



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 2026/041

Région de Terre-Neuve-et-Labrador

Cadre d'évaluation à indicateurs multiples intégrant l'approche de précaution pour le homard d'Amérique (*Homarus americanus*) dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador

D.R.J. Mullowney¹, E.J. Coughlan¹, K.D. Baker¹, A.M. Cook² et J.D. Pantin¹

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

² Institut océanographique de Bedford
Pêches et Océans Canada
1, promenade Challenger
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

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 978-0-660-99816-9 N° cat. Fs70-5/2026-041F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Mullowney, D.R.J., Coughlan, E.J., Baker, K.D., Cook, A.M., et Pantin, J.D. 2026. Cadre d'évaluation à indicateurs multiples intégrant l'approche de précaution pour le homard d'Amérique (*Homarus americanus*) dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2026/041. vi + 106 p.

Also available in English :

Mullowney, D.R.J., Coughlan, E.J., Baker, K.D., Cook, A.M., and Pantin, J.D. 2026. Multi-Indicator Precautionary Approach Assessment Framework for Newfoundland and Labrador Lobster (*Homarus americanus*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2026/041. vi + 100 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	v
REMERCIEMENTS	vi
1. INTRODUCTION	1
1.1. APPROCHE FONDÉE SUR UN CADRE.....	1
1.2. AUTRES CADRES INTÉGRANT L'APPROCHE DE PRÉCAUTION POUR LE HOMARD	1
1.3. LEÇONS TIRÉES D'AUTRES RÉGIONS	3
2. MÉTHODES.....	3
2.1. UNITÉS SPATIALES DE L'ANALYSE	3
2.2. SOURCES DE DONNÉES.....	4
2.2.1. Échantillonnage en mer	4
2.2.2. Journaux de bord	5
2.2.3. Casiers modifiés (sans événement d'échappement)	5
2.2.4. Relevés au casier.....	5
2.3. LA RÈGLE DE CINQ.....	6
2.4. CADRES INTÉGRANT L'APPROCHE DE PRÉCAUTION	6
2.5. PARAMÈTRES BIOLOGIQUES ET HALIEUTIQUES.....	7
2.5.1. Sélectivité des casiers.....	7
2.5.2. Relations longueur-poids	8
2.5.3. Fécondité	8
2.5.4. Taille à la maturité.....	9
2.5.5. Taille des recrues immédiates	9
2.5.6. Taux d'exploitation au rendement maximal durable (F_{RMD}).....	9
2.6. DÉBARQUEMENTS AJUSTÉS	10
2.6.1. Sorties hebdomadaires	11
2.6.2. Proportion de la flotte en train de pêcher	12
2.6.3. Ventes moyennes	13
2.6.4. Calcul des débarquements ajustés	13
2.7. INDICATEURS POUR LE CADRE.....	14
2.7.1. Mortalité par pêche des recrues immédiates	14
2.7.2. Taille des femelles œuvées	16
2.7.3. Biomasse des recrues.....	17
2.7.4. CPUE de la pêche.....	17
2.8. CHOIX DES INDICATEURS ET NOTATION	18
2.9. DÉFINITION DU POINT DE RÉFÉRENCE LIMITE	20
2.10. ANALYSES AUXILIAIRES	21
2.10.1. Expérience de comparaison des taux de prise des casiers nouveaux avec ceux des casiers conventionnels.....	21
3. RÉSULTATS.....	22
3.1. PARAMÈTRES BIOLOGIQUES ET HALIEUTIQUES.....	22
3.1.1. Sélectivité des casiers.....	22
3.1.2. Relations longueur-poids	23

3.1.3. Fécondité	23
3.1.4. Taille à la maturité	23
3.1.5. Taux d'exploitation au rendement maximal durable (F_{RMD})	23
3.2. DÉBARQUEMENTS AJUSTÉS	24
3.2.1. Sorties hebdomadaires	24
3.2.2. Proportion de la flotte en train de pêcher	25
3.2.3. Ventes moyennes	26
3.2.4. Calcul des débarquements ajustés	27
3.3. INDICATEURS DU CADRE	28
3.3.1. Mortalité par pêche des recrues immédiates	28
3.3.2. Taille des femelles œuvées	29
3.3.3. Biomasse des recrues	30
3.3.4. CPUE de la pêche	30
3.4. CHOIX DES INDICATEURS ET NOTATION	31
3.5. ANALYSES AUXILIAIRES — EXPÉRIENCE SUR LES TAUX DE PRISE DANS LES CASIERS NOUVEAUX ET CONVENTIONNELS	33
4. DISCUSSION	33
4.1. CONSTATATIONS PRINCIPALES	33
4.2. APPLIQUER LES LEÇONS TIRÉES D'AUTRES RÉGIONS	34
4.3. ORIENTATIONS POUR LE POINT DE RÉFÉRENCE SUPÉRIEUR ET LES RÈGLES DE CONTRÔLE DES PRISES	36
5. RECOMMANDATIONS	37
6. RÉFÉRENCES CITÉES	38
7. FIGURES	41
8. TABLEAUX	99

RÉSUMÉ

Les indices tirés de la pêche du homard d'Amérique (*Homarus americanus*) dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador font ressortir des améliorations considérables ces dernières années, avec des débarquements et des taux de prise déclarés atteignant des sommets des séries chronologiques. Ces résultats correspondent globalement à l'amélioration des conditions de l'habitat associées à un réchauffement progressif, favorisant vraisemblablement la croissance à cette limite nord de l'aire de répartition de l'espèce. La présente évaluation de la population de homards et de la dynamique des pêches dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador a été réalisée en vue de soutenir l'élaboration d'un cadre intégrant l'approche de précaution (CAP) sur lequel fonder la gestion de cette ressource. Nous établissons de multiples indicateurs pour examiner de manière exhaustive la santé de la ressource en homard dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, notamment les taux de mortalité par pêche (F) des recrues immédiates, la biomasse des recrues immédiates dans la pêche, la taille des femelles produisant des œufs et les captures par unité d'effort (CPUE) normalisées de la pêche. Ces indicateurs sont présentés pour chacune des quatre régions d'évaluation délimitées (côte nord-est, Avalon, côte sud et côte ouest), les notes des différents indicateurs étant combinées en un indice global intégré de santé pour l'évaluation de la ressource et la base du CAP. L'étude montre que l'amélioration des débarquements et des CPUE de la pêche est associée à un meilleur recrutement et à l'augmentation des taux d'exploitation dans toutes les régions d'évaluation, et que les améliorations des indicateurs de la pêche sont gonflées par la progression non quantifiée de l'effort résultant de l'utilisation de casiers plus efficaces dans la pêche. L'étude révèle qu'une surpêche de croissance se produit dans toutes les régions d'évaluation, de sorte que la croissance potentielle de la ressource n'est pas maximisée. Elle souligne des inquiétudes concernant une possible surpêche du potentiel reproducteur dans la région d'évaluation de la côte ouest, la plus exploitée, en raison d'une faible production d'œufs. La pêche du homard dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador dépend de plus en plus des recrues immédiates dans la plupart des régions d'évaluation, un meilleur recrutement entraînant en fin de compte des améliorations globales de l'état de la ressource malgré une mortalité par pêche (F) élevée. Le CAP vise à favoriser la protection des recrues immédiates et à s'aligner sur les objectifs de gestion de la ressource qui consistent à réduire les taux d'exploitation et à augmenter la production d'œufs dans la population. Le point de référence limite (PRL) est établi de manière à reconnaître les niveaux de rendement passés qui ont permis des améliorations récentes du recrutement, selon la logique de $B_{rétablissement}$, et à détecter rapidement des signaux de détérioration du recrutement, le cas échéant. Dans toutes les régions d'évaluation, les stocks se situent au-dessus du PRL, avec une probabilité négligeable d'être dans la zone critique. Ce document met en lumière les problèmes liés au manque d'uniformité dans la collecte des données et à la dépendance quasi exclusive à l'égard des données dépendantes de la pêche pour l'évaluation de la ressource. Des recommandations sont fournies pour l'établissement de règles de contrôle des prises (RCP) et de niveaux pour le point de référence supérieur (PRS) appropriés. Ces recommandations insistent sur la nécessité de prendre en compte l'influence de l'utilisation accrue d'engins de pêche plus efficaces et des taux d'exploitation croissants qui en découlent, ainsi que l'augmentation du recrutement, pour fixer des points de référence permettant de différencier la zone de prudence de la zone saine. La réduction des taux d'exploitation dans les zones fortement exploitées en vue d'établir une présence accrue de gros homards dans la population est le moyen le plus direct pour compenser la détérioration de la production d'œufs, maximiser le potentiel de croissance de la ressource et améliorer les résultats des stocks afin qu'ils cadrent mieux avec les objectifs de gestion globaux.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier nos partenaires de l'industrie de la pêche, notamment les pêcheurs et les observateurs en mer qui ont recueilli la majorité des données utilisées ici. Cette étude n'aurait pas été possible sans le travail dévoué de l'industrie de la pêche. Nous exprimons notre gratitude à la Fish, Food and Allied Workers Union, qui a supervisé la collecte de la plupart des données d'échantillonnage utilisées ici et qui a lancé la collecte des données des journaux de bord il y a 20 ans. Nous saluons également le travail des techniciens de terrain de Pêches et Océans Canada qui ont contribué à l'élaboration d'un programme de relevés indépendants de la pêche en pleine expansion. Nous avons hâte de poursuivre l'élaboration d'un programme de suivi complet pour cette ressource halieutique de plus en plus importante en collaboration avec tous nos partenaires. Nous tenons à reconnaître le dévouement du personnel de saisie des données, qui est allé au-delà de ses tâches habituelles afin de compiler efficacement les données pour nous permettre de réaliser une évaluation approfondie. Enfin, nous aimerions souligner les efforts des deux évaluateurs externes qui ont contribué à l'amélioration en temps réel de nos méthodes durant le processus d'évaluation par les pairs.

1. INTRODUCTION

1.1. APPROCHE FONDÉE SUR UN CADRE

Les modifications apportées récemment à la *Loi sur les pêches* exigent que Pêches et Océans Canada (MPO) élabore un cadre intégrant l'approche de précaution (CAP) pour la gestion du homard d'Amérique (*Homarus americanus*) à Terre-Neuve-et-Labrador. La ressource est appelée « homard de Terre-Neuve » dans le reste du document. Les principaux défis liés à l'élaboration d'un CAP pour le homard de Terre-Neuve sont la structure inconnue des stocks, l'absence de séries chronologiques de données indépendantes de la pêche, la déclaration incomplète et disparate dans l'espace et le temps des données dépendantes de la pêche, ainsi que le manque de recherches récentes sur le homard de Terre-Neuve à l'appui d'une base de connaissances biologiques pour l'élaboration du CAP.

Comme la population élargie de homards d'Amérique présente dans tout le Canada atlantique et l'est des États-Unis, le homard de Terre-Neuve est connu pour démontrer un haut niveau de résilience à la pêche. La ressource a récemment connu des améliorations considérables malgré des taux d'exploitation élevés et soutenus dans une grande partie de son aire de répartition dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador, en particulier dans les zones de pêche les plus productives (Coughlan *et al.* 2023; MPO 2023a). On pense que les améliorations des stocks sont en grande partie déterminées par les conditions climatiques favorables, c'est-à-dire le réchauffement climatique (Le Bris *et al.* 2018).

Les autres régions du MPO évaluent généralement l'espèce en utilisant une approche à indicateurs multiples pour mesurer le rendement de la ressource et de la pêche, ainsi que pour fournir des conseils de gestion. Les orientations principales pour la gestion du homard à l'échelle du Canada atlantique (CCRH 1995, 2007) et à Terre-Neuve-et-Labrador (MPO 2021) indiquent que la production d'œufs et la réduction des taux d'exploitation sont des objectifs centraux pour la gestion de la ressource et de la pêche (CCRH 2007; MPO 2021). La plupart des pêches du homard, y compris à Terre-Neuve-et-Labrador, sont régies par le niveau d'effort et ne sont assorties d'aucun quota limitant les prélèvements. Compte tenu de la conjonction de facteurs, notamment les sources de données limitées, la forte régulation climatique de la ressource et les orientations majeures visant à favoriser une augmentation de la production d'œufs et à réduire les taux d'exploitation, l'approche utilisée pour l'élaboration d'un CAP consiste à appliquer une évaluation à indicateurs multiples du rendement de la ressource et de la pêche, en incluant dans la mesure du possible des éléments liés à la production et au taux d'exploitation. En fin de compte, cette étude produit un synopsis multivarié de la santé des stocks en vue de l'intégrer et de l'appliquer dans un CAP conventionnel, comprenant des points de référence pour différencier l'état des stocks (MPO 2006). Conformément au processus du MPO, ce document décrit un cadre conceptuel, établit un point de référence limite (PRL) et fournit des orientations pour l'établissement d'un point de référence supérieur (PRS) ainsi que des règles de contrôle des prises (RCP) en vue de l'élaboration du cadre définitif.

1.2. AUTRES CADRES INTÉGRANT L'APPROCHE DE PRÉCAUTION POUR LE HOMARD

Des CAP pour la ressource en homard ont été mis en œuvre dans d'autres régions du MPO, notamment celles des Maritimes, du Golfe et du Québec, qui possèdent généralement plus de données de suivi de la ressource que la région de Terre-Neuve-et-Labrador. La plupart des sources de données utilisées dans les évaluations des stocks et les CAP dans ces régions dépendent de la pêche, comme c'est le cas pour la région de Terre-Neuve-et-Labrador; cependant, d'autres régions disposent de données plus indépendantes de la pêche. Par

exemple, dans certaines régions des Maritimes et du sud du golfe du Saint-Laurent, il existe des relevés au chalut indépendants de la pêche. Les CAP diffèrent selon la région, mais ils sont généralement axés sur les débarquements ou les captures par unité d'effort (CPUE), ainsi que sur d'autres indicateurs biologiques ou de productivité selon les sources de données disponibles et la façon dont les stocks sont surveillés chaque année. En fin de compte, l'objectif global de chaque CAP est de maintenir la ressource en homard à un niveau sain.

La région des Maritimes utilise différentes méthodologies d'évaluation des stocks et divers CAP pour différentes zones de gestion appelées « zones de pêche du homard » (ZPH), de façon à représenter les différences dans la disponibilité des données et les dynamiques changeantes des processus appliqués à mesure que de nouvelles données sont acquises. Dans la majorité des ZPH, les principaux indicateurs des CAP sont récemment passés des débarquements aux CPUE et aux taux d'exploitation de la pêche (Cook *et al.* 2020, en prép.¹; MPO 2020). Les indicateurs secondaires et contextuels sont les débarquements, l'effort et les indices des taux de prise des recrues et des homards exploitables tirés des relevés en vue d'étayer plusieurs CAP. D'autres indicateurs sont également utilisés, comme la proportion du stock exploitable qui est composée de nouvelles recrues, la proportion de femelles matures et œuvées (portant des œufs), le potentiel de production d'œufs, la taille médiane, les tailles maximales issues des échantillonnages en mer et au port, ainsi que la température. Toutes les ZPH côtières dans la région des Maritimes ont des points de référence fondés soit sur les CPUE de la pêche commerciale (Cook *et al.* 2020, 2023), soit sur la biomasse commerciale d'après les relevés au chalut indépendants de la pêche (Cook *et al.* 2020, 2023). Par ailleurs, tous les indicateurs primaires pour la ZPH 34 ont des points de référence établis en fonction des variations de la productivité. Les indicateurs secondaires comprennent les débarquements, les taux de prises commerciales et les indices du recrutement. Lors de la plus récente évaluation menée dans la région des Maritimes, les CPUE de la pêche ont été remplacées comme principal indice de l'état des stocks dans les ZPH 35, 36 et 38 en raison de l'hyperstabilité des taux de prise masquant les baisses de la ressource. Les indices de la taille du stock dans les relevés seront utilisés comme principal indicateur à l'avenir, alors que l'attention se détourne des données dépendantes de la pêche vers les données indépendantes de la pêche (Cook *et al.*, en prép.¹). Les indices du taux d'exploitation (ITE) et les niveaux d'exploitation de référence pour diverses ZPH dans la région des Maritimes sont définis d'après des modèles fondés sur le changement de proportions en continu à partir des données recueillies au moyen de casiers normalisés (ZPH 27 à 33) ou des indices de la mortalité relative par pêche (F; ZPH 34).

Le CAP de la région du Golfe (c'est-à-dire le sud du golfe du Saint-Laurent) prévoit l'utilisation de données dépendantes et indépendantes de la pêche pour l'estimation des indicateurs de l'abondance (MPO 2023b). Ces sources sont les débarquements, les journaux de bord, les échantillonnages en mer et les données des relevés au chalut de fond. Ce cadre permet d'évaluer des indicateurs de la productivité, tels que les taux de prise des prérecrues lors des relevés utilisant des casiers sans évent d'échappement ou des chaluts de fond. De plus, l'abondance des juvéniles est mesurée au moyen de relevés en plongée, l'indice de l'établissement est calculé au moyen de biocollecteurs et la production d'œufs est estimée (MPO 2023b). Les indicateurs de la pression de la pêche sont également inclus dans le CAP, et ils sont dérivés des taux d'exploitation estimés dans le cadre d'un programme d'indice de recrutement. La valeur médiane des débarquements en tant qu'approximation de la biomasse

¹ Cook, A.M., Howse, V., Asselin, N., Armsworthy, S., Denton, C., Gurney-Smith, H., Tam, J.C., White, L., et Quinn, B. En prép. Framework Assessment of American Lobster (*Homarus americanus*) in Lobster Fishing Areas 35-38. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech

au rendement maximal durable (B_{RMD}) est utilisée comme point de référence dans le CAP de la région du Golfe. Le PRL et le PRS ont été déterminés en fonction des débarquements médians de 1974 à 2009 comme approximation de B_{RMD} (MPO 2014), le PRS et le PRL étant fixés à 80 % et 40 % de B_{RMD} , respectivement (MPO 2014).

Le CAP de la région du Québec repose sur des indicateurs primaires de l'abondance, notamment les débarquements et les CPUE de la pêche tirés des données de l'échantillonnage au port et en mer. Les points de référence pour ces indicateurs sont établis à partir des débarquements (MPO 2019, 2024). Des indicateurs démographiques, tels que la taille moyenne, le taux d'exploitation et le sex-ratio, sont également utilisés et fournissent des renseignements supplémentaires sur la structure des populations. Des indicateurs de la productivité, notamment l'abondance des femelles œuvées, la production d'œufs, l'abondance avant le recrutement, la température et l'abondance du crabe commun, ont été utilisés pour l'évaluation du potentiel reproducteur et des effets environnementaux. Les indicateurs primaires et secondaires ont servi à produire des avis. Le PRL, le PRS et les zones d'état du stock (saine, de prudence et critique) ont été définis à partir des débarquements. Les débarquements moyens pour la Gaspésie (de 1985 à 2009; ZPH 19, 20, 21) ont servi de points de référence, dont le PRL, fixé à 40 % de la moyenne, et le PRS, fixé à 80 % de la moyenne (MPO 2022).

Aucune région ne pondère les indicateurs ou ne les intègre dans un indice global de la santé. Chacune se concentre plutôt sur un seul indicateur comme base des points de référence, lorsqu'il est élaboré.

1.3. LEÇONS TIRÉES D'AUTRES RÉGIONS

La résilience du homard à des taux d'exploitation élevés dans une pêche est une caractéristique commune à l'espèce pratiquement partout où elle est pêchée. Les raisons précises de cette résilience prolongée à des niveaux élevés de pêche sont inconnues. Cependant, il existe un consensus pour dire que les gros homards dans la population sont au cœur du processus de plusieurs façons. Entre autres attributs, les gros homards produisent plus d'œufs et des larves supérieures, sont plus résistants aux maladies, créent une compétition intrinsèque et peuvent mieux résister aux perturbations climatiques (MPO 2009; Comeau et Hanson 2018; Le Bris *et al.* 2018; Pinsky *et al.* 2018). De fait, la leçon à appliquer ici est que des taux d'exploitation modérément élevés sont acceptables tant qu'une composante résiduelle suffisante de la population composée de gros individus est maintenue. En ce qui concerne les indicateurs de l'état des stocks à appliquer dans un CAP, l'évolution continue des indicateurs d'intérêt résultant de la compréhension progressive des biais spatiotemporels dans les signaux de données qui sont associés à l'évolution de la dynamique des stocks dans la région des Maritimes en particulier, souligne la nécessité de tenir compte de l'hyperstabilité dans les sources de données dépendantes de la pêche (c'est-à-dire les débarquements et les CPUE)¹; il faut donc éviter de s'intéresser exclusivement à celles-ci.

2. MÉTHODES

2.1. UNITÉS SPATIALES DE L'ANALYSE

Pour la structure spatiale des stocks, un certain niveau d'hétérogénéité spatiale à grande échelle est supposé dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador et au-delà en raison des profils de connectivité de la dérive larvaire qui dépassent la taille des ZPH utilisées pour gérer la pêche (Quinn *et al.* 2017). Inversement, étant donné que les homards de Terre-Neuve sont considérés comme des « homards côtiers » en raison de leur répartition ayant toujours été limitée aux eaux côtières, il est présumé que la plupart d'entre eux se déplacent peu après

l'établissement et que la migration saisonnière ou d'autres types de déplacements sont largement localisés (Ennis 1984).

La nature de la plupart des données disponibles, c'est-à-dire la domination écrasante des données dépendantes de la pêche montrant une variabilité à une petite échelle spatiale (ZPH) tant pour la quantité que pour la qualité des collectes de données, ainsi que les dynamiques temporelles, telles que les dates de la saison, viennent encore compliquer le choix de la meilleure approche pour les unités spatiales de l'analyse. Les collectes de données en cours de saison ne sont ni systématiques ni distribuées aléatoirement dans le temps ou l'espace. Choisir des unités d'analyse spatiale trop petites mènerait à l'exclusion pure et simple de nombreuses ZPH de l'analyse.

Un autre facteur qui entre en jeu dans le choix des unités spatiales de l'analyse est ce qu'on appelle la « règle de cinq », qui limite la présentation des résultats lorsque le nombre de pêcheurs, de navires ou d'acheteurs est inférieur à cinq pour une zone spatiale et une année données, de manière à protéger l'anonymat des propriétaires (Tomasic 2023).

En fin de compte, une approche équilibrée est nécessaire afin de représenter les détails importants à l'échelle des ZPH dans les données disponibles, de maintenir la capacité d'incorporer l'information de toutes les ZPH et années dans le CAP et de produire des rapports à des échelles spatiales suffisamment grandes pour présenter au moins partiellement les stocks biologiques. Lorsque des analyses précises sont nécessaires pour l'établissement des indices, les données au niveau de la ZPH sont analysées, puis les résultats sont fusionnés au niveau de la région d'évaluation. Sinon, lorsque des analyses grossières suffisent, les analyses sont effectuées au niveau de la région d'évaluation seulement. Cette approche est conforme à l'évaluation des stocks (Coughlan *et al.* 2023), et elle représente globalement les pêches et les tendances biologiques supposées à l'intérieur des quatre régions d'évaluation et entre celles-ci. Les quatre régions d'évaluation sont la côte nord-est, Avalon, la côte sud et la côte ouest (figure 1). Au cours de la dernière décennie, essentiellement d'après les débarquements déclarés, les régions d'évaluation de la côte sud et de la côte ouest sont devenues les « régions d'évaluation principales », tandis que les régions de la côte nord-est et d'Avalon restent considérées comme des « régions d'évaluation marginales ». Malgré des différences régionales dans les niveaux des indicateurs de la pêche, il y a des signes marqués d'augmentation de la pêche et d'une productivité biologique supposée dans toutes les régions d'évaluation (Coughlan *et al.* 2023, 2025).

2.2. SOURCES DE DONNÉES

Les sources de données utilisées pour l'estimation et l'établissement des multiples indicateurs pour ce CAP sont décrites ci-après. La plupart des données pour ce CAP proviennent de sources dépendantes de la pêche, recueillies par des pêcheurs et des techniciens de la Fish, Food and Allied Workers Union (FFAW), ainsi que d'un nouveau relevé au casier indépendant de la pêche et à court terme, qui a commencé en 2018 et qui est maintenant élargi à quatre sites.

2.2.1. Échantillonnage en mer

Ce sont les données de l'échantillonnage en mer de 2004 à 2023 qui ont été utilisées pour le CAP. Les programmes d'échantillonnage en mer font appel à des techniciens en mer qui enregistrent les prises quotidiennes à bord des bateaux de pêche en cours de saison à certains emplacements dans toute la province. Lorsque c'est possible, chaque casier est échantillonné et les longueurs de carapace de tous les homards sont consignées au millimètre le plus proche. Le sexe des individus est enregistré et l'état reproducteur des femelles (femelle œuvée ou non)

est déterminé à partir d'une évaluation visuelle de l'abdomen, et la présence ou l'absence d'une encoche en V est notée. L'encoche en V fait référence à une marque sur la queue indiquant qu'un individu a déjà été capturé (et relâché) en tant que femelle œuvée. Lorsqu'elle est présente, l'encoche en V est aussi subjectivement classée comme récente ou ancienne. Ces données d'échantillonnage en mer constituent la principale source de données utilisée pour la production des représentations démographiques de la structure des populations.

2.2.2. Journaux de bord

Deux sources de données des journaux de bord sont disponibles pour la pêche, l'une provenant d'un programme de pêcheurs-repères (« journaux de bord de la FFAW ») et l'autre d'un programme obligatoire du MPO (« journaux de bord du MPO »). Les deux programmes recueillent des données sur la date des activités de pêche, le nombre de homards capturés et le nombre de casiers utilisés.

En ce qui concerne la série des journaux de bord de la FFAW, les données étaient disponibles de 2004 à 2023 pour chaque région d'évaluation, la plupart des ZPH étant représentées pratiquement toutes les années. Pendant toute la saison de pêche commerciale au homard, les pêcheurs participant à ce programme recueillent de l'information sur les prises dans les casiers commerciaux, notamment le nombre de homards commerciaux conservés, de femelles œuées, d'individus portant une encoche en V ou d'individus de taille non réglementaire.

La série des journaux de bord du MPO détaille la date de l'activité de pêche, le nombre de homards conservés et le nombre de casiers utilisés. Ce programme a été mis en œuvre en 2010. Bien que le retour des journaux de bord soit obligatoire, les taux de retour ont été d'environ 50 % en moyenne depuis 2010.

2.2.3. Casiers modifiés (sans événement d'échappement)

Depuis 2006, des casiers modifiés (sans événement d'échappement de manière à cibler les prérecrues et les homards de taille non réglementaire) sont distribués aux pêcheurs-repères et déployés dans diverses ZPH. Des données sur tous les homards capturés au moyen de ces casiers sont consignées en mer et dans les journaux de bord. Ces données (nombres) sont recueillies pour des groupes distincts : homards de taille réglementaire conservés, femelles œuées, ainsi que mâles et femelles de taille non réglementaire. Ces données sont rares dans toutes les zones sur l'ensemble de la série chronologique.

2.2.4. Relevés au casier

Des relevés au casier indépendants de la pêche ont été élaborés et menés au printemps et au début de l'été de 2018 à 2023 dans la baie Conception (région d'évaluation d'Avalon), en juin de 2021 à 2023 à Port Saunders (région d'évaluation de la côte ouest), en septembre de 2020 à 2023 à Comfort Cove (région d'évaluation de la côte nord-est) et en avril 2022 et septembre 2023 à Harbour Breton (région d'évaluation de la côte sud). À chaque emplacement, une cinquantaine de casiers ont été déployés chaque jour, notamment des casiers commerciaux et modifiés (sans événement d'échappement) à des profondeurs diverses (comprises entre moins de 5 m et 25 m). Tous les homards capturés ont été mesurés, et des données ont été recueillies sur le stade de maturité, la présence ou l'absence d'une encoche en V, l'état de la carapace, la durée d'immersion et l'emplacement des casiers, les prises accessoires et la température au fond mesurée par des sondes de température.

Les données des relevés au casier ont servi à élaborer une courbe d'ajustement de la sélectivité à appliquer aux données sur la fréquence selon la longueur pour les casiers modifiés

(sans événement d'échappement) et commerciaux dans les données des relevés et de l'échantillonnage en mer.

2.3. LA RÈGLE DE CINQ

Deux limitations peuvent influencer la présentation de l'information sur les données dépendantes de la pêche, à savoir le nombre d'acheteurs et le nombre de pêcheurs titulaires de permis enregistrés pour une ZPH et une année données. Si l'une de ces mesures de type d'entreprise propriétaire est inférieure à cinq, les données ne peuvent pas être présentées. Le nombre d'acheteurs dans chaque ZPH a été fourni par la Division des statistiques de la Direction générale des politiques et de l'économie du MPO, et le nombre de pêcheurs titulaires de permis enregistrés a été obtenu auprès de la Direction générale de la gestion des ressources du MPO. La règle de cinq a restreint la présentation des données dans les ZPH 3, 4A, 8, 9, 14B et 14C certaines années ou toutes les années. Au besoin, les débarquements et les CPUE de la pêche pour chaque ZPH ont été combinés avec ceux des ZPH adjacentes. Il convient de noter que ce type de regroupement de sources de données peut limiter la robustesse des analyses pour une zone localisée.

2.4. CADRES INTÉGRANT L'APPROCHE DE PRÉCAUTION

La présente évaluation de la dynamique des populations, qui vise à adapter une approche de précaution pour la gestion du homard de Terre-Neuve, explore de nombreux indicateurs afin d'élaborer un synopsis intégré multivarié de la santé du stock. Les CAP à indicateurs multiples offrent plusieurs avantages potentiels par rapport aux approches univariées conventionnelles, généralement fondées sur la biomasse (Mullowney et Baker 2023). Par exemple, dans des circonstances comme celles du homard de Terre-Neuve, où peu d'indicateurs (voire aucun) sont jugés suffisamment efficaces pour les soutenir comme indices autonomes, l'approche consistant à comparer les signaux provenant de plusieurs sources et à les intégrer dans un synopsis holistique renforce l'évaluation de la santé globale d'un stock grâce à une évaluation de type pondération des preuves. La réalité des indicateurs examinés ici est qu'il existe d'importantes mises en garde associées aux données utilisées pour former chacun d'eux. De plus, les approches à indicateurs multiples intégrant l'approche de précaution favorisent l'inclusion et l'application de facteurs au-delà des simples indicateurs biologiques dans le processus. Par exemple, les CPUE de la pêche pourraient être incluses comme indicateur de la santé de la pêche, créant un synopsis plus global, à l'échelle du système, des facteurs influençant la ressource. Enfin, un autre avantage est que plusieurs indicateurs permettent une adaptation plus robuste aux variations de la capacité de charge. Par exemple, si le niveau absolu de la biomasse d'un stock augmente (ou diminue) jusqu'à un niveau qui ne correspond pas aux niveaux passés en raison de variations de la capacité de charge, il n'est pas nécessaire que l'interprétation de l'état de ce stock soit directement alignée sur ce résultat, car des facteurs connexes, comme le maintien d'une structure vaste du stock ou la production d'œufs par individu, fournissent un synopsis englobant des facteurs au-delà de la simple biomasse du stock.

Conformément au concept selon lequel il faut éviter d'inclure dans les CAP à indicateurs multiples trop de variables qui compliquent l'interprétation de la santé des stocks (Mullowney et Baker 2023), un total de cinq indicateurs sont explorés ici en vue de la prise d'une décision à propos de leur inclusion. Cette approche a été discutée et appuyée lors de la plus récente évaluation des stocks (Coughlan *et al.* 2025).

Comme il est détaillé à la section 1.2, les CAP à indicateurs multiples sont la norme pour les populations de homards du Canada atlantique, bien qu'aucun ne comprenne une intégration quantitative des notes de rendement de la ressource dans un seul indice de la santé.

2.5. PARAMÈTRES BIOLOGIQUES ET HALIEUTIQUES

2.5.1. Sélectivité des casiers

Les mesures biologiques tirées des casiers commerciaux (échantillonnage en mer) recueillies dans la pêche étaient les données les plus courantes disponibles pour l'analyse des populations, mais il a fallu convertir la sélectivité des casiers pour examiner les données sur les homards de taille non réglementaire peu capturés (longueur de carapace inférieure à 82,5 mm). Pour l'élaboration d'une courbe de sélectivité en vue de la conversion des taux de prise dans les casiers commerciaux, les méthodes de la plus récente évaluation des stocks ont été utilisées à l'aide des données des relevés indépendants de la pêche pour la mise au point du modèle (section 2.2.4), actualisées jusqu'en 2023. Pour cette analyse, les taux de prise (nombre par casier) ont été calculés par catégorie de longueur (tranches de 4 mm de longueur de carapace pour les sexes combinés), par année et par site, et les tranches comprises entre plus de 50 mm et moins de 89 mm ont été isolées pour l'ajustement de la courbe. Cette fourchette représentait la majorité des données et correspondait au spectre de tailles dans lequel on prévoyait que l'efficacité relative de capture des casiers commerciaux passerait de près de 0 à près de 1. Les données d'observation utilisées pour l'ajustement de la courbe étaient représentées par les rapports entre les taux de prise dans les casiers commerciaux et ceux dans les casiers modifiés (sans événement d'échappement), toutes les années et tous les sites étant utilisés pour l'élaboration de ces rapports de taux de prise. Cette approche a révélé une forte cohérence des courbes de sélectivité propres au site provenant des quatre sites de relevé (Coughlan *et al.* 2025). Un modèle additif généralisé (MAG) utilisant une distribution de famille quasi binomiale (lien logit) a été intégré dans le progiciel *mgcv* (Wood 2017) dans la version 4.4 de R Studio (R Core Team 2023). Les distributions quasi binomiales sont appropriées lorsque la variance des données est plus grande ou plus faible que celle à laquelle on s'attendrait avec des données binomiales, et elles sont applicables aux variables dépendantes constituées de proportions. Les données d'observation avec des moyennes de taux de prise supérieures à 1 ont été fixées à 1 avant l'ajustement du modèle pour la conformité à la variable dépendante proportionnelle, ce qui a touché les données d'observation à une longueur de carapace de 80 mm.

Le modèle de sélectivité prenait la forme suivante :

$$[\text{Équ. 1}] \quad rCOMM \sim s(LC),$$

où $rCOMM$ est le rapport entre les taux de prise dans les casiers commerciaux et dans les casiers modifiés (sans événement d'échappement), LC est la longueur de carapace par tranches de 4 mm et s désigne une spline de lissage des plans affinés. Trois nœuds de base ($k = 3$) ont été utilisés pour ajuster le modèle, le minimum possible, afin d'éviter un surajustement. Une analyse visuelle des résiduels et une interprétation de R^2 ajusté ont servi à confirmer la suffisance de l'ajustement du modèle. Le modèle a été réajusté avec un ensemble de données simulé composé d'une séquence de longueurs de carapace allant de 30 à 150 mm afin d'estimer les facteurs de conversion de la sélectivité propres à la longueur. Un examen qualitatif des taux de prise ajustés selon la sélectivité dans les casiers commerciaux par rapport aux taux de prise non ajustés dans les casiers commerciaux, ainsi que des taux de prise dans les casiers modifiés (sans événement d'échappement), a été réalisé par site et par année afin d'assurer l'efficacité des conversions. Ces dernières ont été appliquées à la série chronologique des données des casiers commerciaux issues de la surveillance en cours de saison de la pêche pour toutes les analyses suivantes, lorsque cela était approprié.

2.5.2. Relations longueur-poids

Pour la première fois, en 2023, les poids des homards individuels ont été enregistrés de manière opportuniste dans les relevés au casier indépendants de la pêche. En conséquence, des relations longueur-poids ont été élaborées pour le processus de ce CAP. Un MAG a été ajusté aux données à l'aide du progiciel en R *mgcv*, avec une distribution-t de famille à l'échelle (lien logarithmique). La distribution-t à l'échelle est appropriée pour les données à queue lourde et est utilisée à la place d'une distribution gaussienne, qui peut se produire lorsque relativement peu d'observations sont situées près des extrémités de la distribution des données (Wood *et al.* 2016). Le modèle, prédisant les poids, a été initialement exécuté avec le site de relevé et le sexe comme facteurs non lissés en plus d'un terme lissé de longueur de carapace. Toutefois, lorsque des différences négligeables ont été constatées entre les quatre sites de relevé pour les deux sexes, le modèle a été condensé en une version plus simple contenant seulement le sexe et la longueur de carapace comme variables prédictives. Les regroupements des femelles en fonction de la maturité étaient trop pauvres en données pour qu'il soit possible de les affiner davantage pour prendre en compte les maturités à ce stade.

La relation longueur-poids prenait la forme suivante :

$$[\text{Équ. 2}] \quad Pgt \sim \text{sexe} + s(LC),$$

où Pgt est le poids en grammes, sexe est une variable du facteur et $s(LC)$ est un terme lissé des plans affinés pour la longueur de carapace, mesurée à 1 mm près. R^2 ajusté a servi à déterminer l'adéquation de l'ajustement. Trois nœuds de base ($k = 3$) ont été utilisés pour l'ajustement du modèle, le minimum possible, afin d'éviter un surajustement. Le modèle a été réajusté avec un ensemble de données simulé composé d'une séquence de longueurs de carapace allant de 1 à 150 mm afin d'estimer les poids propres au sexe. Ces poids ont été appliqués à la série chronologique des données des casiers commerciaux issues de l'échantillonnage en mer pendant la pêche pour toutes les analyses suivantes, lorsque cela était approprié.

2.5.3. Fécondité

Il n'existe pas de données régionales récentes sur la taille des couvées des femelles. Pour estimer les relations entre la longueur de carapace et le nombre d'œufs chez les femelles, nous avons utilisé l'approche du gradient de latitude de Currie et Schneider (2011). Dans cette méthode, l'échelle de la relation de loi de puissance du nombre d'œufs en fonction de la longueur diminue à mesure que la latitude augmente. Le gradient de latitude s'applique à b , dans la relation de fécondité définie comme suit :

$$[\text{Équ. 3}] \quad F = aL^b,$$

où F est la fécondité (nombre d'œufs), a est un facteur d'échelle, L est la longueur de carapace et b est l'exposant de la loi de puissance. Sur une gamme de latitudes allant de 40° à 52° N, b est défini comme suit :

$$[\text{Équ. 4}] \quad b = -0,08597 * Lat + 7,0202$$

Nous avons utilisé les latitudes centrales de 49.5° N, 47.2° N, 47.3° N et 49.3° N pour les régions d'évaluation de la côte nord-est, d'Avalon, de la côte sud et de la côte ouest, respectivement, ainsi que 48.3° N pour un indice à l'échelle de Terre-Neuve.

Le paramètre de mise à l'échelle a est défini comme suit :

$$[\text{Équ. 5}] \quad a = F_{85}/(L^b),$$

où F_{85} représente la fécondité moyenne à une longueur de carapace de 85 mm à une latitude donnée, L est 85 mm et b est l'exposant de la loi de puissance. F_{85} est définie comme suit :

[Équ. 6]
$$F_{85} = 490,6 * Lat - 12\,222$$

2.5.4. Taille à la maturité

Le MPO ne disposait d'aucune donnée récente sur la taille à la maturité du homard de Terre-Neuve. Pour estimer les ogives de la taille à la maturité chez les femelles, nous avons transformé les équations de régression probit fondées sur la longueur de carapace indiquées dans Ennis (1980) pour cinq sites autour de Terre-Neuve en pourcentages d'individus matures selon la taille : St. Chad's et Comfort Cove dans la région d'évaluation de la côte nord-est, Arnold's Cove (baie Placentia) dans la région d'évaluation d'Avalon et adjacent à la région d'évaluation de la côte sud, ainsi que Boswarlos et North Arm dans la région d'évaluation de la côte ouest. La détermination des femelles matures dans le travail d'Ennis (1980) reposait sur l'examen de la couleur des ovaires et de la taille des œufs. Nous avons calculé une proportion moyenne d'individus matures selon la taille aux cinq sites en vue d'une application dans d'autres analyses. Une courbe du pourcentage conceptuel des femelles œuvées a été tracée, définie comme 0,5 fois le pourcentage d'individus matures à une taille donnée, en vue d'une analyse comparative des proportions de femelles œuvées lors d'analyses ultérieures. Ce concept reposait sur le fait que les femelles suivent un cycle de mue-fraie de deux ans après avoir atteint la maturité sexuelle (Aiken et Waddy 1982; Comeau et Savoie 2001), et le calcul était axé sur la courbe des taux de maturité (moyenne) pour tous les sites.

2.5.5. Taille des recrues immédiates

La taille des recrues immédiates a été définie comme une longueur de carapace de 83 à 95 mm. La limite supérieure de 95 mm a été choisie pour représenter une croissance type de 15 % au-dessus de la taille minimale réglementaire, soit une longueur de carapace de 82,5 mm (les homards d'une longueur de carapace de 82,5 mm sont enregistrés comme ayant une longueur de carapace de 83 mm). Cette estimation de l'augmentation de la croissance est cohérente avec la myriade de signalements de homards de taille moyenne à grande dans le sud du golfe du Saint-Laurent mis en lumière dans Comeau et Savoie (2001), qui variaient de 12 à 20 % selon le site et le sexe. Les participants à la réunion d'évaluation par les pairs ont convenu qu'une longueur de carapace de 95 mm représentait une prévision de la taille maximale typique pour les homards qui entrent dans la population exploitable.

2.5.6. Taux d'exploitation au rendement maximal durable (F_{RMD})

Le taux d'exploitation au rendement maximal durable (F_{RMD}) est la valeur de F qui produit le plus grand rendement d'un stock à long terme. Nous avons utilisé un modèle fondé sur le rendement par recrue (RPR) pour déterminer F_{RMD} dans le spectre de tailles des recrues immédiates (longueur de carapace de 83 à 95 mm). Les modèles fondés sur le rendement par recrue estiment conceptuellement les taux optimaux de pêche en fonction de l'influence des taux de mortalité naturelle (M) pour équilibrer le compromis entre laisser les individus grossir davantage et atteindre un poids plus grand et les pêcher à une taille petite tout de suite. Au lieu de l'approche habituelle fondée sur l'âge, nous avons isolé des tailles modales pour chaque sexe, correspondant à peu près aux âges approximatifs indiqués dans Ennis *et al.* (1986). Plus précisément, pour les mâles, les longueurs de carapace de 83 mm et de 92 mm représentaient environ les âges 8 et 9, et pour les femelles, les longueurs de carapace de 83 mm, de 88 mm et de 95 mm représentaient les âges 9 à 11 environ. Le modèle fondé sur le rendement par recrue a été programmé dans le progiciel *MQMF* (Haddon 2023) dans R. Les poids d'entrée à une taille donnée pour chaque sexe étaient axés sur les valeurs prédites à partir des relations

longueur-poids dérivées de relevés décrites précédemment. La sélectivité des homards propre à la taille reposait sur la courbe de sélectivité décrite précédemment, les taux de prélèvement annuels étaient simulés sur une fourchette de 1 à 99 %, M était fixée à 5 % pour les mâles et à 10 % pour les femelles, représentant des besoins énergétiques supérieurs liés à la reproduction chez les femelles, et la taille initiale des populations était fixée à 10 000 homards d'une longueur de carapace de 83 mm.

2.6. DÉBARQUEMENTS AJUSTÉS

En l'absence d'autres informations, les débarquements ont été jugés comme un indicateur pouvant au moins partiellement représenter la taille de la population exploitable (MPO 2023b, 2024). Puisque les débarquements faisaient partie des rares sources de données offrant de longues séries chronologiques, ils ont été considérés comme potentiellement utiles soit comme un indicateur direct du cadre, soit comme un indicateur pouvant contribuer à d'autres, comme le recrutement, puisque la pêche est vue comme une pêche des recrues.

Il existe des problèmes reconnus liés à l'utilisation des débarquements comme indice de la taille d'un stock. Outre le problème que les variations des débarquements représentent des variations de l'effort plutôt que de la taille du stock (Cook *et al.* 2020), il y a aussi la sous-déclaration systémique connue des prises, résultant du fait que les données sur les débarquements déclarés proviennent exclusivement des bordereaux de vente des installations de transformation, sans la prise en compte des homards vendus dans les filières hors du secteur de la transformation. Pour résoudre ces problèmes, un indice des débarquements ajustés a été élaboré comme base en vue de l'inclusion potentielle dans le CAP d'un indicateur des débarquements ajustés, direct ou contributif, à la place des débarquements déclarés.

L'approche visant à élaborer un indice des débarquements ajustés plutôt que déclarés était étayée par deux changements prévus dans les pratiques des débarquements déclarés, qui devraient tous deux produire un biais à la hausse de la proportion des débarquements déclarés par rapport aux normes des séries chronologiques. Premièrement, il était attendu que l'application des débarquements dans le CAP favorise la déclaration des débarquements afin que l'indice reste élevé; deuxièmement, les améliorations à grande échelle attendues dans le stock de homards à l'avenir devraient accroître les volumes capturés et, par conséquent, renforcer la nécessité pour les pêcheurs individuels de vendre leurs prises aux installations de transformation plutôt que par d'autres filières.

L'équation sur laquelle repose l'élaboration d'un indice des débarquements ajustés selon la semaine et la ZPH est structurée comme suit :

$$[\text{Équ. 7}] \text{Débarquements}_{(semaine)} = (\overline{ventes}_{(semaine)}(\mu) * \overline{sorties}_{(semaine)}) * (\sum \text{permis}_{(annuel)} * \propto \text{pêche}_{(semaine)}),$$

où *Débarquements* est les débarquements ajustés en tonnes, $\overline{ventes}$ est le tonnage moyen des ventes déclarées chaque semaine, μ est un facteur d'ajustement pour la prise en compte du nombre de sorties de pêche dans une vente donnée, $\overline{sorties}$ est le nombre moyen de sorties effectuées par un pêcheur donné chaque semaine, $\sum \text{permis}$ est le nombre total de pêcheurs demandant des étiquettes de casier chaque année (c'est-à-dire dont on déduit qu'ils ont l'intention d'aller pêcher) et $\propto \text{pêche}$ est la proportion de la flotte qui pêche chaque semaine.

Les données sur le tonnage moyen des ventes hebdomadaires par ZPH étaient disponibles dans la base de données sur les prises et l'effort du MPO (c'est-à-dire la surveillance des quotas et des prises) et le nombre de pêcheurs demandant des étiquettes de casier par ZPH a été communiqué par la Direction générale de la gestion des ressources du MPO. Il a fallu

estimer le nombre moyen de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) par semaine et la proportion de la flotte pêchant par semaine pour établir l'indice ajusté des débarquements.

2.6.1. Sorties hebdomadaires

Toutes les sources de données permettant d'estimer le nombre moyen de sorties hebdomadaires par NIP étaient incomplètes, car tous les pêcheurs n'ont pas toujours déclaré leurs ventes ou soumis leurs journaux de bord. Le nombre moyen de sorties hebdomadaires par NIP a été estimé à partir des journaux de bord des pêcheurs plutôt que de la base de données sur les prises et l'effort, car les niveaux de déclaration étaient toujours plus élevés dans les journaux de bord. Pour représenter les niveaux d'activité de la flotte de manière plus globale, cette approche a nécessité de poser l'hypothèse que les pêcheurs qui remplissent leurs journaux de bord le font régulièrement toute l'année. Ce point a été en partie examiné en fonction de la cohérence entre les deux séries de données des journaux de bord par rapport aux bordereaux de vente. Il était également attendu que, si cette hypothèse était valide, le nombre de sorties par semaine soit proche de six ou égale à six (c'est-à-dire tous les jours sauf le dimanche dans certaines régions) dans les principales zones de pêche pendant au moins quelques périodes de la saison, et plus faible dans les ZPH plus marginales. Les relations entre le nombre moyen de sorties par NIP par semaine à partir des journaux de bord (sorties) et des bordereaux de vente (bordereaux) par NIP par semaine dans la base de données sur les prises et l'effort ont été tracées comme des graphiques des sorties saisonnières par année et ZPH, les semaines civiles représentant les incréments des sorties, au moyen d'un examen séparé pour les séries des journaux de bord du MPO et de la FFAW. Comme il représente plus de sous-déclaration dans les données sur les ventes dans la base de données sur les prises et l'effort que dans les journaux de bord, ainsi que le fait que certaines ventes englobent plusieurs sorties, il était attendu que le nombre moyen de bordereaux par NIP par semaine dans la base de données sur les prises et l'effort soit systématiquement inférieur à celui des sorties par NIP par semaine dans les journaux de bord. En conséquence, les données ont été tracées sur une ligne de relation de 45° afin d'y rechercher ces profils attendus pour valider l'efficacité de l'approche.

Le nombre calculé de sorties par NIP par semaine était parfois incomplet certaines semaines de la saison pour une ZPH et une année données du fait d'informations manquantes dans les journaux de bord. Afin d'estimer le nombre de sorties par NIP par semaine, y compris les semaines non comptabilisées dans les données, le nombre moyen de sorties hebdomadaires effectuées par les pêcheurs a été modélisé à l'aide d'un MAG dans *mgcv*. Les données avant 2010 provenaient exclusivement des journaux de bord de la FFAW et, après 2009, elles étaient limitées aux journaux de bord du MPO. La période après 2009 a été choisie car, malgré le consensus sur les tendances du nombre estimé de sorties par semaine entre les deux séries de données, des analyses préliminaires ont montré une directionnalité dans les journaux de bord de la FFAW dégagant des tendances vers des sorties moins nombreuses par semaine, qui représentaient de manière plausible la taille plus petite des échantillons de cette série de données. Le modèle de sorties était structuré comme suit :

$$[\text{Équ. 8}] \quad \overline{\text{sorties}} \sim te(\text{année}, \text{semaine}),$$

où $\overline{\text{sorties}}$ représente le nombre moyen de sorties par NIP et $te(\text{année}, \text{semaine})$ est une interaction lissée de l'année et de la semaine ajustée par ZPH.

L'année et la semaine étaient toutes deux traitées comme des variables continues. Le modèle a été ajusté comme une distribution quasi-Poisson avec une fonction de lien d'identité et le paramètre k contrôlant les interactions année * semaine a été fixé à 15 de façon à maintenir les degrés de liberté modérés. Une distribution quasi-Poisson représente la structure des nombres

non entiers des données d'observation. L'adéquation de l'ajustement du modèle a été évaluée par le R^2 ajusté et les résiduels du modèle ont été présentés sous forme de diagrammes de dispersion des valeurs hebdomadaires observées et prédites, tracés par ZPH et année. Les tracés de contours de l'effet marginal de l'interaction entre l'année et la semaine par ZPH ont été examinés afin de discerner les profils spatiotemporels des taux élevés et faibles d'activité de pêche hebdomadaire.

