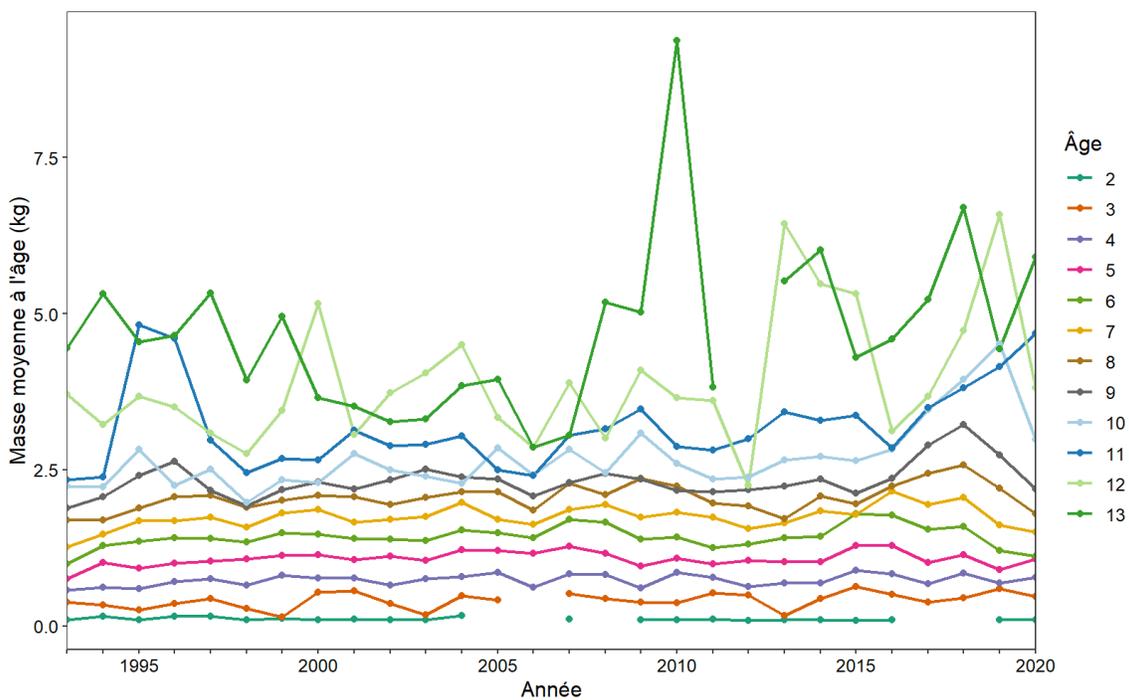


Figure 15. Poids moyen à l'âge (kg) pour la période 1993–2020, selon la nouvelle approche. Les âges > 13 ans ne sont pas montrés.

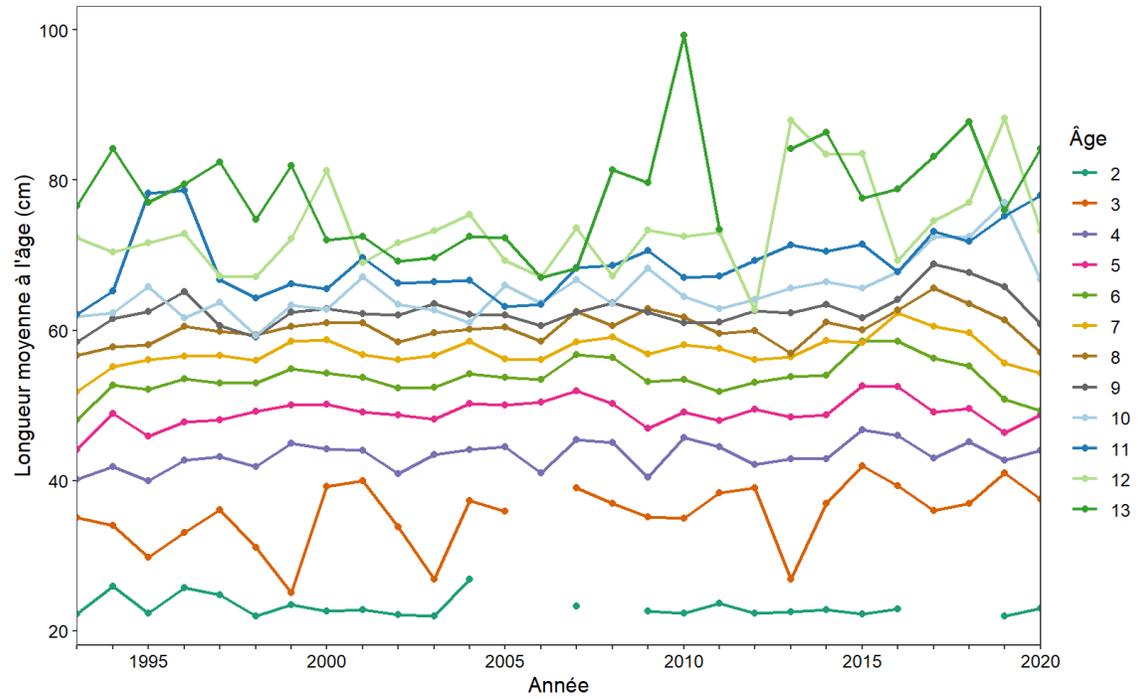


Figure 16. Longueur moyenne à l'âge (cm) pour la période 1993–2020. Les âges > 13 ans ne sont pas montrés.

