



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 2026/056

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Indices normalisés et renseignements biologiques pour la morue de la sous-division 3Ps provenant des relevés par pêche sentinelle au filet maillant et à la palangre au moyen du progiciel R « Rsentinel »

Rajeev Kumar, Divya Varkey, Dawn M. Parsons, Laura Wheeland et Katherine Skanes

Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Avant-propos

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

Publié par :

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

[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/
DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2026

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

ISSN 2292-4272

ISBN 978-1-100-00134-0 N° cat. Fs70-5/2026-056F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Kumar, R., Varkey, D.A., Parsons, D.M., Wheeland, L., et Skanes, K. 2026. Indices normalisés et renseignements biologiques pour la morue de la sous-division 3Ps provenant des relevés par pêche sentinelle au filet maillant et à la palangre au moyen du progiciel R « Rsentinel ». Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2026/056. iv + 37 p.

Also available in English :

Kumar, R., Varkey, D.A., Parsons, D.M., Wheeland, L., and Skanes, K. 2026. *Standardized Indices and Biological Information for 3Ps Cod from the Sentinel Gillnet and Linetrawl Surveys using the 'Rsentinel' R-Package*. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2026/056. iv + 36 p.

TABLES DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
1. INTRODUCTION	1
1.1. HISTORIQUE DU PROGRAMME DE PÊCHE SENTINELLE	1
1.2. COUVERTURE SPATIALE DU PROGRAMME.....	1
1.3. CONCEPTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE	2
1.4. ENGINS UTILISÉS DANS LE RELEVÉ	2
1.5. ANALYSE DES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS.....	2
2. MÉTHODES.....	3
2.1. TRAITEMENT DES DONNÉES	3
2.1.1. Détermination de l'âge des données sur la fréquence des longueurs	3
2.1.2. Création d'un ensemble de données complet.....	4
2.1.3. Contrôle final de la qualité des données	4
2.2. DESCRIPTION DU MODÈLE	4
2.3. L'ENSEMBLE « RSENTINEL ».....	6
2.4. INDICATEURS BIOLOGIQUES	7
2.4.1. Coefficient de condition de Fulton (K).....	7
2.4.2. Indice gonadosomatique (IGS)	7
2.4.3. Indice hépato-somatique (IHS)	8
2.4.4. Poids moyen selon l'âge (Wa) avec correction du biais.....	8
3. RÉSULTATS.....	8
3.1. SOMMAIRE DU RELEVÉ ET DES INTRANTS	8
3.2. INDICES NORMALISÉS POUR LA MORUE DANS LA PÊCHE SENTINELLE AU FILET MAILLANT DE 5,5 POUCES ET À LA PALANGRE DANS LES DIVISIONS 3PS	9
3.3. INDICATEURS BIOLOGIQUES	9
3.3.1. Coefficient de condition de Fulton (K).....	9
3.3.2. Indice gonadosomatique (IGS)	10
3.3.3. Indice hépato-somatique (IHS)	10
3.3.4. Poids moyen selon l'âge (Wa) avec correction du biais.....	10
4. DISCUSSION.....	10
5. RÉFÉRENCES CITÉES	11
6. FIGURES	12
7. TABLEAUX	33

RÉSUMÉ

Le présent document fournit des renseignements sur les indices normalisés et la biologie des populations de morue franche (*Gadus morhua*) dans la sous-division 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO), d'après les données du relevé par pêche sentinelle. Il décrit les tendances des indices normalisés obtenus à partir des filets maillants (GN) et des palangres (LT), ainsi que des paramètres biologiques tels que le coefficient de condition de Fulton (K), l'indice gonadosomatique (IGS), l'indice hépato-somatique (IHS) et le poids selon l'âge (Wa), et montre comment le progiciel R « Rsentinel » aide à analyser ces tendances.

Les analyses mensuelles de K suggèrent que la morue franche est dans un état optimal pendant la deuxième moitié de l'année, avec les valeurs de K les plus élevées en juillet, août et septembre. Le profil mensuel de l'IGS indique un pic d'activité de frai au printemps et au début de l'été. Les valeurs de l'IHS pour les femelles et les mâles dépassent systématiquement 3, les femelles affichant des valeurs légèrement plus élevées, ce qui correspond à un état hépatique sain. La grande variabilité du poids selon l'âge moyen au fil des ans est largement attribuable à la petite taille des échantillons, en particulier pour les poissons les plus jeunes et les plus âgés. Pour les poissons d'âge 7 et plus, il y a eu un déclin général du poids selon l'âge au cours de la série chronologique.

Pour les calculs de l'indice normalisé des deux engins (GN et LT de 5,5 pouces), seuls les échantillons des ensembles déployés entre juin et novembre sont actuellement utilisés. Cependant, un nombre important de calées déployées en décembre ont été exclues, mais pourraient être intégrées dans les calculs de l'indice. Les tendances aux sites fixes correspondent étroitement à celles des sites expérimentaux pour les deux engins, ce qui laisse croire à la possibilité d'intégrer les données des deux sites dans les calculs de l'indice. Cette similarité indique que les données des pêches sentinelles sont informatives. À l'exception de quelques années, les prises à la palangre (LT) dépassent celles au filet maillant (GN). Le taux de prise avec regroupement par âge montre que les sites expérimentaux présentaient généralement des taux de prise plus élevés que les sites fixes pour les deux engins. Pour le GN, le taux de prise le plus élevé a été enregistré en 1997, avec 29 poissons par filet aux sites fixes et 35 poissons par filet aux sites expérimentaux. Cependant, dès 2022, ce nombre a chuté à environ 5 poissons par filet dans les deux types de sites. De même, pour la LT, le taux de prise maximal a eu lieu en 1995, avec 189 poissons par 1 000 hameçons dans les sites fixes et 224 poissons par 1 000 hameçons dans les sites expérimentaux. Dès 2022, ce nombre avait diminué à environ 62 poissons par 1 000 hameçons dans les sites fixes et à 67 poissons par 1 000 hameçons dans les sites expérimentaux. Les débarquements de morue franche (tous types d'engins confondus) ont chuté de façon marquée, passant de plus de 200 t en 1995 à moins de 50 t en 1999, puis ont diminué graduellement avec des fluctuations mineures pour atteindre environ 11 t en 2022. La tendance générale met en évidence une diminution à long terme des débarquements. Le GN de 5,5 pouces capture généralement des poissons entre 50 et 80 cm de longueur, tandis que les prises à la LT commencent à environ 30 cm de longueur. Les fourchettes de tailles des poissons capturés avec chaque type d'engin semblent être constantes d'une année à l'autre. Les diagrammes à bulles basés sur des indices normalisés montrent que le relevé par pêche sentinelle peut suivre certaines cohortes au fil des années.

1. INTRODUCTION

1.1. HISTORIQUE DU PROGRAMME DE PÊCHE SENTINELLE

Depuis les années 1970, des relevés plurispécifiques stratifiés par navire de recherche (NR) au chalut de fond ont permis de surveiller les stocks de morue franche (*Gadus morhua*), y compris la morue du Nord dans les divisions 2J3KL et 3Ps de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) et dans la sous-division 3Ps. Cependant, ces relevés, qui sont des relevés scientifiques au chalut, ne couvrent pas les zones côtières où ces stocks sont également répartis. Reconnaissant la nécessité de surveiller les tendances des stocks dans ces zones côtières, en particulier après les déclinés importants des deux stocks au début des années 1990, des relevés par pêche sentinelle ont été entrepris en 1995. Bien que le relevé par NR de Pêches et Océans Canada (MPO) englobe une grande partie de la zone du stock, les changements dans la composition de la biomasse et de l'âge des morues ont soulevé des questions sur les conditions dans les zones littorales, qui ne sont pas couvertes par le relevé.

Des projets de relevés par pêche sentinelle ont été officiellement annoncés par le ministre du MPO en octobre 1994. Les relevés par pêche sentinelle dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.) du MPO étaient une extension du projet des pêcheurs repères du programme des projets scientifiques sur la morue du Nord, avec des modifications pour permettre des activités scientifiques réalisables uniquement en vertu d'un moratoire sur la pêche (1995 à 1998). Trois groupes de l'industrie ont participé au programme de relevés par pêche sentinelle : la Fish Food and Allied Workers (FFAW), la Fogo Island Cooperative et la coopérative de Petty Harbour. Au cours des dernières années, la coopérative de Petty Harbour a concentré ses travaux sur le marquage de la morue dans le cadre du financement du Programme de recherche conjointe en sciences halieutiques (PRCSH) et n'a plus participé aux activités de pêche sentinelle. Les principaux collecteurs de données dans le relevé par pêche sentinelle étaient des pêcheurs côtiers. Dans le cadre des consultations avec les pêcheurs côtiers et les organisations de pêche, les lieux de pêche côtière traditionnels ont été désignés et cartographiés. Afin de réduire au minimum la variabilité interannuelle de la collecte des données, on s'attendait à ce que les participants conservent le relevé pour plusieurs années.

Les objectifs du projet collaboratif étaient l'élaboration d'indices de l'abondance relative (c.-à-d. les taux de prise) pour les évaluations des ressources; l'intégration des connaissances des pêcheurs côtiers dans le processus d'évaluation des ressources; l'évaluation de la variabilité interannuelle de la répartition des ressources dans les zones côtières; la collecte de renseignements sur les principaux paramètres biologiques utilisés dans les évaluations (c.-à-d. la longueur des poissons, leur sexe, l'âge déterminé à l'aide d'otolithes et les contenus stomacaux). Les prises par unité d'effort (PPUE) de ces relevés ont été normalisées pour tenir compte des effets spatiaux et saisonniers et utilisées pour guider les évaluations des deux stocks de morue franche. En outre, l'échantillonnage (longueurs et poids) est utilisé pour présenter des renseignements sur les aspects biologiques, comme l'état du poisson dans la population.

1.2. COUVERTURE SPATIALE DU PROGRAMME

À l'hiver 1995, le projet pilote a été lancé dans 14 sites de la sous-division 3Ps de l'OPANO et a duré 15 semaines. À l'automne 1995, le programme a été étendu aux divisions 2J3KL avec 53 sites allant de Black Tickle à Point Lance. Depuis 1995, 115 participants des divisions 2J3KL et 33 de la sous-division 3Ps ont participé au programme (figures 6.1 et 6.2). Ces sites ont été exploités chaque année de janvier à décembre, bien que la majeure partie de l'activité ait lieu en automne.

1.3. CONCEPTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

Des entreprises de pêche de St. Bride's à Burgeo ont participé au relevé par pêche sentinelle dans la sous-division 3Ps de l'OPANO. Les participants aux relevés reçoivent une formation sur l'échantillonnage scientifique, l'utilisation de l'équipement et l'évaluation des ressources. La pêche est pratiquée dans un site fixe (site témoin) et dans au moins un site expérimental. Les sites fixes ont des emplacements prédéterminés en fonction des zones de pêche historiques et des habitudes d'utilisation des engins, tandis que les sites expérimentaux varient au sein d'une zone désignée. Pour chaque jour de pêche, jusqu'à la moitié des engins de pêche sont déployés au site témoin et le reste au site expérimental, à la discrétion des pêcheurs du programme de pêche sentinelle. Les relevés durent habituellement de 9 à 12 semaines par année, pour une moyenne de 10 semaines depuis 2005. Les pêcheurs utilisant des filets maillants à grandes mailles (GN, 5,5 po) déploient jusqu'à six filets en monofilament de 50 brasses, avec un maximum de trois jeux de filets par jour. Les pêcheurs à la palangre utilisent deux baquets d'hameçons appâtés par jour, chacun contenant environ 500 hameçons. De plus, un petit filet maillant (3,25 po) est déployé à certains sites au moins une fois par semaine. Le prélèvement annuel total de morue franche est calculé à partir des données recueillies aux sites témoins et expérimentaux (Mello et Simpson 2022).

Pour chaque événement de pêche, un enregistrement complet des métadonnées des échantillons est recueilli. Les journaux de bord consignent l'emplacement de la calée (latitude et longitude), les heures de début et d'immersion, le nombre de morues et d'autres espèces (prises accessoires) capturées et rejetées, ainsi que les principales conditions environnementales telles que la direction et la vitesse du vent, la couverture nuageuse, les conditions de marée, la température de l'eau en profondeur et d'autres notes (figure 6.3). Les prises sont triées par espèce. Toutes les morues sont mesurées pour la longueur totale (LT) (par sexe), et les otolithes sont recueillis à partir d'un sous-ensemble stratifié selon la longueur (figure 6.4) de l'échantillon pour permettre l'élaboration de clés âge-longueur. De plus, jusqu'à 100 morues franches entières sont recueillies à divers endroits, congelées et envoyées toutes les deux semaines au MPO à St. John's (T.-N.-L.) pour des mesures biologiques détaillées, y compris la longueur totale, le poids éviscéré et le poids du foie et des gonades (Mello et Simpson 2022).

1.4. ENGINS UTILISÉS DANS LE RELEVÉ

Les prises ont été estimées en poids, et un sous-échantillon de poissons a été mesuré pour les mesures de longueur et biologiques. Quatre types d'engins ont été utilisés au cours du relevé par pêche sentinelle :

- Piège à morue (de 1995 à 2001, n'est plus utilisé)
- Ligne à main (de 1997 à 2002, n'est plus utilisée)
- Filet maillant : mailles de 5,5 po et 3,25 po (utilisation continue depuis 1995)
- Palangre (utilisation continue depuis 1995)

1.5. ANALYSE DES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS

Les données des pêches sentinelles sont incluses dans les évaluations de la morue depuis 1995. L'information est présentée à la fois brute (non normalisée) et normalisée, en tenant compte des effets sur le site et saisonniers (modélisés). Les principaux renseignements suivants sont tirés des données de la pêche sentinelle :

- Taux de prise : Nombre de poissons par filet ou par 1 000 hameçons

-
- Indices avec et sans regroupement par âge
 - Fréquences de longueur
 - Information sur les prises accessoires
 - État biologique :
 - Coefficient de condition de Fulton (K)
 - Indice gonadosomatique (IGS)
 - Indice hépato-somatique (IHS)
 - Poids moyen selon l'âge (Wa)

2. MÉTHODES

2.1. TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données sur les prises des relevés annuels par pêche sentinelle sont stockées dans une base de données Microsoft Access, qui contient des renseignements comme des métadonnées, des fréquences de longueur et des détails sur les prises accessoires. L'analyse du poids des sous-échantillons aux fins d'information biologique (longueurs, poids et âges) et les analyses de détermination de l'âge fondées sur les otolithes sont effectuées au MPO.

2.1.1. Détermination de l'âge des données sur la fréquence des longueurs

La première étape de l'analyse des données de la pêche sentinelle consiste à compiler chaque année toutes les données sur l'âge provenant de l'analyse des otolithes et de l'analyse du poids. La deuxième étape consiste à traiter les données sur la FL extraites de la base de données sur la pêche sentinelle et, ultimement, à les convertir en données sur la FA. Il s'agit de processus complexes qui sont divisés en plusieurs grandes étapes, présentées ci-après :

1. les logs des données sur la FL sont associés aux métadonnées de sortie;
2. les données sur la FL pour les mâles et les femelles sont ajoutées pour calculer les totaux par tranche de longueur;
3. la date de levée et la date de calée sont utilisées pour calculer le mois, le trimestre et les durées d'immersion;
4. l'information sur la FL est agrégée en tranches de 3 cm et de 5 cm.

Les âges sont attribués aux données sur la FL en reliant la FL aux clés âge-longueur élaborées à partir de l'analyse des otolithes et du poids des échantillons des relevés par pêche sentinelle. Les données sont fusionnées selon cinq hiérarchies différentes, en commençant par l'échantillonnage le plus proche disponible pour les blocs d'emplacement et de temps tels que trimestriel, semestriel et annuel. Les cinq étapes de la fusion sont les suivantes :

1. Première fusion : par variable (engin, division de l'OPANO, zone unitaire, année, semestre, trimestre);
2. Deuxième fusion : par variable (engin, division de l'OPANO, zone unitaire, année, semestre);
3. Troisième fusion : par variable (engin, division de l'OPANO, zone unitaire, année);
4. Quatrième fusion : par variable (engin, division de l'OPANO, année, semestre, trimestre);

-
5. Cinquième fusion : par variable (engin, division de l'OPANO, année, tranche de longueur du poisson = 5 cm FL).

Une fois le processus de fusion terminé, on vérifie que les enregistrements de FL pour lesquels l'âge n'a pas été déterminé ne comportent aucune incohérence, étant donné qu'un grand nombre d'enregistrements n'ont pas fait l'objet du processus de détermination de l'âge pour une année ou tranche de longueur donnée. Le processus de fusion en cinq étapes génère l'ensemble des données sur l'âge provenant des relevés.

2.1.2. Création d'un ensemble de données complet

Un ensemble de données complet est créé en combinant les données sur l'âge avec tous les enregistrements des événements de pêche où aucune morue n'a été capturée.

2.1.3. Contrôle final de la qualité des données

À la dernière étape, les filtres suivants sont appliqués aux données avant l'envoi des données au modèle de normalisation :

- les événements de pêche de juin à novembre seulement sont retenus pour l'analyse;
- pour les données du gouvernement du Nunavut, seules les données des événements de pêche où les durées d'immersion sont comprises entre 12 et 32 heures sont conservées;
- pour les pêcheurs à la palangre, seules les activités de pêche avec des durées d'immersion de 24 heures et moins sont incluses;
- toutes les données sont résumées à l'échelle mensuelle;
- la combinaison entreprise-mois est retirée lorsque 5 poissons ou moins sont capturés pendant toute la période de l'un ou l'autre des relevés.

2.2. DESCRIPTION DU MODÈLE

Les modèles de Poisson avec un lien logarithmique ont été ajustés avec les variables « mois » et « âge » en tant qu'« effets imbriqués » : le mois a été imbriqué à l'intérieur du site de pêche (seqcode) et l'âge, à l'intérieur de l'année. Dans la base de données des prises par pêche sentinelle, un seqcode est un code d'identification séquentiel attribué à un participant ou à une entreprise dans le relevé par pêche sentinelle, en fonction de son site de pêche, du nord au sud. Si un participant se retire de la pêche ou est remplacé par un nouveau participant autorisé à pêcher au même site, un nouveau code séquentiel unique lui est attribué. Par conséquent, le seqcode englobe à la fois le site de pêche et les effets individuels.

