



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 2023/075

Région des Maritimes

Évaluation de 2019 du cadre pour le homard d'Amérique (*Homarus americanus*) dans les ZPH 34 à 38

Adam M. Cook, P. Brad Hubley, Victoria Howse, Cheryl Denton

Institut océanographique de Bedford
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/>
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2023

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-68647-9 N° cat. Fs70-5/2023-075F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

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.

Also available in English :

Cook, A.M., Hubley, P.B., Howse, V., and Denton, C. 2023. 2019 Framework Assessment of American Lobster (*Homarus americanus*) in LFA 34–38. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/075. vii + 158 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	vi
ZPH 34.....	vi
ZPH 35 A 38.....	vii
REGLES DE CONTRÔLE DES PRISES.....	vii
INTRODUCTION.....	1
RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.....	1
BIOLOGIE DE L'ESPECE.....	1
RÉPARTITION ET STRUCTURE DES STOCKS.....	2
PREDATEURS.....	3
RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES.....	3
HISTORIQUE ET CADRE ACTUEL DE L'ÉVALUATION DES STOCKS.....	4
SOURCES DES DONNÉES.....	5
FACTEURS INDÉPENDANTS DE LA PÊCHE.....	5
Relevés au chalut de fond ou à la drague.....	5
Relevé d'été au chalut par navire de recherche du MPO dans les Maritimes.....	6
Relevés au chalut de fond du NEFSC.....	7
Relevé au chalut du homard côtier (RCHC).....	8
Relevés de la pêche du pétoncle à la drague.....	8
Relevé au casier sur le recrutement.....	9
Étude par plongée sous-marine à Flagg Cove.....	10
FACTEURS DÉPENDANTS DE LA PÊCHE.....	10
Données sur les débarquements et l'effort.....	10
Observations en mer.....	11
ANALYSES.....	12
INDICATEURS INDÉPENDANTS DE LA PÊCHE.....	12
Relevés aléatoires stratifiés.....	12
INDICATEURS DÉPENDANTS DE LA PÊCHE.....	14
Taux de capture commerciale.....	14
Taux de capture de la FSRS.....	16
Indicateurs de l'exploitation.....	16
Inégalité de la répartition des captures commerciales.....	19
INDICATEURS ÉCOSYSTÉMIQUES.....	20
Indice de la prédation.....	20
Température au fond.....	20
ANALYSES GLOBALES.....	21
Lissage général.....	21
Comparaison des tendances des indicateurs.....	21
ÉVALUATION DES STOCKS ET ÉLABORATION DE POINTS DE RÉFÉRENCE.....	22
INDICATEURS.....	24

ZPH 34.....	24
RESULTATS DES INDICATEURS	24
Abondance totale du relevé	24
Abondance des recrues	25
Biomasse commerciale des relevés.....	26
Débarquements.....	27
CPUE de la pêche.....	27
Exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu et mortalité relative par pêche (relF)	27
Étendue spatiale et inégalité de la répartition	28
Disparité de la pêche	28
Température au fond.....	29
Pression de prédation	29
INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 34.....	29
POINTS DE RÉFÉRENCE.....	30
Méthodes	31
Résultats	31
Points de référence globaux	33
ZPH 35 À 38 COMBINÉES	33
Abondance totale du relevé	33
Abondance des recrues issue des relevés	34
Biomasse commerciale des relevés.....	34
Débarquements.....	34
Mortalité relative par pêche	34
Étendue spatiale et inégalité de la répartition	34
Température au fond.....	35
Pression de prédation	35
INDICATEURS GLOBAUX POUR LES ZPH 35 À 38.....	35
ZPH 35.....	36
ABONDANCE DES RECRUES ISSUE DU RELEVÉ DES PETONCLES	36
CPUE DE LA PECHE.....	36
ABONDANCE DES RECRUES DANS LES CASIERS DE RECRUTEMENT	36
DEBARQUEMENTS.....	36
DISPERSION DE LA PECHE	37
INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 35.....	37
POINTS DE RÉFÉRENCE.....	37
ZPH 36.....	38
ABONDANCE DES RECRUES ISSUE DU RELEVÉ DES PETONCLES	38
DEBARQUEMENTS.....	38
CPUE DE LA PECHE.....	39
DISPERSION DE LA PECHE	39
INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 36.....	39

POINTS DE RÉFÉRENCE.....	39
ZPH 38.....	40
ABONDANCE DES RECRUES ISSUE DU RELEVÉ DES PETONCLES	40
DEBARQUEMENTS.....	41
CPUE DE LA PÊCHE.....	41
DISPERSION DE LA PÊCHE	41
RELEVÉ PAR PLONGÉE SOUS-MARINE A FLAGG COVE	42
INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 38.....	42
POINTS DE RÉFÉRENCE.....	42
DISCUSSION GÉNÉRALE DES INDICATEURS ET DES CATÉGORIES PRIMAIRES, SECONDAIRES ET CONTEXTUELLES PROPOSÉES.....	43
ORIENTATIONS BIOLOGIQUES POUR LES RÈGLES DE CONTRÔLE DES PRISES.....	44
MUE	45
MÉTHODES DE SIMULATION	45
Température au fond.....	45
Données de marquage.....	46
Taille à la maturité.....	47
Fécondité	47
Mortalité naturelle.....	47
Exploitation.....	47
Reproduction.....	48
Scénarios	48
Résultats et discussion	48
SOURCES D'INCERTITUDE.....	51
RECOMMANDATION DE RECHERCHE	51
ANNEXE ET ÉLÉMENTS DÉCLENCHEURS	52
RÉFÉRENCES CITÉES	52
TABLEAUX	59
FIGURES	74
ANNEXE A : FRÉQUENCES DES LONGUEURS.....	150

RÉSUMÉ

La pêche côtière commerciale du homard d'Amérique (*Homarus americanus*) est pratiquée depuis plus de 150 ans dans les zones de pêche du homard (ZPH) 34 à 38. Ces zones couvrent cumulativement 34 000 km² du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse vers le nord jusqu'à la baie de Fundy, et le long de la côte du Nouveau-Brunswick jusqu'à la frontière entre le Canada et les États-Unis. La pêche est pratiquée dans l'ensemble des ZPH, tant sur la côte qu'en haute mer.

Les stocks de homard dans les ZPH 34 à 38 font depuis longtemps l'objet d'évaluations qui sont menées presque chaque année. Le dernier cadre d'évaluation du homard dans les ZPH 34 à 38 remonte à 2013 et comporte des documents d'évaluation distincts pour la ZPH 34 et les ZPH 35 à 38. Les évaluations les plus récentes du stock de la ZPH 34 utilisent les débarquements, l'indice du taux de capture du relevé au chalut du homard côtier (appelé RCHC dans le présent document) et les taux de capture commerciale bruts comme principaux indicateurs de l'état du stock.

Les ZPH 35 à 38 ont été évaluées comme une seule unité avec un ensemble unique d'indicateurs primaires de l'état du stock. Ces indicateurs comprennent les débarquements, les taux de capture commerciale bruts et l'abondance totale selon le relevé d'été par navire de recherche (NR) de Pêches et Océans Canada (MPO).

Dans le présent cadre d'évaluation des stocks, les indicateurs de l'état des stocks ont été réexaminés et leurs méthodes d'estimation ont été évaluées. Les renseignements généraux sur les sources de données disponibles et les analyses ont été décrits. [Le code pour effectuer toutes les analyses](#) est disponible dans un dépôt GitHub [en anglais seulement]. Le présent cadre fournira de l'information sur les indicateurs écologiques et environnementaux, ce qui permettra d'appliquer progressivement une approche écosystémique aux évaluations des stocks. Les indicateurs seront estimés séparément pour chaque ZPH. On sait qu'il existe probablement des liens entre les ZPH et les processus semblables ayant un effet sur la production; cependant, chaque ZPH est gérée séparément et des mesures de conservation uniques sont adoptées.

Le présent document compte trois groupes d'indicateurs : primaires, secondaires et contextuels. Les indicateurs primaires seront utilisés pour définir l'état des stocks et des points de référence seront élaborés. Les indicateurs secondaires sont ceux pour lesquels les tendances des séries chronologiques seront mises à jour et affichées dans les rapports ultérieurs sur l'état des stocks; toutefois, aucun point de référence ne sera élaboré pour ces indicateurs. Les indicateurs contextuels seront inclus dans les évaluations des stocks et seront rarement mis à jour.

Les données utilisées dans cette évaluation des stocks représentent un mélange de données dépendantes et indépendantes de la pêche. Les données indépendantes de la pêche proviennent d'un certain nombre de méthodes d'échantillonnage mobiles; chacun de ces relevés couvre une partie de la superficie totale des stocks. Les séries chronologiques les plus longues de données sur le homard dans ces ZPH proviennent de données dépendantes de la pêche.

ZPH 34

Dans la ZPH 34, les tendances des séries chronologiques relatives à l'abondance (ou à la biomasse) de plusieurs catégories de taille de homard ont été examinées dans de multiples relevés. Dans chacun de ces relevés, deux tendances temporelles ont été souvent observées dans le cadre d'une analyse factorielle dynamique (AFD), chacune affichant une augmentation spectaculaire au cours des dernières années. Cette augmentation a également été constatée

dans les données sur les taux de capture commerciale, ainsi que dans le total des débarquements. Étant donné l'effort relativement constant dans cette pêche, il est depuis longtemps présumé que les débarquements sont proportionnels à l'abondance totale de l'espèce. Des éléments probants liés aux indicateurs de répartition et d'inégalité de la répartition donnent à penser que les homards de la ZPH 34 sont répartis plus uniformément dans un éventail d'habitats beaucoup plus large que ce qui avait été indiqué antérieurement.

L'indice de la biomasse commerciale et la mortalité relative par pêche (relF) provenant des relevés au chalut de fond ont été proposés comme **indicateurs principaux**, avec des points de référence élaborés en fonction des changements de productivité. Les **indicateurs secondaires** comprennent les débarquements, les taux de capture commerciale et les indices de recrutement.

ZPH 35 A 38

Bien que les ZPH 35, 36 et 38 aient été évaluées séparément, on a proposé une approche commune pour émettre des avis sur l'évaluation des stocks. Des collectes de données indépendantes de la pêche ont lieu pour chaque ZPH séparément, mais aucune n'a une densité de données (ou une couverture spatiale) suffisante pour être utilisée comme indicateur principal de l'abondance. Les séries combinées des relevés d'été du MPO dans les ZPH 35 à 38 fourniront des **indicateurs secondaires** pour l'ensemble de la région de la baie de Fundy. Le modèle du taux de capture commerciale dépendant de la pêche a été choisi comme **indicateur principal** de l'état des stocks, car il fournit des renseignements sur les prises corrigées selon l'effort dans chaque ZPH. Les points de référence élaborés pour chaque ZPH étaient fondés sur les changements de productivité dans chaque zone. Le nombre total de débarquements constitue la plus longue série chronologique de données dans la ZPH et, à ce titre, il demeurera un **indicateur secondaire**.

REGLES DE CONTRÔLE DES PRISES

Un modèle de simulation a été mis au point pour explorer les implications biologiques des différentes règles de contrôle des prises (RCP). Des simulations ont été effectuées uniquement pour la ZPH 34 dans ce cadre. Ce modèle de simulation représente les premières étapes de l'élaboration d'un outil utile pour décrire certains des processus des populations dans les ZPH. La simulation est fondée sur un modèle de processus de mue où la fréquence de la mue dépend des degrés-jours (température x temps) déterminés à partir d'une analyse des données de marquage. Les autres entrées comprennent la taille à la maturité propre à la zone et les estimations disponibles de la mortalité ou de l'exploitation par la pêche. Le modèle de simulation fait le suivi d'une cohorte de homards entre les stades de juvénile tardif et d'adulte par la mue, la reproduction, la pêche et la mortalité naturelle. Les sorties comprennent les débarquements totaux (nombre et poids) et la production d'œufs. Elles sont utilisées pour déterminer les effets biologiques du type et de l'ampleur relative des règles de contrôle des prises, comme les modifications de la taille réglementaire minimale (TRM), la modification de la durée de la saison de pêche, la protection d'une fourchette de tailles et la protection des homards dépassant une taille maximale.

INTRODUCTION

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

La pêche côtière commerciale du homard d'Amérique (*Homarus americanus*) est pratiquée depuis plus de 150 ans dans les zones de pêche du homard (ZPH) 34 à 38. Ces zones couvrent cumulativement 34 000 km² du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse vers le nord jusqu'à la baie de Fundy, et le long de la côte du Nouveau-Brunswick jusqu'à la frontière entre le Canada et les États-Unis (figure 1). La pêche est pratiquée dans l'ensemble des ZPH, tant sur la côte qu'en haute mer.

Les ZPH 34 à 38 représentent 40 % des débarquements de homards du Canada et 20 % des débarquements de homards de toute l'Amérique du Nord pour chacune des quelques dernières années, ce qui représente une production annuelle d'environ 35 à 40 000 t de homards débarqués. Cette pêche est régie par le niveau d'effort, certaines restrictions générales s'appliquant quant à la durée de la saison, au nombre de permis, au nombre de casiers par permis, à la taille réglementaire minimale et à la non-rétention des femelles œuvées (tableau 1).

BIOLOGIE DE L'ESPECE

Le homard d'Amérique (*Homarus americanus*) est une espèce de crustacé qui fait l'objet d'une pêche commerciale depuis le début des années 1800. Ce décapode a un cycle biologique complexe caractérisé par plusieurs phases (œufs, larves, juvéniles et adultes), et dépend de la mue de son exosquelette pour accroître sa taille. Habituellement, les femelles adultes s'accouplent après la mue à la fin de l'été, et pondent leurs œufs l'été suivant. Ceux-ci sont fixés à la face inférieure de la queue pour former une ponte et demeurent ainsi portés pendant 10 à 12 mois. L'éclosion a lieu de juin à août. À l'éclosion, l'animal passe à un stade prélarvaire ou prézoé, puis devient une larve ciliée par mues successives. Ces larves passent de 30 à 60 jours à se nourrir et à muer dans la partie supérieure de la colonne d'eau, avant de se déposer sur le fond marin en tant que postlarves et d'y chercher un abri. Au cours des premières années de vie, les homards juvéniles demeurent dans cet environnement protégé, ou à proximité, afin d'éviter les prédateurs, passant de plus en plus de temps hors de leur abri à mesure qu'ils grossissent (Lavalli et Lawton 1996). Les homards de la Nouvelle-Écosse peuvent prendre jusqu'à 8 à 10 ans pour que la longueur de la carapace (LC) atteigne la taille commerciale minimale de 82,5 mm. La fréquence de la mue commence à décroître, passant d'une par année (à un poids individuel d'environ 0,45 kg) à une tous les 2 ou 3 ans, pour les individus de plus de 1,4 kg (Aiken et Waddy 1980).

Les homards atteignent leur maturité à des tailles variables qui dépendent des conditions locales (Aiken et Waddy 1980, Campbell et Robinson 1983, Comeau et Savoie 2002), les facteurs climatologiques tels que la température exerçant une influence sur la taille à la maturité. En général, on retrouve des tailles plus petites à maturité dans les régions caractérisées par des températures estivales plus chaudes que dans les régions où les températures estivales sont plus fraîches, comme la baie de Fundy (Le Bris *et al.* 2017). Les estimations de la taille à 50 % de la maturité (SOM50) dans les zones extracôtières varient régionalement d'une longueur de carapace de 82 mm sur la pente continentale de la Nouvelle-Angleterre à 92 mm sur le banc de Georges et le golfe du Maine (Little et Watson 2005), et à environ 93 mm sur le nord-est du banc de Georges et le banc de Browns (Cook *et al.* 2017). Dans les ZPH 34 à 38, la taille à la maturité a été estimée au moyen de plusieurs études (p. ex., Gaudette *et al.* 2014), avec un consensus généralisé selon lequel elle est plus importante dans la baie de Fundy que dans les autres régions.

Dans les ZPH 34 à 38, la taille réglementaire minimale (TRM) est inférieure à la taille à la maturité, ce qui indique qu'une faible proportion seulement des femelles ont pu se reproduire avant qu'elles ne parviennent au stade exploitable (Gaudette *et al.* 2014). 2014). Entre la maturité initiale et une taille d'environ 120 mm, les homards femelles produisent des œufs tous les deux ans, en muant dans l'intervalle. D'après des études en laboratoire utilisant les températures ambiantes de l'eau de la baie de Fundy, les homards femelles peuvent frayer deux fois sans mue intermédiaire (fraies consécutives) lorsque leur carapace mesure plus de 120 mm (Waddy et Aiken 1986, Waddy et Aiken 1990), bien que cette taille puisse varier dans la nature (Comeau et Savoie 2002). Les fraies consécutives peuvent prendre deux formes différentes : 1) lors d'années consécutives (fraie lors de deux étés consécutifs, une mue se produisant la première et la quatrième année); et aux deux ans (fraie un été sur deux). Dans l'un et l'autre cas, il arrive souvent que les femelles fécondent deux pontes successives avec le sperme d'une seule insémination. Des accouplements entre les mues ont également été observés en laboratoire (Waddy et Aiken 1990). Cette stratégie de reproduction consécutive permet aux gros homards de frayer plus fréquemment que leurs congénères plus petits. Cette caractéristique combinée à la corrélation exponentielle entre la taille et le nombre d'œufs pondus (Campbell et Robinson 1983, Estrella et Cadrin 1995) signifie que les très gros homards ont une fécondité relative beaucoup plus élevée, et représentent donc un élément important de la conservation. Dans le golfe du Maine, le plan de gestion et les évaluations antérieures ont cherché à maintenir le fort potentiel de reproduction dans cette zone en préservant sa structure de taille dominée par les homards adultes, ce qui a constitué un élément clé de l'évaluation des stocks (Pezzack et Duggan 1987, Pezzack et Duggan 1995).

RÉPARTITION ET STRUCTURE DES STOCKS

Le homard d'Amérique (*Homarus americanus*) est présent dans les eaux côtières du Maryland aux États-Unis jusque dans le sud du Labrador au Canada, les pêches les plus concentrées étant situées entre le golfe du Maine et le golfe du Saint-Laurent. En plus de l'habitat côtier utilisé par le homard d'Amérique, des zones extracôtières dans le golfe du Maine et le long de la bordure extérieure du plateau néo-écossais, de la Caroline du Nord à l'île de Sable, abritent des concentrations commerciales de l'espèce (Pezzack *et al.* 2015). 2015). On suppose que la présence de homards dans les zones extracôtières est due à l'eau chaude toute l'année qui maintient des températures adéquates sur le talus et dans les fosses profondes du golfe du Maine et de l'ouest du plateau néo-écossais. Cette eau profonde et chaude n'est pas une caractéristique océanographique dominante dans l'est du plateau néo-écossais, dans la partie extérieure du golfe du Saint-Laurent ou au large de Terre-Neuve, où les homards ne sont généralement pas présents en densité commerciale au large.

Les zones de pêche du homard (ZPH) actuellement définies ne représentent pas des unités biologiques. Elles sont fondées sur des frontières historiques. Il existe un fort potentiel d'échange de homard entre les zones à tous les stades de vie, et des études ont montré des liens relativement forts entre les larves de certaines ZPH (Quinn 2014). Il est généralement admis que les concentrations de homards sont les plus élevées dans les régions côtières, les concentrations les plus faibles étant associées à la zone extracôtière. Toutefois, il semble y avoir des densités croissantes de homards dans les régions semi-hauturières et hauturières des ZPH 33 et 34.

Selon des études de marquage historiques, les homards matures se déplacent de manière saisonnière vers les eaux profondes (200-400 m) pendant l'hiver (Uzmann *et al.* 1977, Pezzack et Duggan, 1986). On ne sait pas si ces constatations sont révélatrices des déplacements actuels du homard, car la taille des populations est actuellement beaucoup plus élevée et il a

été démontré que la dépendance à la densité influence les profils de déplacement et les taux de migration chez d'autres espèces (par exemple Rosenberg *et al.* 1997).

La structure des stocks de homard dans les ZPH 34 à 38 n'a pas été entièrement décrite. L'hypothèse actuelle est que le homard constitue un complexe de stocks composé de plusieurs sous-populations qui sont reliées par la dérive des larves et les profils de migration des adultes. L'échange de larves se produit probablement dans toute la zone, car les études de modélisation de la circulation biophysique indiquent que les larves peuvent être transportées sur de grandes distances (Xue *et al.* 2008, Incze *et al.* 2010 et Quinn 2014). Toutefois, l'auto-ensemencement a été reconnu comme une source importante de homards juvéniles dans la plupart des ZPH (Quinn 2014).

Dans ce cadre, toutes les ZPH ont été examinées séparément, malgré les liens entre les ZPH que suggèrent les déplacements directs et la similarité des processus de population. On a fait ce choix parce que chaque ZPH est gérée séparément, et plusieurs font l'objet de mesures de conservation uniques qui peuvent influencer les tendances observées dans les indicateurs.

PREDATEURS

Les prédateurs du homard comprennent la tanche-tautogue, les chabots, des espèces de raies, la morue, l'aiguillat commun, l'hémitriptère atlantique, des espèces de loup, l'aiglefin, le merlu et diverses espèces de crabes (Lavalli et Lawton, 1996, Palma *et al.* 1998, Nelson *et al.* 2003, Hanson et Lanteigne, 2000, Boudreau et Worm, 2010, Steneck *et al.* 2011). L'échantillonnage systématique des habitudes alimentaires des poissons de fond au cours du relevé par NR du MPO sur le plateau néo-écossais semblait indiquer que le taux de prédation du homard est relativement faible (36 estomacs contenant du homard sur les 160 580 estomacs examinés entre les années 1960 et 2009 [Cook et Bundy 2010]). Ce résultat ne reflète probablement pas la pression de la prédation sur les larves et les juvéniles de homard et est plus probablement dû au moment et au lieu de l'échantillonnage, car ce relevé n'est mené qu'à des profondeurs de plus de 50 m.

RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES

Les homards d'Amérique se retrouvent dans une variété d'habitats : vase, galets, roches et herbiers de zostère, mais aussi des dépressions dans le sable, selon le stade de leur cycle biologique ou s'ils ont besoin d'un refuge (Lawton et Lavalli 1996). Le homard d'Amérique commence sa vie comme une larve pélagique avant de se fixer sur le fond pendant le stade post-larvaire. Les juvéniles nouvellement fixés préfèrent un fond rocheux complexe avec des algues, car il offre des crevasses pour se protéger de la prédation. Les juvéniles restent dans leurs crevasses pendant la journée et se nourrissent principalement la nuit sur le substrat près de leur cavité (Johns et Mann 1987, Lawton 1986). À ce stade, les juvéniles sont exposés à un risque élevé de prédation jusqu'à ce qu'ils développent des mécanismes de défense plus robustes à l'âge adulte (Lawton 1986). Une fois adulte, le homard d'Amérique a besoin de crevasses dans son habitat pour muer et s'accoupler, mais il peut utiliser une plus grande variété de types d'habitat que les juvéniles, car il est moins exposé à la prédation (Lawton et Lavalli 1995).

L'un des principaux facteurs environnementaux ayant un effet sur le homard d'Amérique est la température. Les fluctuations de la température affectent toutes les étapes du cycle biologique du homard, notamment la croissance, la reproduction et les déplacements (McMahan *et al.* 2016, Laufer *et al.* 2013).

Un autre facteur environnemental ayant une incidence sur la survie et la productivité du homard est la salinité. Les performances (survie, nage, recherche de nourriture) des larves de homard d'Amérique commencent à diminuer lorsque la salinité descend sous 19-20 ppm, et les larves ont tendance à éviter les zones où la salinité est de 21-22 ppm (Aiken et Waddy 1986). Les larves et les postlarves peuvent s'osmoréguler dans une large gamme de salinités, mais les gradients de salinité peuvent influencer la distribution verticale des larves dans la colonne d'eau (Ennis 1995). Bien que les homards adultes occupent généralement des zones où la salinité est supérieure à 25 ppm, ils peuvent se déplacer vers les estuaires au cours de leurs mouvements saisonniers pour trouver des conditions de salinité et de température optimales (Lawton et Lavalli 1996).

HISTORIQUE ET CADRE ACTUEL DE L'ÉVALUATION DES STOCKS

Les stocks de homard des ZPH 34 à 38 ont fait l'objet d'évaluations régulières dans le cadre du processus régional d'évaluation, coordonnées par le Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) [tableau 2]. Dans les ZPH des Maritimes, la fréquence cible pour réaliser les évaluations est tous les cinq ans, des mises à jour de l'état des stocks étant fournies pour les années intermédiaires. Le dernier cadre d'évaluation du homard dans les ZPH 34 à 38 remonte à 2013 et comporte des documents d'évaluation distincts pour la ZPH 34 et les ZPH 35 à 38. Des mises à jour de l'état des stocks des ZPH 34 à 38 ont eu lieu chaque année de 2014 à 2018, et comportent des documents distincts pour la ZPH 34 et les ZPH 35 à 38.

Les évaluations les plus récentes du stock de la ZPH 34 utilisent les débarquements, l'indice du taux de capture du relevé au chalut du homard côtier (RCHC) et les taux de capture commerciale bruts comme principaux indicateurs de l'état du stock. Pour chaque indicateur principal, un point de référence supérieur (PRS) du stock a été défini en fonction des tendances historiques. Un point de référence limite (PRL) n'a été défini que pour l'indice des débarquements. Aucune orientation n'a été donnée quant à l'interprétation des signaux divergents entre les indicateurs et ce qui constituerait un changement dans l'état des stocks.

Les ZPH 35 à 38 sont actuellement évaluées comme une seule unité avec un ensemble unique d'indicateurs primaires de l'état des stocks. Ces indicateurs comprennent les débarquements, les taux de capture commerciale bruts et l'abondance totale selon le relevé d'été par navire de recherche du MPO. Chaque indicateur a un PRS défini en fonction des tendances historiques de la série chronologique. Seul l'indicateur des débarquements a un PRL. À l'instar des évaluations de la ZPH 34, aucune orientation n'a été donnée quant à l'interprétation des signaux divergents entre les indicateurs et ce qui constituerait un changement dans l'état des stocks.

Dans le présent cadre d'évaluation des stocks, les indicateurs de l'état du stock seront réexaminés et leurs méthodes d'estimation seront évaluées. Des renseignements généraux sur les sources de données disponibles seront fournis, ainsi que des descriptions détaillées des méthodes d'estimation de chaque indicateur. [Le code pour effectuer toutes les analyses](#) est disponible dans un dépôt GitHub [en anglais seulement]. Le présent cadre fournira de l'information sur les indicateurs écologiques et environnementaux, ce qui permettra d'appliquer progressivement une approche écosystémique aux évaluations des stocks.

Les indicateurs et les points de référence seront estimés séparément pour chaque ZPH. On sait qu'il existe probablement des liens entre les ZPH et les processus semblables ayant un effet sur la production; cependant, chaque ZPH est gérée séparément. Il est considéré comme plus prudent de fournir des indicateurs à l'échelle de chaque ZPH, car les tendances des indicateurs peuvent être masquées par les tendances dans les ZPH adjacentes si les ensembles de données sont combinés.

Comme le présent document sert de cadre pour plusieurs ZPH, des détails sur les sources de données, les analyses générales et les points de référence seront fournis dans la section d'introduction pour éviter les répétitions.

Ce document servira de référence pour les évaluations des stocks et les réponses scientifiques qui suivront les indicateurs et les points de référence acceptés qui y sont fournis.

SOURCES DES DONNÉES

Les données utilisées dans cette évaluation des stocks représentent un mélange de données dépendantes et indépendantes de la pêche. Les données indépendantes de la pêche proviennent d'un certain nombre de programmes d'échantillonnage mobile impliquant des chaluts de fond, des dragues et des transects de plongée sous-marine. Chacun de ces relevés couvre une partie de la superficie totale du stock. Les séries chronologiques les plus longues de données sur le homard dans ces ZPH proviennent de données dépendantes de la pêche. Un certain nombre de mises en garde doivent être formulées quant au fait de se fier à des données dépendantes de la pêche pour produire un avis sur l'état des stocks, car les séries chronologiques peuvent être influencées par des facteurs autres que les changements de l'abondance ou de la structure des stocks. Par exemple, les changements dans les mesures de gestion, les pratiques de pêche, les préférences ou la demande du marché, tous ces éléments influenceront les profils perçus dans les tendances. Dans les pêches du homard des ZPH 34 à 38, la cohérence des contrôles de l'effort de pêche depuis les 30 à 40 dernières années (nombre de permis, nombre de casiers par permis, etc.) apaise certaines des inquiétudes concernant l'utilisation de données dépendantes de la pêche pour décrire l'état des stocks.

Pour le présent cadre d'évaluation des stocks, les séries chronologiques les plus récentes de certaines sources de données n'ont pas été utilisées. Comme il s'agit d'un cadre d'évaluation des stocks, l'objectif de ce document était de décrire les méthodes d'évaluation de l'état des stocks qui ne reposent pas nécessairement sur les données les plus récentes. Il existe un certain nombre de programmes d'échantillonnage qui fournissent des composantes de données pour nous aider à comprendre les stocks de homard dans les ZPH 34 à 38. Dans les sections suivantes, nous décrirons la couverture de ces données, présenterons les résultats et expliquerons la raison de leur inclusion ou de leur omission dans les évaluations futures des stocks. À la suite du présent cadre, une évaluation des stocks sera effectuée à l'aide des données actuelles pour connaître l'état des stocks.

FACTEURS INDÉPENDANTS DE LA PÊCHE

Relevés au chalut de fond ou à la drague

Des relevés au chalut de fond ou à la drague ont été menés dans toute la région au cours de la majeure partie des 50 dernières années. À l'origine, plusieurs de ces relevés étaient conçus (statistiquement et par type d'engin) pour obtenir des indices d'abondance et de biomasse pour des espèces précises. Toutefois, au fil du temps, des renseignements sur l'abondance, la biomasse et, dans certains cas, la taille et le sexe du homard ont été recueillis. Dans d'autres relevés, les renseignements sur la taille et le sexe n'ont été recueillis qu'au cours des dernières années (détails ci-dessous).

Il est important de noter que les chaluts de fond et les dragues n'échantillonneront pas tous les habitats de façon égale. Les habitats rocheux et complexes ne seront pas bien échantillonnés avec les chaluts de fond, car ils peuvent perdre contact avec le substrat. Les limites des dragues, comme la saturation de l'engin et la hauteur par rapport au fond, auront une incidence sur les prises de homard. Étant donné l'affinité du homard pour les habitats complexes (Lawton

et Lavalli 1995), la probabilité de détection dans les chaluts est plus faible dans ces zones. Nous considérons donc que les indices d'abondance, de biomasse et de répartition générés par les séries de relevés au chalut sont des estimations prudentes. Cela dit, on suppose que les indicateurs générés par ces relevés sont affectés par les mêmes limites relatives aux engins et à l'échantillonnage tout au long de leurs séries chronologiques respectives et fournissent donc des indicateurs pertinents de l'état et des tendances de la population.

Relevé d'été au chalut par navire de recherche du MPO dans les Maritimes

Le relevé estival au chalut par navire de recherche du MPO dans les Maritimes (ci-après « relevé par NR ») couvre les parties du plateau néo-écossais situé au large des côtes (figures 2 et 4). Effectué chaque année depuis 1970, ce relevé utilise la même conception de relevé stratifié en fonction de la profondeur. L'allocation des calées est approximativement proportionnelle à la superficie de la strate. Le relevé a été conçu à l'origine pour fournir les tendances de l'abondance des poissons de fond à des profondeurs d'environ 50 à 400 m, mais il a fourni le nombre total de homards capturés pendant toute sa durée. De 1993 à 1995, seul le poids total du homard par calée a été enregistré lors du relevé. Pour ces années, le nombre total par trait a été estimé en utilisant le (poids total moyen) / (nombre total moyen) pour les cinq années précédant et suivant ces années. À partir de 1999, tous les homards ont été mesurés au millimètre près (LC) et leur sexe a été déterminé.

Des changements de navires et d'engins ont eu lieu au cours de la série chronologique des relevés par NR. Il y a eu des changements de navires en 1981 et de nouveau en 1982, passant du NR A. T. *Cameron* au *Lady Hammond*, puis au *Alfred Needler*, le navire de la Garde côtière canadienne (NGCC). Le *Alfred Needler* a effectué le relevé chaque année depuis 1982, à l'exception de 1991 quand une partie du relevé a été réalisée par le *Lady Hammond*, de 2004 et 2007 quand le NGCC *Teleost* a effectué le relevé, et de 2008 quand le relevé a été réalisé par le NGCC *Wilfred Templeman*. Lors du changement de navire de 1981, le chalut de fond, un *Yankee 36*, a été remplacé par un *Western IIA* (pour les spécifications du chalut, voir Carrothers 1988). Bien que des facteurs de conversion aient été élaborés pour certaines espèces (Fanning *et al.* 1985), le homard d'Amérique n'a pas été inclus dans l'analyse. La petite taille des échantillons de homards capturés lors de ces relevés suggère que l'analyse comparative n'aurait pas eu l'efficacité statistique nécessaire pour détecter des changements significatifs. Dans l'analyse présentée dans ce document, un facteur de correction a été appliqué pour tenir compte des différences d'écartement nominal des ailes entre le *Yankee 36* (10,7 m) et le *Western IIA* (12,5 m), pour effectuer tous les calculs de la superficie balayée sur la base des unités chalutées du *Western IIA*. Les traits de relevé ont été effectués à 3,5 nœuds pendant 30 minutes, ce qui a donné une distance balayée de 1,75 nm. Les taux de capture pour les traits qui s'écartaient de 1,75 nm ont été normalisés.

La figure 3 montre la répartition des prises de homards et l'abondance relative des prises par période. Les strates considérées comme représentant la zone du stock de la ZPH 34 comprenaient les strates 476, 481, 484, 485, 490, 491, 492 et 495. L'intersection de la zone totale des strates et des limites de la ZPH 34 de ce relevé représente 65,5 % de la ZPH totale.

Les strates examinées pour le stock de la ZPH 35 étaient les strates 490, 491, 494 et 495. L'intersection de la zone totale des strates et des limites de la ZPH 35 de ce relevé représente 42,7 % de la ZPH totale.

Les strates examinées pour le stock de la ZPH 36 étaient les strates 490, 491, 493, 494 et 495. L'intersection de la zone totale des strates et des limites de la ZPH 36 de ce relevé représente 69,9 % de la ZPH totale.

Les strates examinées pour le stock de la ZPH 38 étaient les strates 484, 491 492 et 493. L'intersection de la zone totale des strates et des limites de la ZPH 38 de ce relevé représente 69,3 % de la ZPH totale.

Bien que les limites des strates aient un chevauchement important avec les ZPH 35 à 38, il y avait peu de stations (< 20 par année; tableaux 3 à 6) dans chaque ZPH, ce qui indique que la valeur des indicateurs dérivés de ces données était limitée. Les indicateurs des ZPH 35 à 38 combinées seront présentés comme des indicateurs secondaires potentiels (voir ci-dessous). Cette série de relevés sera appelée « série du MPO ».

Relevés au chalut de fond du NEFSC

Les relevés au chalut de fond du *Northeast Fisheries Science Center* (NEFSC) sont effectués au printemps (mars à mai) et à l'automne (septembre à novembre). Ces relevés ont commencé à la fin des années 1960, mais seules les données de 1969 et des années suivantes seront utilisées.

Les deux relevés du NEFSC (printemps et automne) utilisent la même conception d'échantillonnage aléatoire stratifié en fonction de la profondeur et la même zone d'étude, qui s'étend du plateau néo-écossais au cap Hatteras, et comprend le golfe du Maine et le banc de Georges (figures 4 à 6). La plupart des strates sont subdivisées en unités d'échantillonnage afin d'obtenir une répartition plus homogène de l'échantillonnage dans la zone couverte par le relevé. L'allocation des stations est proportionnelle à la superficie de la strate. La taille (LC) et le sexe des homards ont été déterminés tout au long de la série chronologique du relevé.

Entre 1969 et 2008, des relevés ont été effectués à l'aide du NR *Albatross IV*, un chalutier à pêche arrière de 57 m de long; cependant, entre 1973 et 1994, certains relevés ont été effectués au moyen du NR *Delaware*, un chalutier à pêche arrière de 47 m. Pour la plupart des relevés de printemps et d'automne, un chalut à panneaux *Yankee 36* a été utilisé. Les traits de relevé ont été effectués à 3,5 nœuds pendant 30 minutes, ce qui a donné une distance balayée de 1,75 nm. Les taux de capture pour les traits qui s'écartaient de 1,75 nm ont été normalisés.