La dernière étape pour estimer les sorties hebdomadaires a consisté à réajuster le modèle de sorties avec une base de données contenant les dates annuelles d'ouverture et de fermeture, converties en semaines civiles, pour chaque ZPH et année de 2005 à 2023 afin de prédire les valeurs pour les semaines pour lesquelles les données manquaient. Ces données sur les dates des saisons ont été fournies par la Direction générale de la gestion des ressources du MPO. Les ajustements hebdomadaires de cette dernière exécution du modèle ont été utilisés pour les semaines où les données d'observation étaient présentes et celles où les données d'observation manquaient, comme l'estimation du nombre moyen de sorties par NIP par semaine dans l'équation 7.

2.6.2. Proportion de la flotte en train de pêcher

La proportion de la flotte en train de pêcher activement chaque semaine a été estimée à partir du nombre de NIP dans les journaux de bord. À cette fin, il a été supposé que la semaine avec le plus grand nombre de NIP uniques dans les journaux de bord représentait la semaine d'activité maximale pour la flotte dans une ZPH et une année données. Pendant cette semaine d'activité maximale, 100 % de la flotte était présumée active. Les proportions hebdomadaires de la flotte en train de pêcher ont d'abord été calculées à partir des NIP uniques dans les journaux de bord, puis réévaluées de façon à représenter le niveau d'activité par rapport à la semaine d'activité maximale.

L'approche de modélisation pour estimer les proportions hebdomadaires de la flotte en train de pêcher était similaire à celle utilisée pour estimer le nombre hebdomadaire de sorties, l'objectif final étant de remplir les estimations pour les semaines pour lesquelles aucune donnée n'était présente. Encore une fois, le modèle a été ajusté comme un MAG dans *mgcv*. Le modèle de proportions était structuré comme suit :

[Équ. 9] $\alpha \text{ pêche} \sim te(\text{année}, \text{semaine})$,

où $\alpha \text{ pêche}$ représente la proportion de la flotte en train de pêcher et $te(\text{année}, \text{semaine})$ est une interaction lissée de l'année et de la semaine ajustée par ZPH.

Le modèle de proportions a été ajusté comme une distribution quasi binomiale (lien logit) pour tenir compte de la forme proportionnelle des données. Ici encore, l'année et la semaine étaient des variables explicatives continues et le paramètre k contrôlant les interactions année * semaine a été fixé à 15 pour maintenir les degrés de liberté modérés. L'adéquation de l'ajustement du modèle a été évaluée par le R^2 ajusté. Les résiduels du modèle ont été présentés sous forme de diagrammes de dispersion des valeurs hebdomadaires observées et prédites. Les tracés de contours de l'effet marginal de l'interaction entre l'année et la semaine par ZPH ont été examinés afin de discerner les profils spatiotemporels des taux élevés et faibles d'activité de pêche hebdomadaire.

La dernière étape pour estimer les proportions hebdomadaires de la flotte en train de pêcher a consisté à réajuster le modèle de proportions avec la base de données contenant les dates annuelles d'ouverture et de fermeture pour chaque ZPH et année afin de prédire les valeurs pour les semaines pour lesquelles les données manquaient. Les ajustements hebdomadaires de cette dernière exécution du modèle ont été utilisés comme estimation de la proportion de la

flotte en train de pêcher chaque semaine dans l'équation 7, indépendamment de la disponibilité de données d'observation pour une semaine donnée.

2.6.3. Ventes moyennes

Les données sur les prises et l'effort étaient disponibles sous la forme de poids moyen des ventes par semaine et par ZPH. Cependant, tous les pêcheurs qui vendent leurs prises à des usines ne le font pas à chaque sortie et une seule vente peut englober plusieurs sorties. De ce fait, pour convertir les ventes moyennes en une base par sortie, un facteur d'ajustement défini comme les bordereaux hebdomadaires par NIP, divisés par le nombre estimé de sorties par NIP, a été appliqué. Il représentait le paramètre μ dans l'équation 7.

L'approche de modélisation pour estimer les ventes moyennes par sortie suivait un processus similaire à celui utilisé pour estimer le nombre de sorties par NIP et les proportions de la flotte en train de pêcher chaque semaine. Le MAG était structuré comme suit :

[Équ. 10] $\overline{ventes} \sim te(année, semaine)$,

où $\overline{ventes}$ représente les ventes moyennes par sortie et $te(année, semaine)$ est une interaction lissée de l'année et de la semaine ajustée par ZPH.

Le modèle de ventes a été ajusté comme une distribution Gamma (lien logarithmique) afin de tenir compte de la forme positive des données avec des valeurs élevées sporadiques. Ici encore, l'année et la semaine étaient des variables explicatives continues et le paramètre k contrôlant les interactions année * semaine a été fixé à 15. L'adéquation de l'ajustement du modèle a été évaluée par le R^2 ajusté et les résiduels du modèle ont été présentés sous forme de diagrammes de dispersion des valeurs hebdomadaires observées et prédites. Les tracés de contours de l'effet marginal de l'interaction entre l'année et la semaine par ZPH ont été examinés afin de discerner les profils spatiotemporels des profils des ventes hebdomadaires.

Les ventes moyennes par sortie ont été prédites pour les semaines et les ZPH pour lesquelles il n'y avait pas de données sur les ventes par le réajustement du modèle de ventes avec la base de données contenant les dates annuelles d'ouverture et de fermeture pour chaque ZPH et année. Même si cette dernière exécution du modèle de ventes était bien ajustée aux données disponibles, il était clair que certaines prédictions d'ajustement anormales avaient été produites dans des ZPH pour lesquelles les données étaient particulièrement rares, c'est-à-dire les ZPH 3, 8 et 9. Pour éviter des prédictions de l'ajustement fortement gonflées menant à des débarquements ajustés gonflés, un calcul a été effectué pour déterminer les valeurs aberrantes. Ce calcul a été défini comme le rapport entre la valeur prédite des ventes hebdomadaires et la valeur médiane dans une ZPH et une année données. Dans le tracé de ce rapport pour toutes les ZPH et les années, un rapport supérieur à 7 a été défini comme constituant des valeurs aberrantes, ce niveau représentant un seuil sous lequel pratiquement toutes les valeurs étaient inférieures dans toutes les autres ZPH, en particulier celles avec des niveaux élevés de données enregistrées sur les ventes. Pour les cas où des valeurs aberrantes ont été déterminées, les estimations des ventes hebdomadaires et les erreurs types étaient fixées aux médianes annuelles.

2.6.4. Calcul des débarquements ajustés

Les débarquements ajustés (équation 7) ont été calculés par ZPH et année en fonction du nombre hebdomadaire moyen de sorties prédit, rempli par saison, par NIP (équation 8), la proportion de la flotte en train de pêcher (équation 9) et les ventes par sortie (équation 10). Les estimations hebdomadaires des débarquements ont ensuite été additionnées par année selon la ZPH et la région d'évaluation. Les erreurs types propagées (σ) ont été calculées pour les

débarquements ajustés (l) pour les estimations ponctuelles hebdomadaires du nombre moyen de sorties par NIP (t), la proportion de la flotte en train de pêcher (f) et le poids moyen des ventes (w), comme suit :

$$[\text{Équ. 11}] \sigma l/l = \sqrt{((\sigma t/t)^2 + (\sigma f/f)^2 + (\sigma w/w)^2)}$$

Deux erreurs types propagées (1,96) ont été utilisées comme intervalle de confiance à 95 % autour des débarquements ajustés.

2.7. INDICATEURS POUR LE CADRE

2.7.1. Mortalité par pêche des recrues immédiates

Les fréquences selon la longueur ont été calculées à partir des données provenant des casiers commerciaux ajustés selon la sélectivité ainsi que des casiers modifiés (sans événement d'échappement) d'après l'échantillonnage en mer pendant la pêche, en nombre par casier. Les données des casiers commerciaux ajustés selon la sélectivité ont été traitées de façon analogue à celles des casiers modifiés (sans événement d'échappement). Les homards étaient séparés par taille (tranches de 1 mm de longueur de carapace), sexe et catégorie de maturité (mâles, femelles œuvées, femelles non œuvées, femelles œuvées avec encoche en V, femelles non œuvées avec encoche en V). L'encoche en V indique qu'une femelle a déjà été marquée parce qu'elle était œuvée lors d'une capture précédente.

En vue d'examiner qualitativement les différences propres à la taille dans les taux de prise entre le début et la fin de la saison, les données sur les fréquences selon la longueur ont été réparties selon des stades, soit avant 20 % de l'effort de la saison et après 80 % de l'effort de la saison pour une ZPH et une année données. Les distributions des fréquences selon la longueur au début et à la fin de la saison ont été tracées par région d'évaluation et année, en fonction des homards pouvant être conservés dans la pêche seulement, à savoir les mâles et les femelles non œuvées. Cette méthode a été privilégiée d'abord afin d'inférer qualitativement l'étendue des effets de la pêche sur la démographie de la population, et ensuite afin d'étudier d'éventuelles augmentations de la capturabilité induites par la température qui pourraient survenir tout au long de la saison (Comeau et Drinkwater 1997).

Après avoir cerné les préoccupations entourant une meilleure capturabilité tout au long de la saison, déduite des taux élevés de prise des prérecrues de taille non réglementaire aux stades de la fin et du début de la pêche, il a été décidé d'utiliser une méthode de changement de proportions en continu pour estimer la mortalité totale des homards exploitables. Cette méthode permet de calculer une statistique d'épuisement à partir des taux de prise relatifs des homards non exploités (le groupe de référence) par rapport aux homards pêchés sur l'ensemble de la saison (Claytor et Allard 2003). Ainsi, puisque l'augmentation de la capturabilité induite par la température influence simultanément à la fois les prérecrues et les homards exploitables, l'approche comparative assure une protection contre ce biais dans l'estimation de la mortalité.

Le groupe de référence non exploité a été défini comme les mâles et les femelles non œuvées, dont la longueur de carapace est comprise entre 80 et 82 mm, sans les données sur les homards plus petits pouvant être touchés par de petites tailles d'échantillons, et le groupe exploitable était limité aux recrues immédiates ou aux mâles et aux femelles non œuvées mesurant entre 83 et 95 mm de longueur de carapace. Le groupe de référence n'incluait que les deux catégories analogues de homard pêchées (mâles et femelles non œuvées) de façon à maintenir une comparaison directe entre les deux sans risque de confusion. Cet affinement aux recrues immédiates plutôt qu'à toutes les tailles de homards exploitables représentait deux considérations. Premièrement, la méthode de changement de proportions en continu est la plus efficace lorsque les groupes comparés sont relativement proches l'un de l'autre en taille

(Claytor et Allard 2003); deuxièmement, la grande majorité des homards capturés dans la pêche sont des recrues immédiates (Coughlan *et al.* 2025), avec peu de homards résiduels (plus grands que les recrues immédiates) dans la population dans plusieurs régions en raison d'une valeur élevée de F . Puisque la valeur de M est faible chez les gros homards (Comeau et Hanson 2018), la majorité de la mortalité totale estimée est attribuée à la pêche. Le groupe de référence défini était étroit (écart de taille de 3 mm). Des itérations étendant le groupe de référence à des tailles aussi petites que 70 mm ont été réalisées, et il a été décidé lors de la réunion d'évaluation par les pairs de faire du groupe de référence une fourchette étroite afin de préserver le respect de l'hypothèse que les effets induits par la température sur la capturabilité sont les mêmes pour tous les homards examinés, surtout parce qu'aucune perte importante de données n'était nécessaire pour ajuster les régressions linéaires à mesure que la fourchette du groupe de référence était réduite.

Quantitativement, les régressions non linéaires sont ajustées aux taux de perte due à l'épuisement des homards exploitables dans la méthode de changement de proportions en continu. Un rapport entre le nombre de homards exploitables et de homards exploitables plus les homards de référence (p) lors des événements d'échantillonnage tout au long de la saison est calculé comme la variable de réponse et est régressé par rapport aux débarquements cumulés comme la variable explicative. Le rapport p est ajusté au rythme des débarquements de la pêche par un facteur de conversion fondé sur la proportion de l'effort de surveillance par rapport aux débarquements de la pêche à un moment donné. Les débarquements cumulés de la pêche ont été estimés à partir des homards conservés indiqués dans les journaux de bord, en multipliant la proportion cumulée de homards conservés par les débarquements ajustés pour une région d'évaluation et une année données afin de calculer les débarquements cumulés à un moment donné. Nous avons regroupé les jours en tranches de cinq jours afin d'augmenter la taille des échantillons utilisés pour établir les rapports p . Cette approche a également réduit la variabilité à l'échelle des ZPH à l'intérieur d'une région d'évaluation donnée. Les analyses initiales ont montré que des données limitées au début et à la fin des saisons influençaient les rapports p sur les queues des distributions de données. C'est pourquoi les rapports p des premiers et derniers 5 % de la saison (mesurés par les débarquements) ont été omis pour l'ajustement des courbes de régression. Les régressions non linéaires ont été ajustées comme des modèles additifs généralisés quasi binomiaux propres à la région d'évaluation, structurés comme suit :

$$[\text{Équ. 12}] \ p_{[j]} \sim s\left(\text{année}_f[re] + s(\text{cum_déb}_{[j]})\right),$$

où $p_{[j]}$ est le rapport entre les homards exploitables et les homards exploitables plus les homards de référence ($\text{exp}/(\text{exp} + \text{réf})$) mesuré par le nombre de homards par casier à un moment donné $[j]$, j représentant les tranches de cinq jours pour une région d'évaluation et une année données, année_f est l'année traitée comme un facteur et ajustée comme un effet aléatoire $[re]$, $\text{cum_déb}_{[j]}$ est les débarquements cumulés de la pêche à un moment donné $[j]$, avec j représentant une tranche de cinq jours pour une région d'évaluation et une année données, et s désigne une spline de lissage des plans affinés.

L'intention était à la fois de garder la courbure des modèles relativement rigide tout en offrant suffisamment de flexibilité pour représenter la distribution sous-jacente des données sans surajuster les modèles. Afin d'obtenir ce résultat, le paramètre k sur le terme cum_déb a été fixé au minimum (3) de manière à réduire au minimum les degrés de liberté. Le paramètre sp , qui contrôle l'étroitesse du lissage, a été fixé à 0,5 de façon à permettre un niveau modéré d'étroitesse dans l'ajustement. L'adéquation des ajustements du modèle a été jugée par le R^2 ajusté et les résiduels ont été présentés sous forme de diagrammes de dispersion des valeurs hebdomadaires observées et prédites à l'échelle de la région d'évaluation et de l'année. Les

effets marginaux des débarquements cumulés ont été examinés afin de discerner les profils globaux de l'épuisement.

L'indice du taux d'exploitation (ITE) à un moment donné (j) est calculé en fonction du rapport p prédit ($p_{\text{préd}}$) par rapport au rapport p initial estimé (p_0) à l'aide de l'équation suivante :

$$[\text{Équ. 13}] \text{ITE}_{[j]} \sim 1 - \left(\left(p_{\text{préd}_{[j]}} / (1 - p_{\text{préd}_{[j]}}) \right) / \left(p_{\text{préd}_{[p_0]}} / (1 - p_{\text{préd}_{[p_0]}}) \right) \right),$$

L'ITE maximal pour une année donnée correspondait à l'indice en fin de saison et était considéré comme l'ITE annuel. Deux erreurs types (1,96) ont été utilisées comme intervalle de confiance à 95 % autour de l'estimation ajustée.

2.7.2. Taille des femelles œuvées

La dernière évaluation des stocks a mis en lumière des proportions exceptionnellement faibles de femelles fécondes chez les recrues immédiates dans certaines régions d'évaluation (Coughlan *et al.* 2025). Nous avons mis à jour le modèle fondé sur la taille des femelles œuvées décrit dans Coughlan *et al.* (2025) afin d'examiner si ces tendances ont persisté. Avant, nous avons tracé les distributions proportionnelles des groupes de mâles et de femelles par sexe et catégorie de taille afin d'examiner qualitativement la démographie de la population par région d'évaluation. Nous l'avons fait pour tous les homards capturés et échantillonnés chaque année par des techniciens d'échantillonnage en mer, indépendamment de la date. Les homards d'une longueur de carapace inférieure à 70 mm ont été omis de l'examen en raison du risque de transformations irréalistes des taux de prise aux tailles plus petites dans les casiers commerciaux ajustés en fonction de la sélectivité.

Le modèle fondé sur la taille des femelles œuvées était un ajustement du MAG utilisant *mgcv* qui liait la longueur de carapace et l'année comme variables explicatives pour prédire les proportions propres à la longueur des homards femelles matures. La famille du modèle était quasi binomiale et le paramètre k sur l'interaction était fixé à 12 pour faciliter l'ajustement à la forme dynamique *a priori* de la distribution des données. D'autres détails sur ce modèle sont disponibles dans Coughlan *et al.* (2025).

En plus de l'exécution mise à jour du modèle fondé sur la taille des femelles œuvées, nous avons tracé les proportions cumulées des tailles de l'échantillon de homards femelles dans la population par région d'évaluation et année afin de discerner qualitativement la quantité relative de femelles dans la population touchée par les taux faibles de fécondité.

Pour mettre au point un indice de la taille des femelles œuvées à appliquer dans le CAP, nous avons calculé la taille moyenne pondérée des femelles œuvées dans la population, le facteur de pondération étant le nombre de prises de femelles œuvées par casier. Nous l'avons fait par région d'évaluation et par mois pour étudier les profils spatiotemporels. Cependant, en raison de la forte variance autour des estimations ponctuelles et afin de tenir compte du faible échantillonnage des homards dans certaines régions d'évaluation ces dernières années, nous avons appliqué un MAG pour prédire la taille moyenne des femelles œuvées. Ce modèle d'estimation a été ajusté individuellement par région d'évaluation comme suit :

$$[\text{Équ. 14}] LC_{(\text{mois})} \sim te(\text{année}, \text{mois}),$$

où LC est la longueur de carapace moyenne des femelles œuvées échantillonnées dans la pêche et te est un lissage d'interaction.

Les femelles non œuvées avec une encoche en V ont été incluses comme femelles œuvées, pour que l'analyse examine la taille moyenne des femelles capables de se reproduire. Le terme du mois était ajusté comme une spline des plans affinés avec $k = 4$ pour donner un nœud de

base pour chaque mois présent dans les données (avril à juillet). Le terme de l'année était ajusté avec un lissage des plans affinés avec $k = 3$ nœuds de base, afin de réduire au minimum les degrés de liberté globaux dans le modèle. Les résiduels ont été tracés sous forme de diagrammes de dispersion des valeurs observées moins les valeurs prédites, et les interactions à effet marginal de l'année et du mois ont été tracées pour chaque région d'évaluation. Après avoir trouvé des différences dans le modèle fondé sur la taille des femelles œuvées par mois, qui révélaient des profils d'augmentation de la taille d'avril à juillet, nous avons isolé le mois de juin comme unité temporelle pour les prédictions et les rapports en tant qu'indice de la taille moyenne. En effet, il comportait des tailles relativement grandes, mais c'était aussi un mois pour lequel des données d'échantillonnage étaient disponibles dans toutes les régions d'évaluation et toutes les années. Les prédictions dans l'espace statistique de juin étaient ainsi associées à des ajustements aux données d'observation dans toutes les régions. Deux erreurs types (1,96) des longueurs moyennes prédites ont été utilisées comme intervalle de confiance à 95 % autour des estimations ponctuelles prédites du modèle fondé sur la taille des femelles œuvées.

2.7.3. Biomasse des recrues

Dans ce document, le recrutement désigne les recrues immédiates dans la pêche. Cette composante de la population représente une forte proportion des débarquements et de la biomasse dans toutes les régions d'évaluation. Un indice de la biomasse des recrues a été élaboré à partir de l'intégration des données provenant de l'échantillonnage de la composition par taille dans la pêche dans les débarquements ajustés. Les deux sources de données ont été classées par incréments hebdomadaires avant le calcul des proportions des contributions des recrues (mâles d'une longueur de carapace de 83 à 95 mm et femelles non œuvées) aux prises totales échantillonnées par les techniciens d'échantillonnage en mer et, par extension, les proportions des débarquements ajustés globaux de chaque semaine, d'après les niveaux hebdomadaires de prises conservées déclarés dans les journaux de bord par rapport aux débarquements totaux ajustés de la saison pour chaque région d'évaluation. Les estimations hebdomadaires du poids des recrues capturées dans la pêche ont été établies après la fusion des débarquements et des compositions hebdomadaires des prises. Les limites supérieure et inférieure estimées de la biomasse des recrues capturées reposaient sur les limites supérieure et inférieure estimées de l'intervalle de confiance à 95 % pour les débarquements ajustés. Les estimations hebdomadaires de la biomasse des recrues capturées dans la pêche ont ensuite été additionnées aux niveaux annuels, puis l'indice de la biomasse des recrues a été calculé comme la biomasse annuelle des recrues capturées divisée par l'ITE des recrues immédiates.

Les limites supérieure et inférieure estimées de la biomasse des recrues (BR) annuelle étaient fondées sur des erreurs types propagées (σ) tirées des recrues capturées (RC) estimées et des indices du taux d'exploitation (ITE), comme suit :

$$[\text{Équ. 15}] \sigma_{BR} = \sqrt{((\sigma_{RC}/RC)^2 + (\sigma_{ITE}/ITE)^2)}$$

Deux erreurs types propagées (1,96) ont été utilisées comme intervalle de confiance à 95 % autour des estimations de la biomasse des recrues.

2.7.4. CPUE de la pêche

Lors de la dernière évaluation des stocks, un indice des CPUE normalisées de la pêche a été ajouté pour l'évaluation du rendement de la pêche. Cet indice inclut l'année et le jour civil comme variables explicatives, ainsi que les effets non lissés de la ZPH et de la source (les journaux de bord du MPO ou de la FFAW) dans un MAG ajusté avec $mgcv$. Cependant, lors de la réunion d'évaluation tenue en 2022, il avait été recommandé d'envisager l'inclusion d'un

terme supplémentaire du navire ou du NIP dans le modèle. En conséquence, nous avons étudié un ensemble de modèles incluant un effet aléatoire du NIP en plus des termes existants du modèle, en comparant le critère d'information d'Akaike (CIA) afin de sélectionner un modèle qui comportait le NIP comme un effet aléatoire autonome sans interactions avec d'autres termes. De plus, en explorant les changements apportés au modèle existant de normalisation des CPUE, nous avons examiné deux types de modèles analogues, l'un conservant la distribution existante de famille de Tweedie et l'autre avec une distribution de famille de quasi-Poisson afin de mieux s'aligner sur la forme des données de comptage de la variable de réponse. Les modèles de quasi-Poisson ont constamment donné des statistiques de déviance expliquée plus élevées que leurs homologues de Tweedie, et les profils d'évaluation quasi-CIA représentaient les profils CIA; la famille de quasi-Poisson a donc été retenue pour la mise à jour du modèle. Le modèle actualisé des CPUE normalisées de la pêche, ajusté comme un modèle additif mixte généralisé par région d'évaluation, est le suivant :

$$[\text{Équ. 16}] CPUE_{[j]} \sim ZPH + Source + s(année) + s(jourc) + ti(année jourc) + s(NIP_{[re]}),$$

où *CPUE* est le taux de prise moyen dans la pêche (nombre d'individus par casier) pour l'activité de pêche, *j* désigne les différentes activités de pêche (sortie quotidienne), *ZPH* est la zone de pêche du homard, *Source* est la série des journaux de bord du MPO ou de la FFAW, *jourc* est le jour civil, *NIP* est un effet factoriel du NIP, *s* désigne une spline de lissage des plans affinés, *ti* désigne un lissage d'interaction des plans affinés et *re* désigne un effet aléatoire.

Il n'y a pas eu de manipulation de *k* ou d'autres paramètres par défaut du modèle, le modèle a été ajusté avec une distribution de quasi-Poisson avec un lien logarithmique par défaut et les résiduels du modèle ont été présentés comme les valeurs observées moins les valeurs prédites, tracées par rapport à l'ajustement du modèle. Nous avons adopté cette approche pour présenter les résiduels en raison d'un volume élevé de données concentré près des valeurs basses dans la présentation type des ajustements linéaires entre les valeurs observées et prédites utilisées pour d'autres analyses jusqu'à présent. Des graphiques de l'interaction à effet marginal de l'année et du jour civil ont été présentés pour chaque région d'évaluation afin de discerner les changements temporels dans les CPUE de la pêche sur toute la série chronologique, et des profils de la distribution saisonnière des ajustements du modèle par année et semaine civiles ont été illustrés pour les ZPH dans chaque région d'évaluation. Enfin, pour dériver un indice créant un rendement comparable entre les régions d'évaluation et les années et dans celles-ci et qui intégrait les variations de la dynamique temporelle de la pêche, nous avons calculé un point médian pour chaque saison dans chaque région d'évaluation. Cette semaine intermédiaire était fondée sur la somme cumulée des prises conservées dans les journaux de bord, en sélectionnant la semaine où la proportion la plus proche de 0,5 s'est produite dans une région d'évaluation et une année données. Nous avons utilisé deux erreurs types (1,96) de l'ajustement du modèle comme intervalles de confiance à 95 % pour ces semaines intermédiaires.

2.8. CHOIX DES INDICATEURS ET NOTATION

Des corrélogrammes de chacun des cinq indicateurs élaborés dont l'inclusion dans le CAP était envisagée (débarquements ajustés, *F* des recrues immédiates, biomasse des recrues, taille moyenne des femelles œuvées et CPUE de la pêche en milieu de saison) ont été tracés pour chaque région d'évaluation afin d'étudier les relations entre eux. L'objectif était de déterminer les relations problématiques pouvant produire des résultats indésirables lors de la notation pour le cadre définitif. Par exemple, dans toutes les régions d'évaluation, il y avait une corrélation forte et positive entre les débarquements ajustés et l'ITE des recrues immédiates. Puisqu'il serait inapproprié d'attribuer une note positive forte aux débarquements ajustés qui sont

progressivement stimulés par l'augmentation des taux d'exploitation dans la pêche, les débarquements ajustés n'ont pas été inclus dans les indicateurs du cadre final. Les fortes relations positives entre les taux d'exploitation dans la pêche et les niveaux de recrutement ont été jugées non problématiques, étant considérées comme conceptuellement indépendantes les unes des autres. Le retrait des débarquements ajustés a éliminé le risque qu'une corrélation entre ceux-ci et l'indice des CPUE de la pêche lié conceptuellement soit redondante dans la sélection des indicateurs finaux.

D'un point de vue mécaniste biologique, il existait un potentiel de redondance (c'est-à-dire une relation négative) entre la taille des femelles œuvées et le taux d'exploitation des recrues immédiates. Cependant, les données n'ont montré aucune tendance uniforme entre les régions d'évaluation et les deux indicateurs ont donc été conservés. Le fait que cette relation puisse être influencée par des interventions de gestion, telles que l'encoche en V et l'interdiction de pêcher les femelles œuvées, a été considéré comme un point fort dans la décision de conserver les deux variables. Il n'y avait pas de relations cohérentes entre la taille des femelles œuvées et la biomasse des recrues entre les régions d'évaluation; elles ont donc été jugées suffisamment indépendantes l'une de l'autre pour être incluses dans le cadre final.

Parmi les quatre indicateurs choisis pour être inclus finalement dans le cadre, les CPUE de la pêche pourraient être les plus problématiques, en raison à la fois des pratiques en cours dans la pêche, notamment un changement non expliqué du type d'engin utilisé, ainsi que des relations directionnelles avec le recrutement et le taux d'exploitation. Il est intéressant de noter que le maintien à long terme de la relation directionnelle (positive) entre les CPUE et le taux d'exploitation était inattendu. Cela a partiellement dissipé les inquiétudes concernant la décision de conserver les CPUE. En outre, il a été jugé que la relation positive avec le recrutement devrait conceptuellement se maintenir et que les deux devraient agir ensemble pour façonner les résultats du cadre (augmenter et baisser ensemble). De manière générale, le recrutement a été considéré comme un indicateur de la santé biologique et les CPUE comme un indicateur de la santé halieutique. De plus, il est reconnu que l'objectif de ce processus est de construire un système collaboratif convenant à toutes les parties et que les CPUE représentent efficacement la mise à jour par le pêcheur des données entrées dans le système fondé sur l'approche de précaution.

Pour noter l'indicateur F, un indice F/F_{RMD} a été calculé par l'application du taux de récolte annuel estimé pour chaque région d'évaluation à F_{RMD} dérivé du modèle du rendement par recrue. Les taux annuels de F ont été tracés le long de la courbe du rendement par recrue et les notes ont simplement été calculées comme la fraction de F_{RMD} à laquelle la pêche opérait, exprimée en proportion; les notes potentielles variaient ainsi de 0 (pêche à un taux de mortalité annuel de 100 %) à 1 (pêche à F_{RMD} ou en dessous [39 %]). Les valeurs inférieures à F_{RMD} ont toutes reçu une note de 1, car il serait inapproprié de pénaliser la pêche pour avoir opéré à de faibles taux d'exploitation des recrues immédiates. Cette approche de notation a été jugée conforme aux objectifs globaux de gestion de la pêche visant à réduire les taux d'exploitation.

L'indicateur de la taille des femelles œuvées a été noté dans une fourchette de tailles correspondant aux tailles où 50 % et 100 % des femelles devraient être matures en moyenne à tous les sites. Ces tailles correspondaient à une longueur de carapace de 73 mm et de 96 mm. Les valeurs incluant ces deux extrêmes et entre ceux-ci ont été notées le long d'un continuum de 0 à 1 selon une régression linéaire de la forme $[note = 0,0435 * LC - 3,1739]$, qui était simplement ajustée aux deux extrémités. Cette approche consistant à baser la note sur les taux prévus de taille à la maturité a été jugée conforme aux objectifs de gestion de la pêche visant à améliorer la production d'œufs.

Les centiles au-dessus des valeurs de référence ont été utilisés pour l'évaluation des indicateurs des recrues immédiates et des CPUE de la pêche. Pour chaque indicateur, les valeurs de référence ont été fixées aux moyennes des valeurs annuelles pour la période avant 2016 dans chaque région d'évaluation, en partant du principe que 2015 est l'année où les améliorations notables et désormais soutenues ont commencé. En effet, cette approche repose sur la performance de la série chronologique de chaque indicateur et détermine un point en dessous ou au-dessus duquel la croissance du stock serait présumée altérée ou possible à l'avenir, d'après la performance passée. Les valeurs inférieures aux moyennes d'avant 2016 ont été fixées à 0 et les valeurs suivantes ont été notées comme leur centile au-dessus du niveau défini. Cette approche signifie que, si de nouveaux sommets sont atteints dans l'un ou l'autre indicateur, de nouvelles limites supérieures définissant les notes de 1 seront établies.

Les termes d'erreur pour chacun des quatre indicateurs inclus dans l'indice des notes de santé (INS) final ont été élaborés selon une approche additive propagée à partir des écarts-types (σ) des différents indicateurs utilisés pour le produire (mortalité [M], femelles œuvées [O], recrutement [R], CPUE [C]), comme suit :

$$[\text{Équ. 17}] \sigma_{INS} = \sqrt{(\sigma M)^2 + (\sigma O)^2 + (\sigma R)^2 + (\sigma C)^2}$$

Deux écarts-types (1,96) ont été utilisés comme intervalle de confiance à 95 % autour de l'indice des notes de santé.

2.9. DÉFINITION DU POINT DE RÉFÉRENCE LIMITE

L'établissement des PRL aux fins des CAP est un processus à la fois très important et difficile. C'est effectivement l'élément opérationnel le plus crucial d'un CAP, puisque la législation visant à renforcer ou à réduire les contrôles sur les pêches, en particulier les débarquements, dépend du rendement des stocks par rapport à leur PRL. Malheureusement, il n'existe pas d'approches fondées sur des pratiques exemplaires cohérentes ou fermement établies utilisées pour l'établissement des PRL (Marantette *et al.* 2021). Un pourcentage élevé des CAP du MPO fixent les PRL à 40 % d'une mesure de rendement du stock donnée, conformément au conseil d'utiliser cette approche en l'absence d'un autre principe.

L'établissement d'un PRL pour le homard de Terre-Neuve est difficile en raison de plusieurs facteurs. Premièrement, comme pour la plupart des autres CAP pour les ressources canadiennes en homard, les données disponibles ne permettent pas d'élaborer des cadres conventionnels, comme ceux typiquement utilisés pour les poissons à nageoires, qui quantifient normalement une série chronologique de la biomasse du stock reproducteur à l'aide d'un indice ou d'un modèle comme base unique de rendement du stock pour établir des points de référence. Comme pour les autres CAP établis pour le homard, une approche à indicateurs multiples a été appliquée de façon à évaluer la santé de la ressource afin d'assurer l'adaptation aux données disponibles, mais le processus a été poussé un peu plus loin de façon à élaborer un indice intégré des notes de santé. Deuxièmement, au-delà des données, il faut tenir compte de facteurs biologiques et circonstanciels. Par exemple, un principe central de l'établissement d'un PRL est de le placer à un niveau au-dessous duquel des dommages graves sont présumés survenir (MPO 2023c). Si ces dommages sont dus à la pêche, des mesures correctives peuvent être prises si le stock en question se situe dans la zone critique.

L'interférence dans les processus reproducteurs, comme les taux de fécondité altérés associés à la pêche, pourrait constituer un dommage grave. Cependant, pour élargir ce principe, il faut examiner si un tel dommage grave conceptuel nuit effectivement à la ressource évaluée.

Idéalement, les résultats pourraient être mesurés quantitativement de façon à établir la relation de cause à effet. Les populations de homards d'Amérique sont connues pour la persistance de leur résilience face à des taux élevés de pêche dans une grande partie de l'aire de répartition

de l'espèce, bien que dans le contexte de préoccupations biologiques liées à des pratiques de pêche agressives (Comeau et Hanson 2018). De plus, il est connu que la dynamique de la dérive larvaire relie les populations dans toutes les eaux canadiennes de l'Atlantique, particulièrement dans le golfe du Saint-Laurent (Quinn *et al.* 2017); par conséquent, la mesure dans laquelle la production localisée d'œufs influence le recrutement localisé est mal comprise. Néanmoins, les profils de rendement de la ressource à grande échelle sous-entendent de vastes processus de stock-recrutement.

En tenant compte de tous les facteurs susmentionnés liés à la mise en place d'un PRL, notre approche a consisté à le fixer, d'après l'indice intégré des notes de santé, à un niveau à partir duquel une croissance à grande échelle de la ressource a été démontrée, en suivant la logique de $B_{\text{rétablissement}}$, définie comme un niveau de la biomasse (ou une approximation) ayant produit un recrutement menant au rétablissement du stock (MPO 2023c). Il a donc été nécessaire de se pencher sur ce qui constitue le rétablissement. Les débarquements documentés de la pêche du homard ont été beaucoup plus élevés dans le passé que durant la période précédant la croissance récente du stock (Coughlan *et al.* 2025). C'est pourquoi les participants à la réunion d'examen ont convenu qu'une certaine mesure de la santé du stock avant la récente croissance générale de celui-ci correspondait bien à la définition de $B_{\text{rétablissement}}$. Cependant, ils ont aussi jugé qu'il fallait tenir compte des faibles taux de femelles œuvées parmi les femelles dans les zones fortement exploitées pour établir un PRL et que le niveau du PRL devait être sensible afin de représenter rapidement les impacts mesurés sur la productivité de la ressource des dommages potentiels découlant de faibles taux de femelles œuvées s'ils deviennent apparents. Plus précisément, il fallait s'assurer que le PRL était fixé à une unité de la note de santé de l'évaluation récente et actuelle de la région d'évaluation de la côte ouest, en raison des préoccupations entourant l'altération de la production d'œufs qui est la plus manifeste dans cette région d'évaluation (voir les détails dans la section 3.3.2), l'unité de la note de santé étant destinée à représenter un signal d'échec du recrutement s'il se produisait.

Le PRL a été fixé à la note moyenne la plus basse pour l'indice intégré des notes de santé entre les régions d'évaluation durant la période avant 2016 (région d'évaluation de la côte ouest = 1,78, PRL fixé à 1,75), après laquelle une croissance démontrée et soutenue de la ressource s'est produite partout. Cette proposition tient compte du fait qu'il se situe à une unité de la note de santé des évaluations actuelle et récente de la région d'évaluation de la côte ouest.

2.10. ANALYSES AUXILIAIRES

2.10.1. Expérience de comparaison des taux de prise des casiers nouveaux avec ceux des casiers conventionnels

Ces dernières années, les pêcheurs de Terre-Neuve ont remplacé les casiers commerciaux habituels (36 po de long, 12 po de haut et 18 po de large) par des casiers commerciaux plus grands (de type « néo-écossais »; 48 po de long, 14 po de haut et 21,5 po de large). Les deux différences majeures sont que ces casiers ont deux trous d'entrée, un à chaque extrémité, et qu'ils contiennent généralement deux fois plus d'appâts que les casiers conventionnels. Bien que non quantifiée, l'utilisation de ces casiers est maintenant répandue et courante. Afin d'étudier la différence dans les taux de prise entre les casiers commerciaux conventionnels et les casiers plus grands, dix de ces derniers ont été intégrés dans les relevés au casier réalisés à Comfort Cove et à Harbour Breton en septembre 2024. Les durées d'immersion étaient les mêmes qu'avec les casiers conventionnels. Afin de suivre les pratiques de la pêche, la quantité d'appât (hareng) a été doublée dans les casiers plus grands (les appâts ont été installés sur deux broches métalliques dans chaque casier). Une autre mise en garde est que les grands

casiers ont été déployés uniquement aux faibles profondeurs du plan stratifié en profondeur au site initial de Comfort Cove, mais à toutes les profondeurs à Harbour Breton. Les données recueillies tirées de ces casiers étaient la prise totale, les mesures de tous les homards capturés (longueur de carapace), ainsi que l'état reproducteur et le stade de développement des œufs (des femelles œuvées).

Un MAG a servi à modéliser les taux de prise de homards de taille réglementaire dans les casiers nouveaux et conventionnels. Ce modèle avait la forme suivante :

[Équ. 18] $CPUE \sim Site + TypeC + s(profondeur) + s(immersion)$,

où *CPUE* est le nombre de homards de taille réglementaire par casier, *Site* est l'emplacement du relevé (Harbour Breton ou Comfort Cove), *TypeC* est le type de casier (commercial conventionnel ou grand de type néo-écossais) et *s* désigne une spline de lissage des plans affinés sur les termes de profondeur (mètres) et de durée d'immersion (heures). Le paramètre *k* pour chaque terme lissé était fixé à 5. Il s'agissait d'un modèle de la famille Tweedie qui tenait compte des données normales contenant des zéros. Des diagrammes de quartiles des taux de prise pour chaque type de casier ont été produits à partir des données utilisées dans l'analyse et les lissages à effet marginal pour chaque terme du modèle ajusté ont été tracés. Les poids de tous les homards capturés ont aussi été examinés au moyen de diagrammes de quartiles et par l'interprétation des différences dans les médianes, de façon à déterminer si la taille des homards capturés par chaque type de casier était différente.

3. RÉSULTATS

3.1. PARAMÈTRES BIOLOGIQUES ET HALIEUTIQUES

3.1.1. Sélectivité des casiers

Les relevés ont révélé un niveau élevé de variance autour des estimations ponctuelles moyennes du rapport entre les taux de prise par tranche de taille dans les casiers modifiés (sans événement d'échappement) et ceux des casiers commerciaux habituels. Cependant, les estimations ponctuelles formaient la forme logistique attendue, avec des rapports proches de 1 pour la fourchette de 76 à 88 mm de longueur de carapace (figure 2). Le modèle de sélectivité était bien ajusté aux données d'observation, avec un R^2 ajusté de 0,938 et aucun profil systématique dans les résidus (figure 2). Les estimations de l'efficacité de capture variaient de 0,03 à une longueur de carapace de 60 mm à 0,99 à une longueur de carapace de 88 mm. À une longueur de carapace de 83 mm, juste au-dessus de la taille minimale réglementaire, l'estimation de l'efficacité de capture était de 0,96.

Dans l'ensemble, les données sur les taux de prise dans les casiers commerciaux transformés représentaient étroitement les données sur les taux de prise dans les casiers modifiés (sans événement d'échappement) à une longueur de carapace de 70 mm ou plus pour tous les sites et toutes les années des relevés (figure 3). En dessous d'une longueur de carapace de 70 mm, la variabilité était plus grande, avec des taux de prise ajustés selon la sélectivité supérieurs aux taux de prise dans les casiers modifiés (sans événement d'échappement) à Port Saunders et à Harbour Breton, et inférieurs à ceux-ci la plupart des années à Comfort Cove. Néanmoins, les transformations des données pour les casiers commerciaux ont été jugées fiables à une longueur de carapace de 70 mm et plus, et elles ont été appliquées aux données d'échantillonnage en mer pour la majorité des analyses dans ce document, aucune n'incluant les homards d'une longueur de carapace inférieure à 70 mm.

3.1.2. Relations longueur-poids

Les modèles longueur-poids étaient bien ajustés aux données des relevés pour les mâles et les femelles, avec un R^2 ajusté global de 0,914 (figure 4). Ils ont estimé que les mâles et les femelles avaient un poids similaire à une longueur de carapace de 50 mm (105 g pour les femelles contre 114 g pour les mâles), une divergence se manifestant progressivement entre les femelles plus légères et les mâles plus lourds sur le reste de la répartition par taille. À une longueur de carapace de 100 mm, le poids des femelles était estimé à 838 g et celui des mâles à 903 g. À la taille réglementaire (c'est-à-dire une longueur de carapace de 82,5 mm, mais mesurée comme 83 mm), le poids des femelles était estimé à 462 g et celui des mâles à 498 g.

3.1.3. Fécondité

La fécondité selon la taille concordait étroitement entre toutes les régions d'évaluation (figure 5). La relation de loi de puissance a estimé qu'une femelle de taille réglementaire (d'une longueur de carapace de 83 mm) portait en moyenne 10 717 œufs dans toutes les régions d'évaluation et qu'une femelle d'une longueur de carapace de 140 mm en portait en moyenne 47 996.

3.1.4. Taille à la maturité

Les données passées sur la taille à la maturité provenant de sites autour de Terre-Neuve montraient une concordance étroite des taux de maturité chez les femelles de petite taille (longueur de carapace inférieure à 70 mm), mais une divergence au-dessus d'une longueur de carapace de 70 à 75 mm environ, stade auquel environ 50 % des femelles étaient matures à tous les sites (figure 6). Aucun profil spatial clair ne se dégageait dans les données, les taux de maturation divergeant au-delà d'une longueur de carapace de 70 à 75 mm à des sites distincts dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et de la côte ouest. En moyenne, 2,5 % des femelles étaient matures à une longueur de carapace de 60 mm, 50 % à une longueur de carapace de 73 mm et 100 % à une longueur de carapace de 96 mm. La courbe du pourcentage conceptuel de femelles œuvées, définie comme la moitié du taux de maturité, montrait qu'il était plausible que 45 % des femelles portent des œufs à la taille réglementaire (longueur de carapace de 83 mm) et que 50 % portent des œufs à une longueur de carapace supérieure à 90 mm.

3.1.5. Taux d'exploitation au rendement maximal durable (F_{RMD})

Les modèles de rendement par recrue supposaient une valeur de M de 0,05 pour les mâles et de 0,10 pour les femelles. Les exécutions des modèles sur les femelles et les mâles dans la fourchette de tailles des recrues immédiates ont été conditionnées sur la sélectivité des casiers (figure 2) et les données longueur-poids (figure 4) des relevés. À la taille initiale (longueur de carapace de 83 mm), les mâles modélisés produisaient un rendement légèrement supérieur à celui des femelles, car ils étaient plus lourds (figure 7) et les modes dans les formes paraboliques se décalaient systématiquement vers la gauche à mesure que les tailles augmentaient, montrant les avantages de laisser les homards vivre et grossir davantage avant de les pêcher. Des taux élevés de F étaient associés aux contributions négligeables des grandes recrues immédiates au rendement à long terme chez les deux sexes (figure 7). Le taux optimal d'intensité de la pêche, appelé F_{RMD} , sur ce groupe de homards était de 37 % par an pour les femelles, de 42 % pour les mâles et de 39 % pour les deux sexes combinés (figure 8). À un taux de récolte annuel de 39 %, toutes les approximations d'âge des homards des deux sexes dans le groupe des recrues immédiates contribuaient largement au rendement total de la pêche (figure 7).

3.2. DÉBARQUEMENTS AJUSTÉS

3.2.1. Sorties hebdomadaires

Les deux séries de données des journaux de bord ont montré des profils saisonniers similaires dans les relations entre le nombre moyen de sorties hebdomadaires par NIP dans les journaux de bord et le nombre moyen de ventes hebdomadaires par NIP dans la base de données sur les prises et l'effort (figures 9a à 9d). Il y avait un profil systématique d'un plus grand nombre de sorties par NIP dans les journaux de bord que de ventes hebdomadaires par NIP dans la base de données sur les prises et l'effort, particulièrement dans les régions d'évaluation marginales de la côte nord-est (figure 9a) et d'Avalon (figure 9b). Cependant, la relation entre les deux indicateurs se rapprochait d'un rapport de 1:1 dans les principales zones de pêche, comme la ZPH 11 dans la région d'évaluation de la côte sud (figure 9c) et en particulier dans les ZPH 13A, 13B et 14A dans la région d'évaluation de la côte ouest (figure 9d). Dans la plupart des ZPH de la côte ouest, des profils nets et constants à la baisse ont été constatés tant pour le nombre de sorties hebdomadaires que pour celui des ventes hebdomadaires tout au long de la saison la plupart des années. Bien que présente dans certaines ZPH et années, la baisse synchrone des sorties hebdomadaires et des ventes hebdomadaires était souvent moins évidente dans les ZPH plus marginales, comme celles de la région d'évaluation d'Avalon (figure 9b). Dans la région d'évaluation de la côte ouest, le nombre maximal de sorties hebdomadaires au début de la saison était souvent de six, avec une seule sortie par semaine à la fin de la saison pour beaucoup d'années. Inversement, dans les zones de pêche marginales, telles que les ZPH 4, 5, 6 et 7, il y avait un profil général de seulement une ou deux ventes par semaine pendant une grande partie de la saison la plupart des années (figures 9a et 9b). Comme dans les principales zones de pêche, il y avait un profil de diminution du nombre de sorties au cours de la saison certaines années, mais globalement, les profils sont restés plus centralisés autour de deux à cinq sorties par semaine environ la plupart des saisons. Il est intéressant de noter que ces dernières années, le nombre de sorties hebdomadaires a augmenté, passant à cinq ou six sorties par semaine dans plusieurs des ZPH marginales (p. ex., ZPH 4A, figure 9a).

Les distributions de fréquence du nombre hebdomadaire de sorties par NIP à partir des journaux de bord ont révélé des profils de répartition globalement normaux dans les ZPH des régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon, centrés sur trois à quatre sorties par semaine (figure 10). Dans la région d'évaluation de la côte sud, la répartition des sorties de pêche hebdomadaires était biaisée à gauche, centrée sur cinq à six sorties par semaine dans les deux ZPH. Dans les ZPH de la région d'évaluation de la côte ouest, les profils de répartition étaient globalement largement répartis et platikurtiques sur une fourchette de deux à six sorties par semaine environ dans chaque ZPH et année.

Le MAG du total des sorties estimant le nombre de sorties hebdomadaires par NIP était bien ajusté aux données dans l'ensemble avec un R^2 ajusté de 0,762 (tableau 1). Globalement, les profils résiduels étaient non dynamiques et indicatifs d'ajustements représentatifs du modèle (figure 11). Cependant, des profils parfois plats dans les résiduels, généralement dans les ZPH marginales (ZPH 8 et 9 en 2019), posaient quelques problèmes. Néanmoins, les résiduels confirmaient un modèle suffisamment ajusté, saisissant l'ensemble dynamique de données spatiotemporelles.

Des graphiques de l'interaction à effet marginal ont été présentés pour la visualisation des profils prédictifs spatiotemporels du modèle (figure 12). En général, dans la plupart des ZPH, le modèle prédisait un forçage positif sur le nombre de sorties au milieu de la saison pendant la pêche dans une ZPH et une année données. Dans les zones où les données étaient rares ou absentes et où le modèle a été interpolé ou extrapolé dans l'espace statistique, il y avait

généralement un forçage négatif sur l'effet du nombre de sorties prévues, représentant une activité réduite au début et à la fin de la saison de pêche ou près du début ou de la fin de celle-ci.

Dans l'ensemble, pour la plupart des ZPH et des années, le modèle a ajusté les données sur le nombre hebdomadaire de sorties par NIP, et il interpolait ou extrapolait dans les zones pour lesquelles il manquait des données, avec un profil en fer à cheval caractérisé par moins de sorties au début et à la fin de la saison qu'en milieu de saison (figure 13). Bien que la règle de cinq n'ait pas permis de présenter les données dans certaines ZPH et années, les ajustements du modèle pour toutes les ZPH et les années ont été tracés et ont révélé une cohérence relative dans les profils sur la série chronologique de 18 ans tracée dans une ZPH donnée (figure 14). Malgré la cohérence générale du profil, des changements de l'ampleur étaient évidents dans certaines ZPH, comme une augmentation globale du nombre de sorties hebdomadaires dans la plupart des ZPH de la région d'évaluation de la côte ouest ces dernières années.

Les prédictions finales du modèle représentaient les données d'observation en produisant des distributions des fréquences indiquant des distributions normales centrées sur trois sorties par semaine dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon (figure 15). Une répartition biaisée à gauche, centrée sur cinq à six sorties hebdomadaires par NIP dans la région d'évaluation de la côte sud était prévue, et une répartition centrée sur environ quatre sorties par semaine dans la région d'évaluation de la côte ouest avec un décalage vers la droite dans ce mode ces dernières années. Dans l'ensemble, le nombre moyen de sorties hebdomadaires dans la région d'évaluation de la côte nord-est révèle une augmentation progressive depuis 2011, proche de quatre en 2023, mais il est resté plus constant dans les autres régions d'évaluation, malgré une forte augmentation dans la région d'évaluation d'Avalon en 2023, à 3,5. Le niveau élevé de variabilité autour des moyennes représente le profil en fer à cheval du processus, avec moins de sorties au début et à la fin des saisons.