En supposant que Y est le nombre de poissons capturés par filet dans la pêche sentinelle et qu'il suit une distribution de Poisson avec un taux moyen λ : $Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$, la relation entre λ_i et les prédictors est modélisée à l'aide de la fonction de lien logarithmique.

$$\log(\lambda_i) = \beta_{seqcode} \cdot [\text{month \%in\% seqcode}]_i + \beta_{année} \cdot [\text{age\%in\%year}]_i + \log(engin)_i \quad (2.1)$$

où $\beta_{seqcode}$ représente le coefficient capturant l'interaction entre le mois et le seqcode, ce qui facilite l'estimation de coefficients distincts pour chaque niveau de mois au sein du groupe seqcode correspondant; de même, β_{year} représente l'interaction entre l'âge et l'année, permettre des estimations distinctes des coefficients pour chaque niveau d'âge au sein de son groupe d'année respectif. $\log(gear)_i$, ou log de la quantité d'engins, est le terme de compensation pour les taux de modélisation (nombre par filet/hameçon). Comme il a été mentionné, $Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$, et par conséquent, la probabilité estimée pour Y_i est donnée par :

$$\hat{P}(Y_i = y) = \frac{\hat{\lambda}_i^y e^{-\hat{\lambda}_i}}{y!} \quad \text{où } i = 0 \ 1 \ 2 \ \dots \quad (2,2)$$

Nous utilisons la fonction du modèle linéaire généralisé (MLG) dans R pour modéliser Y . Après avoir optimisé les données brutes, les moyennes des moindres carrés (moyennes LS), également appelées moyennes marginales estimées (emmeans), sont calculées pour chaque âge d'une année (age%in%year) avec des limites de confiance, en utilisant la fonction emmeans du paquet emmeans du progiciel R. Les moyennes des moindres carrés sont ajustées, ce qui signifie qu'elles tiennent compte des effets d'autres variables. Elles fournissent une estimation équilibrée des moyennes des groupes, permettant des comparaisons tout en tenant compte des influences des covariables et des effets d'interaction dans un modèle. La structure des données d'entrée du modèle (tableau 2.1), les codes R pour les moyennes LS et le MLG pour le modèle sans regroupement par âge et un extrait de l'extrait final (tableau 2.2) sont les suivants :

Tableau 2.1 : Structure des données d'entrée à utiliser dans la normalisation.

type	engin	maillage	div	seqcode	mois	année	âge	effort de pêche (gearamt)	n	logamt
F	5	5140	3P	116	6	1995	3	24	0	3,178
F	5	5140	3P	116	6	1995	4	24	0	3,178
F	5	5140	3P	116	6	1995	5	24	58	3,178
F	5	5140	3P	116	6	1995	6	24	143	3,178
F	5	5140	3P	116	6	1995	7	24	103	3,178
F	5	5140	3P	116	6	1995	8	24	39	3,178

Le code R suivant est un extrait du progiciel « Rsentinel », qui démontre comment le modèle de normalisation est mis en œuvre dans le progiciel. Il montre l'ajustement d'un MLG de Poisson et le calcul des moyennes LS.

```
myfit <- mlm(n~1+month %in% seqcode + age %in% year+offset(logamt),
family=poisson(link="log"),na.action="na.exclude", data=data)
```

```
lsMeans <- emmeans::emmeans(update(myfit,~ +seqcode), ~age %in% year,adjust="none")
```

Le progiciel « Rsentinel » génère plusieurs extraits, y compris des diagnostics du modèle et des graphiques. Toutefois, les extraits principalement utilisés dans l'évaluation sont les indices normalisés annuels par âge, dont un exemple est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2.2 : Les premières rangées des indices normalisés montrent la structure typique des extraits.

année	âge	estimation	limite inférieure	limite supérieure	stock	maillage de l'engin	type d'engin
1995	3	0,018	0,004	0,072	3P	5140	F
1995	4	0,075	0,038	0,150	3P	5140	F
1995	5	3,947	3,427	4,546	3P	5140	F
1995	6	8,569	7,575	9,695	3P	5140	F
1995	7	5,214	4,562	5,959	3P	5140	F

année	âge	estimation	limite inférieure	limite supérieure	stock	maillage de l'engin	type d'engin
1995	8	2,437	2,078	2,858	3P	5140	F

Pour le modèle avec regroupement par âge, les données sur l'âge ne sont pas nécessaires. Pour en tenir compte, nous pouvons simplement exclure la composante [age%in%year] de l'équation (2.1), en laissant le reste de l'équation inchangé. Par conséquent, la moyenne LS fournit uniquement des estimations du taux de prise annuel et ne tient compte que des effets du mois dans chaque code de séquence.

On a examiné l'ajustement du modèle selon l'importance statistique des effets inclus et la distribution des résiduels.

2.3. L'ENSEMBLE « RSENTINEL »

Un progiciel R connu sous le nom de « Rsentinel » a été élaboré pour simplifier l'ensemble du processus d'analyse des relevés par pêche sentinelle. Ce progiciel lit les données sur les prises pour toutes les années directement à partir de la base de données du relevé par pêche sentinelle, lit les fichiers d'âge pour toutes les années directement à partir du répertoire donné, exécute le modèle pour produire les indices normalisés, traite les renseignements biologiques et génère l'extrant final avec des diagnostics complets. Auparavant, l'analyse était effectuée dans SAS, ce qui nécessitait l'exécution de scripts volumineux sur plusieurs pages et qui monopolisait beaucoup de temps et de ressources. Le progiciel Rsentinel rationalise ce processus et fait économiser du temps et des coûts en éliminant la nécessité de disposer de licences SAS coûteuses. Il réduit également l'effort d'extraction des données de la base de données pour les scripts SAS et d'exécution de plusieurs scripts pour les modèles et les informations biologiques. Il facilite en outre la reproductibilité des résultats et ouvre la voie à des analyses plus approfondies, ce qui le rend avantageux pour la communauté croissante des utilisateurs de R au MPO.

Dans le progiciel Rsentinel, plusieurs fonctions par étapes sont disponibles pour l'analyse. Parmi ces fonctions, voici les plus importantes :

- readAging()= facilite la lecture de tous les fichiers de détermination de l'âge, les traite et les rend ordonnés.
- readDataBase()= lit l'ensemble des prises par pêche sentinelle de la base de données et prépare les résultats pour les étapes suivantes.
- makeModelData()= effectue les cinq étapes de la fusion et génère des données sur les prises selon l'âge.
- runModel()= exécute l'analyse, qui englobe le MLG, les moyennes LS et divers diagnostics du modèle.
- makePlot() = produit un certain nombre de graphiques pour les résultats et les diagnostics du modèle.
- bcMeanWt()= produit une moyenne Wa avec correction du biais.

En plus des fonctions mentionnées ci-dessus, il existe un ensemble de fonctions d'enveloppement « runAll » pratiques pour faciliter le processus d'analyse de bout en bout. Par exemple, les utilisateurs peuvent exécuter une analyse de relevé par pêche sentinelle complète en exécutant simplement le code suivant :

```
dtbase <-"data-raw/2022 Sentinel 28Mar23.accdb"  
ageDir <-"data-raw/SentinelAgingData"
```

```
results5140 <- runAll_DB(dirAging =ageDir,  
  fileDB=dtbase,  
  stock="3Ps",  
  gearMesh=5140,  
  maxYear = 2022,  
  gearType="F")
```

La détermination de l'âge des poissons par les otolithes est une procédure qui nécessite beaucoup de temps et de travail, et il peut parfois y avoir des retards dans l'obtention des données pour une année en particulier. Le progiciel Rsentinel est équipé pour générer des indices annuels avec regroupement par âge, même lorsque les données sur la détermination de l'âge ne sont pas disponibles pour une année donnée, en utilisant la série suivante de fonctions d'écoulement :

```
dtbase <-"data-raw/2022 Sentinel 28Mar23.accdb"  
results5140_agg <-  
runAll_Agg(fileDB=dtbase,gearMesh=5140,gearType="F",maxYear=2022,stock="3Ps")
```

Les descriptions des fonctions ci-dessus sont fournies à titre d'exemples pour illustrer leur utilisation, mais le progiciel Rsentinel comprend des fichiers d'aide détaillés pour utiliser ces fonctions et de nombreuses autres.

2.4. INDICATEURS BIOLOGIQUES

2.4.1. Coefficient de condition de Fulton (K)

Le coefficient de condition de Fulton (K), également connu sous le nom de K de Fulton, est une formule utilisée pour évaluer l'état général d'un poisson. Il quantifie la relation entre la longueur et le poids du poisson, fournissant des renseignements précieux sur sa santé et son état nutritionnel.

$$K = \frac{\text{Poids du corps (après éviscération) (g)}}{\text{Longueur totale (cm)}^3} \times 100 \quad (2,3)$$

Le résultat est une valeur non dimensionnelle qui quantifie la mesure dans laquelle le poids du poisson est lié à la longueur. Lorsque $K = 1$, le poids du poisson est parfaitement proportionnel à la longueur. Une diminution importante de K peut être une indication de facteurs de stress touchant le poisson, comme les maladies, les mauvaises conditions d'alimentation ou la dégradation de l'environnement.

2.4.2. Indice gonadosomatique (IGS)

La valeur de l'IGS est utilisée pour évaluer l'état reproducteur des poissons. Il quantifie la taille relative des gonades par rapport au poids du poisson entier; l'équation ci-dessous utilise le poids du corps après éviscération. Le résultat est généralement exprimé en pourcentage et représente la proportion du poids corporel que constituent les gonades. Cet indice est utile pour évaluer l'état de reproduction des poissons avec des valeurs élevées de l'IGS indiquant un investissement plus important dans la reproduction par le poisson.

$$\text{IGS} = \frac{\text{Poids des gonades (g)}}{\text{Poids du corps (après éviscération) (g)}} \times 100 \quad (2.4)$$

2.4.3. Indice hépato-somatique (IHS)

L'IHS est utilisé pour évaluer la taille relative d'un foie de poisson (hépatopancréas) par rapport au poids du poisson entier; l'équation ci-dessous utilise le poids du corps après éviscération. Comme pour les gonades, l'IQH (généralement exprimé en pourcentage) est utilisé pour surveiller et comprendre la santé et l'état du foie des poissons, ce qui est essentiel pour évaluer les répercussions des facteurs environnementaux, des polluants et des maladies sur la fonction hépatique des populations de poissons.

$$\text{IHS} = \frac{\text{Poids des gonades (g)}}{\text{Poids du corps (après éviscération) (g)}} \times 100 \quad (2.5)$$

2.4.4. Poids moyen selon l'âge (Wa) avec correction du biais

Le biais dans l'estimation du poids selon l'âge est introduit lors du calcul du poids selon l'âge à partir d'échantillons stratifiés selon la longueur. Le poids moyen selon l'âge avec correction de biais a été calculé en tenant compte du nombre d'enregistrements de prises par pêche sentinelle pour chaque strate de longueur et du nombre de poissons sous-échantillonnés pour déterminer leur âge dans cette strate (Morgan et Hoenig 1997).

3. RÉSULTATS

3.1. SOMMAIRE DU RELEVÉ ET DES INTRANTS

Le nombre d'entreprises de pêche participant au programme de pêche sentinelle a diminué de façon constante depuis 2003 (figure 6.5), ce qui a eu une incidence sur le nombre de calées dans le relevé pour tous les types d'engins. La pêche au filet maillant (GN) est demeurée assez stable depuis 2010, mais l'activité de pêche à la palangre (LT) a diminué au cours des dernières années. Dans plusieurs communautés, les nouveaux participants ont été en mesure de maintenir une continuité dans le relevé, et chaque nouveau participant s'est vu attribuer un site de pêche (seqcode) distinct (figure 6.6). Les tableaux 7.1 à 7.3 donnent un aperçu détaillé du nombre de déploiements pour le relevé dans les différentes communautés participant au programme.

L'activité de pêche sentinelle se déroule principalement entre juin et novembre, qui correspondent aux mois utilisés à des fins de normalisation (figure 6.7). Parmi tous les engins, LT capture le plus grand nombre de morues, suivi du GN à mailles de 5,5 pouces (figure 6.8), sauf pendant quelques années (2021 et 2022) lors desquelles le nombre de poissons capturés avec LT était inférieur à celui des poissons capturés avec le GN. Les débarquements totaux prévus pour la morue, en combinant tous les engins, ont connu une chute marquée de plus de 200 t en 1995 à moins de 50 t en 1999. Cette diminution a été suivie d'un déclin plus graduel, avec des fluctuations mineures, pour atteindre environ 11 t en 2022 (figure 6.9). La tendance générale indique une réduction à long terme des débarquements. Les indices non normalisés montrent des tendances similaires entre les sites fixes et expérimentaux. Ces dernières années, les indices montrent une tendance à la hausse dans la pêche au GN, mais une tendance à la baisse dans celle à la LT (figure 6.10). Les fréquences selon la longueur sont illustrées à la figure 6.11. Deux modes sont clairs dans la pêche au GN de 3,25 po, comme c'est le cas pour la pêche au GN à petites mailles. Le GN de 5,5 pouces capture généralement des poissons mesurant entre 50 et 80 cm, tandis que les prises à la LT ont tendance à être d'au moins 30 cm. Les tailles présentes dans chaque engin sont largement constantes d'une année à l'autre.

Après diverses étapes de vérifications de la qualité et l'application des clés âge-longueur, les données sur l'âge utilisées pour la normalisation sont présentées aux figures 6.12 et 6.13. Il y a

une grande variabilité et de nombreuses années sans enregistrement pour les poissons d'âge 3 dans la pêche au GN de 5,5 pouces; par conséquent, l'indice normalisé pour la pêche au GN d'âge 3 n'est pas utilisé dans le modèle d'évaluation de la morue de la sous-division 3Ps.

3.2. INDICES NORMALISÉS POUR LA MORUE DANS LA PÊCHE SENTINELLE AU FILET MAILLANT DE 5,5 POUCES ET À LA PALANGRE DANS LES DIVISIONS 3PS

Les graphiques de résiduels ne montrent aucune tendance préoccupante pour les modèles de normalisation de la pêche au filet maillant (GN) ou à la palangre (LT) (figures 6.14 à 6.17). Les graphiques à bulles des indices normalisés montrent que le relevé par pêche sentinelle est en mesure de suivre certaines cohortes au fil des années (figures 6.18 et 6.19). Les tendances des taux de prise sont très semblables pour les sites fixes et expérimentaux pour ce qui est de l'indice avec regroupement par âge et de l'indice selon l'âge pour les deux types d'engins (figures 6.20 et 6.21). Le taux de prise avec filet maillant de 5,5 pouces révèle des tendances annuelles comparables pour les âges 4 à 10. Initialement, on observe une tendance à la hausse au cours des premières années, les taux de capture les plus élevés étant observés dans la première phase du programme de pêche sentinelle. Par la suite, les taux de prise ont connu une forte baisse au début des années 2000, puis se sont stabilisés. Ces dernières années, il y a eu une augmentation des taux de prise, en particulier pour les âges plus avancés. Pour la pêche à la palangre, la même baisse des taux de prise au début des années 2000 est observée chez les poissons d'âge 6 et plus, mais n'est pas aussi importante que ce qui a été observé dans la pêche au GN. Les deux types d'engins montrent également une augmentation des indices pour les âges 8 et plus au cours des dernières années, mais à des amplitudes différentes. Il est difficile de comparer les indices agrégés (figure 6.21) de la pêche au GN et de celle à la LT, car la forte baisse des indices de la pêche au GN au début de la phase masque la variation dans cette série d'indices.

Le taux de prise normalisé moyen pour les différents engins est fourni dans les tableaux 7.4 à 7.6.

3.3. INDICATEURS BIOLOGIQUES

3.3.1. Coefficient de condition de Fulton (K)

Les résultats montrent les tendances temporelles de la valeur moyenne du K de Fulton pour la morue franche au cours de la série chronologique. L'ensemble de données est composé de données pour les années 1995 à 2022, avec des observations pour les morues mâles et femelles. Il est évident qu'il y a une certaine variation de K dans le temps (figure 6.22). Au cours des premières années, les valeurs du K fluctuent, les femelles ayant en général des valeurs légèrement plus élevées que les mâles. Les valeurs du K semblent se stabiliser au milieu des années 2000 pour les deux sexes, mais diminuent dans la deuxième moitié de la décennie. Vers 2010 à 2015, les valeurs du K demeurent faibles pour les deux sexes. Au cours des dernières années, les valeurs du K se sont quelque peu rétablies, bien qu'elles restent inférieures à celles des périodes précédentes. L'analyse mensuelle des valeurs du K indique que la morue franche connaît une condition optimale au cours de la deuxième moitié de l'année, atteignant ses valeurs les plus élevées en juillet, août et septembre (figure 6.23). On observe une tendance à la baisse du K entre janvier et la fin du printemps. Il y a une certaine variation entre les sexes, mais, dans l'ensemble, les valeurs du K pour les deux sexes sont constantes tout au long de l'année. Une analyse plus approfondie qui tient compte de facteurs comme les habitudes d'alimentation, l'information sur le régime alimentaire, la fraie et les

changements environnementaux, pourrait permettre de mieux comprendre la dynamique saisonnière de l'état de la morue franche.

3.3.2. Indice gonadosomatique (IGS)

Les tendances annuelles de l'IGS pour les femelles et les mâles affichent certaines fluctuations, mais demeurent stables dans l'ensemble (figure 6.22). En 2020, les IGS pour les mâles et les femelles semblent être opposés, mais il s'agit d'une année où l'échantillonnage a été perturbé par la pandémie de COVID-19, ce qui a entraîné une réduction importante du nombre de poissons échantillonnés. La taille moyenne des échantillons en 2017-2019 était de 131 mâles et 128 femelles par année, mais en 2020, le nombre n'était que de 6 mâles et 11 femelles. Les variations mensuelles de l'IGS suivent les cycles de reproduction de la population de morue, influencés par des facteurs environnementaux et biologiques. Les valeurs de l'IGS sont relativement faibles en janvier et février, mais augmentent au printemps et au début de l'été (avril à juin), atteignant des valeurs maximales en juin (figure 6.23). Cette période signifie une activité de reproduction accrue et est donc une indication de la saison de frai. Les données montrent également que les morues mâles et les femelles suivent une tendance mensuelle similaire, bien qu'il puisse y avoir de légères variations dans le moment et l'ampleur des fluctuations de l'IGS. Ces tendances fournissent des renseignements précieux sur le moment des événements de reproduction et la réaction de l'espèce aux changements saisonniers dans la sous-division 3Ps.