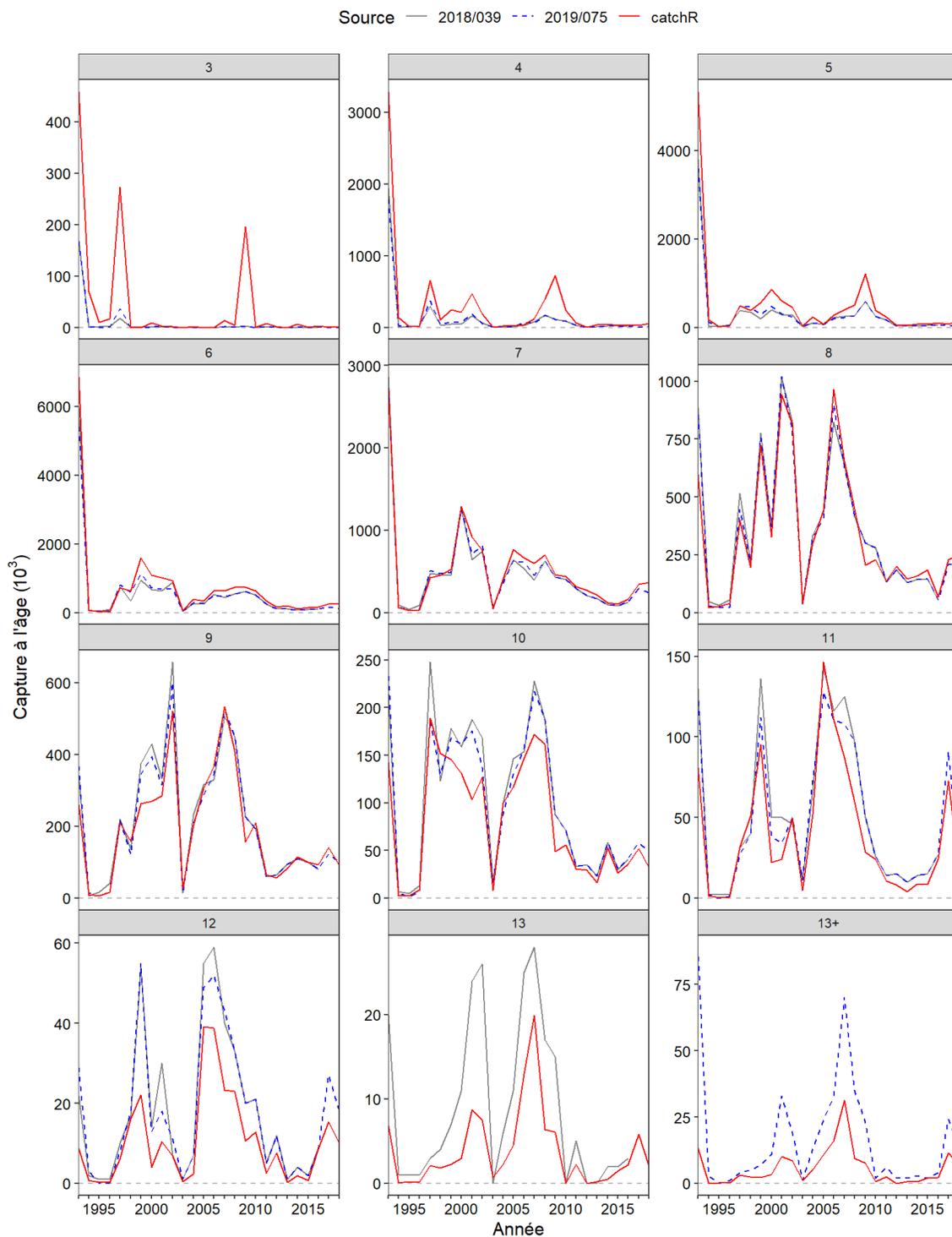


Figure 17. Captures à l'âge (en milliers) publiées dans les deux derniers documents de recherche et selon la nouvelle approche, par âge. Le document de recherche 2019/075 (Brassard et al. 2020) n'employait pas un groupe d'âge de 13 ans comme le travail précédent (2018/039, Brassard et al. 2018), mais plutôt un groupe de 13+ ( $\geq 13$ ).