3.2.2. Proportion de la flotte en train de pêcher

Les données sur les proportions calculées de la flotte en train de pêcher ont été mises à l'échelle à un maximum de 1 en fonction des semaines d'activité maximale, définies comme la semaine avec le plus grand nombre de numéros d'identification du pêcheur uniques dans les journaux de bord pour une ZPH et une année données. La distribution des données représentait un profil gonflé de 1 dans une ZPH donnée, dominé par une proportion de 1 (100 % de la flotte en train de pêcher) et une incidence secondaire de 0 (aucun bateau de la flotte en train de pêcher), avec des observations intermittentes entre 0 et 1 (figure 16).

Le MAG de la proportion en train de pêcher a pu ajuster correctement les données, avec un R^2 ajusté de 0,888 (tableau 2). Il n'y avait pas de problèmes apparents dans les résiduels, les valeurs observées et prédites suivant un profil linéaire partout (figure 17). Les graphiques d'interaction à effet marginal prédisaient systématiquement un forçage positif élevé sur la proportion de la flotte en train de pêcher en milieu de saison dans toutes les ZPH et années, et prédisaient généralement un forçage négatif élevé sur l'effet lors de l'extrapolation dans l'espace statistique près ou au-delà du début et de la fin de la saison dans une ZPH et une année données (figure 18).

Comme pour le nombre de sorties hebdomadaires, le profil global pour la proportion hebdomadaire de la flotte en train de pêcher était un profil en fer à cheval, dans lequel le modèle pouvait à la fois s'ajuster aux données et prédire dans l'espace statistique avec les données manquantes (figure 19). Il a semblé approprié de tracer les prédictions modélisées pour toutes les ZPH et les années, malgré la règle de cinq empêchant de tracer les données, ce qui a montré que le profil en fer à cheval des niveaux d'activité de la flotte était présent dans

toutes les ZPH et les années (figure 20). Une deuxième uniformité générale entre les ZPH était qu'en milieu de saison, 100 % de la flotte pêchait constamment partout chaque année. Malgré ces profils constants, il existait des profils propres à la région d'évaluation et à la ZPH. Par exemple, l'augmentation de 0 à 1 de la proportion en train de pêcher était plus progressive au début de la saison dans la région d'évaluation d'Avalon que dans celle de la côte sud. De même, le taux de déclin de l'activité à la fin de la saison était plus graduel dans la région d'évaluation de la côte ouest que dans d'autres certaines années.

Les prédictions finales du modèle reproduisaient bien le profil sous-jacent de données gonflées à 1. Dans toutes les régions d'évaluation, les données étaient dominées par des sommets à 1 ou presque dans les proportions hebdomadaires de la flotte en train de pêcher (figure 21). En moyenne, il était prévu que 70 à 90 % de la flotte pêche dans une région d'évaluation et une semaine données, ce pourcentage étant généralement le plus élevé dans la région d'évaluation de la côte sud. À nouveau, la grande variabilité autour des estimations moyennes représentait le profil en fer à cheval dans le processus, avec des proportions hebdomadaires inférieures à 1 contredisant la tendance centrale d'une proportion de 1 pour les niveaux d'activité dans la flotte la plupart des semaines où la pêche était ouverte.

3.2.3. Ventes moyennes

Les ventes hebdomadaires moyennes déclarées dans la base de données sur les prises et l'effort ont été converties en ventes par sortie à partir du rapport entre les bordereaux de vente hebdomadaires par NIP et les sorties hebdomadaires par NIP (figure 9). Les profils de données ainsi obtenus traduisaient une distribution de famille Gamma des données, composée de valeurs positives et continues (figure 22), bien que dans un tonnage relativement limité avec relativement peu de valeurs au-delà de 0,25 t (250 kg).

Le MAG des ventes moyennes était bien ajusté aux données sur les ventes, avec un R^2 ajusté de 0,821 (tableau 3). L'ajustement global étroit des résidus représentait la nature regroupée des données près de la fourchette inférieure de la distribution (figure 23), mais une certaine déviance a été observée par rapport aux observations atypiquement élevées dans une ZPH et une année données, avec une tendance à surestimer ces valeurs anormales rares.

Les graphiques d'interaction à effet marginal ont révélé de nombreux profils intrigants dans leurs surfaces de prédiction (figure 24). Premièrement, l'incidence des données sur les ventes enregistrées a augmenté dans certaines ZPH ces dernières années, par exemple dans les ZPH 3 et 14C. Deuxièmement, le niveau de forçage positif sur l'effet des ventes a augmenté aussi dans la plupart des ZPH ces dernières années, en particulier depuis 2020 environ, dans de nombreuses ZPH (3, 4B, 5, 6, 7, 10, 13B, 14A, 14B, 14C). Troisièmement, le niveau élevé d'incohérence dans les ventes enregistrées dans les ZPH 8 et 9 a donné une surface de prédiction incohérente dans ces zones. Pour terminer, le modèle avait une tendance croissante générale à prédire un effet de forçage positif sur les volumes de ventes lorsqu'il extrapolait dans un espace statistique sans données dans de nombreuses ZPH les dernières années. Dans certaines régions, le profil prédictif positif croissant pouvait être observé au début de la saison (ZPH 3, 4A, 4B, 14C), mais aussi en fin de saison dans de nombreuses ZPH (5, 6, 10, 12, 13A, 14A, 14B, 14C). Dans l'ensemble, ces profils dénotaient un élargissement progressif des augmentations tant spatiales que temporelles des ventes au cours des dernières années.

Par rapport aux profils globaux en fer à cheval observés dans les analyses du nombre de sorties hebdomadaires et des proportions hebdomadaires de la flotte en train de pêcher, la variabilité était plus propre à la ZPH dans les profils des ventes (figure 25). Par exemple, de nombreuses ZPH affichaient des profils linéaires plats tout au long de la saison sur une grande partie des séries chronologiques (ZPH 4A, 4B, 5, 6, 13A, 13B, 14B), mais certaines

présentaient des profils dynamiques, comme un profil temporel en fer à cheval (ZPH 14C) ou des augmentations en fin de saison (ZPH 11). Dans de nombreuses ZPH, les profils indiquaient des montants croissants des ventes pendant toute la saison ces dernières années (ZPH 5, 7, 10). Encore une fois, aucune donnée sur les ZPH et les années n'a été tracée lorsque la règle de cinq s'appliquait, mais il a été jugé approprié de le faire pour les prédictions du modèle pour toutes les ZPH et les années (figure 26). Ces graphiques ont révélé des prédictions anormalement élevées certaines semaines dans plusieurs ZPH et années (figure 26). Cependant, le problème n'était pas systémique et était associé à certaines ZPH pour lesquelles les données étaient limitées (ZPH 3, 8, 9, 14C). Pour corriger ces anomalies, il a fallu appliquer le test d'identification du rapport des prédictions des ventes hebdomadaires et de la médiane annuelle dans une ZPH et une année données, et un rapport de sept a été retenu comme seuil pour la détermination des valeurs aberrantes, car il isolait les prédictions exceptionnellement élevées de ces quatre ZPH à partir de toutes les données provenant des autres ZPH (figure 27). Ces valeurs aberrantes et leurs erreurs types ont été converties en médianes de la saison pour chaque ZPH et année où elles sont survenues.

En fin de compte, les prédictions finales du modèle ont produit des distributions de données asymétriques à droite sur les ventes dans chaque région d'évaluation, généralement centrées autour de 0,05 t (50 kg; figure 28). Cependant, dans toutes les ZPH, il y avait des profils sous-jacents où le mode de distribution se décalait vers la droite ces dernières années, avec des ventes prévues de 0,2 t relativement courantes dans les régions d'évaluation de la côte sud et de la côte ouest, et des modes progressant successivement vers 0,1 t dans celles de la côte nord-est et d'Avalon. Ces profils de modes se décalant vers la droite sur la série chronologique dans une région d'évaluation donnée représentaient les estimations moyennes des ventes dans la région d'évaluation en question, qui ont augmenté progressivement partout au fil de la série chronologique et sont actuellement à des sommets historiques ou s'en approchent.

3.2.4. Calcul des débarquements ajustés

Bien que la règle de cinq ait dicté la présentation des données pour toutes les ZPH et les années, deux profils se dégageaient clairement dans l'ajustement des débarquements déclarés aux débarquements prédits par le modèle. Plus précisément, les débarquements sont nettement sous-déclarés dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon par rapport à ceux des régions d'évaluation de la côte sud et de la côte ouest, et les débarquements prévus ont augmenté récemment pratiquement partout dans la province (figure 29). Lorsque les débarquements prédits par morceaux en ce qui concerne la ZPH ont été additionnés pour la région d'évaluation (figure 30), les estimations ponctuelles des débarquements ajustés en 2023 pour chaque région d'évaluation totalisaient respectivement 2 386, 1 154, 2 690 et 5 088 t pour les régions d'évaluation de la côte nord-est, d'Avalon, de la côte sud et de la côte ouest, constituant toutes des sommets de la série chronologique. Il est intéressant de noter un profil de débarquements déclarés s'approchant des débarquements prédits ou égaux à ces derniers dans les régions d'évaluation de la côte sud et de la côte ouest les années associées à la pandémie de COVID-19 (de 2019 à 2021). Il convient de noter que la série chronologique limitée des débarquements prédits, à partir de 2014, représentait la disponibilité des données des étiquettes de casier, qui constituaient la base de la taille de la flotte dans le calcul des débarquements prédits.

3.3. INDICATEURS DU CADRE

3.3.1. Mortalité par pêche des recrues immédiates

Les données sur la fréquence selon la longueur dans l'échantillonnage en début et en fin de saison dans chaque région d'évaluation ont fait apparaître des dichotomies spatiotemporelles dans l'abondance relative et la valeur inférée de F à la fois dans les régions d'évaluation et les années et entre elles (figure 31). Cependant, l'objectif principal, qui était de déterminer une capturabilité croissante du homard tout au long de la saison, a été atteint. Par exemple, dans toutes les régions d'évaluation, un profil général a été dégagé dans lequel les taux de prise des prérecrues de taille non réglementaire étaient plus élevés dans l'abondance relative à la fin de la saison pour certaines ou la plupart des années. Ce profil a confirmé que l'application d'une approche d'estimation de la mortalité sensible aux variations de la capturabilité en cours de saison, comme le changement de proportions en continu, est efficace.

Chacun des modèles de changement de proportions en continu propres à la région d'évaluation était ajusté adéquatement aux données d'épuisement des valeurs- p . Les statistiques de R^2 ajusté étaient supérieures à 0,30 dans toutes les régions d'évaluation, sauf celle d'Avalon (tableaux 4 à 7). Malgré le faible R^2 ajusté dans la région d'évaluation d'Avalon (0,180; tableau 5), les résiduels du modèle qui n'étaient pas bien ajustés étaient attribuables à seulement cinq observations hebdomadaires précises sur la série chronologique de 2014 à 2023 (figure 32), et ils ont confirmé, comme dans toutes les régions d'évaluation, qu'il n'y avait pas de mauvais ajustement systématique du modèle aux données. Les lissages appliqués aux termes de l'effet des prélèvements cumulés dans chaque région d'évaluation étaient négatifs sur toute la fourchette de la répartition des débarquements cumulés dans chaque région d'évaluation et présentaient des profils linéaires généraux dans toutes les régions d'évaluation (figure 33).

Dans l'ensemble, les courbes du modèle de changement de proportions en continu étaient bien ajustées aux données d'épuisement la plupart des années dans les régions d'évaluation (figure 34). Cependant, des lacunes temporelles dans les données d'échantillonnage certaines années ont forcé le modèle à prédire dans l'espace statistique sans données d'observation pour confirmer les prédictions. Par exemple, l'absence d'échantillonnage en début ou en milieu de saison dans les régions d'évaluation d'Avalon et de la côte sud en 2020 a ramené la régression à l'ordonnée à l'origine sans données d'observation comparative. Ce problème est devenu plus marqué ces dernières années, en particulier dans la région d'évaluation d'Avalon en 2023 et dans celle de la côte ouest en 2021 et 2023. Plus globalement, le manque général d'échantillonnage en début de saison dans la région d'évaluation de la côte ouest depuis 2020 est préoccupant, vu l'importance d'estimer p_0 à l'ordonnée à l'origine avec l'axe des abscisses pour calculer F .

Les profils de F présentaient des tendances systématiques vers une asymptote à mesure que les taux d'exploitation augmentaient avec les prélèvements dans la pêche tout au long de la saison (figure 35). En particulier, lorsque la mortalité par pêche F devient extrêmement élevée (au-dessus de 50 %), le taux différentiel de mortalité ralentit. La mortalité par pêche F estimée avec la méthode du changement de proportions en continu montre une tendance à la hausse rapide de la mortalité du homard exploitable dans toutes les régions d'évaluation depuis environ 2015, les estimations atteignant des sommets de la série chronologique et dépassant 50 % de la population dans toutes les régions d'évaluation en 2023 (figure 36). Les niveaux très élevés dans la région d'évaluation de la côte ouest depuis 2019, avoisinant ou dépassant 90 % par an, sont inquiétants. Ils représentent une quasi-absence des homards de taille réglementaire dans la population à la fin de la saison ces dernières années (figure 31).

3.3.2. Taille des femelles œuvées

L'examen des fréquences proportionnelles selon le sexe et la maturité dans la population a révélé un sex-ratio relativement fixe (environ 50:50) entre les mâles et les femelles dans les groupes des prérecrues et des recrues immédiates depuis 2004 dans toutes les régions d'évaluation (figure 37). Au-delà de la taille des recrues immédiates, la proportion de femelles dans la population augmente, celles portant une encoche en V ou œuvées constituant la majorité des homards résiduels dans la population survivante. Cependant, un examen des proportions des femelles dans la population a révélé des profils inquiétants dans certaines régions d'évaluation et années. Plus précisément, les proportions de femelles œuvées de la taille d'une recrue immédiate sont parfois plus faibles que celles des prérecrues et des homards résiduels dans certaines régions d'évaluation et années (figure 38). Ce profil était le plus marqué dans la région d'évaluation de la côte ouest ces dernières années. Lors d'une exécution avec les données à jour (figure 39), le modèle de la taille des femelles œuvées a estimé que seulement 15 % des femelles échantillonnées étaient œuvées, ce qui est extrêmement bas. Par exemple, l'estimation de 15 à 40 % environ de femelles œuvées dans la fourchette de 70 à 80 mm de longueur de carapace dans la plupart des régions d'évaluation et années est cohérente avec les valeurs conceptuelles calculées en divisant par deux la courbe du pourcentage de maturité pour correspondre à un cycle de mue-fraie de deux ans (figure 6). En comparaison, ce modèle conceptuel suggère qu'environ 40 à 50 % des femelles de la taille d'une recrue immédiate pourraient généralement être considérées comme œuvées (figure 6). Ces dernières années, dans la région d'évaluation de la côte nord-est, seulement 20 % environ des femelles de la taille d'une recrue immédiate étaient œuvées, et des niveaux d'environ 10 à 15 % de femelles œuvées de cette taille persistent dans la région d'évaluation de la côte ouest depuis environ une décennie.

Il n'y avait pas de profils inquiétants des résiduels dans le MAG ajusté à la moyenne pondérée de la longueur de carapace des femelles œuvées (figure 40) et le modèle était globalement bien ajusté aux données dans chaque région d'évaluation avec un R^2 ajusté allant de 0,469 à 0,814 dans celles-ci (tableaux 8 à 11). Les tracés de contours des effets du mois et de l'année à effet marginal ont fait apparaître des profils intéressants entre les mois et entre les années.

Premièrement, il était évident que les tailles augmentaient généralement tout au long de la saison lorsque l'effet n'était pas compensé par une forte influence de l'année, ce que l'on observe le plus clairement dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et de la côte sud où l'on prévoyait les plus grands échantillons en juillet, mais sans lien avec l'échantillonnage constant dans la région d'évaluation de la côte sud (figure 41). Les tailles prédites des échantillons prélevés régulièrement en juin étaient plus grandes que celles des échantillons de mai dans toutes les régions d'évaluation. Cependant, la clarté du profil mensuel d'augmentation de la taille est éclipsée par une tendance à la baisse de la taille des femelles œuvées par année dans les régions d'évaluation d'Avalon et, surtout, de la côte ouest ces dernières années.

La taille moyenne pondérée des femelles œuvées en juin présentait des niveaux variables de rigidité pendant de longues périodes de la série chronologique dans chaque région d'évaluation (figure 42). La longueur de carapace, de 89 mm, décline peu à peu dans la région d'évaluation de la côte nord-est depuis 2014, et la taille moyenne prévue est maintenant une longueur de carapace de 84 mm. Le profil est semblable dans la région d'évaluation d'Avalon, mais il est resté au-dessus de la taille réglementaire sur toute la série chronologique. Dans la région d'évaluation de la côte sud, la taille moyenne prédite des femelles œuvées affiche une augmentation progressive et prolongée, mais l'indice est resté effectivement centré sur la taille réglementaire depuis 2009. Dans la région d'évaluation de la côte ouest, un décalage sensible à la baisse s'est produit en 2016 et la taille moyenne prévue des femelles œuvées demeure à une longueur de carapace de 80 mm ou moins depuis.

3.3.3. Biomasse des recrues

Une forte proportion des prises hebdomadaires échantillonnées par les techniciens d'échantillonnage en mer était composée de recrues immédiates dans toutes les régions d'évaluation et années (figure 43). Plusieurs profils spatiotemporels généraux se dégagent des données. Premièrement, en général, la proportion de homards dépassant la taille des recrues immédiates augmentait à mesure que la saison avançait. Deuxièmement, les proportions de homards plus gros dans la prise étaient constamment plus élevées dans la région d'évaluation d'Avalon que dans les autres, la prise étant constituée à 25 % ou plus de homards plus grands que la taille des recrues immédiates, du milieu (à peu près les semaines civiles 22 et 23) à la fin de la pêche certaines années. Troisièmement, ces dernières années, un décalage global vers des proportions supérieures de recrues immédiates est observé dans les prises de toutes les régions d'évaluation, ce décalage étant le moins marqué dans la région d'évaluation d'Avalon et le plus extrême dans celle de la côte ouest, où la majorité (plus de 95 % environ) des prises étaient des recrues immédiates tout au long de la saison.

Confirmant que les recrues immédiates constituaient une grande partie des débarquements, les tendances de l'indice de la biomasse du recrutement (figure 44) représentaient les débarquements ajustés et augmentent progressivement depuis environ 2015 dans toutes les régions d'évaluation. En 2023, le recrutement dans toutes les régions d'évaluation était aux sommets de la série chronologique ou s'en approchait, avec des estimations ponctuelles d'environ 3 000 t dans la région d'évaluation de la côte nord-est, de 900 t dans la région d'évaluation d'Avalon, de 3 000 t dans la région d'évaluation de la côte sud et de 4 500 t dans la région d'évaluation de la côte ouest.

3.3.4. CPUE de la pêche

Le modèle des CPUE normalisées de la pêche a saisi une variabilité adéquate dans chaque région d'évaluation, allant d'un faible R^2 ajusté de 0,30 dans la région d'évaluation d'Avalon à un maximum de 0,53 dans celle de la côte ouest (tableaux 12 à 15). L'ajout du terme NIP a contribué modérément à améliorer l'ajustement du modèle dans une région d'évaluation donnée, en présentant globalement des statistiques de F faibles à modérées par rapport aux autres termes lissés du modèle dans une région d'évaluation donnée.

Les résiduels du modèle ont révélé à quel point les données sur les CPUE sont dynamiques entre et dans les années, les semaines, les ZPH et les régions d'évaluation. Néanmoins, globalement, ils n'ont montré aucun profil systématique préoccupant et ont pu normaliser relativement bien les estimations entre les ZPH dans toutes les régions d'évaluation (figures 45 et 46). Cependant, quelques profils se dégagent parfois dans certaines régions d'évaluation. Par exemple, à de faibles valeurs des CPUE dans la région d'évaluation de la côte ouest, le modèle avait tendance à surestimer les CPUE certaines années, comme en témoigne l'absence de résiduels négatifs dans les estimations de l'ajustement du modèle en dessous d'environ 1 homard par casier certaines années, tandis que dans la région d'évaluation de la côte sud, pour certaines des premières années, le modèle avait tendance à sous-estimer les valeurs élevées des CPUE, ce que démontre l'absence de résiduels positifs au-dessus d'environ 1,5 homard par casier jusqu'en 2013 environ (figure 46). Néanmoins, comme ces points potentiellement inquiétants devraient survenir principalement au début et à la fin des saisons, représentant les profils constants d'épuisement saisonnier dans la pêche, ils ne constituaient pas une préoccupation majeure, surtout puisqu'un point médian saisonnier est appliqué pour l'inclusion dans le CAP.

Les interactions à effet marginal entre l'année et le jour civil ont révélé certains profils subtils d'améliorations tout au long de la saison entre les années dans plusieurs régions d'évaluation

(figure 47). Par exemple, un léger forçage positif commence à apparaître vers la fin de la saison dans l'espace prédictif des régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon depuis environ 2012, et on constate des améliorations prédites dans la région d'évaluation de la côte sud les semaines où des données de fin de saison (après le jour 165) étaient présentes (depuis 2016). Dans la région d'évaluation de la côte ouest, un contour de forçage positif dans les premières semaines de la saison (avant le jour 150) de 2004 à 2010 s'est progressivement déplacé dans les saisons depuis, centré près du jour 150 depuis 2017.

Deux profils globaux étaient évidents dans les valeurs saisonnières prédites des CPUE de la pêche dans chaque ZPH et année données : l'épuisement se produisait toujours après les premières semaines de pêche dans une zone et une saison données, et l'ampleur globale des CPUE augmentait au fil des séries chronologiques dans la plupart des ZPH (figure 48). Ensemble, ces profils donnent à penser que cette pêche axée sur les recrues bénéficie largement de l'augmentation progressive du recrutement au fil des séries chronologiques. Cependant, d'autres facteurs, comme les changements progressifs d'engins de pêche pour passer à des casiers plus efficaces au long des séries chronologiques, contribuent probablement aussi à ces profils.

Les CPUE en milieu de saison ont augmenté dans toutes les régions d'évaluation depuis 2005 (figure 49). Des sommets de 0,6, 0,42 et 2,23 homards par casier sont prévus dans les régions d'évaluation de la côte nord-est, d'Avalon et de la côte ouest, respectivement. Le chiffre de 1,21 homard par casier dans la région d'évaluation de la côte sud est légèrement en dessous des niveaux récents, mais il est préliminaire et reconnu comme bien au-dessus des normes de la série chronologique.

3.4. CHOIX DES INDICATEURS ET NOTATION

L'analyse de corrélation croisée a montré des relations positives très fortes entre les débarquements ajustés et le taux d'exploitation des recrues immédiates dans toutes les régions d'évaluation (figures 50 à 53), avec des coefficients de détermination égaux ou supérieurs à 0,917. Ce résultat est préoccupant, car il montre que la récente augmentation des débarquements dans la pêche est largement causée par des taux d'exploitation en hausse. C'est pourquoi les débarquements ajustés n'ont pas été inclus dans le CAP.

Les fortes relations positives entre l'ITE et l'indice du recrutement dans toutes les régions d'évaluation (coefficient minimum de 0,922 dans la région d'évaluation de la côte sud [figure 52] et coefficient maximum de 0,962 dans celle de la côte nord-est [figure 50]) indiquent qu'un recrutement important dans la biomasse persiste, malgré les taux d'exploitation élevés. C'est quelque peu contre-intuitif d'un point de vue mécaniste, mais rassurant tant sur le plan des résultats pour la ressource qu'en permettant de maintenir les deux indicateurs dans le CAP final, puisqu'ils peuvent être considérés comme au moins partiellement indépendants quantitativement l'un de l'autre. Cette relation, révélatrice de la résilience à la pêche, est cohérente avec les observations dans d'autres populations de homards d'Amérique (Comeau et Hanson 2018).

Les corrélations entre l'ITE et la taille des femelles œuvées (figures 50 et 53, coefficients de détermination de -0,937 et -0,734, respectivement) étaient importantes dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et de la côte ouest. Les formes négatives de ces relations sont cohérentes avec le raisonnement biologique sur une relation de cause à effet dans ce processus. Cependant, l'absence de relations importantes entre ces variables dans les autres régions d'évaluation sous-entend une certaine indépendance entre elles, ou qu'un autre facteur permettant aux grandes femelles de rester dans la population (comme les entailles en V) contribue à influencer davantage le processus dans les autres régions d'évaluation. Le sens

négligat des relations dans la plupart des régions d'évaluation donne néanmoins à penser que les effets descendants de la pêche ont un impact significatif sur l'indice de la taille moyenne des femelles œuvées dans la population.

Les fortes relations positives entre l'ITE et les CPUE de la pêche étaient significatives dans toutes les régions d'évaluation (coefficient minimum de 0,6 dans la région d'évaluation d'Avalon [figure 51] et coefficient maximum de 0,9 dans celle de la côte nord-est [figure 50]). Sachant que les CPUE baissent toujours dans la pêche (figure 48), quoiqu'à des degrés différents selon les régions et les saisons, il semblerait qu'un facteur latent aide à compenser l'atténuation des CPUE, voire à l'augmenter, à mesure que les niveaux de l'ITE augmentent.

Le sens et la force des relations entre les niveaux de recrutement et la taille des femelles œuvées dans la population n'étaient pas uniformes entre les régions d'évaluation. Toutefois, la relation négative entre ces deux variables dans toutes les régions d'évaluation, sauf celle de la côte sud, combinée à l'importance des corrélations dans les régions d'évaluation de la côte nord-est (coefficient de -0,877, figure 50) et de la côte ouest (coefficient de -0,636, figure 53), laisse penser que les effets ascendants du recrutement ont un effet significatif sur l'indice de la taille moyenne des femelles œuvées dans la population.

Les relations positives entre le recrutement et les CPUE de la pêche dans toutes les régions d'évaluation soulignent la dépendance à l'égard du recrutement pour soutenir cette pêche. Il est intéressant de noter que la relation n'était pas significative dans la région d'évaluation de la côte sud (coefficient de 0,424, figure 52), ce qui pourrait suggérer un niveau plus élevé de contribution des homards résiduels dans la population soutenant la pêche par rapport aux autres régions d'évaluation.

Les relations entre la taille des femelles œuvées et les CPUE de la pêche n'étaient pas uniformes entre les régions d'évaluation. Les profils de données allaient d'aléatoires (régions d'évaluation de la côte nord-est [figure 50] et d'Avalon [figure 51]) à significativement positifs (région d'évaluation de la côte sud [figure 52]) et à significativement négatifs (région d'évaluation de la côte ouest [figure 53]).

Le sens des notes obtenues dans les indicateurs de la mortalité par pêche F des recrues était uniforme entre les régions d'évaluation, toutes les notes baissant progressivement ces dernières années, avec des creux des séries chronologiques pour toutes les régions d'évaluation en 2023 (figure 54). Cependant, l'étendue de l'écart par rapport à la pêche près d'un niveau de F_{RMD} était très variable, la pêche étant encore efficace dans la région d'évaluation de la côte nord-est et étant la plus inefficace dans la région d'évaluation de la côte ouest. Les notes étaient les plus hautes dans la région d'évaluation de la côte nord-est (0,90), modérées dans les régions d'évaluation d'Avalon (0,59) et de la côte sud (0,44) et très basses dans la région d'évaluation de la côte ouest (0,08).

En 2023, les notes par rapport aux normes des séries chronologiques pour la taille des femelles œuvées étaient modérées dans toutes les régions d'évaluation, sauf dans celle de la côte ouest, où la note de l'indice était de 0,28 pour chacune des trois dernières années (de 2021 à 2023, figure 54). Les notes étaient modérées dans toutes les autres régions d'évaluation en 2023, allant de 0,42 dans la région d'évaluation de la côte sud à 0,66 dans celle d'Avalon.

La note maximale de 1 pour le recrutement dans la biomasse exploitable a été atteinte dans toutes les régions d'évaluation en 2023, sauf dans celle de la côte ouest, où elle était également haute (0,89), ce qui représente une tendance continue à des niveaux de recrutement progressivement plus élevés dans toutes les régions d'évaluation ces dernières années (figure 54). Le rendement du recrutement n'est préoccupant dans aucune région d'évaluation.

Elles ont toutes obtenu la note maximale de 1 pour les CPUE de la pêche, sauf la région d'évaluation de la côte sud, en 2023 (figure 54). Dans la région d'évaluation de la côte sud, la note de 0,83 est restée élevée par rapport aux normes de la série chronologique. Les CPUE de la pêche ne sont préoccupantes dans aucune région d'évaluation.

Toutes les régions d'évaluation ont été évaluées comme étant au-dessus du PRL proposé en 2023, avec une probabilité négligeable (inférieure à 0,05) d'être dans la zone critique (figure 55). Les notes de santé les plus élevées dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon, comparativement aux notes les plus basses dans celle de la côte ouest, traduisaient finalement un meilleur rendement, conforme aux objectifs de gestion des pêches visant à réduire les taux d'exploitation et à augmenter la production d'œufs.

3.5. ANALYSES AUXILIAIRES — EXPÉRIENCE SUR LES TAUX DE PRISE DANS LES CASIERS NOUVEAUX ET CONVENTIONNELS

Le modèle du taux de prise par casier était bien ajusté aux données avec un R^2 ajusté de 0,428. Les nouveaux casiers plus grands ont capturé beaucoup plus de homards de taille réglementaire que les casiers conventionnels aux deux sites de relevé (figure 56). Les taux de prise médians à Comfort Cove ont presque doublé dans les grands casiers comparativement aux casiers conventionnels, mais la différence était plus marquée à Harbour Breton, avec des taux médians de prise multipliés par quatre pour atteindre quatre homards de taille réglementaire par casier dans les casiers plus grands. Dans l'ensemble, à tous les sites, les taux de prise ont plus que doublé dans les casiers plus grands comparativement aux casiers conventionnels (figure 57). La forme positive du lissage de la durée d'immersion est intuitive, avec des prises qui augmentent avec l'allongement de la durée d'immersion de l'engin, et le lissage positif de la profondeur représente probablement le manque d'échantillonnage en profondeur à Comfort Cove. Enfin, en ce qui concerne la taille, le poids médian de tous les homards capturés dans les casiers plus grands était plus élevé que celui dans les casiers commerciaux conventionnels aux deux sites de relevé (figure 56); en effet, les casiers commerciaux capturaient le plus souvent des homards légèrement en dessous de 500 g et les grands casiers, des homards un peu au-dessus de 500 g à Comfort Cove. Une augmentation marginale par rapport à la médiane de 470 à 475 g a été observée entre les casiers conventionnels et les grands casiers à Harbour Breton.

4. DISCUSSION

4.1. CONSTATATIONS PRINCIPALES

L'examen des divers indicateurs biologiques et halieutiques dans les régions d'évaluation du homard de Terre-Neuve a révélé deux processus majeurs concomitants qui façonnent les tendances de l'état des stocks : l'augmentation du recrutement dans la biomasse exploitable et la hausse des taux d'exploitation dans la pêche. Les principales causes expliquant ces deux processus dominants qui régulent la productivité de la ressource et de la pêche sont l'amélioration des conditions de l'habitat résultant du réchauffement climatique, qui favorise le recrutement (Le Bris *et al.* 2018; Goode *et al.* 2019), et la progression de l'effort liée à l'utilisation de casiers plus efficaces dans la pêche, qui se traduit par des augmentations marquées des débarquements et des CPUE de la pêche.

Même si les indicateurs récents des débarquements et des CPUE sont très positifs à grande échelle, la recherche présentée ici fait craindre que les améliorations des indicateurs fondés sur les données de la pêche puissent masquer des problèmes sous-jacents de rendement des stocks et occulter l'alignement entre les résultats pour la ressource et les objectifs de gestion.

Malgré les tendances positives des débarquements, il est évident qu'une surpêche de croissance se produit dans la plupart des régions d'évaluation. On parle de surpêche de croissance lorsqu'une ressource est exploitée à des taux sous-optimaux qui l'empêchent d'atteindre un rendement par recrue efficace, ce qui équilibre le compromis entre la récolte d'individus petits aujourd'hui et la possibilité de les laisser grandir et de les récolter lorsqu'ils seront plus gros (CCRH 1995). La dynamique actuelle de la pêche, avec l'augmentation constante de la mortalité par pêche (F) des recrues immédiates, éloigne progressivement la ressource et, par conséquent, la pêche, de son potentiel de croissance maximal. Ce résultat va à l'encontre de l'objectif de gestion visant à réduire, voire à contrôler efficacement, les taux d'exploitation dans la pêche. Ces dernières années, c'est dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon que les taux d'exploitation ont été maintenus le plus constamment proches des niveaux optimaux à long terme (bien qu'ils les dépassent maintenant), alors que la pêche était pratiquée à des niveaux d'exploitation très élevés, bien au-delà des niveaux optimaux, dans les régions d'évaluation de la côte sud et de la côte ouest. Des inquiétudes ont été exprimées en particulier pour la région d'évaluation de la côte ouest, où une valeur de F proche ou au-dessus de 90 % par année pour les recrues immédiates est désormais la norme. Il est évident que F se maintient globalement (pas de réduction de l'intensité) dans bien des zones. Ce problème s'étend à une possible interférence avec la dynamique de la reproduction. Bien que l'inquiétude entourant les faibles taux de fécondité chez les femelles de la taille d'une recrue immédiate semble actuellement la plus importante dans la région d'évaluation de la côte ouest, elle semble aussi s'appliquer aux autres régions d'évaluation à des degrés différents (p. ex. dans celle de la côte nord-est, où les proportions de femelles œuvées ayant la taille d'une recrue immédiate ont été faibles ces dernières années).

Puisque les deux processus d'augmentation rapide du recrutement et des taux d'exploitation se produisent simultanément, il est intéressant de déterminer le forçage le plus dominant. Malheureusement, ce n'est pas une question facile à aborder du point de vue de la modélisation de la régression, car les termes explicatifs ne sont pas indépendants les uns des autres, ni de la variable de réponse (débarquements ajustés). Le recrutement est calculé à la fois à partir des débarquements et des taux d'exploitation. Néanmoins, un examen de la force de la corrélation entre les débarquements et les deux variables explicatives permet de penser qu'elles sont toutes les deux de solides déterminants des débarquements, avec des coefficients de détermination similaires entre les débarquements ajustés par rapport aux deux variables dans toutes les régions d'évaluation depuis les deux dernières décennies. En fait, les données décrivent un scénario où « le recrutement donne et la pêche retire », en ce qui concerne la détermination des débarquements annuels. C'est ce qu'on appelle une pêche du recrutement. Malheureusement, à part empêcher la ressource et la pêche d'atteindre le potentiel de croissance dans de nombreuses régions ou même de s'en approcher, les gestionnaires ou les membres de l'industrie ne peuvent pas faire grand-chose pour atténuer les effets d'un événement de recrutement faible une fois que la pêche est devenue presque entièrement dépendante des recrues immédiates pour se maintenir. De plus, il est intrinsèquement risqué de créer une population dépourvue de grands individus, du moins conceptuellement sur le plan de la biologie des populations.

4.2. APPLIQUER LES LEÇONS TIRÉES D'AUTRES RÉGIONS

La conjonction d'un recrutement croissant en présence d'une valeur élevée de F n'est pas unique à Terre-Neuve. C'est la réalité des populations de homards dans la majeure partie du Canada atlantique depuis des décennies. Les facteurs qui favorisent la résilience de l'espèce à la pêche sont des conditions environnementales favorables, une faible pression de la prédation et la protection des femelles œuvées (Gaudette *et al.* 2014) et des gros homards dans la population (Comeau et Hanson 2018).

La gestion de la ressource ne contrôle pas directement des conditions environnementales favorables et un relâchement de la pression de la prédation, mais ces deux processus profiteraient à toutes les régions d'évaluation du homard de Terre-Neuve, avec l'absence générale de grands prédateurs occupant constamment les régions littorales dans la majeure partie de Terre-Neuve-et-Labrador depuis des décennies. En fait, la prédation sur le homard est considérée comme faible à Terre-Neuve, surtout après une ontogenèse précoce, et le réchauffement climatique est probablement à l'origine de la croissance de la ressource. Comme dans les autres régions, il est interdit de conserver les femelles œuvées dans la pêche au homard à Terre-Neuve-et-Labrador, mais les gros homards autres que les femelles avec une encoche en V ou porteuses d'œufs ne sont pas protégés. Ces moyens de protection sont évidents dans les proportions selon la taille dans la population, où la plupart des homards restant dans la population au-dessus de la taille d'une recrue immédiate sont soit des femelles portant une encoche en V, soit des femelles œuvées dans la plupart des régions d'évaluation et des années. Malheureusement, les taux d'apposition d'une encoche en V chez le homard de Terre-Neuve sont relativement faibles et en baisse constante depuis 2010. Environ 5 % des femelles portaient une encoche en V dans toutes les régions d'évaluation, sauf celle d'Avalon en 2021, où 13 % avaient une encoche en V cette année-là (Coughlan *et al.* 2025). Cette mesure de conservation contrôlable n'est pas appliquée d'une manière qui favorise uniformément la maximisation du potentiel de production. De plus, comme le montrent les distributions des fréquences selon la taille des populations dans les régions d'évaluation fortement exploitées, en particulier celles de la côte ouest et de la côte sud, bien que les femelles portant une encoche en V ou œuvées constituent des proportions élevées des homards au-dessus de la taille d'une recrue immédiate, il reste en réalité très peu de homards de cette taille dans la population résiduelle.

Malgré les améliorations de l'habitat dues au climat, le homard de Terre-Neuve demeure à la limite de l'aire de répartition de l'espèce. En règle générale, la vie près des limites d'une aire de répartition peut être difficile pour les organismes sur le plan du bilan énergétique. En effet, ils doivent souvent investir plus d'énergie dans le maintien somatique que dans la croissance ou la reproduction par rapport aux organismes occupant de meilleurs habitats (Kleiber 1961). Une étude intéressante réalisée dans une région qui devient progressivement la limite opposée de l'aire de répartition du homard, c'est-à-dire les eaux de plus en plus chaudes au large du Maine, a décrit de manière détaillée comment le maintien des grandes femelles dans la population a amélioré la résilience au réchauffement (LeBris *et al.* 2018; Pinsky *et al.* 2018). Les avantages mécanistes, à l'échelle de la population, de la conservation des gros homards sont une plus grande résilience aux maladies, des répercussions moindres de la prédation, une production d'œufs stable, une protection génétique contre l'évolution induite par les pêches et une meilleure capacité à résister aux perturbations climatiques. Au Canada, il est aussi indiqué que le maintien de gros homards dans la population est un principe central pour préserver la résilience continue des populations face à une pêche intense (Comeau et Hanson 2018).

Par rapport à d'autres régions, une différence fondamentale à Terre-Neuve-et-Labrador et plus précisément dans la région d'évaluation de la côte ouest, réside dans le fait que les taux d'exploitation constamment élevés, dépassant maintenant 90 % des recrues immédiates, deviennent normalisés et dépassent les niveaux généralement imposés aux populations de homards. En outre, à notre connaissance, le fait de prouver une altération de la production d'œufs par de faibles proportions de femelles devenant œuvées est une nouveauté. Nous supposons que cette observation représente la forte mortalité des femelles lorsqu'elles sont de la taille d'une recrue immédiate. Plus précisément, en conjonction avec un cycle de mue-fraie de deux ans, les femelles ne sont pas œuvées lorsqu'elles atteignent la taille des recrues immédiates. Par conséquent, la plupart sont capturées l'année du recrutement et peu survivent pour avoir la possibilité de devenir porteuses d'œufs l'année suivante. Malgré la préoccupation

concernant les faibles taux de femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte ouest, il faut noter les signes de la présence, parfois, d'un profil similaire, à un degré moins extrême, dans les autres régions d'évaluation; nous ne pouvons donc pas prendre de décision définitive quant aux mécanismes causaux exacts. Nous soulignons qu'il est nécessaire de mener des recherches à ce sujet, car il peut s'agir de dommages graves causés par la pêche. Quelle que soit la cause sous-jacente (par exemple, F), il est évident que les résultats pour le potentiel de production d'œufs sont loin des objectifs globaux de gestion de la pêche.

Dans l'ensemble, les notes de santé les plus élevées dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon correspondent à des taux d'exploitation inférieurs à ceux des régions d'évaluation de la côte ouest et de la côte sud, et plus comparables à ceux d'autres régions où le homard est pêché. Nous avons présenté des preuves que les casiers plus grands utilisés dans la pêche sont non seulement beaucoup plus efficaces pour capturer des homards de taille exploitable, mais semblent aussi l'être pour capturer des homards plus gros (plus lourds), ce qui aggrave les conséquences biologiques potentielles découlant de ce changement d'engin.

4.3. ORIENTATIONS POUR LE POINT DE RÉFÉRENCE SUPÉRIEUR ET LES RÈGLES DE CONTRÔLE DES PRISES

Il a été difficile de définir un PRL approprié pour le homard de Terre-Neuve. Les preuves de la capacité démontrée de la ressource à croître à partir de l'état de santé de référence passé, complétée par des augmentations régulières et progressives du recrutement, allaient en fait à l'encontre des préoccupations découlant d'une exploitation croissante pouvant aller jusqu'à des dommages biologiques causés par la pêche. Cet écart est associé à une mauvaise compréhension de la dérive larvaire ou d'autres dynamiques stock-recrutement connexes. En fait, la mesure dans laquelle les processus localisés influencent les résultats localisés n'est pas claire. En fin de compte, il a été décidé d'établir le PRL de manière à reconnaître le niveau de santé de référence à partir duquel la ressource a démontré une capacité de croissance à grande échelle et à pouvoir facilement représenter les répercussions d'une altération du recrutement à venir, le cas échéant.

Nous suggérons une réflexion approfondie similaire pour déterminer le PRS avec les gestionnaires de la ressource et les partenaires de l'industrie. Plus précisément, nous proposons de poser directement la question de savoir s'il est vraiment sain de poursuivre la pêche à des taux d'exploitation aussi élevés dans les régions d'évaluation de la côte ouest et de la côte sud. Il est clair que le potentiel de croissance de la ressource et de la pêche n'est pas maximisé dans la plupart des régions d'évaluation. Le sentiment généralisé, fondé sur les observations directes des débarquements et des CPUE de la pêche, qui sont sans aucun doute de plus en plus positifs, sera presque certainement que la ressource est dans un état très sain. Cependant, nous insistons pour qu'il soit reconnu que cela est au moins en partie un artefact du changement d'engin, ainsi que des améliorations mesurées du recrutement. En fait, nous pensons que la détermination d'un PRS doit représenter un optimisme prudent. Que le fait que le CAP final ait produit des notes de santé plus élevées dans les régions d'évaluation de la côte nord-est et d'Avalon traduit une plus grande cohérence envers les signaux positifs dans les quatre indicateurs principaux, y compris ceux qui sont plus axés sur les résultats biologiques (production d'œufs, mortalité) que sur les résultats de la pêche (débarquements, CPUE).

Il existe des moyens directs de contrôler les indicateurs biologiques examinés ici, et les mesures en ce sens aboutiraient ultimement à l'établissement d'une composante résiduelle constante de gros homards dans la population, qui est un principe d'une population saine et devrait contribuer à la résilience continue de la ressource à la pêche à l'avenir.

En ce qui concerne le CAP, le levier direct pour établir une biomasse résiduelle dans la population est une réduction de l'exploitation des recrues immédiates, qui présente aussi l'avantage secondaire de favoriser la croissance de la ressource et de la pêche à un niveau plus proche de leur potentiel respectif. Ce point devrait être au cœur de l'élaboration des RCP. Les mesures visant à contrôler le niveau d'augmentation de l'effort dans la pêche, à améliorer la survie du homard pour qu'il parvienne à de grandes tailles et à accroître la production d'œufs dans la population seraient toutes des règles significatives de contrôle des prises. Le passé a montré que des pratiques telles que les encoches en V permettent de modifier la composition démographique des populations.

5. RECOMMANDATIONS

Une amélioration générale de la surveillance de la pêche serait utile, notamment en assurant la conformité aux exigences de retour des journaux de bord afin d'améliorer et de maintenir les taux de retour. Une recommandation centrale découlant de ce travail est de commencer à quantifier le nombre de nouveaux engins (grands casiers) utilisés dans la pêche. À cette fin, il serait possible d'indiquer le type et la taille de l'engin utilisé dans les journaux de bord (FFAW et MPO) et lors de la collecte des données d'échantillonnage en mer. Parallèlement, il faudrait élargir les études comparatives sur les différences dans les taux de prise de la province afin de mieux comprendre la variabilité des différences de performance des engins.

Outre la nécessité de commencer à quantifier l'utilisation de chaque type de casiers, des efforts devraient être déployés pour estimer le taux passé d'augmentation de l'utilisation de ces casiers dans la pêche afin de préciser le modèle de normalisation des CPUE de la pêche pour avoir une série chronologique plus stationnaire. Il est également recommandé d'inclure les emplacements et profondeurs de pêche dans les données figurant dans les journaux de bord afin de faciliter à l'avenir les recherches et les capacités de modélisation pour cette ressource halieutique de plus en plus vitale.

Il est recommandé d'approfondir l'étude du lien potentiel entre des taux de récolte excessivement élevés et de faibles taux de femelles œuvées afin d'établir plus concrètement l'existence d'une relation de cause à effet. Le MPO ou d'autres institutions doivent déterminer la possibilité de dommages biologiques causés par la pêche, car ils vont à l'encontre des pratiques de pêche durable. De même, il est important de rejeter une relation de cause à effet si elle n'est pas présente pour mieux comprendre les niveaux acceptables de risque dans la gestion de cette ressource halieutique.

En ce qui concerne les indicateurs inclus dans le CAP, il est recommandé d'étudier la possibilité d'élaborer et d'incorporer un indice de la production d'œufs comme indicateur focal au lieu de la taille moyenne des femelles œuvées. Les participants à l'évaluation par les pairs ont soulevé des préoccupations, craignant que l'indice de la taille moyenne des femelles puisse représenter autant un recrutement en hausse que l'effet descendant du prélèvement des grandes femelles par la pêche. Les données montrent que le recrutement et F sont tous deux corrélés à la taille des femelles œuvées dans plusieurs régions d'évaluation. Nous avons procédé à une vérification après coup uniquement sur les femelles de taille réglementaire (longueur de carapace de 82,5 mm [enregistrée comme 83 mm] ou plus) afin de nous assurer que la tendance correspondait à l'indice inclus de toutes les femelles (longueur de carapace de 70 mm ou plus) pour confirmer l'interprétation selon laquelle une petite taille moyenne traduit l'effet descendant du prélèvement des grandes femelles dans la population, mais il est néanmoins reconnu qu'un indice de la production d'œufs serait une meilleure mesure du processus visé dans le CAP. Ainsi, il faudrait s'efforcer de mettre à jour les relations longueur-œuf avec des données plus récentes que celles examinées ici.

La série chronologique des données provenant des demandes d'étiquettes de casier utilisée pour interpréter le nombre de pêcheurs actifs chaque année est limitée, car elle commence en 2014 et influence de nombreux indices qui en sont tirés. Des efforts devraient être entrepris pour faire remonter plus loin la série chronologique des données d'émission des étiquettes.

D'après les données actuelles, des efforts devraient être déployés pour que les collectes d'échantillons en mer soient réparties de façon représentative, tant dans le temps (semaines) que dans l'espace (ZPH). Cela peut se faire avec des plans d'échantillonnage systématiques ou aléatoires. La modélisation prédictive peut aider à compenser certains effets des mauvais plans d'échantillonnage, mais elle n'est ni une solution à long terme ni efficace comme programme d'échantillonnage représentatif. Un problème majeur d'incertitude quant à la valeur de F dans la région d'évaluation la plus préoccupante ces dernières années provient d'un faible taux d'échantillonnage et d'une mauvaise répartition dans la pêche.

Enfin, l'expansion des relevés indépendants de la pêche aiderait à orienter les évaluations de la ressource et les améliorations futures du CAP vers des données tirées de relevés indépendants de la pêche, lesquelles sont généralement privilégiées pour l'évaluation des stocks.

6. RÉFÉRENCES CITÉES

- Aiken, D.E., et Waddy, S.L. 1982. [Cement Gland Development, Ovary Maturation, and Reproductive Cycles in the American Lobster *Homarus Americanus*](#). J. Crustac. Biol. 2(3): 315–327.
- CCRH (Conseil pour la conservation des ressources halieutiques). 1995. Un cadre pour la conservation des stocks du homard de l'Atlantique : rapport soumis au ministre des Pêches et des Océans. CCRH 95.R.1, novembre 1995.
- CCRH (Conseil pour la conservation des ressources halieutiques). 2007. Cadre de durabilité pour le homard de l'Atlantique (2007) – Rapport pour le ministre des Pêches et Océans. CCRH.07.R1, juillet 2007.
- Clayton, R., et Allard, J. 2003. [Change-in-ratio Estimates of Lobster Exploitation Rate Using Sampling Concurrent with Fishing](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60(10): 1190–1203.
- Comeau, M., et Drinkwater, K. 1997. The Interaction of Wind, Temperature and Catch Rate of Lobster (*Homarus americanus*) on the Acadian Peninsula. Dept of Fisheries and Oceans.
- Comeau, M., et Hanson, J.M. 2018. [American lobster: Persistence in the face of high, size-selective, fishing mortality — A perspective from the southern Gulf of St. Lawrence](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 75: 2401–2411.
- Comeau, M., et Savoie, F. 2001. [Growth Increment and Molt Frequency of the American Lobster \(*Homarus Americanus*\) in the Southwestern Gulf of St. Lawrence](#). J. Crustac. Biol. 21(4): 923–936.
- Cook, A.M., Hubley, P.B., Denton, C., et Howse, V. 2020. [Évaluation de 2018 du cadre pour le homard d'Amérique \(*Homarus americanus*\) dans les ZPH 27 à 33](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2020/017. vi + 263 p.
- Cook, A.M., Hubley, P.B., Howse, V., et Denton, C. 2023. [Évaluation de 2019 du cadre pour le homard d'Amérique \(*Homarus americanus*\) dans les ZPH 34 à 38](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/075. vii + 166 p.
- Coughlan, E.J., Mullowney, D.R.J., Baker, K.D., et Cyr, F. 2023. [Évaluation de l'état du stock de homard \(*Homarus americanus*\) à Terre-Neuve-et-Labrador \(ZPH 3–14C\)](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/029. iv + 53 p.