3.3.3. Indice hépato-somatique (IHS)

Les valeurs de l'IHS montrent une tendance stable sur toute la série chronologique, la plupart des valeurs restant dans une fourchette étroite. Les valeurs de l'IHS sont légèrement plus élevées pour la morue femelle, mais elles sont systématiquement supérieures à 3 chez les deux sexes (figure 6.22), ce qui indique un état hépatique globalement sain (Dutil *et al.* 1995). Au cours des 10 à 12 dernières années, la majorité des valeurs de l'IHS se situaient entre 3 et 6 %, mais il y a des cas où les valeurs de l'IHS dépassent légèrement cette fourchette. Ces fluctuations sont probablement influencées par des facteurs saisonniers et environnementaux, ainsi que par les variations de la disponibilité des proies et des habitudes d'alimentation qui ont une incidence sur la santé du foie. En ce qui concerne l'IHS mensuel, on observe une tendance à la hausse de juin à août, suivie d'une diminution subséquente (figure 6.23).

3.3.4. Poids moyen selon l'âge (W_a) avec correction du biais

Le poids selon l'âge moyen des poissons âgés de 5 à 10 ans capturés dans le relevé par pêche sentinelle est présenté à la figure 6.24 pour les mâles et les femelles. La grande variabilité de ces estimations d'une année à l'autre est largement attribuable à la petite taille des échantillons, en particulier pour les poissons les plus jeunes et les plus âgés. Pour les âges 7+, il y a eu une diminution générale du poids moyen selon l'âge au cours de la série chronologique (1997 à 2022).

4. DISCUSSION

La transition de SAS à R et le développement du progiciel Rsentinel pour l'analyse des données de relevés par pêche sentinelle marquent une avancée importante en réduisant le temps et les efforts d'analyse tout en assurant des résultats reproductibles.

Pour le calcul de l'indice normalisé pour les deux types d'engins (GN de 5,5 pouces et LT), on utilise les prises à partir de calées déployées entre juin et novembre. Toutefois, un nombre important de calées sont également déployées en décembre; ils sont actuellement omis, mais

pourraient être inclus dans le calcul. Les tendances observées dans les sites fixes correspondent étroitement à celles des sites expérimentaux pour les deux types d'engins, ce qui donne à penser que les données sont informatives et mettent en évidence le potentiel d'intégration des deux sites dans les calculs de l'indice. De plus, les deux types d'engins affichent généralement des tendances similaires, les taux de prise les plus élevés ayant été observés au début du programme.

Le K de Fulton était généralement plus faible entre 2010 et 2019, mais il s'est amélioré au cours des deux ou trois dernières années. La grande variabilité du poids est largement attribuée à la petite taille des échantillons. Pour les âges 7 et plus, il y a eu une diminution générale du poids moyen selon l'âge au cours de la série chronologique.

L'occurrence de multiples valeurs nulles dans un modèle de régression de Poisson dénote la nécessité potentielle d'envisager un modèle de régression à inflation nulle. La mise en œuvre d'un modèle à inflation nulle permettrait un meilleur ajustement en tenant compte de la surabondance des zéros, que la régression de Poisson standard pourrait ne pas gérer efficacement. Cette approche pourrait donner lieu à un modèle plus représentatif des données, ce qui mènerait à un indice normalisé plus fiable.

5. RÉFÉRENCES CITÉES

- Dutil, J.-D., Lambert, Y., Chouinard, G.A., and Fréchet, A. 1995. [Fish condition: What should we measure in cod \(*Gadus morhua*\)?](#) DFO Atl. Fish. Res. Doc. 95/11.
- Mello, L.G.S., et Simpson, M.R. 2022. [Relevés par pêche indicatrice effectués de 1995 à 2020 – Taux de prise et renseignements biologiques sur la morue franche \(*Gadus morhua*\) dans la sous-division 3Ps de l'OPANO.](#) Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/014. iv + 40 p.
- Morgan, M.J., and Hoenig, J.M. 1997. Estimating maturity-at-age from length stratified sampling. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 21: 51–63.

6. FIGURES

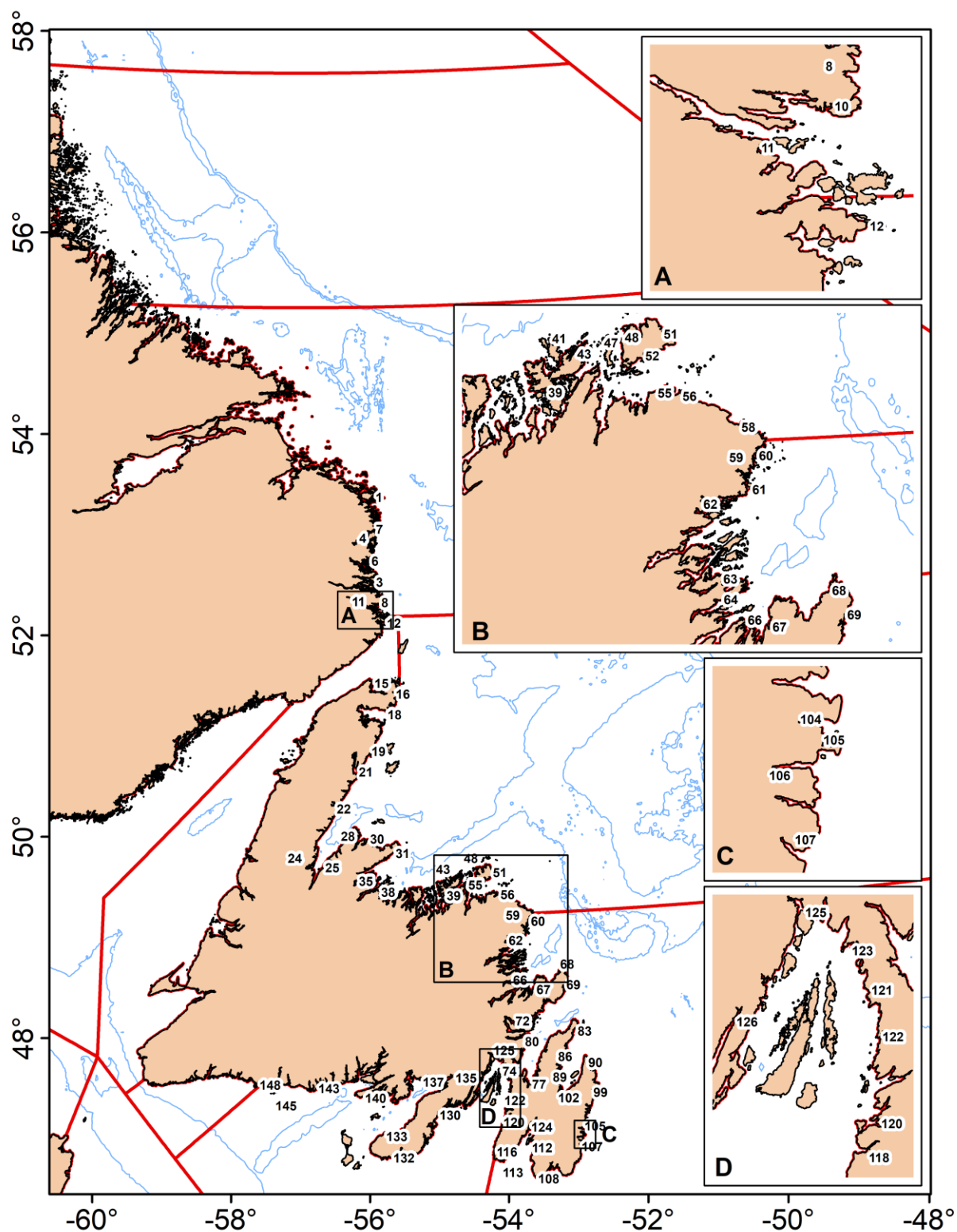


Figure 6.1 : Répartition de tous les sites de pêche sentinelle dans les divisions 2J3KL et la sous-division 3Ps de l'OPANO.

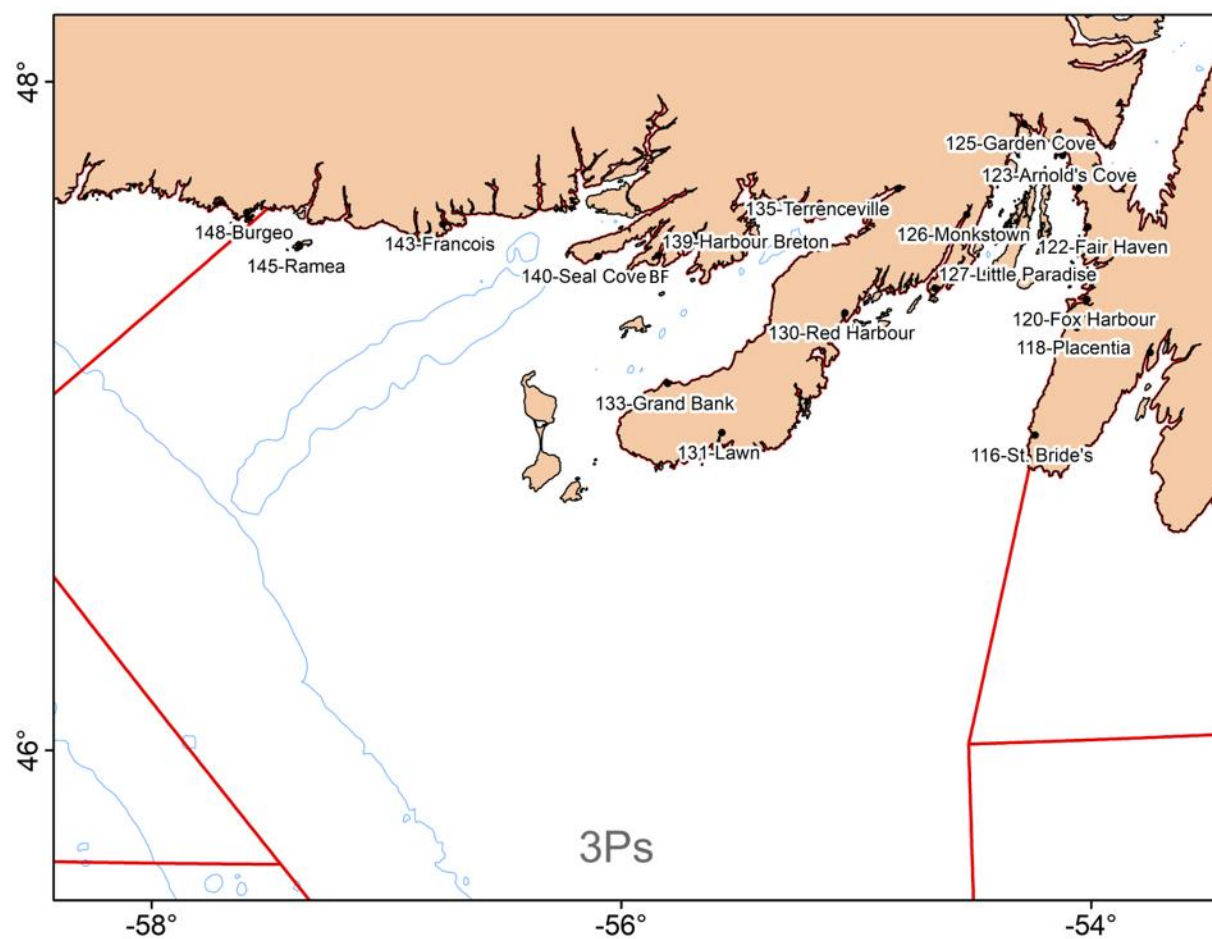


Figure 6.2 : Répartition des sites de pêche sentinelle dans la sous-division 3Ps de l'OPANO.

ÉQUIPEMENT DE COMMANDE					
Latitude 45° 50. 21'	Longitude 54° 41. 30'	Engin Filet maillant	Nbre filets ou hameçons 2	Mailage 5 1/2	
Profondeur (brasses) 21-30 Br	Pose jour/mois/année 11 JUIN 18	Ensemble de temps 7:40AM	Levée jour/mois/année 12 JUIN 18	Heure de halage 7:35AM	
ENGINS DE PÊCHE EXPÉRIMENTAUX 1					
Latitude 45° 59. 43'	Longitude 54° 30. 38'	Engin Filet maillant	Nbre filets ou hameçons 2	Mailage 5 1/2	
Profondeur (brasses) 38-43 Br	Pose jour/mois/année 11 JUIN 18	Ensemble de temps 8:35AM	Levée jour/mois/année 12 JUIN 18	Heure de halage 5:10AM	
ENGINS DE PÊCHE EXPÉRIMENTAUX 2					
Latitude 45° 43. 24'	Longitude 54° 28. 41'	Engin Filet maillant	Nbre filets ou hameçons 2	Mailage 5 1/2	
Profondeur (brasses) 55-61 Br	Pose jour/mois/année 11 JUIN 18	Ensemble de temps 6:15AM	Levée jour/mois/année 12 JUIN 18	Heure de halage 11:25AM	
CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES					
Direction du vent SE	Vitesse du vent 15 nœuds	Direction de la houle NE	Conditions de marée -		
INFORMATION SUR L'ÉCHANTILLON					
Nombre mesuré : 101		Pêche expérimentale 1 : 224	Pêche expérimentale 2 : 7		
Nombre de rejets : Contrôle : 0	Pêche expérimentale 1 : 7	Pêche expérimentale 2 : 1			
Poids des prises : Contrôle : 483	Pêche expérimentale 1 : 1167	Pêche expérimentale 2 : 35			
Échantillons congelés : Contrôle : _____		Pêche expérimentale 1 : _____	Pêche expérimentale 2 : _____		
Nombre d'otolithes : 22					
AUTRES ESPÈCES DE POISSONS DE FOND					
Espèce capturée	Nombre		Poids approximatif		
Flétan du Groenland	3				
Dos noir	14				
Autres espèces de poissons, mammifères marins ou oiseau de mer observés, dommages aux engins et tout autre commentaire :					
OBSERVÉ 3 BALEINES À BOSSE, 10 MACAREUX ET 3 MARMETTES.					
CAPELAN DANS L'ESTOMAC DE LA PLUPART DES POISSONS.					
LES FEMELLES SEMBLANT PRÊTES À FRAYER					
Propriétaire/Exploitant (caractères d'imprimerie) :			JOHN DOE		
Signature :			John Doe		

Figure 6.3 : Journal de bord pour consigner les métadonnées sur l'échantillonnage par pêche sentinelle.

FRÉQUENCE DE LONGUEUR SEXUÉE										ÉCHANTILLONNAGE DANS UN PORT CANADIEN									
01-02 CNR		03-04 FRÉQ. SO		05-06 COUNTRY		07-08 AFFICTION		09-10 SEX		11-12 ESP		13-14 VERBES		15-16 Engin		17-18 Mailage		19-20 SLIP	
						Morue		M				JOHN DOE		FM		5 1/2		3L	
21-22 LATITUDE		23-24 LONGITUDE		25-26 CNET		27-28 ANNEE		29-30 MOIS		31-32 JOUR		33-34 PORT		35-36 PROFONDEUR		37-38 COLLABOR		39-40 DATE	
46°40.58'		53°43.71'				2018		JUN		16		St. John's		15-21 Br					
41-42 POIDS ECHANTILLON (KG)		43-44 POIDS ECHANTILLON (KG)		45-46 NO. OTOLITHES		47-48 CONTRÔLE		49-50 NO. OTOLITHES		51-52 CONTRÔLE		53-54 NO. OTOLITHES		55-56 CONTRÔLE		57-58 NO. OTOLITHES		59-60 CONTRÔLE	
2500g		2500g																	
MÂLE										FEMELLE									
16		60	1			16		60	2										
17		61	3			17		61	7										
18		62	4			18		62	11										
19		63	7			19		63	3										
20		64				20		64											
21		65	4			21		65	3										
22		66				22		66	7										
23		67	1			23		67											
24		68	3			24		68	1										
25		69				25		69											
26		70				26		70	2										
27		71				27		71											
28		72	1			28		72	1										
29		73				29		73											
30		74	1			30		74											
31		75				31		75											
32		76				32		76											
33		77				33		77											
34		78				34		78											
35		79				35		79											
36		80				36		80											
37		81				37		81											
38		82				38		82											
39		83				39		83											
40		84				40		84											
41	1	85				41		85											
42		86				42		86											
43		87				43		87											
44		88				44	1	88											
45		89				45		89											
46		90				46		90											
47	2	91				47	1	91											
48		92				48		92											
49	1	93				49		93											
50		94				50		94											
51		95				51		95											

Figure 6.4 : Journal de bord pour consigner la fréquence de longueur des morues lors de l'échantillonnage par pêche sentinelle.