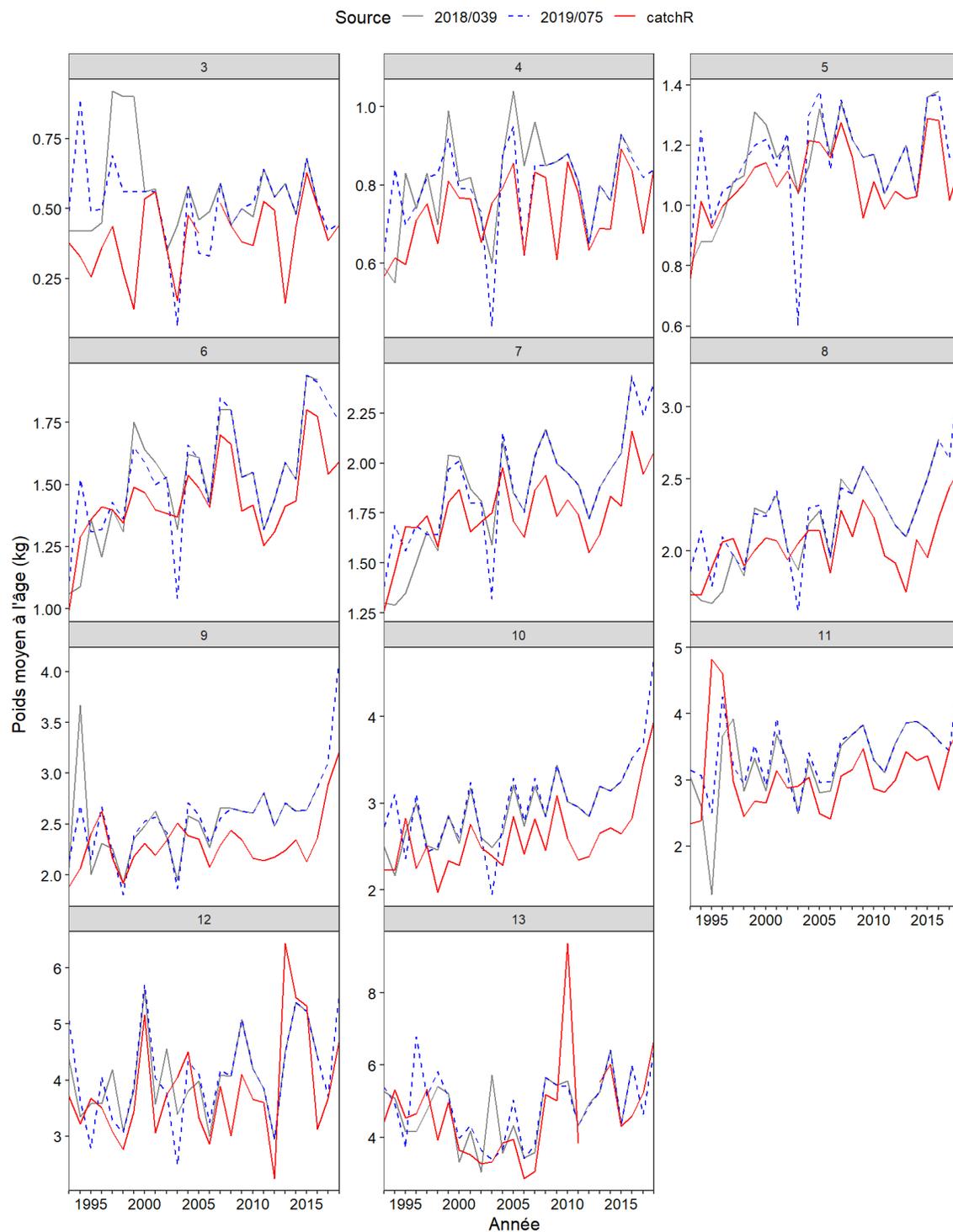


Figure 18. Poids moyens à l'âge (kg) publiés dans les deux derniers documents de recherche et selon la nouvelle approche, par âge.