Depuis 2009, le NR *Bigelow* a réalisé les relevés de printemps et d'automne. Parallèlement à ce changement de navire, un nouveau chalut et de nouveaux protocoles de pêche ont été adoptés. Le nouveau chalut est un chalut de fond à quatre faces (NEST), qui est remorqué à une vitesse de 3 nœuds pendant 20 minutes, ce qui donne une distance moyenne remorquée de 1 nm. De nombreuses comparaisons de navires et de chaluts ont été effectuées, car le changement sur le plan des prises était important. Des coefficients de calibrage des navires basés sur la taille des homards ont été appliqués aux prises de homards de plus de 50 mm (Jacobson et Miller 2012), ce qui a permis d'obtenir tous les taux de prises en équivalents du *Bigelow*.

La répartition des prises de homard et l'abondance relative des prises par période sont indiquées dans les figures 5 et 6, représentant les relevés de printemps et d'automne, respectivement.

Les strates considérées comme faisant partie du stock de la ZPH 34 comprenaient les strates 1 340, 1 330, 1 360, 1 351 et 1 352. La strate 1 310 était à l'origine incluse dans les relevés du NEFSC, mais n'a pas été régulièrement échantillonnée au cours des dix dernières années et a donc été exclue des estimations de toutes les années (figures 5 et 6). La superficie totale des strates dans la ZPH 34 issue de ce relevé représente 65,2 % de la superficie totale de la ZPH 34.

Les ZPH 35 et 36 n'ont pas été échantillonnées dans le cadre des relevés du NEFSC, et on a complété très peu de stations chaque année dans la ZPH 38 (tableaux 3 à 6); ces relevés ne seront donc pas utilisés pour générer des indicateurs dans ces ZPH. Ces relevés pour la

ZPH 34 seront appelés NPrin et NAut pour les relevés du printemps et de l'automne respectivement.

Relevé au chalut du homard côtier (RCHC)

Le relevé au chalut du homard côtier (RCHC) a commencé en 1995 sous la forme d'un relevé effectué par la flottille sous quotas individuels transférables (QIT) afin d'obtenir des renseignements sur l'abondance de la morue, de l'aiglefin et de la plie rouge dans les zones côtières non échantillonnées dans le relevé annuel au chalut par NR. Depuis le début, le relevé des QIT a permis de recueillir des données sur le homard, particulièrement dans la ZPH 34. Le relevé des QIT a enregistré les nombres de homards depuis 1996 et, à partir de 2005, des données plus détaillées sur le homard (taille, sexe) ont été recueillies dans le cadre du protocole d'échantillonnage. Le relevé des QIT était un relevé effectué à partir de stations fixes qui commençait en juillet chaque année. Avant le début du relevé, une grille fixe de polygones a été définie et les participants de l'industrie ont choisi l'emplacement d'une station dans chacun des polygones (figure 7). Ces stations devaient ensuite faire l'objet d'un chalutage dans le cadre de futurs relevés. Il y avait 180 stations dans la division 4X de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO); de ce nombre, 50 à 60 ont été échantillonnées dans la ZPH 34 chaque année de 1995 à 2012. L'engin était un chalut ballon 280 (bourrelet « sauteur de roche » témoin de 14 pouces, doublure de 1 ¼ pouce du cul du chalut) avec un écartement entre les ailes d'environ 17 m (55 pi). Les traits de chalut étaient d'une longueur d'un mille marin (1,85 km) et duraient généralement 20 minutes. Ainsi, la superficie approximative balayée par trait était de 31 450 m².

En 2016, des essais d'engins ont été effectués pour évaluer l'efficacité potentielle du *National Marine Fisheries Service Ecosystem Survey Trawl* (NEST) pour le RCHC. Le NEST est actuellement utilisé dans les relevés du NEFSC et sera probablement adopté pour les futurs relevés des NR du MPO également. Les facteurs de correction pour la conversion des prises du chalut ballon 280 en équivalents NEST ont été estimés à l'aide d'un modèle binomial bêta à inflation nulle. L'allocation des calées actuelle pour la ZPH 34 est fournie dans le tableau 3. La fréquence des longueurs des homards capturés dans le cadre de ce relevé se trouve à l'annexe A, pour la période où le chalut ballon a été utilisé (figure A.1) et depuis que le chalut NEST a été adopté (figure A.2).

Relevés de la pêche du pétoncle à la drague

Des relevés visant les pétoncles géants ont été effectués chaque année depuis le début des années 1980 pour en évaluer l'abondance (Sameoto *et al.* 2012, Smith *et al.* 2012). Ces relevés ont commencé dans la baie de Fundy en 1981 et ont été étendus à la zone au large du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse en 1991. Les relevés dans la zone de pêche du pétoncle (ZPP) 29 ont commencé en 2001. L'engin de relevé est constitué de plusieurs dragues (« dragues Digby »); une comparaison de deux types de dragues à pétoncles n'a révélé aucune différence dans le taux de capture, normalisé par zone balayée (Smith *et al.* 2013). Les traits de chalut durent 8 minutes à 2,5 à 3,5 nœuds. Les prises de pétoncles et d'autres espèces sont normalisées à une longueur de trait de 800 m et à une largeur de trait de 17,5 pi (5,334 m) pour une superficie balayée de 4 267 m². Bien les traits pour les pétoncles couvrent des superficies beaucoup plus petites que celles des traits des relevés par NR et des relevés au chalut du homard côtier, ils sont beaucoup plus nombreux. Par exemple, de 2006 à 2018, il y a eu 4 574 traits pour les pétoncles dans la ZPH 34 (tableau 3 à 6). Les homards sont capturés en tant que prises accessoires dans un sous-ensemble de stations et sont mesurés avant d'être remis dans l'océan. Les pétoncles se trouvent habituellement sur les fonds marins en gravier, un habitat qui n'est pas favorisé par les homards (Tremblay *et al.* 2009), mais les deux espèces

se chevauchent dans certaines zones. Des relevés des pétoncles sont effectués dans chaque ZPH de 34 à 38, mais ils ne couvrent pas toutes les ZPH (figure 9). Le calendrier des relevés des pétoncles a changé au fil du temps. Ils sont menés principalement en juin pour la zone de production de pétoncles (ZPP) 3 (dans la partie nord de la ZPH 34), principalement en juillet pour la baie de Fundy (ZPH 35 et 36), en août autour de l'île Grand Manan (ZPH 38) et en septembre pour la ZPP 29 (dans la partie sud de la ZPH 34; figure 9). Les relevés des pétoncles effectués avant juillet peuvent être considérés comme des relevés avant la mue; ceux de juillet et d'août chevauchent la période de mue du homard. Cela ressort clairement lorsqu'on compare les données sur la fréquence des tailles des relevés des pétoncles dans la ZPP 3 menés en juin avec celles des relevés dans la ZPP 29 menés en septembre (figures A.3 et A.4). Les relevés de juin dans la ZPH 34 sont effectués après la pêche et avant la mue et montrent que la majeure partie de la distribution de la taille se trouve juste sous la taille réglementaire, tandis que les relevés effectués en septembre dans la ZPH 34 montrent que de nombreux homards ont récemment mué et sont maintenant de taille réglementaire. La fréquence des tailles des homards capturés dans les relevés des pétoncles dans les ZPH 35 à 38 est également présentée dans les figures A.5 à A.7.

Les résultats de ces relevés seront appelés ZPP3, ZPP29, BF35, BF36 et GM38.

Relevé au casier sur le recrutement

La *Fishermen and Scientist Research Society* (FSRS) est un organisme partenaire soucieux de la durabilité à long terme des pêches en milieu marin au Canada atlantique. Ses membres coordonnent un projet de casiers de recrutement auquel participent des pêcheurs bénévoles qui font le suivi des homards capturés dans les casiers du projet. Les participants au projet sont installés sur la côte Atlantique de la Nouvelle-Écosse, et les emplacements des casiers sont indiqués sur la figure 9. Le nombre de participants a varié dans le temps, mais en 2018, 18 étaient actifs dans les ZPH 34 et 2 dans la ZPH 35 (tableau 8). La ZPH 36 fait actuellement l'objet d'un projet pilote sur les casiers de recrutement de la FSRS, mais ce projet n'a pas été mis en œuvre dans la ZPH 38. Les données enregistrées comprennent la longueur de la carapace, le sexe et la présence d'œufs externes pour tous les homards capturés dans des casiers normalisés chaque jour pendant la pêche commerciale. Les durées d'immersion sont généralement d'une journée, sauf l'hiver. Les casiers en fil de fer de la FSRS ont été modifiés de manière à retenir davantage les prérecrues que les casiers commerciaux, notamment grâce à un maillage plus petit (2,5 cm), à des anneaux d'entrée plus petits (12,5 cm) et à l'absence d'évents d'échappement. Ainsi, ces casiers modifiés donnent une meilleure indication de l'abondance des prérecrues que les casiers commerciaux. La conception des casiers de la FSRS est la même dans toute la zone d'étude afin de permettre une comparaison normalisée entre les zones où l'on peut pêcher avec des pièges commerciaux de conception différente. Les casiers sont installés au même endroit tout au long de la saison par les pêcheurs; cependant, dans certaines régions, les pêcheurs déplaceront des casiers commerciaux sur des distances considérables pendant la saison de pêche, et ils déplaceront aussi parfois les casiers de la FSRS. Dans ce cas, les changements de lieu sont notés et consignés dans la base de données. Les casiers sont équipés d'enregistreurs de température qui fournissent des données sur les températures au fond (Tremblay *et al.* 2007). Les carapaces des homards sont mesurées à l'aide de la jauge de la FSRS. Les groupes de taille tels que mesurés par les jauges de 1996 à 2003 et de 2003 à ce jour sont reproduits dans le tableau 7. Les groupes de taille 8 et 9 sont par tranches de 5 mm pour donner une indication claire du nombre de homards juste en dessous de la limite de taille réglementaire. La fréquence de la taille relative des homards capturés dans les casiers de la FSRS est présentée pour les ZPH 34 et 35 dans les figures A.8 et A.9.

Les casiers de recrutement de la FSRS ont eu une couverture spatiale constante dans la ZPH 34 pendant toute la durée du projet, mais la couverture dans la ZPH 35 a été très faible ces dernières années.

Étude par plongée sous-marine à Flagg Cove

Un relevé du homard par plongée sous-marine a été effectué à Flagg Cove (N.-B.) entre 1989 et 2015 dans le but de fournir un indice indépendant de la pêche de la densité du homard et des femelles œuvées. La *Grand Manan Fishermen's Association* (GMFA) a participé activement à ce programme et a fourni les données de ce relevé. La zone est reconnue comme un important lieu d'agrégation pour le homard œuvé, d'après les données des relevés par piégeage et par plongée de 1982 (Campbell 1990). Les transects de plongée sont déployés perpendiculairement au rivage à partir de la laisse de basse mer et s'étendent vers le large avec des profondeurs maximales allant jusqu'à 20 m. Les plongeurs ont enregistré la longueur de la carapace et le sexe de tous les homards trouvés à moins de 1 m de chaque côté du transect (Robichaud et Pezzack 2007). Pour le présent rapport, les données de 1989 à 2015 ont été incluses, mais aucune donnée n'était disponible pour 1996, 2009, 2010, 2012 et 2013.

FACTEURS DÉPENDANTS DE LA PÊCHE

Données sur les débarquements et l'effort

Les données sur les débarquements présentées ici représentent une combinaison d'ensembles de données. Les données sur les débarquements des ZPH 34 à 38 rapportées ici proviennent de sources multiples, comme l'indiquent Tremblay et ses collaborateurs (2013) et, dans la mesure du possible, des normalisations ont été mises en œuvre. De 1892 à 1946, les débarquements ont été classifiés par année civile et par comté (Williamson 1992). Les comtés de Yarmouth et de Digby ont été utilisés pour la ZPH 34 (figure 10), reconnaissant que certains débarquements pour la ZPH 34 auraient été attribués à Shelburne. Les comtés ne s'alignaient pas bien sur les ZPH 35 à 38 et, par conséquent, les débarquements historiques n'ont pas été attribués à ces ZPH.

De 1947 à 1974, les débarquements ont été classifiés par district statistique et par année civile. À partir de 1975, les débarquements étaient disponibles en fonction de l'année civile et de la saison de pêche (qui s'étend sur deux années civiles de l'automne de l'année 1 jusqu'au printemps/été de l'année 2). En 1995, un changement a été apporté au système de déclaration obligatoire des prises, passant de la présentation des bordereaux de vente des négociants à l'envoi par chaque pêcheur de rapports mensuels sur les prises et les transactions. Ces rapports sur les prises et les transactions fournissaient des renseignements sur les prises quotidiennes par port et par date de débarquement.

Au début de la saison de pêche de 1998, les pêcheurs de la ZPH 34 ont adopté un système élargi de déclaration des prises et des transactions, appelé « Rapport de prises et de transactions », qui les obligeait à fournir des estimations des prises et de l'effort quotidiens en faisant référence à un système de quadrillage de 10 minutes x 10 minutes. Le poids mesuré des homards débarqués a été déclaré dans la partie « Bordereau de pesage » de ces journaux de bord. Les prises et l'effort référencés par quadrillage de ces journaux de bord ont fourni les premiers débarquements géoréférencés et la répartition de l'effort dans la ZPH 34. Le système par quadrillage a par la suite été mis en œuvre dans les ZPH 35 à 38 et était pleinement utilisé en 2005.

Pour le présent cadre, toutes les données sur les débarquements antérieures à 1975 ont été obtenues à partir d'un rapport manuscrit (Williamson 1992). Les données de 1975 à 1996 ont

été obtenues à partir des tableaux *Legacy Data Oracle* par port et district de pêche du homard. Les données de 1997 à 2001 ont été obtenues de la partie « Bordereau de pesage » en format ZIFF (*Zonal Interchange File Format*) et des tableaux Oracle d'estimation par district de pêche du homard. De 2002 à aujourd'hui, les débarquements déclarés par ZPH ont été tirés de la partie « Bordereau » de la base de données du Système d'information sur les pêches maritimes (SIPMAR) qui représente la quantité réelle de homards vendus à une date donnée. Lorsque l'effort ou les lieux sont inclus, les données ont été tirées de la partie « Journal de bord » de la base de données du SIPMAR. Ce sont les données que le pêcheur déclare pour chaque jour de pêche et les débarquements de cette partie sont des estimations. Dans la plupart des cas, la différence entre le total des données des bordereaux et des données des journaux de bord est minime. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces différences entre les déclarations des bordereaux et des journaux de bord. Il s'agit notamment de débarquements illicites, de débarquements non déclarés, de fausses déclarations générales, de non-déclaration d'activités de pêche nulle, etc.

Les journaux de bord actuels de la pêche côtière ont fourni des renseignements sur la date, le lieu (par cellule de grille), l'effort, les jours d'immersion et les prises estimées. Ils renseignent également sur l'empreinte de la pêche exprimée en termes de taux de capture commerciale, de capture par unité d'effort [CPUE] (figure 11), d'effort (figure 12) et de débarquements (figure 13) pour chaque cellule de grille déclarée.

Les changements apportés aux systèmes de déclaration en 1996 et de 1998 à 2005 peuvent influencer sur l'exactitude et l'exhaustivité des débarquements. Les débarquements antérieurs à 1996, fondés sur les bordereaux de vente, peuvent avoir omis une partie des prises vendues directement aux consommateurs ou aux États-Unis. On ne connaît pas l'ampleur de cette sous-estimation. Les débarquements effectués après 1996, déclarés directement par les pêcheurs, devraient être plus complets; toutefois, aucune analyse n'a été effectuée pour déterminer si les rapports étaient exhaustifs ou exacts. Par conséquent, les changements observés depuis 1996 doivent être considérés à la lumière du changement des méthodes de déclaration.

Les prélèvements de homard par d'autres moyens que la pêche commerciale sont partiellement documentés ou non documentés, mais on les considère comme faibles par rapport à la pêche commerciale. Les débarquements déclarés par la pêche commerciale dans les ZPH 34 à 38 ont tous atteint, ou presque, des sommets historiques entre 2015 et 2018 (figure 14).

Le MPO accorde actuellement un accès à la pêche au homard à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR) à 17 groupes autochtones dans la région des Maritimes. Chacun de ces permis comporte des exigences en matière de rapports au MPO. Les données sur les prises ASR fournies dans le cadre de ce processus de déclaration varient d'une communauté à l'autre et les données reçues ne sont pas fournies dans un format uniforme. Nous travaillons avec nos partenaires autochtones pour améliorer la qualité et l'uniformité des données que nous recevons.

Observations en mer

Les échantillons en mer permettent de recueillir des informations sur les prises effectuées au cours des opérations normales de la pêche commerciale. Cette source de données renseigne également sur les prises accessoires non conservées (ci-après « prises accessoires ») dans la pêche du homard. Pour le homard, les données recueillies comprenaient la longueur de la carapace, le sexe, la présence d'œufs et leur stade, la dureté de la carapace, les homards manchots et ceux qui portent une encoche en V, ainsi que le nombre, l'emplacement et la profondeur des casiers.

La fréquence et la répartition de l'échantillonnage ont varié au cours de l'historique des pêches dans les ZPH 34 à 38. Ces ZPH ont été échantillonnées sporadiquement dans le cadre de projets stratégiques, en particulier un projet en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), lancé pour couvrir de nombreuses ZPH et caractériser les prises accessoires dans la pêche du homard. En 2018, un projet normalisé de collecte de données en mer a été mis à l'essai dans les ZPH 33 à 35. Les fréquences de tailles tirées des données disponibles dans les ZPH 34 à 38 sont présentées dans les figures A.10 à A.15.

Pour le cadre actuel, nous n'évaluerons ni n'élaborerons d'indicateurs à partir des données échantillonnées en mer, car très peu d'échantillons ont été recueillis depuis le dernier cadre, sauf pour ce nouveau projet pilote. D'autres analyses seront effectuées après l'achèvement du projet pilote.

ANALYSES

INDICATEURS INDÉPENDANTS DE LA PÊCHE

Relevés aléatoires stratifiés

Pour chaque relevé aléatoire stratifié, des indices fondés sur l'abondance, la biomasse et la taille ont été estimés, en tenant compte du schéma de pondération des strates selon les méthodes traditionnelles de Cochran (1982), avec des intervalles de confiance estimés au moyen de la méthode bootstrap avec remplacement (Smith 1997). Les indicateurs pour lesquels des détails plus précis étaient nécessaires sont fournis ci-dessous.

Pour chaque relevé, les limites des strates ont été croisées avec le polygone de la ZPH ou du groupe de ZPH visé, et seules les stations qui font partie de la ZPH ont été utilisées. Dans le cadre des analyses stratifiées, la taille des échantillons annuels utilisés pour l'estimation de l'indicateur précis (c'est-à-dire le nombre total de homards observés) a été fournie.

Efficacité du relevé

La pertinence des strates de relevés pour définir les tendances de l'abondance du homard a été soulevée régulièrement (Pezzack *et al.* 2015). Une analyse a été menée afin de déterminer l'efficacité du plan de stratification pour les relevés du MPO et les relevés de printemps et d'automne du NEFSC pour chaque ZPH. En général, les relevés aléatoires stratifiés sont conçus de façon à ce que les variances entre les strates soient supérieures à celles au sein des strates. Cette stratégie devrait accroître l'efficacité du relevé par rapport à un relevé aléatoire simple, car une partie de la variance devrait être prise en compte par un choix approprié des caractéristiques des strates. Si l'on choisit des strates qui ne caractérisent pas la répartition de l'espèce, il y aura une amélioration minimale de la variance comparativement à un relevé aléatoire simple. L'efficacité de chaque conception de relevé a été déterminée à l'aide des méthodes de Smith et Gavaris (1993). En bref, cette méthode évalue le changement de la variance estimée si les données de relevé ont été analysées en tant que relevé aléatoire stratifié, comparativement à l'estimation si le relevé a été analysé en tant que relevé aléatoire simple. L'estimateur de la différence entre les variances peut être davantage réparti dans les gains en fonction du plan de stratification et en fonction de la méthode d'allocation. Les gains d'efficacité du plan des strates peuvent être positifs, négatifs ou nuls, selon que la stratification améliore les estimations des variances ou n'offre aucune amélioration, respectivement. De même, l'efficacité de la méthode d'allocation peut être négative ou positive si la méthode d'allocation est essentiellement arbitraire, ou si elle s'approche de l'allocation optimale,

respectivement. Toutes les analyses de l'efficacité des relevés ont été effectuées à l'aide de données sur l'abondance. Les analyses se sont limitées à la période de 1999 à 2018 afin de s'assurer que les taux de capture étaient suffisamment élevés pour permettre l'élaboration d'estimations de la variance raisonnables à partir desquelles ces analyses ont été effectuées.

Aire d'occupation pondérée

L'abondance totale des homards a été utilisée pour définir les changements de répartition. Aucun filtrage des données basé sur le sexe ou la taille n'a été effectué. Les estimations annuelles de la répartition spatiale du homard à partir de chaque relevé ont été déterminées en utilisant l'aire d'occupation pondérée du relevé (DWAO) :

$$DWAO = \sum_{i=1}^n a_i I \text{ où } I = \begin{cases} 1 & \text{if } y_i > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

où n est le nombre de traits de chalut de l'année du relevé, y_i est le nombre de homards capturés au trait i , et a_i est la superficie de la strate échantillonnée par le trait i divisée par le nombre de calées réalisées dans la strate (Smedbol *et al.* 2002). L'aire d'occupation pondérée a été exprimée en km^2 pour chaque relevé. Il importe de noter qu'en raison des différences de superficie totale de chaque relevé, les estimations de l'aire d'occupation pondérée ne seront comparables qu'au sein d'un même relevé.

Inégalité de la répartition

L'inégalité de la répartition a été estimée à l'aide du coefficient de Gini, qui a été utilisé comme indice de dispersion pour les taux de capture (Myers et Cadigan 1995). Plus précisément, le coefficient de Gini quantifie la différence de l'aire entre les courbes de Lorenz de la proportion cumulative triée de la zone totale et la proportion cumulative de la capture totale par rapport à la fonction d'identité $(0,0) \rightarrow (1,1)$. Si les homards étaient répartis de manière identique dans toutes les strates, la courbe de Lorenz constituerait la fonction d'identité. En général, les densités ne sont pas uniformes dans l'espace et la courbe de Lorenz présente une relation convexe caractéristique, car certaines strates fournissent des proportions plus importantes de la densité cumulée. Le coefficient de Gini quantifie la différence entre la courbe de Lorenz et la fonction d'identité, et représente une mesure de l'inégalité de la répartition (Gini 1909). Un coefficient de Gini élevé peut être observé avec n'importe quel niveau d'abondance, mais est plus susceptible de se produire avec une faible abondance, lorsque de petites zones d'abondance relativement élevée peuvent persister. Quoi qu'il en soit, le coefficient de Gini fournit une mesure de l'inégalité de la répartition à partir des données fournies.

L'abondance totale de homards par trait de chalut sur l'ensemble de la série chronologique a été utilisée pour élaborer les courbes de Lorenz et estimer les coefficients de Gini. Pour estimer le coefficient de Gini par année et par relevé, on a estimé l'abondance totale du homard (x_h) dans les strates (h), comme suit :

$$x_h = \frac{\sum_{i=1}^n x_{hi}}{n} \times A_h$$

où n représentait le nombre total de calées dans une strate, x_{hi} était l'abondance observée dans chaque trait de chalut (corrigée en fonction de la distance chalutée) et A_h était la superficie de la strate. Les x_h ont ensuite été ordonnées de telle sorte que $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_N$, N représentant le nombre total de strates du relevé. Les A_h correspondants ont été ordonnés sur la base des indices des x_h ordonnés. La courbe de Lorenz était la ligne joignant la somme cumulative de la

surface ordonnée ($p_a = \frac{\sum_{h=1}^N A_h}{\sum A_h}$) sur l'axe des x et la proportion cumulative de l'abondance totale ($p_x = \frac{\sum_{h=1}^N x_h}{\sum x_h}$) sur l'axe des y (Myers et Cadigan 1995). Le coefficient de Gini a été défini comme le double de l'aire comprise entre la fonction d'identité et la courbe de Lorenz, les valeurs les plus élevées représentant des répartitions inégales.

Analyse spatiale des données du relevé au chalut du homard côtier – ZPH 34

Bien qu'il s'agisse d'un relevé en stations fixes, la couverture spatiale et l'allocation des stations dans le RCHC ont varié au cours de certaines années. C'est le résultat de l'évolution des priorités en ce qui a trait à l'échantillonnage du homard, mais cela pose un problème lorsqu'on utilise les séries chronologiques de l'abondance du homard comme indicateur de l'état des stocks. Par le passé, des stations-repères étaient utilisées pour tenir compte de l'ajout et de l'abandon de stations dans la conception fixe (Pezzack *et al.* 2015). Cette approche ne permet pas d'utiliser au mieux les données recueillies. Une approche géospatiale a été utilisée pour tenir compte de la variabilité de la couverture spatiale tout en incluant toutes les stations qui ont été échantillonnées au cours d'une année donnée. Plusieurs modèles additifs généralisés (MAG) ont été évalués pour prévoir l'abondance et la biomasse du RCHC. En raison de la nature ininterrompue et de l'inflation nulle de la densité du homard du relevé au chalut, deux répartitions ont été mises à l'essai. On a d'abord utilisé un modèle à deux phases, souvent appelé modèle à obstacles ou delta, où un modèle binomial est ajusté aux données sur la présence et l'absence et un modèle lognormal est ajusté aux données positives sur les prises. La deuxième approche utilisait la distribution de Tweedie, qui suppose que la densité observée suit une distribution composée Poisson-Gamma (CPG) avec des densités de homards résultant d'une biomasse précise suivant une distribution Gamma, et la probabilité d'attraper les concentrations suit une distribution de Poisson. L'approche CPG permet la possibilité de prises nulles et très élevées dans le même modèle. Les deux modèles ont souvent été utilisés pour les données sur les pêches (Lecomte *et al.* 2013, Jannot et Holland 2013).

L'influence des covariables temporelles, spatiales et de profondeur a été explorée pour les deux répartitions. Dans chaque modèle, l'*année* a été incluse comme facteur, ce qui permet une estimation libre des effets annuels plutôt que de laisser entendre une autocorrélation temporelle. La *profondeur* a été incluse comme une fonction spline de type plaque mince et les effets spatiaux ont été modélisés en coordonnées planes comme une fonction spline de type plaque mince avec une pénalité sur l'espace nul. La spline spatiale était limitée à 100 nœuds. Des diagnostics de modèle ont été réalisés pour chaque exécution du modèle. La capacité prédictive de chaque modèle a été explorée à l'aide de la validation croisée Monte Carlo avec l'erreur quadratique moyenne (EQM) comme statistique sommaire.

Pour tous les indicateurs, le modèle CPG incluant l'*année*, la *profondeur* et l'*espace*, présentait le plus faible critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé pour le nombre de paramètres ainsi que la meilleure capacité prédictive, comme décrit par l'EQM la plus basse ayant fait l'objet d'une validation croisée (les résultats sont indiqués seulement pour le modèle d'abondance totale; tableau 9) avec ajustements lisses illustrée à la figure 15. Cette structure de modèle commune a été utilisée pour élaborer les indices du RCHC.

INDICATEURS DÉPENDANTS DE LA PÊCHE

Taux de capture commerciale

Les taux de capture sont un indicateur privilégié par rapport aux données sur les débarquements, car ils sont normalisés pour tenir compte du niveau de l'effort de pêche, ce qui

est particulièrement important dans le cas des pêches régies par le niveau d'effort. Les débarquements peuvent suivre la tendance de la biomasse globale lorsque l'effort est constant dans le temps. Dans les situations où l'effort est modifié par des mesures de gestion directes ou d'autres facteurs tels que des tempêtes majeures, le total des débarquements peut diminuer simplement en raison de la réduction de l'effort, et non en raison de la diminution de la biomasse disponible pour la pêche.

Les taux de capture peuvent toutefois varier au cours de la saison de pêche en raison des changements dans la biomasse et la capturabilité, qui peuvent être intégrés dans les modèles de taux de capture. La biomasse, processus sous-jacent à cet indicateur, change au fil du temps, à mesure que les homards sont recrutés au sein de la population exploitable (généralement entre les saisons de mue) et en cours de saison, lorsqu'ils sont prélevés par la pêche. La capturabilité peut varier en fonction du comportement dû aux changements de température au cours de la saison.

Les données servant à évaluer les taux de capture proviennent principalement de journaux de bord obligatoires qui n'ont été mis en place qu'au milieu des années 2000. La série chronologique des journaux de bord obligatoires a été complétée dans la mesure du possible par des journaux de bord volontaires. Des données supplémentaires sur les taux de capture ont été recueillies à partir d'études historiques. Dans certains cas, il n'y avait pas suffisamment de renseignements sur les collectes de données historiques, mais on disposait habituellement de registres quotidiens des débarquements totaux et de l'effort (casiers levés) de plusieurs bateaux dans plusieurs ports de la ZPH. Pour la ZPH 34, Paloheimo (1963) fournit une description des collectes de données. Dans la ZPH 34, des données sur les débarquements et l'effort étaient disponibles pour Port Maitland, Clarks Harbour, Abbots Harbour, Little River et l'île Seal. La ZPH 38 comportait des données historiques sur Seal Cove, North Head et l'île Ingalls (Grand Manan). Seules les années où plus de 30 registres de prises et d'effort quotidiens ont été consignés ont été incluses dans les chiffres (figure 16).

Les données sur la température au fond n'étant pas disponibles dans les journaux de bord, elles ont été prédites à partir du modèle de température décrit ci-après dans la section sur la modélisation de la simulation. Les prévisions de température étaient basées sur la date et la profondeur de pêche et la ZPH. Les données sur la profondeur n'étaient pas disponibles dans les journaux de bord et les données de localisation qui pouvaient servir à attribuer la profondeur n'étaient fournies que par les cellules de grille, qui ont tendance à être larges et à englober une variété de profondeurs. Les profondeurs ont été assignées aux enregistrements des journaux de bord d'après la profondeur moyenne dans chaque cellule de grille où elle était indiquée.

Les taux de capture commerciale ont été modélisés séparément pour chaque ZPH à l'aide de modèles linéaires généralisés où le poids indiqué dans chaque enregistrement de journal de bord a subi une transformation logarithmique et une compensation par le journal de bord des casiers levés avec comme facteurs le jour de la saison, la température au fond prévue et l'année. Le terme *année* a été traité comme un facteur pour permettre une estimation libre de la variabilité interannuelle plutôt que de forcer les signaux annuels vers la moyenne. Cela a été fait parce que le recrutement annuel de homard peut présenter une grande variabilité.

La densité des données dans les enregistrements des journaux de bord a rendu la prise en compte du navire comme un effet aléatoire insoluble par calcul. Différentes formulations de la température et du jour de la saison ont été mises à l'essai et celle qui présentait le plus faible critère d'information d'Akaike (CIA) comprenait à la fois la température et le jour de la saison et leur interaction (tableau 10). Cette formulation du modèle a été appliquée à chaque ZPH individuellement, et l'indice annuel était la CPUE prévue le premier jour de la saison, à la température moyenne qui est ordinairement enregistrée ce jour précis.

On peut voir la CPUE quotidienne prévue, en supposant une température moyenne pour cette journée, superposée aux enregistrements individuels de la CPUE à la figure 17. La ligne rouge, qui indique la CPUE quotidienne prévue, commence à un niveau élevé dans chaque ZPH et diminue de façon exponentielle à l'approche de l'hiver. De plus, dans chaque ZPH, la CPUE quotidienne prévue commence à augmenter de nouveau au printemps à mesure que les températures de l'eau commencent à réchauffer. Les points bleus de ce graphique représentent l'indice annuel, prédit à une température moyenne pour la série chronologique le premier jour de la saison au lieu de la température moyenne pour cette année. Dans les années où la température du premier jour de la saison était plus élevée que la moyenne, la ligne rouge commence plus haut que le point bleu et lorsque la température du premier jour de la saison était plus froide que la moyenne, le point bleu est plus haut. Comme les températures de l'eau ont eu tendance à être plus chaudes ces dernières années, il s'agit d'une correction importante à apporter pour s'assurer que l'indice n'est pas trop optimiste. La série chronologique de la CPUE modélisée pour chaque ZPH est présentée à la figure 18 et aux tableaux 11 à 14.

Taux de capture de la FSRS

Le relevé au casier de recrutement de la FSRS fournit des renseignements sur l'abondance des homards de taille inférieure à la taille réglementaire. Les indices de l'abondance des recrues ont été définis comme des homards de taille inférieure à la taille réglementaire mesurant de 71 mm à la TRM (code de taille 8, 9, 10 de la FSRS et petit homard indiqué). Comme pour les données sur la CPUE commerciale, d'autres facteurs que l'abondance peuvent influencer la capture des homards dans les casiers, comme la température et l'épuisement des homards de taille réglementaire. Le taux de capture des homards de taille inférieure à la taille réglementaire dépend également des interactions comportementales avec les homards plus gros. Les petits homards sont moins susceptibles d'entrer dans un casier où des homards plus gros se trouvent déjà. Les données sur la température sont disponibles directement à partir des enregistreurs de température sur les casiers; il n'est donc pas nécessaire de se fier au modèle de température pour les obtenir.

Des modèles ont été mis au point pour normaliser les taux de capture de la FSRS. Une approche bayésienne a été mise en œuvre à l'aide du progiciel *R stanarm* (*Stan Development Team, 2016*) afin de caractériser les intervalles crédibles de la série chronologique prévue qui servirait d'indicateur. Trois modèles ont été ajustés dans chaque ZPH pour le nombre de recrues. Nous avons supposé que les réponses suivaient une distribution binomiale négative et que le nombre de casiers provenant des journaux de bord servait de correction de prévision. Pour les catégories de taille inférieure à la taille réglementaire et de recrues, les prédicteurs du taux de capture comprenaient la température, le nombre de homards de taille réglementaire capturés et l'année. Pour les homards de taille réglementaire, les prédicteurs étaient la température, le jour de la saison et l'année. Nous avons utilisé les modèles ainsi obtenus pour prédire le nombre de homards (pour chaque catégorie de taille) par casier pour chaque zone et chaque année au milieu de la saison avec une température fixée à 5 °C. Pour les modèles de la catégorie de taille inférieure à la taille réglementaire, le nombre de homards de taille réglementaire inclus dans les prédictions était de trois.

Indicateurs de l'exploitation

Changement de proportions en continu

Les méthodes du changement de proportions donnent des estimations des paramètres de la population fondées sur les variations des proportions observées des composantes de la population. L'estimation de l'exploitation à l'aide de la méthode du changement de proportions repose sur la définition et le suivi de deux composantes (ou plus) de la population, soit une

composante de référence (non exploitée) et une composante exploitée. Selon la prémisse de cette méthode, la proportion d'individus de référence dans la population augmentera avec les prélèvements cumulés de la composante exploitable. Les méthodes traditionnelles du changement de proportions font appel à des programmes de surveillance discrets au début et à la fin des saisons de récolte pour estimer les taux de prélèvement en décrivant les changements dans les proportions de ces composantes (Paulik et Robson 1969). Reconnaissant la sensibilité inhérente de cette méthode à la qualité de l'information recueillie à ces deux moments, Claytor et Allard (2003) ont élaboré une méthode du changement de proportions en continu qui utilise des échantillons obtenus tout au long de la saison de récolte pour mettre à jour les estimations de l'exploitation au fur et à mesure que de nouveaux renseignements deviennent disponibles.

Les estimations de l'exploitation selon la méthode du changement de proportions en continu ne tiennent pas compte du taux de récolte sur l'ensemble de la population, puisque seules les composantes de la population sont comparées. Bien que les catégories de taille choisies pour la composante exploitable représentent une grande partie des débarquements de la pêche, les taux d'exploitation estimés ici seront considérés comme des indices d'exploitation plutôt que comme des estimations absolues.

Les hypothèses implicites de la méthode du changement de proportions en continu sont les suivantes : 1) la population est fermée, 2) le rapport de capturabilité des deux composantes est constant, 3) le rapport de capturabilité des casiers de surveillance et des casiers commerciaux est constant et 4) l'effort de surveillance est directement proportionnel à l'effort de capture.