-
- Coughlan, E.J., Mullowney, D.R.J., Baker, K.D., Quilty, S., Lefort, K., et Charmley, K. 2025. [Évaluation de l'état du stock de homard d'Amérique \(*Homarus americanus*\) à Terre-Neuve \(ZPH 3 à 14C\) en 2021-2022](#). Doc. de rech. 2025/044. v + 107 p.
- Currie, J.J., et Schneider, D.C. 2011. [Spatial scaling from latitudinal gradients: size-specific fecundity in the American lobster *Homarus americanus*](#). Mar. Ecol. Prog. Ser. 439: 193–201.
- Ennis, G.P. 1980. [Size-maturity relationships and related observations in Newfoundland populations of the lobster \(*Homarus americanus*\)](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 945–956.
- Ennis, G.P. 1984. [Small-Scale Seasonal Movements of the American Lobster *Homarus americanus*](#). Trans. Am. Fish. Soc. 113: 336–338.
- Ennis, G.P., Collins, P.W., Dawe, G., et Squires, W.R. 1986. [Fisheries and Population Biology of Lobsters \(*Homarus Americanus*\) at Arnold's Cove](#), Newfoundland. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1438. iv + 34 p.
- Gaudette, J., Tremblay, M.J., Silva, A.M., Denton, C., et Pezzack, D.S. 2014. [Reproductive Status of the American Lobster in Southwest Nova Scotia and the Bay of Fundy \(Lobster Fishing Areas 34-38\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/045. v + 30 p.
- Goode, A., Brady, G., Damian, C., Steneck, R.S., et Wahle, R.A. 2019. [The Brighter Side Of Climate Change: How Local Oceanography Amplified A Lobster Boom In The Gulf Of Maine](#). Global Change Biol. 25(11): 3906–3917.
- Haddon, M. 2023. Using R for Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. Chapman & Hall/CRC in its [R-Series](#).
- Kleiber, M. 1961. The Fire of Life: an Introduction to Animal Energetics. John Wiley & Sons Inc; New York: 1961.
- Le Bris, A., Mills, K.E., Wahle, R.A., Chen, Y., Alexander, M.A., Allyn, A.J., Schuetz, J.G., Scott, J.D., et Pershing, A.J. 2018. [Climate vulnerability and resilience in the most valuable North American fishery](#). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 115: 1831–1836.
- MPO. 2006. [Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/023.
- MPO. 2009. [Fondement Biologique de la protection de homards de grande taille dans les zones de pêche du homard 33 à 38](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2008/017.
- MPO. 2014. [Options liées aux points de référence pour le stock de homard du sud du golfe du Saint-Laurent \(Zones de Pêche du Homard 23, 24, 25, 26a, 26b\)](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/027.
- MPO. 2019. [Évaluation de l'état du stock de homard \(*Homarus americanus*\) des Îles-de-la-Madeleine \(ZPH 22\), Québec, en 2018](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/061.
- MPO. 2020. [Évaluation du homard d'Amérique \(*Homarus Americanus*\) dans les zones de pêche du homard 27 à 32](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/026.
- MPO. 2021. [Plan de gestion intégrée des pêches \(PGIP\) - Homard d'Amérique - Zones de pêche du homard 3 à 14C](#).
- MPO. 2022. [Mise à jour des indicateurs de l'état des stocks de homard \(*Homarus americanus*\) de la Gaspésie \(ZPH 19, 20 et 21\), Québec, en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2022/029.
-

-
- MPO. 2023a. [Évaluation des stocks de homard d'Amérique à Terre-Neuve](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/028.
- MPO. 2023b. [Cadre d'évaluation et état du stock de homard, *Homarus americanus*, pour le sud du golfe du Saint Laurent \(ZPH 23, 24, 25, 26A et 26B\)](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/029.
- MPO. 2023c. [Avis scientifique concernant les lignes directrices sur les points de référence limites dans le cadre des dispositions relatives aux stocks de poissons](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2023/009.
- MPO. 2024. [Évaluation de l'état des stocks de homard \(*Homarus americanus*\) de la Gaspésie \(ZPH 19, 20 et 21\), Québec, en 2022](#). Secr. can. des avis sci. du MPO, Avis sci. 2024/006.
- Mullowney, D.R.J., et Baker, K.D. 2023. [Multi-indicator precautionary approach frameworks for crustacean fisheries](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 80(7): 1207–1220.
- Pinskey, M.L., Reygondeau, G., Caddell, R., Palacios-Abrantes, J., Spijkers, J., et Cheung, W.W.L. 2018. [Preparing ocean governance for species on the move](#). Science. 360(6394): 1189–1191.
- Quinn, B.K., Chassé, J., et Rochette, R. 2017. [Potential connectivity among American lobster fisheries as a result of larval drift across the species' range in eastern North America](#). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 74(10): 1549–1563.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Tomasic, N. 2023. [Balancing privacy with access to information for commercial fisheries data: A critical review of Fisheries and Oceans Canada's "rule of five" policy](#). FACETS. 8(1): 1–11.
- Wood, S.N. 2017. [Generalized Additive Models: An Introduction with R \(2nd edition\)](#). Chapman and Hall/CRC Press. 496 p.
- Wood, S.N., Pya, N., et Saefken, B. 2016. [Smoothing parameter and model selection for general smooth models](#). J. Am. Stat. Assoc. 111: 1548–1575.

7. FIGURES

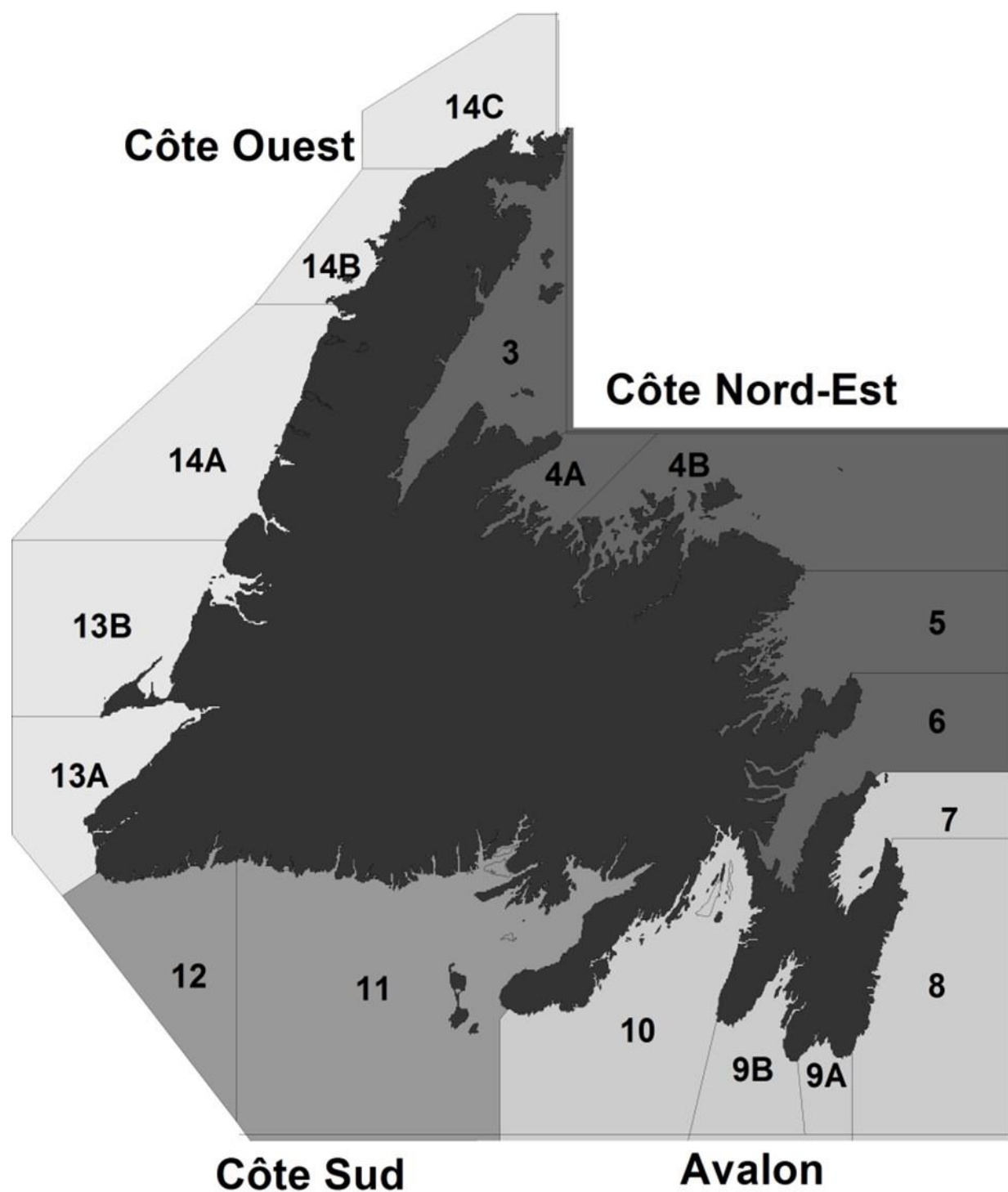


Figure 1. Carte montrant les zones de pêche du homard 3 à 14C dans les quatre régions d'évaluation de Terre-Neuve (côte nord-est, Avalon, côte sud et côte ouest).

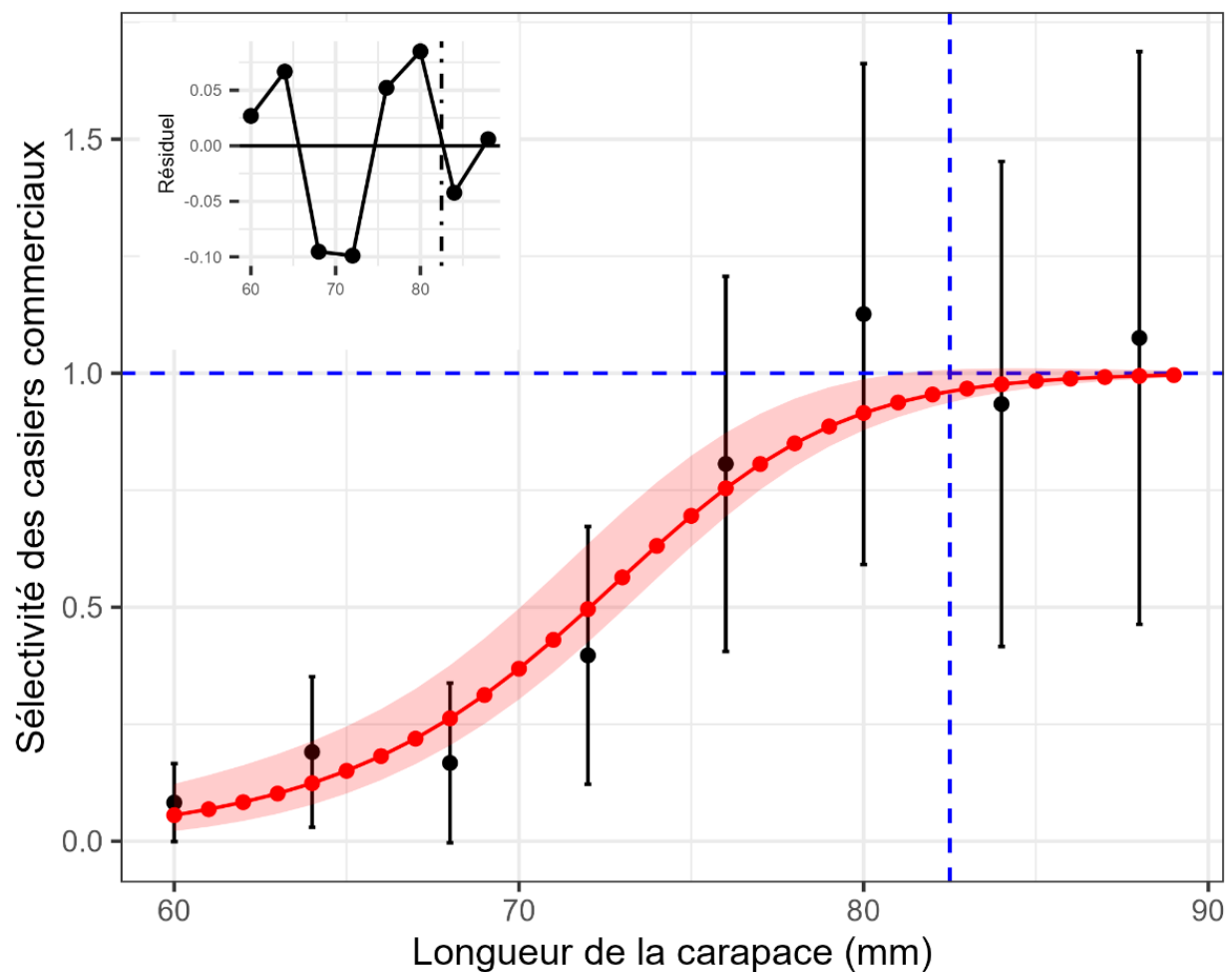


Figure 2. Courbe de sélectivité des casiers selon les taux de prise des casiers commerciaux par rapport à ceux des casiers modifiés (sans événement d'échappement) d'après les relevés. Les longueurs de carapace sont regroupées par tranches de quatre millimètres. Les points noirs sont les estimations moyennes des rapports de prise et les lignes noires sont les deux écarts-types. Les points rouges sont les valeurs prévues par le modèle et les zones ombrées en rouge indiquent les deux erreurs types. La courbe des résiduels de l'ajustement du modèle se trouve dans le coin supérieur gauche.

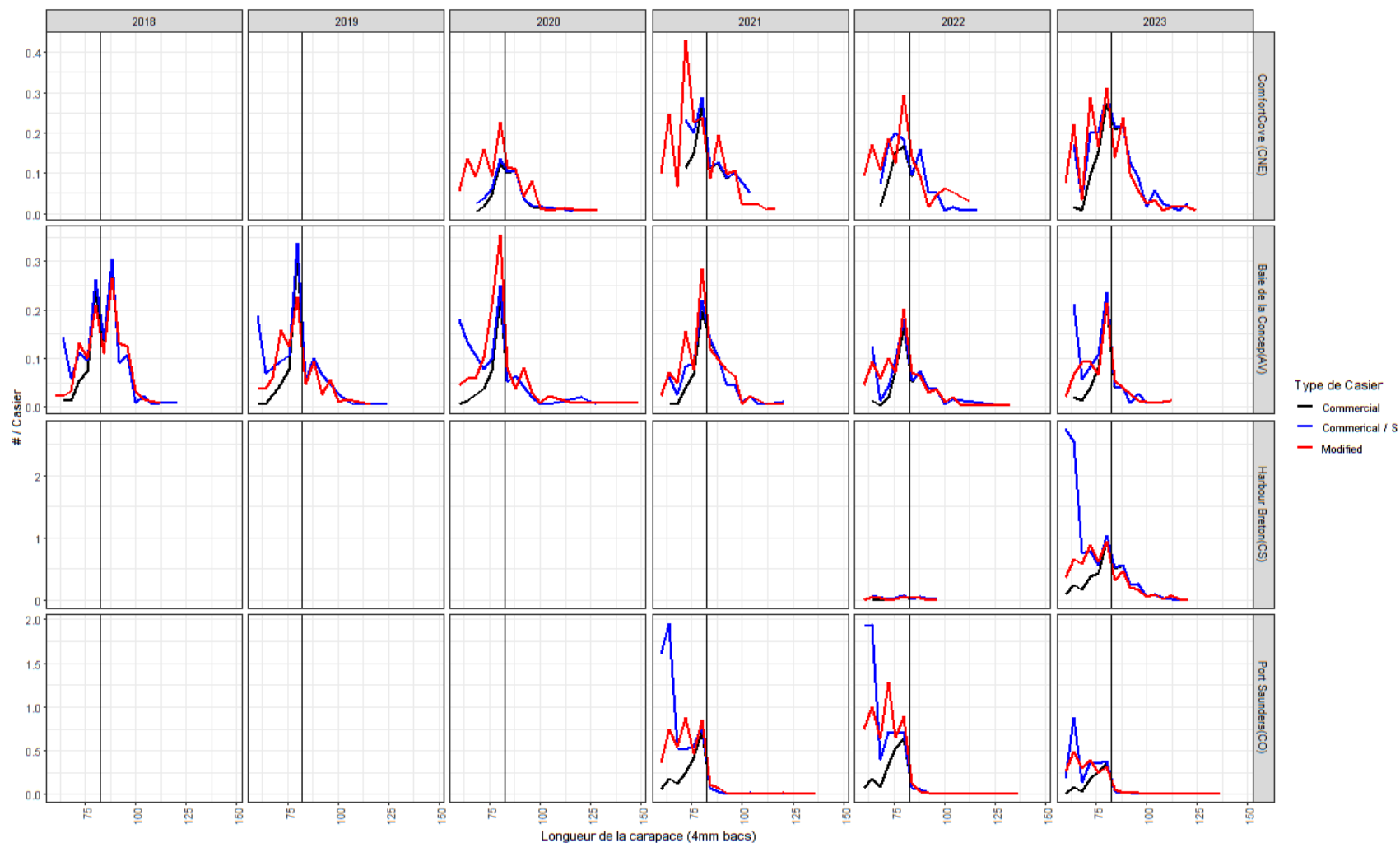


Figure 3. Données sur les taux de prises dans les casiers commerciaux transformés selon la sélectivité (commercial/S) de 2018 à 2023, comparées aux données des casiers commerciaux modifiés (sans événement d'échappement) sur la fourchette de tailles (longueur de carapace) pour chacun des sites de relevé du homard. La ligne verticale noire représente la taille réglementaire minimale (longueur de carapace de 82,5 mm).

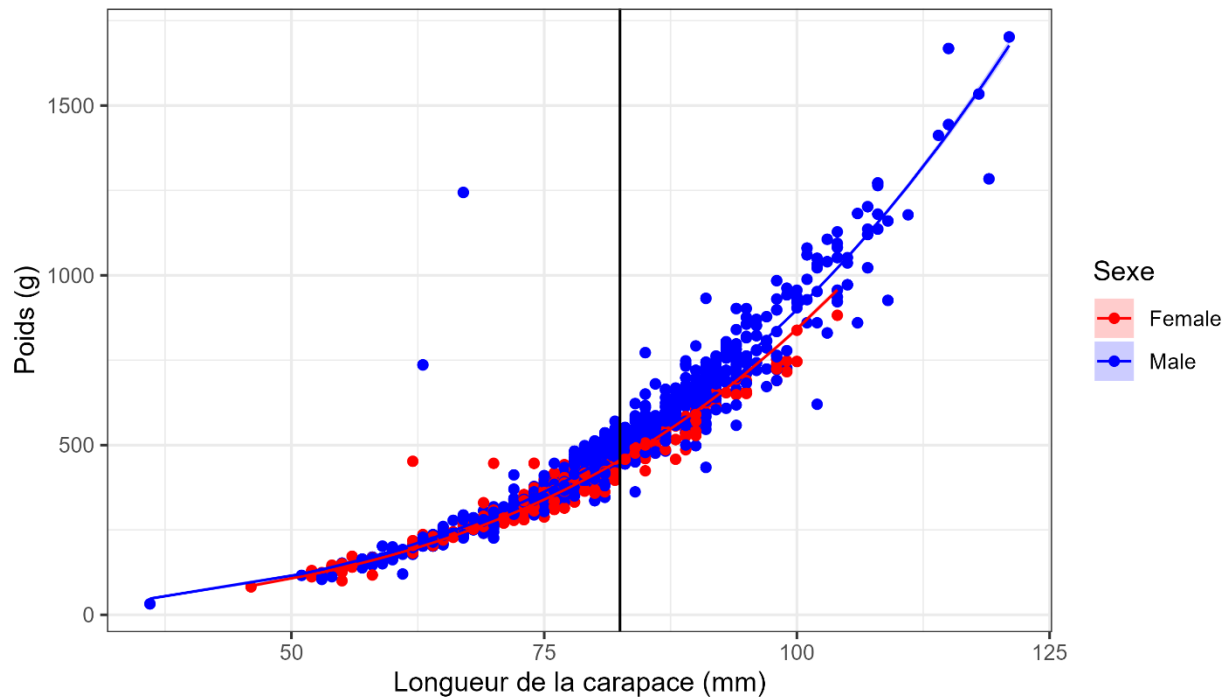


Figure 4. Modèle de la longueur (millimètres) par rapport au poids (grammes) fondé sur les données des relevés au casier, pour les mâles et les femelles. La ligne verticale noire représente la taille de débarquement minimale (longueur de carapace de 82,5 mm). Les zones ombrées représentent les intervalles de confiance à 95 %.

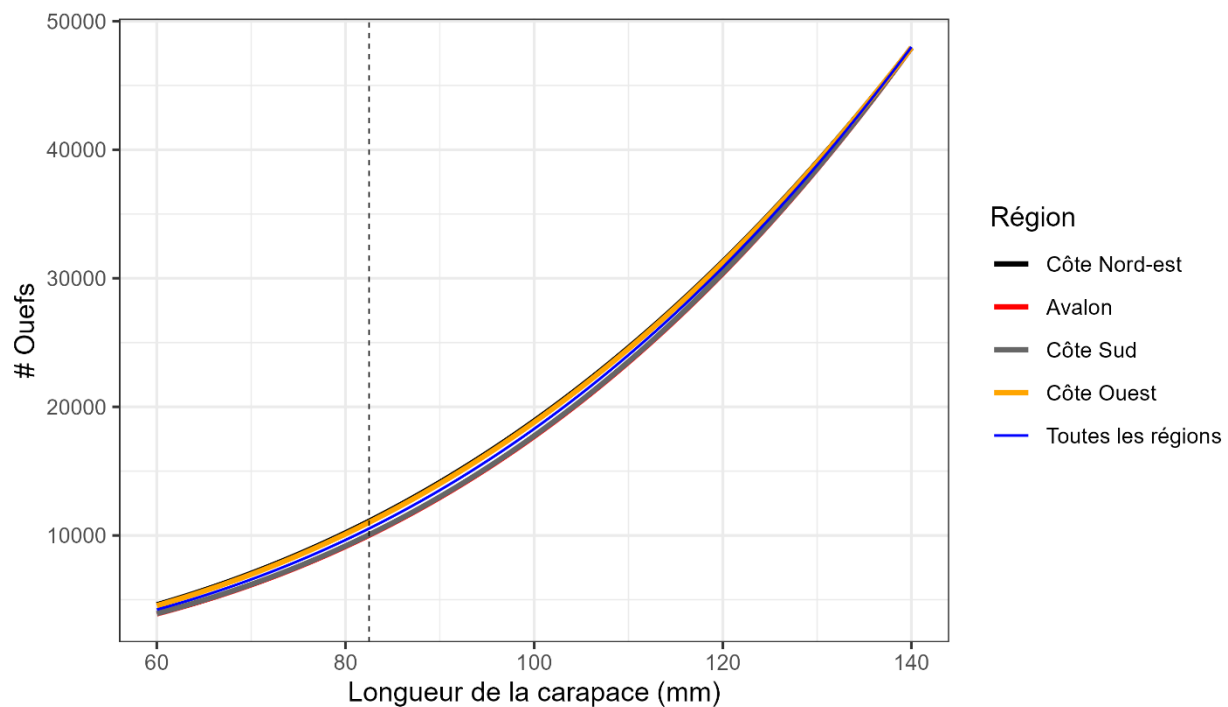


Figure 5. Relation de la loi de puissance entre la fécondité (nombre d'œufs) et la longueur de carapace (millimètres) pour chaque région d'évaluation et toutes les régions d'évaluation combinées (Toutes). Les lignes verticales noires tiretées représentent les longueurs de carapace de 83 mm et de 98 mm.

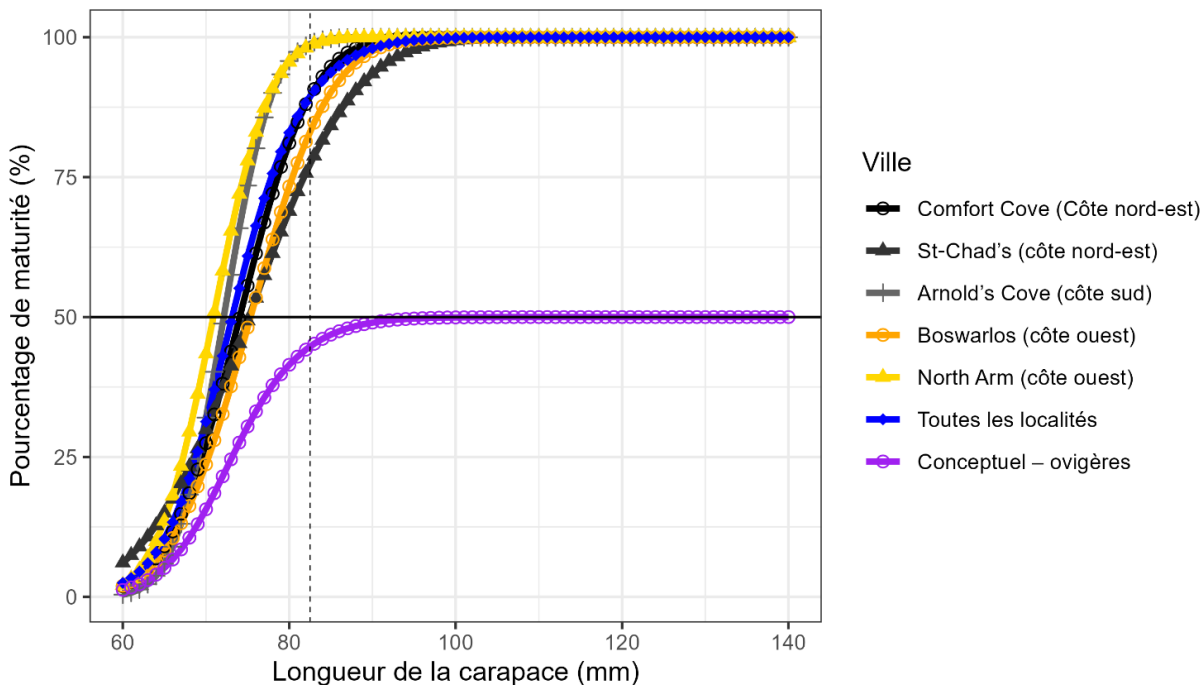


Figure 6. Relations entre la taille et la maturité pour les femelles, d'après Ennis (1980), pour chacun des cinq sites (Comfort Cove, St. Chad's, Arnold's Cove, Boswarlos et North Arm) et pour les sites regroupés (Tous). La ligne horizontale continue correspond aux tailles auxquelles 50 % des homards sont matures à une taille donnée. La ligne verticale noire tirée représente la longueur de carapace de 82,5 mm. Pourcentage conceptuel des femelles de la taille des femelles œuvées défini comme l'ogive pour tous les sites $\times 0,5$ pour un cycle de mue-fraie de deux ans.

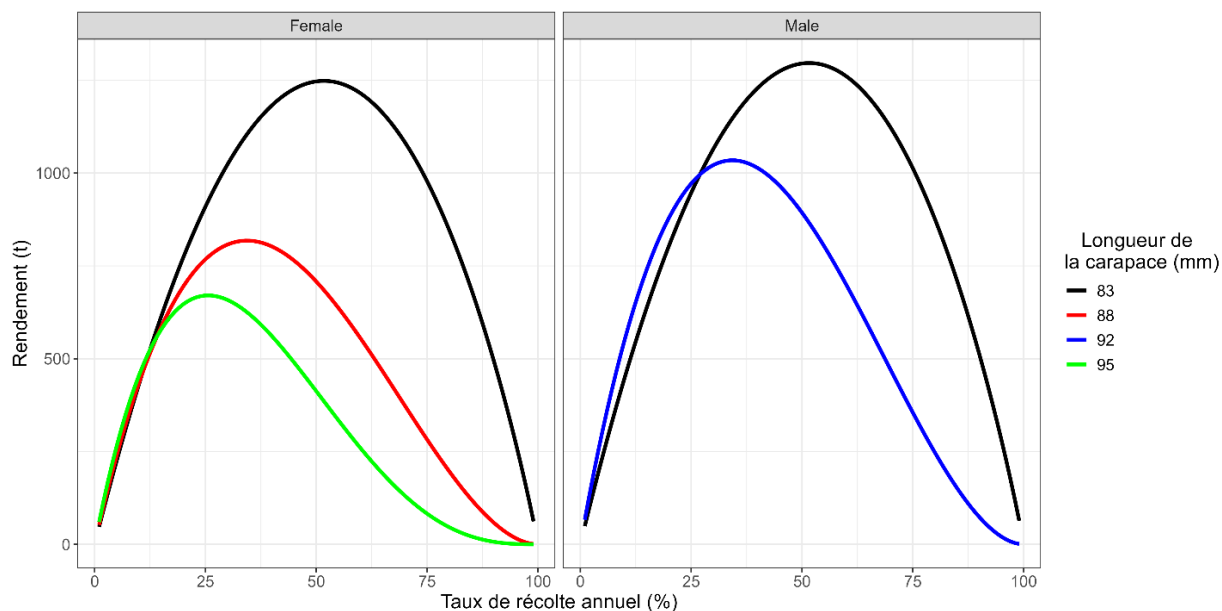


Figure 7. Modèle du rendement par recrue pour les deux sexes sur la fourchette de tailles des recrues immédiates (longueur de carapace de 83 à 95 mm). Les tailles individuelles représentent des approximations de l'âge pour chaque sexe. Mortalité naturelle M fixée à 0,05 pour les mâles et à 0,1 pour les femelles. Modèle conditionné sur 10 000 individus à partir d'une longueur de carapace de 83 mm pour chaque sexe.

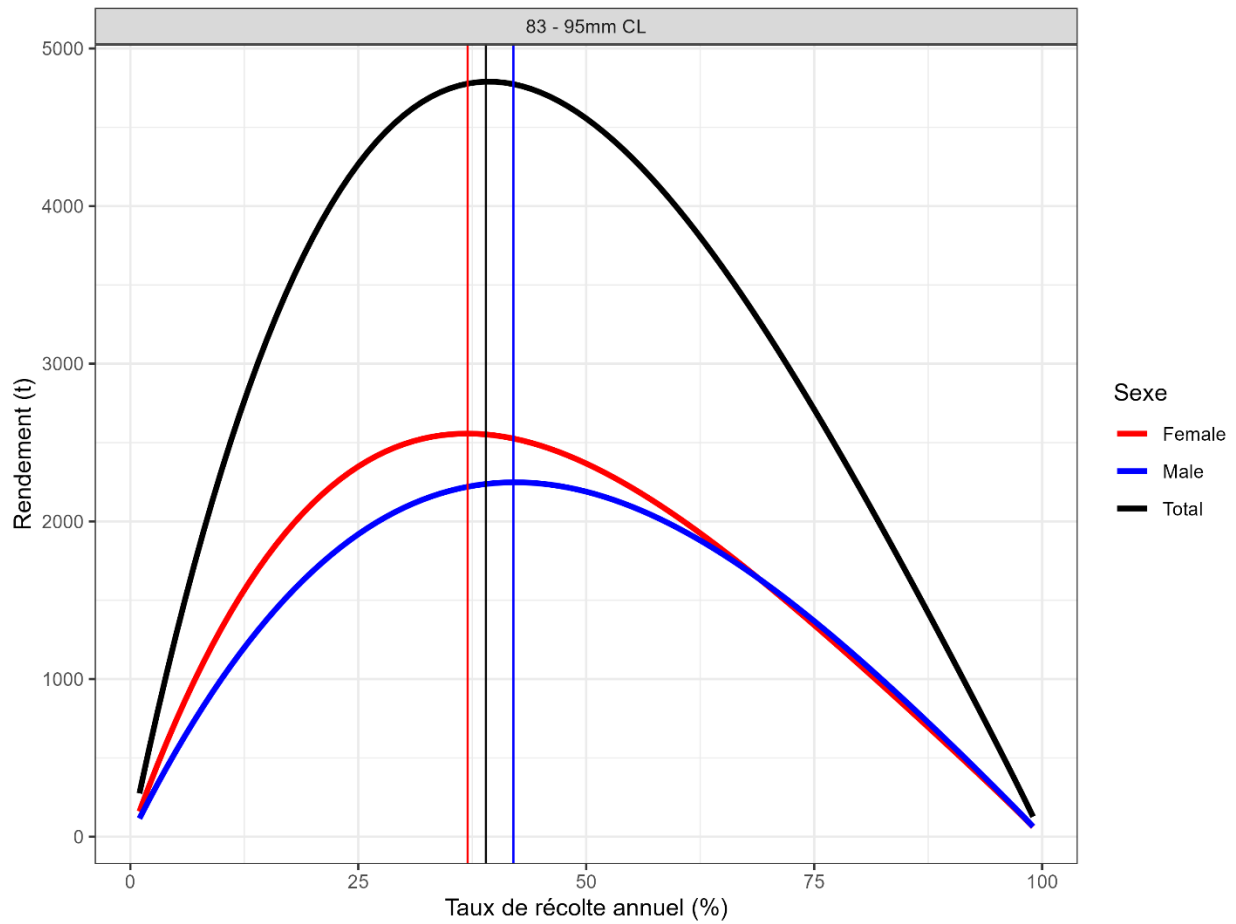


Figure 8. Modèle du rendement par recrue (tonnes) pour chaque sexe avec les groupes âge-approximation combinés, et les deux sexes combinés (Tous les individus) dans la fourchette de tailles de 83 à 95 mm de longueur de carapace. Les lignes verticales représentent les valeurs maximales pour chaque groupe et correspondent à F_{RMD} (taux optimal de mortalité par pêche pour les deux sexes).

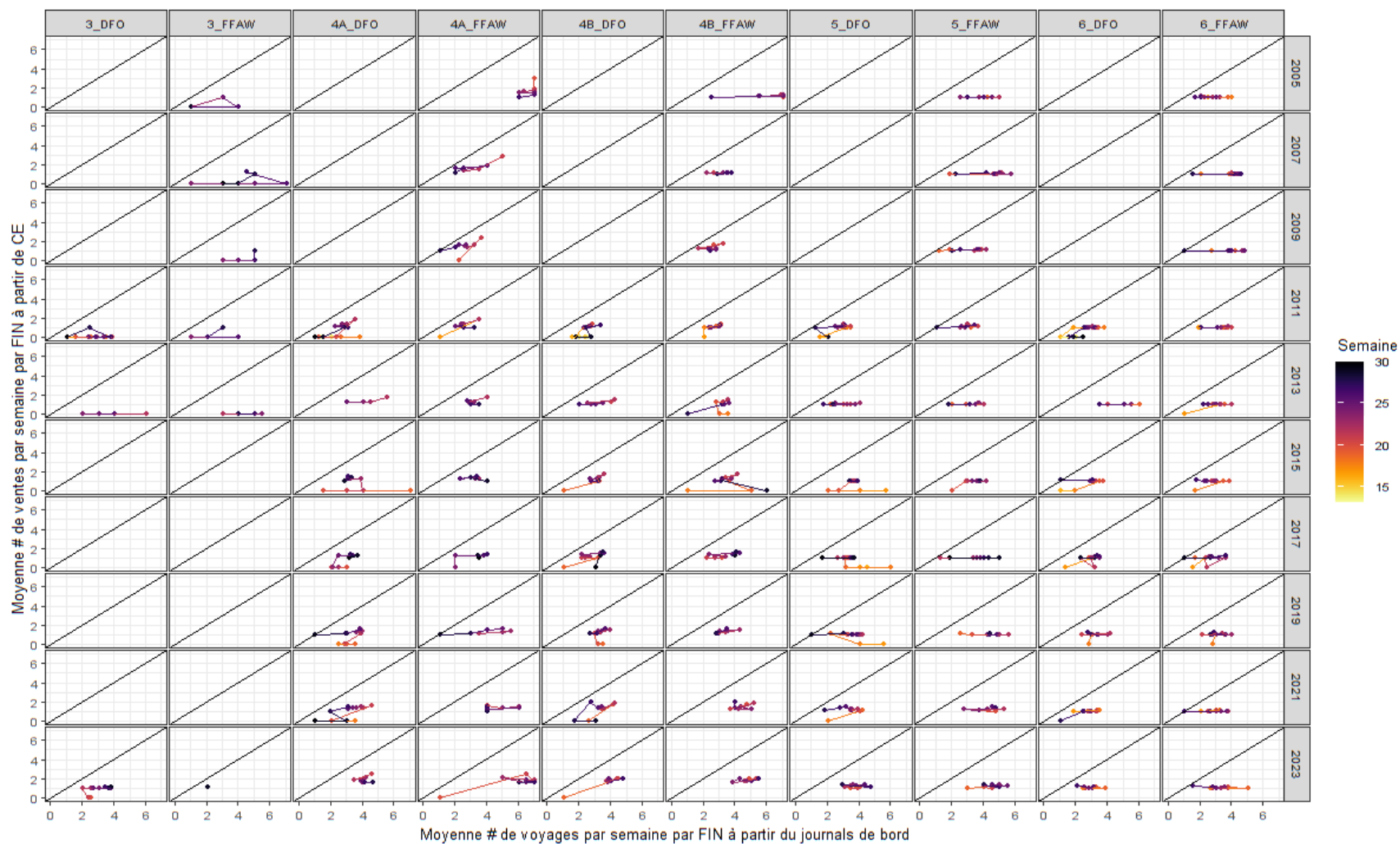


Figure 9a. Profils saisonniers dans les relations entre le nombre hebdomadaire moyen de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) dans les journaux de bord (axe des abscisses) par rapport au nombre hebdomadaire moyen de ventes par NIP dans la base de données sur les prises et l'effort (axe des ordonnées) pour les deux sources de données des journaux de bord dans chaque ZPH respective pour la région d'évaluation de la côte nord-est, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

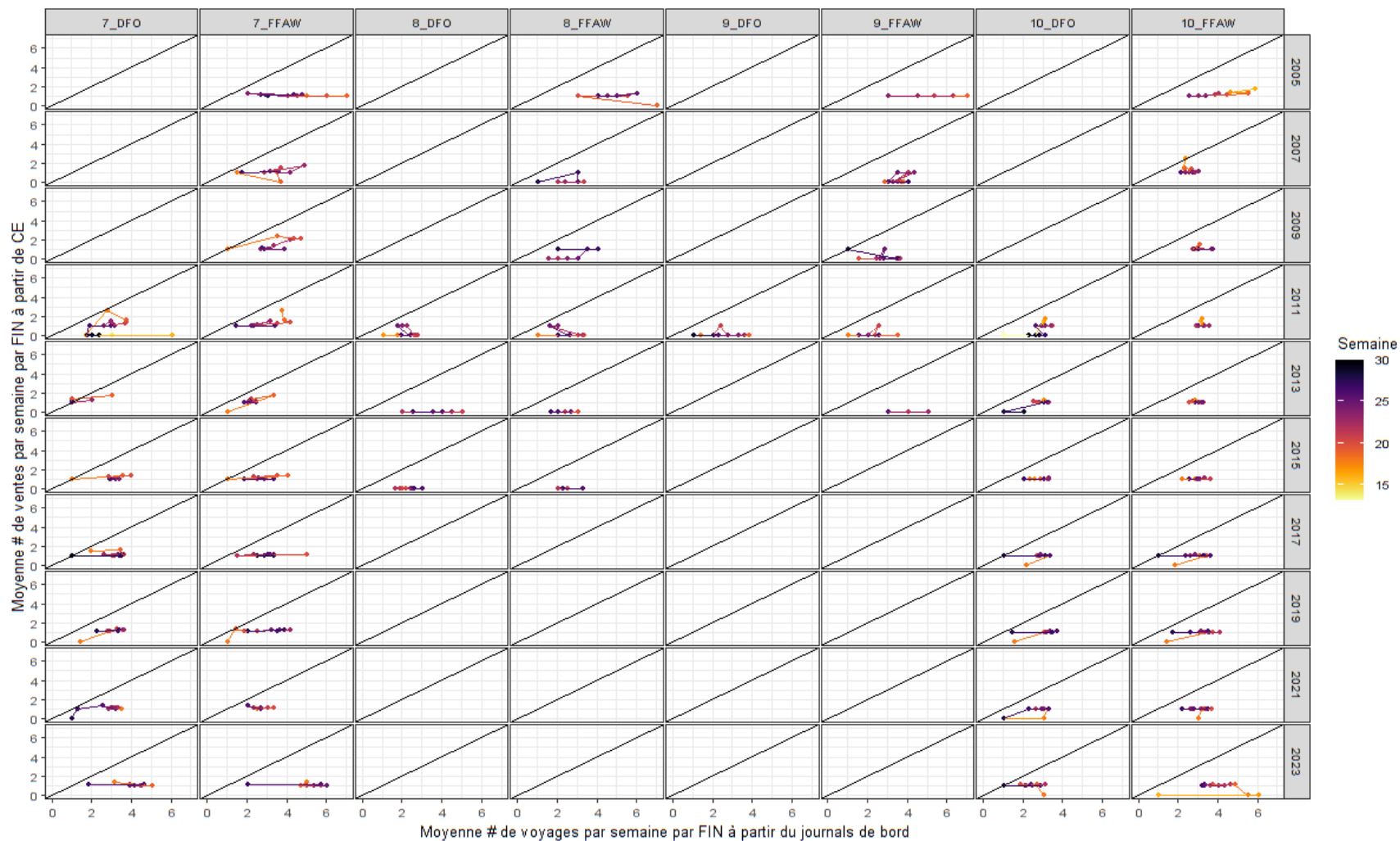


Figure 9b. Profils saisonniers dans les relations entre le nombre hebdomadaire moyen de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) dans les journaux de bord (axe des abscisses) par rapport au nombre hebdomadaire moyen de ventes par NIP dans la base de données sur les prises et l'effort (axe des ordonnées) pour les deux sources de données des journaux de bord dans chaque ZPH respective pour la région d'évaluation d'Avalon, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

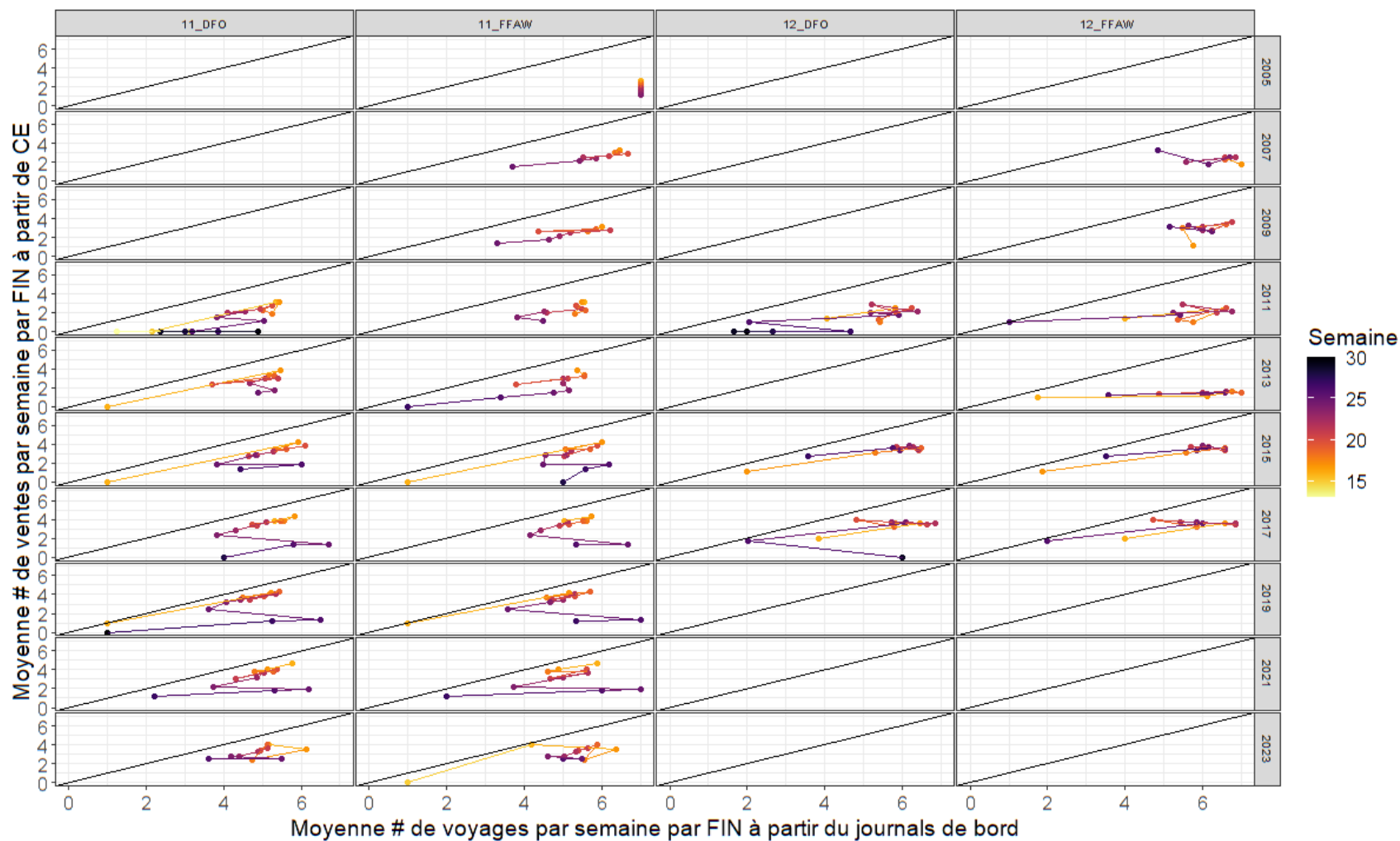


Figure 9c. Profils saisonniers dans les relations entre le nombre hebdomadaire moyen de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) dans les journaux de bord (axe des abscisses) par rapport au nombre hebdomadaire moyen de ventes par NIP dans la base de données sur les prises et l'effort (axe des ordonnées) pour les deux sources de données des journaux de bord dans chaque ZPH respective pour la région d'évaluation de la côte sud, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

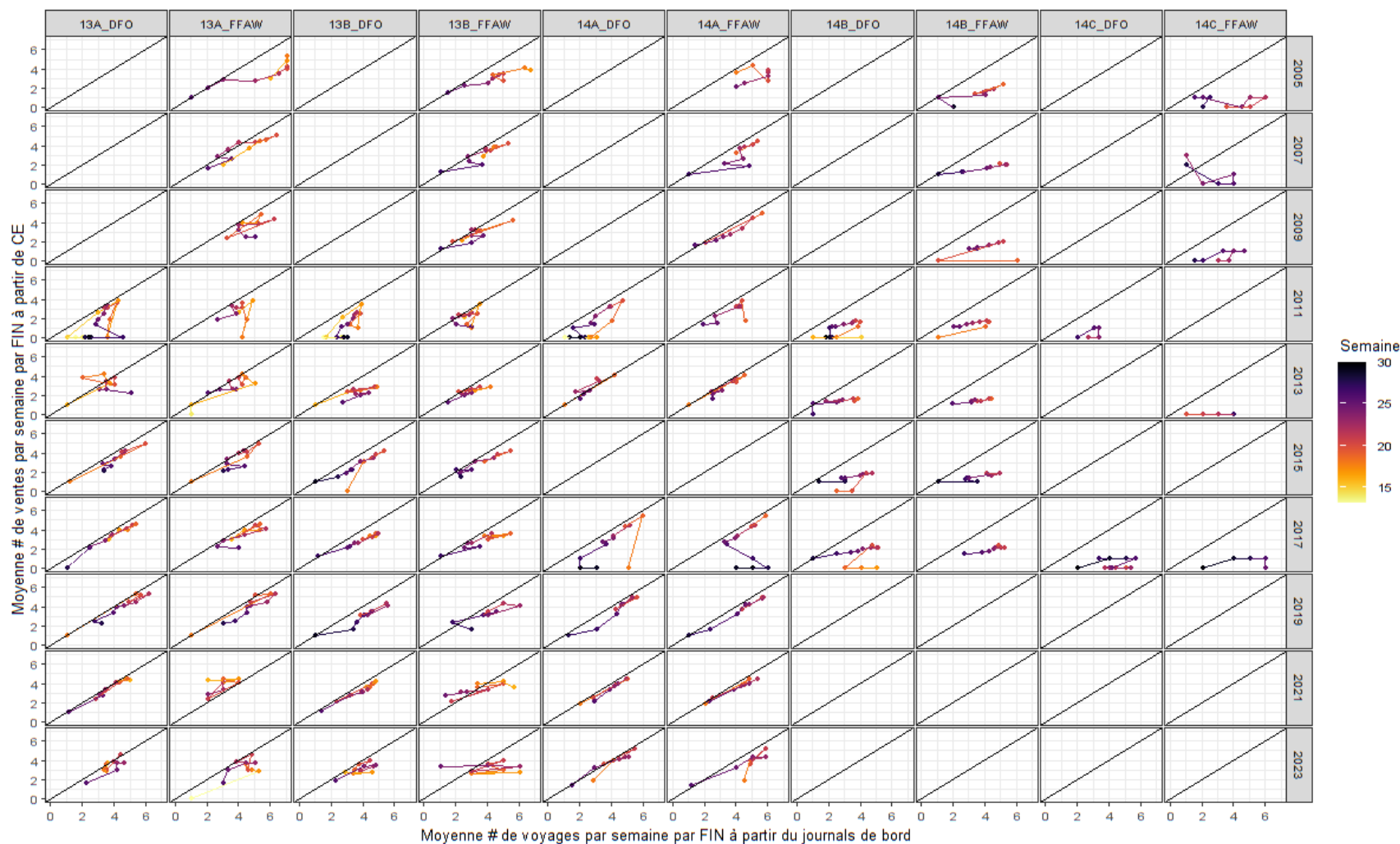


Figure 9d. Profils saisonniers dans les relations entre le nombre hebdomadaire moyen de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) dans les journaux de bord (axe des abscisses) par rapport au nombre hebdomadaire moyen de ventes par NIP dans la base de données sur les prises et l'effort (axe des ordonnées) pour les deux sources de données des journaux de bord dans chaque ZPH respective pour la région d'évaluation de la côte ouest, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

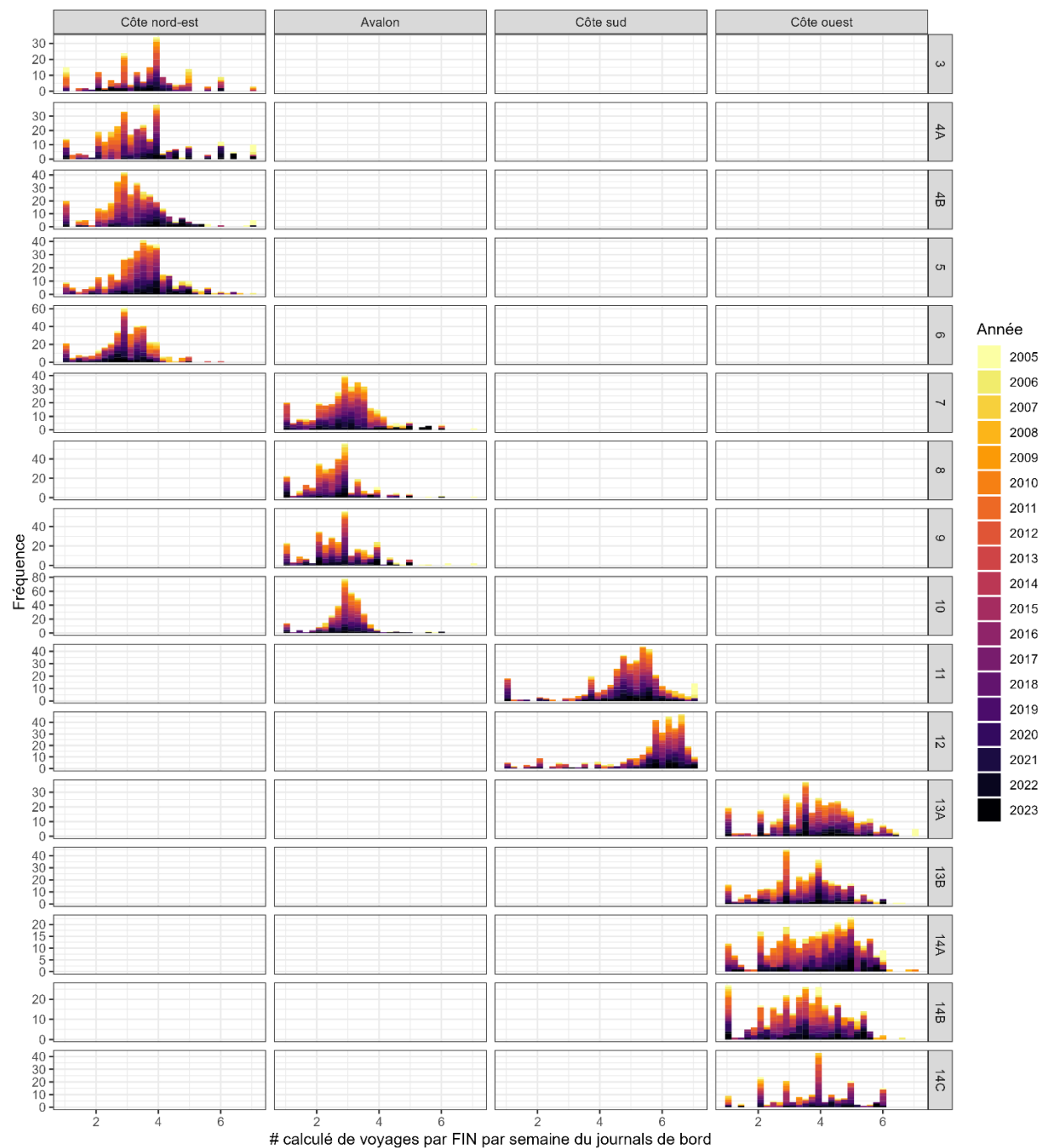


Figure 10. Distributions de fréquence du nombre hebdomadaire de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) à partir des journaux de bord dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023.