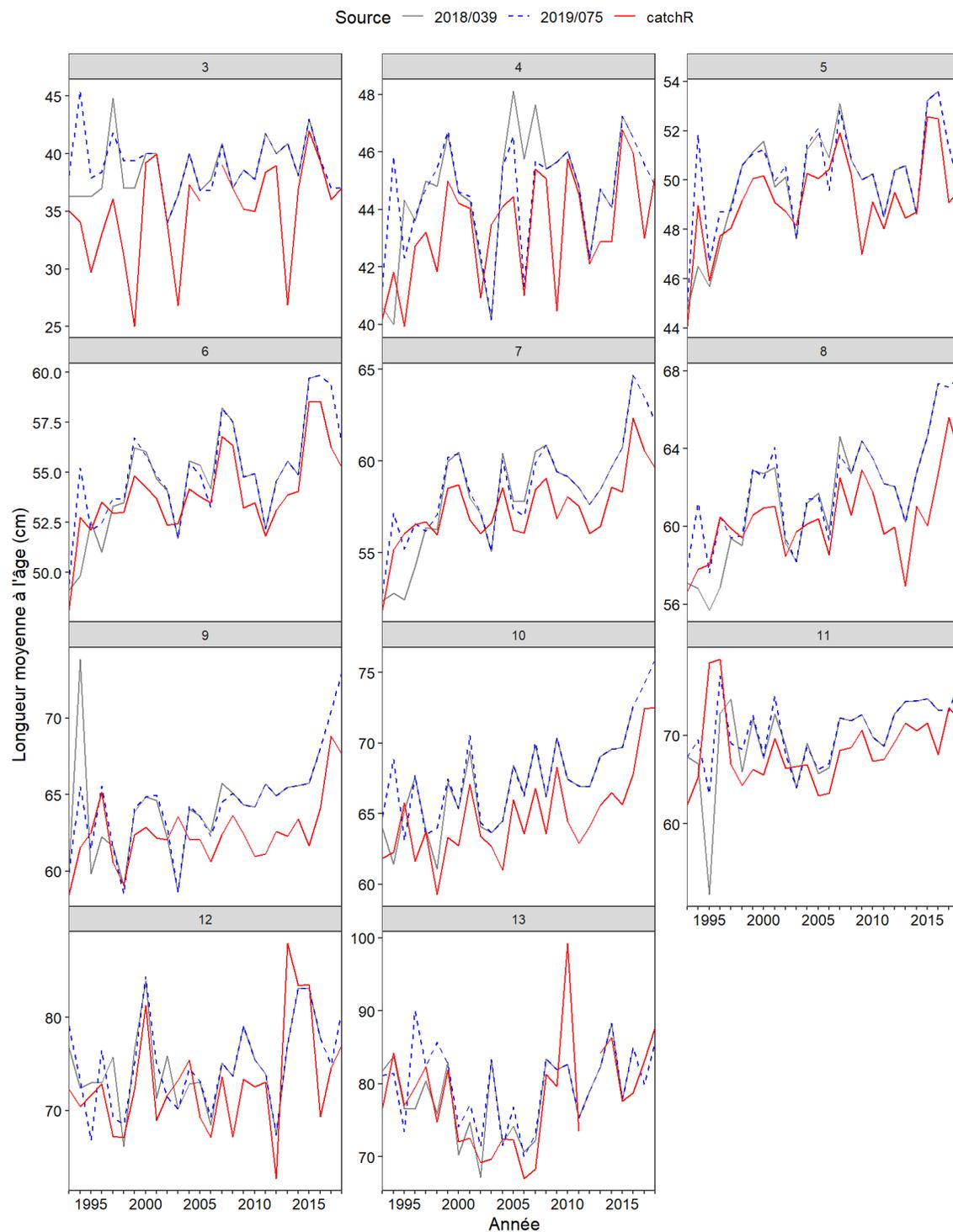


Figure 19. Longueurs moyennes à l'âge (cm) publiées dans les deux derniers documents de recherche et selon la nouvelle approche, par âge.