L'hypothèse 1, selon laquelle la population est fermée, peut être enfreinte dans cet ensemble de données, en fonction du niveau de densité des données et de la représentativité spatiale. Selon des études menées ailleurs, la deuxième hypothèse, la capturabilité constante entre la classe de référence et la classe exploitable, n'est pas toujours respectée, car on a documenté des interactions négatives entre des catégories de taille dans un casier (Zeigler *et al.* 2002). Cependant, d'après Tremblay et ses collaborateurs (2011), de légères différences de longueur de carapace entre les groupes de taille peuvent réduire les interactions négatives, validant ainsi cette hypothèse. Claytor et Allard (2003) ont examiné la sensibilité des indices de l'exploitation par rapport à la troisième hypothèse, la capturabilité constante entre les casiers de surveillance et les casiers commerciaux et l'ont jugée insignifiante. L'hypothèse finale a été examinée par Cook et ses collaborateurs (2020a) en comparant les indices d'exploitation estimés au moyen de l'effort de surveillance ou de l'effort de pêche comme variable prédictive, et on a déterminé qu'ils étaient insignifiants.

Ici, nous partons des données sur les prises dans les casiers de recrutement de la FSRS pour établir un lien entre les changements dans le groupe de référence préexploitable (r) par rapport au groupe exploitable (y). Conformément aux recommandations de Claytor et Allard (2003) et de Tremblay et ses collaborateurs (2011), les définitions des catégories de taille ont été choisies de manière à 1) réduire au minimum les différences de taille entre les groupes et 2) maximiser la taille des échantillons pour les analyses. Les définitions des catégories de taille pour la ZPH 34 étaient le groupe de taille 9 (76 à 81 mm) pour le groupe de référence et 10 (82 à 90 mm) pour le groupe exploitable.

Après que plusieurs options de modélisation aient été explorées, le modèle de changement de proportions en continu de Claytor et Allard (2003) a été présenté dans un cadre binomial bayésien pour pouvoir estimer des intervalles d'exploitation crédibles. Avec cette formulation, la distribution de probabilité de y était la suivante :

$$p(y) = \binom{n}{y} \theta^y (1 - \theta)^{n-y}$$

où n est la combinaison $y + r$ et θ est le paramètre estimable y/n . Les estimations de $\hat{\theta}$ pour chaque sortie d'échantillonnage k ont été définies comme suit :

$$\hat{\theta}_k = \frac{1}{1 + \frac{1}{(A + Bg_k)}}$$

avec A et B comme constantes et g_k représentant $\sum_{i=1}^k n_i$. Les valeurs $\hat{\theta}_k$ ainsi obtenues ont été rapportées à l'ensemble (n, y) comme suit :

$$y \sim \text{binomial}(n, \theta_k)$$

Les estimations paramétriques de A et B ainsi que les estimations de $\hat{\theta}_k$ ont été obtenues au moyen d'un échantillonneur sans retour (« no-u-turn, NUTS ») utilisé avec la méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCCM) mise en œuvre dans Stan (Hoffman et Gelman 2014). Des valeurs a priori à distribution normale ont été choisies pour A et B de sorte que les coefficients de variation soient supérieurs à 5. Quatre chaînes ont été exécutées pendant 35 000 itérations, après un rodage de 2 000, et chaque 20^e échantillon a été conservé pour les analyses des valeurs a posteriori. Nous avons examiné le nombre d'itérations et l'amincissement pour vérifier le mélange des chaînes et la suppression de l'autocorrélation, comme d'habitude avec les méthodes MCCM. Le nombre d'itérations nécessaires était inférieur à celui généralement utilisé dans l'échantillonnage du logiciel d'inférence bayésienne au moyen de la méthode d'échantillonnage de Gibbs (BUGS), car l'échantillonneur NUTS est plus efficace de l'espace des paramètres.

Nous avons utilisé les échantillons a posteriori de $\hat{\theta}_k$ pour obtenir les distributions de l'exploitation pour chaque intervalle u_k selon la formule suivante :

$$u_k = 1 - \frac{\hat{\theta}_k / (1 - \hat{\theta}_k)}{\hat{\theta}_0 / (1 - \hat{\theta}_0)}$$

Les estimations de l'exploitation calculées selon la méthode du changement de proportions en continu ont été déterminées pour chaque année (2001 à 2018) pour la ZPH 34. Les femelles œuvées figurant dans l'un ou l'autre groupe ont été retirées avant les analyses. Les échantillons de surveillance avec moins de dix homards mesurés n'ont pas été inclus dans les analyses ni les années avec moins de dix intervalles d'échantillonnage.

Des méthodes de test de simulation ont été mises au point pour vérifier la capacité prédictive du modèle. Au total, 100 simulations ont été réalisées à l'aide des estimations paramétriques couvrant la fourchette observée dans les précédentes exécutions du modèle de changement de proportions en continu. Dans l'ensemble, les médianes des distributions a posteriori se situaient à 3 % près des paramètres d'origine.

Les indices d'exploitation selon la méthode du changement de proportions en continu sont pertinents pour la proportion nouvellement recrutée du stock de homard et ne tiennent pas compte de la diminution de l'exploitation due à la protection des femelles œuvées ou à d'autres mesures de conservation non liées à la taille minimale réglementaire, car beaucoup d'entre elles visent des homards plus gros ou des stades biologiques qui ne sont pas pris en compte dans cette analyse. Ces taux d'exploitation ne doivent pas être considérés comme des indices absolus, mais plutôt comme des indices d'exploitation.

La méthode du changement de proportions en continu a donné une mesure de l'exploitation plus solide par rapport à l'analyse par cohorte (Cook *et al.* 2020a). Des travaux précédents ont

démontré que les indices d'exploitation estimés à l'aide de l'analyse par cohorte sont sensibles au recrutement variable, ce qui, compte tenu des preuves de l'augmentation de la production de homards ces dernières années, invalide cette méthode. Bien qu'il ait été suggéré qu'il est possible de compléter les analyses par cohorte en combinant plusieurs années consécutives pour inclure le recrutement variable, l'autocorrélation temporelle conduira habituellement à une surestimation de l'exploitation. Les années où les débarquements sont élevés et où la proportion de nouvelles recrues est importante, l'exploitation sera également accrue, quelle que soit l'abondance de la population. Ce problème peut être surmonté avec un modèle entièrement intégratif, prenant directement en compte où les compositions selon le stade de croissance et la taille, mais ce type d'analyse dépasse le cadre de ce document.

L'indice d'exploitation issu de la méthode du changement de proportions en continu, bien qu'il ne représente pas la totalité de la population exploitable, fournit un indice d'exploitation pour les homards nouvellement recrutés et est indépendant des données sur la fréquence de taille considérée. L'aspect continu du changement de proportions mis en œuvre par Claytor et Allard (2003) confère une certaine solidité à cette analyse, car l'échantillonnage continu permet de faire le suivi des changements de proportions de chaque catégorie de taille tout au long de la saison. Grâce à cet échantillonnage intensif, les points de données anormaux sont pondérés à la baisse et les estimations globales sont améliorées. Les taux d'exploitation calculés par la méthode du changement de proportions en continu ne pouvaient être estimés que pour la ZPH 34 en raison du manque d'échantillonnage dans les ZPH 36 à 38 et du nombre limité d'échantillons dans la ZPH 35.

Mortalité relative par pêche

La mortalité relative par pêche ($relF$) est basée à la fois sur les données de relevé et sur les débarquements pour montrer les changements dans les prélèvements (C_t) par rapport aux indices j des relevés (I_{jt}) comme suit :

$$relF_{jt} = \frac{C_{jt}}{I_{jt}}$$

En supposant que les capacités d'échantillonnage étaient constantes et que l'indice de la biomasse commerciale était proportionnel à la biomasse commerciale réelle, $relF$ représentait un indice F . En utilisant la série chronologique de la mortalité relative par pêche, on peut examiner le niveau de pression due à la pêche que le stock a subi. Dans le cas des relevés de printemps et d'automne, qui ont lieu après la fin de la pêche, on a ajusté l'estimation de la mortalité par pêche relative en fonction des débarquements, comme suit :

$$relF_{jt} = \frac{C_t}{(I_{jt} + C_t)}$$

Inégalité de la répartition des captures commerciales

L'inégalité de la répartition a été estimée à l'aide du coefficient de Gini, qui a été utilisé comme indice d'inégalité de la dispersion pour les captures (Myers et Cadigan 1995). Plus précisément, le coefficient de Gini quantifie la différence de l'aire entre les courbes de Lorenz de la proportion cumulative triée de la zone totale et la proportion cumulative de la capture totale par rapport à la fonction d'identité $(0,0) \rightarrow (1,1)$. Dans ce cas, l'inégalité de la répartition associée aux débarquements commerciaux dans les cellules de grille d'une ZPH.

Les captures commerciales de homard de la série chronologique des journaux de bord obligatoires ont été utilisées pour élaborer les courbes de Lorenz et estimer les coefficients de Gini. Pour estimer le coefficient de Gini par année et par ZPH, on a estimé les débarquements

totaux de homard (x_h) dans les cellules de grille. Les x_h ont ensuite été ordonnées de telle sorte que $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_N$, N représentant le nombre total de cellules de grille dans la ZPH. Les A_h correspondants ont été ordonnés sur la base des indices des x_h ordonnés. La courbe de Lorenz était la ligne joignant la somme cumulative de la surface ordonnée ($p_a = \frac{\sum_{h=1}^N A_h}{\sum A_h}$) sur l'axe des x et la proportion cumulative de l'abondance totale ($p_x = \frac{\sum_{h=1}^N x_h}{\sum x_h}$) sur l'axe des y (Myers et Cadigan, 1995). Le coefficient de Gini a été défini comme le double de l'aire comprise entre la fonction d'identité et la courbe de Lorenz, les valeurs les plus élevées représentant des distributions inégales.

INDICATEURS ÉCOSYSTÉMIQUES

Indice de la prédation

Il a été suggéré que le relâchement de la prédation est l'un des facteurs ayant contribué à la récente augmentation de l'abondance des homards, alors qu'une diminution des populations de morue de l'Atlantique et d'autres poissons de fond s'est produite au cours de périodes similaires (Boudreau et Worm 2010). D'autres rapports réfutent cette hypothèse, suggérant que bien que la diminution de la prédation ait probablement contribué à l'augmentation des stocks de homards, elle n'en était pas la principale contributrice (Hanson 2009). Néanmoins, les rapports sur les tendances de la biomasse et de l'abondance des poissons de fond fournissent des renseignements sur les changements potentiels du côté de la pression exercée par les prédateurs et des interactions écologiques.

Les prédateurs de homards signalés sont les suivants : tanches-tautogues, chabots, raies, morues, aiguillats communs, hémitriptères atlantiques, poissons-loup, aiglefin, merluche, plies, anarrhique loup et crabes (Lavalli et Lawton, 1996, Palma *et al.* 1998, Nelson *et al.* 2003, Hanson et Lanteigne, 2000, Boudreau et Worm, 2010, Steneck *et al.* 2011, Cook et Bundy, 2010). La base de données sur les habitudes alimentaires recueillie sur le plateau néo-écossais contient peu d'informations sur les homards d'Amérique trouvés dans le contenu de l'estomac de quelconque espèce. Plus précisément, sur les 160 500 estomacs couvrant 68 espèces de poissons, seulement 36 estomacs contenant du homard ont été signalés. Il est toutefois important de considérer que l'étendue spatiale des petits homards, qui sont les plus vulnérables à la prédation, est généralement considérée comme plus côtière que la couverture spatiale fournie par le relevé au chalut.

Le fait de fournir un indice d'abondance pour les prédateurs du homard à partir du relevé par NR représente un indice relatif des prédateurs dans la zone, bien que non propre à l'habitat du petit homard, et donne des informations sur la zone à mesure que les répartitions des espèces s'étendent avec l'augmentation de l'abondance. Le relevé par NR devrait donc refléter le modèle global d'abondance pour la région.

Température au fond

Le comportement et la phénologie du homard sont influencés par la température de l'eau (Campbell et Stasko 1986). Il a été démontré que les processus tels que la mue, la croissance, la maturation des gonades et le développement des œufs sont tous influencés par les changements de température saisonniers et interannuels (Mills *et al.* 2013). L'impact des changements de température à grande échelle et sur une longue période n'a pas été entièrement évalué. Cependant, on soupçonne que la production de homard peut être affectée par des climats variables et changeants. Plutôt que de communiquer les résultats en matière de température provenant de modèles qui ont leurs propres hypothèses, les tendances de la

température au fond obtenues au cours des mêmes relevés où le homard est échantillonné ont été présentées ici.

ANALYSES GLOBALES

Lissage général

Pour chaque indice, les tendances lissées ont été indiquées en utilisant une médiane mobile. Une médiane mobile a été privilégiée à la moyenne mobile d'usage commun, car elle est plus résistante aux points de données influents. Aux extrémités de la série chronologique, x_1 et x_n , où les valeurs de x_{1-1} et x_{n+1} n'existent pas, les valeurs lissées, z , sont estimées par $z_1 = \text{médiane}(x_1, z_2, 3z_2 - 2z_3)$ et $z_n = \text{médiane}(x_n, z_{n-1}, 3z_{n-1} - 2z_{n-2})$ (Tukey 1977).

Comparaison des tendances des indicateurs

Dans certaines ZPH, de multiples indicateurs ont été estimés à partir des données indépendantes et dépendantes de la pêche disponibles. Chaque relevé peut ne couvrir qu'une partie de la ZPH totale ou contenir des indications sur les tendances de la série chronologique dans une ZPH. Il était important de comprendre les tendances dominantes de la série chronologique pour décrire l'état du stock et la valeur des relevés. Si, par exemple, tous les relevés montraient des tendances différentes pour le même indicateur, alors la « vraie » tendance serait très incertaine.

L'analyse factorielle dynamique (AFD) a été utilisée pour décomposer les tendances de la série chronologique. Il s'agit d'une méthode à plusieurs variables spécialement conçue pour les données de séries chronologiques et qui permet d'estimer les tendances courantes des séries chronologiques (Zuur *et al.* 2003). L'analyse factorielle dynamique a été établie dans un cadre de type état-espace :

$$\begin{aligned}x_t &= x_{t-1} + w_t \text{ where } w_t \sim MVN(0, Q_t) \\y_t &= Zx_{t-1} + v_t \text{ where } v_t \sim MVN(0, R_t) \\x_0 &\sim MVN(\pi, \tau)\end{aligned}$$

où la série chronologique n d'observations (\mathbf{y}) était représentée comme une combinaison linéaire de m tendances cachées (\mathbf{x}) et de coefficients de saturation factorielle (\mathbf{Z}). L'équation x est le processus d'état tandis que \mathbf{y} représente le processus d'observation.

\mathbf{x} était une matrice d'états $m \times T$,

\mathbf{y} était une matrice d'observations $n \times T$,

\mathbf{w} était une matrice d'erreurs de processus $m \times T$, les erreurs de processus au temps, t , étant normales multivariées avec une moyenne 0 et une covariance \mathbf{Q}_t ,

\mathbf{v} était une matrice des erreurs d'observation $n \times T$ qui, au temps t , sont normales multivariées avec une matrice moyenne 0 et une matrice de covariance \mathbf{R}_t ,

$\boldsymbol{\pi}$ est un vecteur de paramètre de longueur m ,

$\boldsymbol{\tau}$ est une matrice de covariance $m \times m$, qui conformément à Zuur *et al.* (2003) a été établie à une matrice diagonale avec de grandes variances. Les modèles ont été ajustés à l'aide du logiciel R MARSS (Holmes *et al.* 2012).

Avant les analyses, chaque série chronologique était transformée en logarithme naturel et en écart réduit (z-score). Au cours de la sélection du modèle, une séquence de tendances m de 1 : $n-1$ a été modélisée; celles-ci représentaient la suite d'un état partagé pour toutes les séries

chronologiques à des tendances $n-1$ pour les séries chronologiques n . En outre, plusieurs structures de covariance pour \mathbf{Q}_t et le \mathbf{R}_t , y compris diagonale et égale, diagonale et inégale, variance et covariance égales et sans contrainte, ont été examinées. La sélection du modèle a été effectuée à l'aide des critères d'information d'Akaike (CIA) corrigés conformément à la suggestion de Zuur *et al.* (2003) et Holmes *et al.* (2012).

Il est important de noter à la fois la forme de la tendance et la direction de la saturation factorielle pour cette tendance, car une tendance à la hausse au cours de la série chronologique ne se rapporte directement qu'à la tendance des relevés qui ont un effet positif. Seuls les coefficients de saturation factorielle de séries chronologiques ayant des valeurs absolues supérieures à 0,05 ont été inclus dans les graphiques de saturations.

ÉVALUATION DES STOCKS ET ÉLABORATION DE POINTS DE RÉFÉRENCE

La théorie sous-jacente des points de référence repose sur la définition de la productivité et de la biomasse vierge. En général, les analyses quantitatives visent à fournir des estimations de paramètres de productivité comme la croissance de la population (r) ou l'accentuation de la relation de recrutement des stocks (h) en combinaison avec la biomasse vierge (B_0) ou la capacité de charge (K). Ces paramètres servent ensuite à décrire la capacité de la population à réagir aux perturbations causées par la pêche ou d'autres causes et à définir l'état actuel des stocks par rapport à un état vierge. À partir de là, on estime le rendement maximal durable (RMD), ou le niveau maximal des prélèvements qui peuvent être effectués régulièrement dans un stock sans son épuisement à long terme, ainsi que la biomasse à laquelle on peut maintenir le RMD (B_{RMD}) et la mortalité par pêche pour maintenir le RMD (F_{RMD}). En général, les points de référence reposent sur l'établissement d'une relation stock-recrutement, mais d'autres approches utilisant des analyses du rendement et du nombre de reproducteurs par recrue (Sissenwine et Shepard 1987) ou la modélisation dynamique de la biomasse (Hilborn et Walters 1992) sont souvent explorées.

Le gouvernement fédéral du Canada s'est engagé à utiliser l'approche de précaution (AP) pour la gestion des stocks de poissons dans le cadre de la pêche durable. Par conséquent, Pêches et Océans Canada a élaboré un document politique intitulé « Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution » qui explique comment l'approche de précaution sera appliquée dans la pratique aux stocks et aux pêches du Canada (MPO, 2009). L'une des composantes clés du cadre est la définition de points de référence et de zones d'état des stocks. Ces zones sont définies par un point de référence limite (PRL), qui délimite les zones critique (rouge) et de prudence (jaune) de l'état des stocks, et un point de référence supérieur (PRS), qui est la limite entre la zone de prudence et la zone saine (vert) [figure 19]. Dans chaque zone, un taux d'exploitation de référence établit le taux d'exploitation maximal.

Le PRL définit la limite sous laquelle un dommage grave est causé au stock, et est déterminé en fonction de critères biologiques dans le cadre d'un processus d'examen scientifique (MPO 2009). Le PRS représente la limite supérieure du stock sous laquelle l'exploitation doit être progressivement réduite afin de diminuer le risque d'atteindre le PRL. Le PRS est déterminé par les gestionnaires des pêches, qui s'appuient sur des consultations avec l'industrie de la pêche et d'autres groupes d'intérêt, et sur des avis et des renseignements fournis par la Direction des sciences (MPO, 2009).

Le PRS et le PRL sont habituellement définis en termes de biomasse ou de biomasse du stock reproducteur (BSR), car ce sont généralement les unités qui décrivent le mieux la productivité actuelle de l'espèce. Dans les évaluations quantitatives des pêches, les estimations modélisées de la biomasse ou de la BSR lorsque le rendement maximal durable (B_{RMD} ou BSR_{RMD}) est atteint peuvent être utilisées pour guider la définition des zones. Plus précisément, dans le

cadre de la Politique sur l'approche de précaution, le PRS par défaut est établi à 80 % de la B_{RMD} et le PRL à 40 % de la B_{RMD} , le taux d'exploitation de référence ne devant pas dépasser la F_{RMD} lorsque le stock se trouve dans la zone saine (c'est-à-dire au-dessus du PRS). Pour les stocks sans évaluation quantitative, des approximations pour les points de référence et des solutions de rechange pour le RMD sont acceptables.

Une partie du contexte de l'approche de précaution du MPO indique que la gestion des pêches doit être prudente lorsque les connaissances scientifiques sont incertaines, peu fiables ou inadéquates et que, malgré les incertitudes, il convient de continuer à élaborer les points de référence avec la meilleure information disponible pour éviter de nuire gravement à la ressource.

À ce jour, aucune estimation modélisée de la biomasse ni aucun point de référence du RMD n'ont été élaborés pour les stocks de homard dans les ZPH 34, 35, 36 ou 38. Malgré les efforts considérables qui ont mené à ce présent cadre, les modèles quantitatifs ne sont actuellement pas satisfaisants pour décrire l'état des stocks ni pour définir les points de référence.

Il fallait explorer d'autres mesures pour déterminer l'état des stocks, la biomasse et les points d'exploitation de référence en raison de l'absence d'un modèle quantitatif pour définir les paramètres de la productivité des stocks. Une approche axée sur les données a été utilisée ailleurs pour fournir des points de référence pour les stocks de homard (p. ex., Cook *et al.* 2017, Cook *et al.* 2020a), où les zones d'état des stocks ont été définies en fonction des indices du relevé ou des taux de capture commerciale. Elles seront décrites dans les sections propres à chaque ZPH ci-dessous.

Un autre facteur à prendre en considération dans la définition des zones d'état des stocks et des points de référence à partir des approches fondées sur les données et des modèles quantitatifs a été la détermination des variations de la productivité. Plus précisément, si les variations de la productivité des stocks sont évidentes, il est important de déterminer la période appropriée pour définir les points de référence. Le MPO a recommandé d'utiliser toute la série chronologique de données pour définir les points de référence, peu importe les preuves de variations de régime de productivité (MPO 2013a); cependant, on a reconnu que cela pourrait ne pas être approprié dans tous les cas. Dans le cas du homard dans la région des Maritimes, il y a eu une augmentation synoptique des taux de capture, des débarquements et de l'abondance présumée au cours des 15 à 20 dernières années dans presque toutes les ZPH (Cook *et al.* 2020 b). Dans le cadre de l'identification des points de référence, les tendances seront examinées afin de déterminer si un changement de régime de productivité peut être détecté (Perälä et Kuparinen 2015).

La détermination de l'évolution de la productivité a été effectuée à l'aide d'une variante des modèles de partage des produits appelée l'analyse bayésienne du point de changement [*Bayesian Change Point analysis*] (BCP; Barry et Hartigan 1993, Erdman et Emerson 2008). Cette analyse vise à trouver les ruptures d'une série chronologique qui décrivent les transitions entre les « blocs » de partage des données des mêmes paramètres de répartition. La série chronologique de la biomasse a subi une transformation logarithmique avant l'analyse, car le BCP suppose que les données sont normalement distribuées, puisque ce processus a été effectué dans un cadre bayésien, des renseignements préalables sont fournis pour conditionner le rapport signal-bruit (w_0), échantillonné à partir d'une répartition uniforme ayant un hyper a priori réglé à 0,2. De plus, un hyper a priori uniforme a été établi pour la probabilité qu'un point de changement se produise à chaque point de la séquence p_0 , plus la valeur est petite, moins les points de changement ont été détectés, et dans cette analyse, l'hyper a priori a été établi à 0,05. Pour plusieurs types d'indicateurs, la détection de l'emplacement des points de

changement était robuste par rapport au choix de l'hyper a priori, mais l'augmentation de p_0 a entraîné la détection d'un plus grand nombre de points de changement (résultats non illustrés).

INDICATEURS

Dans les sections suivantes, nous allons élaborer ou mettre à jour des séries chronologiques des indicateurs de l'état du stock pour chaque ZPH. Certains indicateurs élaborés ici sont directement liés à la santé et à l'état du stock (c.-à-d. les tendances des relevés), tandis que d'autres décrivent les caractéristiques de la population capturée par la pêche (c.-à-d. la répartition) ou des considérations liées à l'écosystème (c.-à-d. la température). Ces indicateurs donnent un aperçu du stock de homard et sont dérivés de données dépendantes et indépendantes de la pêche.

Les indicateurs seront estimés séparément pour chaque ZPH. On sait qu'il existe probablement des liens entre les ZPH et les processus semblables ou partagés ayant un effet sur la production; cependant, chaque ZPH est gérée séparément, avec des mesures de conservation uniques.

Il y a trois groupes d'indicateurs dans cette section : primaires, secondaires et contextuels. Les indicateurs primaires seront utilisés pour définir l'état des stocks, et des points de référence seront élaborés. Les indicateurs secondaires sont ceux pour lesquels les tendances des séries chronologiques seront mises à jour et présentées dans les rapports ultérieurs sur l'état des stocks; toutefois, aucun point de référence ne sera élaboré pour ces indicateurs. Les indicateurs contextuels seront inclus dans les évaluations des stocks et seront mis à jour rarement. Les indicateurs de chaque catégorie seront indiqués dans chaque section.

ZPH 34

RESULTATS DES INDICATEURS

Dans le cas des relevés de printemps et d'automne, qui ont lieu après la fin de la pêche, on a ajusté l'estimation de la mortalité par pêche relative en fonction des débarquements, comme suit : les allocations entre les strates étaient sous-optimales pour la diminution de la variance du homard, cependant, comme il s'agit dans les deux cas de relevés multispécifiques, des compromis dans l'allocation des calées entre les strates sont nécessaires.

Abondance totale du relevé

Cet indicateur représente la plus longue série chronologique de données issues de relevés multiples, car les relevés n'ont pas tous enregistré des mesures individuelles, bien que l'abondance totale et la biomasse aient habituellement été surveillées. Trois séries chronologiques (NPrin, NAut et MPO) fournissent des indices d'abondance de plus de 45 ans dans la ZPH 34. Les relevés RCHC, ZPP29 et ZPP3 fournissent des indices pour 23, 20 et 15 ans respectivement. Les profils des tendances de l'abondance observées dans les séries chronologiques des relevés variaient quelque peu entre les relevés (figure 20). L'analyse factorielle dynamique a servi à décrire les tendances communes entre les relevés. La comparaison de 1 à 5 tendances potentielles de séries chronologiques entre différentes structures de covariance a produit un modèle avec deux tendances, et une structure de covariance diagonale et inégale ayant le plus faible critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé (tableau 15). Les deux tendances montrent un profil général à la hausse depuis le milieu des années 1990 (figure 20). La tendance temporelle 1 montre un fort profil cyclique de l'abondance. Les relevés NAut, NPrin, du MPO et RCHC avaient un effet positif à l'égard de la

tendance 1, et les profils cycliques sont évidents dans les trois relevés à long terme (figure 21, 22). Cette tendance fera l'objet d'études futures.

Les relevés RCHC, ZPP3 et ZPP29 avaient tous un effet positif à l'égard de la tendance 2, qui montre un profil général à la baisse jusqu'au milieu des années 1990, suivi d'une augmentation rapide par la suite. Ces trois relevés ne contiennent des données que pendant la période à la hausse de la tendance 2, ce qui indique que la tendance antérieure à la baisse provenait de saturations négatives dans NPrin et NAut. Ni l'une ni l'autre des tendances relevées n'a permis de saisir la diminution observée au début des années 2000 dans le relevé ZPP29, une période qui était caractérisée par une croissance rapide dans tous les autres relevés. Cela s'explique peut-être par la capturabilité de l'engin du relevé, puisque la drague à pétoncles est plus sélective envers les petits homards que tout autre engin observé ici. Il est donc suggéré de ne pas utiliser les relevés des pétoncles pour un examen plus approfondi de l'abondance totale et peut-être de les utiliser pour les homards de la taille des prérecrues, qui sont mieux sélectionnés par cet engin. Bien qu'il s'agisse d'un indice à long terme, l'analyse de cet indice selon des composantes de taille constituera une base plus descriptive pour les avis sur les stocks. L'abondance totale des relevés devrait être mise à jour comme **indicateur contextuel**.

Abondance des recrues

Les recrues ont été définies comme étant des individus de 70 à 82 mm, ce qui supposait que ces derniers intégreraient la composante exploitable du stock lors de la prochaine mue. L'abondance des recrues d'après les relevés de printemps et d'été a été prise en compte au stade de pré-mue, en conséquence de quoi elles deviendraient exploitables par les pêches à l'automne de la même année. Les recrues des relevés d'automne ont été considérées comme étant en post-mue (c.-à-d. qu'elles venaient tout juste de muer dans cette catégorie de taille), et elles deviendraient exploitables l'année suivante. Les relevés d'automne ont été décalés d'un an aux fins de la comparabilité des tendances. Comme plus de 80 % des débarquements dans la pêche côtière au homard se composent d'individus nouvellement recrutés et que les taux d'exploitation sont très élevés (Cook *et al.* 2020a), cet indicateur constitue une composante importante du stock de homard et de la pêche.

L'analyse factorielle dynamique a été menée sur l'abondance des recrues des relevés du MPO, NPrin, NAut, ZPP29, ZPP3, des casiers de recrutement de la FSRS et du RCHC (figure 23). La série chronologique a été limitée à la période de 1996 à 2017, car elle représente un bloc de temps comportant un chevauchement important entre les relevés. Des comparaisons de modèles ont été présentées au tableau 16, avec deux tendances temporelles (états) et des matrices de variance-covariance diagonale et inégale sur les matrices d'erreurs de processus et d'observations donnant le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé le plus faible. Seules les comparaisons de modèles à partir des matrices d'erreurs d'observations ont été indiquées.

Parmi les deux tendances, la première, qui montrait une diminution de 1996 à 2005 et une augmentation par la suite, était positivement liée aux relevés ZPP 29 et du MPO et négativement liée aux relevés NAut, NPrin et au RCHC. Les relevés NAut et NPrin montrent une tendance similaire à la baisse du recrutement au cours des dernières années, ce qui est l'inverse de la plupart des autres relevés qui montrent une augmentation (figures 24 et 25).

La deuxième tendance a été décrite par une lente augmentation de 1996 à 2008, suivie d'une augmentation spectaculaire jusqu'en 2016 (figures 24 et 25). Les relevés du MPO, de la FSRS et le RCHC étaient positivement reliés à cette tendance. Les pétoncles du relevé ZPP3 ne cadrent pas bien avec les tendances temporelles et ne seront donc pas utilisés dans les analyses à venir.

En établissant un lien entre les deux tendances temporelles et les tendances observées des débarquements, on peut avoir une idée de la mesure dans laquelle les tendances du recrutement peuvent être utilisées comme indicateur des débarquements de la saison suivante. La tendance temporelle 2 et les débarquements présentaient une corrélation de 0,88 ($p < 0,0001$; figure 26), tandis que la tendance temporelle 1 n'était pas liée de façon significative aux tendances observées des débarquements. Ces tendances sont liées aux débarquements commerciaux de l'année suivante et devraient être utilisées comme **indicateur secondaire** de l'état des stocks dans les évaluations futures.

Biomasse commerciale des relevés

La biomasse commerciale a été définie comme étant l'ensemble des individus disponibles pour la composante exploitable, c.-à-d. d'une longueur de carapace supérieure à 82,5 mm, à l'exclusion des femelles œuvées. La biomasse commerciale dérivée des relevés de printemps et d'été représente les individus restants, après les activités de pêche commerciale. La biomasse commerciale dérivée du relevé d'automne a été considérée comme étant post-mue (c.-à-d. fraîchement postérieure à une mue qui fait passer la biomasse dans cette catégorie de taille) et serait exploitable durant l'année en cours. Dans la ZPH 34, la taille à 50 % de la maturité (SoM50) est supérieure à la taille réglementaire minimale pour la pêche (Gaudette *et al.* 2014), indiquant que des proportions importantes du stock global n'ont pas atteint la maturité ou n'ont pas frayé avant d'être disponibles pour la pêche. Les indices d'après les relevés des homards de taille commerciale au printemps et à l'été représentent les individus dont la mue les ferait passer dans la catégorie de taille mature et qui intégreraient ainsi le stock de géniteurs. Il est essentiel de veiller à ce que la biomasse des géniteurs demeure suffisante pour assurer la persistance de la population.

L'analyse factorielle dynamique a été menée sur les indices de la biomasse commerciale des relevés du MPO, NPrin, NAut, ZPP29, ZPP3, des casiers de recrutement de la FSRS et du RCHC (figure 27). Les relevés des pétoncles n'ont pas été inclus dans la présente analyse, car leur sélectivité pour les homards de taille commerciale était faible. La série chronologique de la série du MPO a utilisé la proportion de la biomasse commerciale par rapport à la biomasse totale entre 1999 et 2018 (0,71) pour diviser la biomasse totale de la série chronologique antérieure à 1999 afin de produire une série chronologique de la biomasse commerciale plus longue.

Des comparaisons des modèles de l'analyse factorielle dynamique ont été présentées au tableau 17, avec deux tendances temporelles (états) et des matrices de variance-covariance diagonale et inégale sur les matrices d'erreurs de processus et d'observations donnant le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé le plus faible. Seules les comparaisons de modèles à partir des matrices d'erreurs d'observations ont été indiquées.

La première tendance a été décrite par une augmentation de 1969 à 1978 et un cycle périodique stable de 1978 à 1994, suivis d'une augmentation jusqu'en 2018 (figures 28 et 29). Les indices des relevés du MPO, NPrin et NAut avaient un effet positif à l'égard de cette tendance.

La deuxième tendance a montré une diminution au cours de la période de 1969 à 1996, ce qui n'indiquait aucune série chronologique, car seul le RCHC avait un coefficient de saturation factorielle supérieur à 0,05 et cette série chronologique ne commence pas avant 1996. De 1996 à 2016, une forte tendance positive s'est manifestée; depuis 2016, on a observé un plafonnement ou une légère diminution.

Les tendances des relevés de la biomasse commerciale devraient être utilisées comme un **indicateur principal** de l'état des stocks dans les évaluations futures. Ce indicateur concerne à

la fois la biomasse exploitable et les individus de taille commerciale qui demeurent dans les relevés de printemps et d'été et reflète ceux qui entreront probablement dans la composante de fraie au cours de la mue estivale. L'élaboration des points de référence à partir de cet indice sera abordée ci-dessous.

Débarquements

La médiane des débarquements dans la ZPH 34 entre 1897 et 1980 était de 3 266 t, dans une fourchette de 857 à 7 563 t (à l'exclusion de l'année anormale de 1898; figure 14). Depuis 1980, à l'aide d'analyses spectrales des données dissociées de la tendance (figure 30), les débarquements ont augmenté sur un cycle de 12 ans, avec une augmentation de 8 à 9 ans suivie d'une stabilisation de 3 à 4 ans. Il y a eu depuis 1980 une augmentation de près de 600 % du nombre de débarquements; la médiane affichée pour les 10 dernières années est de 23 043 t dans une fourchette de 17 262 à 29 133 t (sommet atteint en 2015–2016). Les débarquements fournissent la série chronologique la plus longue de données disponibles pour le homard dans la région. L'effort nominal (nombre de permis x nombre maximal de casiers x jours passés à pêcher) a été essentiellement constant pendant la majeure partie des 40 dernières années. En raison des données à long terme disponibles pour les débarquements, et de l'effort relativement constant qu'il comporte, il s'agit d'un indice utile de l'état des stocks et il est recommandé de fournir les tendances des débarquements dans les évaluations des stocks en tant qu'**indicateur secondaire**.

CPUE de la pêche

La CPUE de la pêche a été modélisée pour tenir compte de l'effet de la température et du jour de la saison dans les taux de capture observés dans les journaux de bord. La valeur de l'indicateur était le taux de capture prévu le premier jour de la saison en supposant la température moyenne pour la série chronologique de ce jour-là (figures 16 à 18).

L'indice de la CPUE révèle un accroissement de l'abondance ces dernières années, mais il est un peu moins prononcé que ne le seraient les valeurs non corrigées, car la température a été plus élevée ces dernières années. Notamment, le premier jour de la saison des années 2010 à 2014, la température au fond était plus élevée que la moyenne et la valeur de l'indice est inférieure à la CPUE prévue pour ces jours. Pourtant, la valeur de l'indice de CPUE pour 2018 (3,31 kg/casier levé) est la troisième plus élevée de la série chronologique et les valeurs des cinq dernières années sont également les cinq plus élevées de la série chronologique. La CPUE de la pêche dans la ZPH 34 sera incluse comme **indicateur secondaire**.

Exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu et mortalité relative par pêche (relF)

L'exploitation a pu être estimée par la méthode du changement de proportions en continu de 2001 à 2018 à l'aide des casiers de recrutement de la FSRS. Cette méthode suggère une exploitation stable pour la plupart des séries chronologiques présentées. Des baisses étaient évidentes de 2013 à 2015, alors que les débarquements étaient près de leur plus haut niveau (figure 31).