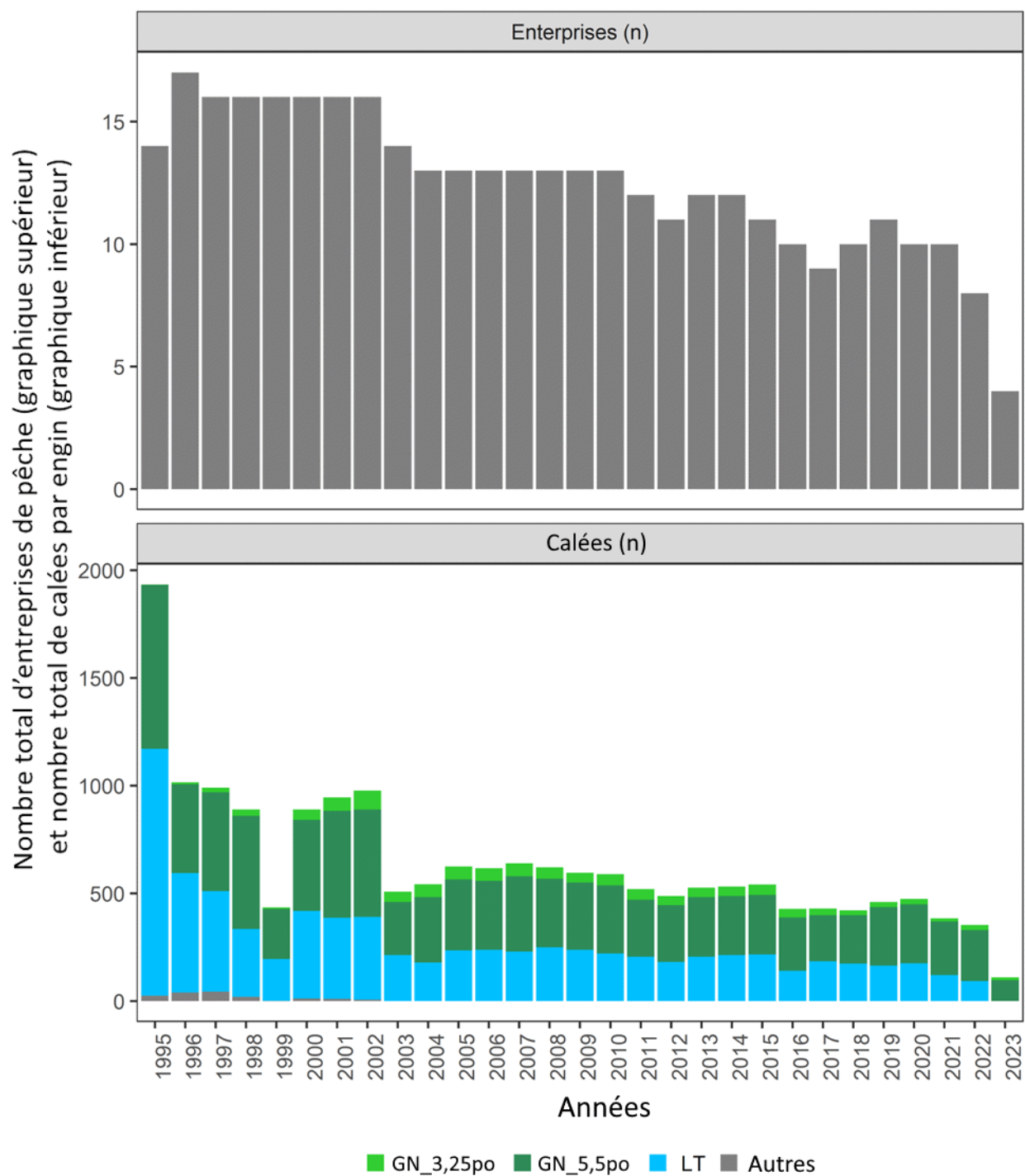


Figure 6.5 : Nombre de participations annuelles des entreprises de pêche au relevé par pêche sentinelle de 1995 à 2023. Les couleurs du panneau inférieur représentent les différents types d'engins utilisés dans l'ensemble des calées pour chaque année. Il convient de souligner que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

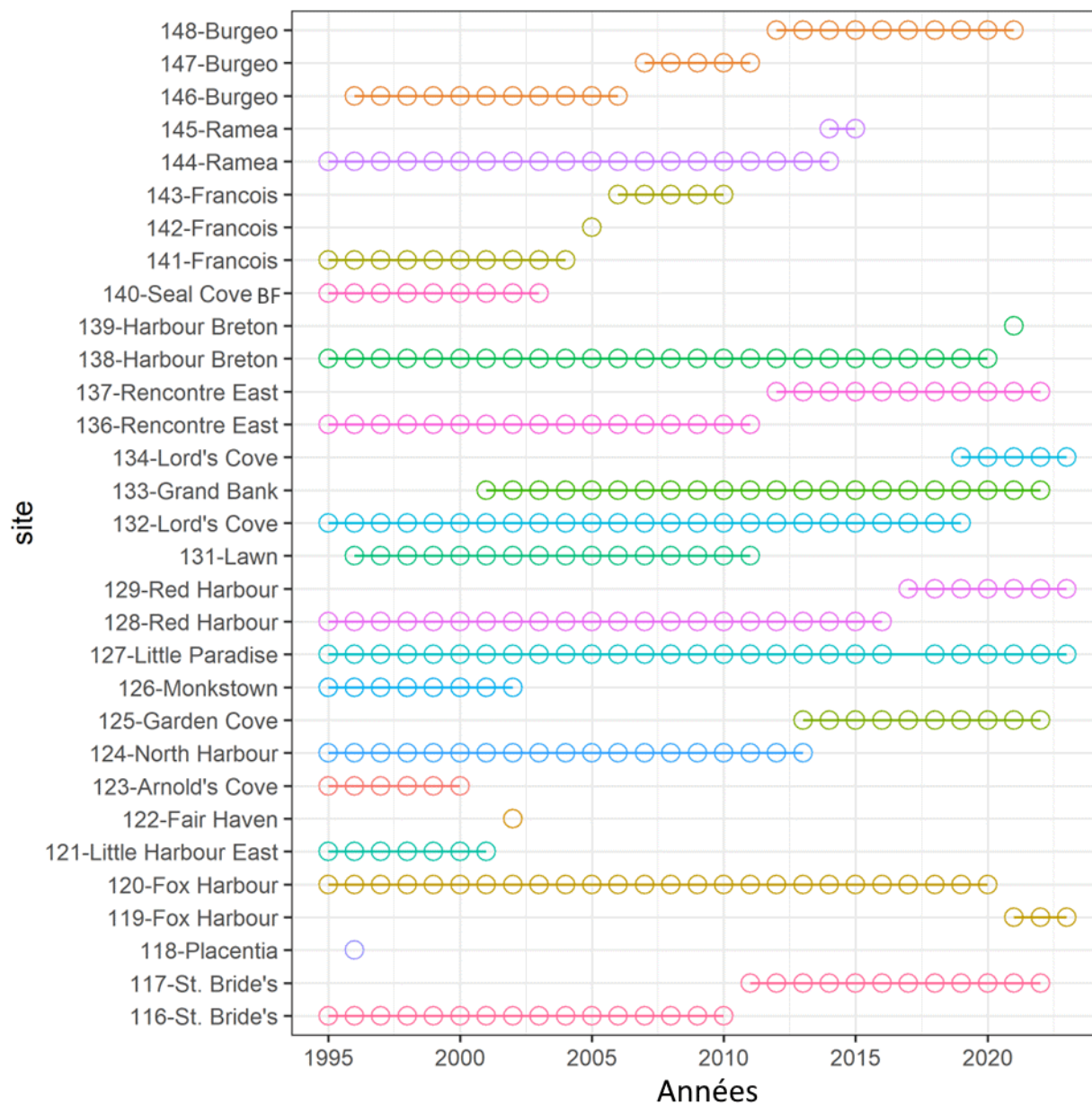


Figure 6.6 : Années de début et de fin de la participation des entreprises de pêche au relevé par pêche sentinelle, quels que soient les types d'engins utilisés, de 1995 à 2023. Il convient de souligner que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

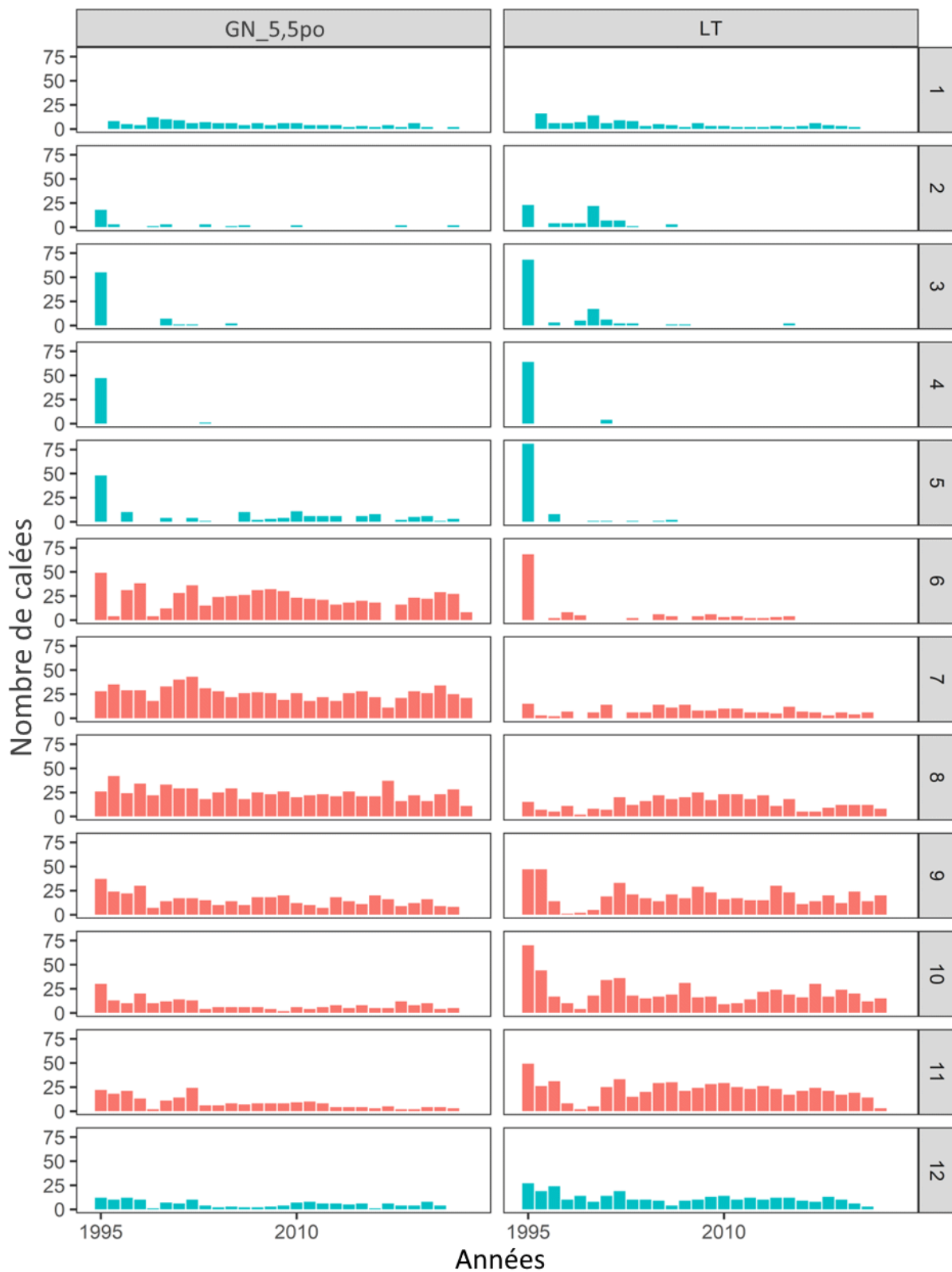


Figure 6.7 : Nombre de calées par mois pour les engins fixes entre 1995 et 2023. Les données utilisées pour la normalisation des taux de capture ont été recueillies de juin à novembre (en rouge). Il convient de souligner que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

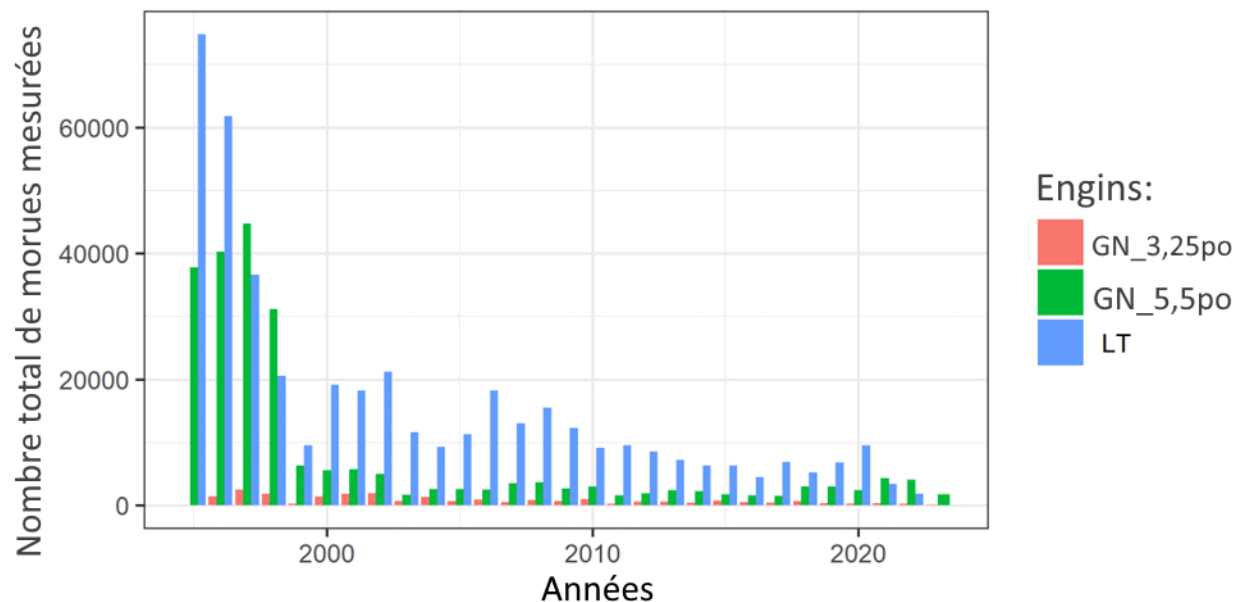


Figure 6.8 : Dénombrement annuel du nombre de morues franches capturées, comprenant les calées fixes et expérimentales, classées par engin. Il convient de souligner que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

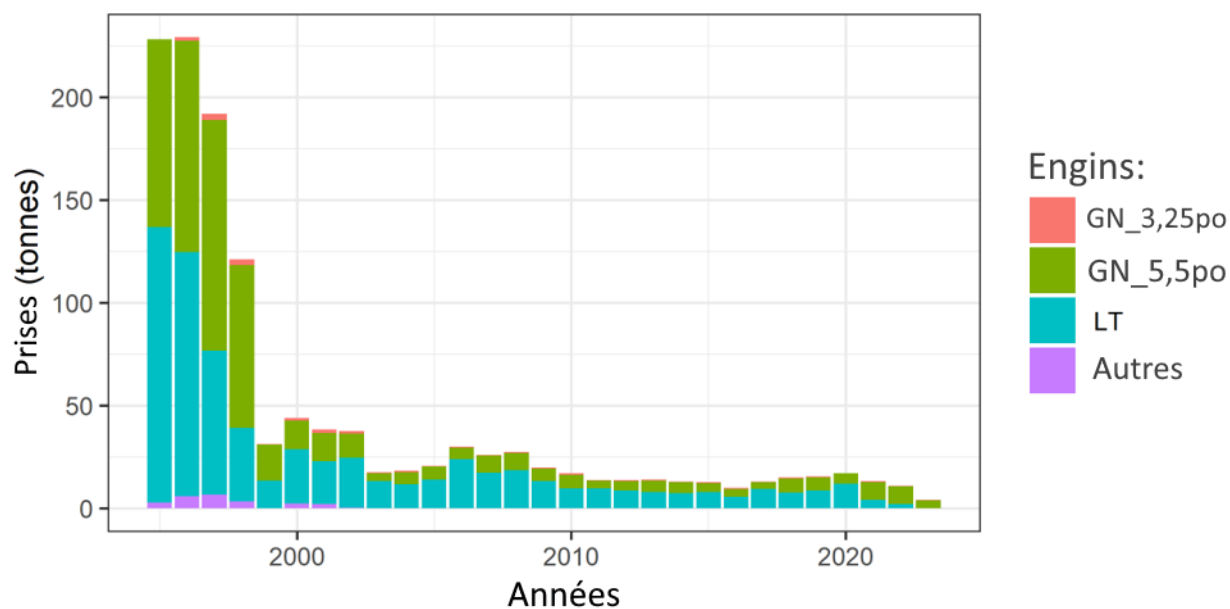


Figure 6.9 : Total des débarquements prévus de morue franche, y compris les calées fixes et expérimentales, classés par engin. Il convient de souligner que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

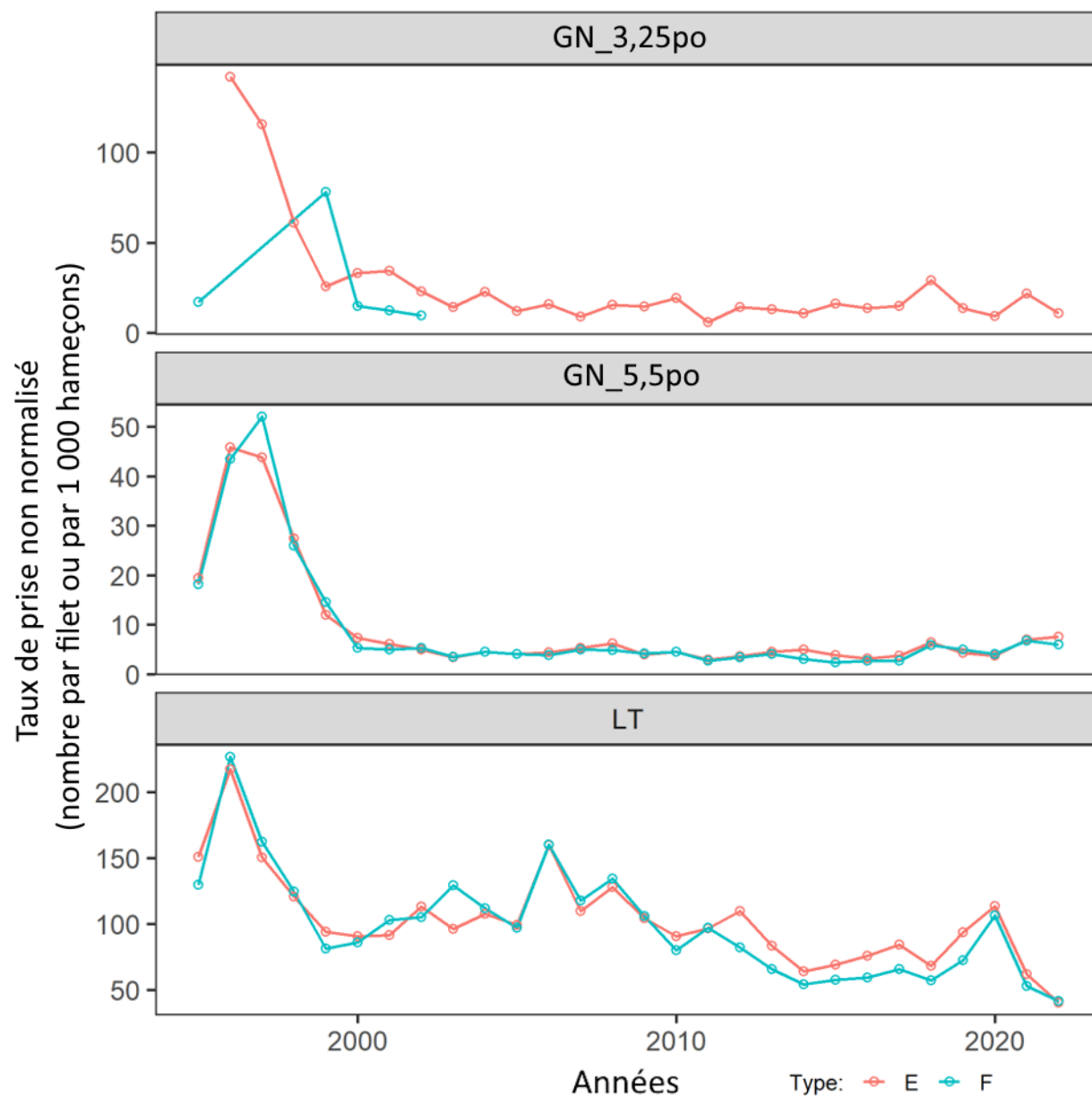


Figure 6.10 : Taux de prise annuels non normalisés, classés par engin et type de site : fixe (F) ou expérimental (E). Les taux de prise sont mesurés par trait pour les filets maillants et par 1 000 hameçons pour les palangres. La ligne des calées aux sites F est indiquée en vert et celle des sites E, en rouge. Il convient de souligner que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