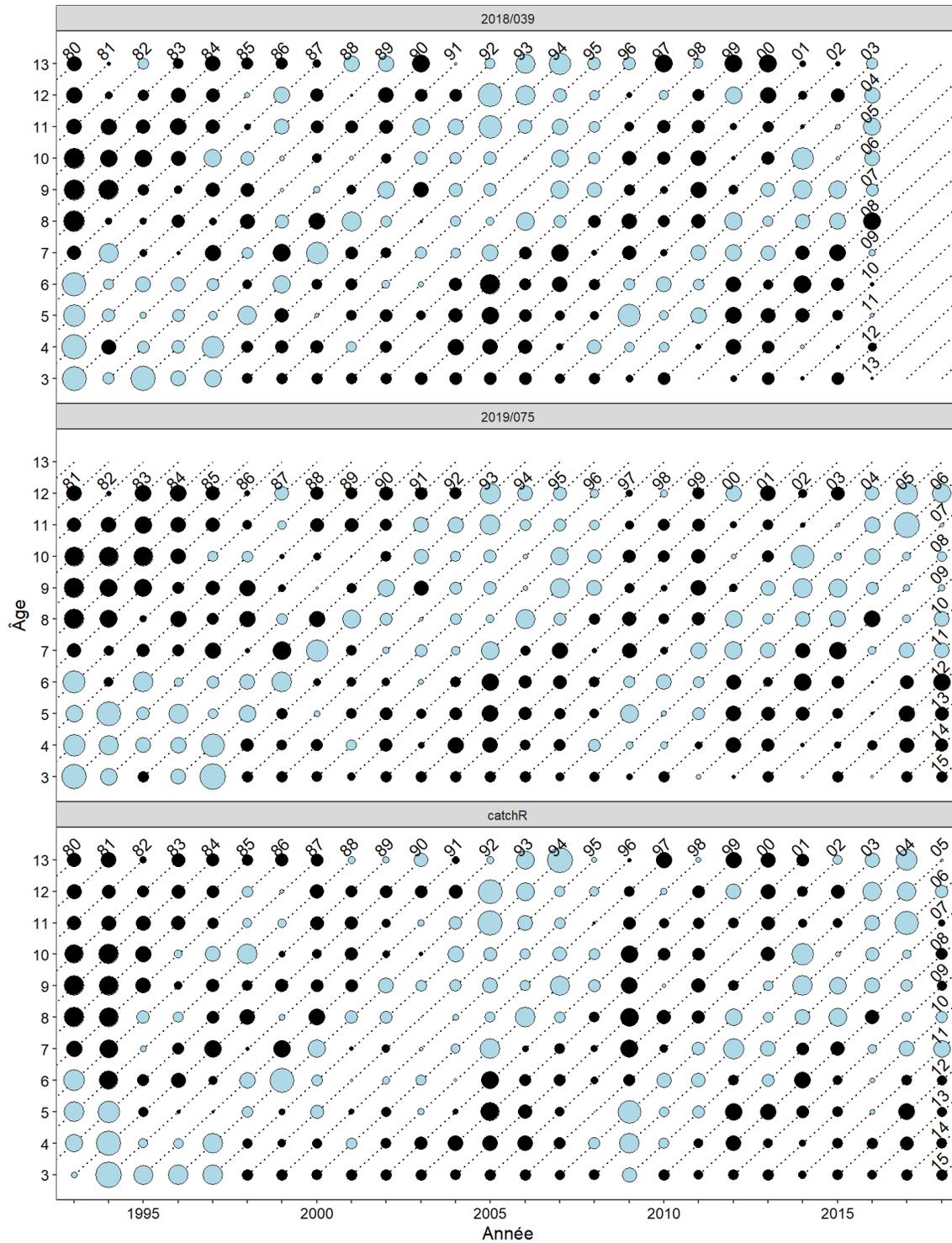


Figure 20. Proportions normalisées selon l'âge par année (PNAA) selon les valeurs obtenues à partir de *catchR* et des deux documents de recherche précédents, avec les bulles bleues et noires indiquant respectivement une valeur au-dessus et en-dessous de la moyenne. La taille des bulles est indicatrice de la valeur PNAA. Les deux derniers chiffres des années de cohorte sont indiqués au-dessus des bulles des âges les plus élevées et de celles de l'année la plus récente.