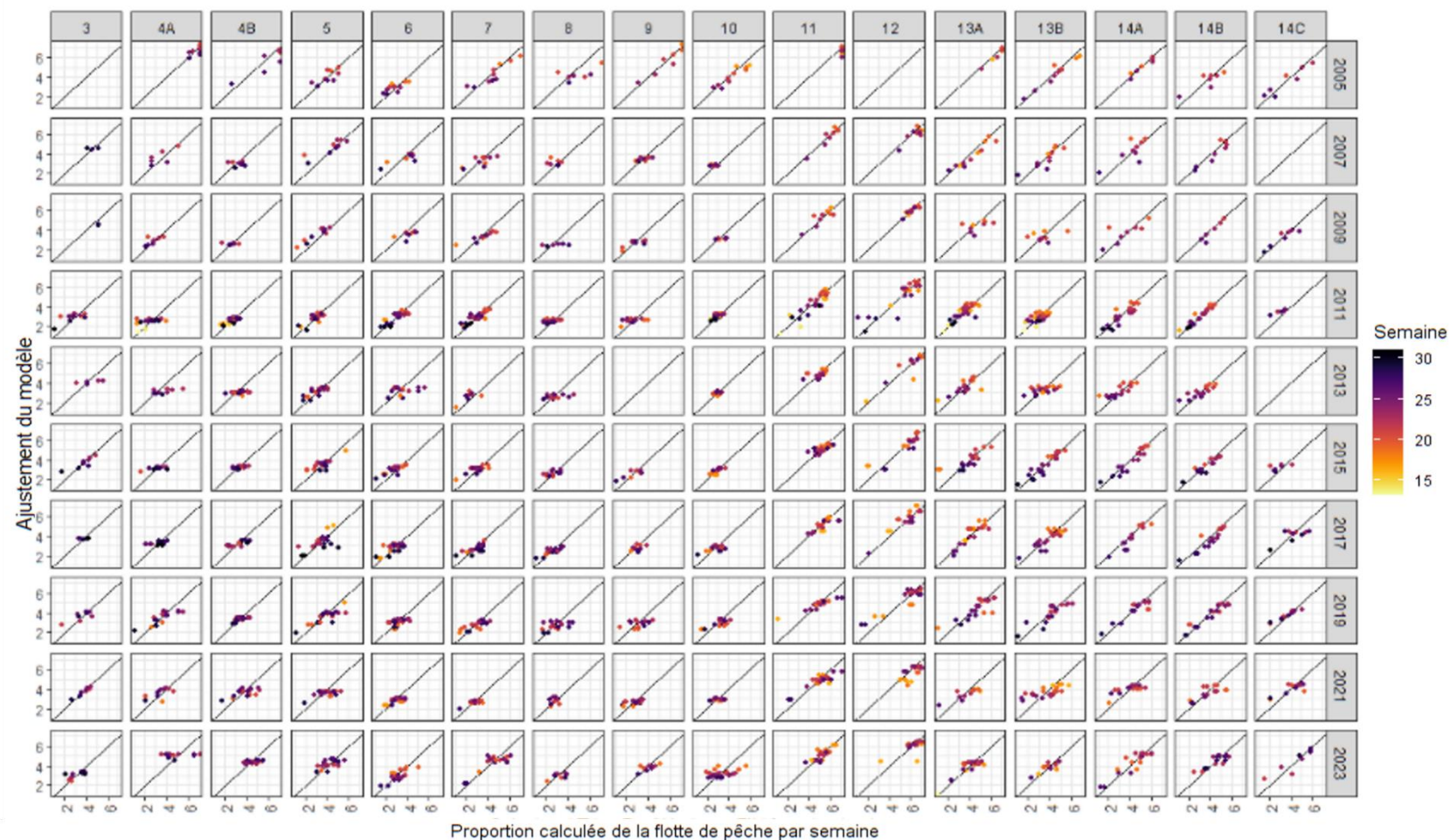


Figure 11. Valeurs prédites (ajustement du modèle) et observées (sorties calculées par semaine par numéro d'identification du pêcheur [NIP] d'après les journaux de bord) selon le modèle estimant le nombre hebdomadaire total de sorties par NIP pour les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

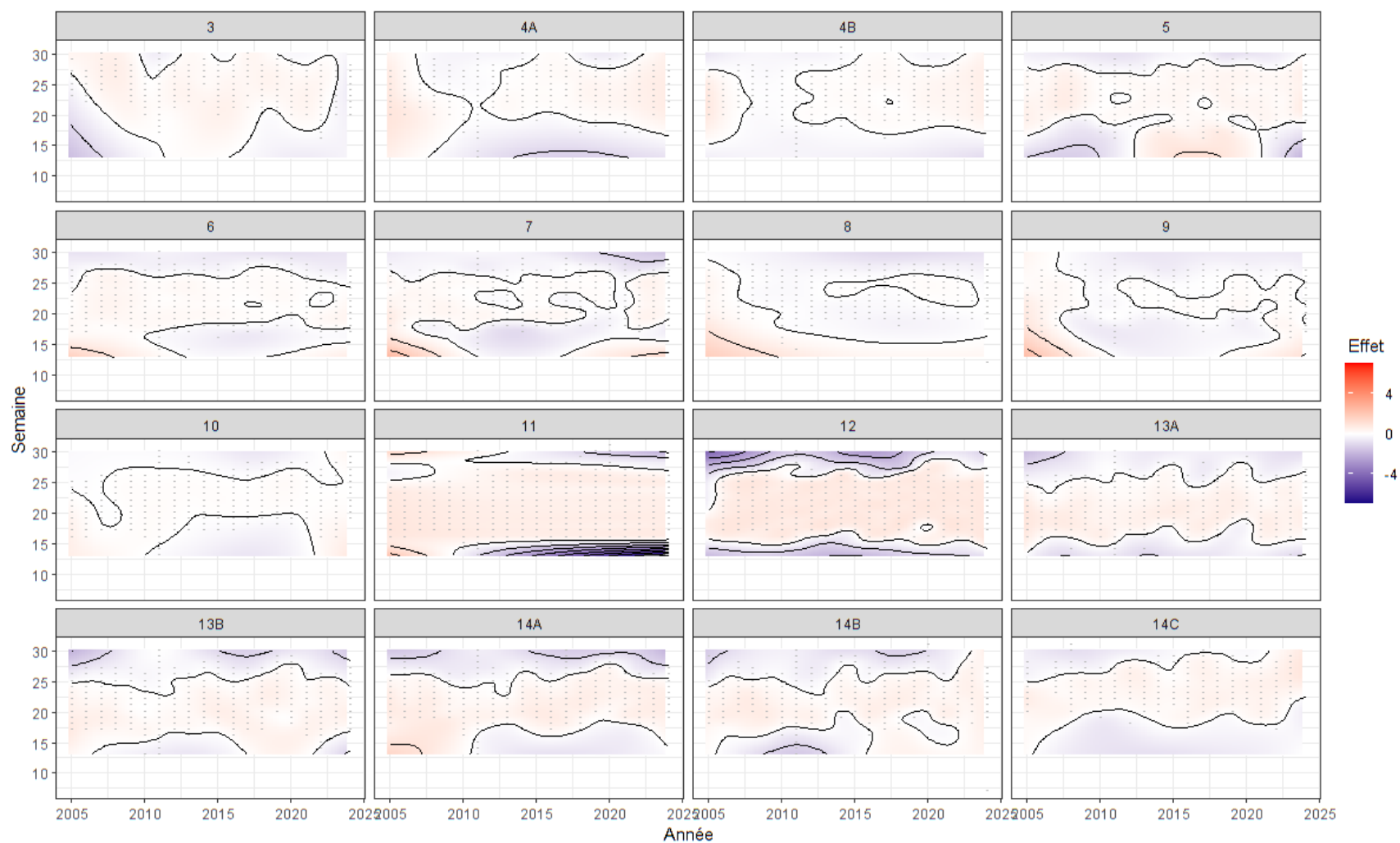


Figure 12. Graphiques de l'interaction à effet marginal entre l'année et la semaine pour le modèle estimant le nombre hebdomadaire de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) pour les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023.

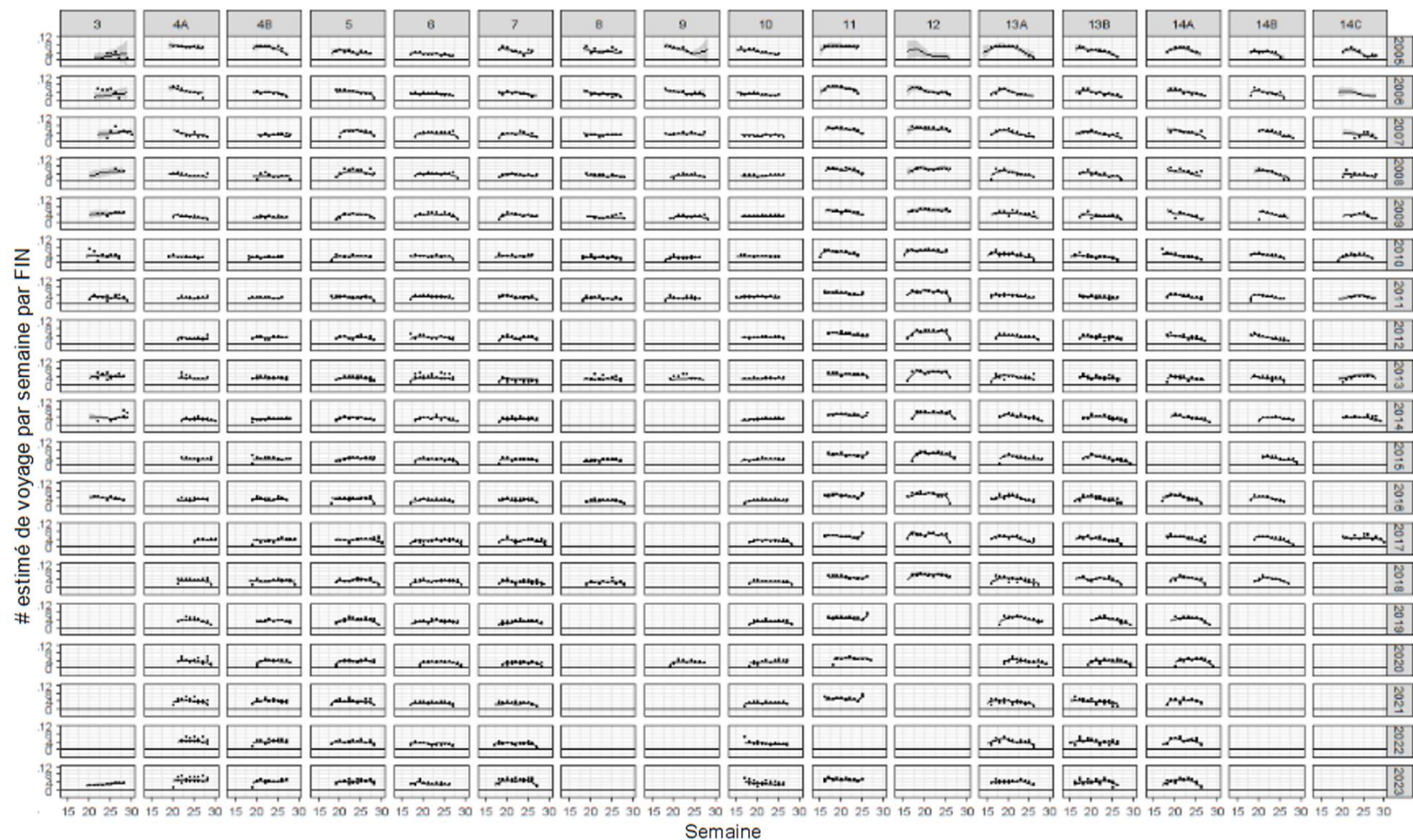


Figure 13. Nombre hebdomadaire estimé par le modèle, rempli par saison, de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) pendant les semaines de pêche, ajusté aux données estimées à partir des journaux de bord dans les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Les ombrages autour des points représentent les intervalles de confiance à 95 %.

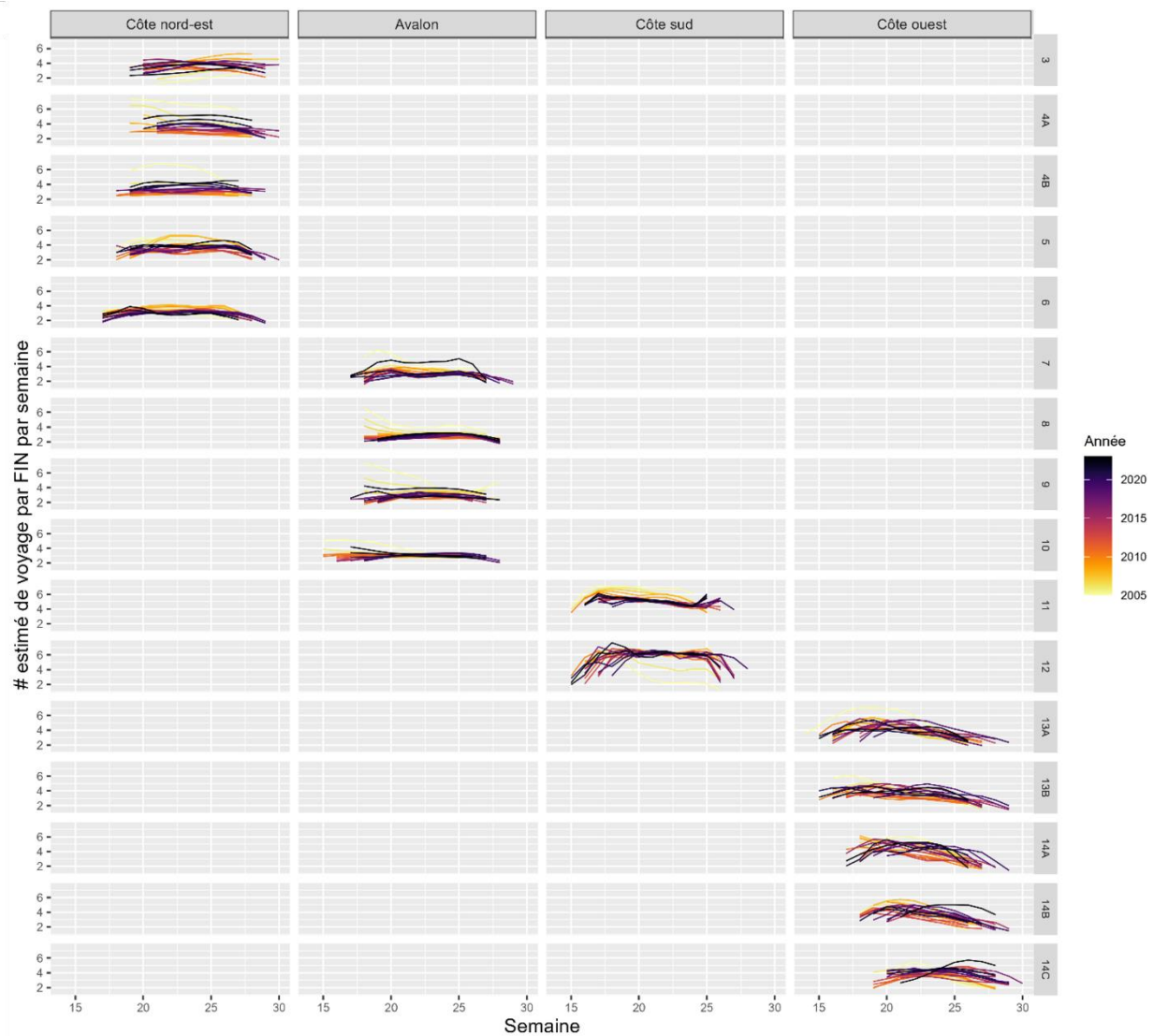


Figure 14. Nombre hebdomadaire estimé par le modèle, rempli par saison, de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) pendant les semaines de pêche dans les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023.

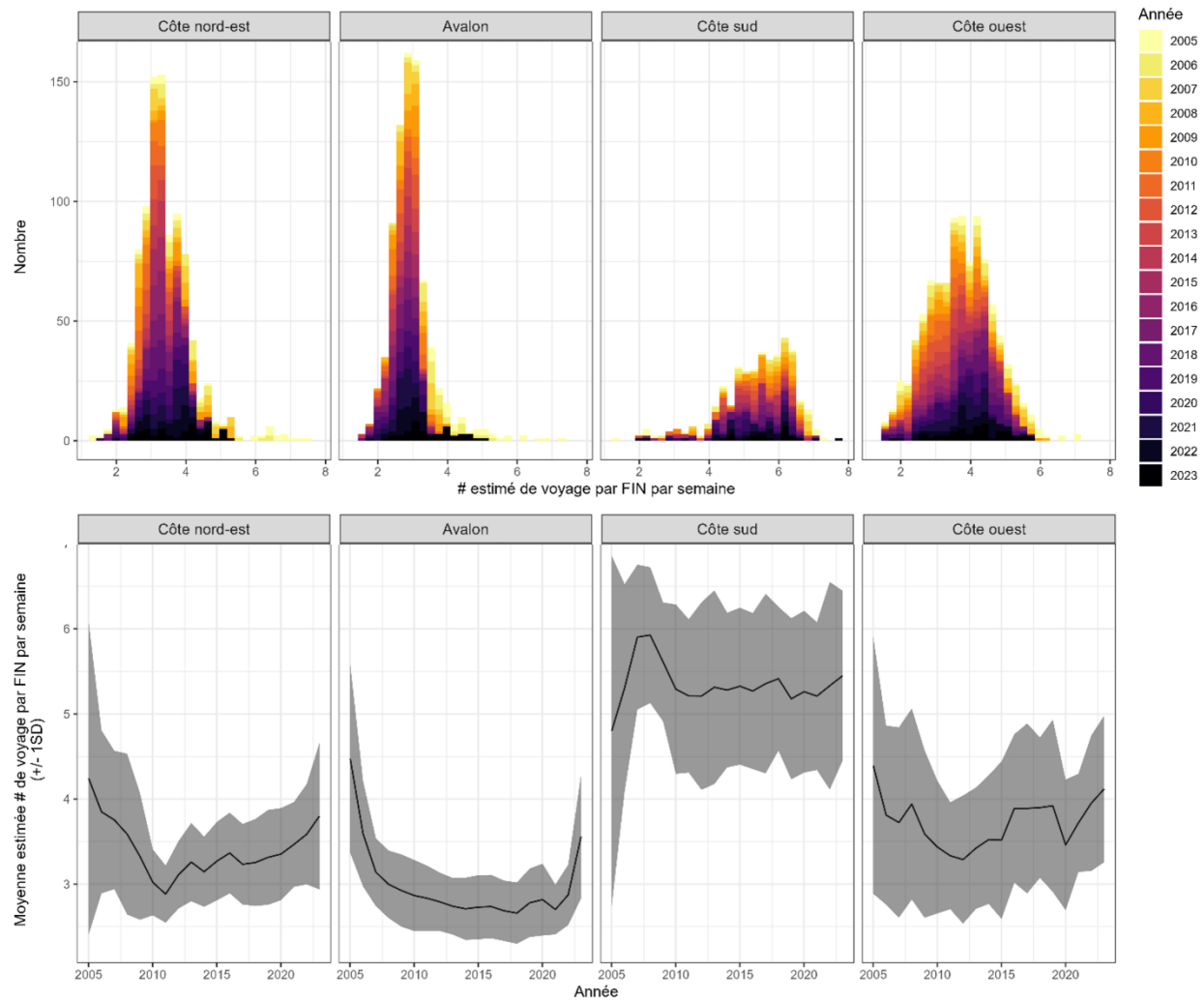


Figure 15. Panneaux du haut : Distributions de fréquence du nombre hebdomadaire, estimé par le modèle, de sorties par numéro d'identification du pêcheur (NIP) à partir des journaux de bord dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023. Panneaux du bas : Nombre hebdomadaire moyen, estimé par le modèle, de sorties par NIP, de 2005 à 2023 pour chaque région d'évaluation.

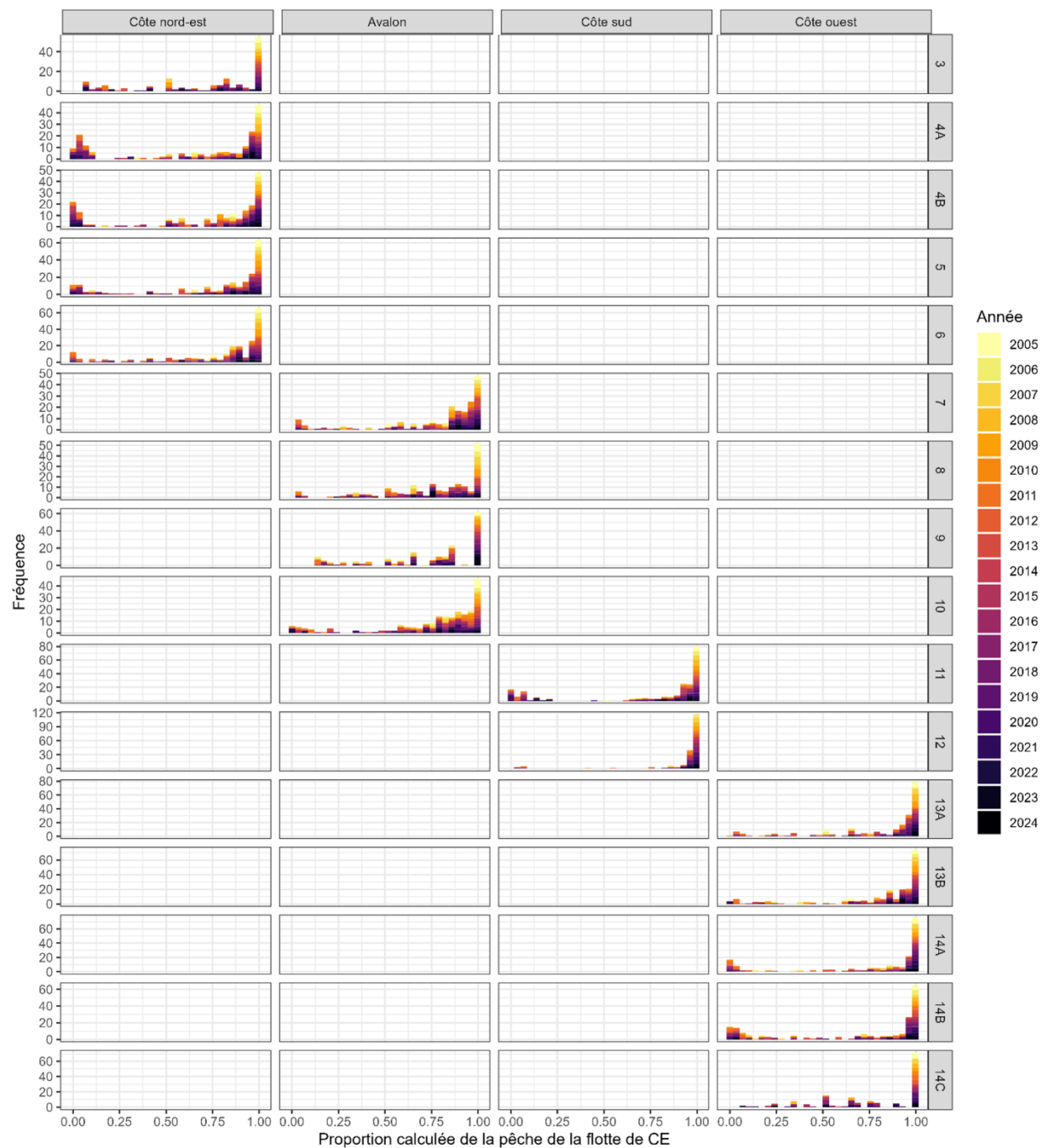


Figure 16. Distributions de fréquence de la proportion hebdomadaire de la flotte en train de pêcher, à partir des journaux de bord, dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023.

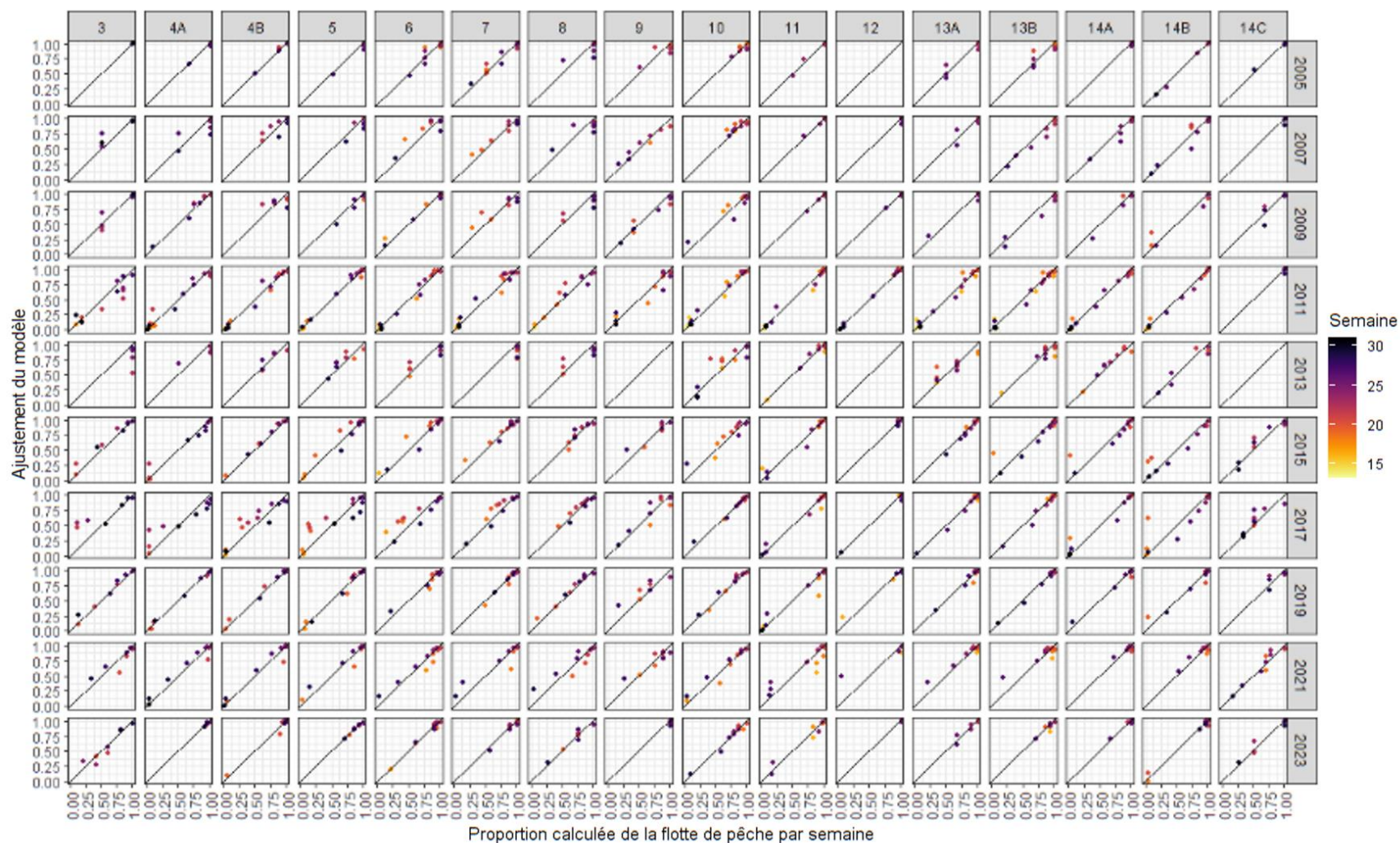


Figure 17. Valeurs prédites (ajustement du modèle) et observées (proportion calculée de la flotte en train de pêcher par semaine) selon le modèle estimant les niveaux hebdomadaires d'activité de la flotte pour les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

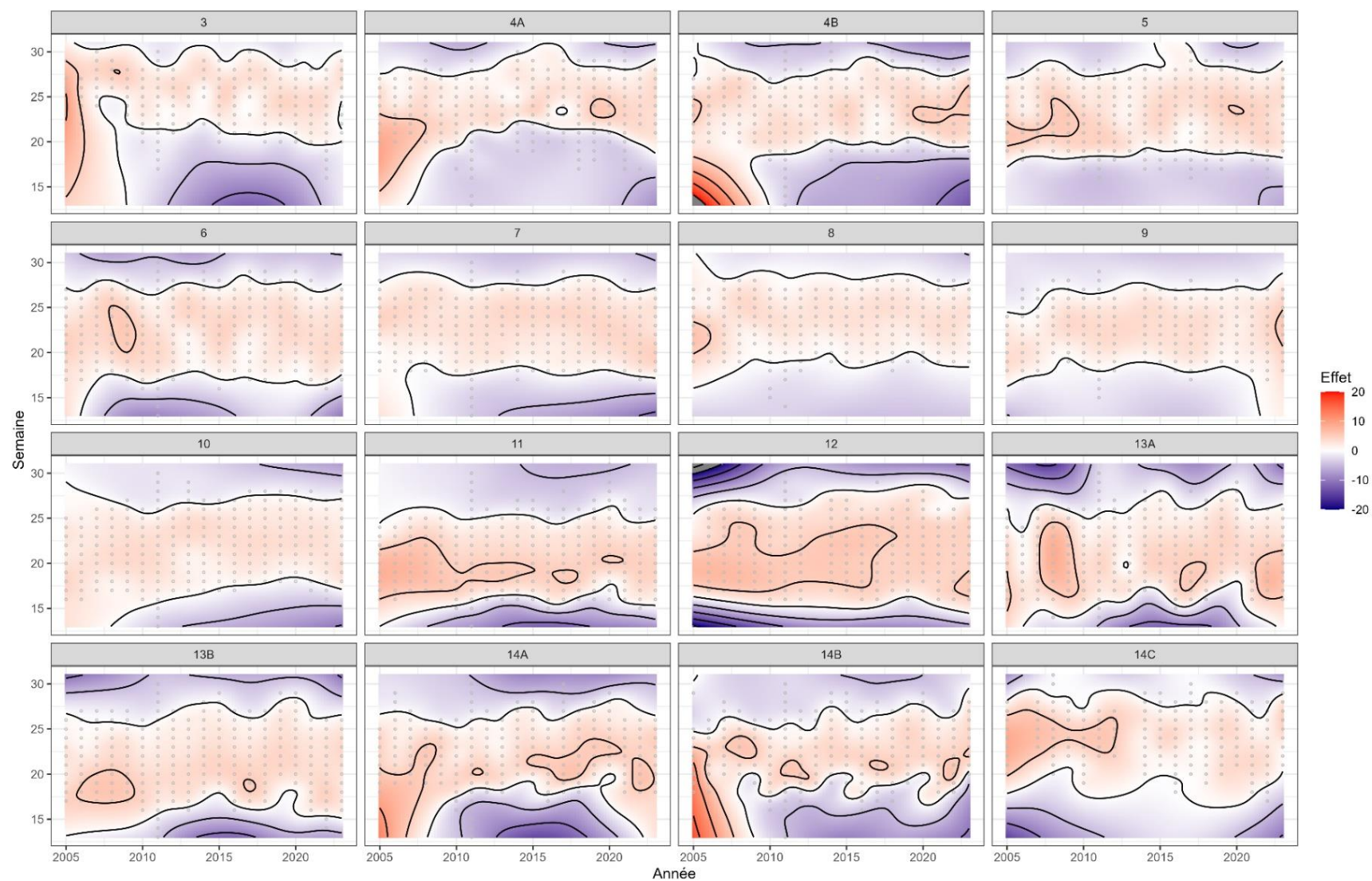


Figure 18. Graphiques de l'interaction à effet marginal entre l'année et la semaine pour le modèle estimant la proportion de la flotte en train de pêcher pour les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023.

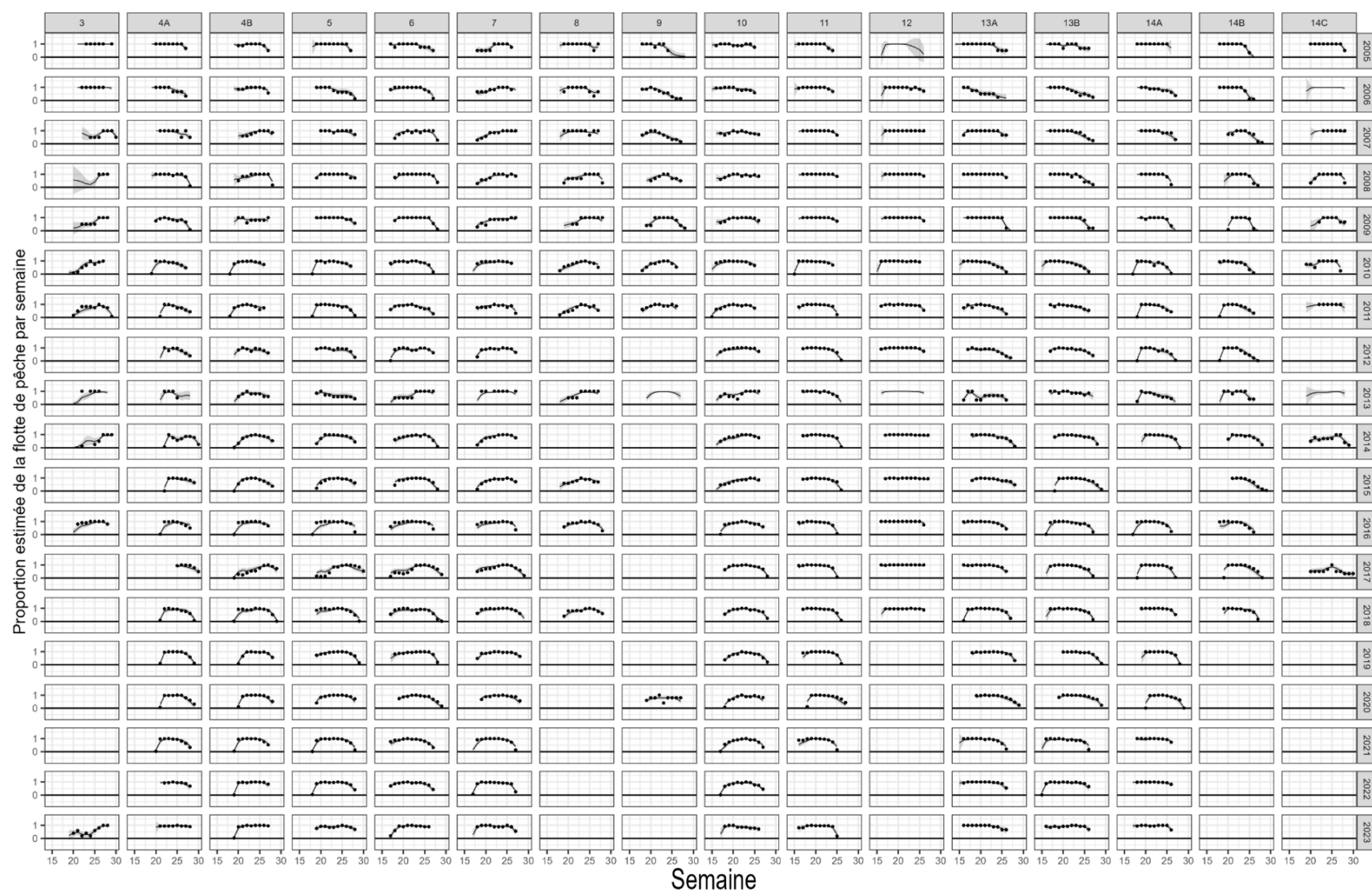


Figure 19. Proportion estimée par le modèle, remplie par saison, de la flotte en train de pêcher pendant les semaines de pêche, ajustée aux données estimées à partir des journaux de bord dans les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Les ombrages autour des points représentent les intervalles de confiance à 95 %.

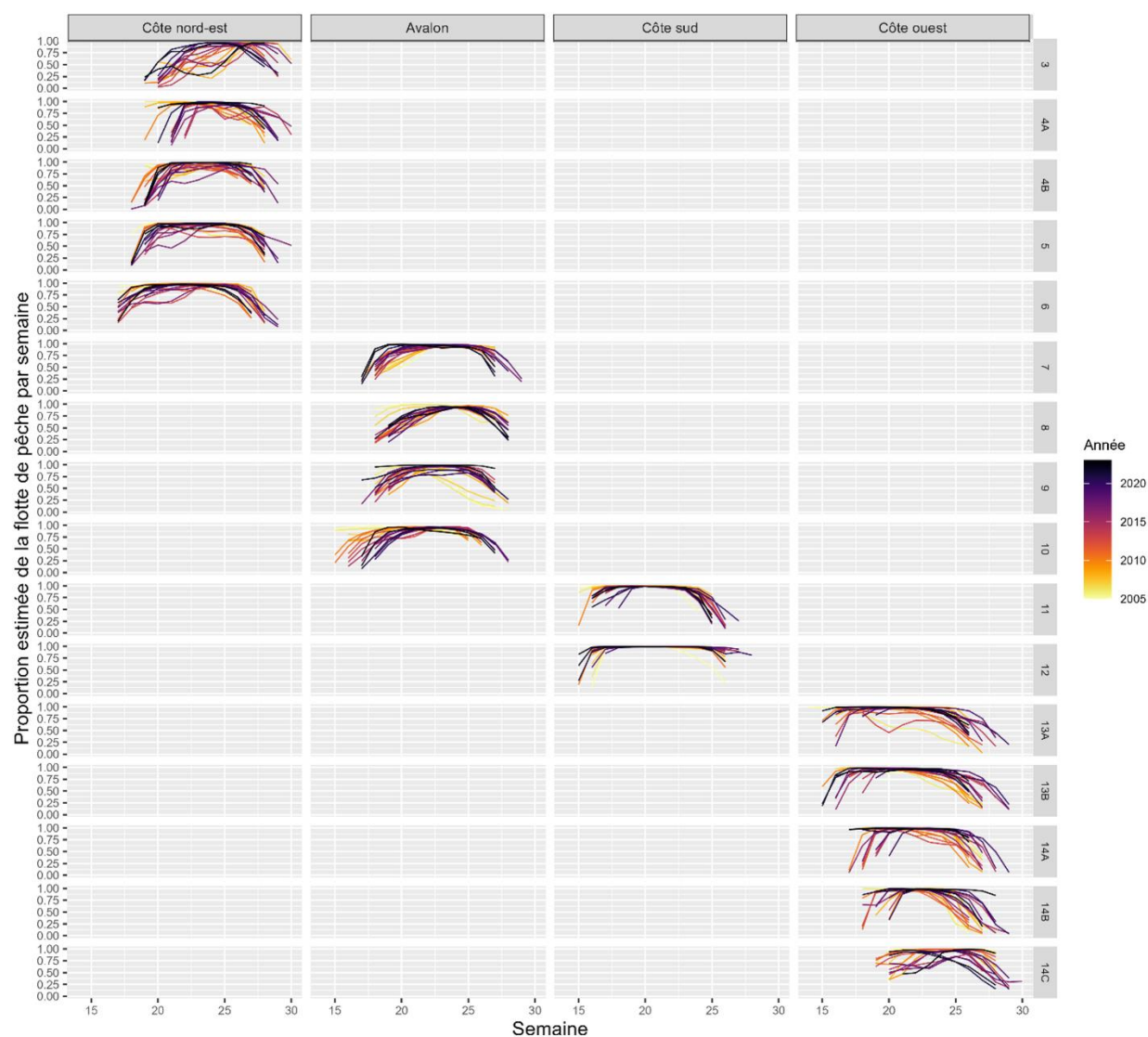


Figure 20. Proportion, estimée par le modèle et remplie par saison, de la flotte en train de pêcher pendant les semaines de pêche dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023.

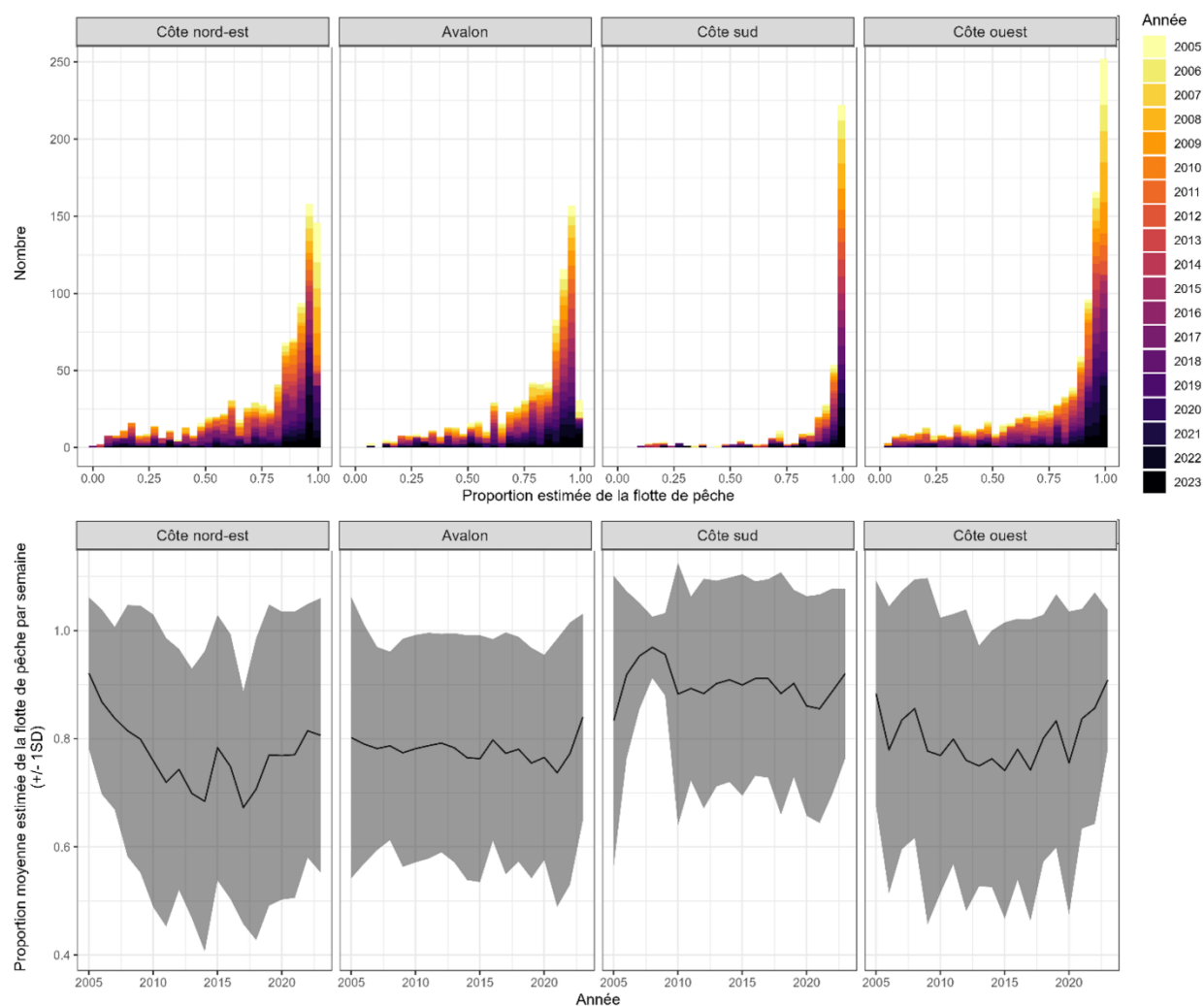


Figure 21. Distributions de fréquence de la proportion hebdomadaire de la flotte en train de pêcher, estimée par le modèle, dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023. Panneaux du bas : Proportions moyennes, estimées par le modèle, de la flotte en train de pêcher, par semaine, de 2005 à 2023 pour chaque région d'évaluation.

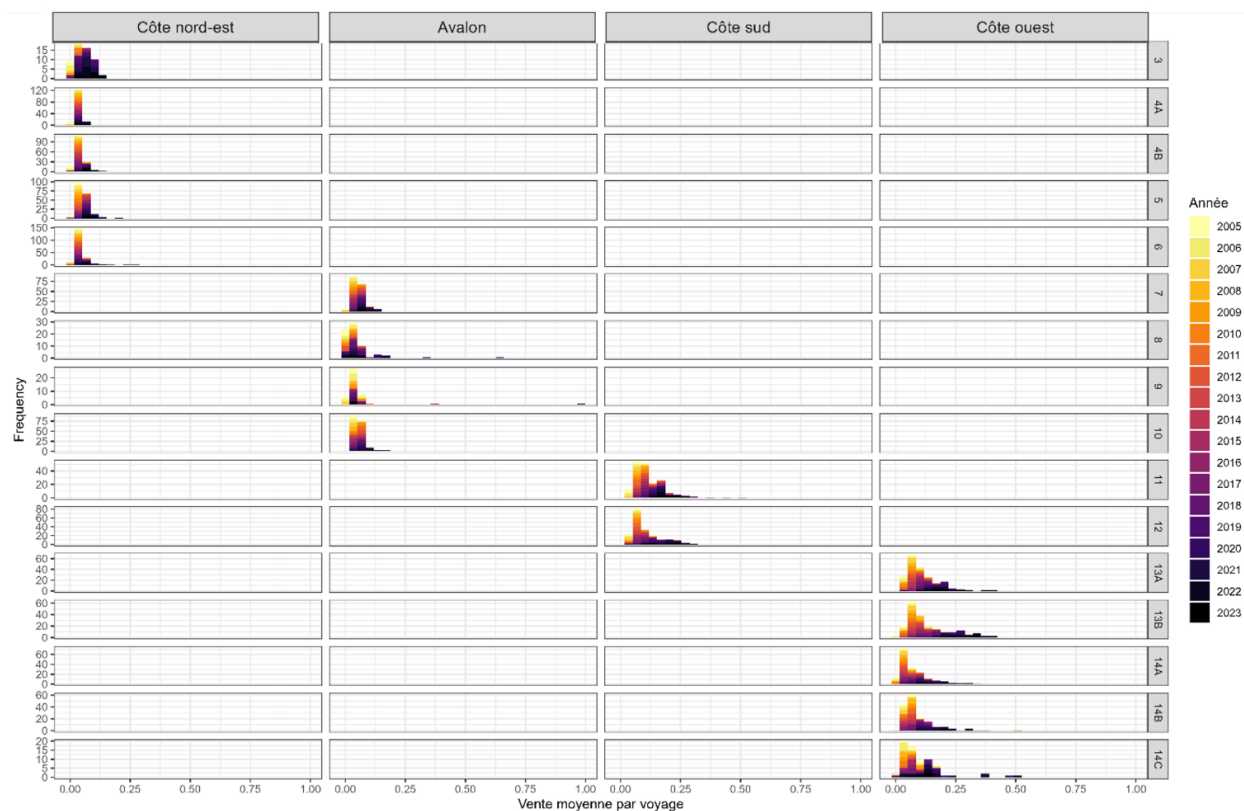


Figure 22. Distributions de fréquence des ventes hebdomadaires moyennes par sortie, à partir des données sur les prises et l'effort, dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023.