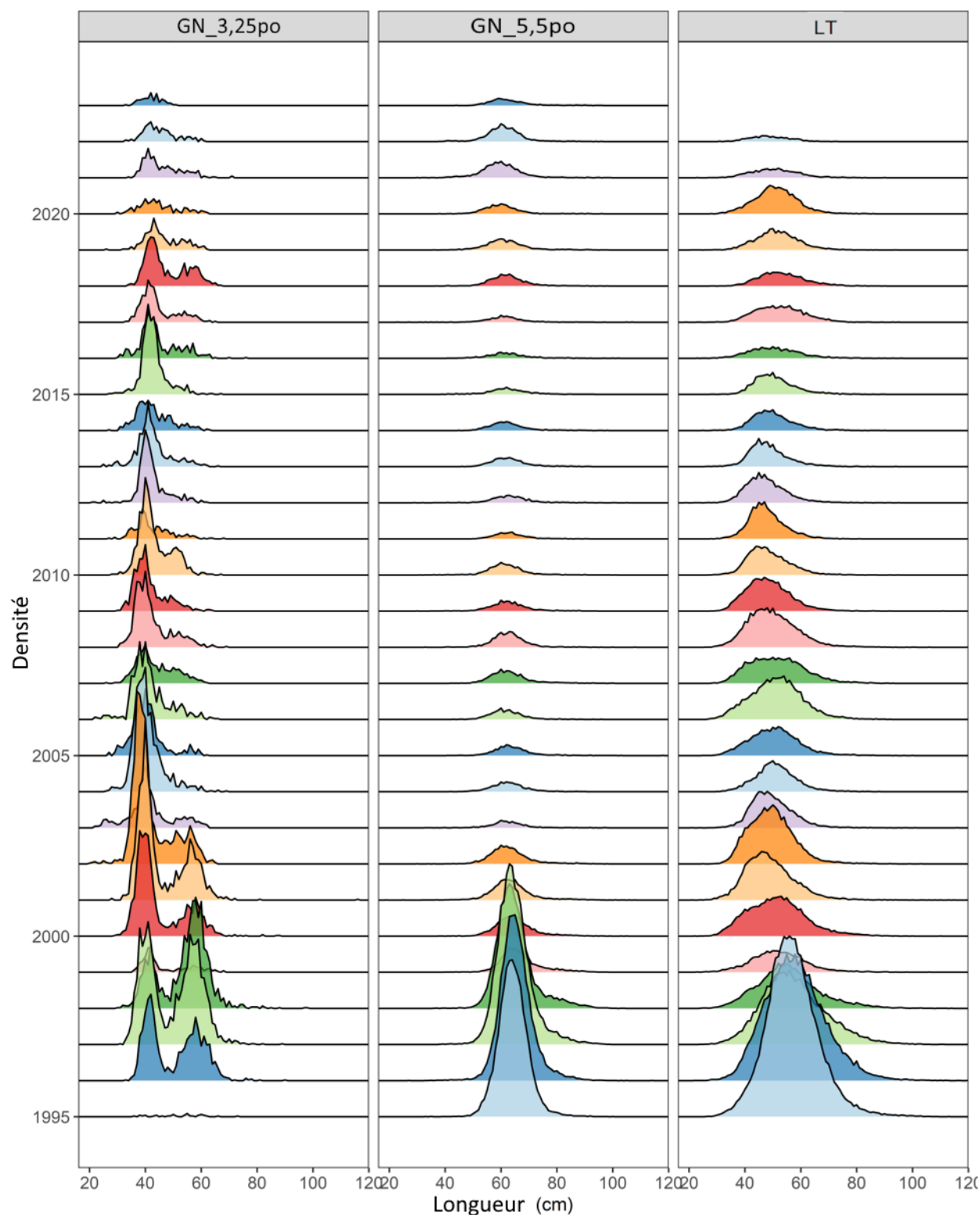


Figure 6.11 : Tracé de la densité pour le nombre de poissons capturés dans chaque tranche de longueur, par type d'engin. Le nombre total correspond au nombre combiné de poissons capturés dans les calées fixes et les calées expérimentales. Il convient de souligner que l'échelle est relative dans chaque catégorie d'engins et que les données pour l'année terminale peuvent être incomplètes.

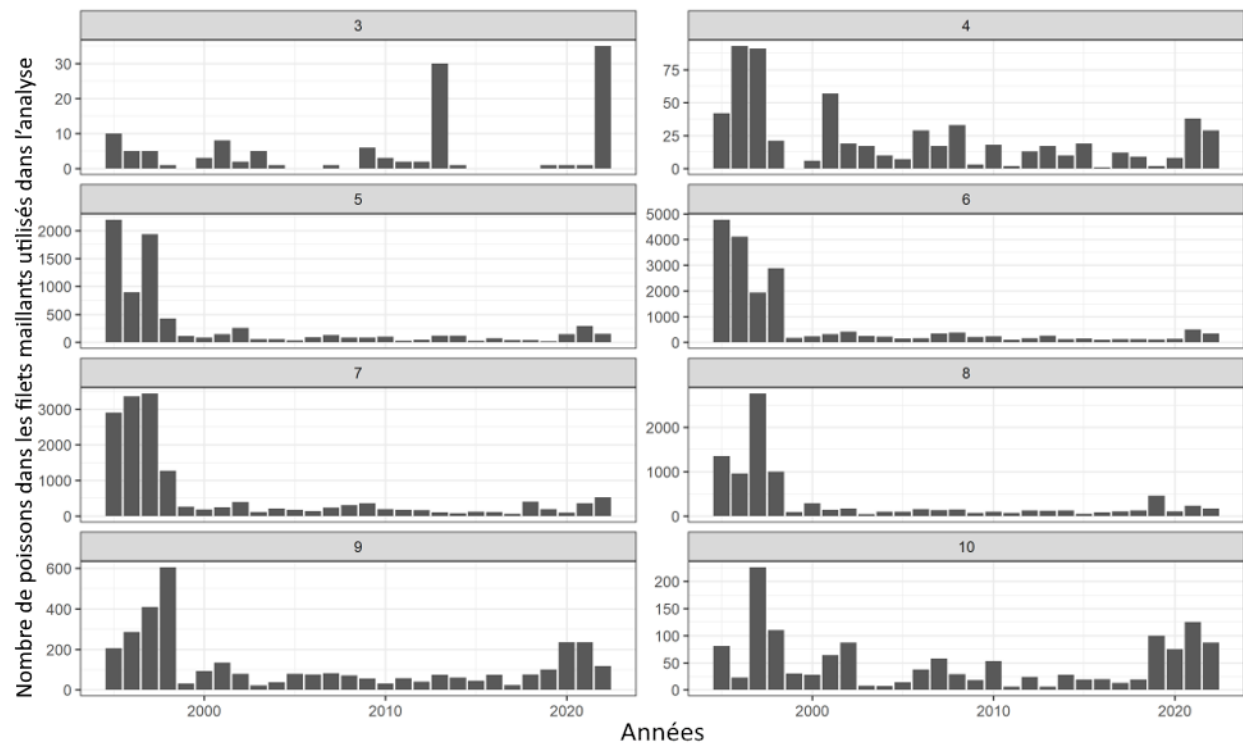


Figure 6.12 : Nombre total de poissons dans les filets mailants de 5,5 po utilisés pour générer des indices normalisés. Les panneaux montrent l'âge des poissons.

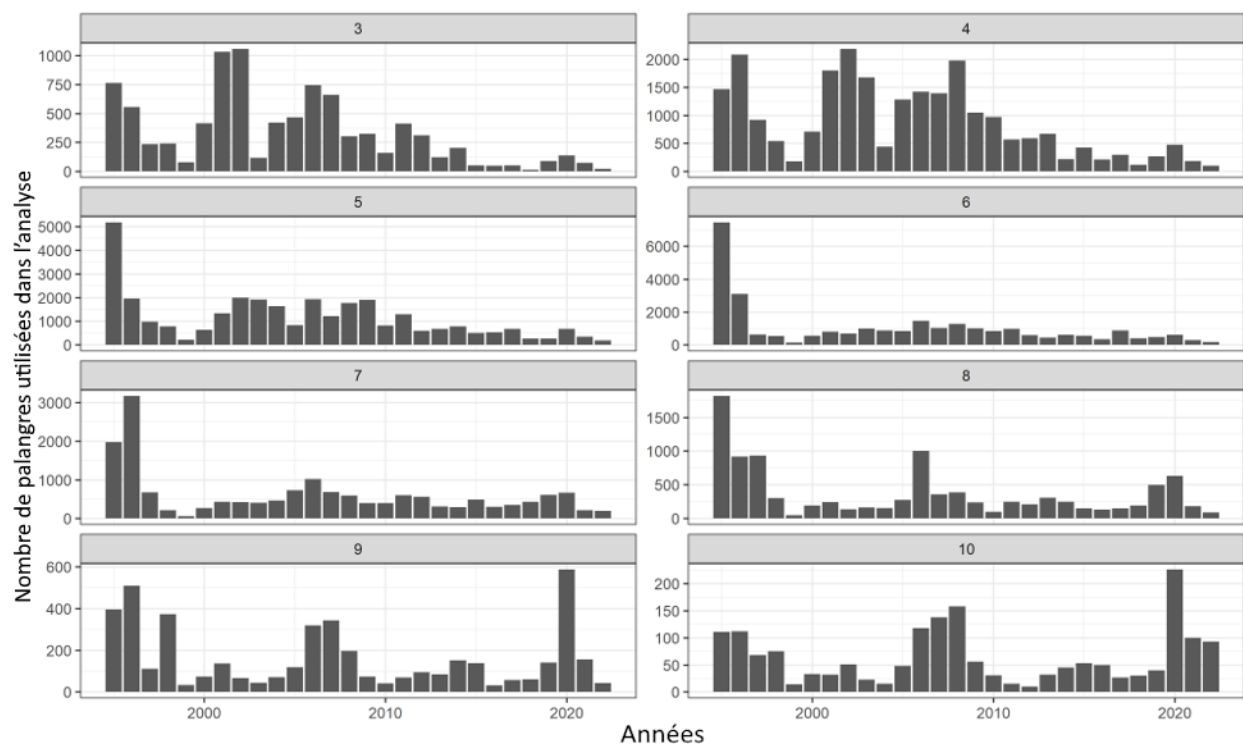


Figure 6.13 : Nombre total de poissons dans les palangres utilisés pour générer les indices normalisés. Les panneaux montrent l'âge des poissons.

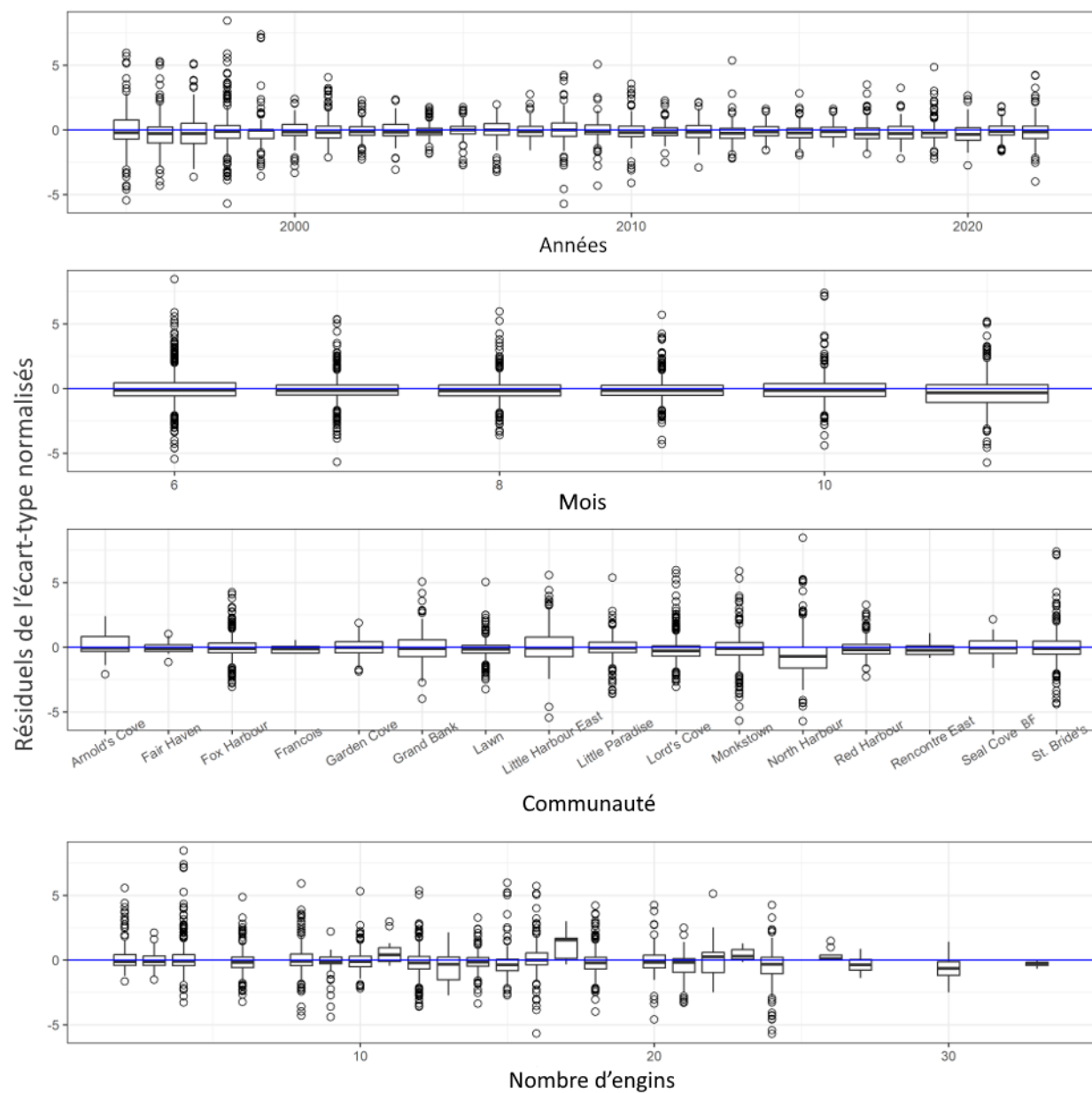


Figure 6.14 : Résiduels normalisés de l'écart-type par rapport aux années, aux mois, à la communauté et à la quantité d'engins (effort de pêche) pour les filets maillants fixes de 5,5 pouces.