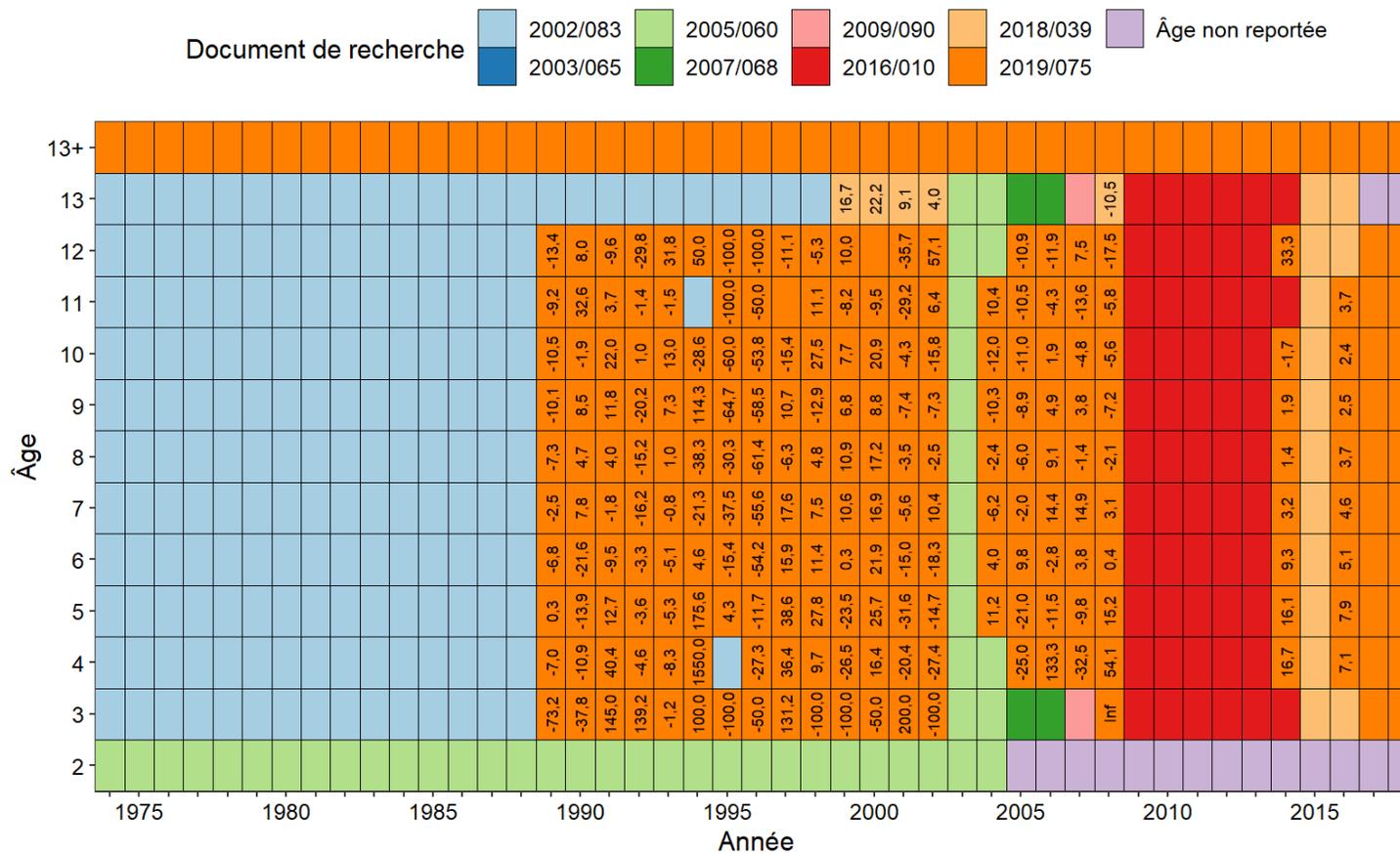


Figure 21. Évolution des corrections apportées dans chaque cellule année–âge en ce qui concerne les nombres à l’âge. La couleur de remplissage correspond au document de recherche qui a modifié en dernier chaque cellule. Les valeurs affichées dans les cellules représentent la différence de % entre la première et la dernière valeur utilisée ( $[\text{dernière} - \text{première}] / \text{première} \cdot 100$ ). Seuls les documents de recherche publiés après 2000 ont été pris en compte.



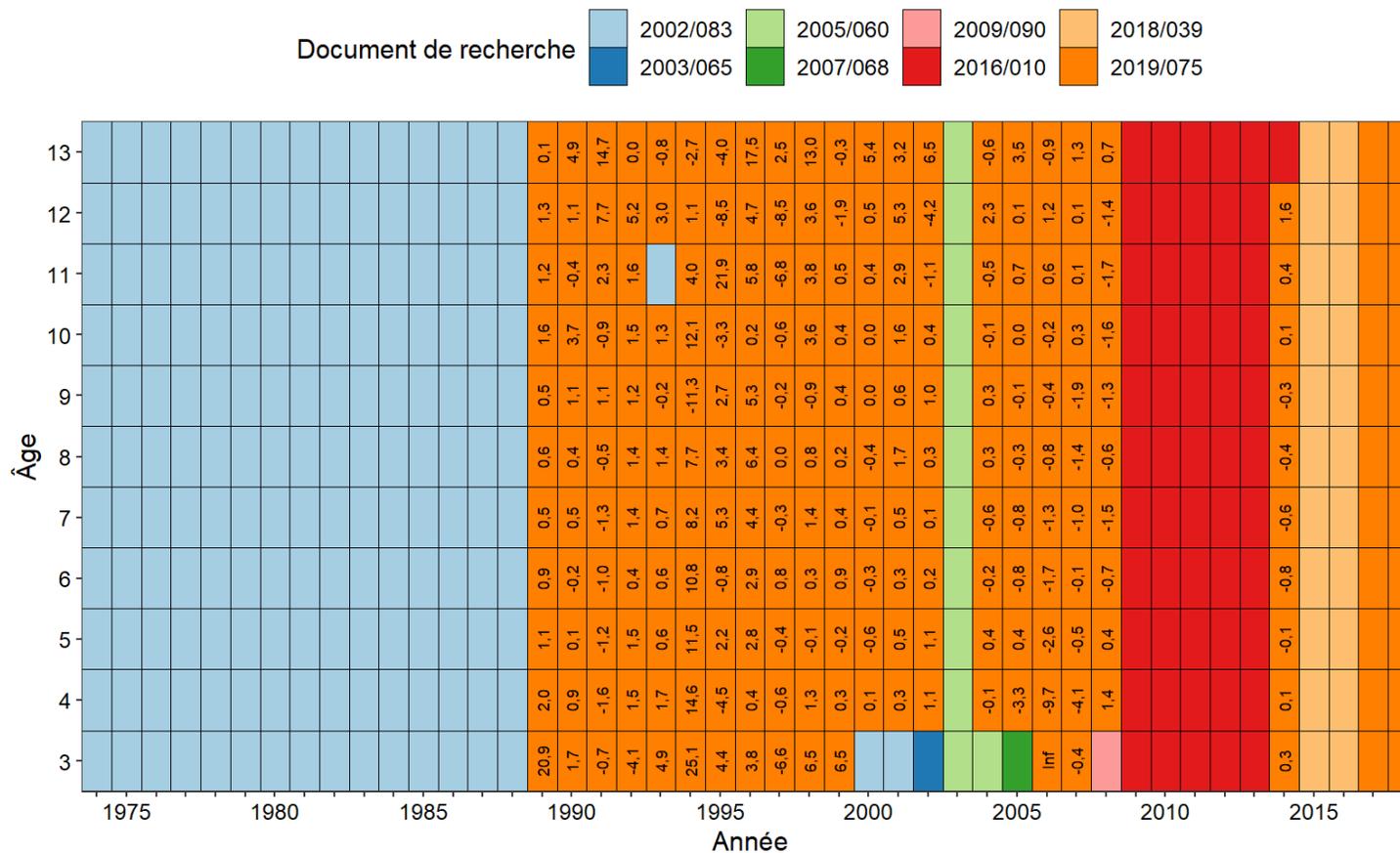


Figure 23. Évolution des corrections apportées dans chaque cellule année-âge en ce qui concerne la longueur moyenne à l'âge. La couleur de remplissage correspond au document de recherche qui a modifié en dernier chaque cellule. Les valeurs affichées dans les cellules représentent la différence de % entre la première et la dernière valeur utilisée ( $[\text{dernière} - \text{première}] / \text{première} \cdot 100$ ). Seuls les documents de recherche publiés après 2000 ont été pris en compte.