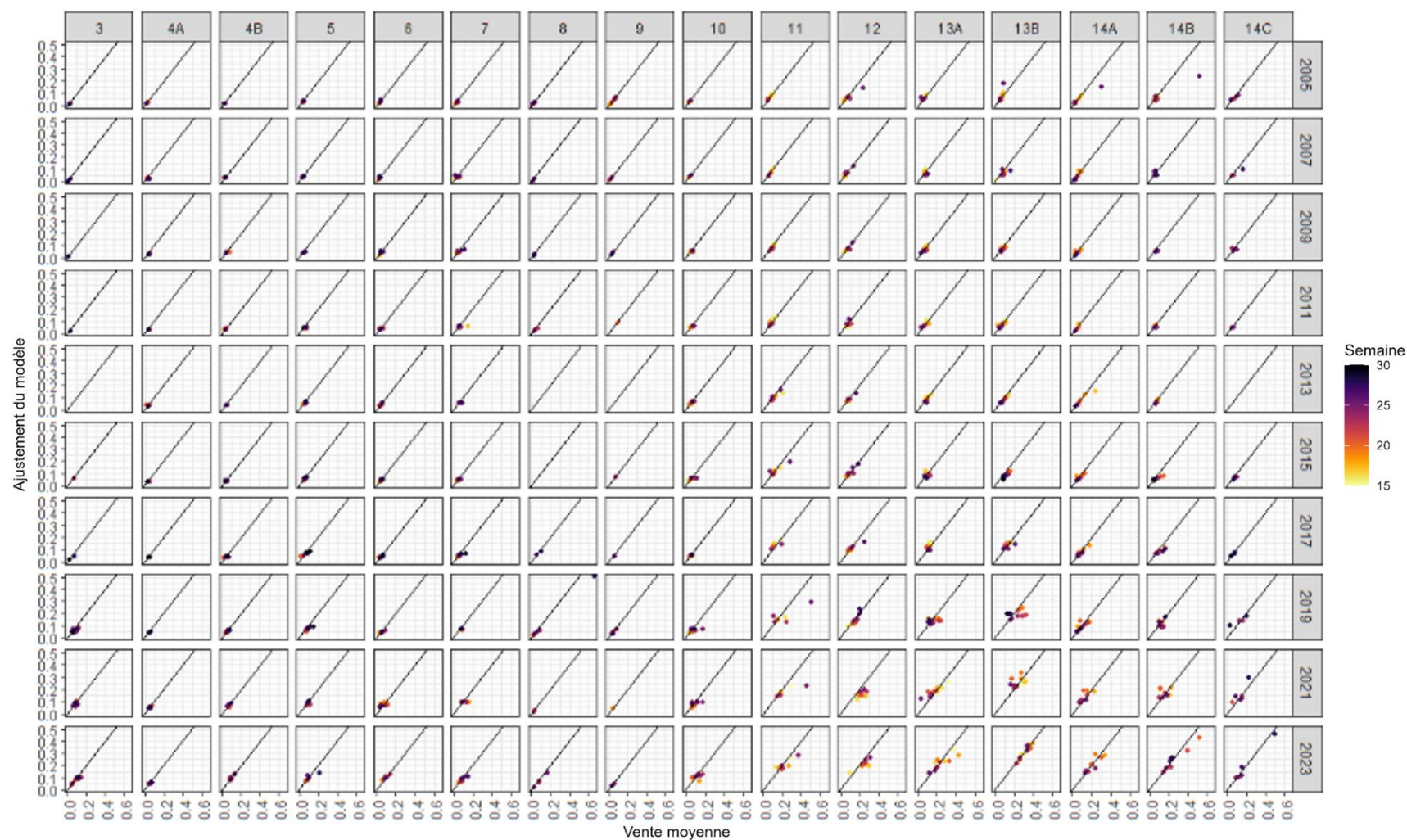


Figure 23. Valeurs prédites (ajustement du modèle) et observées (ventes moyennes) d'après le modèle estimant les ventes hebdomadaires moyennes pour les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023. Seules les années impaires de la série chronologique de 2005 à 2023 sont représentées.

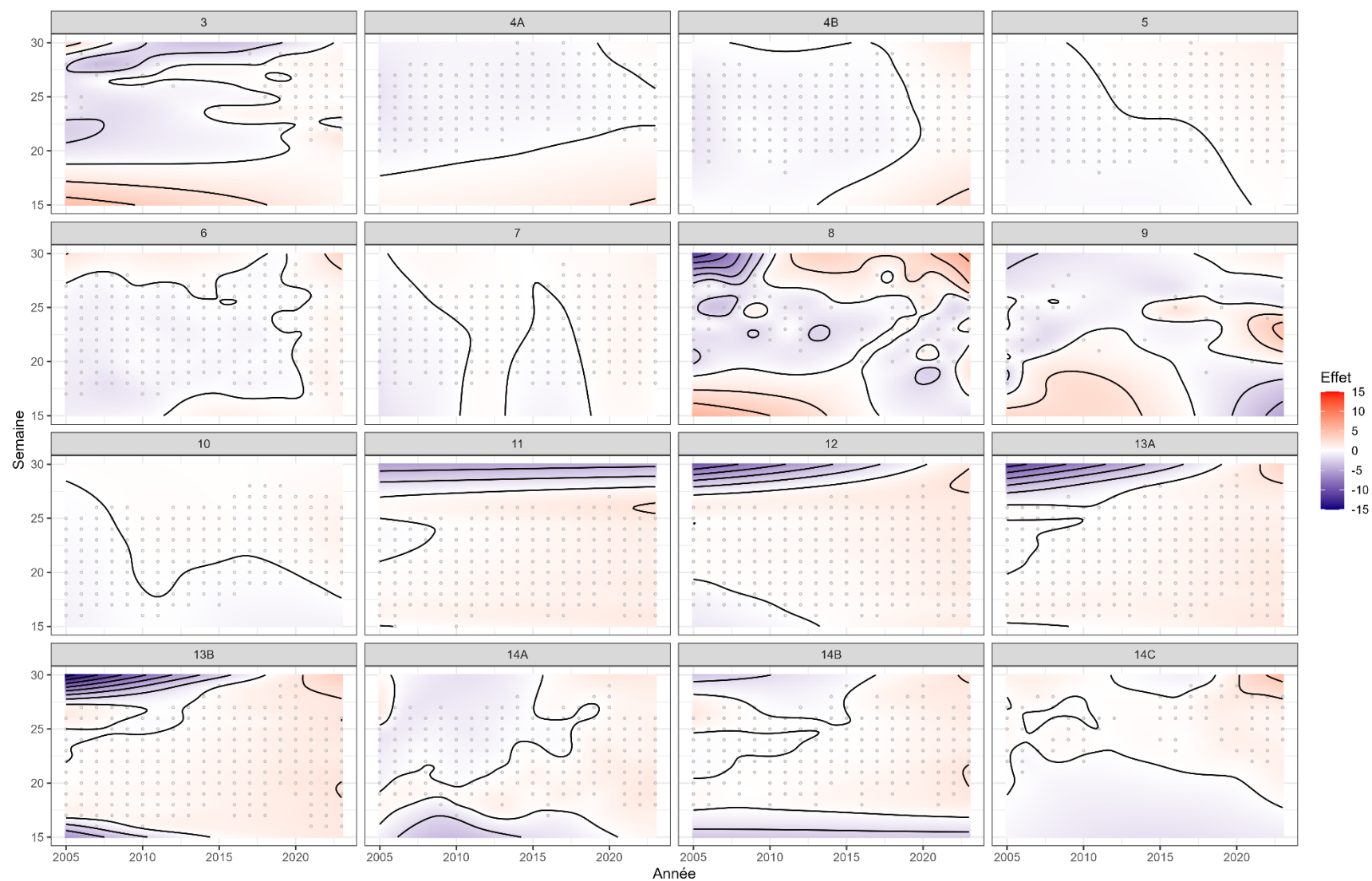


Figure 24. Graphiques de l'interaction à effet marginal entre l'année et la semaine pour le modèle estimant les ventes hebdomadaires moyennes pour les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023.

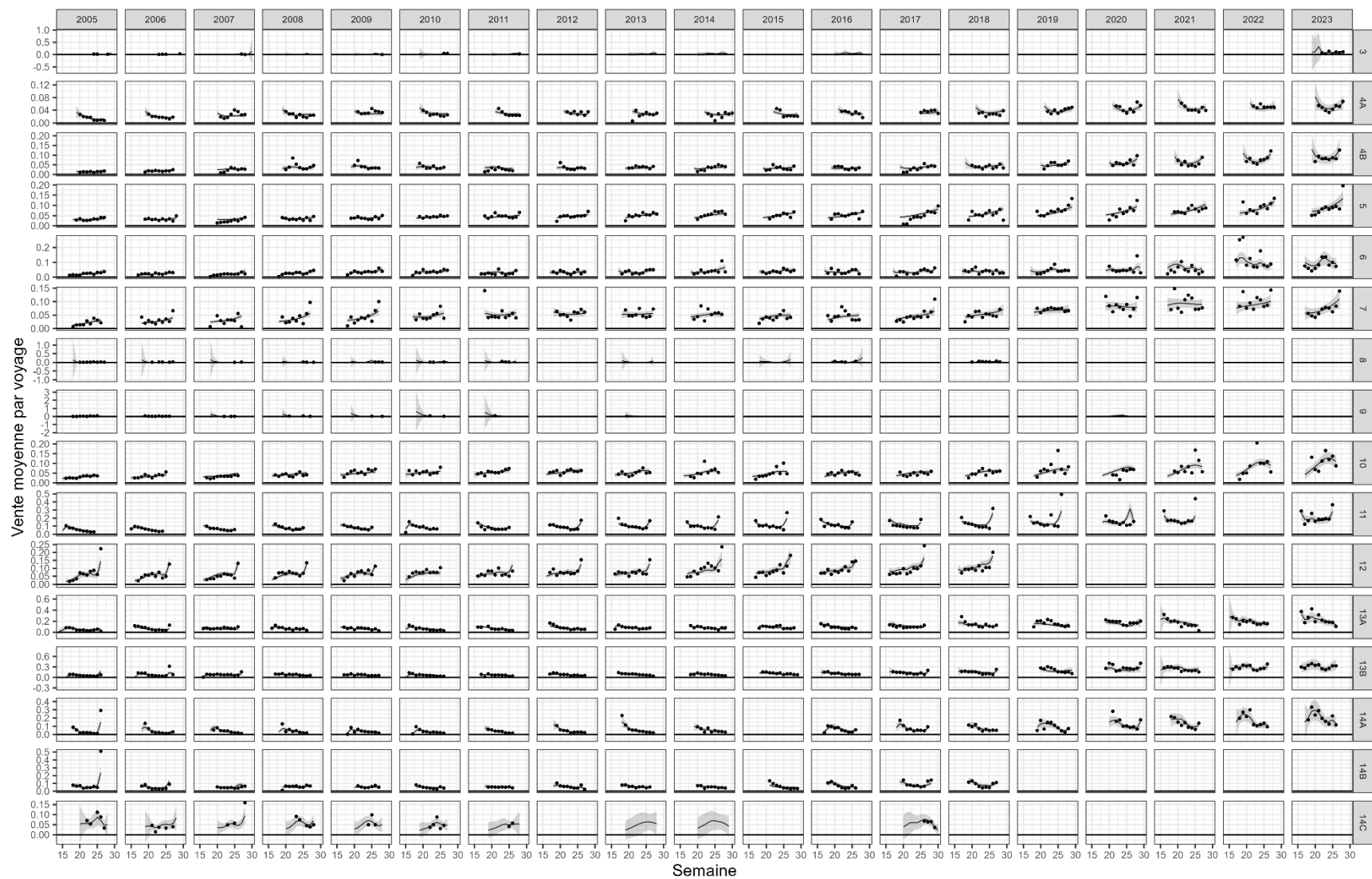


Figure 25. Proportion estimée par le modèle, remplie par saison, des ventes hebdomadaires moyennes pendant les semaines de pêche, ajustée aux données estimées sur les prises et l'effort dans les ZPH 3 à 14C, de 2005 à 2023. Les panneaux touchés par la règle de cinq ne sont pas présentés. Les ombrages autour des points représentent les intervalles de confiance à 95 %.

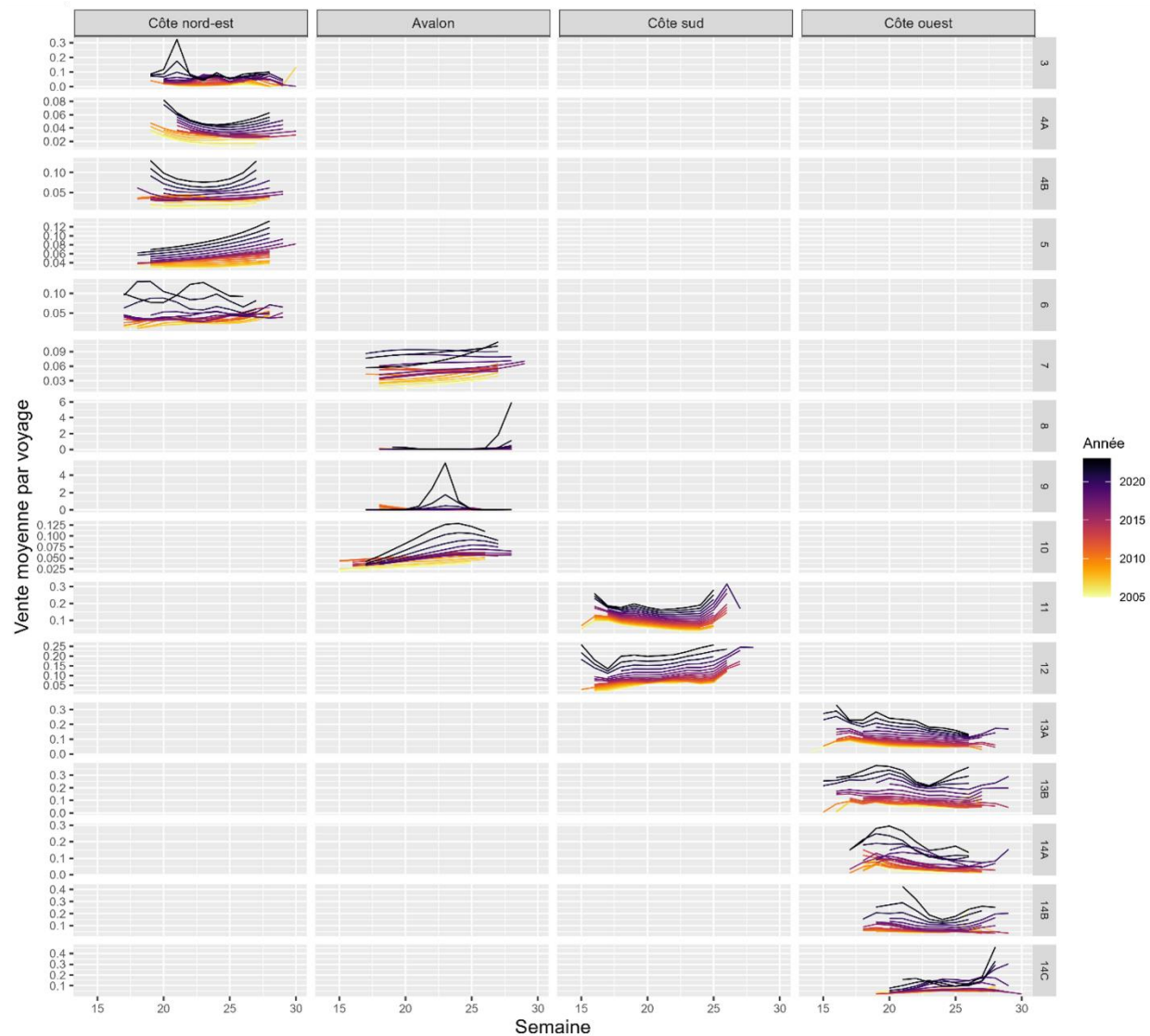


Figure 26. Ventes moyennes, estimées par le modèle et remplies par saison, pendant les semaines de pêche dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023.

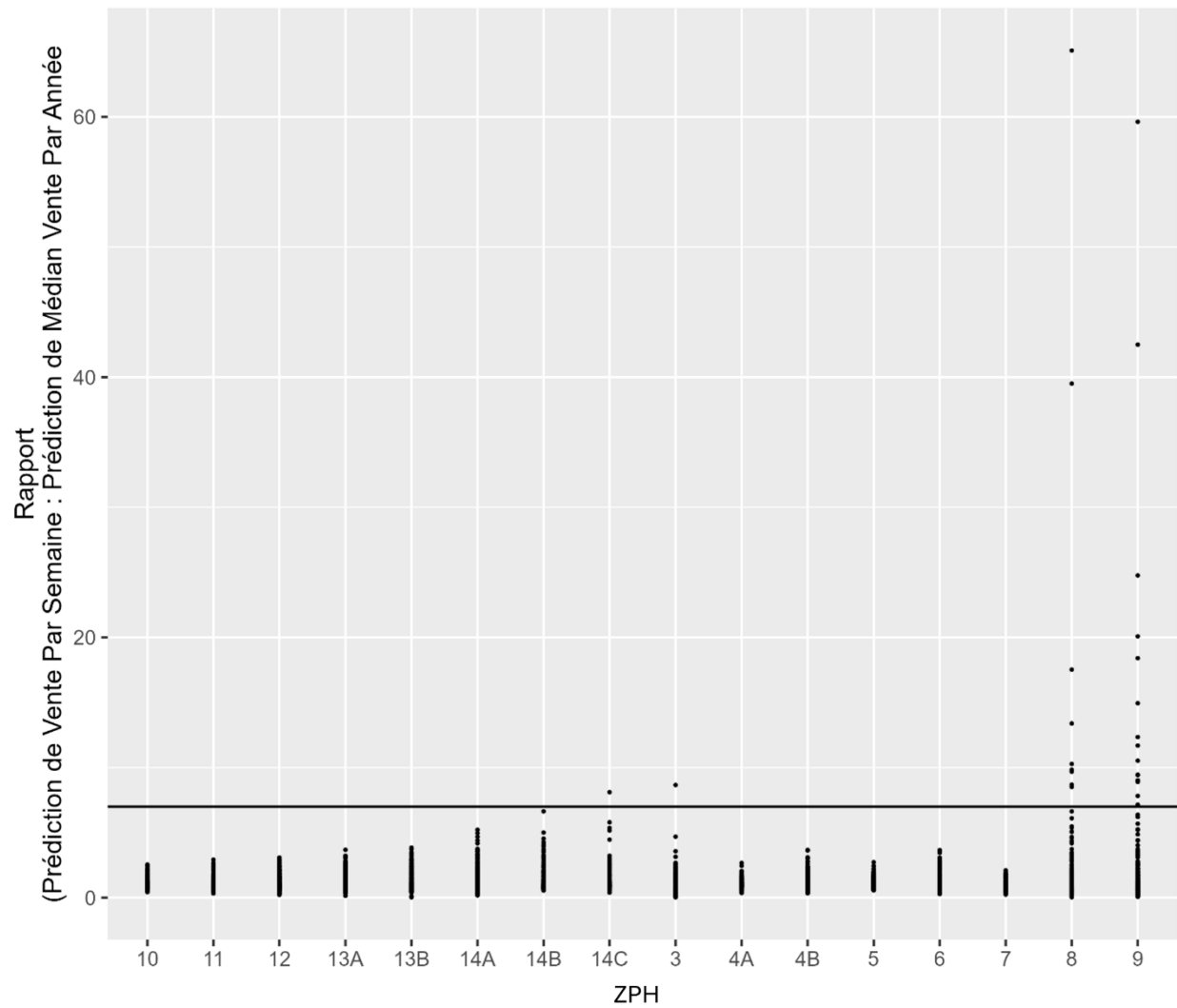


Figure 27. Détection des valeurs aberrantes pour les estimations modélisées des ventes hebdomadaires moyennes de 2005 à 2023, par ZPH. Les rapports de ventes hebdomadaires supérieurs à sept fois le niveau médian annuel dans une ZPH donnée ont été isolés comme valeurs aberrantes.

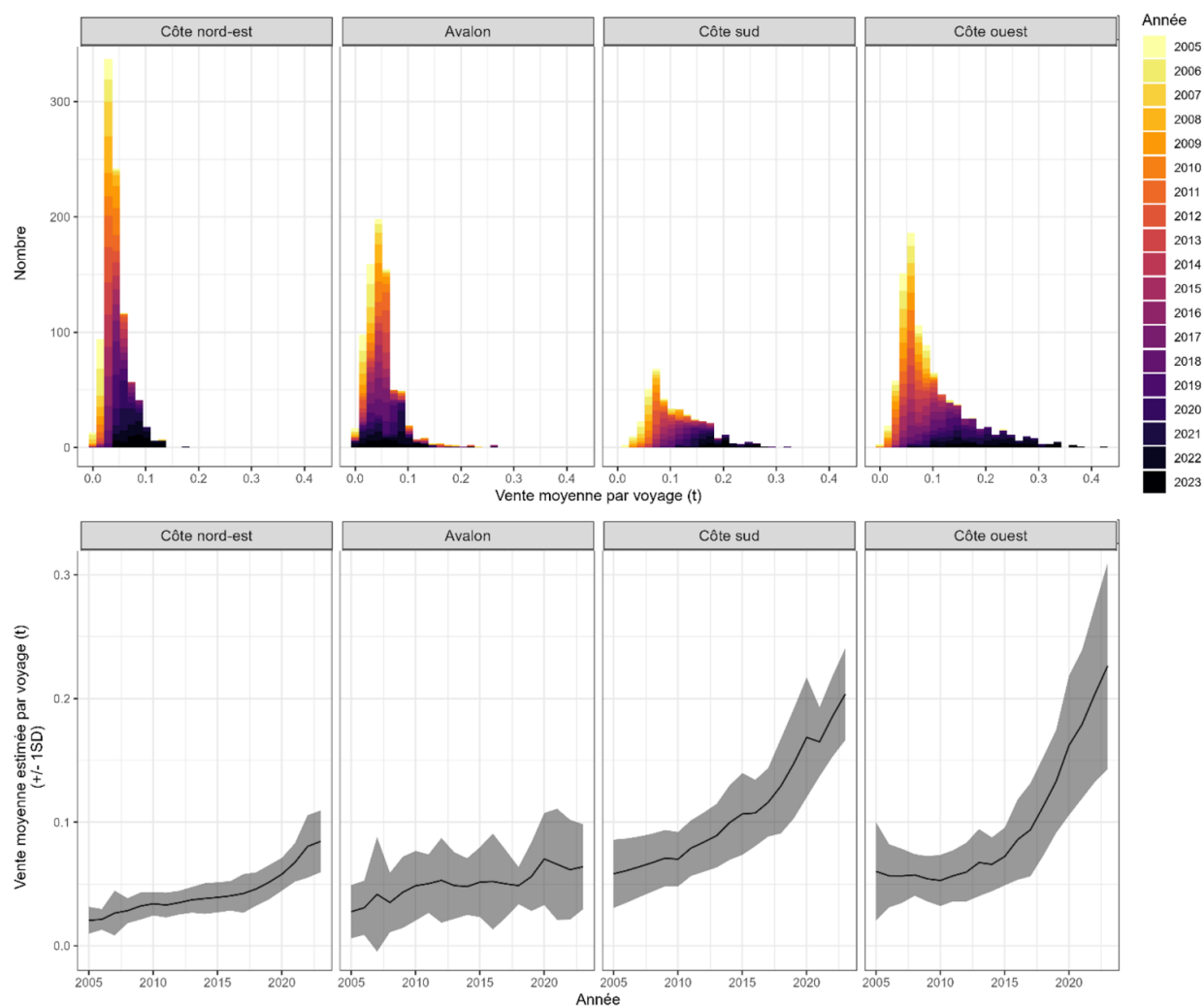


Figure 28. Panneaux du haut : Distributions de fréquence des ventes hebdomadaires moyennes estimées par le modèle dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023. Panneaux du bas : Ventes hebdomadaires moyennes estimées par le modèle, de 2005 à 2023, pour chaque région d'évaluation.

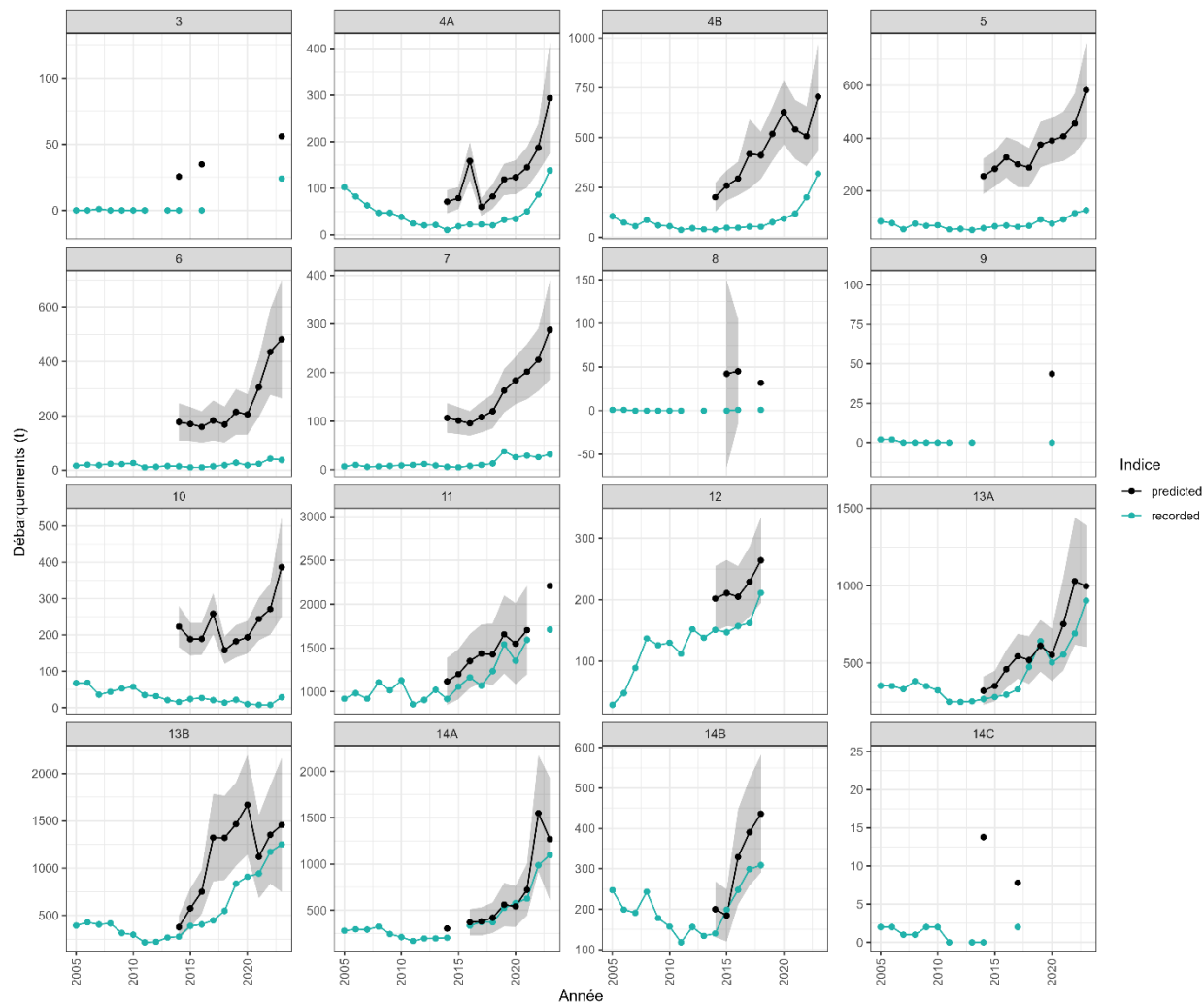


Figure 29. Débarquements prédits (ligne noire) et déclarés (ligne bleue) entre 2005 et 2023 dans les ZPH 3 à 14C. Remarque : Côte nord-est (ZPH 3 à 6), Avalon (ZPH 7 à 10), côte sud (ZPH 11 et 12) et côte ouest (ZPH 13A à 14C). Les ZPH et les années touchées par la règle de cinq ne sont pas présentées.

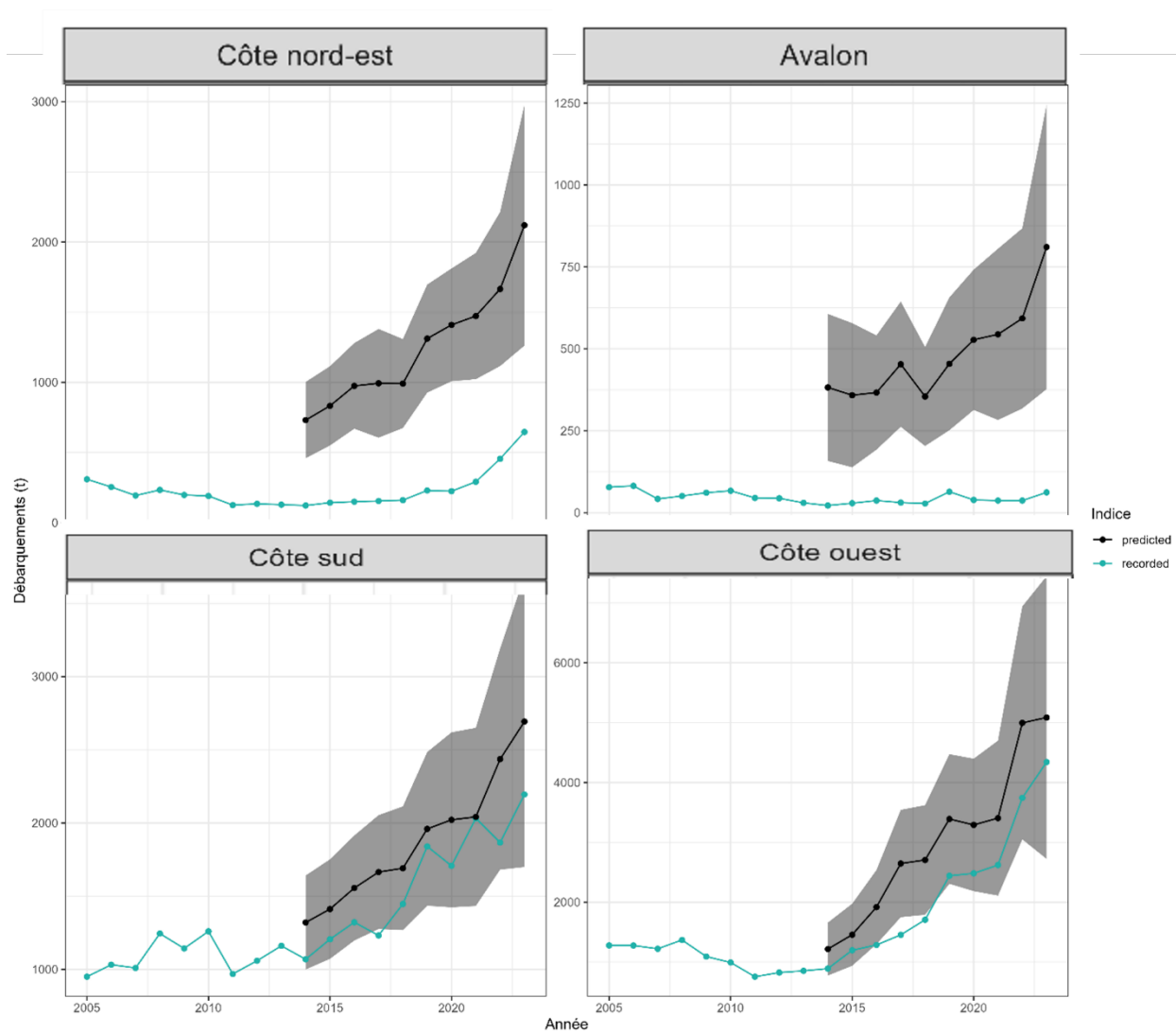


Figure 30. Débarquements prédits (ligne noire) et déclarés (ligne bleue) entre 2005 et 2023 pour chaque région d'évaluation.

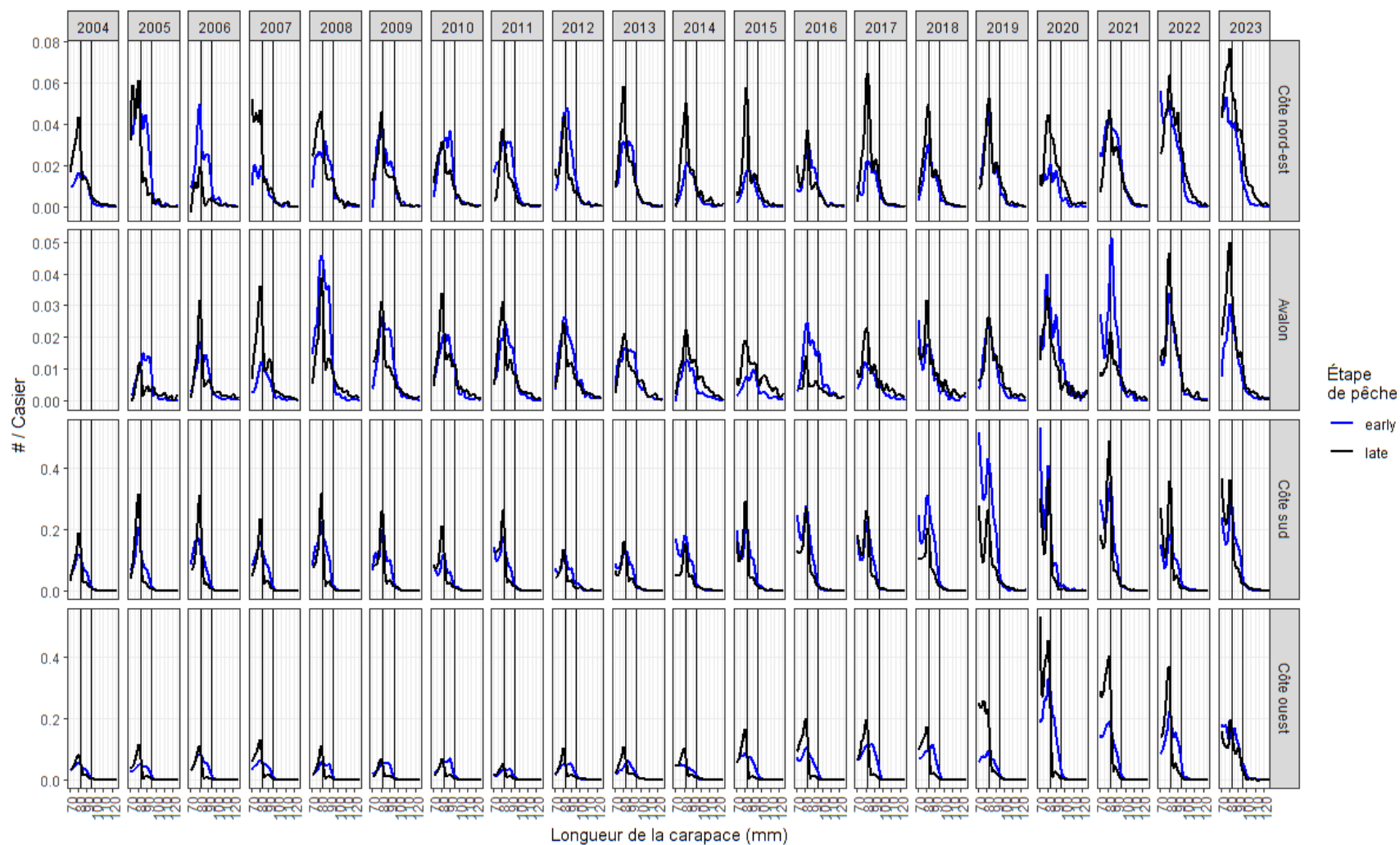


Figure 31. Données sur les fréquences de longueur tirées de l'échantillonnage au début et à la fin de la saison dans chaque région d'évaluation, par année. Les lignes grises verticales indiquent la taille réglementaire (longueur de carapace de 82,5 mm) et la limite supérieure de la fourchette de taille des recrues immédiates (longueur de carapace de 98 mm). Seules les années impaires sont représentées avant 2020.

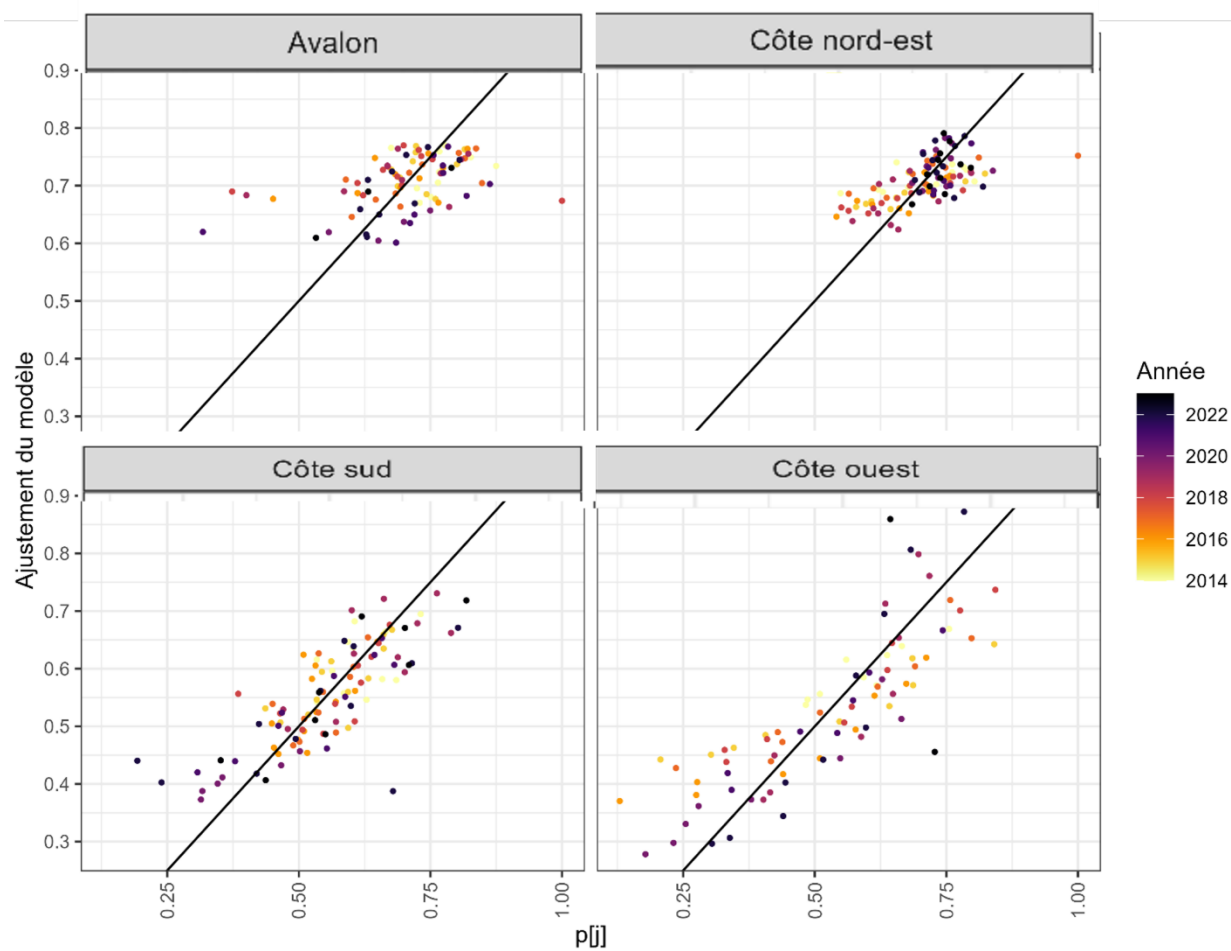


Figure 32. Valeurs prédites (ajustement du modèle) et observées ($p[i,j]$) d'après le modèle de la mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu pour chaque région d'évaluation, de 2014 à 2023.

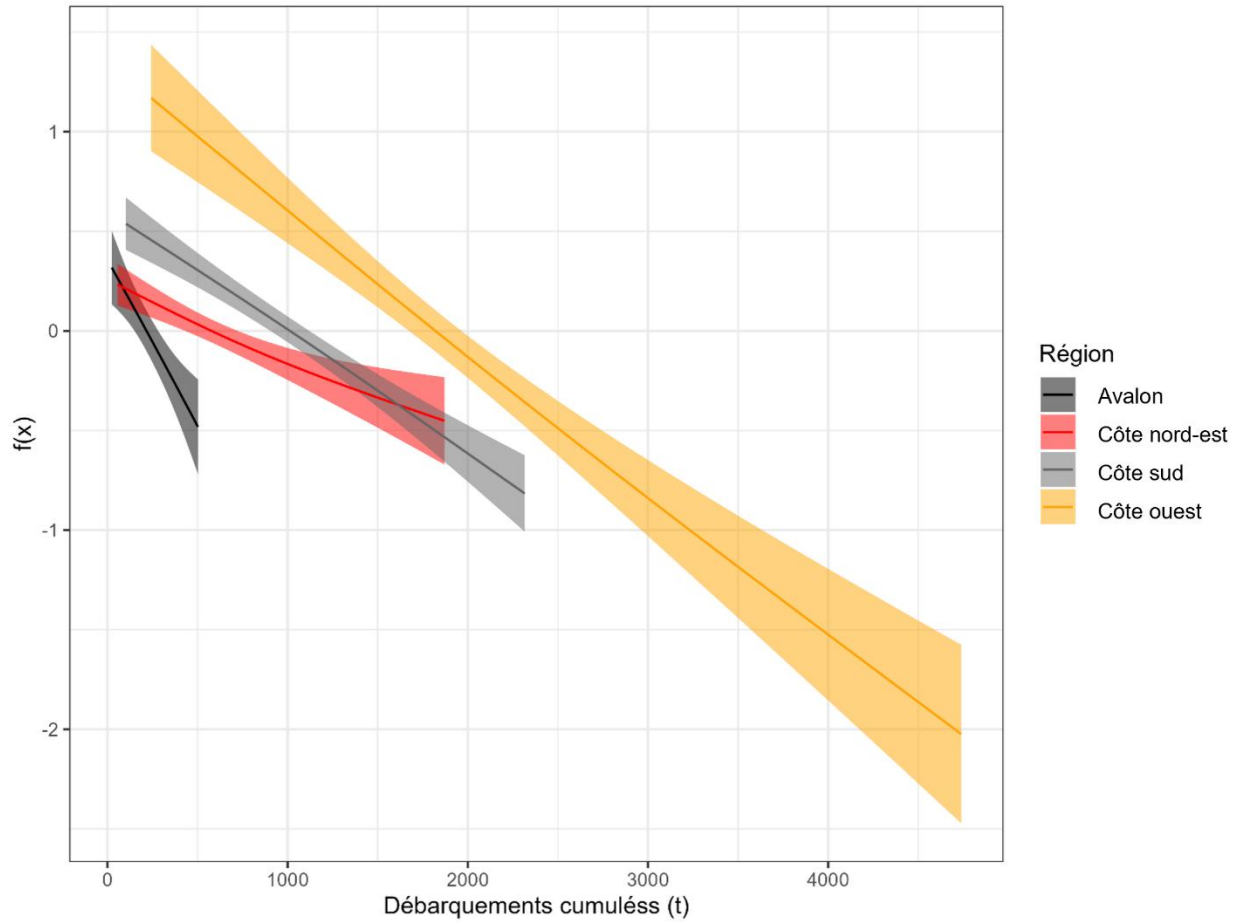


Figure 33. Lissages de l'effet marginal pour les débarquements cumulés à partir du modèle de la mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu, par région d'évaluation. $f(x)$ désigne l'axe des ordonnées. La taille de l'effet est une fonction de la variable sur l'axe des abscisses (débarquements cumulés).

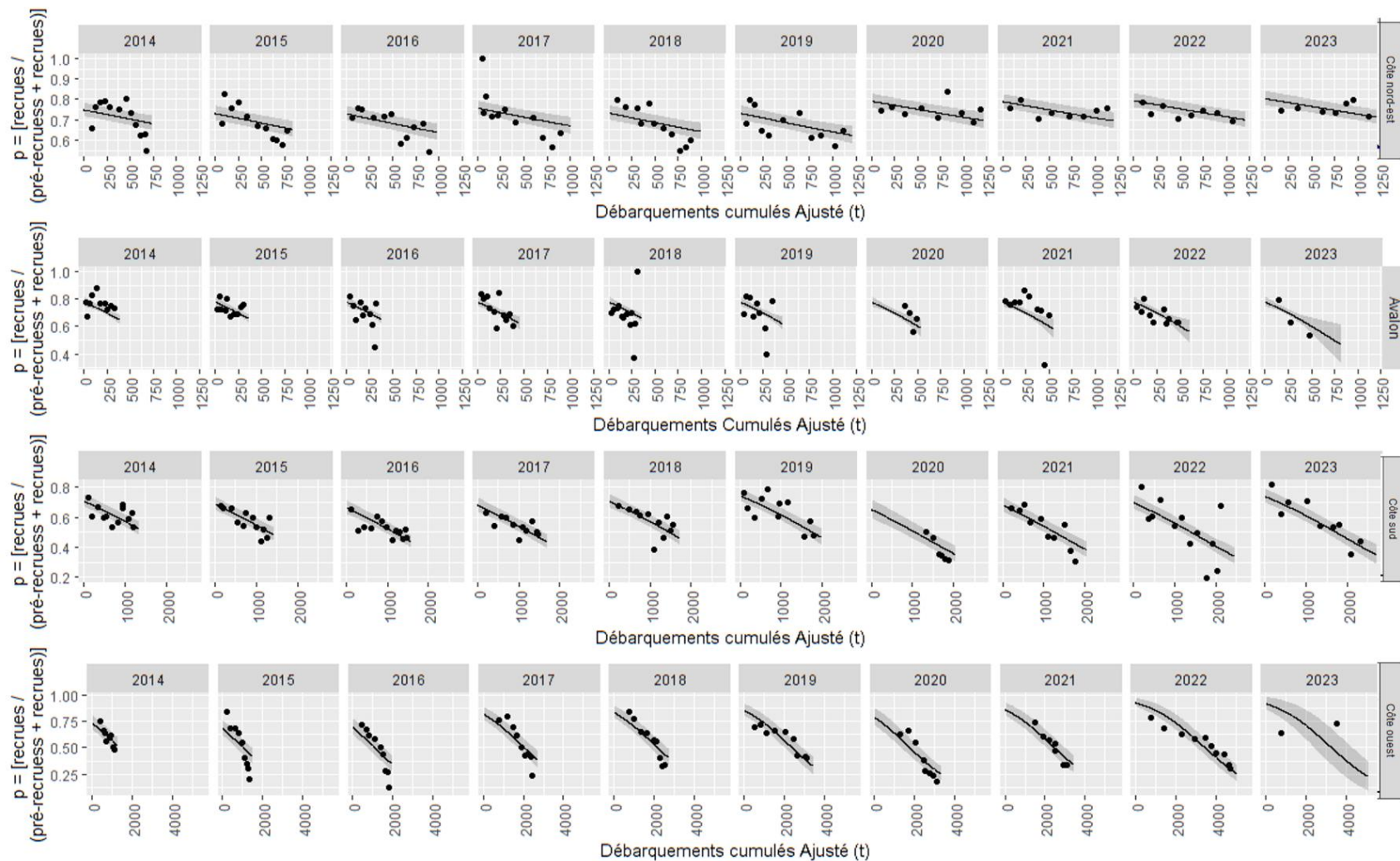


Figure 34. Modèle de changement de proportions en continu par région d'évaluation et année. Les points indiquent les tranches de cinq jours des rapports entre les recrues (groupe exploité) et les recrues combinées aux prérecrues (prises totales) par rapport aux débarquements cumulés dans la pêche. Les lignes représentent les régressions non linéaires ajustées aux données et les zones ombrées représentent les intervalles de confiance à 95 %.

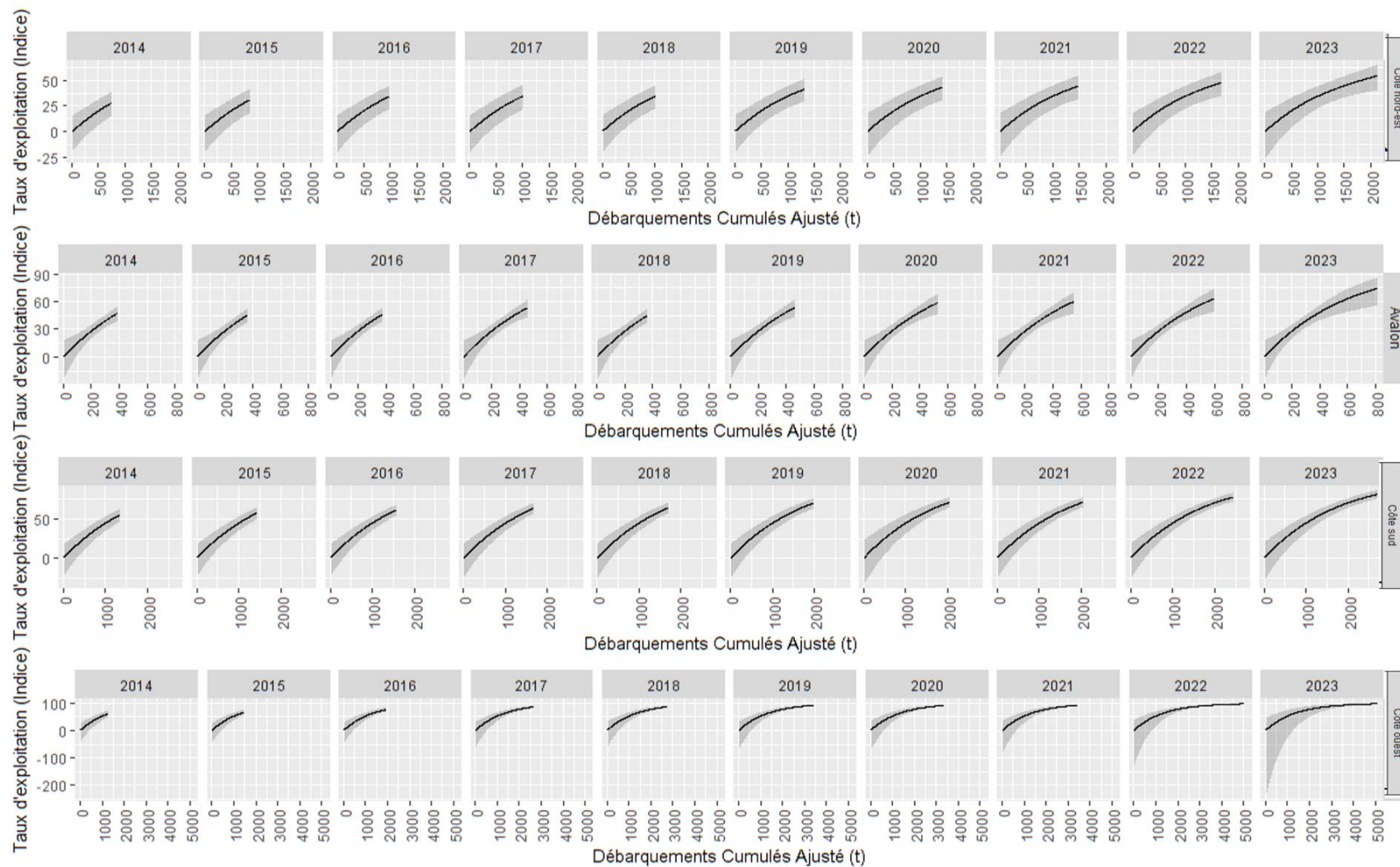


Figure 35. Taux d'exploitation saisonniers des recrues immédiates, estimés à partir du modèle de mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu pour chaque région d'évaluation, de 2014 à 2023. Les zones ombrées représentent les intervalles de confiance à 95 %.