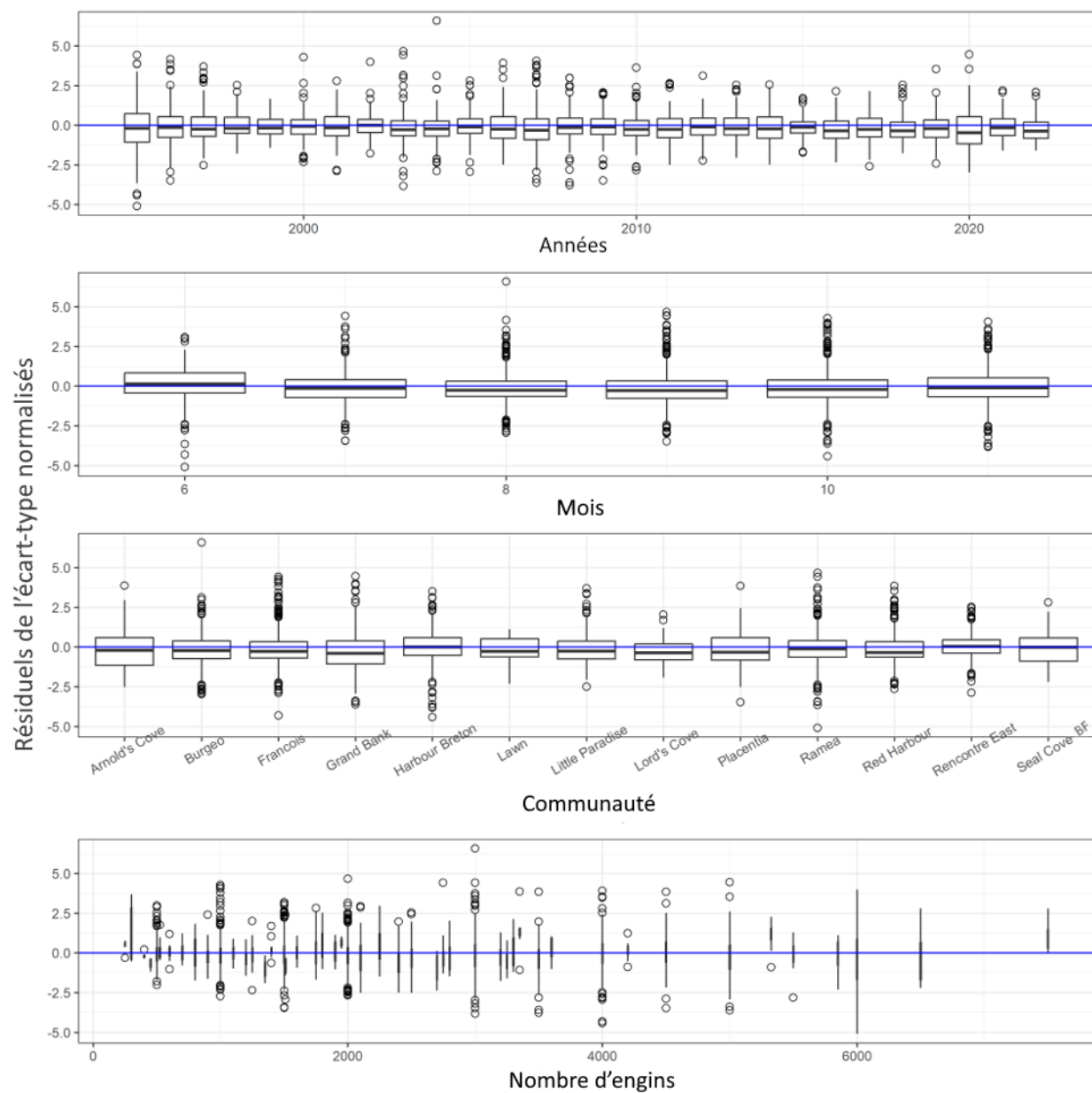


Figure 6.15 : Résiduels normalisés de l'écart-type par rapport aux années, aux mois, à la communauté et à la quantité d'engins (effort de pêche) pour les palangres.

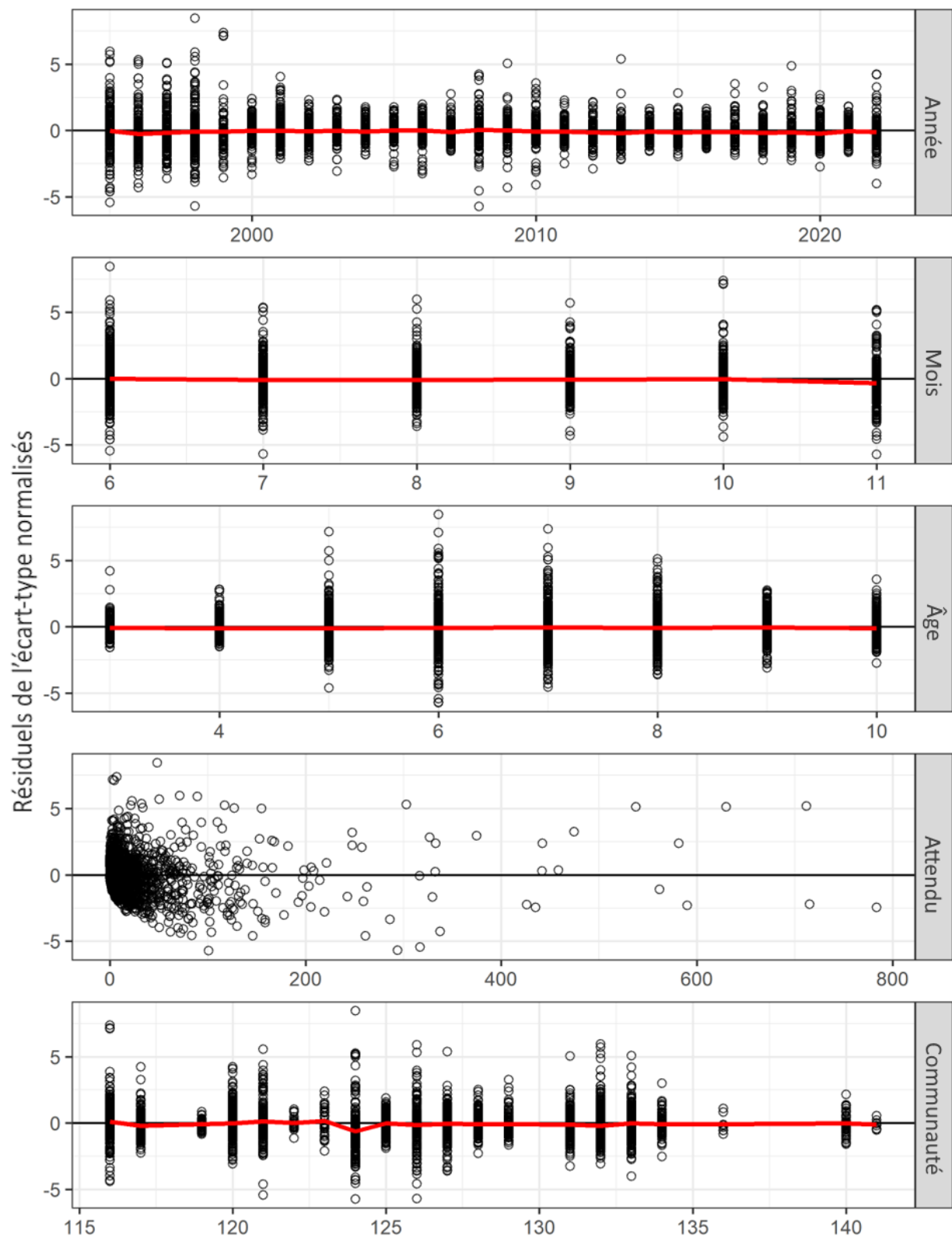


Figure 6.16 : Résiduels normalisés de l'écart-type par rapport aux années, aux mois, aux âges, aux valeurs prévues et à la communauté pour les filets maillants fixes de 5,5 pouces.

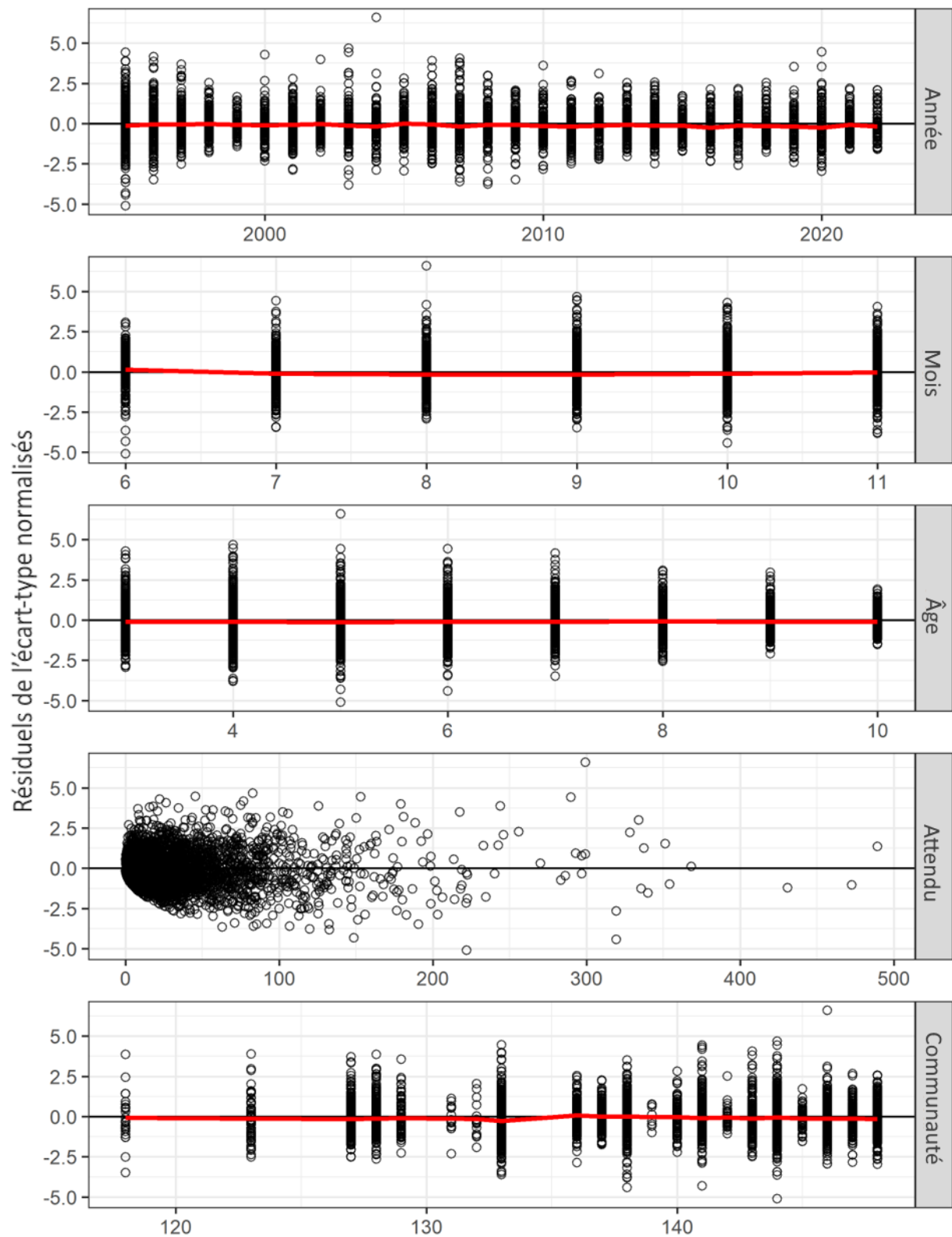


Figure 6.17 : Résiduels normalisés de l'écart-type par rapport aux années, aux mois, aux âges, aux valeurs prévues et à la communauté pour les palangres.

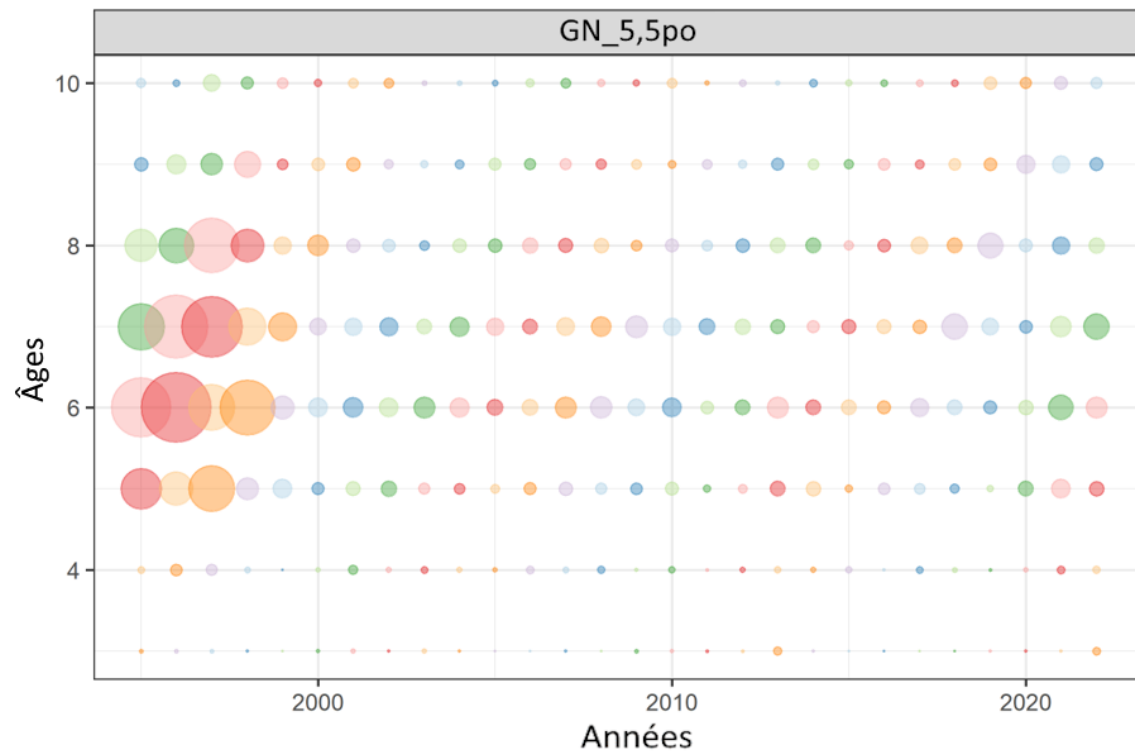


Figure 6.18 : Graphique à bulles fondé sur les taux de prise normalisés pour les filets maillants de 5,5 po dans les sites fixes.

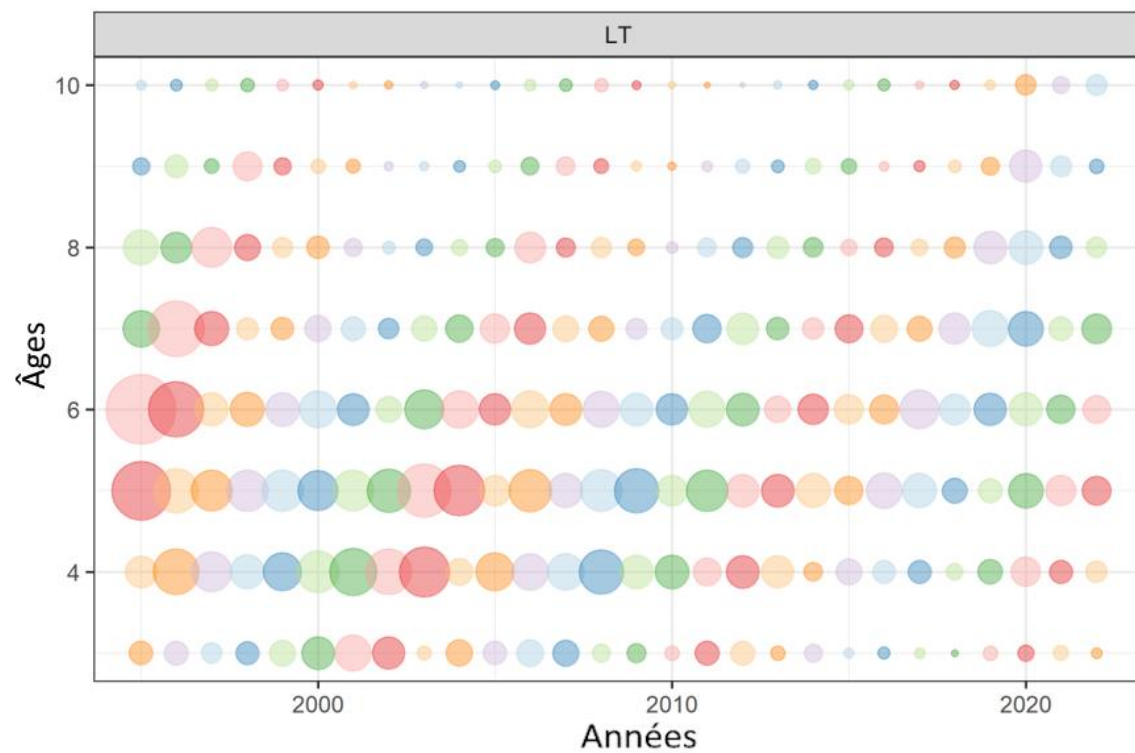


Figure 6.19 : Graphique à bulles fondé sur les taux de prise normalisés pour les palangres dans les sites fixes.

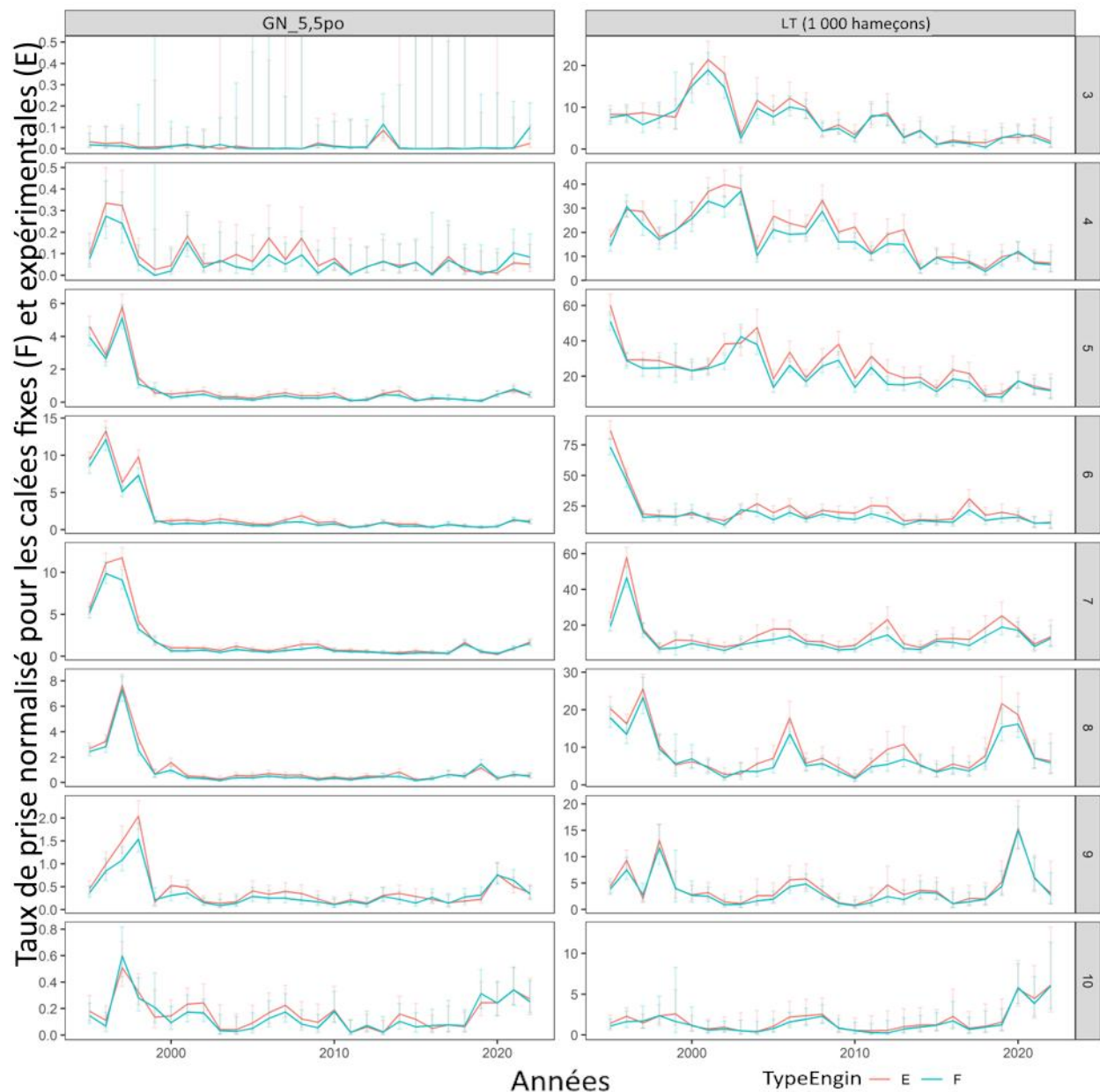


Figure 6.20 : Taux de prise normalisés pour les filets maillants de 5,5 pouces et les palangres (par 1 000 hameçons) aux sites expérimentaux (E) et fixes (F). La ligne des calées aux sites F est indiquée en vert et celle des sites E, en rouge.