---

## ANNEXE A. PAQUET *R* CATCHR

Le paquet *R* `catchR` peut être consulté et téléchargé à l'adresse suivante :

<https://github.com/iml-assess/catchR>.

La version `68ea9bf` de `catchR` a été utilisée pour ce document de recherche (numéro de *commit*). Pour télécharger la dernière version du paquet, saisissez dans la console *R* :

```
devtools::install_github("iml-assess/catchR")
```

Pour télécharger la version utilisée dans ce rapport, ou toute autre version, utilisez l'argument `ref` de la fonction pour entrer le numéro de *commit* souhaité. Par exemple, l'exécution de

```
devtools::install_github("iml-assess/catchR", ref = "68ea9bf")
```

installe la version `catchR` utilisée pour ce rapport.

Les analyses effectuées pour ce travail peuvent être consultées ici :

[https://github.com/iml-assess/catchR\\_morue](https://github.com/iml-assess/catchR_morue)

Les pages *.html* créées peuvent être consultées ici :

[http://htmlpreview.github.io/?https://github.com/iml-assess/catchR\\_morue/blob/master/\\_site/index.html](http://htmlpreview.github.io/?https://github.com/iml-assess/catchR_morue/blob/master/_site/index.html)

## ANNEXE B. EXTRACTION DES DONNÉES DE FL ET D'ÂGE AU MOYEN DE SAS

Étapes :

1. Après avoir ouvert le programme SAS, dans la barre de menu, cliquez sur File, puis sur Open Program. Sélectionnez le programme `autoexec_peche.sas` situé à l'adresse `S:/SAS/Peche/`.
2. Dans la barre de menu, cliquez sur Run, puis sur Submit. Une fenêtre s'ouvre (figure B.1).
3. Cliquez sur Répertoire de sortie pour le fichier d' extraction et choisissez un répertoire où les données extraites seront sauvegardées.
4. Cliquez sur Extraction.
5. Choisir la morue franche comme espèce (figure B.2).
6. Selon les données recherchées, vérifiez :
  - a. FL : Entêtes-Fréq (lignes 4 et 5).
  - b. Âge : Caractéristiques biologiques.
7. Cliquez sur Continuer.
8. Renommez le fichier contenant l'extraction (figure B.3). Par exemple : `cod_freq.dat` ou `cod_carbio.dat`.
9. Pour les années d'intérêt, choisissez une période dans années à extraire.
10. Laissez les unités des variables telles que présentées.
11. Cliquez sur Continuer. L'extraction est terminée.
12. Cliquez sur Sortie et retournez à l'étape 6 pour extraire un autre type de données.

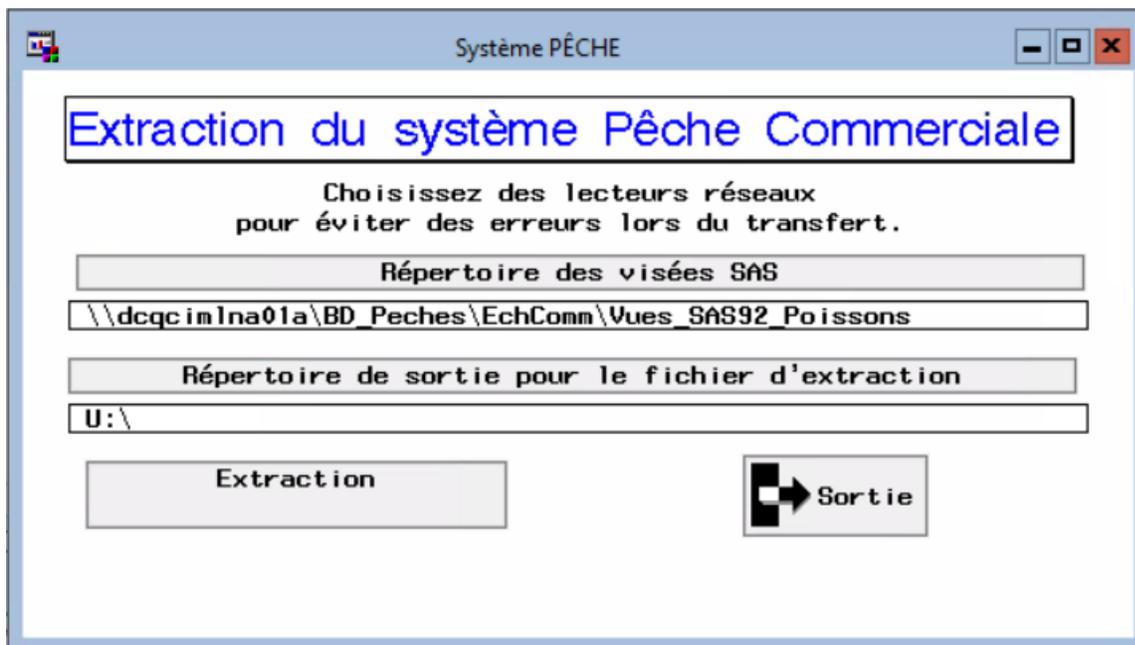


Figure B.1. Programme `autoexec_peche.sas`. Fenêtre d'accueil.