La mortalité relative par pêche a été estimée à partir des relevés du MPO, RCHC, NAut et NPrin, car ils couvrent une proportion importante de la superficie totale de la ZPH 34 (figure 32). Comme dans les autres sections, une analyse factorielle dynamique a été explorée afin de déterminer si des tendances communes de la mortalité relative par pêche étaient incluses dans les analyses. Les résultats indiquent qu'une seule tendance était évidente dans les cinq séries chronologiques (figure 33) avec une structure de variance-covariance diagonale et égale dans

les erreurs d'observation (tableau 18). Chacun des relevés au chalut avait un effet positif à l'égard de la même tendance, alors que l'indice d'exploitation calculé selon la méthode du changement de proportions en continu n'en avait pas (figures 33 et 34). Cela peut être dû à la portée différente de la mesure de l'exploitation là où la méthode du changement de proportions en continu dépend des casiers de la FSRS et à l'épuisement localisé dans les zones adjacentes aux casiers. En comparaison, la mortalité relative par pêche tirée des données du relevé englobe de grandes parties de la ZPH qui peuvent être plus représentatives. La mortalité relative par pêche a été recommandée comme **indicateur principal**, avec des points de référence élaborés dans la section suivante. L'indice d'exploitation calculé selon la méthode du changement de proportions en continu devrait être maintenu comme **indicateur contextuel**.

Étendue spatiale et inégalité de la répartition

La région occupée par les homards capturés au cours des relevés fournit un indice de la répartition des stocks. Ordinairement, lorsque l'abondance augmente, l'habitat optimal est de plus en plus pleinement utilisé, et les stocks sont de plus en plus largement répartis. Des régions de biomasse localisée élevée peuvent subsister au fur et à mesure qu'un stock augmente ou diminue, ou chez des espèces ayant une forte affinité avec des habitats particuliers. Ces zones de densité localisée seront caractérisées par des répartitions inégales. Il est important de tenir compte à la fois de la zone occupée (répartition totale) et de l'inégalité de la répartition pour mieux comprendre la dynamique du stock.

Pour les indicateurs basés sur la zone, seuls les relevés ayant une vaste couverture, le RCHC, le relevé du MPO, le NPrin et le NAut seront considérés puisque les deux relevés des pétoncles ne couvrent que de petites proportions de la superficie totale du stock. Les résultats modélisés tirés du RCHC ne seront pas pris en compte pour ce qui est des indicateurs d'inégalité de la répartition, car les indices de variabilité spatiale sont moins directement comparables.

Dans les trois relevés effectués à partir de 1970, on observe une tendance à la hausse dans la zone occupée, ce qui indique que les homards se trouvent dans plus d'habitats qu'au cours des périodes précédentes. Dans le relevé du MPO, la tendance est à la hausse depuis le début des années 1990. Dans le RCHC, bien qu'il s'agisse d'une mesure légèrement différente, résultant des données de sortie modélisées qui représentent la proportion de la superficie ayant plus de 5 homards par km², la superficie occupée par les homards dans la ZPH 34 est à un niveau élevé depuis le milieu des années 2000 (figure 35).

Parallèlement à l'augmentation de la superficie occupée, le coefficient de Gini a diminué au cours des dernières années, ce qui suggère une répartition plus uniforme du stock de homard (figure 36). La baisse du coefficient de Gini observée au milieu des années 80 dans le relevé du MPO est due à la faible abondance générale et au fait que les séries contenant des homards étaient très peu nombreuses. L'étendue spatiale et l'inégalité de la répartition seront incluses comme **indicateur contextuel**.

Disparité de la pêche

La disparité de la pêche représente le facteur d'uniformité des débarquements dans l'ensemble de la ZPH. Dans la ZPH 34, depuis 2010, la répartition des débarquements de homard est devenue plus uniforme à l'échelle de la zone (figure 37). Cette information, combinée à l'augmentation globale des débarquements, indique que le homard non seulement augmente en abondance dans des zones localisées, mais qu'il élargit son habitat. Cette mesure suggère également une diminution de la probabilité d'épuisement localisé. Bien que cet indicateur donne un aperçu intéressant de la répartition de la pêche, il convient mieux aux mises à jour peu fréquentes des **indicateurs contextuels**.

Température au fond

Les tendances de la température au fond examinées à partir des tendances des séries chronologiques les plus longues des données observées dans la ZPH 34 montrent de forts niveaux de variabilité interannuelle (figure 38). Les trois séries temporelles utilisées ici représentant les relevés de printemps, d'été et d'automne, elles donnent donc un aperçu plus large des tendances dans l'année que tout autre relevé individuel. L'analyse factorielle dynamique a été appliquée à ces indicateurs, ce qui donne à penser qu'une seule tendance était apparente dans les trois (tableau 19; figure 39) et que tous les relevés avaient un effet positif à l'égard de cette tendance. Les données indiquent une impulsion de températures élevées au début des années 1980 qui a subi une baisse au début des années 1990 et une tendance constante vers une forte hausse depuis le milieu des années 1990. Les analyses préliminaires de la tendance de la température de l'analyse factorielle dynamique avec la tendance 2 de l'abondance totale de l'analyse factorielle dynamique à l'aide de corrélations croisées suggèrent une relation avec un décalage de sept ans. Des travaux futurs exploreront davantage cette relation. Jusqu'à ce que les travaux relatifs à la température de production soient terminés, la température au fond demeurera un **indicateur contextuel**.

Pression de prédation

L'abondance et la biomasse des prédateurs ont été estimées au moyen de la série du relevé du MPO. La biomasse des prédateurs a diminué depuis le début des années 1980 dans la ZPH 34, alors que l'abondance numérique affichait moins une tendance générale (figure 41). Les impulsions des recrutements de diverses espèces de prédateurs, pour les petites tailles, ainsi que les diminutions globales de la taille des poissons de fond dans la zone ont contribué aux différences observées dans les mesures. Cet indicateur serait renforcé en pondérant les espèces de prédateurs et les groupes de taille à l'aide d'estimations de la consommation relative si celles-ci sont disponibles. Il sera inclus comme **indicateur contextuel** en raison des travaux limités qui établissent un lien entre la pression de prédation et la production de homard de cette série chronologique.

INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 34

Dans toute la section de la ZPH 34, des indicateurs sont disponibles pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. Il est important de reconnaître que les engins mobiles qui entrent en contact avec le fond n'échantillonnent pas efficacement tous les habitats où habite le homard. Ce phénomène ressort dans les années où les relevés n'ont rapporté aucune capture de homard (années 1970) malgré des débarquements considérables dans les pêches commerciales. Les données du relevé au chalut ont l'avantage de ne pas dépendre du comportement individuel ou d'autres facteurs externes pour attirer et capturer le homard. De plus, étant donné que la superficie échantillonnée d'un chalut est de l'ordre de milliers de mètres carrés comparativement au piégeage ou à d'autres méthodes qui peuvent échantillonner des dizaines de mètres, la représentativité des chaluts dans les zones échantillonnées ne peut être écartée. À l'intérieur de la ZPH 34, des relevés au chalut multiples sont menés par plusieurs agences utilisant divers types d'engins, permettant d'examiner les tendances à l'échelle des différentes séries temporelles. En utilisant l'analyse factorielle dynamique, il était évident que plusieurs des relevés montraient des tendances semblables en matière d'abondance, de biomasse et de changements de la répartition, ce qui donne confiance dans la sélection de ce type de données sur lesquelles fonder l'évaluation des stocks.

Les tendances des séries chronologiques en matière d'abondance ou de biomasse de plusieurs catégories de taille de homard ont été examinées dans les relevés multiples. Dans chacun de ces relevés, deux tendances temporelles sont souvent ressorties, chacune affichant une

augmentation spectaculaire au cours des dernières années. Cette augmentation a également été constatée dans les données sur les taux de capture commerciale, ainsi que dans le total des débarquements. Étant donné l'effort de pêche relativement constant, il est depuis longtemps présumé que les débarquements sont proportionnels à l'abondance totale de l'espèce. Des preuves à l'appui issues des indicateurs de répartition et d'inégalité de la répartition donnent à penser que les homards de la ZPH 34 se distribuent plus uniformément dans un éventail d'habitats beaucoup plus large que ce qui avait été indiqué antérieurement.

En ce qui concerne les indices écosystémiques examinés, les températures des eaux de fond ont augmenté au cours des dernières années, ce qui est lié à l'augmentation de la production de homard dans d'autres régions. De même, il y a eu une réduction de l'abondance relative et de la biomasse des prédateurs dans la région, ce qui aurait joué un rôle dans l'augmentation de la productivité du homard (Boudreau et Worm 2010). Les études futures continueront d'explorer les relations entre l'environnement, les interactions entre les espèces et la production de homard.

L'indice de biomasse commerciale et les indicateurs de mortalité relative par pêche feront l'objet d'un examen plus approfondi à titre d'**indicateurs principaux**, avec des points de référence élaborés dans la section suivante. Les **indicateurs secondaires** comprennent les débarquements, les taux de capture commerciale et les indices de recrutement. Les indicateurs spatiaux, la température au fond, l'abondance totale, l'abondance et la biomasse des prédateurs et l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu seront considérés comme des **indicateurs contextuels**.

POINTS DE RÉFÉRENCE

On a examiné les tendances de la biomasse commerciale des relevés en combinaison avec les données sur les débarquements pour définir les zones d'état des stocks et les niveaux de référence. Étant donné que de multiples relevés sont disponibles et qu'ils n'ont pas été combinés pour créer une seule tendance intégrée de la biomasse commerciale, les méthodes utilisées par Cook et ses collaborateurs (2017) ont été utilisées pour définir les indicateurs et les points de référence. La notation utilisée pour décrire le PRS et le PRL pour chaque indice d'un relevé sera l'indicateur de référence supérieur (IRS) et l'indicateur de référence limite (IRL). Les taux d'exploitation de référence pour chaque relevé seront également estimés et utiliseront la notation de l'indicateur de taux d'exploitation (ITE) similaire. L'état des stocks sera un résultat combiné des indices de relevé par rapport à leur IRL, IRS et ITE respectifs. La définition proposée de changement entre les états de stock est présentée au tableau 20. L'utilisation de cette méthode à relevés multiples permet d'explorer de façon indépendante toute incertitude ou tout changement qui pourrait se produire dans le cadre d'un relevé en particulier. De plus, le changement des zones d'état des stocks est fondé sur la solidité des données probantes provenant de sources multiples, ce qui accroît la rigueur et réduit les biais potentiels.

L'applicabilité des résultats d'un relevé pour définir la productivité des stocks repose sur l'hypothèse selon laquelle les tendances observées dans le relevé sont caractéristiques du stock et sont des approximations de la productivité et de la capacité de charge des stocks. Pour chaque relevé examiné dans ce cadre, plusieurs options ont été explorées pour définir les indicateurs de la biomasse et du taux d'exploitation de référence. La première était fondée sur la recommandation du MPO (2013) d'utiliser la série chronologique complète pour définir les points de référence de la biomasse où l' IRS_f était défini comme la médiane de la série chronologique complète. Ce point de référence suppose que le stock est en santé lorsque les biomasses du relevé étaient supérieures à la médiane à long terme. De même, un IRL de base a été défini comme étant la $B_{\text{rétablissement}}$, ou la biomasse la plus faible à partir de laquelle le stock a été reconstitué (MPO, 2002). La $B_{\text{rétablissement}}$ est généralement définie au moyen de la

modélisation, mais comme ce processus repose sur une approche axée sur les données et des données de relevé variables, l'IRL_{rétablissement} a été défini comme la médiane des cinq plus faibles niveaux non nuls de biomasse dans chaque série chronologique.

D'autres points de référence ont été proposés en fonction des périodes de productivité, de sorte que l'IRL_i a été défini en fonction de la biomasse médiane pendant la période de productivité inférieure. De même, on a défini l'IRS_h en utilisant la biomasse médiane au cours de la période de forte productivité comme indicateur de la capacité de charge K . Conformément à la théorie fondée sur un modèle de production logistique, la $B_{RMD} = K/2$ et l'application de $0,8 B_{RMD}$, on a défini l'IRS_h comme 0,4 fois la biomasse médiane de la période de forte productivité.

L'IRL_i a été proposé en plus de l'IRL_{rétablissement} comme il s'agit d'une option plus prudente, car une série chronologique de données plus longue éclaire le niveau et atténue encore davantage la sensibilité aux changements interannuels de la biomasse du relevé. De même, l'IRS_h a été proposé, car il reflète la productivité actuelle du stock, est plus prudent et permet une plus grande fourchette entre l'IRL et l'IRS dans laquelle définir les mesures de gestion pour le rétablissement du stock vers la zone saine.

Deux propositions de taux d'exploitation de référence (TER) ont été élaborées. La première est l'ITE_f par défaut où le TER est défini comme la mortalité relative par pêche médiane de l'ensemble de la série chronologique. La seconde, l'ITE_i, a été définie comme étant la mortalité relative par pêche médiane de la période de faible productivité. L'ITE_f était un point de TER plus prudent, car il reflète le niveau de pression de pêche que le stock peut supporter à une biomasse médiane.

Méthodes

Chacune des quatre séries chronologiques du relevé dans la ZPH 34 couvre une saison ou une proportion différente de la zone, mais chacune a été considérée comme un indice de la biomasse dans l'ensemble de la ZPH. Afin d'utiliser la totalité de la série chronologique des données des relevés du MPO, la proportion estimée de la biomasse commerciale par rapport à la biomasse totale pour les années où les données étaient disponibles (0,71) a été appliquée aux autres années. La biomasse commerciale issue des relevés du NEFSC a été estimée pour l'ensemble de la série chronologique à l'aide des informations disponibles.

Les tendances de la biomasse du relevé ont été examinées pour l'indication d'une période de productivité selon les méthodes décrites dans la section relative à l'élaboration des points de référence ci-dessus.

À partir de l'identification de l'IRL, de l'IRS et des ITE, des graphiques de phase seront produits pour afficher les tendances de la biomasse et de la mortalité relative par pêche par rapport aux points de référence proposés. Plutôt que de s'appuyer sur les tendances brutes des relevés, qui sont intrinsèquement des estimations variables pour évaluer l'état des stocks, les médianes mobiles de la biomasse sur trois ans ont été utilisées comme I_{jt} à la fois pour l'indice de la biomasse et pour le dénominateur dans les estimations de la mortalité relative par pêche.

Résultats

Le BCP pour le relevé du MPO indiquait des points de changement en 1994 et en 2000, passant d'une biomasse relativement stable et faible de 1970 à 1994 à des augmentations modérées jusqu'en 2000, puis à une augmentation rapide jusqu'en 2018 (figure 42). La définition de la transition d'une période de faible productivité à une période de forte productivité de 2000 à 2018 a produit un IRS_h indiqué par la ligne verte. De même, l'IRL_i a été défini à l'aide de la période de 1970 à 1999 indiquée par la ligne bleue (figure 42). L'IRL_{rétablissement} et le PRS_f

ont été indiqués par les lignes orange et violette respectivement. Il y avait peu de différence entre les deux indicateurs de référence IRL, car les deux ont été estimés à partir de la période de faible productivité, tandis que les deux indicateurs de référence PRS ont été tirés des périodes de pleine productivité et de forte productivité. Il y avait des différences considérables dans la productivité de la biomasse commerciale du homard au cours de cette série chronologique. La mortalité relative par pêche pendant la période de productivité inférieure (ITE_i) était plus élevée que la mortalité relative par pêche sur la série chronologique complète (ITE_f) en raison des faibles biomasses des indices du relevé. Cependant, l'indice du relevé a augmenté plus rapidement que les débarquements, ce qui peut être observé dans la diminution des estimations de mortalité relative par pêche au cours des dernières années.

L'indice de la biomasse commerciale du relevé de printemps du NEFSC a montré plusieurs points de changement au début de la phase de faible productivité, une augmentation considérable entre 1999 et 2006 et un plafonnement depuis (figure 43). La variabilité au cours des premières phases de l'indice du relevé a produit des différences importantes entre l'IRL_i et l'IRL_{rétablissement}. De même, la transition entre les périodes de productivité plus faible et plus élevée n'a pas été aussi spectaculaire dans cet indice du relevé comparativement à certains des autres, qui ont donné des valeurs semblables pour l'IRS_h et l'IRS_f (figure 43). L'ITE_i était plus élevé que l'ITE_f, car l'indice du relevé était considérablement plus faible pendant la période de faible productivité. Au cours des dernières années, la mortalité relative par pêche est proche de la médiane à long terme, même si la productivité est élevée.

L'indice de la biomasse commerciale du relevé d'automne du NEFSC était semblable à l'indice de la biomasse commerciale du relevé de printemps du NEFSC en ce sens qu'il y avait beaucoup plus de variabilité au cours des années 1969 à 2000 comparativement au relevé du MPO (figure 44). Encore une fois, cette tendance a donné lieu à des différences importantes entre les deux indicateurs de l'IRL, l'IRL_{rétablissement} étant plus faible. Comme pour les autres relevés, un point de changement clair a été détecté, mais ce changement a eu lieu en 1998. La transition d'une période de faible productivité à une période de productivité plus élevée était évidente, la période postérieure à 1998 étant beaucoup plus élevée, ce qui a donné lieu aux différences entre les deux points de référence PRS. Les estimations de la mortalité relative par pêche pour le relevé d'automne ont été échelonnées différemment de celles des autres relevés, car il s'agissait d'une biomasse antérieure à la pêche plutôt que postérieure à la pêche. À l'instar des estimations de la mortalité relative par pêche du relevé de printemps du NEFSC, les dernières années sont proches de la médiane à long terme (TER_f). L'ITE_i était inférieur à l'ITE_f pour cet indice du relevé.

La série chronologique du RCHC était plus courte que celle des autres relevés, mais elle échantillonne une superficie beaucoup plus grande de l'habitat du homard que les autres. Le relevé commence en 1996, soit avant le point de changement détecté dans les autres relevés, mais sans une longue série chronologique de productivité plus faible. Cette série chronologique raccourcie a entraîné un chevauchement dans l'IRL_i et l'IRL_{rétablissement}, car les cinq biomasses non nulles les plus faibles ont coïncidé avec les points de données du relevé avant le premier point de changement détecté en 1999. Deux autres points de changement ont été détectés en 2005 et en 2009, mais ils apparaissent dans le continuum de l'augmentation de la productivité, de sorte que la période de forte productivité a été prise en compte de 1999 à 2018 (figure 45). Dans l'autre série, l'IRS_f était inférieur à l'IRS_h en raison de la longue période de faible productivité, ce qui n'était pas le cas pour le RCHC, car la plupart des séries chronologiques se trouvaient dans la période de forte productivité, et l'IRS_f se situerait probablement autour de K plutôt que de $0,8 B_{RMD}$. L'écart entre l'ITE_f et l'ITE_i était similaire pour le RCHC et les autres relevés. Bien que la période de faible productivité à long terme (avant 1998) n'ait pas été

étudiée dans cet ensemble de données, les estimations de l'ITE_i fournissent quand même une référence précieuse puisque le relevé comporte la couverture la plus complète dans cette ZPH.

Points de référence globaux

L'IRS, l'IRL et l'ITE proposés pour ces indices de relevé de la biomasse commerciale seraient l'IRS_h de la période de forte productivité, l'IRL_{rétablissement} et le TER_i, car ils représentent le mieux l'ensemble de la production potentielle du homard dans la région. Les données des relevés au chalut n'échantillonnent pas tous les habitats habités par le homard, comme on peut le voir clairement dans les années où les estimations de la biomasse étaient nulles, malgré des débarquements continus, bien qu'à de faibles niveaux par rapport aux niveaux actuels. L'IRL_{rétablissement} donne un indice de la biomasse des relevés à partir desquels le stock a pu s'accroître jusqu'aux niveaux actuels. De même, l'ITE_i, qui représente le TER dérivé de la période de faible productivité, serait un choix approprié puisque le stock atteindrait les biomasses actuelles avec des prélèvements à ce rythme. L'utilisation de l'IRS_h reflète le potentiel de production élevé actuel du homard dans la région. Les stocks actuels de homard dans de nombreuses régions de la côte est de l'Amérique du Nord sont à leur plus haut niveau de biomasse jamais observé. En supposant que la population actuelle approche ou atteint sa capacité de charge et que ces indices de relevé fournissent un véritable indice de la biomasse, alors la valeur la B_{RMD} de 0,8 comme indicateur de référence supérieur du stock serait un niveau de référence approprié.

L'application des indicateurs de référence proposés aux médianes mobiles du relevé et aux tendances de la mortalité relative par pêche est illustrée dans les diagrammes de phase (figure 46). On peut combiner ces indicateurs de référence aux fins de la définition de l'état du stock en examinant ces diagrammes. Comme les points actuels pour la biomasse des relevés commerciaux se situent bien dans la zone saine pour les quatre relevés. De plus, comme la mortalité relative par pêche est inférieure à l'ITE dans les quatre indices de relevé, le stock ne serait pas considéré comme surpêché. On peut déduire à partir de ces diagrammes de phase que le stock se trouvait dans la zone d'état dite de prudence entre 1970 et 1999, par rapport à la productivité actuelle, puisque les résultats des quatre relevés se sont révélés inférieurs à leurs IRS respectifs. La ZPH 34 ne s'est jamais trouvée dans l'état dit critique, et n'a été considérée comme surpêchée que pendant un certain nombre de courtes périodes au cours des années 1970 et 1980.

ZPH 35 À 38 COMBINÉES

La stratification de la profondeur utilisée dans le relevé du MPO a été efficace pour réduire la variance globale des estimations stratifiées dans les ZPH 35 à 38. Les allocations des calées entre les strates étaient sous-optimales pour la diminution de la variance du homard, cependant, comme il s'agit de relevés multispécifiques, des compromis dans l'allocation des calées entre les strates sont nécessaires.

Abondance totale du relevé

L'abondance totale de homard du relevé du MPO dans les ZPH 35 à 38 a montré une forte tendance à la hausse depuis 2010 (figure 47). L'abondance du homard a légèrement augmenté au début des années 2000, mais la hausse rapide de 2010 à 2013 et la variabilité autour d'un niveau de production plus élevé étaient évidentes. Comme dans le cas de la tendance de l'abondance totale dans la ZPH 34, cet indicateur sera considéré comme un **indicateur contextuel**, car la répartition de cet indice entre les classes de recrutement et de taille commerciale donnera une meilleure idée des stocks de homard dans ces ZPH.

Abondance des recrues issue des relevés

L'abondance des recrues issue des relevés (longueur de la carapace de 70 à 82 mm) a suivi une tendance semblable à celle de l'abondance totale, caractérisée par des augmentations de 2010 à 2013, puis de taux de capture variables beaucoup plus élevés que ce qui avait été observé dans la série chronologique (figure 48). Cet indicateur sera considéré comme un **indicateur secondaire** puisqu'il fournit de l'information sur le recrutement à venir dans la pêche l'année suivante.

Biomasse commerciale des relevés

On a donc appliqué l'indice de la biomasse commerciale pour les années antérieures à 1999, lorsqu'aucune donnée sur la taille n'avait été recueillie, en utilisant le rapport entre la biomasse commerciale et la biomasse totale estimé entre 1999 et 2018 (0,746). La série chronologique de la biomasse commerciale a montré une augmentation rapide de 2000 à 2004, puis une diminution jusqu'en 2010, suivie d'une augmentation jusqu'en 2013. Depuis, la biomasse est restée élevée et variable (figure 49). Comme dans la ZPH 34, la SoM50 de la baie de Fundy est sensiblement plus importante que la TRM et, de ce fait, la biomasse commerciale disponible après la pêche constituera les individus qui entreront dans la population reproductrice au cours de l'année à venir. Cet indice de la biomasse commerciale suit de près l'indice des débarquements pour la zone combinée (voir ci-dessous). Cet indice sera considéré comme un **indicateur secondaire**, car il représente une composante importante du stock de la baie de Fundy, et même si nous ne pouvons pas estimer les tendances pour chaque ZPH en raison de la faible taille des échantillons, l'indicateur indépendant combiné des pêches devrait continuer d'être surveillé.

Débarquements

Les débarquements dans les ZPH 35 à 38 combinées ont montré une forte tendance à la hausse depuis le milieu des années 1990 jusqu'en 2000, une stabilisation entre 2001 et 2009, puis des augmentations rapides jusqu'en 2016 (figure 50). Il y avait plus de variabilité entre les ZPH particulières dans cet indicateur combiné, mais cela représente les débarquements dans l'ensemble de la baie de Fundy. Les débarquements seront séparés par ZPH pour les tendances des indicateurs, cependant, comme la mortalité relative par pêche est estimée ci-dessous pour la zone combinée, l'utilisation des débarquements combinés a été jugée utile.

Mortalité relative par pêche

Les estimations de la mortalité relative par pêche ont suivi un schéma similaire à celui de l'indice de la biomasse commerciale, caractérisé par des diminutions entre la fin des années 1990 et le début des années 2000, des augmentations jusqu'en 2010, puis des diminutions jusqu'en 2013. Les estimations de la mortalité par pêche relative sont variables, mais faibles depuis (figure 51). Le suivi de la mortalité relative par pêche pour la baie de Fundy fournit une représentation des tendances observées dans l'ensemble de la zone et devrait être inclus comme **indicateur secondaire**.

Étendue spatiale et inégalité de la répartition

La superficie occupée a augmenté depuis le milieu des années 1990 et est actuellement élevée et stable (figure 52). En outre, l'indice d'inégalité de Gini a diminué à la fin des années 1990 et au début des années 2000, et a été faible et variable depuis (figure 53). Ces indicateurs laissent entendre que le homard augmente son utilisation globale de l'habitat. La différence entre les périodes dans la zone occupée était plus prononcée que la variation du coefficient de Gini, ce

qui semble indiquer qu'il subsiste une plus grande variabilité des taux de capture de homards, mais qu'on les retrouve dans l'ensemble dans plus de milieux. Ces indicateurs seront inclus comme **indicateurs contextuels**, car il est utile de suivre les tendances à long terme.

Température au fond

La température estivale au fond de la baie de Fundy a augmenté de façon spectaculaire entre 2010 et 2011 (figure 54). Avant 2010, la température médiane était de 7,75 °C, puis elle est passée à 9,05 °C par la suite. L'augmentation spectaculaire des débarquements et de l'abondance des relevés dans la baie de Fundy s'est produite en même temps que l'augmentation des températures estivales. D'autres recherches devraient être axées sur l'élargissement des travaux antérieurs sur la relation entre la température, la productivité du homard et la bioénergétique. Les températures au fond de la baie de Fundy devraient être incluses comme **indicateur contextuel** dans les évaluations des stocks jusqu'à ce que les relations fonctionnelles entre la température et la production soient comprises.

Pression de prédation

L'abondance et la biomasse des prédateurs ont été estimées au moyen de la série du relevé du MPO. La biomasse des prédateurs a diminué depuis la fin des années 1980 dans les ZPH 35 à 38, alors que l'abondance numérique affichait moins une tendance générale (figure 55). Les impulsions des recrutements de diverses espèces de prédateurs, pour les petites tailles, ainsi que les diminutions globales de la taille des poissons de fond dans la zone ont contribué aux différences observées dans les mesures. L'augmentation observée en 2015 et 2016 était en grande partie attribuable à plusieurs fortes classes d'âge d'aiglefin. Cet indicateur serait renforcé en pondérant les espèces de prédateurs et les groupes de taille à l'aide d'estimations de la consommation relative si celles-ci sont disponibles. Il sera inclus comme **indicateur contextuel** en raison des travaux limités qui établissent un lien entre la pression de prédation et la production de homard de cette série chronologique.

INDICATEURS GLOBAUX POUR LES ZPH 35 À 38

Les indicateurs du relevé du MPO fournissent des renseignements sur les tendances globales dans les ZPH 35 à 38 de la baie de Fundy. Le nombre de traits de chalut était insuffisant pour estimer des indicateurs robustes pour chaque ZPH, mais les données combinées permettent des estimations qui peuvent être considérées comme des indicateurs secondaires et contextuels pour les évaluations des stocks particuliers aux ZPH.

Dans ces ZPH, on observe une augmentation de l'abondance totale, commerciale et des recrues depuis le début des années 2000, et en particulier depuis 2010. Ces augmentations de l'abondance relative coïncident avec l'augmentation spectaculaire de la température des eaux de fond dans la région. L'augmentation de la température de l'eau peut influencer sur la disponibilité du homard dans ces ZPH pour le relevé, car le relevé du MPO ne comporte pas d'échantillonnage à des profondeurs inférieures à 50 m, qui sont des habitats importants pour le homard.

Des relevés indépendants de la pêche spécialement pour le homard dans chacune des ZPH de la baie de Fundy avec une intensité d'échantillonnage suffisante seraient un ajout précieux aux évaluations des stocks pour ces zones.

ZPH 35

ABONDANCE DES RECRUES ISSUE DU RELEVÉ DES PÉTONCLES

L'abondance des recrues de homard issue des traits du relevé du pétoncle dans la ZPH 35 a augmenté ces dernières années (figure 56). Avant et après 2008, il existe des différences marquées dans l'abondance médiane du homard, qui est passée de 14 homards par trait à 35,4 homards/km². La couverture de ce relevé des pétoncles fournit des renseignements sur le recrutement du homard dans de grandes parties de la ZPH, de sorte que ce relevé devrait être considéré comme un **indicateur secondaire** dans les évaluations futures des stocks de homard.

CPUE DE LA PECHE

La CPUE de la pêche a été modélisée pour tenir compte de l'effet de la température et du jour de la saison dans les taux de capture observés dans les journaux de bord. La valeur de l'indicateur est le taux de capture prévu le premier jour de la saison en supposant la température moyenne pour la série chronologique de ce jour-là (figures 16 à 18).

L'indice de la CPUE révèle un accroissement de l'abondance ces dernières années, mais il est un peu moins prononcé que ne le seraient les valeurs non corrigées, car la température a été plus élevée récemment. Notamment, le premier jour de la saison à la mi-octobre de 2010 à 2014, la température au fond était plus élevée que la moyenne et la valeur de l'indice est inférieure à la CPUE prévue pour ces jours. Les valeurs de l'indice de la CPUE pour cette période (de 3,9 à 4,4 kg/casier levé) étaient les plus élevées de la série chronologique, tandis que l'indice a diminué légèrement au cours des trois dernières années et s'établissait à 3,84 kg/casier levé en 2018. La CPUE de la pêche est l'ensemble de données le plus complet pour fournir des avis sur l'état des stocks dans la ZPH 35 et sera incluse comme **indicateur principal** avec des points de référence élaborés ci-dessous.

ABONDANCE DES RECRUES DANS LES CASIERS DE RECRUTEMENT

La tendance modélisée de l'abondance dans les casiers de recrutement dans la ZPH 35 variait sans tendance pour la période de 2006 à 2018 (figure 57). Il y a eu une participation variable à cette surveillance des casiers de recrutement tout au long de la série chronologique (tableau 8), ce qui diminue la valeur de cet indicateur. L'abondance des casiers de recrutement sera considérée comme un **indicateur contextuel** en raison de ces contraintes relatives aux données.

DEBARQUEMENTS

La médiane des débarquements dans la ZPH 35 entre 1947 et 1984 était de 134 t, dans une fourchette de 75 à 184 t (figure 3). Entre 1984 et 1994, on a vu une augmentation marginale à une médiane de 250,5 t (fourchette de 226 à 330 t) et de 1994 à 2010, une augmentation constante des débarquements à 1 898 t. Au cours des dernières années, les débarquements dans la ZPH 35 ont plus que doublé pour atteindre un sommet record de 3 941 t en 2014. Les débarquements fournissent la série chronologique la plus longue de données disponibles pour le homard dans la région. L'effort nominal (nombre de permis x nombre maximal de casiers x jours de pêche) a été essentiellement constant pendant la majeure partie des 40 dernières années. En raison des données à long terme disponibles pour les débarquements, et de l'effort relativement constant qu'il comporte, il s'agit d'un indice utile de l'état des stocks et il est

recommandé de fournir les tendances des débarquements dans les évaluations des stocks en tant qu'**indicateur secondaire**.

DISPERSION DE LA PECHE

La dispersion de la pêche représente le facteur d'uniformité des débarquements dans l'ensemble de la ZPH. Il n'y avait pas de tendance évidente dans la ZPH 35 (figure 58), car la majorité des débarquements proviennent de quelques cellules de grille seulement (figure 14) qui ont été relativement constantes au fil du temps. Malgré cela, elle sera mise à jour dans les futurs cadres comme **indicateur contextuel**.

INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 35

Dans toute la section de la ZPH 35 ainsi que dans les sections combinées des ZPH 35 à 38, des indicateurs sont disponibles pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. La ZPH 35 ne dispose pas des renseignements indépendants de la pêche nécessaires à l'élaboration d'indicateurs primaires et de points de référence, car un seul relevé de 10 à 15 stations est effectué chaque année. L'élaboration d'**indicateurs secondaires** fondés sur les données combinées des ZPH 35 à 38 fournit un certain contexte pour l'ensemble de la zone. Les données du relevé des pétoncles donnent une certaine indication de l'abondance des recrues dans la ZPH; toutefois, la sélectivité des engins peut ne pas fournir un indicateur primaire solide de l'abondance et elles demeureront donc un **indicateur secondaire** de l'état des stocks. La série sur l'abondance des casiers de recrutement de la FSRS compte peu de participants et ne montre pas vraiment de tendance malgré les changements spectaculaires dans la pêche; elle ne sera donc incluse que comme **indicateur contextuel**. Le modèle du taux de capture commerciale dépendant de la pêche a été choisi comme **indicateur principal** de l'état des stocks, car il fournit des renseignements sur les prises corrigées en fonction de l'effort dans la zone. Le nombre total de débarquements constitue la plus longue série chronologique de données dans la ZPH et, à ce titre, il demeurera un **indicateur secondaire**.

POINTS DE RÉFÉRENCE

Avant le présent cadre, l'état des stocks des ZPH de la baie de Fundy (ZPH 35 à 38) était évalué chaque année à l'aide d'ensembles de données combinés pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. Bien que les ZPH puissent partager des ressources de homard communes, la détermination des tendances et des points de référence au sein des ZPH particulières est une approche plus prudente. Les séries chronologiques les plus longues de données pour la ZPH 35 sont les données sur les débarquements; toutefois, sans correction en fonction de l'effort, l'utilité des débarquements comme indicateur principal de l'abondance est ténue, surtout étant donné qu'il s'agit d'une pêche contrôlée par l'effort. Tout changement dans les contrôles de gestion (c.-à-d. si la pêche entrait dans la zone de prudence) aurait une incidence sur la relation entre les débarquements et les points de référence.

Les taux de capture commerciale sont préférables aux débarquements totaux en tant qu'indicateur de l'abondance ou de la biomasse, car les changements du niveau d'effort sont directement pris en compte dans leur estimation. Plus précisément, si des changements se produisent dans la structure de gestion et se répercutent directement sur le niveau de l'effort de pêche, ils seront reflétés dans les taux de capture estimés.

Les taux de capture ont été utilisés ailleurs comme indices de l'abondance ou de la biomasse (Cook *et al.* 2018). Cependant, comme nous l'avons déjà dit, il a été démontré que d'autres facteurs influencent la force de la relation. Dans le cas du homard, on sait que les taux de capture sont influencés par les conditions environnementales (vent, température; Drinkwater *et*

a/ 2006), le stade de mue et l'état reproducteur. De plus, les séries chronologiques des taux de capture peuvent être influencées par l'hyperstabilité ou l'hyperépuisement, où les taux de capture changent plus lentement (ou plus rapidement) que l'abondance (Hilborn et Walters 1992). Bien qu'aucune de ces deux tendances n'ait été documentée chez le homard d'Amérique, on a constaté chez la langouste d'Australie-Méridionale un hyperépuisement dans les taux de capture à mesure que la pêche se développait, et les taux de capture ont diminué plus rapidement que l'abondance globale en raison de l'épuisement localisé dans les zones de haute densité (Lewis 1981, 1983). L'utilisation du modèle de la CPUE normalisée où la température est incluse comme facteur explicatif rend cet indice plus robuste.