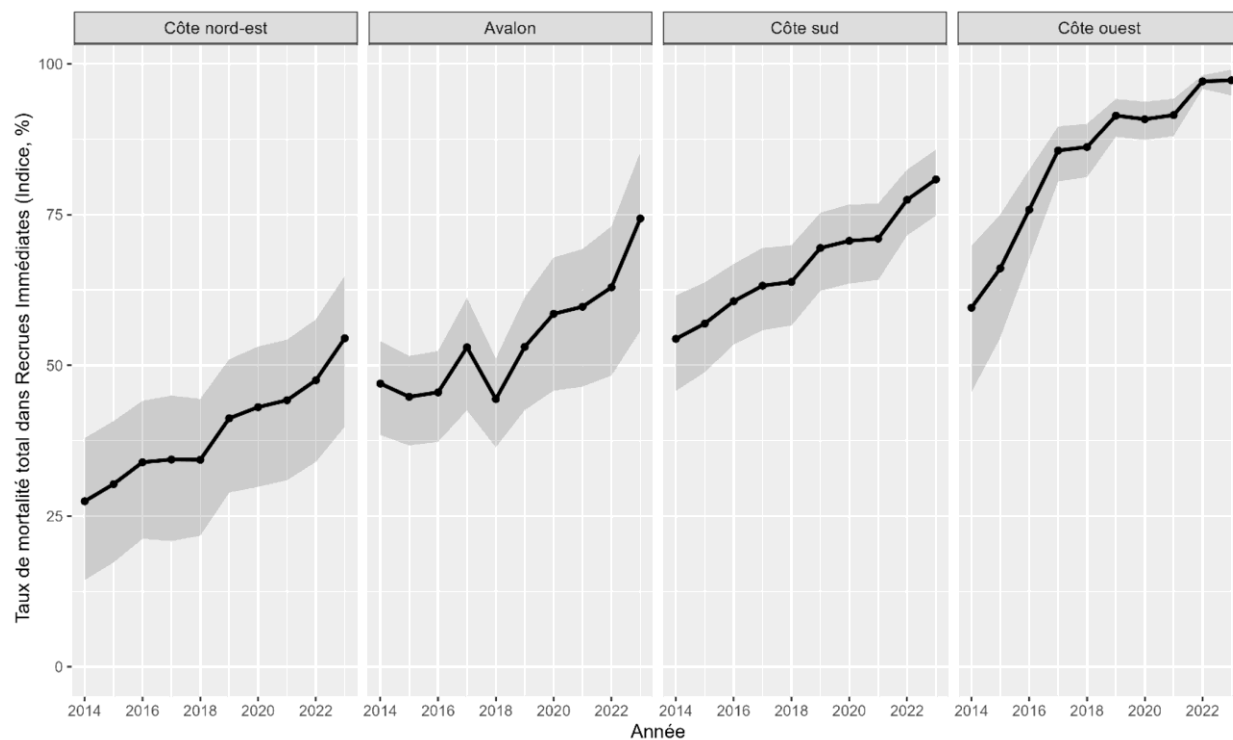


Figure 36. Taux annuels d'exploitation des recrues immédiates estimés à partir du modèle de mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu pour chaque région d'évaluation, de 2014 à 2023. Les zones ombrées représentent les intervalles de confiance à 95 %.

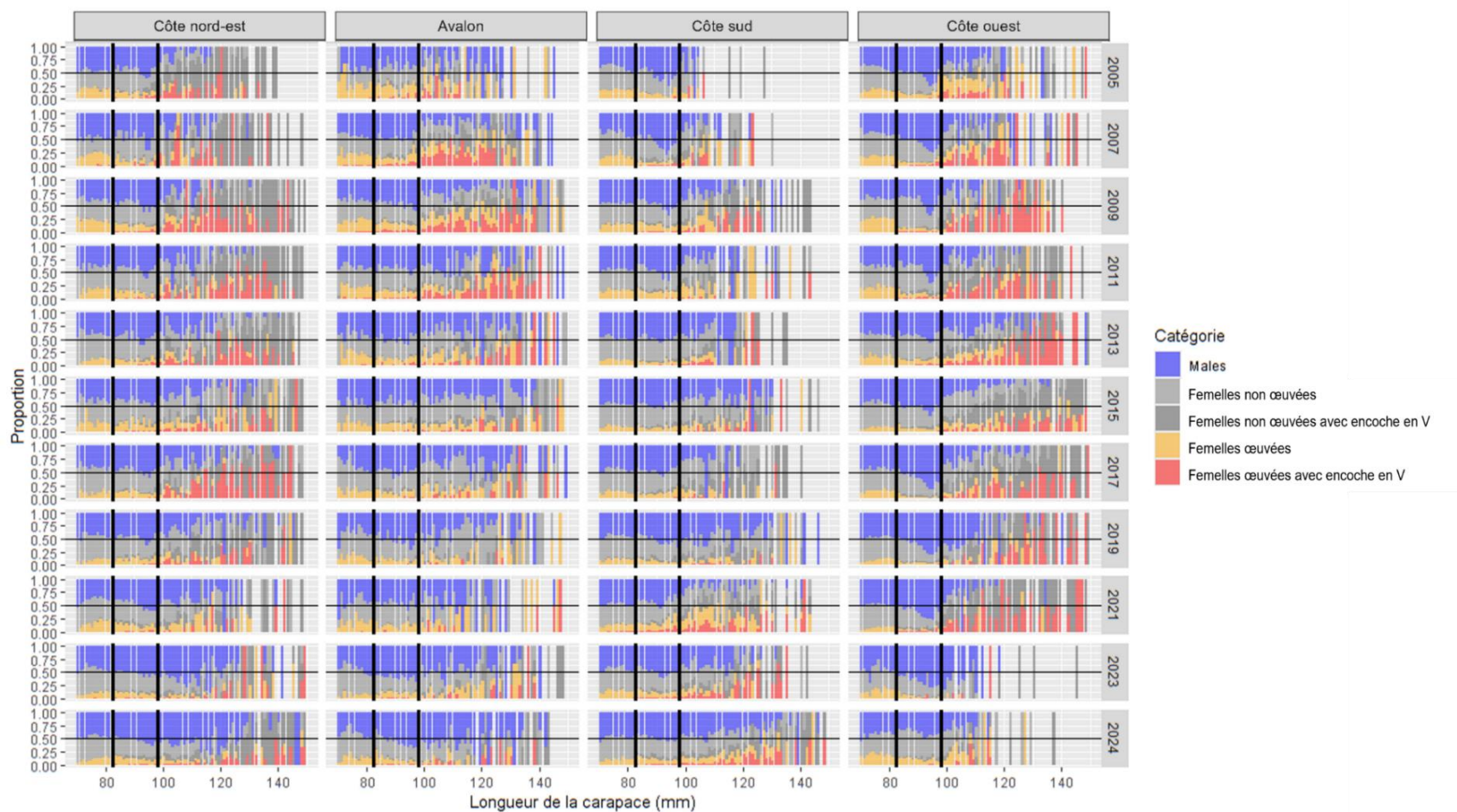


Figure 37. Proportion de homards mâles et femelles par catégorie de maturité et taille (tranches de 1 mm de longueur de carapace) dans chaque région d'évaluation, de 2004 à 2023. Les lignes verticales noires représentent les longueurs de carapace de 83 mm et de 98 mm (recrues immédiates). Seules les années impaires sont représentées de 2005 à 2023.

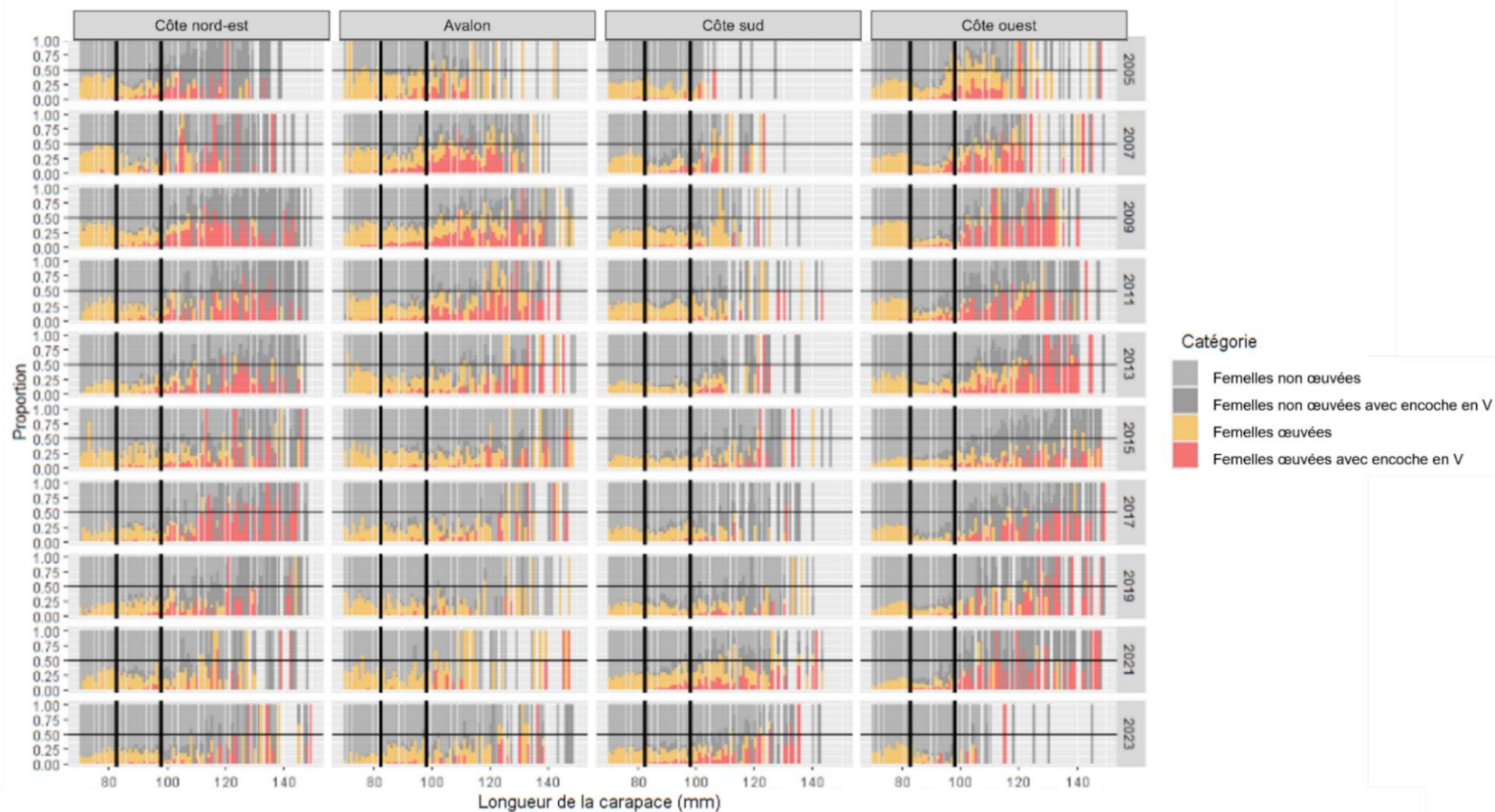


Figure 38. Proportion de homards femelles par catégorie de maturité et taille (tranches de 1 mm de longueur de carapace) dans chaque région d'évaluation, de 2004 à 2023. Les lignes verticales noires représentent les longueurs de carapace de 83 mm et de 98 mm (recrues immédiates). Seules les années impaires sont représentées de 2005 à 2023.

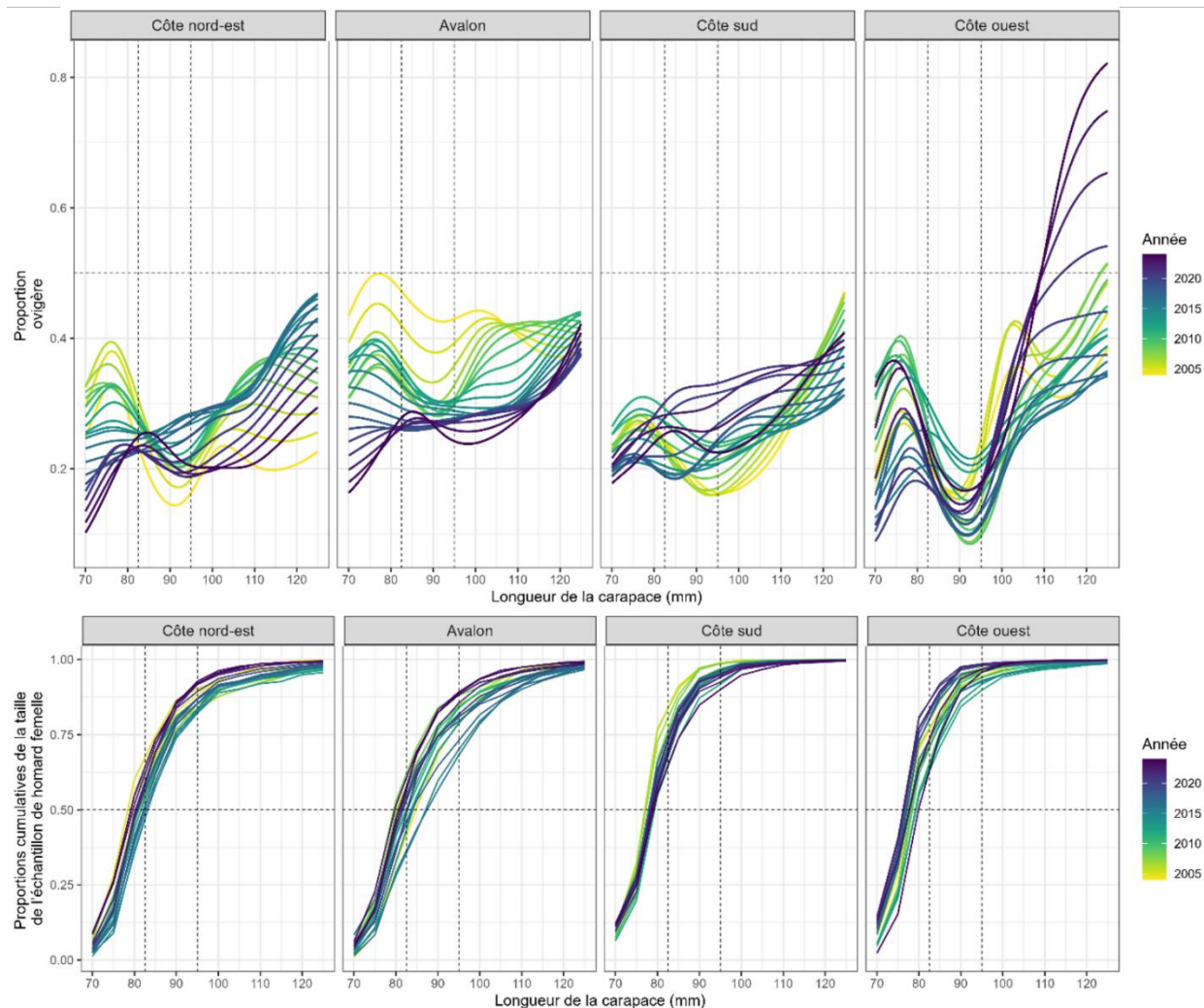


Figure 39. Panneaux du haut : Modèle de la taille des femelles œuvées montrant la proportion estimée de femelles œuvées par taille (tranches de 1 mm de longueur de carapace) et année pour chaque région d'évaluation. Panneaux du bas : Proportions cumulées de femelles par taille dans la population, par région d'évaluation et année. Les lignes verticales en pointillés indiquent la taille réglementaire (longueur de carapace de 82,5 mm) et la limite supérieure du groupe des recrues immédiates (longueur de carapace de 98 mm).

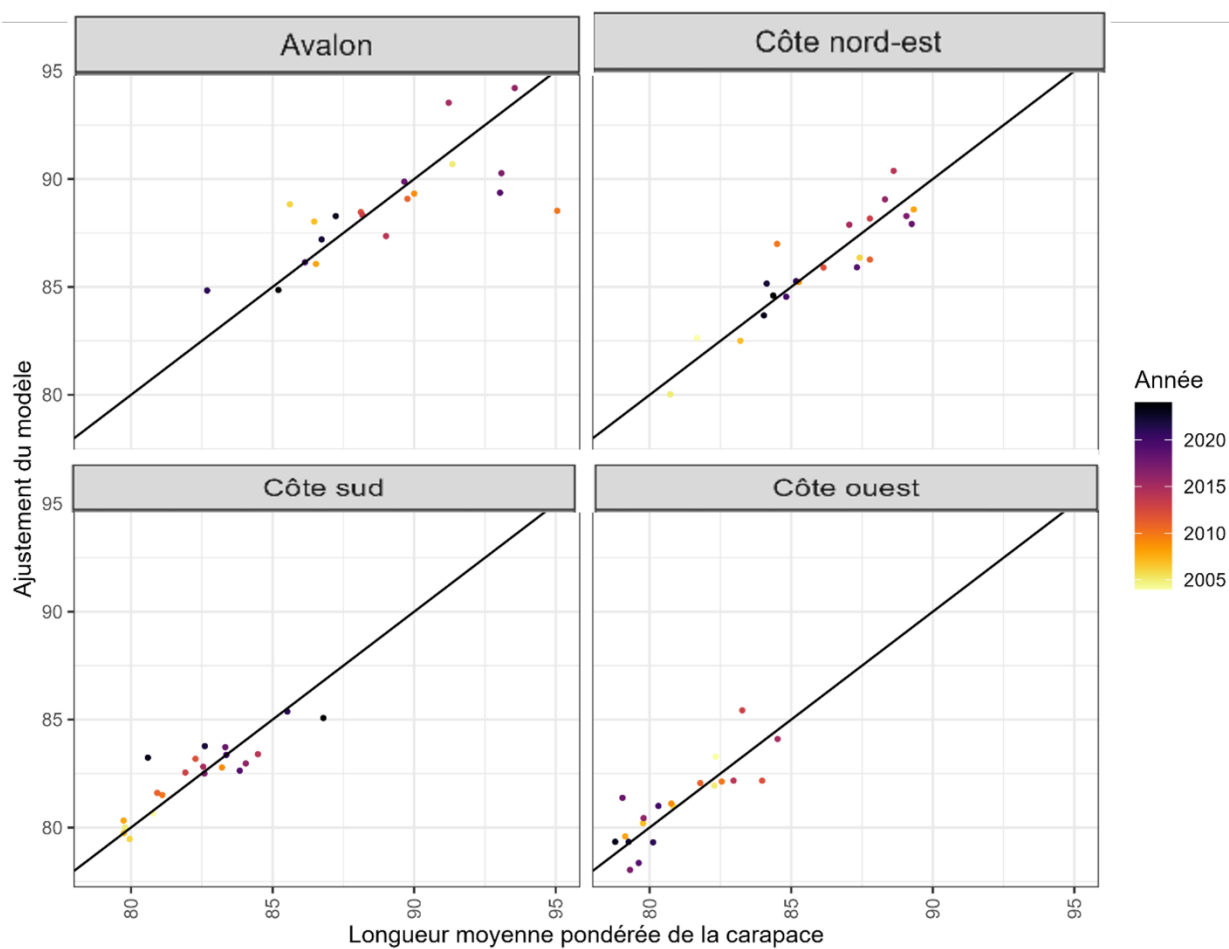


Figure 40. Valeurs prédites (ajustement du modèle) et observées (longueur de carapace moyenne pondérée, en millimètres) du modèle de la taille des femelles œuvées pour chaque région d'évaluation, de 2005 à 2023.

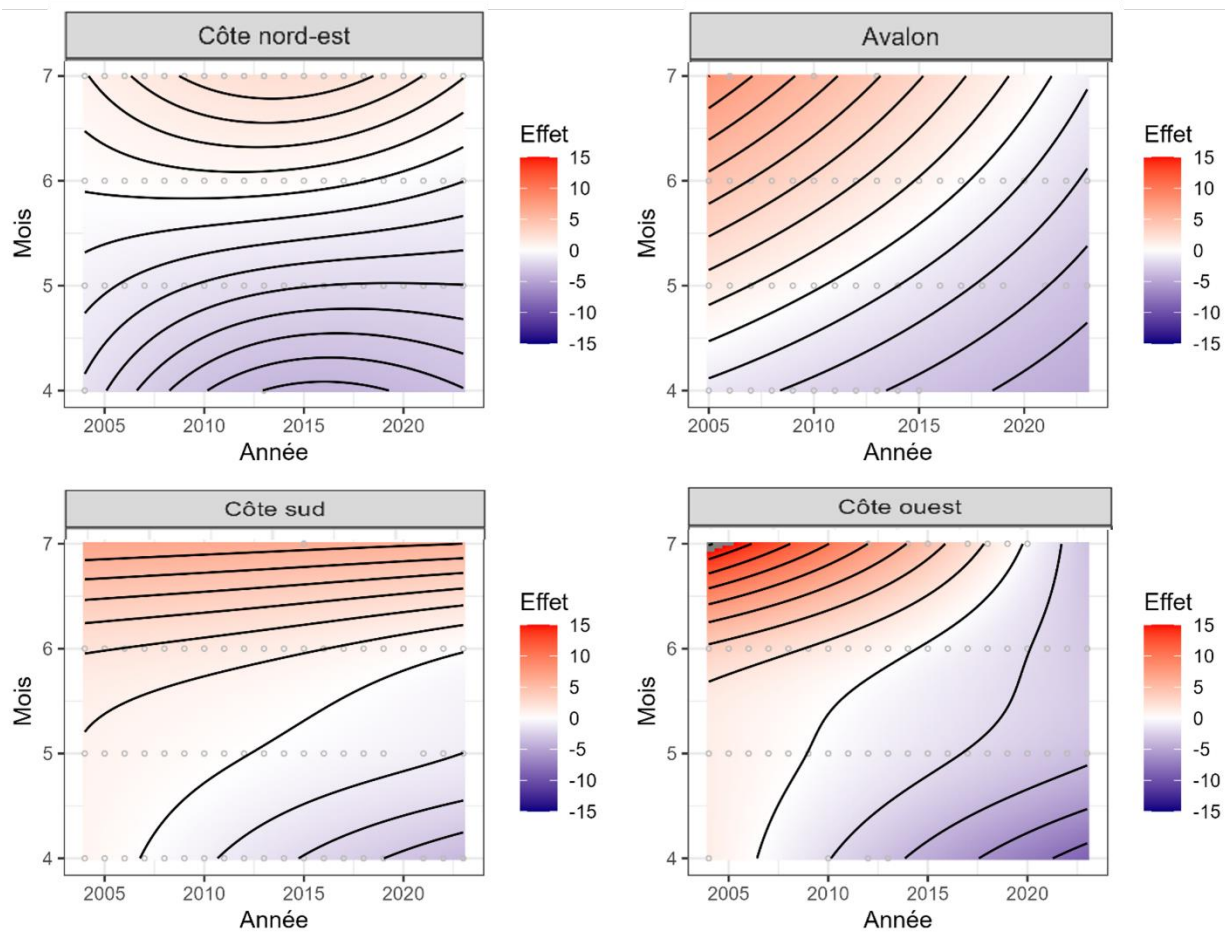


Figure 41. Graphiques de l'interaction à effet marginal entre le mois et l'année pour les modèles estimant la taille des femelles œuvées pour chaque région d'évaluation, de 2005 à 2023.

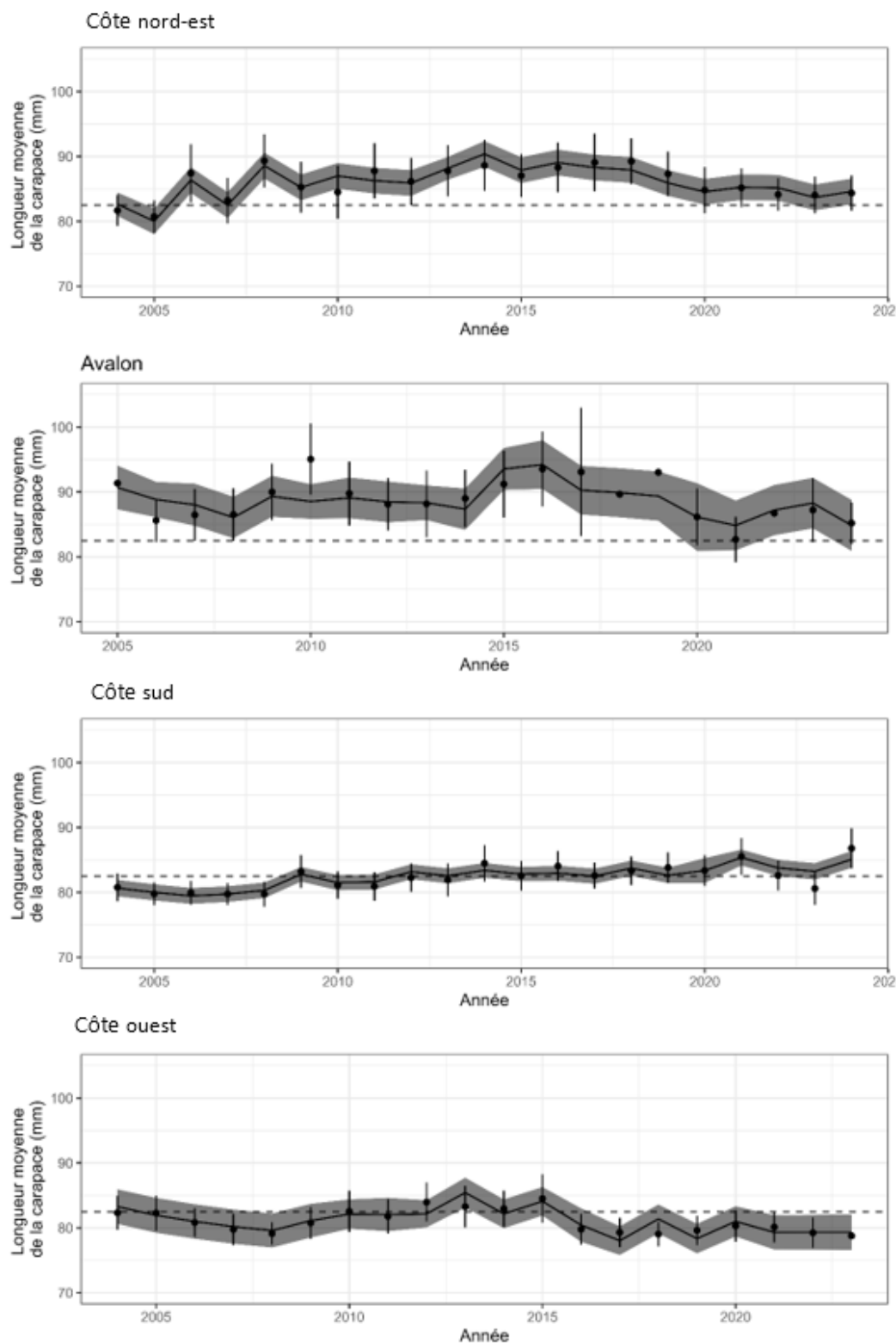


Figure 42. Longueur de carapace moyenne pondérée (en millimètres) des femelles œuvées dans chaque région d'évaluation, de 2005 à 2023. Les points et les barres d'erreur verticales affichent les données et les lignes et bandes ombrées montrent l'ajustement du modèle et les intervalles de confiance à 95 %. La ligne noire tiretée représente la longueur de carapace de 82,5 mm (taille minimale réglementaire).

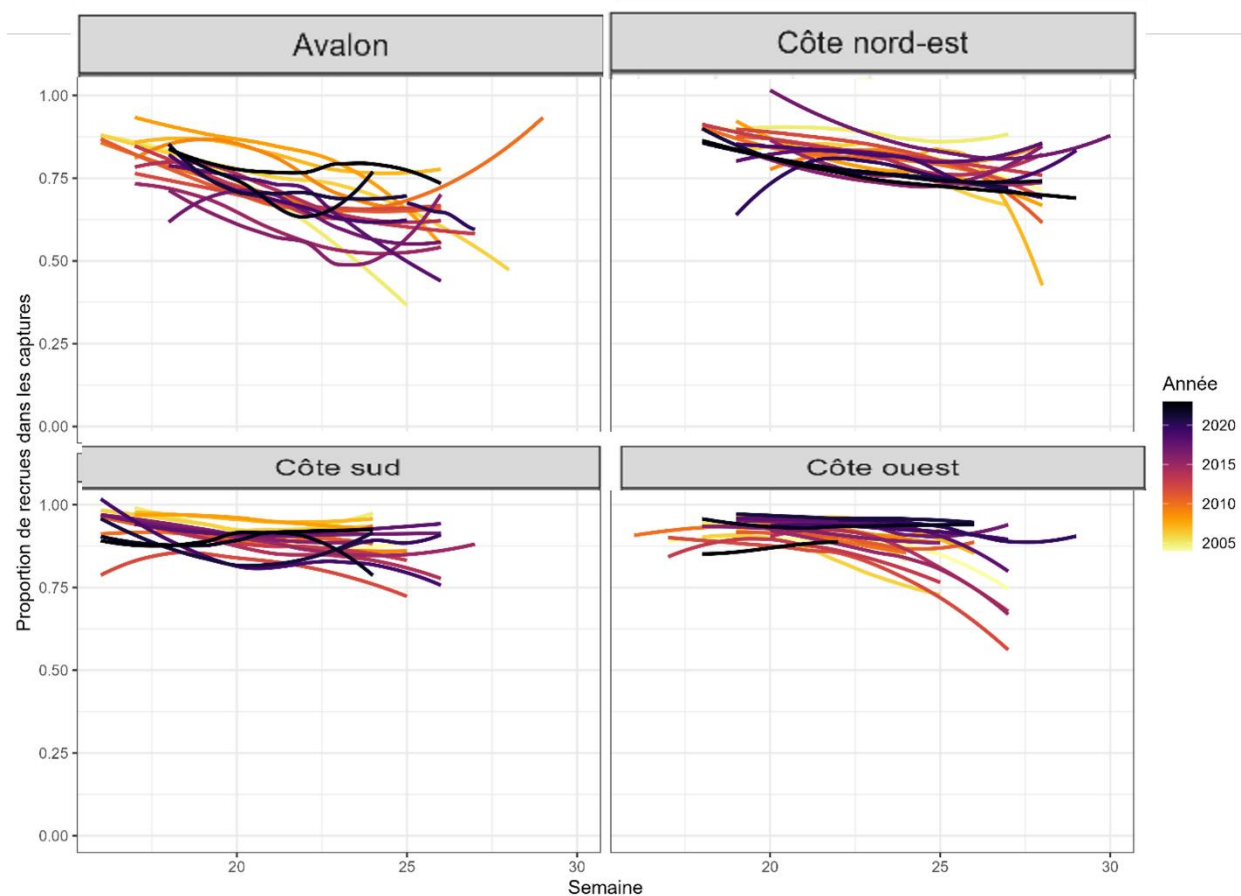


Figure 43. Proportion de recrues dans les prises par année (de 2005 à 2023), par semaine de l'année, pour chaque région d'évaluation.

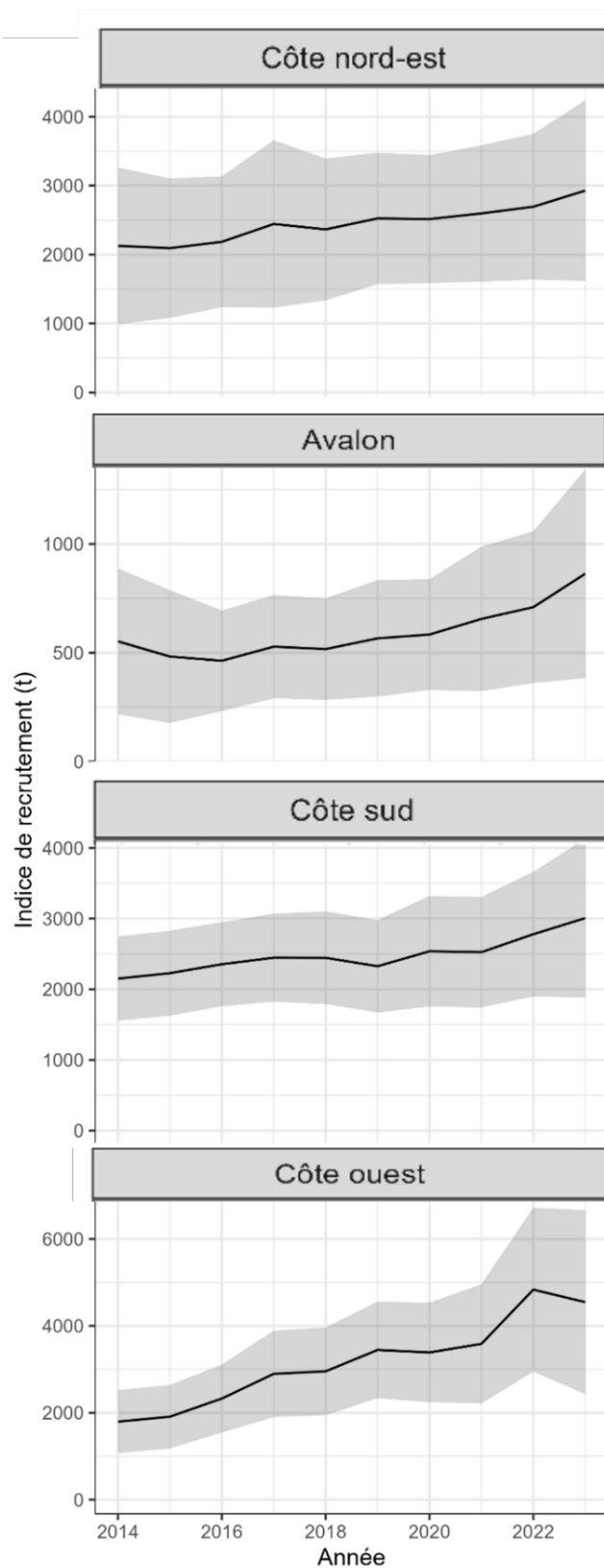


Figure 44. Indice du recrutement (en tonnes) de 2005 à 2023 dans chaque région d'évaluation. Les ombrages représentent les intervalles de confiance à 95 %.

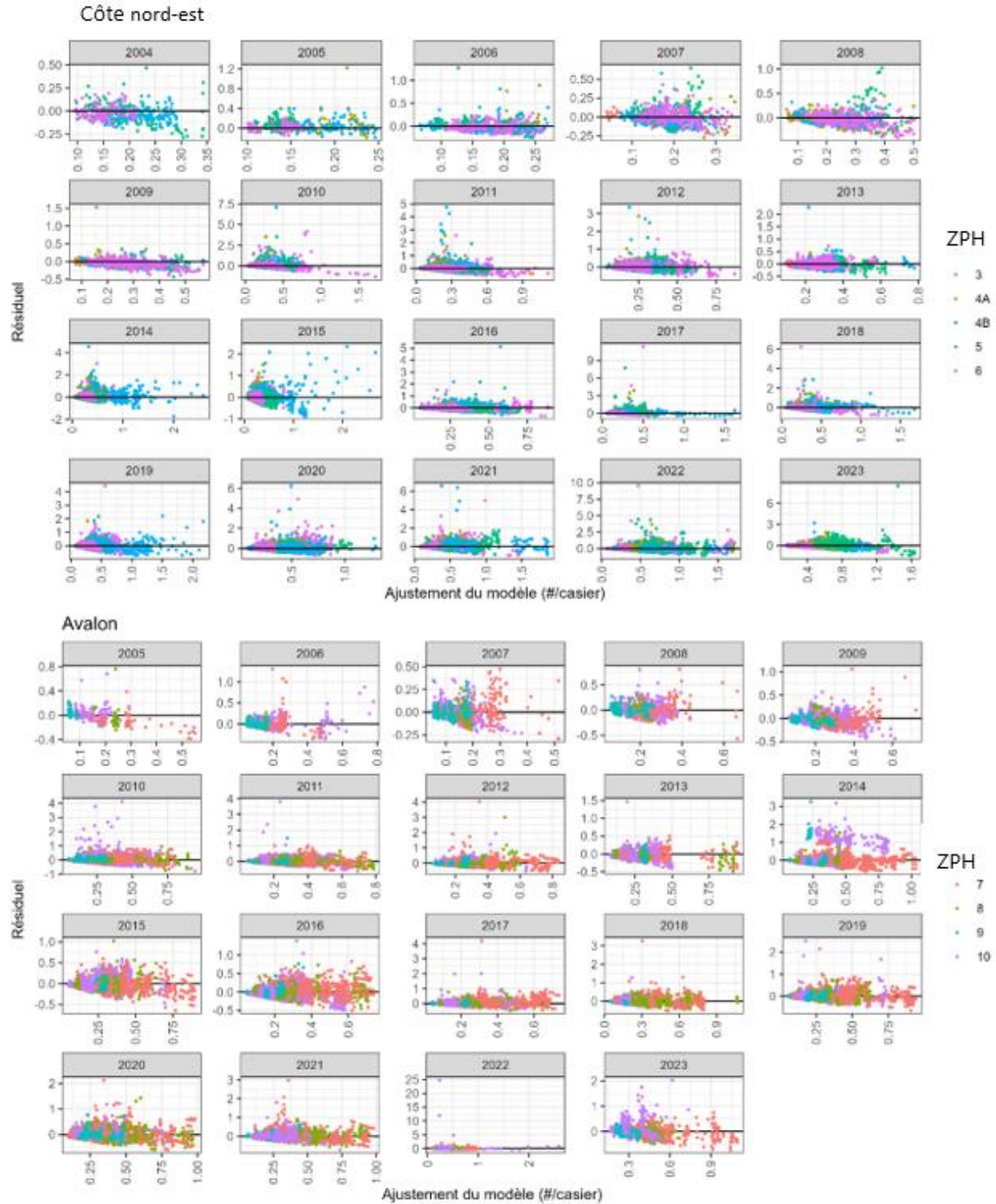


Figure 45. Courbes des résiduels pour le modèle des CPUE (présentées comme les valeurs observées moins les valeurs prédites par rapport à l'ajustement du modèle) pour chaque ZPH et année dans la région d'évaluation de la côte nord-est (en haut) et la région d'évaluation d'Avalon (en bas).

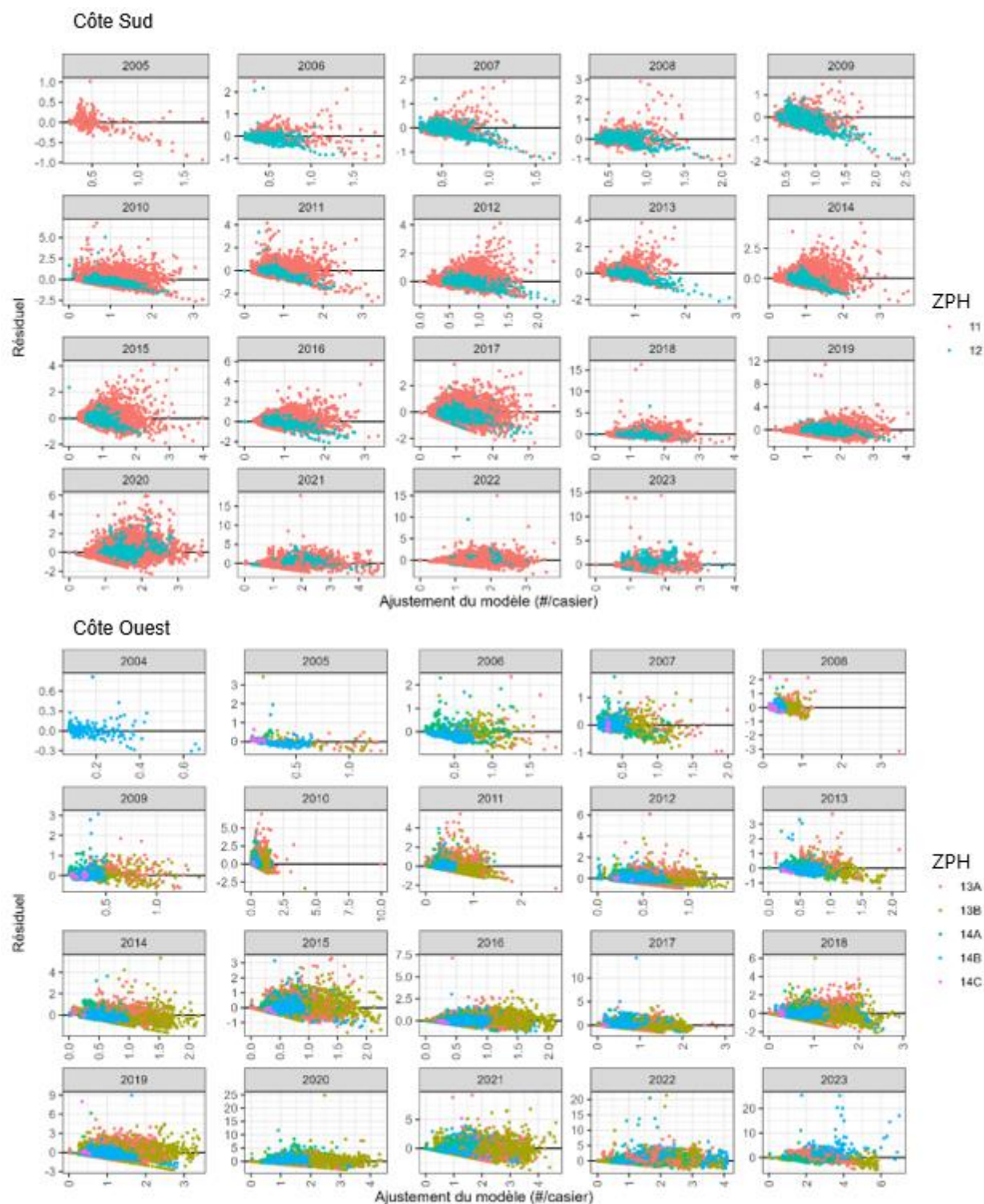


Figure 46. Courbes de résiduels pour le modèle des CPUE (présentées comme les valeurs observées moins les valeurs prédites par rapport à l'ajustement du modèle) pour chaque ZPH et année dans la région d'évaluation de la côte sud (en haut) et la région d'évaluation de la côte ouest (en bas).

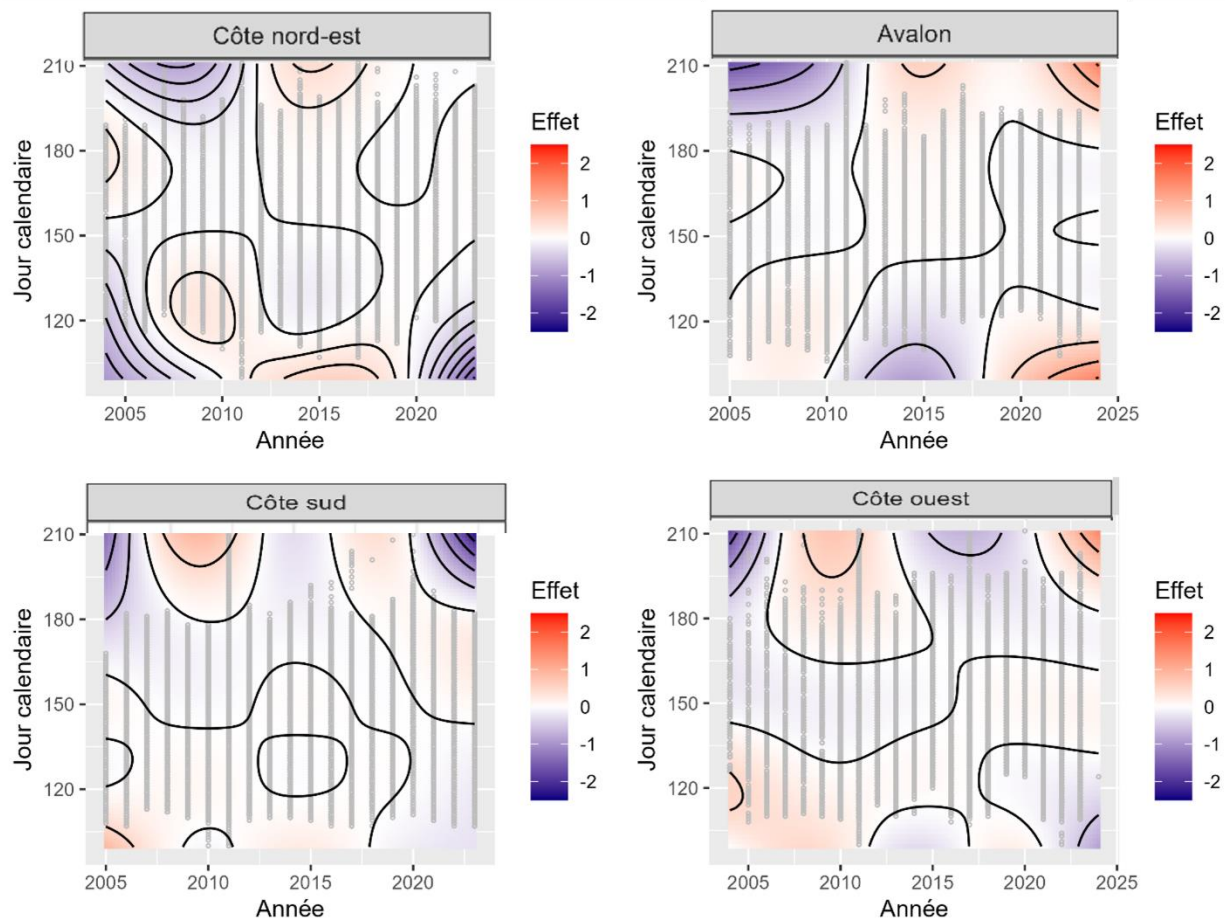


Figure 47. Graphiques de l'interaction à effet marginal entre l'année et le jour pour le modèle estimant les CPUE de la pêche pour chaque région d'évaluation, de 2005 à 2023.

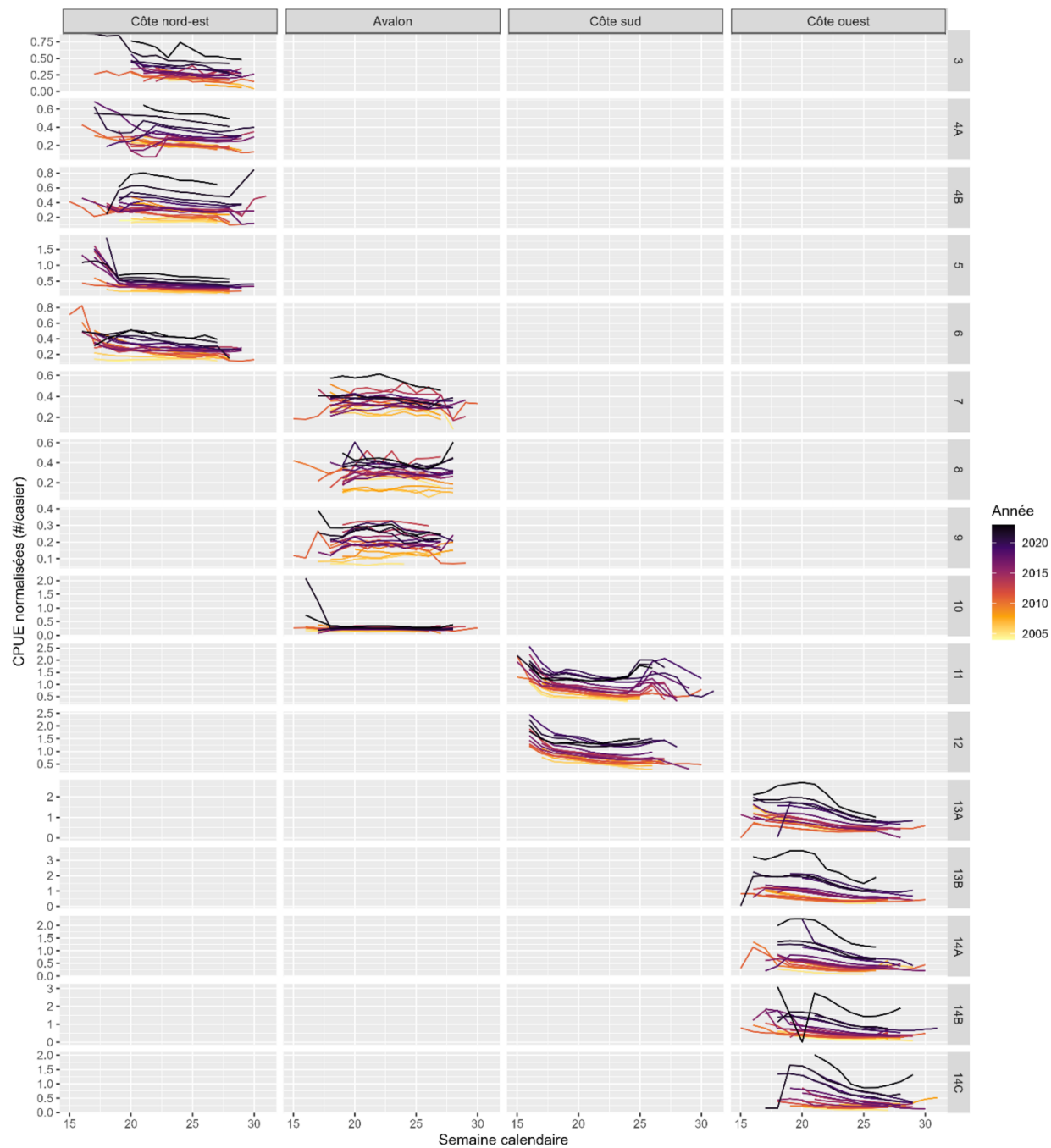


Figure 48. Captures par unité d'effort (CPUE, nombre par casier) normalisées, par semaine, dans les ZPH 3 à 14C dans chaque région d'évaluation respective, de 2005 à 2023.