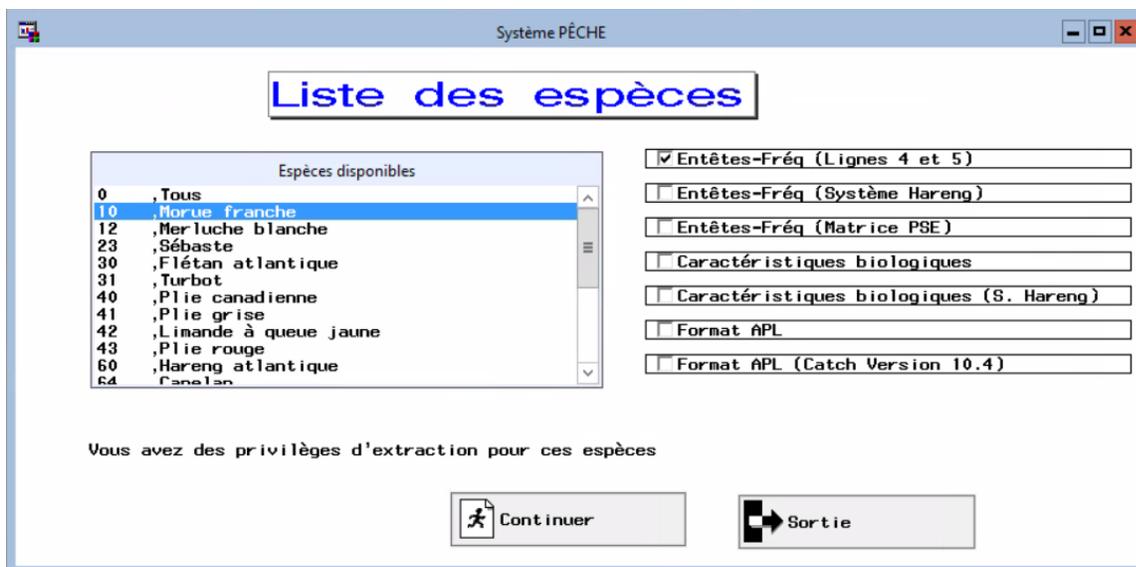


Figure B.2. Programme *autoexec\_peche.sas*. Liste des espèces et choix des données à extraire.

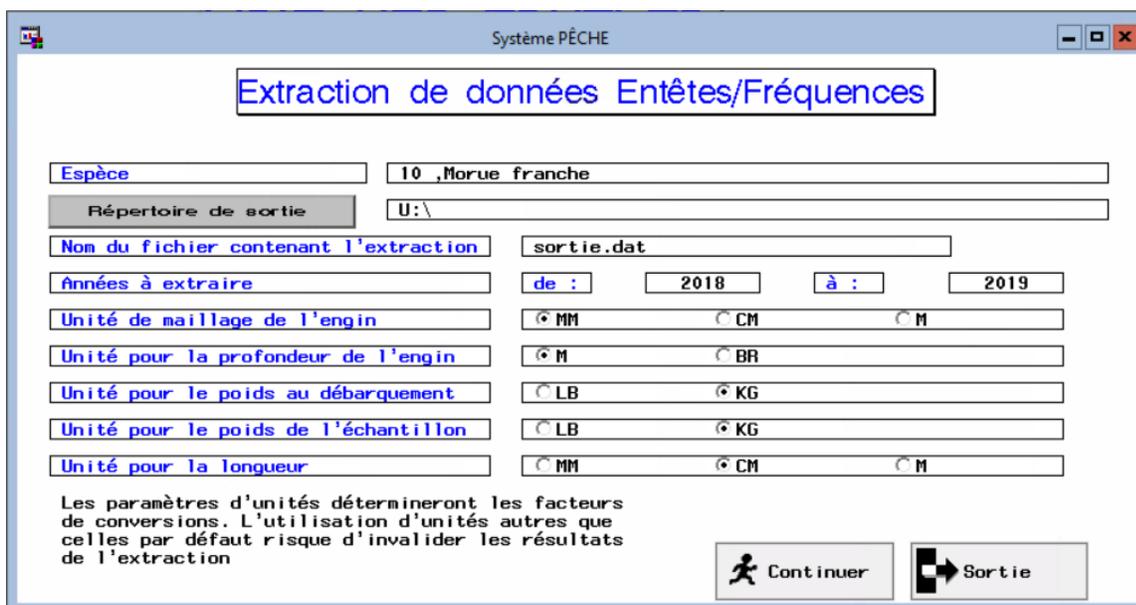


Figure B.3. Programme *autoexec\_peche.sas*. Paramétrage des données à extraire.