Les séries chronologiques des taux de capture commerciale pour la ZPH 35 sont courtes, de 2006 à 2018, ce qui couvre la période actuelle de forte productivité et une période de productivité plus faible de 2006 à 2010 (figure 59). L'utilisation de la médiane modélisée de la CPUE au cours de la période de forte productivité de 2011 à 2018 comme indicateur de la capacité de charge (K), et l'application de la valeur de 80 % et de 40 % de l'approximation de la B_{RMD} , donnent les valeurs PRS et PRL indiquées à la figure 59. L'indice de la CPUE actuel est bien au-dessus du PRS et l'a été pendant toute la durée de la série chronologique. La médiane sur trois ans demeurera l'indicateur de la CPUE par rapport aux points de référence. Comme dans les modèles de la CPUE, l'année a été traitée comme un facteur qui réduit la contrainte des années adjacentes ayant des estimations semblables, car la variabilité interannuelle du recrutement des stocks de homard peut être élevée. En utilisant le modèle de taux de capture ajusté à la température, l'incidence de la variabilité climatique interannuelle a été directement incluse dans l'estimation du point de référence, ce qui a amélioré la robustesse des résultats de l'évaluation des stocks et des énoncés sur l'état des stocks à l'avenir.

À l'heure actuelle, il n'y a pas d'analyses qui ont fourni des estimations convenables de l'exploitation dans la ZPH 35, de sorte qu'il est impossible de déterminer un TER pour le moment.

ZPH 36

ABONDANCE DES RECRUES ISSUE DU RELEVÉ DES PÉTONCLES

L'abondance des recrues de homard issue des traits du relevé des pétoncles dans la ZPH 36 était très faible entre 1999 et 2005, avec une médiane de 4,6 homards/km². Elle a augmenté jusqu'en 2010 et est restée élevée et stable depuis avec une médiane de 49,3 homards/km² (figure 60). La couverture de ce relevé des pétoncles fournit des renseignements sur le recrutement du homard dans de grandes parties de la ZPH, de sorte que ce relevé devrait être considéré comme un **indicateur secondaire** dans les évaluations futures des stocks de homard.

DEBARQUEMENTS

La médiane des débarquements dans la ZPH 36 entre 1947 et 1980 était de 227 t, dans une fourchette de 47 à 184 t (figure 3). Entre 1981 et 1996, on a vu une augmentation marginale à une médiane de 268,5 t (fourchette de 156 à 427 t) et de 1997 à 2010, une augmentation constante des débarquements à 1 594 t. Au cours des dernières années, les débarquements dans la ZPH 36 ont plus que doublé pour atteindre un sommet record de 4 022 t en 2018. Les débarquements fournissent la série chronologique la plus longue de données disponibles pour le homard dans la région. L'effort nominal (nombre de permis x nombre maximal de casiers x jours passés à pêcher) a été essentiellement constant pendant la majeure partie des 40 dernières années. En raison des données à long terme disponibles pour les débarquements,

et de l'effort relativement constant qu'il comporte, il s'agit d'un indice utile de l'état des stocks et il est recommandé de fournir les tendances des débarquements dans les évaluations des stocks en tant qu'**indicateur secondaire**.

CPUE DE LA PECHE

La CPUE de la pêche a été modélisée pour tenir compte de l'effet de la température et du jour de la saison dans les taux de capture observés dans les journaux de bord. La valeur de l'indicateur est le taux de capture prévu le premier jour de la saison en supposant la température moyenne pour la série chronologique de ce jour-là.

L'indice de la CPUE indique une augmentation de l'abondance au cours des dernières années (2013 à 2018; figures 16 à 18). Il est un peu moins prononcé que les valeurs non corrigées parce que la température a été plus élevée au cours des dernières années, mais cet effet n'est pas aussi prononcé dans la ZPH 36 que dans les autres ZPH. Les valeurs de l'indice de la CPUE pour la période de 2013 à 2018 variaient de 3,29 à 3,92 kg/casier levé, ce qui est plus élevé que les 6 années précédentes (de 2007 à 2012), qui variaient de 2,21 à 2,71 kg/casier levé. La valeur de l'indice pour 2018 était de 3,86 kg/casier levé, ce qui est légèrement plus élevé que la valeur prévue du modèle pour le 15 novembre 2017 parce que la température de l'eau était en fait plus froide que la moyenne ce jour-là. La CPUE de la pêche est l'ensemble de données le plus complet en vue de fournir des avis sur l'état des stocks dans la ZPH 36 et sera incluse comme **indicateur principal** avec des points de référence élaborés ci-dessous.

DISPERSION DE LA PECHE

La dispersion de la pêche représente le facteur d'uniformité des débarquements dans l'ensemble de la ZPH. Il n'y avait pas de tendance évidente dans la ZPH 36 (figure 61), car la majorité des débarquements proviennent de quelques cellules de grille seulement (figure 14) qui ont été relativement constantes au fil du temps. Malgré cela, elle sera mise à jour dans les futurs cadres comme **indicateur contextuel**.

INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 36

Dans toute la section de la ZPH 36 ainsi que dans la section des ZPH 35 à 38 combinées, des indicateurs sont disponibles pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. La ZPH 36 ne dispose pas des renseignements indépendants de la pêche nécessaires à l'élaboration d'indicateurs primaires et de points de référence, car un seul relevé de 10 à 15 stations est effectué chaque année. L'élaboration d'**indicateurs secondaires** fondés sur les données combinées des ZPH 35 à 38 fournit un certain contexte pour l'ensemble de la zone. Les données du relevé des pétoncles donnent une certaine indication de l'abondance des recrues dans la ZPH; toutefois, la sélectivité des engins peut ne pas fournir un indicateur primaire solide de l'abondance et elles demeureront donc un **indicateur secondaire** de l'état des stocks. Le modèle du taux de capture commerciale dépendant de la pêche a été choisi comme **indicateur principal** de l'état des stocks, car il fournit des renseignements sur les prises corrigées en fonction l'effort dans la zone. Le nombre total de débarquements constitue la plus longue série chronologique de données dans la ZPH et, à ce titre, il demeurera un **indicateur secondaire**.

POINTS DE RÉFÉRENCE

Avant le présent cadre, l'état des stocks des ZPH de la baie de Fundy (ZPH 35 à 38) était évalué chaque année à l'aide d'ensembles de données combinés pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. Bien que les ZPH puissent partager des

ressources de homard communes, la détermination des tendances et des points de référence au sein des ZPH particulières est une approche plus prudente. Les séries chronologiques les plus longues de données pour la ZPH 36 sont les données sur les débarquements; toutefois, sans correction en fonction de l'effort, l'utilité des débarquements comme indicateur principal de l'abondance est ténue, surtout qu'il s'agit d'une pêche contrôlée par l'effort. Tout changement dans les contrôles de gestion (c.-à-d. si la pêche entrait dans la zone de prudence) aurait une incidence sur la relation entre les débarquements et les points de référence.

Les taux de capture commerciale sont préférables aux débarquements totaux en tant qu'indicateur de l'abondance ou de la biomasse, car les changements du niveau d'effort sont directement pris en compte dans leur estimation. Plus précisément, si des changements se produisent dans la structure de gestion et se répercutent directement sur le niveau de l'effort de pêche, ils seront reflétés dans les taux de capture estimés.

Les taux de capture ont été utilisés ailleurs comme indices de l'abondance ou de la biomasse (Cook *et al.* 2018). Cependant, comme nous l'avons déjà dit, il a été démontré que d'autres facteurs influencent la force de la relation. Dans le cas du homard, on sait que les taux de capture sont influencés par les conditions environnementales (vent, température; Drinkwater *et al.* 2006), le stade de mue et l'état reproducteur. De plus, les séries chronologiques des taux de capture peuvent être influencées par l'hyperstabilité ou l'hyperépuisement, où les taux de capture changent plus lentement (ou plus rapidement) que l'abondance (Hilborn et Walters 1992). Bien qu'aucune de ces deux tendances n'ait été documentée chez le homard d'Amérique, on a constaté chez la langouste d'Australie-Méridionale un hyperépuisement dans les taux de capture à mesure que la pêche se développait, et les taux de capture ont diminué plus rapidement que l'abondance globale en raison de l'épuisement localisé dans les zones de haute densité (Lewis 1981, 1983). L'utilisation du modèle de la CPUE normalisée où la température est incluse comme facteur explicatif rendra cet indice plus robuste.

Les séries chronologiques des taux de capture commerciale pour la ZPH 36 sont courtes, de 2005 à 2018, ce qui couvre la période actuelle de forte productivité et une période de productivité plus faible de 2005 à 2012 (figure 62). L'utilisation de la médiane modélisée de la CPUE au cours de la période de forte productivité de 2013 à 2018 comme indicateur de la capacité de charge (K), et l'application de la valeur de 80 % et de 40 % de l'approximation de la B_{RMD} , donnent les valeurs PRS et PRL indiquées à la figure 62. L'indice de la CPUE actuel est bien au-dessus du PRS et a été au-dessus pendant toute la durée de la série chronologique. La médiane sur trois ans demeurera l'indicateur de la CPUE par rapport aux points de référence, car dans les modèles de la CPUE, l'année a été traitée comme un facteur qui réduit la contrainte des années adjacentes ayant des estimations semblables, car la variabilité interannuelle du recrutement des stocks de homard peut être élevée. En utilisant le modèle de taux de capture ajusté à la température, l'incidence de la variabilité climatique interannuelle a été directement incluse dans l'estimation du point de référence, ce qui a amélioré la robustesse des résultats de l'évaluation des stocks et des énoncés sur l'état des stocks à l'avenir.

À l'heure actuelle, il n'y a pas d'analyses qui ont fourni des estimations convenables de l'exploitation dans la ZPH 36, de sorte qu'il est impossible de déterminer un TER pour le moment.

ZPH 38

ABONDANCE DES RECRUES ISSUE DU RELEVÉ DES PETONCLES

Entre 1999 et 2008, l'abondance des recrues de homard provenant des traits des relevés des pétoncles dans la ZPH 38 était très faible avec une médiane de 160 homards/km², quatre

années de forte densité (médiane de 480 homards/km²) suivies de quatre années de faible densité (médiane de 239 homards/km²) avec une abondance élevée au cours des deux dernières années (médiane de 444 homards/km²; figure 63). La couverture de ce relevé des pétoncles fournit des renseignements sur le recrutement du homard dans de grandes parties de la ZPH; toutefois, les changements relatifs au recrutement ne correspondent pas entièrement aux changements relatifs aux taux de capture commerciale ou aux débarquements. Par conséquent, ce relevé devrait être considéré comme un **indicateur contextuel** pour les évaluations futures des stocks de homard.

DEBARQUEMENTS

La médiane des débarquements dans la ZPH 38 entre 1947 et 1988 était de 325 t, dans une fourchette de 170 à 450 t (figure 3). Entre 1989 et 1997, on a vu une augmentation marquée à une médiane de 512 t (fourchette de 467 à 661 t) et de 1997 à 2013, une augmentation constante des débarquements à 2 682 t. Au cours des dernières années, les débarquements dans la ZPH 38 ont plus que doublé pour atteindre un sommet record de 5 711 t en 2016. Les débarquements fournissent la série chronologique la plus longue de données disponibles pour le homard dans la région. L'effort nominal (nombre de permis x nombre maximal de casiers x jours de pêche) a été essentiellement constant pendant la majeure partie des 40 dernières années. En raison des données à long terme disponibles pour les débarquements, et de l'effort relativement constant qu'il comporte, il s'agit d'un indice utile de l'état des stocks et il est recommandé de fournir les tendances des débarquements dans les évaluations des stocks en tant qu'**indicateur secondaire**.

CPUE DE LA PECHE

La CPUE de la pêche a été modélisée pour tenir compte de l'effet de la température et du jour de la saison dans les taux de capture observés dans les journaux de bord. La valeur de l'indicateur est le taux de capture prévu le premier jour de la saison en supposant la température moyenne pour la série chronologique de ce jour-là (figures 17 et 18).

L'indice de la CPUE indique une augmentation de l'abondance au cours des dernières années (2014 à 2018). Il est un peu moins prononcé que les valeurs non corrigées parce que la température a été plus élevée récemment. Notamment, le premier jour de la saison à la mi-novembre en 2011, 2014, 2015 et 2016, la température au fond était plus élevée que la moyenne et la valeur de l'indice est inférieure à la CPUE prévue pour ces jours. Les valeurs de l'indice de la CPUE pour la période de 2014 à 2018 variaient de 4,69 à 5,57 kg/casier levé, ce qui est plus élevé que les 5 années précédentes (de 2009 à 2013), qui variaient de 2,40 à 3,32 kg/casier levé. La valeur de l'indice pour 2018 était de 4,81 kg/casier levé, ce qui est légèrement plus élevé que la valeur prévue du modèle pour le 15 novembre 2017 parce que la température de l'eau était en fait plus froide que la moyenne ce jour-là. La CPUE de la pêche est l'ensemble de données le plus complet en vue de fournir des avis sur l'état des stocks dans la ZPH 38 et sera incluse comme **indicateur principal** avec des points de référence élaborés ci-dessous.

DISPERSION DE LA PECHE

La dispersion de la pêche représente le facteur d'uniformité des débarquements dans l'ensemble de la ZPH. On a constaté une diminution de l'inégalité de la répartition des débarquements entre 2010 et 2012 dans la ZPH 38, et elle a été faible et stable depuis (figure 64). Cet indicateur sera mis à jour dans les futurs cadres comme **indicateur contextuel**.

RELEVÉ PAR PLONGÉE SOUS-MARINE A FLAGG COVE

Le relevé en transects par plongée sous-marine à Flagg Cove a été effectué pendant de nombreuses années entre 1989 et 2015. L'indice de densité du homard dérivé de ces données est illustré à la figure 65. Ce relevé a révélé de façon constante de fortes proportions de femelles œuvées dans la région (figure 65). Toutefois, la densité globale du homard observée au cours du relevé était très variable et ne suivait pas des tendances semblables aux taux de capture commerciale ou aux débarquements totaux ni les tendances évidentes du relevé des pétoncles, ce qui laisse entendre que les facteurs influant sur l'indicateur d'abondance de ce relevé ne reflétaient pas l'ensemble de la population.

INDICATEURS GLOBAUX POUR LA ZPH 38

Dans toute la section de la ZPH 38 ainsi que dans les sections combinées des ZPH 35 à 38, des indicateurs sont disponibles pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. La ZPH 38 ne dispose pas des renseignements indépendants de la pêche nécessaires à l'élaboration d'indicateurs primaires et de points de référence, car un seul relevé de 10 à 15 stations est effectué chaque année. L'élaboration d'**indicateurs secondaires** fondés sur les données combinées des ZPH 35 à 38 fournit un certain contexte pour l'ensemble de la zone. Le modèle du taux de capture commerciale dépendant de la pêche a été choisi comme **indicateur principal** de l'état des stocks, car il fournit des renseignements sur les prises corrigées en fonction de l'effort dans la zone. Le nombre total de débarquements constitue la plus longue série chronologique de données dans la ZPH et, à ce titre, il demeurera un **indicateur secondaire**.

POINTS DE RÉFÉRENCE

Avant le présent cadre, l'état des stocks des ZPH de la baie de Fundy (ZPH 35 à 38) était évalué chaque année à l'aide d'ensembles de données combinés pour les données dépendantes et indépendantes de la pêche. Bien que les ZPH puissent partager des ressources de homard communes, la détermination des tendances et des points de référence au sein des ZPH particulières est une approche plus prudente. Les séries chronologiques les plus longues de données pour la ZPH 38 sont les données sur les débarquements; toutefois, sans correction en fonction de l'effort, l'utilité des débarquements comme indicateur principal de l'abondance est ténue, surtout étant donné qu'il s'agit d'une pêche contrôlée par l'effort. Tout changement dans les contrôles de gestion (c.-à-d. si la pêche entrait dans la zone de prudence) aurait une incidence sur la relation entre les débarquements et les points de référence.

Les taux de capture commerciale sont préférables aux débarquements totaux en tant qu'indicateur de l'abondance ou de la biomasse, car les changements du niveau d'effort sont directement pris en compte dans leur estimation. Plus précisément, si des changements se produisent dans la structure de gestion et se répercutent directement sur le niveau de l'effort de pêche, ils seront reflétés dans les taux de capture estimés.

Les taux de capture ont été utilisés ailleurs comme indices de l'abondance ou de la biomasse (Cook *et al.* 2018), cependant, comme nous l'avons déjà dit, il a été démontré que d'autres facteurs influencent la force de la relation. Dans le cas du homard, on sait que les taux de capture sont influencés par les conditions environnementales (vent, température; Drinkwater *et al.* 2006), le stade de mue et l'état reproducteur. De plus, les séries chronologiques des taux de capture peuvent être influencées par l'hyperstabilité ou l'hyperépuisement, où les taux de capture changent plus lentement (ou plus rapidement) que l'abondance (Hilborn et Walters 1992). Bien qu'aucune de ces deux tendances n'ait été documentée chez le homard d'Amérique, on a constaté chez la langouste d'Australie-Méridionale un hyperépuisement dans

les taux de capture à mesure que la pêche se développait, et les taux de capture ont diminué plus rapidement que l'abondance globale en raison de l'épuisement localisé dans les zones de haute densité (Lewis 1981, 1983). L'utilisation du modèle de la CPUE normalisée où la température est incluse comme facteur explicatif rendra cet indice plus robuste.

Les séries chronologiques des taux de capture commerciale pour la ZPH 38 sont courtes, de 2005 à 2018, ce qui couvre la période actuelle de forte productivité et une période de productivité plus faible de 2005 à 2013 (figure 66). L'utilisation de la médiane modélisée de la CPUE au cours de la période de forte productivité de 2014 à 2018 comme indicateur de la capacité de charge (K), et l'application de la valeur de 80 % et de 40 % de l'approximation de la B_{RMD} , donnent les valeurs PRS et PRL indiquées à la figure 66.

L'indice de la CPUE actuel est bien au-dessus du PRS et l'a été pendant toute la durée de la série chronologique. La médiane sur trois ans demeurera l'indicateur de la CPUE par rapport aux points de référence, car dans les modèles de la CPUE, l'année a été traitée comme un facteur qui réduit la contrainte des années adjacentes ayant des estimations semblables, la variabilité interannuelle du recrutement des stocks de homard pouvant être élevée. En utilisant le modèle de taux de capture ajusté à la température, l'incidence de la variabilité climatique interannuelle a été directement incluse dans l'estimation du point de référence, ce qui a amélioré la robustesse des résultats de l'évaluation des stocks et des énoncés sur l'état des stocks à l'avenir.

À l'heure actuelle, il n'y a pas d'analyses qui ont fourni des estimations convenables de l'exploitation dans la ZPH 38, de sorte qu'il est impossible de déterminer un TER pour le moment.

DISCUSSION GÉNÉRALE DES INDICATEURS ET DES CATÉGORIES PRIMAIRES, SECONDAIRES ET CONTEXTUELLES PROPOSÉES

Avant 2018, les débarquements étaient l'un des principaux indicateurs de l'état des stocks pour toutes les ZPH de la région des Maritimes du MPO (Tremblay *et al.* 2012), ainsi que dans d'autres régions (MPO 2013b). Dans les évaluations récentes des stocks d'autres ZPH, on utilise de plus en plus les taux de capture commerciale et d'autres indices pour déterminer l'état des stocks (Cook *et al.* 2017, Cook *et al.* 2018). Les débarquements, les taux de capture commerciale et les indices des relevés ont tous été utilisés pour évaluer l'état des stocks dans la ZPH 34 et les ZPH 35 à 38 combinées. Même s'il y avait plusieurs indicateurs, il n'y avait pas de recommandations sur la façon de définir l'état des stocks si les indices divergeaient. Dans le présent cadre, l'indicateur principal de l'état des stocks a été remplacé par les indices des relevés pour la ZPH 34 et les taux de capture commerciale modélisés avec des points de référence définis en fonction des régimes de productivité.

Dans le cadre actuel, la proposition consisterait à définir l'état des stocks par ZPH, puisque les pêches sont gérées séparément, et que le fait de combiner les indicateurs entre les régions pourrait masquer les changements à l'intérieur de chaque ZPH, ce qui rendrait les résultats moins prudents.

Dans la ZPH 34, il existe de multiples ensembles de données à long terme dépendantes et indépendantes de la pêche pour examiner les profils de l'abondance relative et de la productivité. L'utilisation de l'analyse factorielle dynamique a indiqué que bon nombre de ces séries chronologiques présentaient des tendances semblables et qu'elles reflétaient probablement les changements globaux de la productivité de la population. L'utilisation des résultats des relevés au chalut de fond indépendants de la pêche comme principaux indicateurs de l'état des stocks fournit des renseignements qui ne sont pas influencés par le comportement

des pêches ou les variations du marché. Le fait de disposer de renseignements provenant de relevés multiples au chalut effectués à différents moments de l'année à l'aide de différents types d'engins permet d'accroître la confiance dans les résultats fournis. La détermination des périodes de productivité et l'établissement de points de référence en fonction des meilleurs renseignements disponibles qui supposent que la population actuelle s'est rapprochée de la capacité de charge fournissent des points de référence de précaution pour la pêche. Des taux d'exploitation de référence fondés sur la mortalité relative par pêche de chaque indice de relevé ont également été proposés en fonction des différentes périodes de productivité. La combinaison des relevés de façon qualitative seulement après avoir déterminé l'état du relevé par rapport aux IRS, aux IRL et aux ITE permet d'utiliser pleinement la force des données probantes. Les indicateurs secondaires des débarquements, les taux de capture commerciale corrigés en fonction de la température et les taux de capture des recrues de la FSRS fournissent tous des renseignements supplémentaires sur l'état actuel du stock et de la pêche.

Dans les ZPH 35 à 38, une approche commune a été appliquée à chaque ZPH. Les séries chronologiques des taux de capture commerciale ajustés à la température ont été utilisées comme principal indicateur de l'état des stocks pour chaque ZPH. En utilisant les taux de capture commerciale sur 13 et 14 ans pour établir les points de référence, une analyse a été effectuée pour déterminer la période de forte productivité. Cette période a été utilisée comme indicateur de la capacité de charge K , avec 0,8 et 0,4 B_{RMD} utilisés comme PRS et PRL respectivement. L'utilisation des taux de capture commerciale modélisés, qui comprennent des ajustements de température, améliore la robustesse de cet indice, car la variation interannuelle des taux de capture en raison des changements de température a été prise en compte dans l'indice et est intégrée directement dans les points de référence actuellement proposés. Les données du relevé au chalut du MPO fournissent des renseignements sur les ZPH 35 à 38, mais il n'y a pas suffisamment de traits de chalut dans chaque ZPH pour fournir des indices fiables de l'état. Les indicateurs secondaires de ce relevé au chalut pour les calées combinés des ZPH 35 à 38 seront inclus dans les évaluations des stocks. De plus, les débarquements totaux et, dans les ZPH 35 et 36, les indices d'abondance des recrues provenant des relevés de dragues à pétoncles seront inclus comme indicateurs secondaires.

ORIENTATIONS BIOLOGIQUES POUR LES RÈGLES DE CONTRÔLE DES PRISES

Les règles de contrôle des prises (RCP) sont les mesures de gestion qui entrent en vigueur lorsque l'état du stock se retrouve dans la zone de prudence. Elles visent à faciliter le rétablissement du stock dans la zone saine. Dans les pêches à production contrôlée, les règles de contrôle des prises se traduisent par une certaine réduction des quotas. Dans les pêches à effort contrôlé, comme la pêche du homard, les règles de contrôle des prises appropriées sont moins évidentes. Le processus de définition de règles de contrôle des prises efficaces exige donc une réflexion, une analyse et une consultation approfondies avec l'industrie. Divers mécanismes de contrôle de l'effort ont été proposés, notamment la réduction de la limite du nombre de casiers, le raccourcissement de la durée de la saison, l'augmentation de la taille minimale réglementaire et des interdictions liées à une fourchette de tailles. L'un des objectifs de ce cadre d'évaluation du stock était de placer ces mesures de conservation dans un contexte biologique qui permettra à l'industrie et aux gestionnaires des ressources de prendre des décisions éclairées du point de vue de la productivité biologique. Pour ce faire, nous avons mis au point un modèle de simulation pour suivre une cohorte de homards entre les stades de juvénile tardif et d'adulte en passant par la mue, la reproduction, la pêche et la mortalité naturelle. Le modèle intègre des paramètres propres à chaque région pour évaluer les règles de contrôle des prises possibles. Les données de sortie des modèles de simulation comprennent les débarquements totaux et la production d'œufs, et ce sont les paramètres utilisés pour

déterminer les effets biologiques du type et de l'ampleur relative des règles de contrôle des prises.

MUE

La croissance est une composante majeure des orientations biologiques fournies par l'analyse de simulation. La croissance du homard est un processus qui s'effectue en plusieurs étapes, à chaque mue. Elle est donc décrite par la combinaison de la probabilité de mue et de la croissance à la mue. Chez le homard, la probabilité de mue diminue avec l'augmentation de la longueur de la carapace, et est sexuellement dimorphe, c'est-à-dire que la probabilité de mue des femelles diminue plus rapidement avec la taille que celle des mâles. L'augmentation de la taille entre les mues est variable et s'accroît avec la longueur de la carapace, mais à un rythme plus rapide chez les mâles que chez les femelles. En général, les homards de 60 à 80 mm muent environ une fois par an, ceux de 140 à 160 mm tous les deux ans et les homards de 180 à 200 mm muent probablement tous les trois ou quatre ans (Campbell, 1983). Deux mues peuvent se produire au cours d'une même saison et ont été signalées chez des homards de plus de 60 mm dans le sud du golfe du Saint-Laurent (Comeau et Savoie 2001). Dans les régions, l'accroissement de la longueur à chaque mue est relativement constante d'une année à l'autre, mais elle est variable dans l'espace (Aiken et Waddy 1986). La température est le facteur externe qui a le plus d'influence sur le moment et la fréquence de la mue. Dans les régions où les températures sont chaudes en fin de printemps, la croissance des homards est plus rapide, car les températures élevées permettent aux homards de muer deux fois; de plus, l'augmentation de la taille y est souvent plus importante que dans les régions caractérisées par des températures plus froides (Comeau et Savoie 2001). Étant donné l'influence de la température sur le processus de mue, une relation basée sur les degrés-jours cumulés au-dessus de 0 °C guidera la composante de croissance dans le modèle de simulation pour chaque ZPH.

MÉTHODES DE SIMULATION

Chaque passe de la simulation suit 1 000 homards dont la carapace mesure de 50 mm à 200 mm par tranches de 5 mm, pendant qu'ils muent, parviennent à maturité, produisent des jeunes et meurent naturellement ou sont capturés dans la pêche. Le total des débarquements et le potentiel reproductif de la cohorte sont utilisés pour évaluer l'effet des différentes règles de contrôle des prises. La base de la simulation est un modèle du processus de mue :

$$N_{t+1, l, i, j+1} = N_{t, l, i, j} * (1 - pM)$$

$$N_{t+1, l+iM, i+1, 1} = N_{t, l, i, j} * pM$$

où $N_{t, l, i, j}$ est le nombre de homards à l'intervalle de temps t , dont la longueur de carapace est l , qui ont mué i fois et pour lesquels j intervalles de temps se sont écoulés depuis leur dernière mue. La probabilité de mue des homards (pM) est fonction de la longueur de carapace (l) et de la somme des températures au fond quotidiennes (*degrés-jours*) depuis la dernière mue (j). La croissance à la mue (iM) est une fonction de la longueur de carapace (l) qui diffère pour les mâles et les femelles.

Température au fond

Les taux de croissance propres à la zone incorporent des profils de la température caractéristiques de la zone, qui sont intégrés dans le modèle de la probabilité de mue. Dans les zones où la température au fond est plus élevée, la fréquence de mue des homards est plus élevée à une longueur de carapace donnée par rapport aux zones où la température au fond

est plus froide. La relation précise a été décrite par le nombre de degrés-jours depuis la dernière mue. Le modèle de simulation a donc nécessité des estimations propres à la région de la température au fond moyenne quotidienne dans l'habitat du homard.

Les données sur la température de la FSRS sont une bonne représentation de la température au fond de l'habitat du homard pendant la saison de pêche, mais il est important de connaître la température au fond pour le reste de l'année, car elle influence les processus biologiques tels que la croissance et la reproduction. Un modèle de température déterministe a été mis au point pour prédire les températures au fond quotidiennes pour chaque ZPH, afin de calculer les degrés-jours accumulés pour guider le processus de mue. Les données de la FSRS ont été la principale source de données pour le modèle de température, qui comprenait également une série chronologique de données sur les températures au fond observées provenant de diverses sources, à la fois côtières et extracôtières (figure 67). La profondeur a été prise en considération, mais nous n'avons pas tenté de créer un modèle de température entièrement spatio-temporel, bien qu'il soit souhaitable, en raison de ses exigences élevées en matière de puissance de calcul et de la faible densité des données dans les zones côtières.

Le modèle de température a été élaboré comme un modèle additif généralisé (MAG) estimé à l'aide du progiciel R « mgcv » (Wood 2016) pour prédire la température en fonction de la superficie, de la profondeur et d'une variable temporelle continue y en années décimales. Nous avons utilisé les harmoniques de l'année décimale ($\sin[2\pi y]$, $\cos[2\pi y]$) pour tenir compte du cycle annuel et des cycles saisonniers de la température. Les relations de profondeur n'étaient significatives que dans leur effet sur les composantes saisonnières. Les fonctions de lissage (l) étaient basées sur des splines cubiques non paramétriques.

$$\text{Température} \sim \text{Superficie} + s(y) + l(y, \text{par}=\text{Superficie}) + \sin.y + \cos.y + s(\text{Profondeur}, \sin.y, \cos.y)$$

Il est plus facile de visualiser la variabilité interannuelle pour chaque zone en effectuant la prédiction à une profondeur de 25 m le 1^{er} juin de chaque année (figure 68).

Nous avons utilisé les prévisions de la température au fond quotidienne pour calculer les degrés-jours à entrer dans le modèle de simulation.

Données de marquage

Nous avons utilisé les données de marquage provenant du marquage-recapture, avec des informations complètes sur la taille au moment du marquage et de la recapture, pour définir le processus de mue. La croissance du homard au cours de ce processus était caractérisée par une fonction de la taille, du temps et de la température. Les données de marquage disponibles proviennent d'études menées dans les années 1980 et 1990 dans la baie de Fundy, le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et au Cap-Breton (Campbell et Stasko 1986, Campbell 1989, Tremblay et Drinkwater 1997; figure 69). L'utilisation de l'ensemble complet de données a permis un contraste suffisant dans la relation entre la température et la croissance, permettant une meilleure caractérisation de la variabilité potentielle et présumant que les différences régionales peuvent s'expliquer en grande partie par l'effet de la température.

Probabilité de mue

Nous avons employé les données de marquage pour estimer la relation entre la probabilité de mue et la longueur de la carapace et les degrés-jours depuis la dernière mue. Nous avons supposé que les homards capturés dont la longueur de la carapace a augmenté de plus de 4 % depuis leur remise à l'eau ont mué. Le modèle de température a permis de calculer le nombre de degrés-jours entre les dates de remise à l'eau et de recapture, le lieu de recapture étant considéré comme la zone pour définir les tendances de la température. Un modèle linéaire

généralisé binomial de l'occurrence de la mue a été ajusté aux données de marquage, avec les degrés-jours et la longueur de la carapace comme prédicteurs linéaires. Les probabilités ainsi prédites de mue ont été reprises dans le modèle de simulation pour déterminer le nombre de homards en mue pour une catégorie de longueur donnée et le nombre de degrés-jours depuis la dernière mue (figure 70).

Croissance à la mue

La croissance à la mue a été estimée à partir des données de marquage. Afin de sélectionner des homards qui n'ont probablement mué qu'une seule fois, nous avons inclus dans l'analyse les homards dont la taille a augmenté d'au moins 4 % entre la capture et la remise à l'eau. Nous avons modélisé la différence de taille à diverses longueurs initiales de carapace séparément pour chaque sexe à l'aide du progiciel R *rstanarm* (Stan Development Team, 2016) afin de caractériser la variabilité de la croissance à la mue (figure 71).

Taille à la maturité

Diverses études appliquant une série de méthodes ont été utilisées pour évaluer la taille à la maturité (Reeves *et al.* 2011). En raison des difficultés d'assimilation des diverses sources de données, nous n'avons pas réalisé d'analyse complète intégrant les données sur la taille à la maturité dans la région des Maritimes. Jusqu'à ce que cette analyse soit terminée, le modèle statique de taille à la maturité pour la ZPH 34 a été utilisé (figure 72).

Fécondité

Nous avons repris la relation fécondité-longueur de carapace de Campbell et Robinson (1983) pour quantifier le potentiel reproductif total d'une cohorte donnée dans des pressions précises de l'environnement et de la pêche.

$$\text{Fécondité} = 0,00256 * LC^{3,409}$$

Mortalité naturelle

La mortalité naturelle est un paramètre important qui influence les résultats de l'analyse de simulation, mais on dispose de très peu de renseignements pour la déterminer. Pour cette analyse, nous avons supposé que la mortalité naturelle était constante à 0,15 pour toutes les tailles et toutes les zones.

Exploitation

Pour la ZPH 34, deux scénarios d'exploitation ont été mis à l'essai. Un scénario d'exploitation élevée utilisant les estimations de l'exploitation moyenne de l'analyse du changement de proportions en continu et un scénario d'exploitation plus faible utilisant l'exploitation relative moyenne du relevé. Ils ont tous deux été convertis en taux annuels de mortalité par pêche,

$$F = \frac{-\log(1 - E)}{t}$$

où E est l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu ou la mortalité relative par pêche, et t est la durée de la saison. La mortalité par pêche a été appliquée à la population simulée dans chaque catégorie de longueur commerciale et chaque intervalle de temps selon la formule

$$N_{t+1,l} = N_{t,l} \cdot e^{-F_{l^s}}$$

où F_i est la mortalité par pêche pour une catégorie de longueur donnée et s est la durée (en années décimales) de la saison de pêche dans un intervalle de temps donné. Cette approche permet d'examiner de légers changements dans le calendrier et la durée de la saison de pêche.

Reproduction

La simulation a été réalisée séparément pour les mâles et les femelles, les femelles œuvées étant traitées comme une composante distincte de la population dans la simulation pour les femelles. Les paramètres de la taille à la maturité permettent de déterminer la proportion de femelles œuvées dans chaque catégorie de longueur. Nous avons présumé que les femelles matures se sont accouplées au moment de la mue, la gestation et l'incubation durant respectivement 320 et 360 jours (Talbot et Helluy 1995). La variabilité des durées de la gestation et de l'incubation n'a pas été incluse dans la simulation. Une fois la période d'incubation terminée, les œufs sont libérés et sont inclus dans le total cumulé de la production d'œufs; les femelles retournent dans la population exploitable où elles sont vulnérables à la mortalité par pêche. La composante « femelles œuvées » de la population n'est vulnérable qu'à la mortalité naturelle.

Scénarios

Les différentes règles de contrôle des prises testées à l'aide de la méthode de simulation étaient les modifications de la TRM, les modifications de la durée de la saison de pêche, la protection des homards dépassant la TRM et la protection des homards dans une certaine fourchette de tailles. Des simulations des limites de casiers et du marquage par encoche en V ont été proposées à titre de possibles règles de contrôle des prises, mais elles n'ont pas été testées à l'aide du modèle de simulation actuellement élaboré, car la relation entre les casiers levés et l'exploitation n'est pas bien définie et la mise en œuvre du marquage par encoche en V nécessite une extension substantielle du développement du modèle.

Pour la règle de contrôle des prises relative à la modification de la durée de la saison de la pêche, des réductions à 90 %, 80 %, 70 %, 60 % et 50 % de la durée initiale de la saison ont été mises à l'essai pour chaque ZPH. Ces réductions de la durée de la saison ont été mises en œuvre en retardant le début de la saison; toutefois, comme les effets de la température sur la capturabilité n'ont pas été pris en compte, les résultats auraient été similaires si la réduction avait eu lieu à la fin de la saison. Avec cette approche, les taux de capture seront élevés au début de la saison, quelle que soit la date de début réelle, ce qui ne reflète peut-être pas exactement la réalité dans la ZPH 34, où les taux de capture chutent sensiblement en raison du rafraîchissement des températures de l'eau en janvier. Pour la règle de contrôle des prises relative aux modifications de la TRM, des augmentations à 85, 87,5 et 90 mm ont été mises à l'essai.

Les restrictions en fonction d'une fourchette de tailles ont été évaluées en appliquant une fourchette de tailles restreinte (115 à 125 mm) et une plus large (105 à 125 mm) soit à l'ensemble de la population (mâles + femelles), soit aux femelles uniquement. Des scénarios d'une taille maximale de 125, 130 et 135 mm ont également été mis à l'essai et appliqués aux deux sexes et aux femelles uniquement.