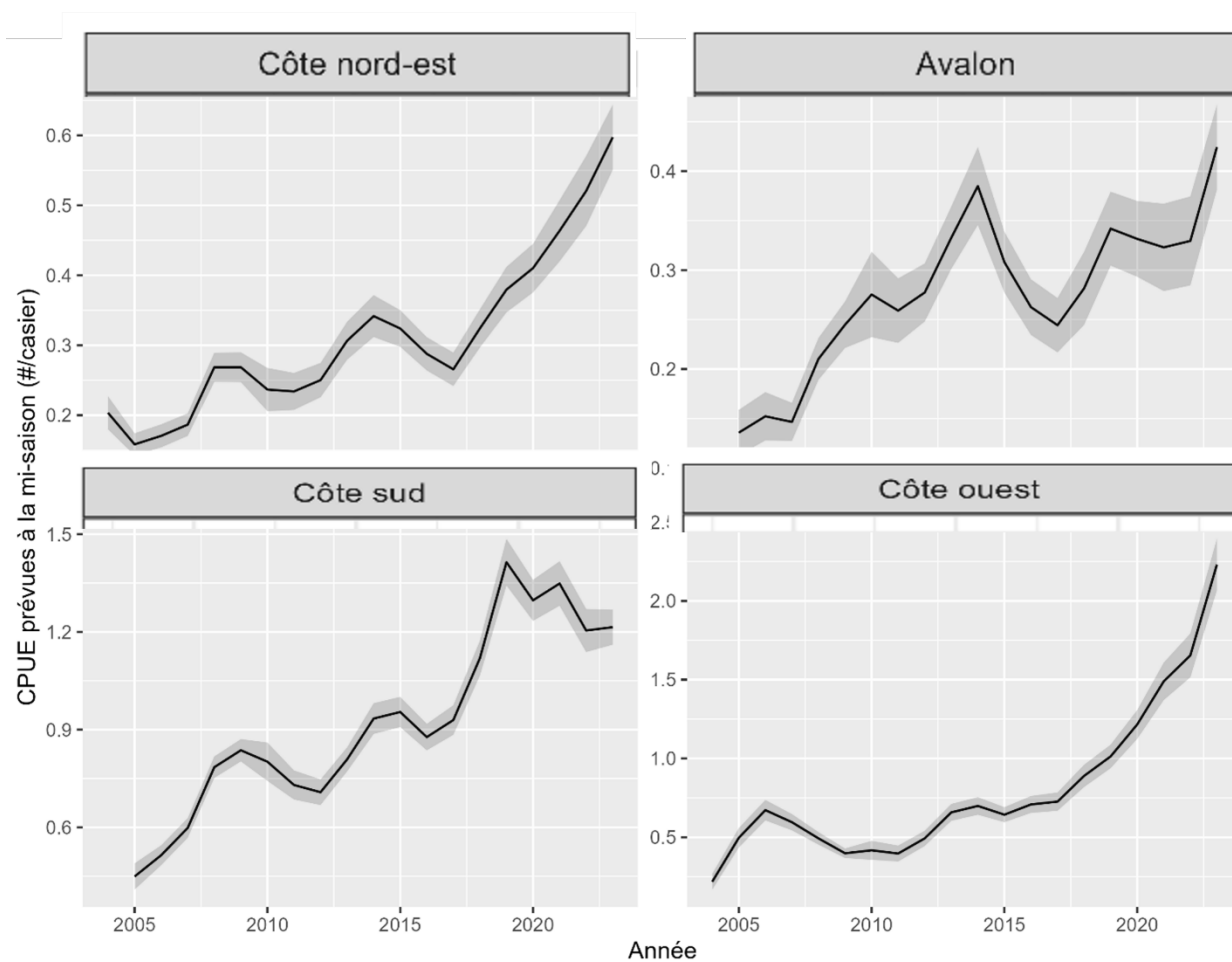


Figure 49. Captures par unité d'effort (CPUE, nombre par casier) normalisées aux points médians de la saison pour chaque région d'évaluation, de 2005 à 2023. Les ombrages représentent les intervalles de confiance à 95 %.

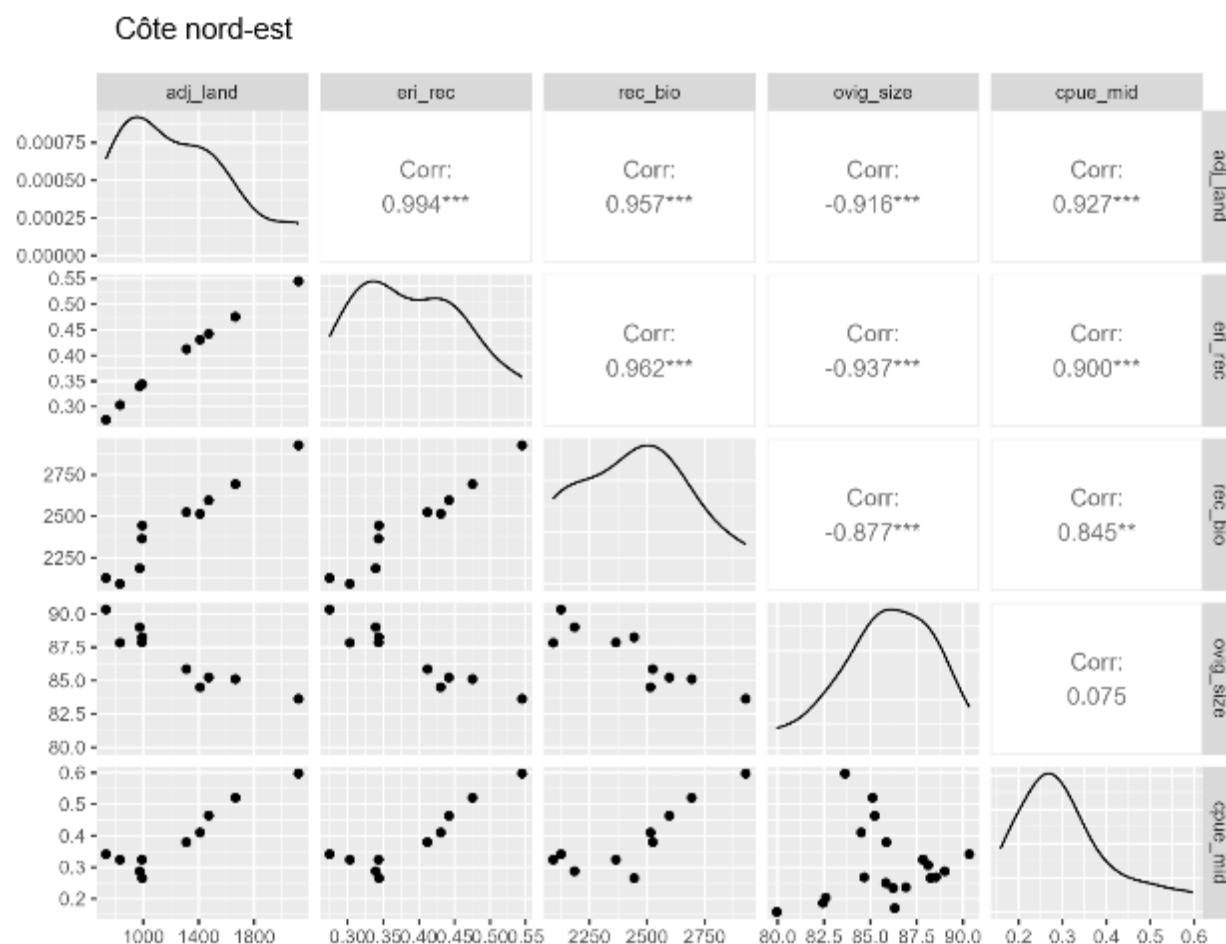


Figure 50. Corrélogrammes des cinq indicateurs élaborés (débarquements ajustés – *déb_ajust*, mortalité par pêche des recrues immédiates – *ite_rec*, biomasse des recrues – *bio_rec*, taille moyenne des femelles œuvées – *taille_œuvée* et CPUE de la pêche en milieu de saison – *cpue_milieu*) dont l'inclusion est envisagée dans le CAP pour la région d'évaluation de la côte nord-est, de 2005 à 2023. Les astérisques indiquent le seuil de signification dans les corrélations (*** ~ $p < 0,001$, ** ~ $p < 0,01$, * ~ $p < 0,05$).

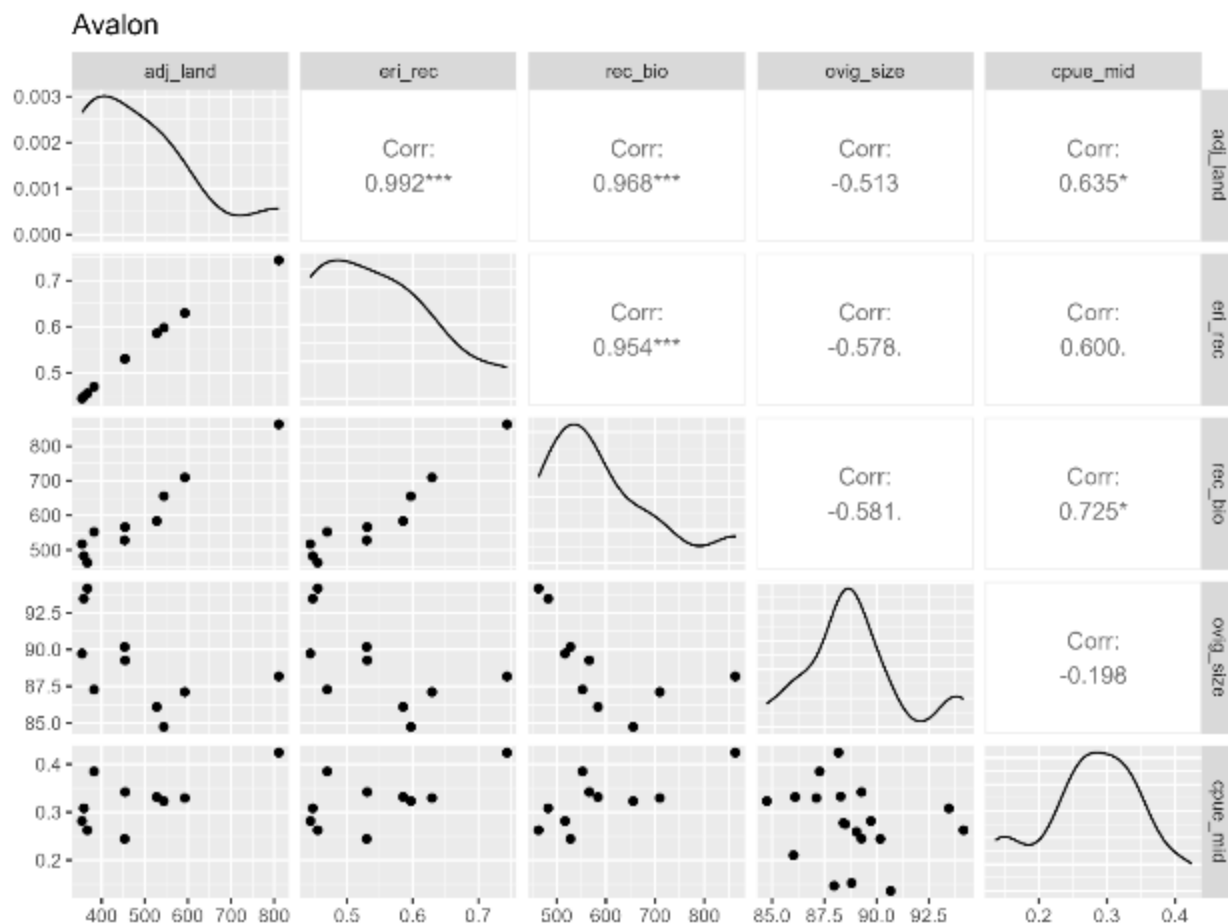


Figure 51. Corrélogrammes des cinq indicateurs élaborés (débarquements ajustés – *déb_ajust*, mortalité par pêche des recrues immédiates – *ite_rec*, biomasse des recrues – *bio_rec*, taille moyenne des femelles œuvées – *taille_œuvée* et CPUE de la pêche en milieu de saison – *cpue_milieu*) dont l'inclusion est envisagée dans le CAP pour la région d'évaluation d'Avalon, de 2005 à 2023. Les astérisques indiquent le seuil de signification dans les corrélations (*** ~ $p < 0,001$, ** ~ $p < 0,01$, * ~ $p < 0,05$).

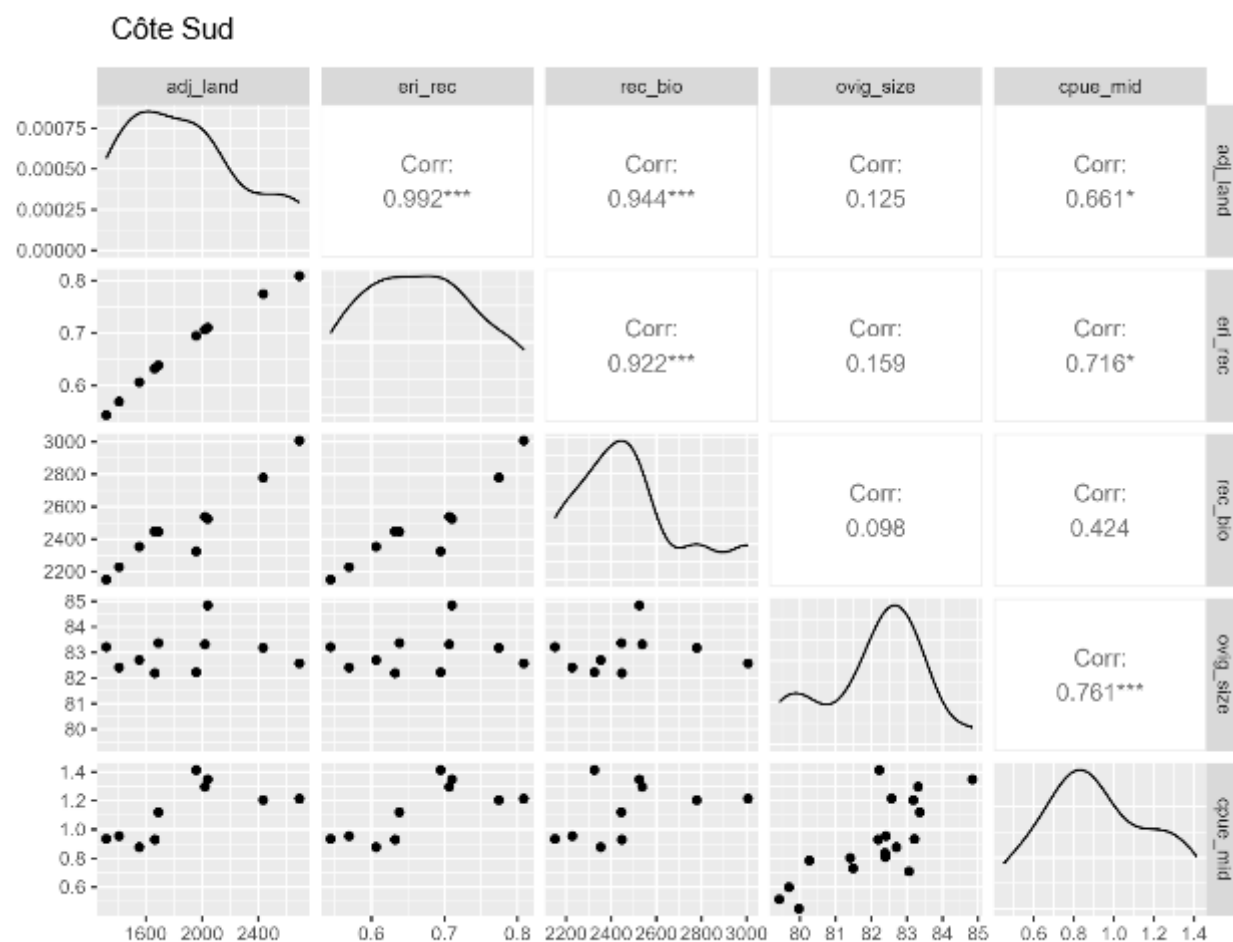


Figure 52. Corrélogrammes des cinq indicateurs élaborés (débarquements ajustés – *déb_ajust*, mortalité par pêche des recrues immédiates – *ite_rec*, biomasse des recrues – *bio_rec*, taille moyenne des femelles œuvées – *taille_œuvée* et CPUE de la pêche en milieu de saison – *cpue_milieu*) dont l'inclusion est envisagée dans le CAP pour la région d'évaluation de la côte sud, de 2005 à 2023. Les astérisques indiquent le seuil de signification dans les corrélations (*** ~ $p < 0,001$, ** ~ $p < 0,01$, * ~ $p < 0,05$).

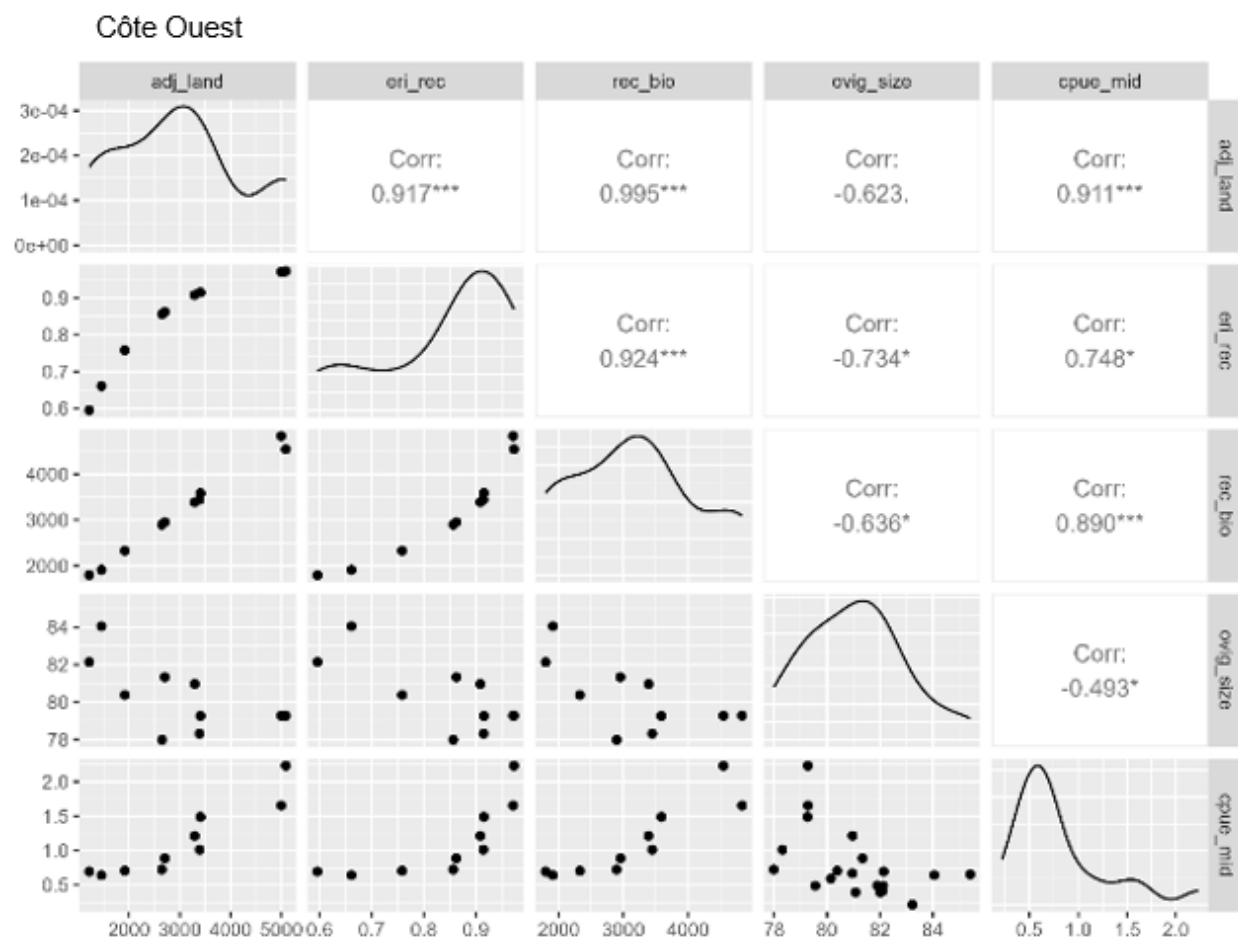


Figure 53. Corrélogrammes des cinq indicateurs élaborés (débarquements ajustés – déb_ajust, mortalité par pêche des recrues immédiates – ite_rec, biomasse des recrues – bio_rec, taille moyenne des femelles œuvées – taille_œuvée et CPUE de la pêche en milieu de saison – cpue_milieu) dont l'inclusion est envisagée dans le CAP pour la région d'évaluation de la côte ouest, de 2005 à 2023. Les astérisques indiquent le seuil de signification dans les corrélations (*** ~ $p < 0,001$, ** ~ $p < 0,01$, * ~ $p < 0,05$).

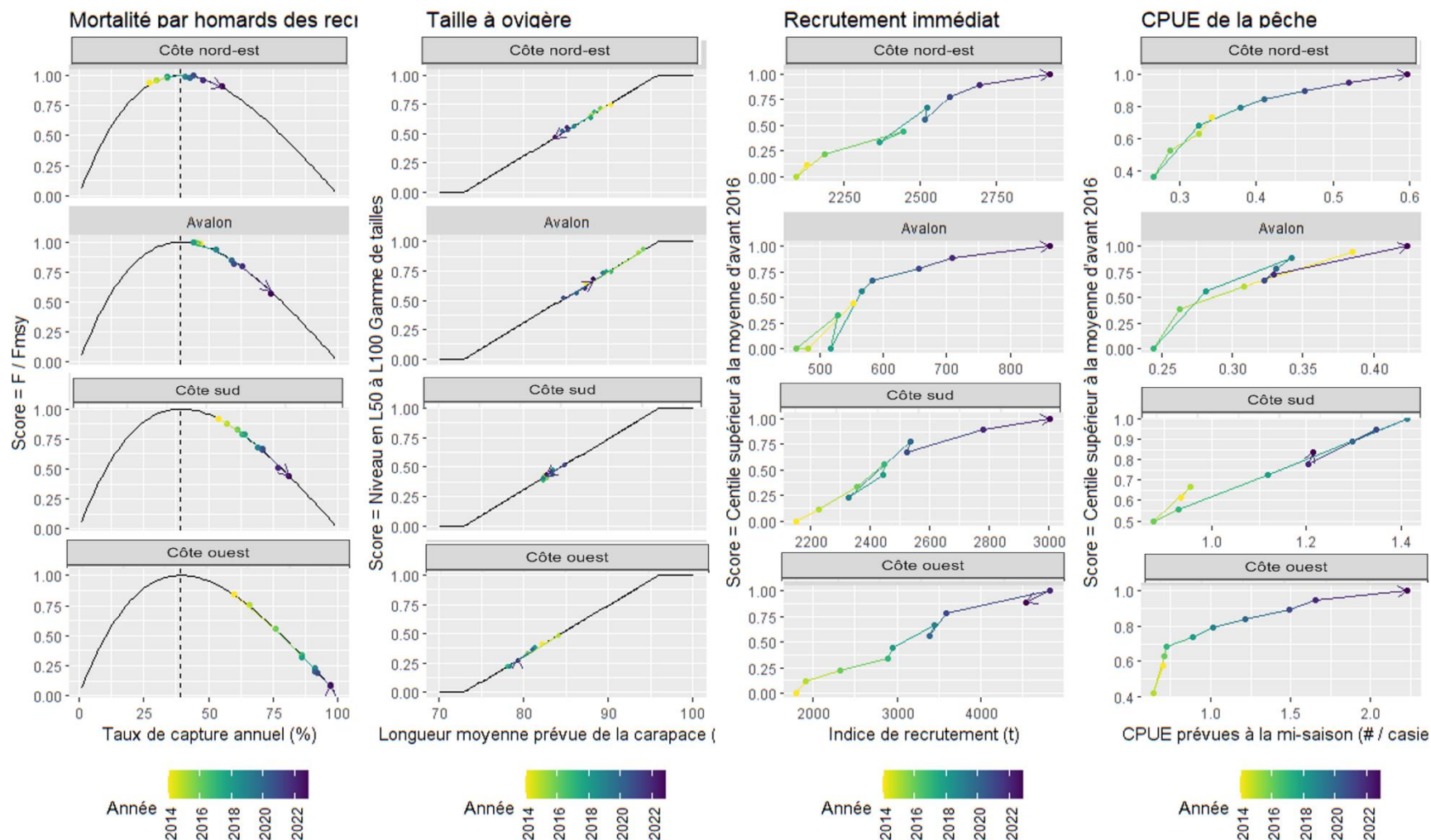


Figure 54. Quatre indicateurs de la santé des stocks de homards, de gauche à droite : mortalité par pêche des recrues, longueur de carapace moyenne prédite pour les femelles pouvant produire des œufs (millimètres), indice des recrues immédiates (tonnes) et CPUE à la mi-saison (nombre/casier) de 2005 à 2023 dans chacune des quatre régions d'évaluation au large de Terre-Neuve (côte nord-est, Avalon, côte sud et côte ouest). Chaque indicateur est affiché en fonction de sa note de santé dans le temps.

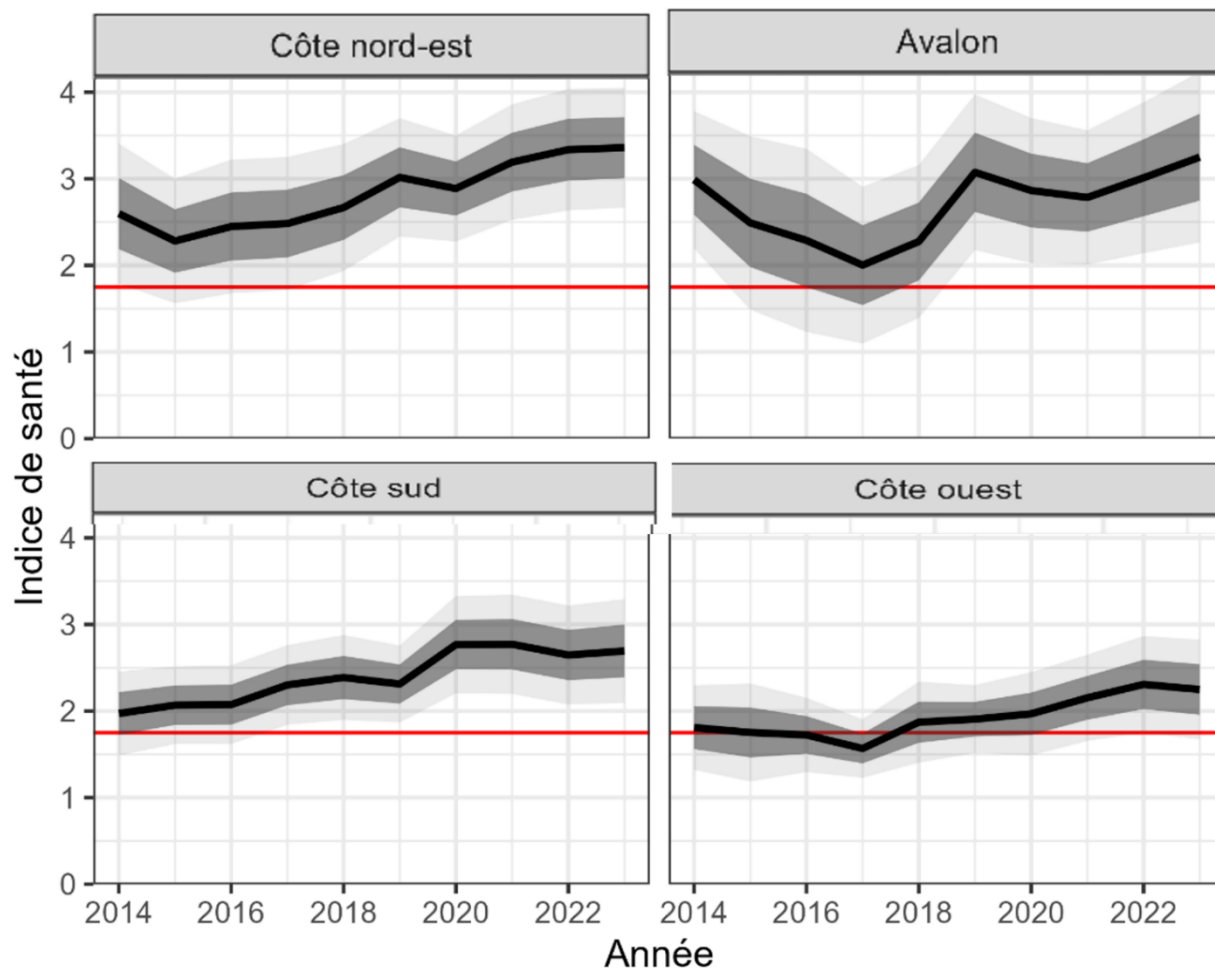


Figure 55. Indice des notes de santé du homard d'Amérique (ligne noire continue) dans les quatre régions d'évaluation de Terre-Neuve (côte nord-est : en haut à gauche, Avalon : en haut à droite, côte sud : en bas à gauche et côte ouest : en bas à droite) de 2005 à 2023. La ligne rouge horizontale représente le point de référence limite et les zones ombrées représentent un et deux écarts-types autour de la moyenne de l'intervalle de confiance de l'indice des notes de santé.

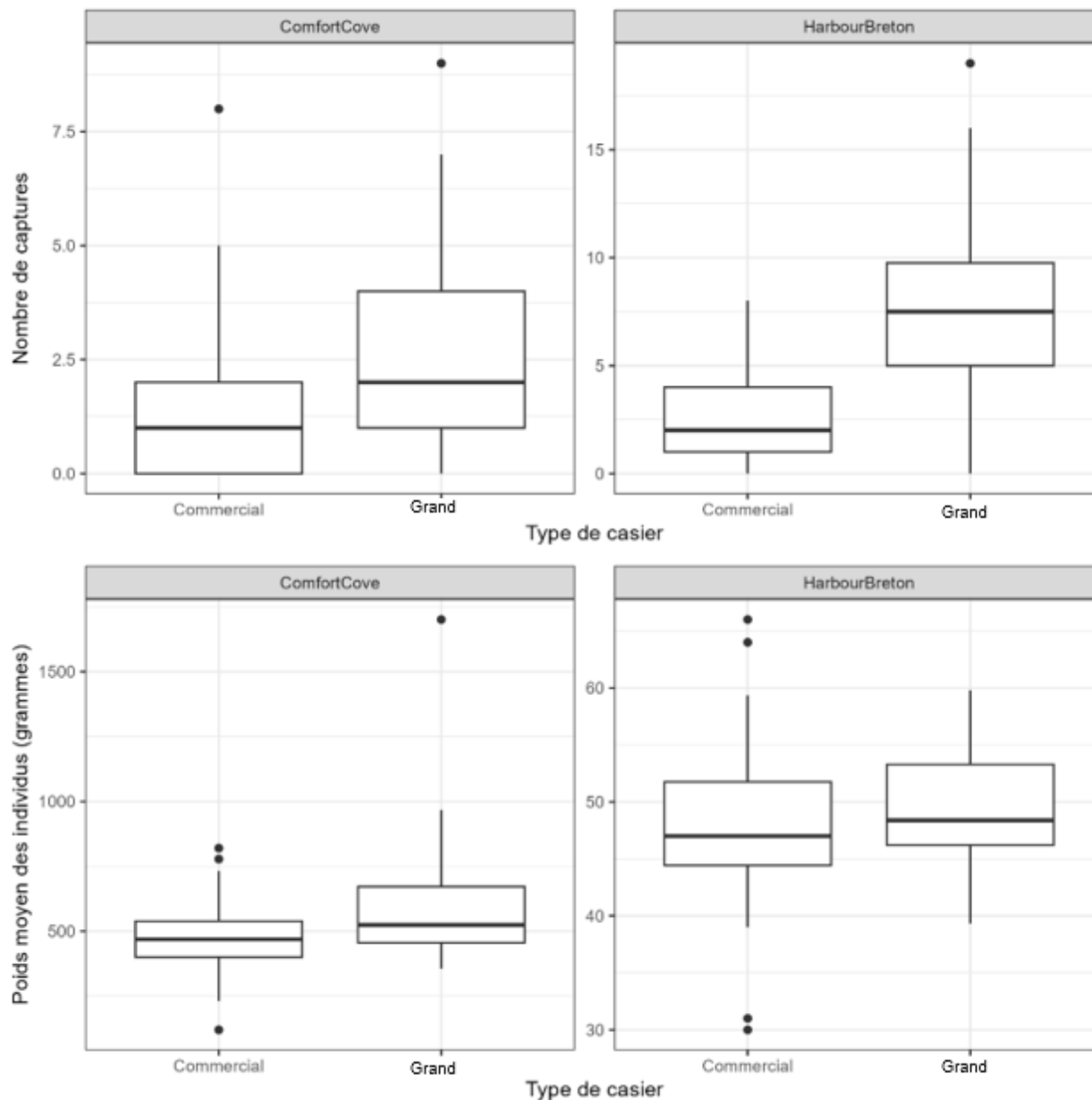


Figure 56. Diagrammes de quartiles des données issues des relevés du homard réalisés par le MPO en 2024 à Comfort Cove et à Harbour Breton. Rangée du haut : Nombre de homards de taille réglementaire dans les casiers commerciaux conventionnels et les grands casiers (néo-écossais) à Comfort Cove (à gauche) et à Harbour Breton (à droite). Rangée du bas : Poids moyen (grammes) de tous les homards capturés dans les casiers commerciaux conventionnels et les grands casiers dans les deux baies.

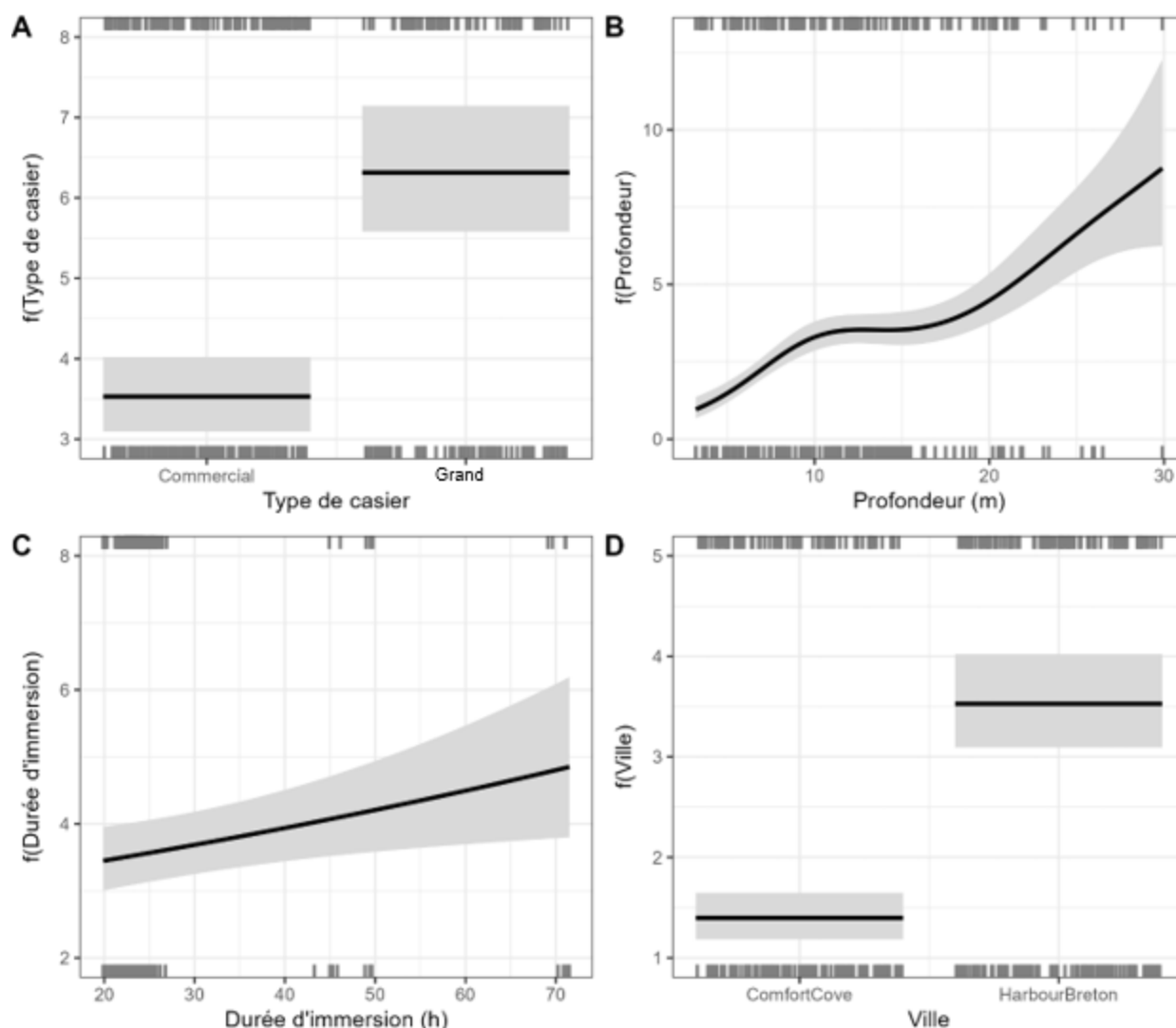


Figure 57. Graphiques de l'effet conditionnel d'après le modèle prédisant le nombre de homards de taille réglementaire capturés lors des relevés menés à Comfort Cove et à Harbour Breton (2024). Le type de casier, la profondeur (mètres), la durée d'immersion (heures) et la baie sont indiqués. Les effets conditionnels sont représentés en fonction de l'établissement des autres variables catégorielles à leurs niveaux les plus courants et des autres variables continues à leurs valeurs médianes. Les intervalles de confiance à 95 % incluent l'incertitude de l'ordonnée à l'origine et les diagrammes en tapis mettent en évidence les données prédictives disponibles.

8. TABLEAUX

Tableau 1. Sortie statistique du modèle du nombre total de sorties hebdomadaires par numéro d'identification du pêcheur. Le R^2 ajusté (R^2) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) du nombre total de sorties.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	1,031	0,017	61,43	<0,01	-
te(année, semaine) x zph3	-	-	5,57	<0,01	29,94
te(année, semaine) x zph4A	-	-	13,63	<0,01	37,65
te(année, semaine) x zph4B	-	-	8,61	<0,01	37,78
te(année, semaine) x zph5	-	-	6,14	<0,01	65,49
te(année, semaine) x zph6	-	-	3,75	<0,01	52,68
te(année, semaine) x zph7	-	-	4,94	<0,01	67,89
te(année, semaine) x zph8	-	-	4,31	<0,01	29,52
te(année, semaine) x zph9	-	-	5,93	<0,01	48,33
te(année, semaine) x zph10	-	-	3,36	<0,01	32,19
te(année, semaine) x zph11	-	-	13,67	<0,01	79,04
te(année, semaine) x zph12	-	-	17,14	<0,01	102,80
te(année, semaine) x zph13A	-	-	10,33	<0,01	75,46
te(année, semaine) x zph13B	-	-	8,26	<0,01	59,93
te(année, semaine) x zph14A	-	-	11,73	<0,01	67,46
te(année, semaine) x zph14B	-	-	9,15	<0,01	64,30
te(année, semaine) x zph14C	-	-	6,77	<0,01	43,03
Nbre.Obs.	4 618	-	-	-	-
R^2	0,762	-	-	-	-
EQM	0,57	-	-	-	-

Tableau 2. Sortie statistique du modèle des proportions hebdomadaires de la flotte en train de pêcher. Le R^2 ajusté (R^2) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de la proportion de la flotte en train de pêcher.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	-0,34	0,11	-3,22	<0,01	-
te(année, semaine) x zph10	-	-	9,47	<0,01	53,87
te(année, semaine) x zph11	-	-	9,36	<0,01	59,13
te(année, semaine) x zph12	-	-	9,00	<0,01	43,65
te(année, semaine) x zph13A	-	-	7,18	<0,01	72,10
te(année, semaine) x zph13B	-	-	8,15	<0,01	67,31
te(année, semaine) x zph14A	-	-	7,42	<0,01	66,66
te(année, semaine) x zph14B	-	-	7,37	<0,01	81,55
te(année, semaine) x zph14C	-	-	6,03	<0,01	56,32
te(année, semaine) x zph3	-	-	6,58	<0,01	63,45
te(année, semaine) x zph4A	-	-	7,44	<0,01	73,08
te(année, semaine) x zph4B	-	-	7,67	<0,01	68,17
te(année, semaine) x zph5	-	-	7,75	<0,01	72,08
te(année, semaine) x zph6	-	-	8,28	<0,01	65,87
te(année, semaine) x zph7	-	-	9,28	<0,01	50,62
te(année, semaine) x zph8	-	-	7,67	<0,01	51,17
te(année, semaine) x zph9	-	-	8,34	<0,01	50,88
Nbre.Obs.	3 165	-	-	-	-
R^2	0,888	-	-	-	-
EQM	0,09	-	-	-	-

Tableau 3. Sortie statistique du modèle des ventes hebdomadaires moyennes. Le R^2 ajusté (R^2), le critère d'information d'Akaike (CIA), le critère d'information bayésien (CIB) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) des ventes moyennes.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	-3,012	0,019	-155,30	<0,01	-
te(année, semaine) x zph10	-	-	9,10	<0,01	17,89
te(année, semaine) x zph11	-	-	45,80	<0,01	20,30
te(année, semaine) x zph12	-	-	26,08	<0,01	31,39
te(année, semaine) x zph13A	-	-	24,32	<0,01	34,24
te(année, semaine) x zph13B	-	-	24,70	<0,01	55,51
te(année, semaine) x zph14A	-	-	13,03	<0,01	67,97
te(année, semaine) x zph14B	-	-	15,36	<0,01	40,34
te(année, semaine) x zph14C	-	-	10,81	<0,01	31,31
te(année, semaine) x zph3	-	-	12,90	<0,01	34,39
te(année, semaine) x zph4A	-	-	15,43	<0,01	18,91
te(année, semaine) x zph4B	-	-	11,57	<0,01	27,79
te(année, semaine) x zph5	-	-	17,76	<0,01	10,90
te(année, semaine) x zph6	-	-	7,53	<0,01	61,42
te(année, semaine) x zph7	-	-	12,51	<0,01	22,35
te(année, semaine) x zph8	-	-	16,29	<0,01	59,59
te(année, semaine) x zph9	-	-	9,58	<0,01	34,88
Nbre.Obs.	2469	-	-	-	-
R^2	0,823	-	-	-	-

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
CIA	-12269,3	-	-	-	-
CIB	-8777,0	-	-	-	-
EQM	0,03	-	-	-	-

Tableau 4. Sortie statistique du modèle de la mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région d'évaluation de la côte nord-est. Le R^2 ajusté (R^2) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région d'évaluation de la côte nord-est.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	0,904	0,065	13,86	<0,01	-
s(année)	-	-	3,73	<0,01	7,26
s(débcum)	-	-	25,89	<0,01	1,09
Nbre.Obs.	110	-	-	-	-
R^2	0,316	-	-	-	-
EQM	0,06	-	-	-	-

Tableau 5. Sortie statistique du modèle de la mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région d'évaluation d'Avalon. Le R^2 ajusté (R^2) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région d'évaluation d'Avalon.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	0,892	0,048	18,53	<0,01	-
s(année)	-	-	0,00	0,48	0,00
s(débcum)	-	-	15,81	<0,01	1,16
Nbre.Obs.	89	-	-	-	-
R^2	0,180	-	-	-	-
EQM	0,09	-	-	-	-

Tableau 6. Sortie statistique du modèle de la mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région d'évaluation de la côte sud. Le R^2 ajusté (R^2) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région de la côte sud.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	0,230	0,062	3,69	<0,01	-
s(année)	-	-	2,57	<0,01	6,75
s(débcum)	-	-	78,65	<0,01	1,15
Nbre.Obs.	107	-	-	-	-

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
R ²	0,581	-	-	-	-
EQM	0,07	-	-	-	-

Tableau 7. Sortie statistique du modèle de la mortalité selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région d'évaluation de la côte ouest. Le R² ajusté (R²) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) selon la méthode de changement de proportions en continu dans la région de la côte ouest.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	0,20	0,27	0,72	0,47	-
s(année)	-	-	6,95	<0,01	8,56
s(débcum)	-	-	85,59	<0,01	1,07
Nbre.Obs.	81	-	-	-	-
R ²	0,638	-	-	-	-
EQM	0,10	-	-	-	-

Tableau 8. Sortie statistique du modèle de la taille des femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte nord-est. Le R² ajusté (R²), le critère d'information d'Akaike (CIA), le critère d'information bayésien (CIB) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de la taille moyenne des femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte nord-est.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	82,50	0,54	153,58	<0,01	-
te(mois, année)	-	-	12,73	<0,01	3,49
Nbre.Obs.	62	-	-	-	-
R ²	0,702	-	-	-	-
CIA	268,1	-	-	-	-
CIB	318,6	-	-	-	-
EQM	1,43	-	-	-	-

Tableau 9. Sortie statistique du modèle de la taille des femelles œuvées dans la région d'évaluation d'Avalon. Le R² ajusté (R²), le critère d'information d'Akaike (CIA), le critère d'information bayésien (CIB) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de la taille moyenne des femelles œuvées dans la région d'évaluation d'Avalon.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	85,95	0,85	101,41	<0,01	-
te(mois, année)	-	-	11,47	<0,01	2,98
Nbre.Obs.	51	-	-	-	-
R ²	0,469	-	-	-	-
CIA	263,0	-	-	-	-

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
CIB	305,9	-	-	-	-
EQM	2,06	-	-	-	-

Tableau 10. Sortie statistique du modèle de la taille des femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte sud. Le R^2 ajusté (R^2), le critère d'information d'Akaike (CIA), le critère d'information bayésien (CIB) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de la taille moyenne des femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte sud.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	78,48	0,37	213,70	<0,01	-
te(mois, année)	-	-	24,27	<0,01	6,16
Nbre.Obs.	59	-	-	-	-
R^2	0,814	-	-	-	-
CIA	173,8	-	-	-	-
CIB	228,6	-	-	-	-
EQM	0,68	-	-	-	-

Tableau 11. Sortie statistique du modèle de la taille des femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte ouest. Le R^2 ajusté (R^2), le critère d'information d'Akaike (CIA), le critère d'information bayésien (CIB) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de la taille moyenne des femelles œuvées dans la région d'évaluation de la côte ouest.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	79,55	0,51	157,08	<0,01	-
te(mois, année)	-	-	11,66	<0,01	6,01
Nbre.Obs.	51	-	-	-	-
R^2	0,653	-	-	-	-
CIA	223,4	-	-	-	-
CIB	274,1	-	-	-	-
EQM	1,29	-	-	-	-

Tableau 12. Sortie statistique du modèle de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation de la côte nord-est. Le R^2 ajusté (R^2) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation de la côte nord-est.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	-1,187	0,054	-21,97	<0,01	-
zph_f4A	-0,113	0,052	-2,18	0,03	-
zph_f4B	0,014	0,053	0,27	0,79	-
zph_f5	-0,024	0,056	-0,42	0,67	-

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
zph_f6	-0,075	0,054	-1,37	0,17	-
sourceFFAW	-0,0664	0,0069	-9,66	<0,01	-
s(année)	-	-	2 466,83	<0,01	8,98
s(jourc)	-	-	520,45	<0,01	8,92
ti(année, jourc)	-	-	79,44	<0,01	14,61
s(nip_f)	-	-	36,85	<0,01	1 191,11
Nbre.Obs.	136 673	-	-	-	-
R ²	0,383	-	-	-	-
EQM	0,21	-	-	-	-

Tableau 13. Sortie statistique du modèle de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation d'Avalon. Le R² ajusté (R²) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation d'Avalon.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	-1,504	0,048	-31,08	<0,01	-
zph_f7	0,20	0,07	2,87	<0,01	-
zph_f8	0,305	0,078	3,90	<0,01	-
zph_f9	-0,46	0,12	-3,79	<0,01	-
sourceFFAW	-0,023	0,011	-2,05	0,04	-
s(année)	-	-	146,25	<0,01	8,96
s(jourc)	-	-	29,36	<0,01	8,98
ti(année, jourc)	-	-	20,25	<0,01	15,14
s(nip_f)	-	-	32,99	<0,01	452,43
Nbre.Obs.	54 168	-	-	-	-
R ²	0,298	-	-	-	-
EQM	0,22	-	-	-	-

Tableau 14. Sortie statistique du modèle de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation de la côte sud. Le R² ajusté (R²) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation de la côte sud.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	-0,27	0,94	-0,29	0,77	-
zph_f12	0,0051	0,0140	0,36	0,72	-
sourceFFAW	0,0155	0,0048	3,23	<0,01	-
s(année)	-	-	3 998,40	<0,01	8,96

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
s(jourc)	-	-	3 485,27	<0,01	8,97
ti(année, jourc)	-	-	147,01	<0,01	15,20
s(nip_f)	-	-	109,12	<0,01	543,42
Nbre.Obs.	136 243	-	-	-	-
R ²	0,497	-	-	-	-
EQM	0,52	-	-	-	-

Tableau 15. Sortie statistique du modèle de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation de la côte ouest. Le R² ajusté (R²) et l'erreur quadratique moyenne (EQM) sont indiqués. Modèle additif généralisé (MAG) de normalisation des CPUE de la pêche dans la région d'évaluation de la côte ouest.

-	Est.	Erreur type	Valeur-f	Valeur-p	Erreur.DF
(Ordonnée à l'origine)	-1,00	0,78	-1,28	0,20	-
zph_f13B	-0,128	0,032	-4,04	<0,01	-
zph_f14A	0,108	0,055	1,95	0,05	-
zph_f14B	0,087	0,042	2,05	0,04	-
zph_f14C	0,163	0,046	3,53	<0,01	-
sourceFFAW	0,2122	0,0078	27,17	<0,01	-
s(année)	-	-	6193,43	<0,01	8,98
s(jourc)	-	-	1753,07	<0,01	8,91
ti(année, jourc)	-	-	113,08	<0,01	15,75
s(nip_f)	-	-	43,08	<0,01	894,33
Nbre.Obs.	142 872	-	-	-	-
R ²	0,533	-	-	-	-
EQM	0,59	-	-	-	-