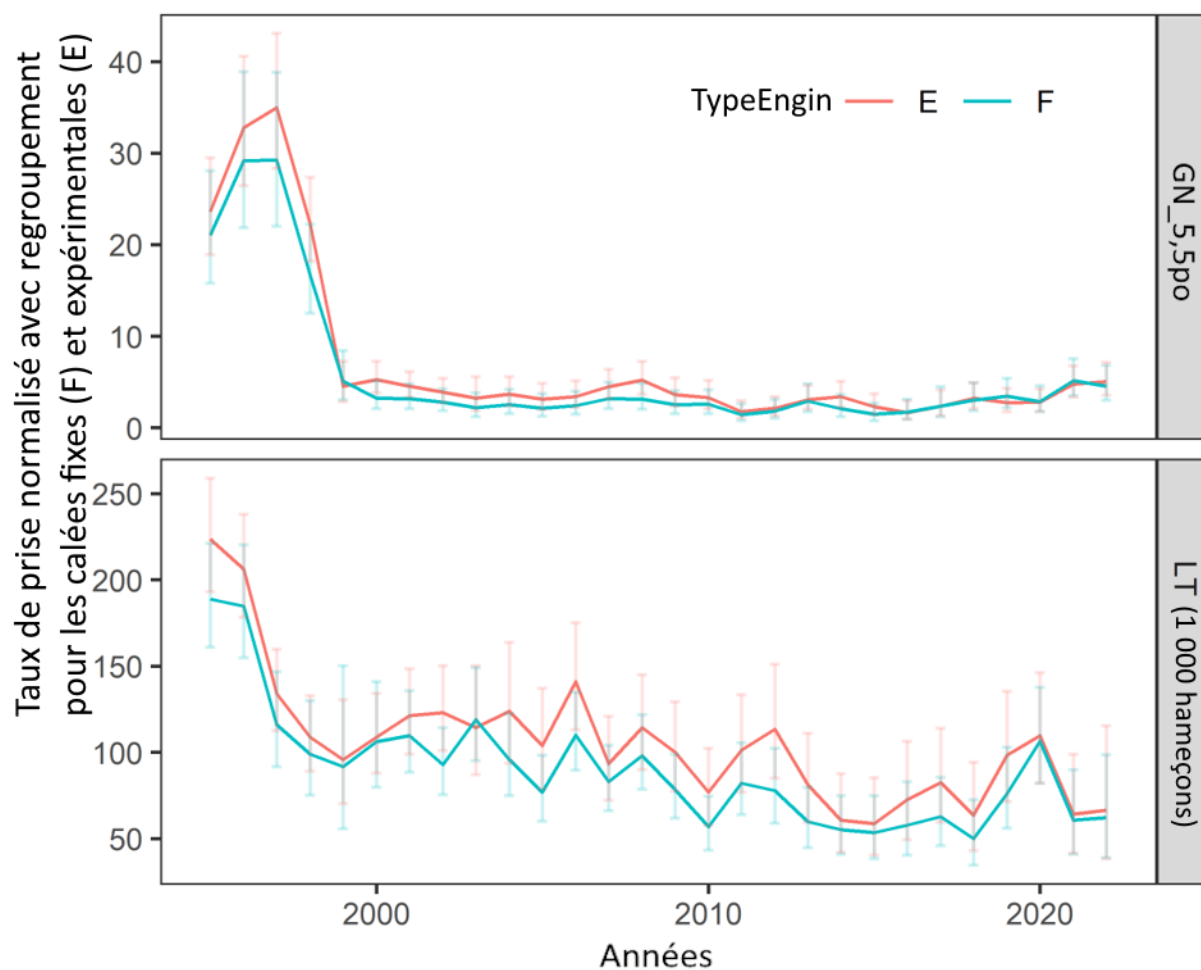


Figure 6.21 : Taux de prise normalisé agrégé pour les filets maillants de 5,5 pouces et les palangres (par 1 000 hameçons) pour les sites expérimentaux (E) et fixes (F). La ligne des calées aux sites F est indiquée en vert et celle des sites E, en rouge. Il convient de souligner que les poissons de toutes longueurs ont été pris en compte dans les calculs.

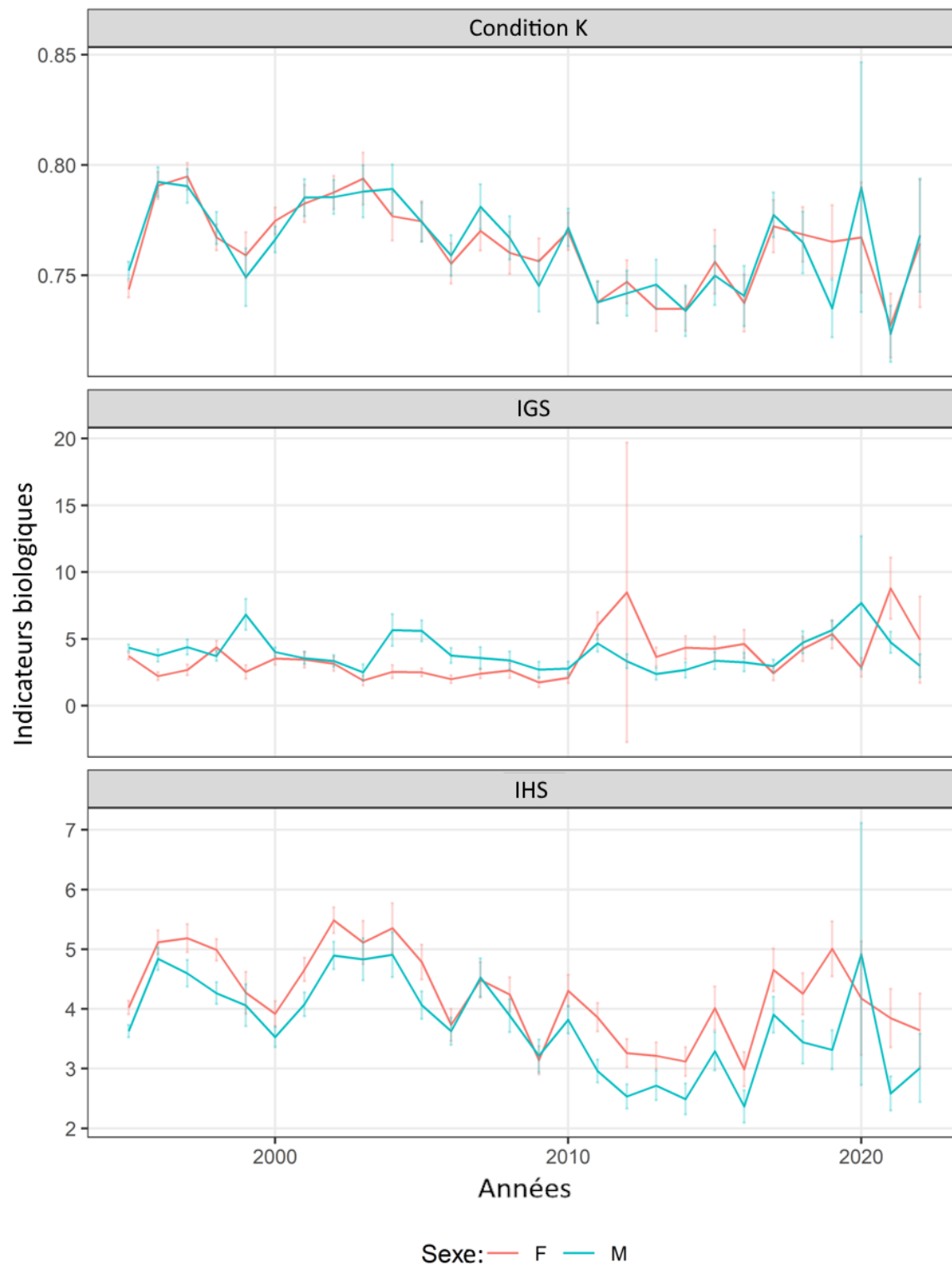


Figure 6.22 : Tendances annuelles du coefficient de condition moyen de Fulton (K), de l'indice hépatosomatique (IHS) et de l'indice gonadosomatique (IGS) par sexe chez la morue franche d'après les relevés par pêche sentinelle dans la sous-division 3Ps. L'IGS et l'IHS sont représentés sous forme de pourcentages.

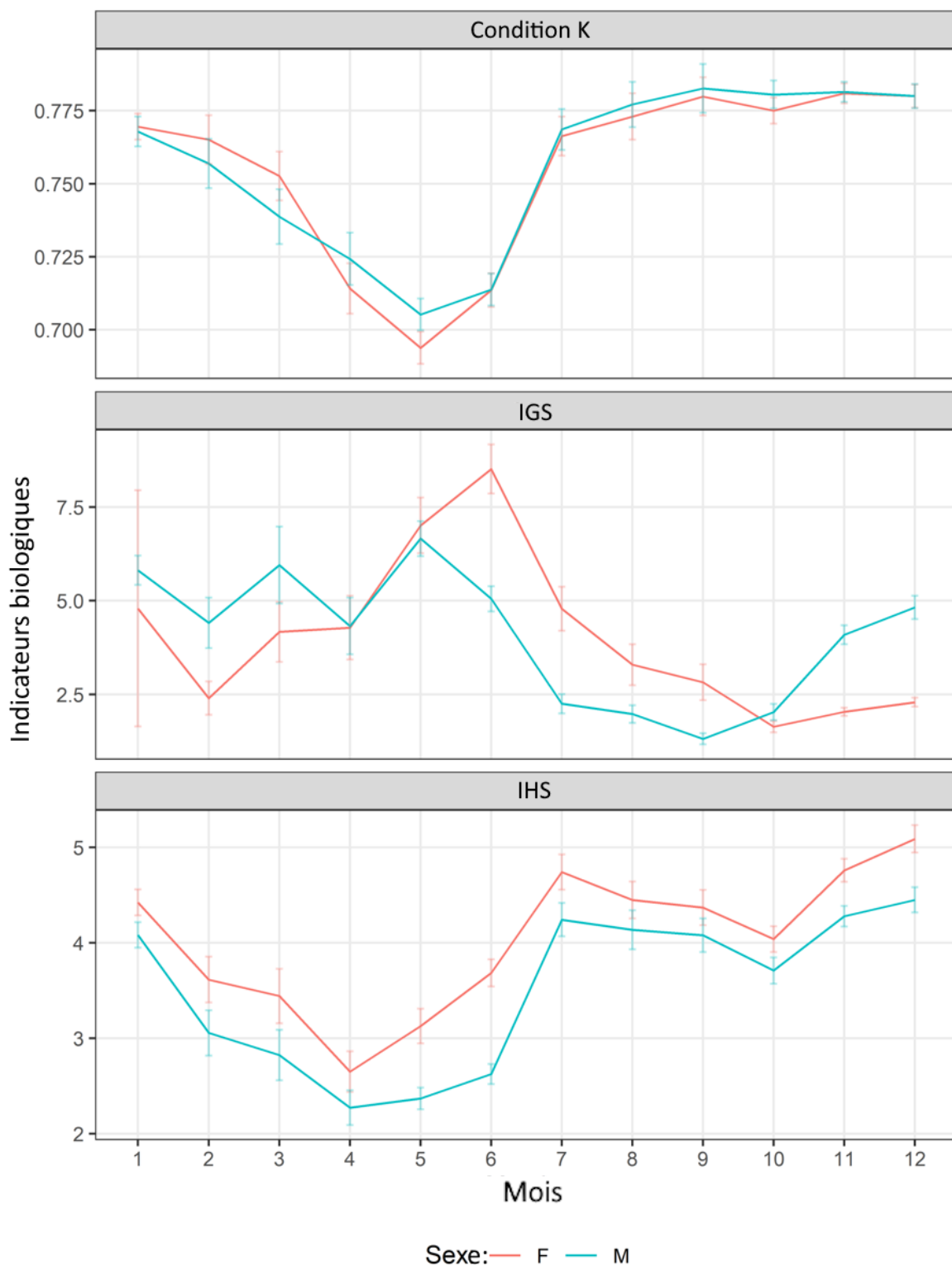


Figure 6.23 : Tendances mensuelles du coefficient de condition moyen de Fulton (K), de l'indice hépatosomatique (IHS) et de l'indice gonadosomatique (IGS) par sexe chez la morue franche d'après les relevés par pêche sentinelle dans la sous-division 3Ps. L'IGS et l'IHS sont représentés sous forme de pourcentages.

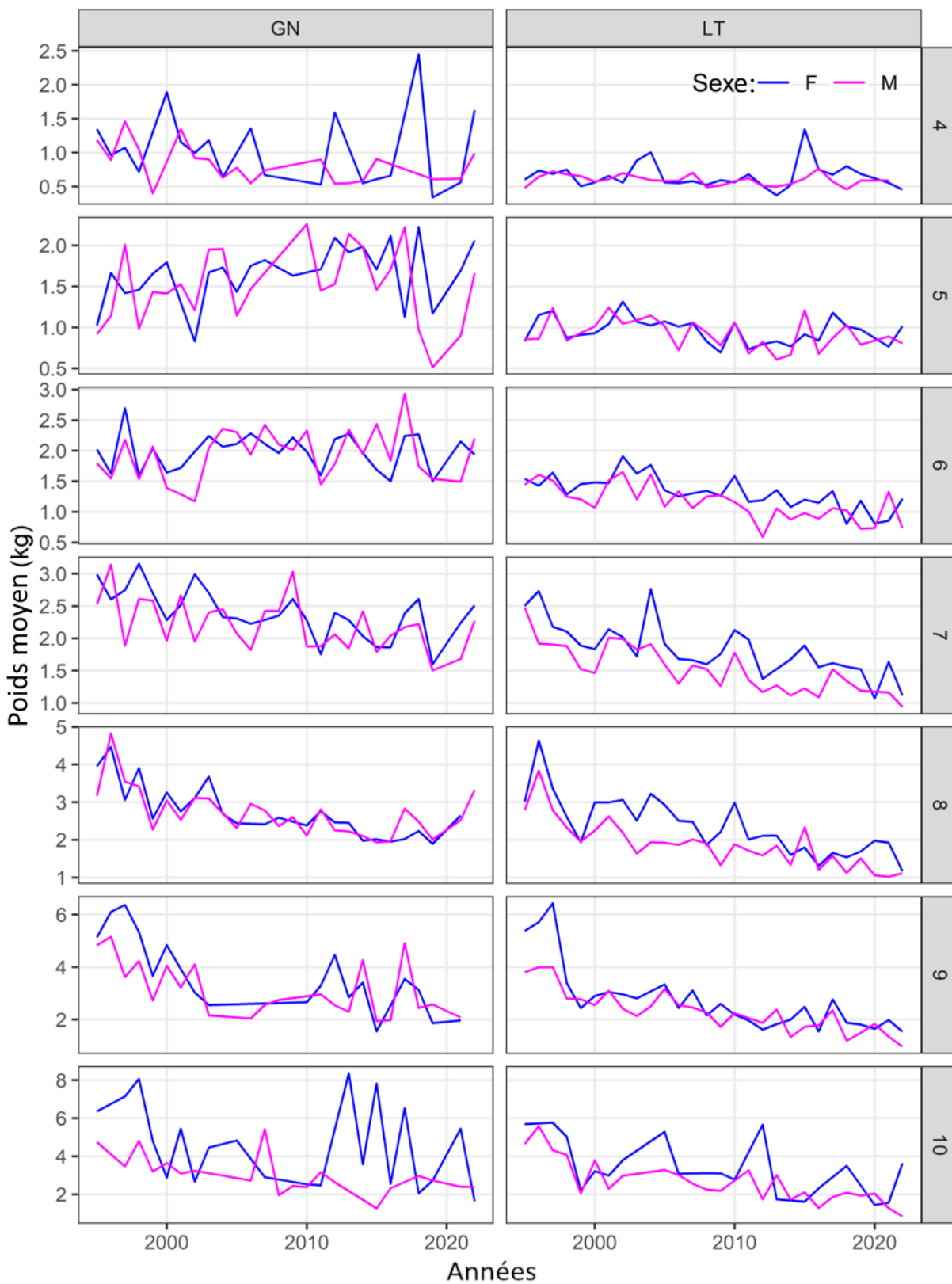


Figure 6.24 : Poids moyen selon l'âge (Wa) d'après les relevés par pêche sentinelle, par type d'engin et par sexe. La ligne indiquant le sexe des femelles est en bleu et celle des mâles, en rouge.

7. TABLEAUX

Tableau 7.1 : Nombre total annuel de déploiements des relevés par pêche sentinelle, par communauté, pour les filets maillants de 3,25 po, comprenant les calées sans prises. La valeur correspond au nombre de calées fixes, et le nombre de calées expérimentales est indiqué entre parenthèses. A '-' indique qu'il n'y a eu aucun déploiement.