Résultats et discussion

Les sorties de la ZPH 34 avec la mortalité relative par pêche et l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu ont été présentées sous forme de graphiques à bulles pour les mâles, les femelles et les femelles œuvées de la cohorte simulée dans le cadre des divers scénarios de gestion (figures 73 à 82). Ces graphiques montrent le

nombre total de homards dans chaque catégorie de taille chaque trimestre (Nt,l) à mesure que la génération progresse sur 15 ans à partir d'une cohorte initiale dont la longueur de la carapace est de 50 mm. Des simulations des prélèvements dus à la pêche, le nombre de homards en mue et le nombre d'œufs libérés par les femelles œuvées sont également représentés. Un seul exemple de chaque scénario de gestion est illustré dans les graphiques, c.-à-d. une TRM de 90 mm, raccourcissement de la saison de 50 %, une taille de fourchette de 115 à 125 mm et une taille maximale de 125 mm. Les résultats relatifs aux mesures d'évaluation (nombre de débarquements, poids des débarquements et œufs produits) sont présentés pour tous les niveaux des scénarios de gestion mis à l'essai au tableau 16 pour l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu et au tableau 17 pour l'exploitation liée à la mortalité relative par pêche.

En général, les mâles ont tendance à croître plus rapidement que les femelles en raison de la fréquence et de l'augmentation de la fréquence de mue. Cook et ses collaborateurs (2018) ont analysé l'effet des différentes données d'entrée sur les résultats de simulation en examinant les différences entre les différentes régions. Toutes les variations entre les ZPH étaient dues aux différences dans les effets de la température sur la fréquence des mues, les effets de la taille à la maturité et les effets de l'exploitation sur le rythme auquel les homards sont retirés de la cohorte. La ZPH 34 présente les caractéristiques d'une taille à la maturité élevée et d'une croissance rapide en raison des températures plus chaudes comparativement aux autres ZPH. Cela signifie que les homards ont tendance à être recrutés plus rapidement au sein de la population exploitable, mais le nombre d'œufs par femelle est plus faible parce que les femelles entrent dans la population exploitable avant la maturité. Il en résulte une diminution du nombre de femelles œuvées par rapport aux 1 000 femelles initiales.

Dans les scénarios d'augmentation de la TRM, la taille moyenne des homards dans les débarquements était plus grande, et il fallait donc débarquer moins de homards pour atteindre le même total des débarquements (figures 75 et 76). L'augmentation de la TRM donne aux plus petites femelles une chance de frayer avant de devenir vulnérables à la pêche et elle augmente le nombre total de femelles portant des œufs (figures 75 et 76). En raison de la nature exponentielle de la relation fécondité-taille, les grosses femelles produisent beaucoup plus d'œufs que les plus petites.

Dans les scénarios de raccourcissement de la saison de 50 % (figures 77 et 78), l'exploitation a été réduite pour toutes les tailles réglementaires, ce qui a permis d'augmenter la taille médiane des prises et la biomasse par homard débarqué. La réduction de l'exploitation a accru les débarquements dans le temps en permettant une croissance continue, en particulier dans les zones où les températures au fond sont plus chaudes. Elle a également augmenté la production d'œufs en augmentant la capacité de survie de toutes les femelles.

La mise en œuvre de *fourchettes et de tailles maximales en tant que* règles de contrôle des prises est semblable à l'augmentation de la TRM en ce sens qu'elle protège une certaine catégorie de taille de homards contre la récolte, mais qu'elle favorise des homards plus gros qui peuvent porter plus d'œufs en vue de la protection (figures 79 à 82). La mise en œuvre de fourchettes et de tailles maximales pour les femelles seulement ne conserve que les avantages pour la production d'œufs, mais est moins efficace pour réduire l'exploitation.

La comparaison des sorties de chaque simulation à partir du scénario d'exploitation élevée (changement de proportions en continu) par rapport au scénario d'exploitation plus faible (mortalité relative par pêche) révèle des différences importantes (figures 73 et 74). Beaucoup plus d'œufs sont produits dans le cadre du scénario de faible exploitation parce qu'il y a plus de homards femelles qui survivent jusqu'à des tailles plus grandes qui produisent plus d'œufs. Les estimations de l'exploitation tirées de l'analyse du changement de proportions en continu sont si

élevées qu'il reste relativement peu de homards après cinq ans de simulation, ce qui a des répercussions sur l'efficacité des divers scénarios de gestion.

Pour les zones précédemment testées (ZPH 27 à 33), une réduction de 50 % de la saison s'est révélée plus bénéfique qu'une augmentation de la TRM à 90 mm (Cook *et al.* 2018). Toutefois, dans le scénario d'exploitation élevée de la ZPH 34, cette tendance a été inversée; une augmentation de la TRM a été plus efficace pour augmenter le nombre d'œufs produits, diminuer le nombre de homards débarqués et augmenter le poids global des débarquements (tableau 16). C'est le cas parce que, avec des taux d'exploitation très élevés, la grande majorité des homards sont prélevés de la population au cours de la première moitié de la saison, ce qui signifie que la fermeture de la seconde moitié permet en fait d'éviter le prélèvement de relativement peu de homards de la population. Toutefois, dans le scénario de forte exploitation, les protections relatives à la taille, comme la TRM, la taille maximale ou les fourchettes de tailles, sont toujours efficaces, car les homards de cette taille sont protégés, peu importe ce qui arrive. En fait, les restrictions relatives à la taille des fourchettes et à la taille maximale étaient en fait plus efficaces pour accroître la production d'œufs dans le scénario d'exploitation élevée que l'augmentation de la TRM ou la réduction de la saison. Il convient également de noter que les critères d'évaluation du tableau 16 représentent une variation en pourcentage de la production d'œufs et, dans le scénario d'exploitation élevée couplé à la grande taille à la maturité de la ZPH 34, relativement peu d'œufs étaient issus de la cohorte simulée, et toute mesure de gestion qui protège une partie de la population est susceptible d'avoir un effet significatif sur la variation en pourcentage.

Dans le scénario de faible exploitation, une réduction saisonnière a été plus efficace pour augmenter le nombre d'œufs produits, diminuer le nombre de homards débarqués et augmenter le poids global des débarquements (tableau 17). Il convient de noter qu'une réduction de la saison est analogue à toute mesure qui réduit l'effort de pêche global. La réduction de la saison est également une mesure plus efficace, car une réduction de l'effort signifie une réduction des coûts liés à la pêche et des taux de capture globalement plus élevés. Toutefois, il faut faire preuve de prudence dans l'interprétation de ces résultats, car la simulation repose sur de nombreuses hypothèses. Par exemple, elle suppose que la capturabilité ne change pas au cours de la saison et que seul l'épuisement aura un effet sur les changements des taux de prise. L'effet de la température sur la capturabilité n'a pas été pris en compte. La simulation suppose également que les estimations de l'exploitation, qui portent sur les homards nouvellement recrutés dans la pêche, sont les mêmes pour toutes les tailles de homard.

Dans l'ensemble, le sommaire des résultats permet de penser qu'aux niveaux d'exploitation actuels estimés selon l'analyse du changement de proportions en continu ou de la mortalité relative par pêche dérivée du relevé, une surpêche du potentiel de croissance a probablement lieu. Ces modèles de simulation semblent indiquer une surpêche du potentiel de croissance, car la diminution de l'exploitation ou l'augmentation de la taille minimale réglementaire a entraîné une augmentation du rendement par recrue, comme l'indiquent les débarquements. Cette conclusion est fondée sur des niveaux d'exploitation très élevés en combinaison avec des taux de croissance élevés chez les mâles estimés à partir de l'analyse des données de croissance à la mue. Elle suggère que dans tous les scénarios, l'exploitation réduite aura probablement des effets positifs sur la biomasse exploitable et la production d'œufs.

Cette analyse n'avait pas pour but de recommander des changements à apporter à la gestion actuelle de la pêche. Elle visait uniquement à présenter une méthode permettant de déterminer les types de changements de gestion qui seraient les plus efficaces pour favoriser le rétablissement si l'état des stocks entrait dans la zone de prudence.

SOURCES D'INCERTITUDE

Les sources primaires de données disponibles pour l'évaluation des stocks de homard dans les ZPH 35 à 38 proviennent des casiers à homard. En raison de la nature passive des casiers, les inférences sur les processus de population sont limitées à la composante du stock capturée par les casiers. La capturabilité décrit la relation entre les débarquements totaux et la biomasse exploitable, et comprend la disponibilité des espèces pour l'engin de pêche et la sélectivité de l'engin. Pour les casiers à homards, la disponibilité dépend non seulement de la proximité de l'animal par rapport à l'engin, mais aussi du comportement des individus et de leur volonté de pénétrer dans les casiers. Selon de nombreuses études, tous les homards ne sont pas disponibles pour les casiers à tout moment compte tenu de l'influence de facteurs tels que la température de l'eau, l'accouplement et la mue. Le fait de se fier uniquement aux données provenant des casiers pour évaluer l'état des stocks entraîne des incertitudes quant aux tendances dans le temps. Il serait utile d'avoir une source de données indépendante des pêches à l'échelle régionale pour renforcer notre confiance dans la description de l'état des stocks.

L'hypothèse selon laquelle les populations de homard avaient atteint ou étaient près d'atteindre leur capacité de charge pendant la période de surveillance est à la base de la définition des points de référence et de l'état du stock. La plupart des séries chronologiques indiquent que le homard des ZPH 34 à 38 a été plus productif au cours des 15 dernières années que ce qui avait été enregistré précédemment. Nous ne savons pas avec certitude si ce niveau de productivité sera viable à l'avenir, ou si la production va se maintenir. Quoiqu'il en soit, l'application des points de référence fondés sur la productivité, comme on l'a fait ici, rend la définition de l'état des stocks plus prudente.

Nous ignorons l'effet de la pression de la prédation sur le homard, mais nous soupçonnons qu'il s'agit d'une composante plus importante de la mortalité lorsque les poissons de fond sont abondants. Nous ne connaissons pas l'incidence du rétablissement des poissons de fond ni de l'extension de l'aire de répartition d'autres espèces prédatrices jusque dans l'habitat du homard sur sa productivité future.

Les effets des changements climatiques sur la biologie, la physiologie et la phénologie du homard ont été étudiés, mais les répercussions à long terme sont encore inconnues. Les travaux effectués ailleurs indiquent que le climat pourrait être un important facteur du processus de population du homard.

RECOMMANDATION DE RECHERCHE

La mise en oeuvre de collectes intensives de données indépendantes de la pêche dans les ZPH 35 à 38 constituerait une nouvelle source d'information précieuse qui renforcerait notre compréhension de la dynamique des stocks et de la production du homard. Dans la ZPH 34, les relevés au chalut ont fourni un outil d'échantillonnage fiable et utile (Cook *et al.* 2017). Bien que certains habitats du homard ne soient pas entièrement disponibles pour ce type d'engin d'échantillonnage, les homards utilisent une plus grande variété de types de substrats, y compris les zones qui se prêtent mieux au chalutage de fond, lorsqu'ils sont présents en forte densité. L'avantage d'un relevé au chalut par rapport à une étude fondée sur les casiers réside dans la nature active de l'échantillonnage. Dans les études fondées sur les casiers, les taux de capture et l'échantillonnage biologique des animaux reposent sur l'attrait du homard pour les casiers. L'échantillonnage actif offert par un chalut évite ce biais potentiel et permet également de mieux comprendre les processus de population puisqu'il serait alors possible de capturer des homards dans une plus grande fourchette de tailles. Il existe d'autres options pour obtenir des données indépendantes des pêches, comme les relevés par vidéo ou par plongée

sous-marine en transects, l'une ou l'autre de ces solutions fournissant une source précieuse d'informations tirées de l'échantillonnage actif.

Des études régionales de marquage ont été menées dans le passé. Elles visaient à mieux comprendre les déplacements des homards, leur capturabilité, leur croissance et la connectivité régionale. Plusieurs de ces études ont été réalisées à une échelle spatiale réduite, ce qui limite la portabilité de leurs résultats. L'application des mêmes protocoles de marquage et l'élargissement de la portée des études permettraient de mieux comprendre la variabilité spatiale et temporelle de la croissance et de la production des homards, ainsi que leur connectivité entre les régions.

Les répercussions des changements climatiques sur la productivité des stocks de homard ont été étudiées dans certaines régions. Dans le sud de l'aire de répartition biogéographique du homard, les résultats ont suggéré des conséquences négatives des changements climatiques sur les stocks de homard, notamment une diminution de la production et une augmentation de la prévalence des maladies. Le courant de la Nouvelle-Écosse, qui coule vers le sud et l'ouest du golfe du Saint-Laurent en longeant la côte de la province, apporte des eaux fraîches dans les zones côtières de la région. Cela dit, il convient d'approfondir l'étude de l'effet des tendances au réchauffement des températures dans d'autres régions et des effets potentiels de l'acidification des océans.

Une meilleure intégration des différents flux de données dans un seul modèle intégré permettrait de mieux comprendre la dynamique des stocks dans toute la région. Ce type d'analyse nécessite des données de haute qualité sur la structure de taille et les tendances de l'abondance des stocks au fil du temps, mais permettrait de mieux comprendre la dynamique des stocks.

ANNEXE ET ÉLÉMENTS DÉCLENCHEURS

Après l'approbation des méthodes décrites dans le présent cadre d'évaluation des stocks, une évaluation des stocks pour les ZPH 34 et 35 à 38 sera menée à l'automne 2019 à l'aide de données allant jusqu'à la fin de 2019. À la suite de cette évaluation, une mise à jour de l'état des stocks sera effectuée. Les mises à jour des évaluations des stocks se poursuivront chaque année jusqu'au prochain cadre d'évaluation des stocks, dans cinq à sept ans. Un cadre serait déclenché plus tôt que prévu si les indicateurs primaires s'approchaient des zones de prudence de l'état des stocks. Compte tenu de la bonne santé et de l'état productif actuel de ces pêches, un rapprochement de la zone de prudence dénoterait un changement radical de la production qui devrait être examiné plus en détail, et un examen plus poussé des indicateurs contextuels serait justifié.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Aiken, D.E. and Waddy, S.L. 1980. Maturity and reproduction in the American Lobster. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 60–71.
- Aiken, D.E. and Waddy, S.L. 1986. Environmental influence on recruitment of the American Lobster, *Homarus americanus*: a perspective. *Can. J. Aquat. Sci.* 43: 2258–2270.
- Barry, D. and Hartigan, J., 1993. A Bayesian analysis for change point problems. *Journal of the American Statistical Association.* 88: 309–319.
- Boudreau, S.A. and Worm, B. 2010. Top-down control of lobster in the Gulf of Maine: Insights from local ecological knowledge and research surveys. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 403: 181–191.

-
- Campbell, A. 1989. Dispersal of American lobsters, *Homarus americanus*, tagged off southern Nova Scotia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 1842–1844.
- Campbell, A. 1990. Aggregations of berried lobsters (*Homarus americanus*) in shallow waters off Grand Manan, Eastern Canada. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 520–523.
- Campbell, A. and Robinson, D.G. 1983. Reproductive potential of three American lobster (*Homarus americanus*) stocks in the Canadian Maritimes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1958–1967.
- Campbell, A. and Stasko, A.B. 1986. Movements of Lobsters (*Homarus americanus*) tagged in the Bay of Fundy, Canada. Mar. Biol. 92: 393–404.
- Carrothers, P.G. 1988. Scotia-Fundy Groundfish Survey Trawls. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1609: 27 p.
- Clayton, R. and 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.
- Cochran, W.G. 1982. Sampling techniques. 3rd edition. John Wiley & Sons. New York.
- Comeau, M. and Savoie, F. 2001. Growth increment and molt frequency of the American lobster (*Homarus americanus*) in the southwestern Gulf of St. Lawrence. J. Crust. Biol. 21(4): 923–936.
- Comeau, M. and Savoie, F. 2002. Maturity and Reproductive Cycle of the Female American Lobster, *Homarus americanus*, in the Southern Gulf Of St. Lawrence, Canada. J. Crust. Biol. 22: 762–774.
- Cook, A.M. and Bundy, A. 2010. The food habits database: an update, determination of sampling adequacy and estimation of diet for key species. Can Tech Rep Fish Aquat Sci 2884: 1–140.
- Cook, A.M., Cassista-Da Ros, M., and Denton, C. 2017. [Framework Assessment of the Offshore American Lobster \(*Homarus americanus*\) in Lobster Fishing Area \(LFA\) 41](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/065. vii + 186 p.
- 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., et Denton, C. 2020. [Évaluation du homard d'Amérique \(*Homarus americanus*\) de haute mer dans la zone de pêche du homard \(ZPH\) 41 en 2017](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/034. vi + 82 p.
- DFO 2002. [National workshop on reference points for gadoids](#). CSAS Proceedings Series. 2002/033.
- Drinkwater, K.F., Tremblay, M.J., and Comeau, M. 2006. The influence of wind and temperature on the catch rate of the American lobster (*Homarus americanus*) during spring fisheries off eastern Canada. Fisheries Oceanography 15: 150–165.

-
- Ennis, E.P. 1995. Larval and postlarval ecology. *In*: J.R. Factor (Ed.), *Biology of the lobster *Homarus americanus**, Academic Press, San Diego. 47–88.
- Erdman, C. and Emerson, J.W. (2008). A Fast Bayesian Change Point Analysis for the Segmentation of Microarray Data. *Bioinformatics*, 24(19): 2143–2148.
- Estrella, B.T. and Cadrin, S. 1995. Fecundity of the American lobster (*Homarus americanus*) in Massachusetts coastal waters. *In*: ICES Marine Science Symposia: Shellfish Life Histories and Shellfishery Models, Moncton, NB (Canada), 25–29 Jun 1990. Edited by D.E. Aiken, S.L. Waddy and G.Y. Conan, Copenhagen.
- Fanning, L.P. 1985. [Intercalibration of research survey results obtained by different vessels](#). Can. Atl. Fish. Sci. Advis. Comm. Res. Doc. 1985/003. 43 p.
- Gaudette, J., Tremblay, M.J., Silva, A.M., Denton, C., and 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.
- Gini, C. 1909. Concentration and dependency ratios (in Italian). English translation in *Rivista di Politica Economica*, 87 (1997): 769–789.
- Hanson, J.M. (2009) Predator-prey interactions of American lobster (*Homarus americanus*) in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *New Zealand J. Mar. Freshw. Res.* 43: 69–88.
- Hanson, J.M. and Lanteigne, M. 2000. Evaluation of Atlantic cod predation on American lobster in the Southern Gulf of St. Lawrence, with comments on other potential fish predators. *Trans. Am. Fish. Soc.* 129: 13–29.
- Hilborn, R. and Walters, C.J. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall. New York. 570 p.
- Hoffman, M.D. and Gelman, A. 2014. The No-U-Turn sampler: Adaptively setting path lengths in Hamiltonian Monte Carlo. *Journal of Machine Learning Research*. 15(1): 1593–1623
- Holmes, E. E., Ward, E. J., and Wills, K. 2012. MARSS: Multivariate utoregressive state-space models for analyzing time-series data. *The R Journal* 4: 11–19.
- Incze, L., Xue, H. J., Wolff, N., Xu, D., Wilson, C., Steneck, R., Wahle, R., Lawton, P., Pettigrew, N., and Chen, Y. 2010. Connectivity of lobster (*Homarus americanus*) populations in the coastal Gulf of Maine: part II. Coupled biophysical dynamics." *Fish. Oceanogr.* 19: 1–20.
- Jacobson, L.D. and T.J., Miller. 2012. Albatross-Bigelow survey data calibration for American Lobsters. Northeast Fisheries Science Center Research Document. 12-04. 12 p.
- Johns, P.M. and Mann K.H. 1987. An experimental investigation of juvenile lobster habitat preference and mortality among habitats of varying structural complexity. *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.* 109: 275–285.
- Jannot, J.E. and Holland D.S. 2013. Identifying ecological and fishing drivers of bycatch in a US groundfish fishery. *Ecological Applications*. 23(7): 1645–1658.

-
- Laufer, H., Chen M., Baclaski B., Bobbit J.M., Stuart J.D., Zuo Y., and Jacobs M.W. 2013. Multiple factors in marine environments affecting lobster survival, development, and growth, with emphasis on alkylphenols: a perspective. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70: 1588–1600.
- Lawton, P. 1987. Diel activity and foraging behavior of juvenile American lobsters, *Homarus americanus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 1195–1205.
- Lawton, P. and Lavalli K.L. 1995. Postlarval, juvenile, adolescent and adult ecology. In: J.R. Factor (Ed.), *Biology of the lobster Homarus americanus*, Academic Press, San Diego. Pp.47–88.
- Lavalli, K.L. and Lawton, P. 1996. Historical review of lobster life history terminology and proposed modifications to current schemes. *Crust.* 69: 594–609.
- Le Bris, A., Pershing, A.J., Gaudette, J., Pugh, T.L., and Reardon K.M. 2017. Multi-scale quantification of the effects of temperature on size at maturity in the American lobster (*Homarus americanus*). *Fisheries Research.* 186(1): 397–406.
- Lecomte, J.B., Benoit, H.P., Ancelet, S., Etienne, M.P., Bel, L., and Parent, E. 2013. Compound poisson-gamma vs. delta-gamma to handle zero-inflated continuous data under a variable sampling volume. *Methods in Ecology and Evolution.* 4(12): 1159–1166.
- Lewis, R.K. 1981. Southern rock lobster (*Jasus novaehollandiae*) - a review of the zone N fishery. *SAFIC* 5: 3–16.
- Lewis, R.K. 1983. Southern rock lobster (*Jasus novaehollandiae*) - a review of the zone S fishery. *SAFIC* 7:3 1–43.
- Little, S.A. and Watson, W.I. 2005. Differences in the size at maturity of female American lobsters, *Homarus americanus*, captured throughout the range of the offshore fishery. *J. Crust. Biol.* 25: 585–592.
- McMahan, M.D., Cowan D.F., Chen Y., Sherwood G.D., and Grabowski J.H. 2016. Growth of juvenile American lobster *Homarus americanus* in a changing environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 557: 177–187.
- Mills, K.E., Pershing A.J., Brown C.J., Chen, Y., Chiang, F.S., Holland, D.S., Lehuta, S., Nye, J.A., Sun, J.C., Thomas, A.C., and Wahle, R.A. 2013. Fisheries management in a changing climate: Lessons from the 2012 ocean heat wave in the Northwest Atlantic. *Oceanography*, 26:191–195.
- MPO. 2009. [Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution](#). Pêches et Océans Canada.
- MPO. 2013a. [Compte rendu de l'atelier national pour Expertise technique en évaluation de stocks \(ETES\) : Points de référence en matière de rendement maximal soutenu \(RMS\) et approche de précaution en situation de variation de la productivité ; du 13 au 15 décembre 2011](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Compte rendu 2012/055.
- MPO. 2013b. [État des stocks de homard \(*Homarus americanus*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent : zones de pêche du homard \(ZPH\) 23, 24, 25, 26a et 26b](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2013/029.
-

-
- Myers, R.A. and Cadigan N.G. 1995. Was an Increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 1274–1285.
- Nelson, G.A., Chase, B.C., and Stockwell, J. 2003. Food habits of striped bass (*Morone saxatilis*) in coastal waters of Massachusetts. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 32: 1–25.
- Palma, A.T., Wahle, R.A., and Steneck, R.S. 1998. Different early post-settlement strategies between American lobsters *Homarus americanus* and rock crabs *Cancer irroratus* in the Gulf of Maine. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 162: 215–225.
- Paloheimo, J.E. 1963. Estimation of catchabilities and population sizes of lobsters. *Journal of the Fisheries Board of Canada.* 20: 59–88.
- Paulik, G.J. and Robson, D.S. 1969. Statistical calculations for change-in-ratio estimators of population parameters. *J. Wildl. Manag.* 33: 1–27.
- Perälä, T. and Kuparinen, A. 2015. Detecting regime shifts in fish stock dynamics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 72(11): 1619–1628.
- Pezzack, D.S. and Duggan, D.R. 1986. Evidence of migration and homing of lobsters (*Homarus americanus*) on the Scotian Shelf. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 2206–2211.
- Pezzack, D.S. and Duggan, D.R. 1987. Canadian offshore lobster fishery, 1985–86, and assessment of the potential for further increases in the catch. *Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc.* 1987/079.
- Pezzack, D.S. and Duggan, D.R. 1995. Offshore lobster (*Homarus americanus*) trap-caught size frequencies and population size structure. - *ICES Mar. Sci. Symp.* 199: 129–138.
- Pezzack, D.S., Denton, C., Cassista-Da Ros, M., and Tremblay, M.J. 2015. [Assessment of the Canadian LFA 41 Offshore Lobster \(*Homarus americanus*\) Fishery \(NAFO Divisions 4X 5Zc\)](#). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2015/066.
- Quinn, B.K. 2014. Assessing potential influence of larval development time and drift on large-scale spatial connectivity of American lobster (*Homarus americanus*). MSc thesis, University of New Brunswick, Saint John, NB.
- Reeves, A., Choi, J., and Tremblay, J. 2011. Lobster Size at Maturity Estimates in Eastern Cape Breton, Nova Scotia. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2011/079: vi + 18 p.
- Robichaud, D. and D.S. Pezzack. 2007. [Stock status and indicators for the Bay of Fundy lobster fishery, Lobster Fishing Areas, 35, 36 and 38](#). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2007/041. vii + 69 p.
- Rosenberg, R., Nilsson, H.C., Hollertz, K., and Hellman, B. 1997. Density-dependent migration in an *Amphiura filiformis* (Amphiuridae, Echinodermata) infaunal population. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 159: 121–131.
- Sameoto, J.A., Smith, S.J., Hubley, B., Pezzack, D., Denton, C., Nasmith, L., and Glass, A. 2012. [Scallop Fishing Area 29: Stock status and update for 2012](#). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2012/042. iv + 63 p.
-

-
- Sissenwine, M. P. and Shepherd, J. G. 1987. An alternative perspective on recruitment overfishing and biological reference points. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44: 913–918.
- Smedbol, R.K., Shelton, P.A., Swain, D.P., Fréchet, A.A., and Chouinard, G.A. 2002. [Review of population structure, distribution and abundance of cod \(*Gadus morhua*\) in Atlantic Canada in a species-at-risk context](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2002/082.
- Smith, S.J. 1997. Bootstrap confidence limits for groundfish trawl survey estimates of mean abundance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54(3): 616–630.
- Smith, S.J., and S. Gavaris. 1993. Improving the precision of abundance estimates of Eastern Scotian Shelf Atlantic Cod from bottom trawl surveys. *North American Journal of Fisheries Management*. 13. 35–47.
- Smith, S.J., Glass, A., Sameoto, J., Hubley, B., Reeves, A., and Nasmith, L. 2013. [Comparative survey between Digby and Miracle drag gear for scallop surveys in the Bay of Fundy](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/161. iv + 20 p.
- Smith, S.J., Hubley, B., Nasmith, L., Denton, C., and Pezzack, D. 2014. [Scallop Fishing Area 29: Stock Status and Update for 2013](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/116. v + 47 p.
- Stan Development Team 2016. [RStanArm: Bayesian applied regression modeling via Stan](#). R package version 2.13.1.
- Steneck, R.S., Hughes, T.P., Cinner, J.E., Adger, N., Arnold, S., Berkes, S., Boudreau, S., Brown, K., J., Folke, C., Gunderson, L., Olsson, P., Scheffer, M., Stephenson, E., Walker, B., Wilson, J., and Worm, B. 2011. Creation of a gilded trap by the high economic value of the Maine lobster fishery. *Conserv. Biol.* 25: 904–912.
- Talbot, P. and Helluy, S. 1995. Reproduction and Embryonic Development. J.R. Factor (Ed.), *Biology of the lobster *Homarus americanus**, Academic Press, San Diego. pp. 177–216.
- Tremblay, M.J., and Drinkwater, K.F. 1997. [Temperature, catch rate and catchability during the spring lobster fishery off eastern Cape Breton Island](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 1997/119.
- Tremblay, J., MacDonald, C., Petrie, B., and Claytor, R. 2007. Bottom temperature monitoring in the coastal zone: A cooperative effort of Lobster fishermen, FSRS and DFO. *Atlantic Zone Monitoring Program Bulletin. AZMP Bulletin PMZA 6*: 56–60.
- Tremblay, M.J., Smith, S.J., Todd, B.J., and Clement, P.M. 2009. Associations of lobsters (*Homarus americanus*) off southwestern Nova Scotia with bottom type from images and geophysical maps. *ICES J. Mar. Sci.* 66(9): 2060–2067.
- Tremblay, J., D. Pezzack, C. Denton, A. Reeves, S. Smith, A. Silva, and J. Allard. 2011. [Framework for Assessing Lobster off the Coast of Eastern Cape Breton and the Eastern and South Shores of Nova Scotia \(LFAs 27–33\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/058: viii + 180 p.
-

-
- Tremblay, M.J., Pezzack, D.S., and Gaudette, J. 2012. [Development of Reference Points for Inshore Lobster in the Maritimes Region \(LFAs 27-38\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/028. iv + 18 p.
- Tremblay, M.J., Pezzack, D.S., Gaudette, J., Denton, C., Cassista-Da Ros, M., and Allard J. 2013. [Assessment of lobster \(*Homarus americanus*\) off southwest Nova Scotia and in the Bay of Fundy \(Lobster Fishing Areas 34-38\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/78. vii + 125 p.
- Tukey, J. W. 1977. Exploratory Data Analysis, Reading Massachusetts: Addison-Wesley.
- Uzmann, J.R., Cooper, R.A., and Pecci, K.J. 1977. Migration and dispersion of tagged American lobsters, *Homarus americanus*, on the southern New England continental shelf. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-705.
- Waddy, S.L. and Aiken, D.E. 1986. Multiple fertilization and consecutive spawning in large American lobsters, *Homarus americanus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 2291–2294.
- Waddy, S.L. and Aiken, D.E. 1990. Intermoult insemination, an alternative mating strategy for the American lobster (*Homarus americanus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 2402–2406.
- Williamson, A.M. 1992. Historical lobster landings for Atlantic Canada, 1892–1989. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2164: iii + 110 p.
- Wood, S.N. 2016. Just Another Gibbs Additive Modeler: Interfacing JAGS and mgcv. Journal of Statistical Software, 75(7): 1–15.
- Xue, H., Incze, L., Xu, D., Wolff, N., and Pettigrew, N. 2008. Connectivity of lobster populations in the coastal Gulf of Maine. Part I: Circulation and larval transport potential. Ecol. Model. 210: 193-211.
- Ziegler, P. E., Johnson, C.R., Frusher, S.D., and Gardner, C. 2002. Catchability of the southern rock lobster *Jasus edwardsii*. II. Effects of size. Mar. Freshw. Res. 53(8): 1149–1159.
- Zuur, A.F., Fryer, R.J., Jolliffe, I.T., Dekker, R., and Beukema, J.J. 2003. Estimating common trends in multivariate time series using dynamic factor analysis. Environmetrics. 14(7): 665-685.

TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de permis et mesures de gestion dans les ZPH 34 à 38 en 2018.

ZPH	Saison	Nombre total de permis	Nombre maximal de casiers ¹	TRM (mm)	Autres mesures
34	Dernier lundi de novembre au 31 mai	979	375	82,5	Événements d'échappement et mécanismes de piégeage biodégradables.
35	14 octobre au 31 décembre et 28 février au 31 juillet	95	300	82,5	Événements d'échappement et mécanismes de piégeage biodégradables.
36	2 ^e mardi de novembre au 14 janvier et 31 mars au 29 juin	177	300	82,5	Événements d'échappement et mécanismes de piégeage biodégradables.
38	2 ^e mardi de novembre au 29 juin	136	300	82,5	Événements d'échappement et mécanismes de piégeage biodégradables.

¹ Le nombre maximal de casiers s'applique aux titulaires de permis de catégorie « A ».

Tableau 2. Liste des évaluations de homard dans la région des Maritimes pour les ZPH 34 à 38 de 1991 à 2016. (-- = aucune donnée).

ZPH	Publication	1996	1998	1999	2001	2006	2007	2013	2014	2015	2016	2017	2018
34	Mise à jour sur l'état des stocks	96/118E	98/C3-62	--	01/C3-62	--	--	--	2014/036	2015/029	2016/037	2017/038	2018/044
	Document de recherche	--	--	99/032	2001/156	2006/010	2007/041	2013/078	--	--	--	--	--
	Avis scientifique	--	--	--	--	2006/024	--	2013/024	--	--	--	--	--
35	Mise à jour sur l'état des stocks	96/119E	98/C3-61	--	01/C3-61	--	--	--	2014/047	2015/030	2017/022	2017/039	2018/049
	Document de recherche	--	--	99/031	--	--	--	2013/078	--	--	--	--	--
	Avis scientifique	--	--	--	--	--	2007/037	2013/023	--	--	--	--	--
36	Mise à jour sur l'état des stocks	96/119E	98/C3-61	--	01/C3-61	--	--	--	2014/047	2015/030	2017/022	2017/039	2018/049
	Document de recherche	--	--	99/031	--	--	--	2013/078	--	--	--	--	--
	Avis scientifique	--	--	--	--	--	2007/037	2013/023	--	--	--	--	--
38	Mise à jour sur l'état des stocks	96/119E	98/C3-61	--	01/C3-61	--	--	--	2014/047	2015/030	2017/022	2017/039	2018/049
	Document de recherche	--	--	99/031	--	--	--	2013/078	--	--	--	--	--
	Avis scientifique	--	--	--	--	--	2007/037	2013/023	--	--	--	--	--

Tableau 3. Résumé des données de relevés multiples utilisées pour l'estimation des indicateurs dans la ZPH 34. (-- = aucune donnée).

Période	Relevé	N ^{bre} de calées	N ^{bre} de calées avec homards	N ^{bre} total de homards	N ^{bre} médian de calées par année
1970– 1980	MPO	230	29	107	22
	Relevé de printemps du NEFSC	128	24	42	12
	Relevé d'automne du NEFSC	118	47	130	10
	RCHC	--	--	--	--
	Pétoncles	--	--	--	--
1981– 1990	MPO	269	61	134	24
	Relevé de printemps du NEFSC	101	22	105	11
	Relevé d'automne du NEFSC	106	54	267	11
	RCHC	--	--	--	--
	Pétoncles	484	--	--	48
1991– 1998	MPO	242	55	348	31
	Relevé de printemps du NEFSC	76	44	218	10
	Relevé d'automne du NEFSC	76	40	360	10
	RCHC	239	77	2 731	60
	Pétoncles	1 308	69	142	153
1999– 2009	MPO	364	210	1 976	31
	Relevé de printemps du NEFSC	101	87	1 170	10
	Relevé d'automne du NEFSC	110	76	2 747	10
	RCHC	642	367	16 952	58
	Pétoncles	3 871	1 059	3 994	357
2010– 2018	MPO	346	304	5 617	39
	Relevé de printemps du NEFSC	64	53	441	6
	Relevé d'automne du NEFSC	68	56	1 074	7
	RCHC	778	646	54 656	64
	Pétoncles	3 089	1 642	8 796	342

Tableau 4. Résumé des données de relevés multiples utilisées pour l'estimation des indicateurs dans la ZPH 35. (-- = aucune donnée).

Période	Relevé	N ^{bre} de calées	N ^{bre} de calées avec homards	N ^{bre} total de homards	N ^{bre} médian de calées par année
1970–1980	MPO	101	17	40	9
1970–1980	Pétoncles	--	--	--	--
1981–1990	MPO	107	28	65	10
1981–1990	Pétoncles	571	--	--	61
1991–1998	MPO	89	26	49	11
1991–1998	Pétoncles	674	14	16	66
1999–2009	MPO	141	118	1 224	12
1999–2009	Pétoncles	2 307	266	529	214
2010–2018	MPO	130	127	6 215	15
2010–2018	Pétoncles	1 867	586	1 556	201

Tableau 5. Résumé des données de relevés multiples utilisées pour l'estimation des indicateurs dans la ZPH 36. (-- = aucune donnée).

Période	Relevé	N ^{bre} de calées	N ^{bre} de calées avec homards	N ^{bre} total de homards	N ^{bre} médian de calées par année
1970–1980	MPO	133	25	51	12
1970–1980	Pétoncles	--	--	--	--
1981–1990	MPO	134	26	58	13
1981–1990	Pétoncles	20	--	--	3
1991–1998	MPO	102	32	85	13
1991–1998	Pétoncles	210	5	5	61
1999–2009	MPO	175	131	1 407	15
1999–2009	Pétoncles	1 315	193	496	124
2010–2018	MPO	169	165	10 577	20
2010–2018	Pétoncles	989	448	1 531	101

Tableau 6. Résumé des données de relevés multiples utilisées pour l'estimation des indicateurs dans la ZPH 38. (-- = aucune donnée).

Période	Relevé	Nbre de calées	Nbre de calées avec homards	Nbre total de homards	Nbre de séries médian par année
1970–1980	MPO	116	21	35	11
	Relevé de printemps du NEFSC	19	4	21	2
	Relevé d'automne du NEFSC	23	5	6	2
	Pétoncles	--	--	--	--
1981–1990	MPO	125	25	49	12
	Relevé de printemps du NEFSC	12	3	4	2
	Relevé d'automne du NEFSC	18	6	17	3
	Pétoncles	--	--	--	--
1991–1998	MPO	92	24	85	12
	Relevé de printemps du NEFSC	11	6	16	2
	Relevé d'automne du NEFSC	14	3	4	2
	Pétoncles	160	31	71	62
1999–2009	MPO	148	100	1 004	13
	Relevé de printemps du NEFSC	23	19	112	2
	Relevé d'automne du NEFSC	18	11	20	2
	Pétoncles	782	441	1 574	77
2010–2018	MPO	151	145	7 536	17
	Relevé de printemps du NEFSC	32	30	745	3
	Relevé d'automne du NEFSC	20	17	276	3
	Pétoncles	691	561	4 218	77

Tableau 7. Groupes de taille des jauges utilisées dans les projets de recrutement et de casiers commerciaux de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS).

1996–2003		2003–2019	
Catégorie de taille	Longueur de carapace (mm)	Catégorie de taille	Longueur de carapace (mm)
1	< 51	1	< 11
2	51 ≤ x < 61	2	11 ≤ x < 21
3	61 ≤ x < 71	3	21 ≤ x < 31
4	71 ≤ x < 76 & x < TRM	4 ≤	31 ≤ x < 41
4,1	71 ≤ x < 76 & x ≤ TRM	5	41 ≤ x < 51
5	76 ≤ x < 81	6	51 ≤ x < 61
6	81 ≤ x < 91 & x < TRM	7	61 ≤ x < 71
6,1	81 ≤ x < 91 & x ≤ TRM	8	71 ≤ x < 76
7	91 ≤ x < 101	9	76 ≤ x < 81
8	101 ≤ x	10	81 ≤ x < 91
		11	91 ≤ x < 101
		12	101 ≤ x < 111
		13	111 ≤ x < 121
		14	121 ≤ x < 131
		15	131 ≤ x

Tableau 8. Sommaire des échantillons de casiers de recrutement de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS), par année, indiquant le nombre de participants, de cellules de grille, de homards et de casiers échantillonnés par année et par ZPH.

Année	ZPH	N ^{bre} de participants	N ^{bre} de cellules de grille	N ^{bre} total de homards	N ^{bre} total de casiers levés	ZPH	N ^{bre} de participants	N ^{bre} de cellules de grille	N ^{bre} total de homards	Nombre total de casiers
1998–1999	34	3	2	452	136					
1999–2000	34	24	14	11 066	2 498					
2000–2001	34	37	24	22 614	4 415					
2001–2002	34	38	27	29 386	4 320					
2002–2003	34	42	38	27 106	4 776					
2003–2004	34	40	40	19 557	3 722					
2004–2005	34	46	36	26 387	5 303					
2005–2006	34	49	43	33 555	5 677	35	6	4	2 399	502
2006–2007	34	39	41	21 048	4 304	35	6	5	2 513	742
2007–2008	34	34	33	17 238	3 837	35	13	8	7 036	1 085
2008–2009	34	32	29	16 839	3 607	35	13	9	10 575	2 014
2009–2010	34	31	33	18 772	3 275	35	14	9	9 530	1 876
2010–2011	34	30	36	16 251	3 036	35	13	10	11 301	1 909
2011–2012	34	25	25	18 766	2 808	35	13	7	11 227	2 078
2012–2013	34	25	25	17 937	2 370	35	10	6	4 873	1 320
2013–2014	34	23	27	15 280	2 321	35	6	4	2 546	615
2014–2015	34	20	24	11 809	1 729	35	2	3	1 699	393
2015–2016	34	20	24	15 525	2 163	35	1	1	1 145	355
2016–2017	34	21	26	12 825	2 091	35	3	4	2 336	583

Tableau 9. Statistiques sommaires des modèles additifs généralisés (MAG) utilisés pour prédire la répartition spatiale et l'abondance du homard dans la ZPH 34 à l'aide des données recueillies pendant le relevé au chalut du homard côtier.

Modèle	Distribution	N^{bre} de paramètres	Logarithme du rapport de vraisemblance	CIA_c	EQM (CV)
<i>Année + l(Profondeur) + l(longitude latitude)</i>	CPG	101	-8 992	18 202	1,81
<i>Année + l(longitude latitude)</i>	CPG	99	-8 996	18 204	1,85
<i>Année + l(Profondeur)</i>	CPG	28	-11 055	22 054	2,46
<i>Année</i>	CPG	24	-13 951	27 951	3,03
<i>Année + l(Profondeur) + l(longitude, latitude)</i>	Obstacle	99	-1 602	-2 992	3,3
<i>Année + l(longitude, latitude)</i>	Obstacle	97	-1 606	-3 003	3,25
<i>Année + l(Profondeur)</i>	Obstacle	28	-2 203	-4 348	3,36
<i>Année</i>	Obstacle	24	-2 720	-5 391	3,21

Tableau 10. Valeurs delta-CIAc pour diverses formulations du modèle de la CPUE. Les valeurs sont la différence entre le CIA du modèle indiqué et le plus faible CIAc dans chaque ZPH.

Modèle	ZPH 34	ZPH 35	ZPH 36	ZPH 38
Année + JS + Temp + JS x Temp.	0	0	0	0
Année + JS + Temp.	52 958	810	3 314	4 686
Année + JS	543 668	13 054	33 010	23 118
Année + Temp.	436 519	29 085	26 490	36 000

Tableau 11. L'indice de la CPUE pour la ZPH 34 prévu le premier jour de la saison en utilisant la température moyenne. La CPUE non corrigée pour la température est également indiquée.

ZPH	Année	Date de début	Température	Temp. moy.	Indice de la CPUE	CPUE non corrigée
34	2005	2004-11-30	7,78	8,54	2,68	2,09
34	2006	2005-11-28	7,89	8,54	2,57	2,17
34	2007	2006-11-27	7,99	8,54	2,04	1,86
34	2008	2007-11-29	8,11	8,54	2,63	2,41
34	2009	2008-11-24	8,82	8,54	2,50	3,06
34	2010	2009-11-30	8,55	8,54	2,75	2,87
34	2011	2010-11-29	9,06	8,54	2,63	3,20
34	2012	2011-11-29	9,19	8,54	2,89	3,67
34	2013	2012-11-27	9,25	8,54	2,82	3,87
34	2014	2013-11-30	9,32	8,54	3,66	4,37
34	2015	2014-11-29	9,12	8,54	2,92	3,48
34	2016	2015-11-30	8,80	8,54	3,59	3,94
34	2017	2016-11-29	8,83	8,54	3,04	3,32
34	2018	2017-11-28	9,19	8,54	3,31	3,64

Tableau 12. L'indice de la CPUE pour la ZPH 35 prévu le premier jour de la saison en utilisant la température moyenne. La CPUE non corrigée pour la température est également indiquée.

ZPH	Année	Date de début	Température	Temp. moy.	Indice de la CPUE	CPUE non corrigée
35	2006	2005-10-14	12,93	13,37	2,27	2,16
35	2007	2006-10-14	12,85	13,37	2,20	2,13
35	2008	2007-10-14	13,19	13,37	2,50	2,50
35	2009	2008-10-14	13,34	13,37	2,74	2,87
35	2010	2009-10-14	13,43	13,37	3,12	3,44
35	2011	2010-10-14	13,88	13,37	3,92	4,50
35	2012	2011-10-14	13,73	13,37	4,24	4,97
35	2013	2012-10-14	13,91	13,37	4,15	4,88
35	2014	2013-10-14	13,92	13,37	4,39	5,11
35	2015	2014-10-14	13,33	13,37	4,06	4,64
35	2016	2015-10-14	13,13	13,37	3,83	4,28
35	2017	2016-10-14	13,12	13,37	3,68	4,03
35	2018	2017-10-14	13,12	13,37	3,85	4,16

Tableau 13. L'indice de la CPUE pour la ZPH 36 prévu le premier jour de la saison en utilisant la température moyenne. La CPUE non corrigée pour la température est également indiquée.

ZPH	Année	Date de début	Température	Temp. moy.	Indice de la CPUE	CPUE non corrigée
36	2005	2004-11-09	9,90	10,50	2,30	1,95
36	2006	2005-11-09	9,97	10,50	2,34	1,97
36	2007	2006-11-15	9,57	10,50	2,27	1,69
36	2008	2007-11-13	9,91	10,50	2,54	2,12
36	2009	2008-11-11	10,48	10,50	2,51	2,38
36	2010	2009-11-10	10,89	10,50	2,21	2,33
36	2011	2010-11-12	10,91	10,50	2,42	2,58
36	2012	2011-11-08	11,33	10,50	2,71	3,32
36	2013	2012-11-16	10,63	10,50	3,38	3,37
36	2014	2013-11-13	10,80	10,50	3,92	4,15
36	2015	2014-11-11	10,96	10,50	3,29	3,56
36	2016	2015-11-10	10,76	10,50	3,58	3,84
36	2017	2016-11-08	10,73	10,50	3,25	3,53
36	2018	2017-11-15	10,14	10,50	3,87	3,44

Tableau 14. L'indice de la CPUE pour la ZPH 38 prévu le premier jour de la saison en utilisant la température moyenne. La CPUE non corrigée pour la température est également indiquée.

ZPH	Année	Date de début	Température	Temp. moy.	Indice de la CPUE	CPUE non corrigée
38	2005	2004-11-09	9,05	10,04	2,83	2,53
38	2006	2005-11-09	9,74	10,04	2,56	2,34
38	2007	2006-11-15	9,14	10,04	2,60	2,09
38	2008	2007-11-13	9,66	10,04	2,74	2,46
38	2009	2008-11-11	10,07	10,04	2,41	2,45
38	2010	2009-11-10	10,64	10,04	2,61	2,94
38	2011	2010-11-12	10,39	10,04	3,02	3,43
38	2012	2011-11-08	10,98	10,04	3,01	3,90
38	2013	2012-11-16	10,20	10,04	3,32	3,49
38	2014	2013-11-15	10,08	10,04	5,22	5,55
38	2015	2014-11-11	10,53	10,04	4,95	5,69
38	2016	2015-11-10	10,35	10,04	5,57	6,36
38	2017	2016-11-08	10,15	10,04	4,69	5,46
38	2018	2017-11-15	9,59	10,04	4,81	4,57

Tableau 15. Sélection du modèle à partir de l'analyse factorielle dynamique des tendances des séries chronologiques des indices d'abondance totale dans la ZPH 34. R fait référence à la structure de covariance des erreurs d'observation, m au nombre de tendances temporelles, logLik est le logarithme du rapport de vraisemblance, K le nombre de paramètres et CIAC le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé pour tenir compte du nombre de paramètres.

R	m	logLik	K	CIAC
Diagonale et égale	1	-260,388	7	535,3409
Diagonale et égale	2	-245,117	12	515,8505
Diagonale et égale	3	-242,675	16	520,2282
Diagonale et égale	4	-242,692	19	527,4694
Diagonale et égale	5	-242,692	21	532,4051
Diagonale et inégale	1	-260,085	12	545,7857
Diagonale et inégale	2	-239,014	17	515,2827
Diagonale et inégale	3	-234,605	21	516,2325
Diagonale et inégale	4	-234,535	24	523,6996
Diagonale et inégale	5	-238,458	26	536,7604
Var.-cov. égales	1	-259,981	8	536,6931
Var.-cov. égales	2	-244,999	13	517,8932
Var.-cov. égales	3	-242,466	17	522,187
Var.-cov. égales	4	-242,317	20	529,1749
Var.-cov. égales	5	-242,318	22	534,1654
Sans contrainte	1	-236,249	27	534,9919
Sans contrainte	2	-235,108	32	546,4238
Sans contrainte	3	-228,32	36	544,4038
Sans contrainte	4	-228,02	39	552,8342
Sans contrainte	5	-233,936	41	570,871

Tableau 16. Sélection du modèle à partir de l'analyse factorielle dynamique des tendances des séries chronologiques des indices d'abondance des recrues dans la ZPH 34. *R* fait référence à la structure de covariance des erreurs d'observation, *m* au nombre de tendances temporelles, *logLik* est le logarithme du rapport de vraisemblance, *K* le nombre de paramètres et *CIAc* le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé pour le nombre de paramètres.

R	m	logLik	K	CIAc
Diagonale et égale	1	-172,4	8	362,0
Diagonale et égale	2	-162,6	14	356,7
Diagonale et égale	3	-158,0	19	360,6
Diagonale et égale	4	-157,8	23	371,7
Diagonale et égale	5	-157,8	26	380,8
Diagonale et égale	6	-157,3	28	386,0
Diagonale et inégale	1	-162,3	14	356,2
Diagonale et inégale	2	-149,6	20	346,6
Diagonale et inégale	3	-148,1	25	358,3
Diagonale et inégale	4	-146,7	29	368,2
Diagonale et inégale	5	-146,7	32	378,4
Diagonale et inégale	6	-146,7	34	385,5
Var.-cov. égales	1	-172,1	9	363,7
Var.-cov. égales	2	-165,8	15	365,6
Var.-cov. égales	3	-161,3	20	370,0
Var.-cov. égales	4	-156,9	24	372,9
Var.-cov. égales	5	-156,8	27	381,9
Var.-cov. égales	6	-157,9	29	390,5
Sans contrainte	1	-146,5	35	388,7
Sans contrainte	2	-143,5	41	406,4
Sans contrainte	3	-137,5	46	416,7
Sans contrainte	4	-136,7	50	434,9
Sans contrainte	5	-136,4	53	450,3
Sans contrainte	6	-138,8	55	466,6

Tableau 17. Sélection du modèle à partir de l'analyse factorielle dynamique des tendances des séries chronologiques de la biomasse commerciale dans la ZPH 34. R fait référence à la structure de covariance des erreurs d'observation, m au nombre de tendances temporelles, logLik est le logarithme du rapport de vraisemblance, K le nombre de paramètres et CIAC le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé pour le nombre de paramètres.

R	m	logLik	K	CIAC
Diagonale et égale	1	-209,223	5	428,8091
Diagonale et égale	2	-200,298	8	417,4855
Diagonale et égale	3	-200,299	10	421,9729
Diagonale et inégale	1	-207,905	8	432,6985
Diagonale et inégale	2	-197,748	11	419,1567
Diagonale et inégale	3	-201,539	13	431,3974
Var.-cov. égales	1	-207,634	6	427,7811
Var.-cov. égales	2	-199,178	9	417,4738
Var.-cov. égales	3	-199,179	11	422,0176
Sans contrainte	1	-197,262	14	425,2155
Sans contrainte	2	-190,896	17	419,791
Sans contrainte	3	-190,897	19	424,8265

Tableau 18. Sélection du modèle à partir de l'analyse factorielle dynamique des tendances des séries chronologiques de la mortalité relative par pêche (relF) dans la ZPH 34. R fait référence à la structure de covariance des erreurs d'observation, m au nombre de tendances temporelles, logLik est le logarithme du rapport de vraisemblance, K le nombre de paramètres et CIAC le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé pour le nombre de paramètres.

R	m	logLik	K	CIAC
Diagonale et égale	1	-243,353	6	499,1776
Diagonale et égale	2	-240,209	10	501,6827
Diagonale et égale	3	-240,209	13	508,547
Diagonale et égale	4	-240,209	15	513,2585
Diagonale et inégale	1	-239,055	10	499,3743
Diagonale et inégale	2	-235,575	14	501,6204
Diagonale et inégale	3	-235,575	17	508,8145
Diagonale et inégale	4	-235,575	19	513,7559
Var.-cov. égales	1	-243,347	7	501,3274
Var.-cov. égales	2	-240,209	11	503,9432
Var.-cov. égales	3	-240,209	14	510,8878
Var.-cov. égales	4	-240,209	16	515,6553
Sans contrainte	1	-232,4	20	509,9221
Sans contrainte	2	-227,105	24	509,7094
Sans contrainte	3	-228,716	27	521,0628
Sans contrainte	4	-233,017	29	535,2599

Tableau 19. Sélection du modèle à partir de l'analyse factorielle dynamique des tendances des séries chronologiques des séries chronologiques de la température au fond dans la ZPH 34. *R* fait référence à la structure de covariance des erreurs d'observation, *m* au nombre de tendances temporelles, *logLik* est le logarithme du rapport de vraisemblance, *K* le nombre de paramètres et *CIAc* le critère d'information d'Akaike (CIA) corrigé pour le nombre de paramètres.

R	m	logLik	K	CIAc
Diagonale et égale	1	-192,326	4	392,934
Diagonale et égale	2	-191,672	6	395,9448
Diagonale et inégale	1	-191,645	6	395,8893
Diagonale et inégale	2	-189,895	8	396,8338
Var.-cov. égales	1	-182,364	5	375,1541
Var.-cov. égales	2	-183,04	7	380,8863
Sans contrainte	1	-178,203	9	375,7199
Sans contrainte	2	-178,197	11	380,3488

Tableau 20. Description du point de référence supérieur (PRS) et du point de référence limite (PRL) pour la ZPH 34.

État	Points de référence	
Zone saine	PRS	Au moins deux biomasses dérivées du relevé sont supérieures à leurs IRS respectifs.
Zone de prudence	-	Au moins trois biomasses dérivées du relevé sont inférieures à leurs IRS respectifs et supérieures à leurs IRL respectifs; ou
		Deux biomasses dérivées du relevé sont supérieures à leurs IRS respectifs, et deux biomasses dérivées du relevé sont inférieures à leurs IRL respectifs; ou
		Une biomasse dérivée du relevé est supérieure à son IRS respectif, une biomasse dérivée du relevé est inférieure à son IRL respectif, et deux biomasses dérivées du relevé sont situées entre leurs IRS et IRL respectifs.
Zone critique	PRL	Au moins deux biomasses dérivées du relevé sont inférieures à leurs IRL respectifs.

Tableau 21. Variation en pourcentage de la production d'œufs, du nombre et du poids des homards débarqués pour diverses règles de contrôle des prises pour la ZPH 34 en utilisant le taux d'exploitation calculé selon la méthode du changement de proportions en continu.

Règle de contrôle des prises		Œufs produits	Nombres débarqués	Poids au débarquement
Augmentation de la taille réglementaire minimale	90 mm	115	-9	20
	87,5 mm	58	-5	12
	85 mm	33	-4	8
Saison raccourcie	50 %	47	-1	2
	60 %	22	0	1
	70 %	10	0	0
	80 %	4	0	0
	90 %	1	0	0
Fourchette de tailles	105-125 mm	461	-2	8
	115-125 mm	88	0	2
Femelles uniquement	105-125 mm	461	-1	1
	115-125 mm	88	0	0
Taille réglementaire minimale	135 mm	37	-1	-2
	130 mm	79	-1	-3
	125 mm	160	-2	-5
Femelles uniquement	135 mm	37	0	0
	130 mm	79	0	-1
	125 mm	160	0	-1

Tableau 22. Variation en pourcentage de la production d'œufs, du nombre et du poids des homards débarqués avec diverses règles de contrôle des prises pour la ZPH 34 en utilisant l'exploitation dérivée de la mortalité relative par pêche du relevé.

Règle de contrôle des prises		Œufs produits	Nombres débarqués	Poids au débarquement
Augmentation de la taille réglementaire minimale	90 mm	62	-6	17
	87,5 mm	35	-3	10
	85 mm	19	-2	6
Saison raccourcie	50 %	374	-10	25
	60 %	233	-7	18
	70 %	139	-4	12
	80 %	74	-2	7
	90 %	130	-1	3
Fourchette de tailles	105-125 mm	246	-4	12
	115-125 mm	67	-1	4
Femelles uniquement	105-125 mm	246	-3	2
	115-125 mm	67	-1	0
Taille réglementaire minimale	135 mm	51	-3	-9
	130 mm	90	-4	-12
	125 mm	152	-5	-15
Femelles uniquement	135 mm	51	-1	-1
	130 mm	90	-1	-2
	125 mm	152	-2	-4

FIGURES

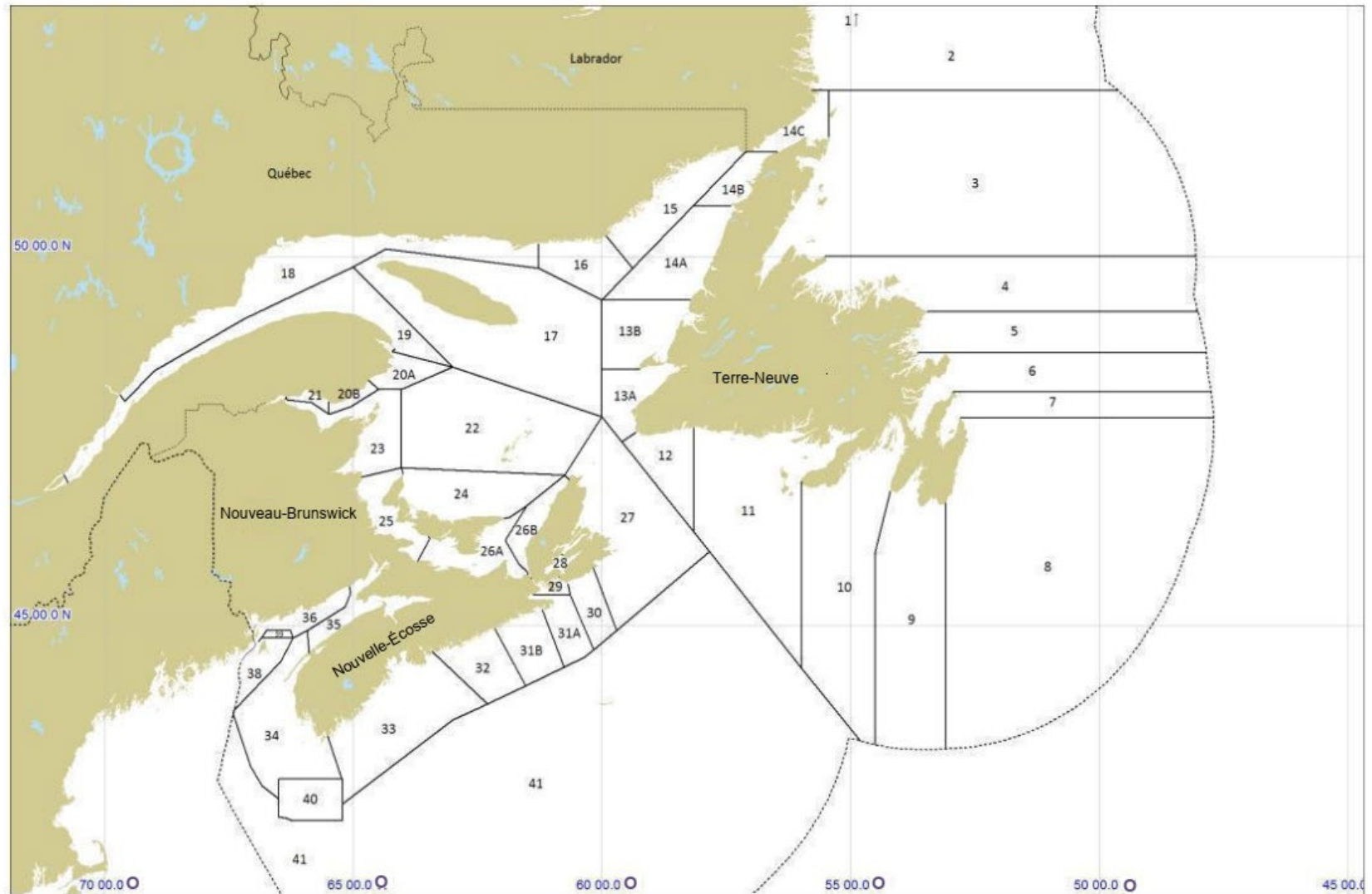


Figure 1. Carte des zones de pêche du homard dans le Canada atlantique utilisant les limites établies par le Règlement de pêche de l'Atlantique.

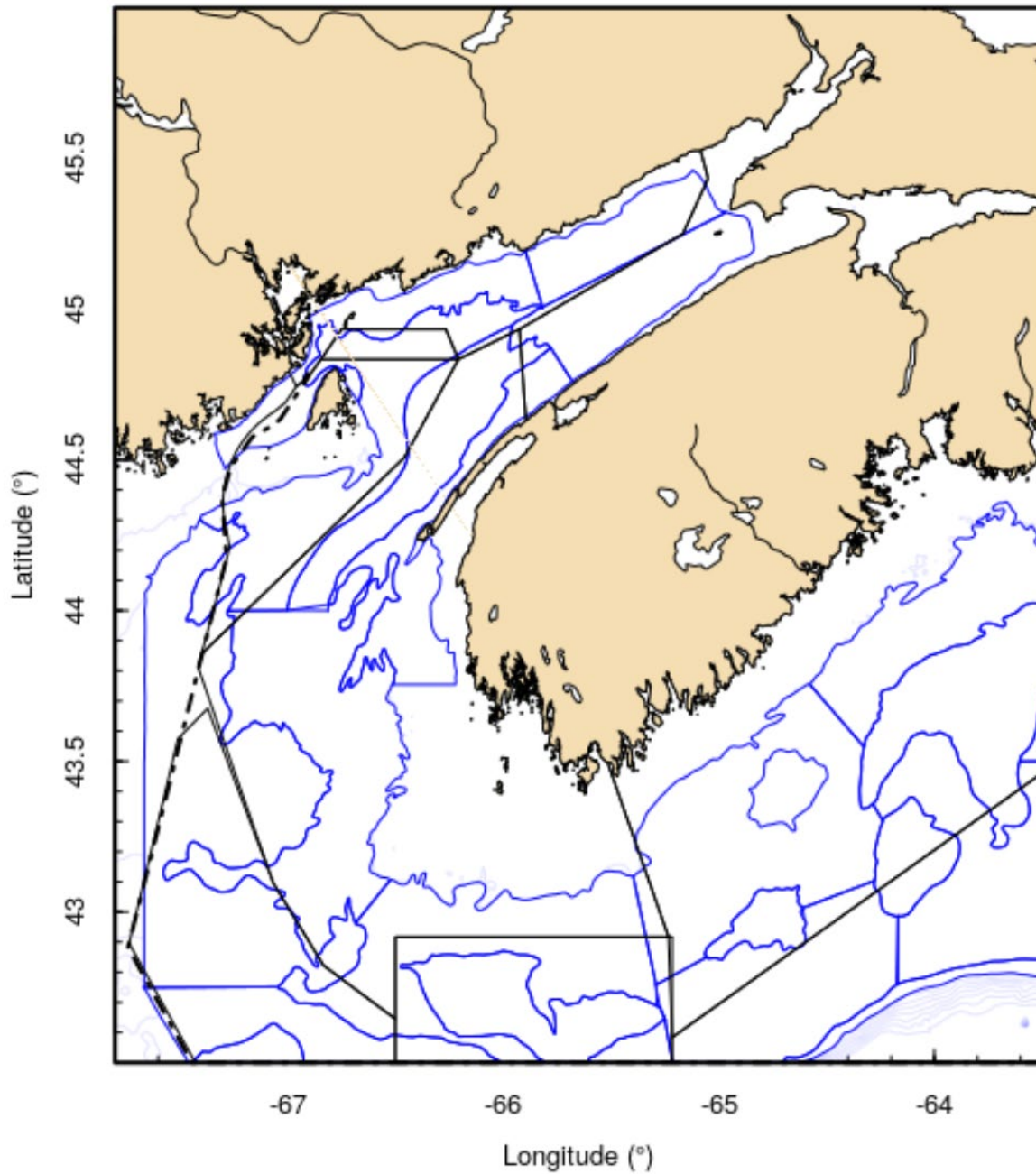


Figure 2. Carte des strates (lignes bleues) pour les relevés d'été du navire de recherche (NR) du MPO dans les ZPH 34 à 38 (lignes noires).

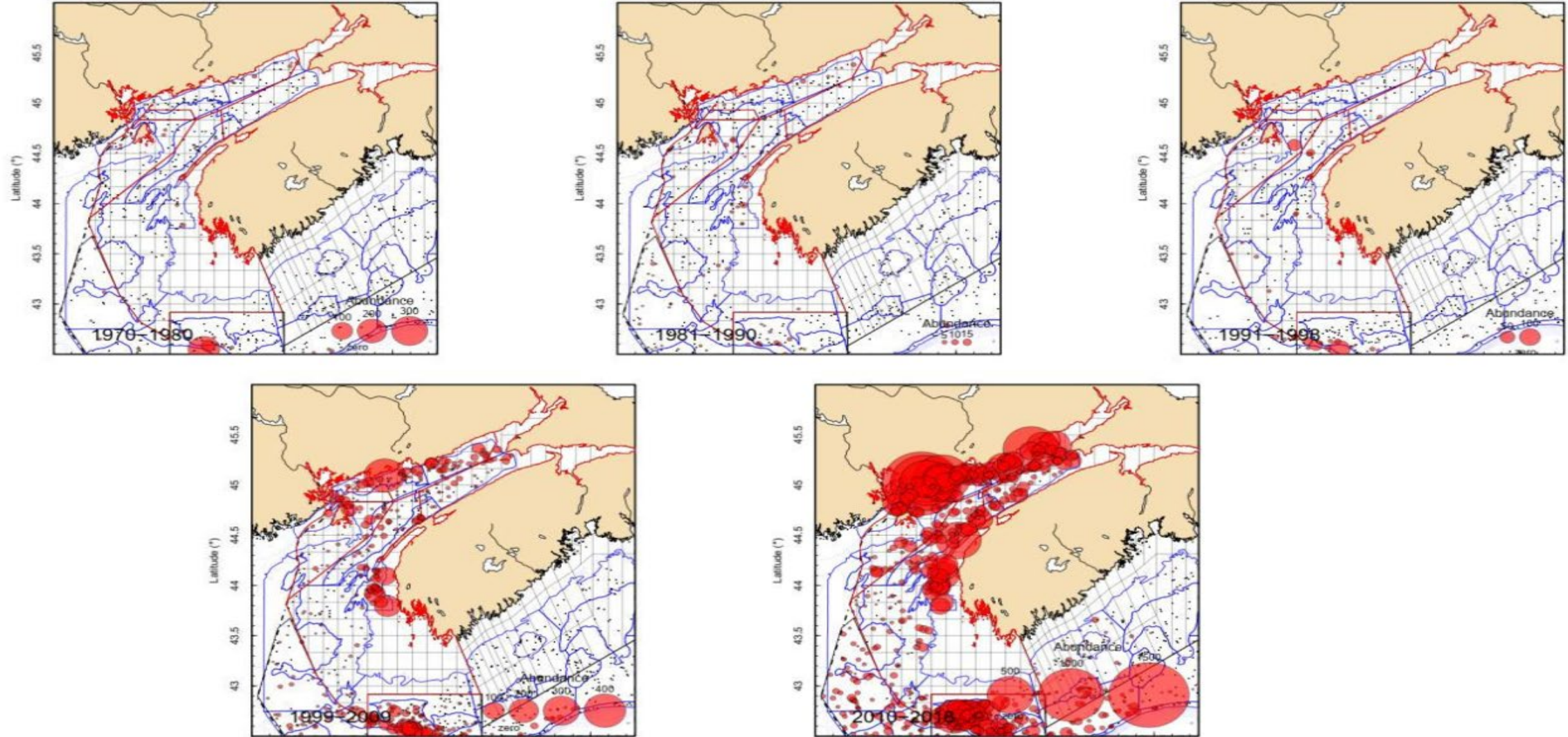


Figure 3. Carte de l'abondance des homards capturés lors du relevé d'été du NR du MPO du plateau néo-écossais. Les limites des strates sont indiquées en bleu et les limites des ZPH sont indiquées en noir. La taille des symboles est proportionnelle au nombre observé dans chaque trait. Années; rangée supérieure de gauche à droite – 1970 à 1980, 1981 à 1990, 1991 à 1998. Rangée inférieure de gauche à droite – 1999 à 2009, 2010 à 2018.

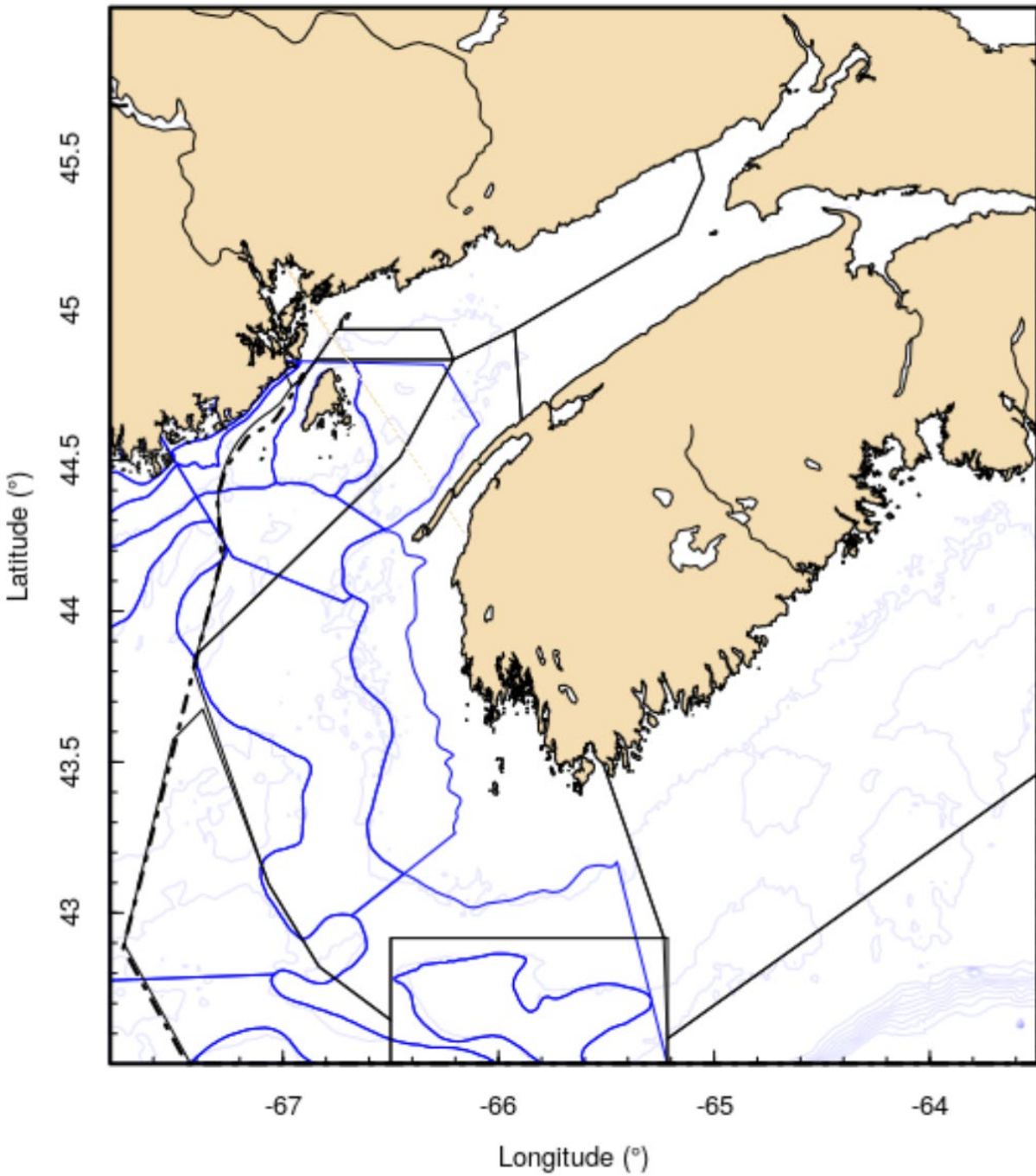


Figure 4. Carte des strates (lignes bleues) pour les relevés de printemps et d'automne du NR du NEFSC dans les ZPH 34 à 38 (lignes noires).