Année	Little Hr. East	North Hr.	Lawn	St. Bride's	Little Paradise	Fair Haven	Lord's Cove	Red Hr.	Garden Cove
1995	1(0)	1(0)	-	-	-	-	-	-	-
1996	0(5)	0(5)	-	-	-	-	-	-	-
1997	0(7)	0(7)	0 (7)	0(1)	-	-	-	-	-
1998	0(8)	0(4)	0(6)	0(11)	-	-	-	-	-
1999	0(1)	1(0)	0(4)	-	-	-	-	-	-
2000	3(16)	8(10)	0(4)	0(7)	-	-	-	-	-
2001	0(15)	8(5)	0(19)	0(9)	6(0)	-	-	-	-
2002	-	4(4)	0(20)	0(20)	2(4)	0(8)	1(19)	0(6)	-
2003	-	0(8)	0(10)	0(9)	0(6)	-	0(12)	0(2)	-
2004	-	0(5)	0(18)	0(11)	0(6)	-	0(16)	0(4)	-
2005	-	0(11)	0(16)	0(11)	0(6)	-	0(16)	-	-
2006	-	0(8)	0(18)	0(10)	0(8)	-	0(15)	-	-
2007	-	0(8)	0(11)	0(10)	0(10)	-	0(20)	0(1)	-
2008	-	0(9)	0(10)	0(9)	0(6)	-	0(20)	-	-
2009	-	0(9)	-	0(7)	0(10)	-	0(20)	-	-
2010	-	0(12)	-	-	0(12)	-	0(20)	0(8)	-
2011	-	0(10)	-	-	0(14)	-	0(20)	0(5)	-
2012	-	0(10)	-	-	0(10)	-	0(20)	0(2)	-
2013	-	0(2)	-	-	0(14)	-	0(20)	-	0(7)
2014	-	-	-	-	0(14)	-	0(20)	-	0(9)
2015	-	-	-	-	0(15)	-	0(20)	0(2)	0(11)
2016	-	-	-	-	0(11)	-	0(20)	-	0(9)
2017	-	-	-	-	-	-	0(20)	-	0(10)
2018	-	-	-	-	0(12)	-	0(2)	-	0(9)
2019	-	-	-	-	0(12)	-	-	-	0(12)
2020	-	-	-	-	0(14)	-	-	-	0(11)
2021	-	-	-	-	0(7)	-	-	-	0(8)
2022	-	-	-	-	0(14)	-	-	-	0(9)

Tableau 7.2 : Nombre total annuel de déploiements des relevés par pêche sentinelle, par communauté, pour les filets maillants de 5,5 pouces, comprenant les calées sans capture. La valeur correspond au nombre de calées fixes, et le nombre de calées expérimentales est indiqué entre parenthèses. A '-' indique qu'il n'y a eu aucun déploiement.

Année	Arnold's Cove	Fox Hr.	Little Hr. East	Lord's Cove	Monkstown	North Hr.	St. Bride's	Lawn	Little Paradise	Red Hr.	Rencontre East	Seal Cove BF	Hr. Breton	Grand Banc	Fair Haven	François	Garden Cove
1995	2(2)	67(78)	74(82)	20(19)	73(72)	55(56)	81(79)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	32(56)	15(16)	16(23)	23(46)	24(39)	29(55)	16(16)	2(4)	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	4(4)	24(47)	20(24)	16(24)	24(48)	23(36)	25(44)	22(40)	6(11)	0(12)	0(2)	0(3)	-	-	-	-	-
1998	9(12)	24(47)	15(25)	16(32)	24(48)	15(29)	23(46)	23(42)	9(20)	8(16)	6(12)	6(18)	-	-	-	-	-
1999	0(2)	12(24)	5(4)	12(24)	12(24)	6(12)	2(0)	11(21)	8(16)	5(10)	-	4(18)	0(1)	-	-	-	-
2000	8(12)	16(32)	17(20)	16(32)	19(38)	19(36)	15(27)	20(40)	10(20)	3(18)	-	3(3)	-	-	-	-	-
2001	-	20(40)	11(41)	20(40)	20(40)	15(27)	18(36)	20(39)	10(20)	4(12)	-	12(28)	-	8(16)	-	-	-
2002	-	20(40)	-	20(38)	20(40)	16(18)	20(39)	20(39)	8(16)	8(15)	-	13(14)	-	8(15)	28(35)	2(6)	-
2003	-	16(32)	-	12(23)	-	18(19)	31(19)	10(16)	6(12)	2(4)	-	4(4)	-	6(12)	-	-	-
2004	-	18(36)	-	18(36)	-	14(11)	13(25)	18(36)	12(24)	6(12)	-	-	-	8(16)	-	-	-
2005	-	18(36)	-	18(35)	-	20(24)	16(34)	18(34)	10(20)	8(16)	-	-	-	8(15)	-	-	-
2006	-	18(36)	-	18(35)	-	15(18)	18(36)	18(36)	12(24)	6(12)	-	-	-	6(12)	-	-	-
2007	-	20(40)	-	20(40)	-	16(16)	20(40)	19(29)	16(32)	8(15)	-	-	-	6(12)	-	-	-
2008	-	20(40)	-	20(40)	-	17(17)	18(36)	22(22)	12(24)	6(5)	-	-	-	6(12)	-	-	-
2009	-	20(40)	-	20(39)	-	18(19)	14(28)	20(20)	13(28)	8(8)	-	-	-	6(12)	-	-	-
2010	-	20(40)	-	20(40)	-	24(25)	10(20)	18(18)	12(24)	8(8)	-	-	-	10(20)	-	-	-
2011	-	20(40)	-	18(39)	-	22(20)	16(16)	3(3)	14(28)	7(7)	-	-	-	4(8)	-	-	-
2012	-	19(38)	-	20(40)	-	20(19)	18(18)	-	10(20)	5(5)	-	-	-	11(20)	-	-	-
2013	-	20(40)	-	20(39)	-	4(4)	17(18)	-	14(28)	2(2)	-	-	-	6(10)	-	-	18(36)
2014	-	19(39)	-	20(40)	-	-	18(18)	-	14(28)	4(4)	-	-	-	6(8)	-	-	19(38)
2015	-	20(40)	-	20(20)	-	-	16(16)	-	16(32)	4(4)	-	-	-	10(16)	-	-	21(42)
2016	-	19(40)	-	20(20)	-	-	18(18)	-	14(28)	2(2)	-	-	-	10(4)	-	-	17(36)
2017	-	20(39)	-	20(20)	-	-	16(16)	-	-	8(16)	-	-	-	-	-	-	20(40)
2018	-	20(40)	-	2(2)	-	-	14(14)	-	14(28)	10(10)	-	-	-	8(8)	-	-	18(36)
2019	-	20(40)	-	20(19)	-	-	16(16)	-	12(24)	10(10)	-	-	-	8(4)	-	-	24(48)
2020	-	18(36)	-	20(20)	-	-	20(20)	-	14(28)	10(10)	-	-	-	6(6)	-	-	22(44)
2021	-	20(22)	-	20(20)	-	-	16(16)	-	14(28)	10(10)	-	-	-	12(12)	-	-	16(32)
2022	-	20(20)	-	19(19)	-	-	16(16)	-	14(28)	10(10)	-	-	-	6(6)	-	-	18(36)

Tableau 7.3 : Nombre total annuel de déploiements des relevés par pêche sentinelle, par communauté, pour la palangre, comprenant les calées sans capture. La valeur correspond au nombre de calées fixes, et le nombre de calées expérimentales est indiqué entre parenthèses. A '-' indique qu'il n'y a eu aucun déploiement.

Année	Arnold's Cove	François	Hr. Breton	Little Paradise	Lord's Cove	Ramea	Red Hr.	Rencontre East	Seal Cove BF	Burgeo	Lawn	Placentia	Grand Banc
1995	72(75)	77(104)	64(90)	27(25)	4(4)	92(109)	14(17)	87(87)	90(109)	-	-	-	-
1996	30(33)	12(54)	9(30)	12(20)	-	9(37)	7(23)	25(71)	16(55)	9(37)	12(13)	21(20)	-
1997	29(32)	12(62)	7(20)	8(19)	-	17(79)	4(13)	15(49)	12(29)	12(48)	-	-	-
1998	3(3)	12(56)	7(21)	4(6)	-	10(50)	2(5)	11(45)	4(14)	12(50)	-	-	-
1999	4(1)	4(26)	10(21)	2(9)	-	6(32)	2(3)	7(29)	4(6)	6(22)	-	-	-
2000	16(6)	8(44)	10(35)	5(9)	-	15(73)	4(4)	15(75)	23(29)	8(28)	-	-	-
2001	-	16(19)	8(23)	11(16)	-	37(55)	3(11)	28(43)	3(3)	13(51)	-	-	18(18)
2002	-	11(11)	19(34)	17(17)	2(2)	29(53)	12(16)	24(36)	6(15)	21(24)	-	-	18(18)
2003	-	15(10)	16(18)	8(10)	-	13(33)	7(7)	10(10)	0(1)	17(19)	-	-	10(10)
2004	-	5(5)	15(15)	6(10)	-	12(24)	11(0)	16(16)	-	12(12)	-	-	10(10)
2005	-	21(21)	16(17)	8(8)	-	18(26)	10(2)	20(20)	-	14(14)	-	-	10(10)
2006	-	19(19)	14(14)	6(6)	-	17(27)	11(5)	16(16)	-	22(22)	-	-	12(12)
2007	-	14(14)	14(14)	4(4)	-	21(28)	12(5)	18(18)	-	20(20)	-	-	12(12)
2008	-	16(16)	15(16)	8(8)	-	21(29)	13(10)	17(17)	-	18(18)	-	-	14(14)
2009	-	11(11)	17(17)	5(7)	-	20(28)	11(5)	18(18)	-	19(22)	-	-	14(14)
2010	-	13(14)	18(19)	-	-	20(28)	11(5)	18(18)	-	20(20)	-	-	7(9)
2011	-	-	18(18)	6(6)	-	20(28)	12(6)	18(18)	-	20(20)	-	-	7(8)
2012	-	-	18(18)	-	-	20(28)	14(4)	20(20)	-	12(12)	-	-	8(8)
2013	-	-	16(16)	-	-	20(26)	18(10)	20(20)	-	17(17)	-	-	14(11)
2014	-	-	20(20)	6(6)	-	20(28)	15(2)	20(20)	-	16(16)	-	-	14(10)
2015	-	-	19(19)	6(6)	-	22(26)	16(14)	20(20)	-	16(16)	-	-	10(6)
2016	-	-	16(15)	4(4)	-	-	4(4)	20(20)	-	18(18)	-	-	10(7)
2017	-	-	22(22)	-	-	-	12(12)	20(20)	-	20(20)	-	-	19(17)
2018	-	-	20(20)	8(8)	-	-	10(10)	20(20)	-	17(17)	-	-	12(12)
2019	-	-	21(22)	8(7)	-	-	10(10)	20(19)	-	13(13)	-	-	12(10)
2020	-	-	21(22)	6(6)	-	-	10(10)	18(18)	-	18(18)	-	-	14(14)
2021	-	-	6(6)	6(6)	-	-	8(8)	20(20)	-	13(13)	-	-	8(7)
2022	-	-	-	6(6)	-	-	10(10)	16(16)	-	-	-	-	14(14)

Tableau 7.4 : Taux de capture normalisé moyen pour les filets maillants de 5,5 pouces d'après le relevé par pêche sentinelle pour les sites fixes selon l'âge.

Année	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	0,018	0,075	3,947	8,569	5,214	2,437	0,370	0,146
1996	0,015	0,274	2,638	12,110	9,887	2,827	0,843	0,068
1997	0,013	0,241	5,125	5,120	9,090	7,305	1,079	0,598
1998	0,003	0,053	1,093	7,346	3,250	2,544	1,538	0,280
1999	0,000	0,000	0,773	1,240	1,839	0,662	0,216	0,209
2000	0,010	0,020	0,288	0,763	0,629	0,977	0,311	0,094
2001	0,022	0,154	0,398	0,858	0,671	0,379	0,365	0,173
2002	0,004	0,036	0,491	0,791	0,755	0,325	0,151	0,166
2003	0,020	0,069	0,231	1,000	0,482	0,170	0,089	0,032
2004	0,004	0,038	0,220	0,816	0,805	0,391	0,140	0,027
2005	0,000	0,026	0,135	0,555	0,647	0,380	0,289	0,051
2006	0,000	0,096	0,294	0,526	0,483	0,510	0,251	0,126
2007	0,003	0,051	0,384	1,014	0,711	0,402	0,249	0,174
2008	0,000	0,094	0,243	1,073	0,887	0,429	0,203	0,083
2009	0,018	0,009	0,253	0,619	1,101	0,217	0,171	0,055
2010	0,010	0,060	0,349	0,796	0,648	0,339	0,107	0,178
2011	0,006	0,006	0,093	0,305	0,557	0,224	0,177	0,019
2012	0,006	0,039	0,137	0,473	0,507	0,388	0,124	0,073
2013	0,115	0,065	0,459	0,999	0,417	0,467	0,287	0,023
2014	0,004	0,037	0,426	0,463	0,294	0,478	0,224	0,103
2015	0,000	0,061	0,090	0,487	0,403	0,161	0,145	0,061
2016	0,000	0,004	0,269	0,355	0,406	0,305	0,269	0,072
2017	0,000	0,070	0,223	0,728	0,364	0,622	0,141	0,076
2018	0,000	0,033	0,150	0,460	1,474	0,482	0,277	0,069
2019	0,003	0,006	0,060	0,348	0,602	1,445	0,316	0,313
2020	0,003	0,026	0,467	0,454	0,331	0,348	0,753	0,241
2021	0,003	0,104	0,794	1,359	0,980	0,639	0,641	0,341
2022	0,101	0,084	0,437	1,006	1,518	0,495	0,338	0,252

Tableau 7.5 : Taux de capture normalisé moyen pour la palangre (par 1 000 hameçons) d'après le relevé par pêche sentinelle pour les sites fixes, selon l'âge.

Année	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	7,516	14,403	50,852	73,212	19,354	17,861	3,891	1,091
1996	8,161	30,687	28,760	45,640	46,596	13,513	7,499	1,647
1997	5,890	23,011	24,434	15,898	16,722	23,286	2,795	1,697
1998	7,507	16,993	24,688	16,522	6,659	9,549	11,716	2,356
1999	9,260	20,981	25,200	16,058	7,150	5,626	3,985	1,641
2000	15,089	25,752	23,141	19,877	9,757	6,892	2,684	1,197
2001	18,919	33,002	24,468	14,523	7,857	4,469	2,509	0,586
2002	14,739	30,438	27,696	9,617	5,832	1,921	0,919	0,710
2003	2,542	37,114	42,309	21,994	8,975	3,647	0,973	0,508
2004	9,779	10,244	37,910	20,232	10,755	3,554	1,649	0,348
2005	7,690	21,123	13,648	13,747	12,014	4,571	1,964	0,792
2006	10,064	19,143	26,076	19,750	13,814	13,517	4,317	1,592
2007	9,271	19,539	16,996	14,468	9,524	5,043	4,818	1,938
2008	4,381	28,736	25,646	18,596	8,631	5,628	2,858	2,292
2009	4,965	16,039	29,008	15,291	6,080	3,636	1,130	0,855
2010	2,643	16,107	13,664	14,030	6,649	1,629	0,682	0,515
2011	7,985	10,962	24,998	18,656	11,542	4,795	1,334	0,290
2012	7,983	15,220	15,451	15,271	14,499	5,460	2,446	0,258
2013	2,728	14,938	15,117	9,772	6,955	6,820	1,878	0,716
2014	4,360	4,661	16,754	13,145	6,315	5,284	3,265	0,967
2015	1,139	9,468	11,344	12,237	10,965	3,394	3,082	1,184
2016	1,705	7,343	18,409	11,797	10,370	4,594	1,114	1,740
2017	1,295	7,347	16,761	22,041	8,617	3,686	1,444	0,672
2018	0,422	3,794	8,560	13,327	13,910	6,193	1,945	0,973
2019	2,721	8,286	8,069	15,026	18,828	15,397	4,390	1,237
2020	3,561	12,142	17,367	15,882	17,085	16,215	15,036	5,789
2021	2,785	7,193	13,227	11,254	8,122	7,039	6,033	3,867
2022	1,362	6,549	11,931	11,088	12,644	5,836	2,723	6,030

Tableau 7.6 : Taux de capture normalisé moyen agrégé pour les filets maillants de 5,5 pouces (par filet) et la palangre (par 1 000 hameçons) d'après le relevé par pêche sentinelle pour les sites fixes et expérimentaux.

Année	GN fixe	Exp. GN	LT fixe	Exp. LT
1995	21,057031	23,611108	188,77258	223,57273
1996	29,154191	32,774983	184,60236	206,07582
1997	29,238855	34,938366	115,95609	134,05816
1998	16,677041	22,304550	98,81320	108,74979
1999	5,081394	4,565475	91,63618	95,86435
2000	3,257214	5,274975	106,13538	108,70829
2001	3,158446	4,516448	109,59789	121,32053
2002	2,813990	3,861608	92,90730	123,10908
2003	2,172284	3,227349	119,08149	114,37965
2004	2,532518	3,663865	95,78162	123,82457
2005	2,164201	3,103937	76,88701	104,00684
2006	2,406981	3,377600	109,93382	140,83487
2007	3,196715	4,507387	83,01086	93,46244
2008	3,141099	5,174149	97,95018	114,17095
2009	2,516545	3,600467	78,38163	100,20454
2010	2,555111	3,300079	56,88274	76,83594
2011	1,450963	1,748964	82,13211	101,32013
2012	1,825490	2,140346	77,75433	113,44339
2013	2,911828	3,052105	59,79525	81,24346
2014	2,091480	3,393670	55,32720	60,68688
2015	1,465598	2,307079	53,60569	58,66489
2016	1,715057	1,673252	57,87488	72,49081
2017	2,340421	2,369165	62,79908	82,44069
2018	3,026534	3,214496	50,11136	63,69840
2019	3,445193	2,763710	76,06675	98,39943
2020	2,842334	2,786924	106,43834	109,54765
2021	5,139130	4,754451	60,70972	64,14087
2022	4,525168	5,030135	62,03074	66,56257