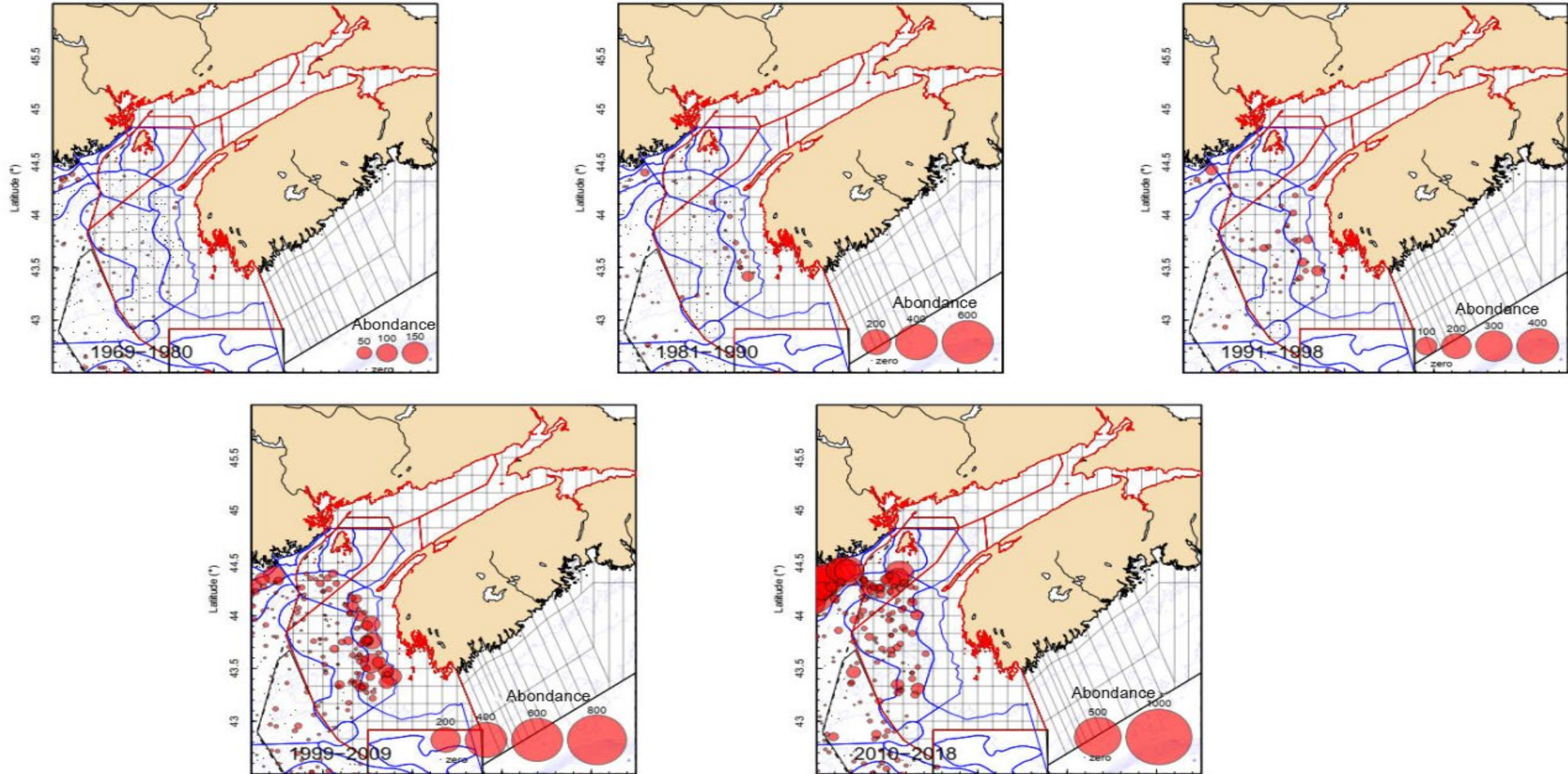


Figure 5. Carte de l'abondance des homards capturés lors du relevé de printemps du NR du NEFSC du plateau néo-écossais. Les limites des strates sont indiquées en bleu et les limites des ZPH sont indiquées en noir. La taille des symboles est proportionnelle au nombre observé dans chaque trait. Années; rangée supérieure de gauche à droite – 1969 à 1980, 1981 à 1990, 1991 à 1998. Rangée inférieure de gauche à droite – 1999 à 2009, 2010 à 2018.

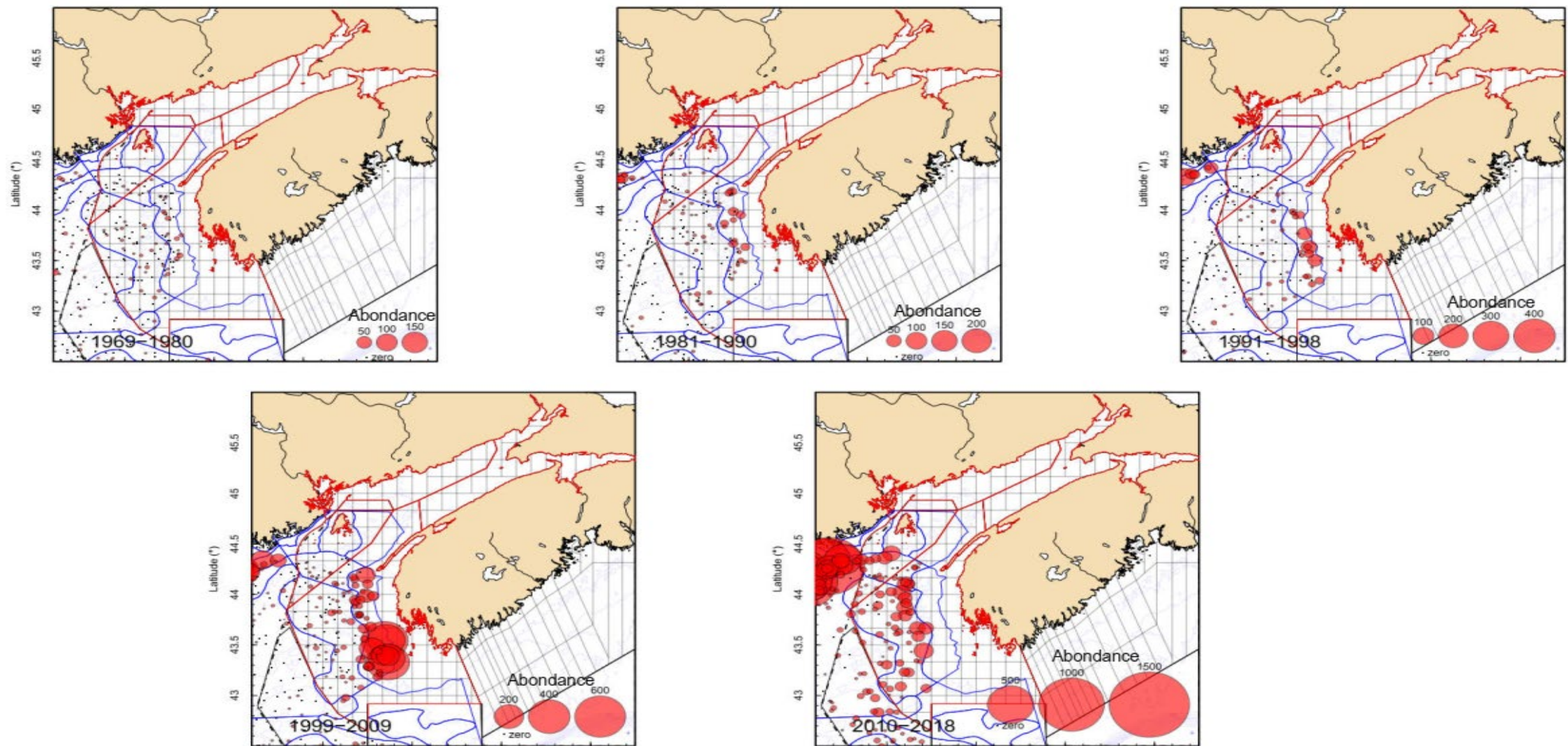


Figure 6. Carte de l'abondance des homards capturés lors du relevé d'automne par NR du NEFSC du plateau néo-écossais. Les limites des strates sont indiquées en bleu et les limites des ZPH sont indiquées en noir. La taille des symboles est proportionnelle au nombre observé dans chaque trait. Années; rangée supérieure de gauche à droite – 1969 à 1980, 1981 à 1990, 1991 à 1998. Rangée inférieure de gauche à droite – 1999 à 2009, 2010 à 2018.

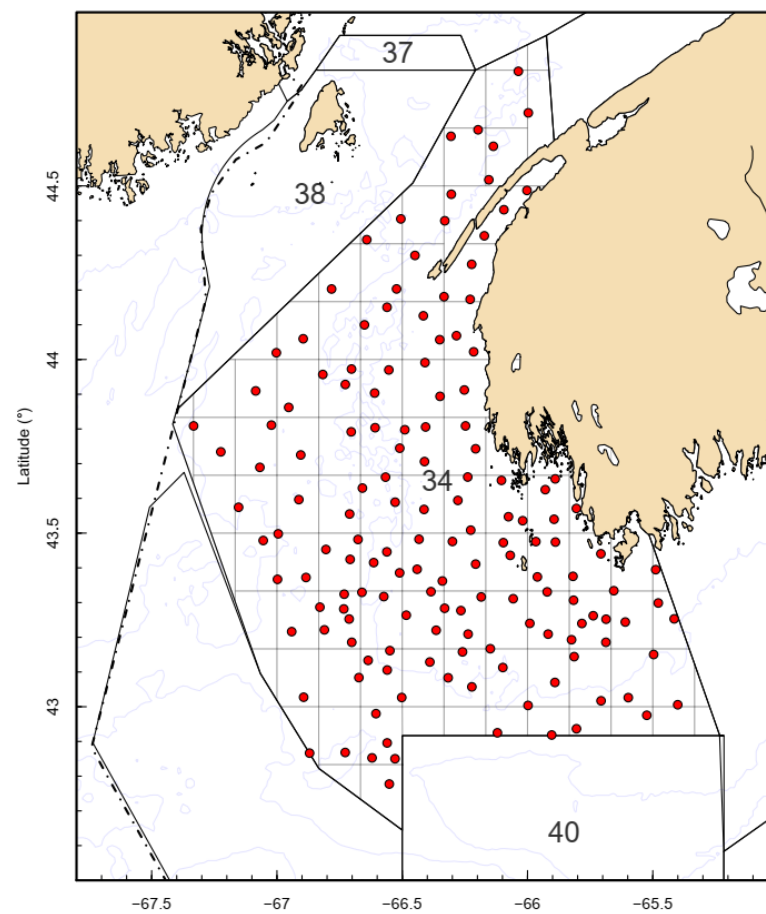
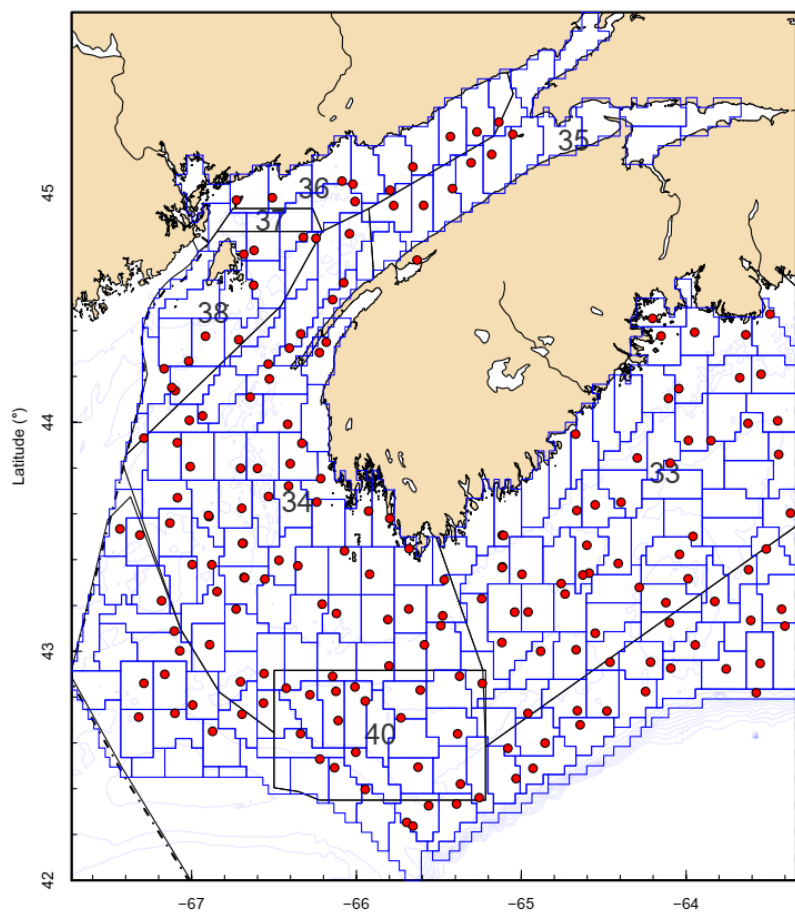


Figure 7. Cartes des stations de relevé à engin fixe provenant du relevé des QIT (à gauche) et du RCHC (à droite).

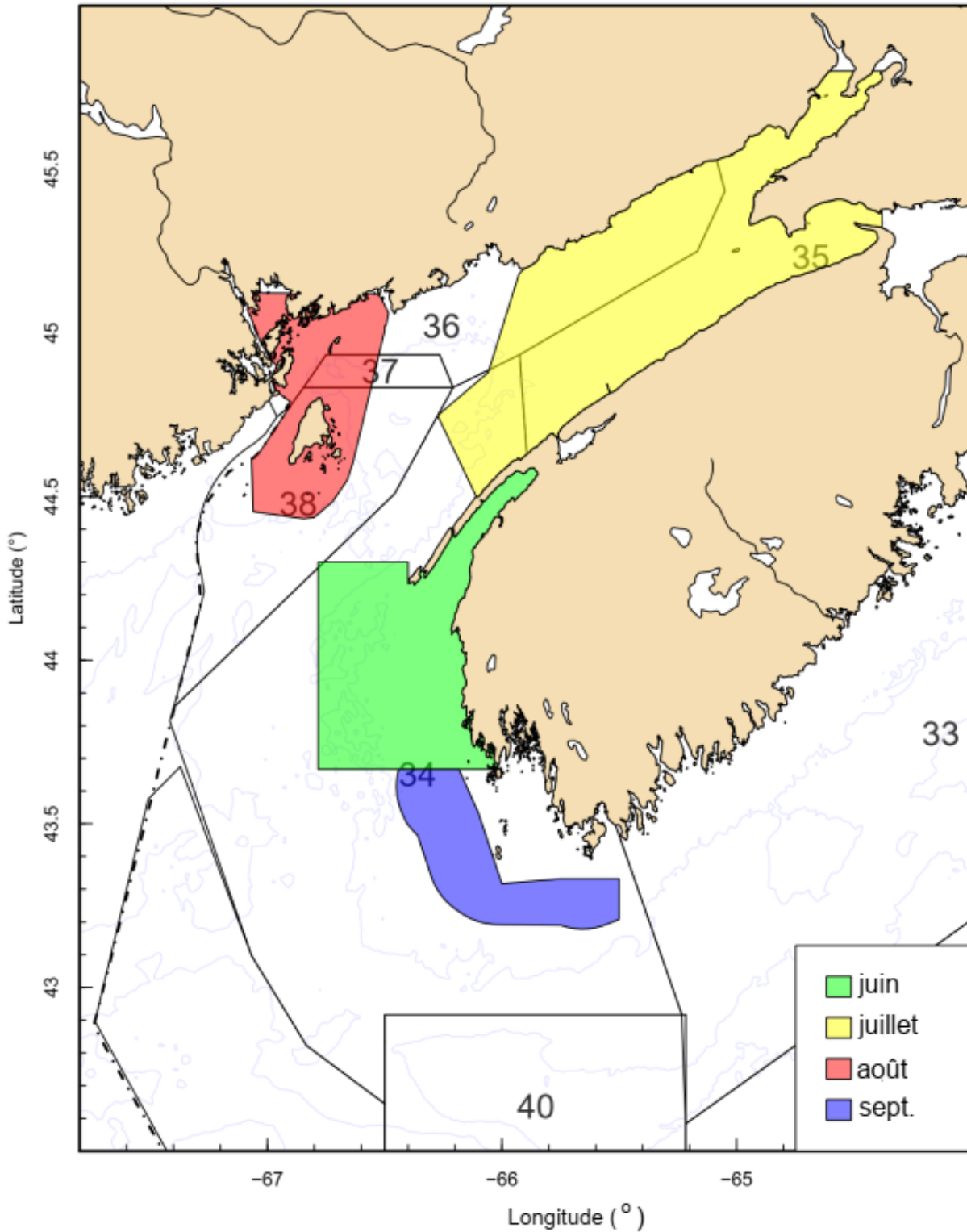


Figure 8. Carte des limites extérieures des relevés côtiers des pétoncles avec le mois de l'année où le relevé est effectué.

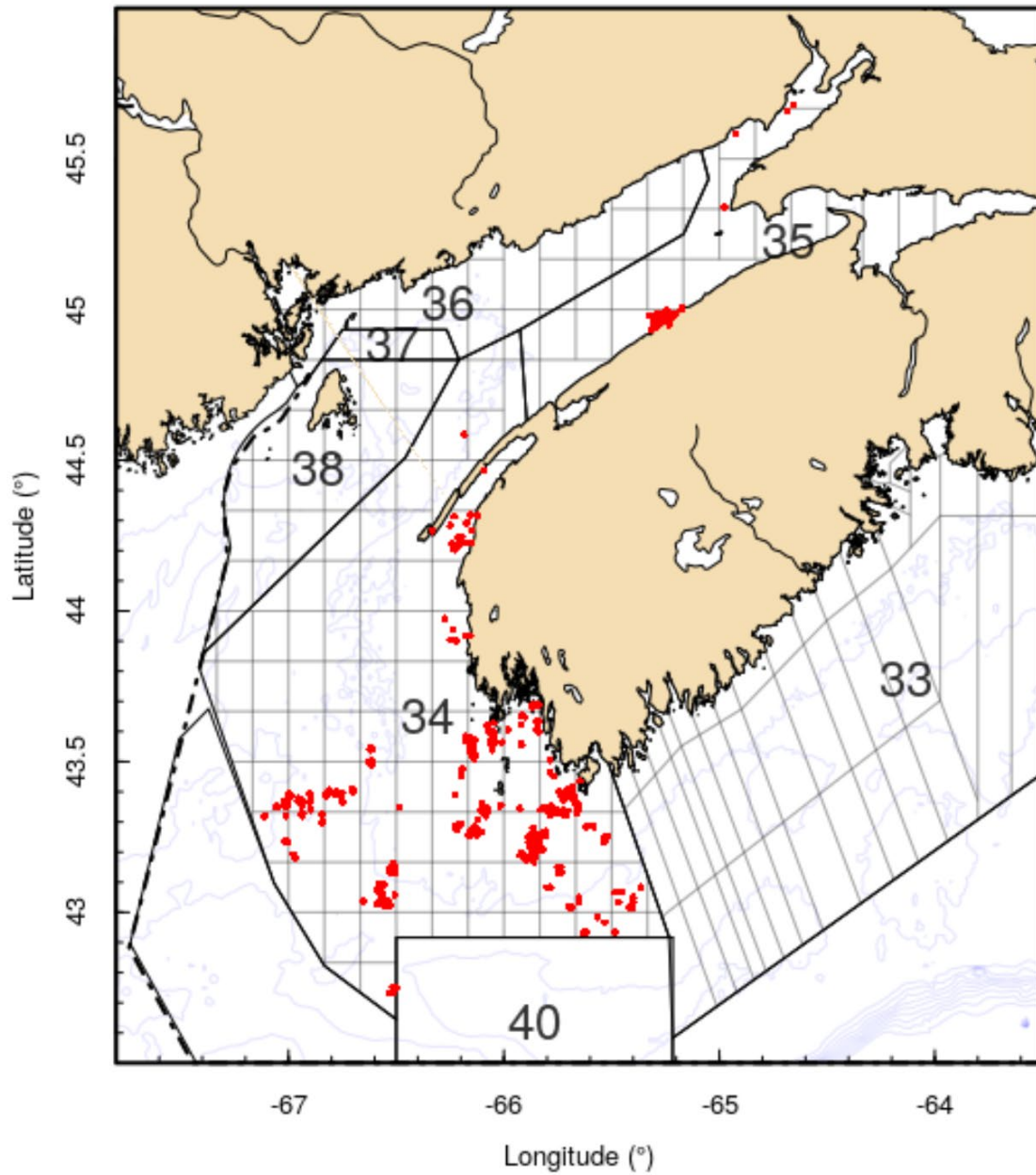


Figure 9. Lieux d'échantillonnage par casier pour les casiers de recrutement de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS) entre 2015 et 2018 dans les ZPH 34 à 38.



Figure 10. Carte des comtés de la Nouvelle-Écosse utilisés pour diviser les renseignements sur les débarquements historiques pour la ZPH 34 (comtés de Yarmouth et Digby).

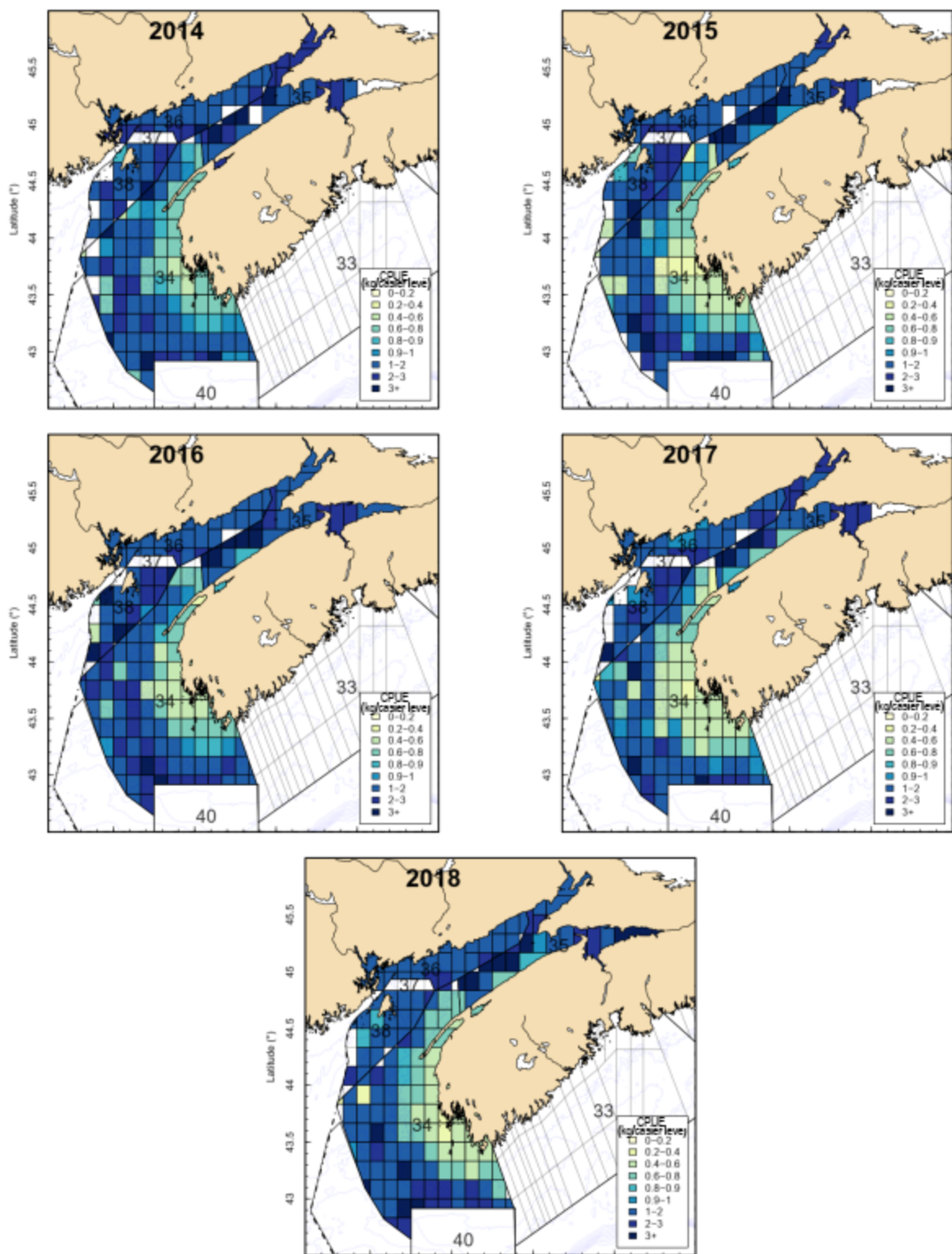


Figure 11. Carte de l’empreinte de la pêche exprimée sous forme de taux de capture commerciale dans chaque cellule de grille des ZPH 34 à 38 de 2014 à 2018.

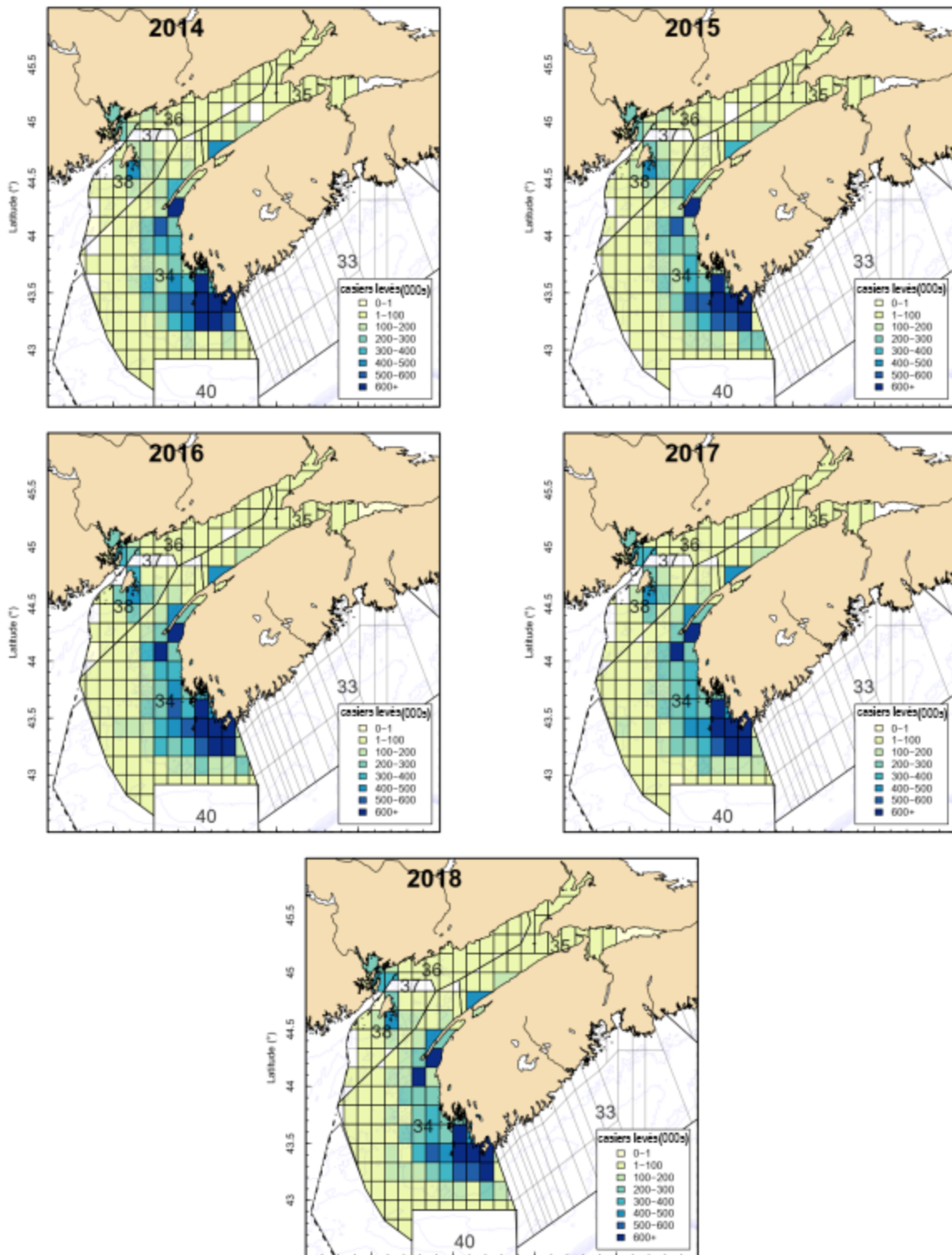


Figure 12. Carte de l’empreinte de la pêche exprimée par le nombre de casiers levés dans chaque grille des ZPH 34 à 38 de 2014 à 2018.

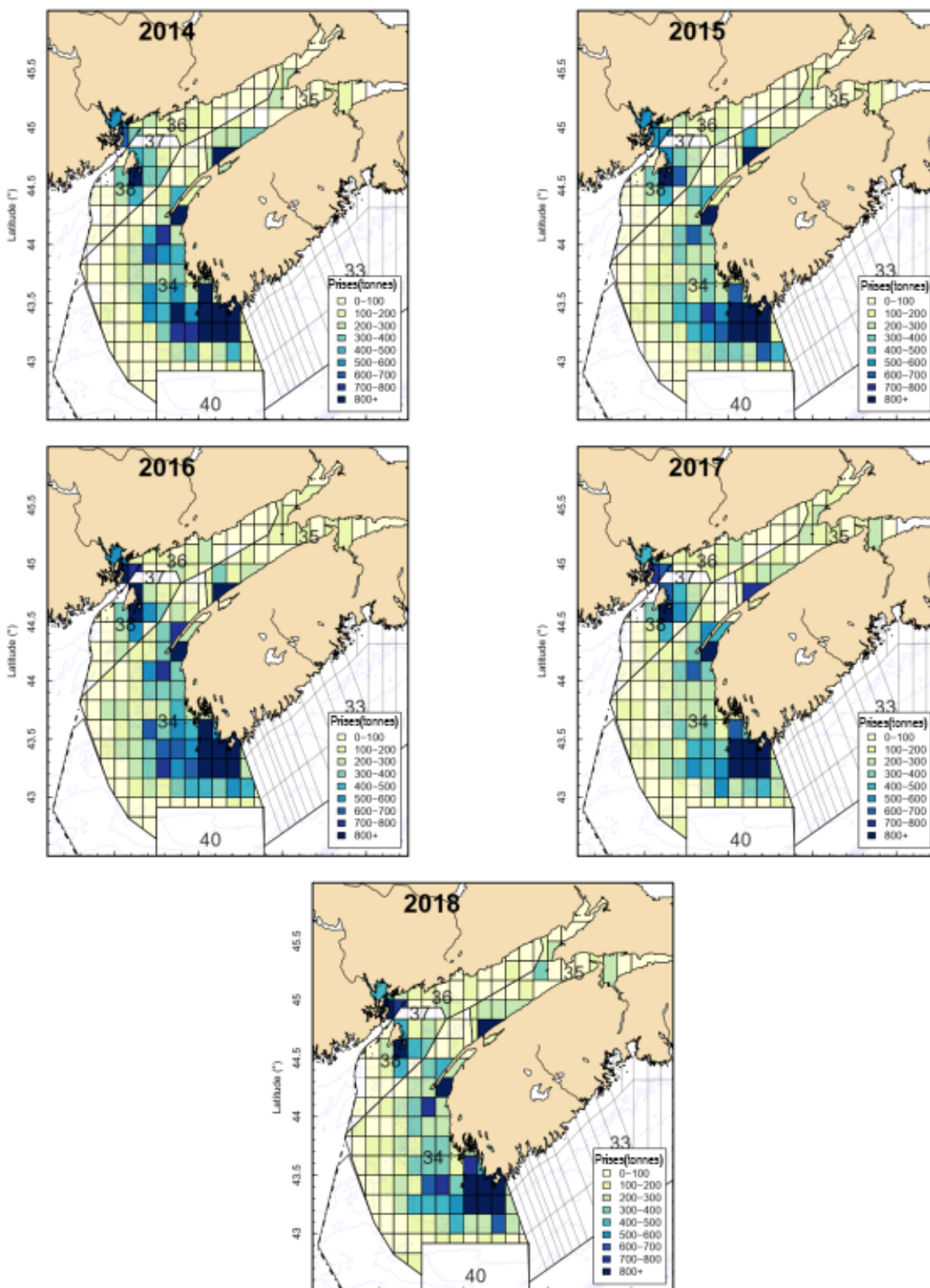


Figure 13. Carte de l’empreinte de la pêche exprimée sous forme de poids des débarquements dans chaque cellule de grille des ZPH 34 à 38 de 2014 à 2018.

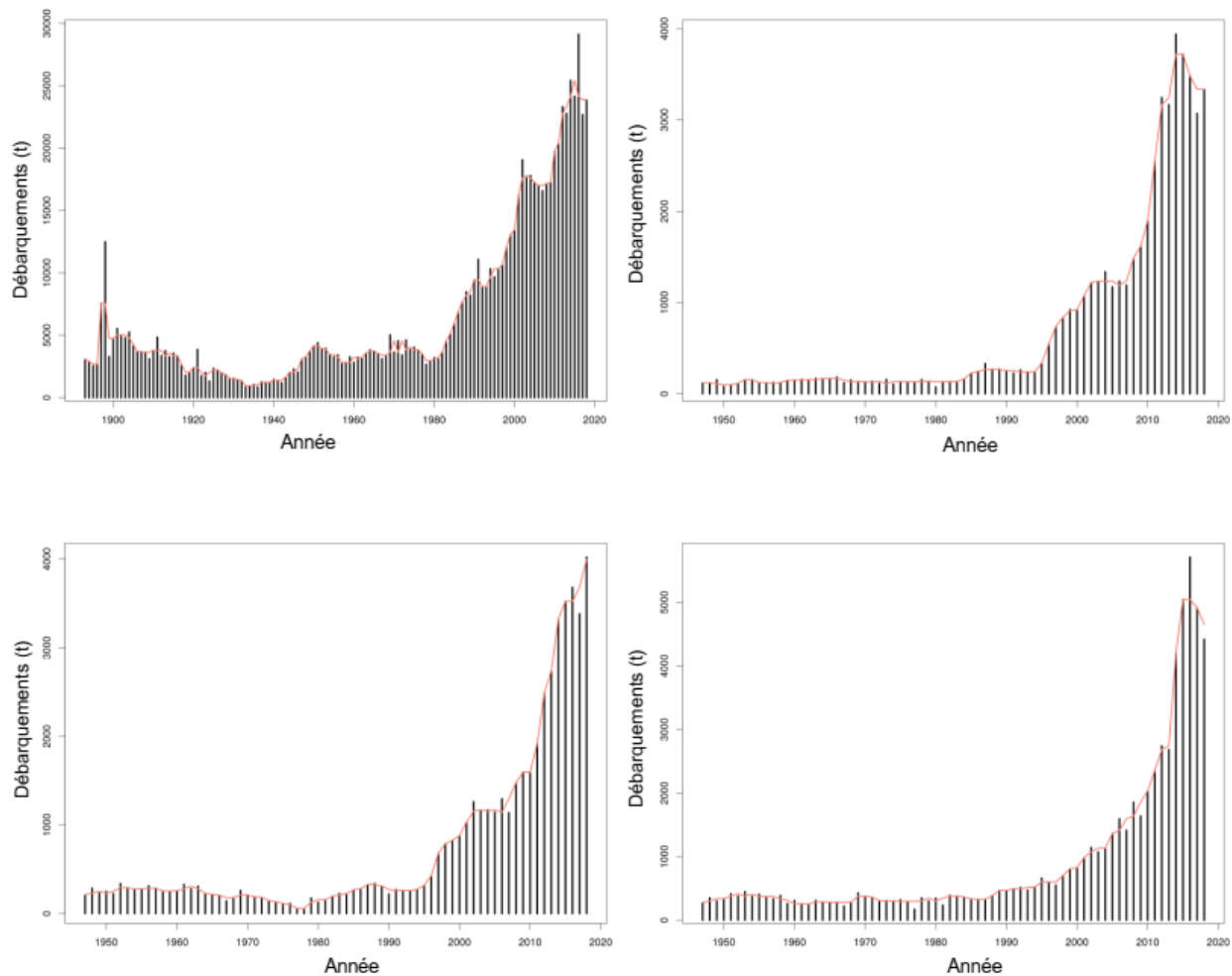


Figure 14. Tendances des débarquements par ZPH, dans le sens horaire à partir du haut à gauche, ZPH 34, ZPH 35, ZPH 38, ZPH 36. Les lignes rouges représentent les médianes mobiles de trois ans dans chaque graphique. Dans la ZPH 34, les débarquements avant 1947 ont été divisés en ZPH par comté, comme l'indique la figure 10.

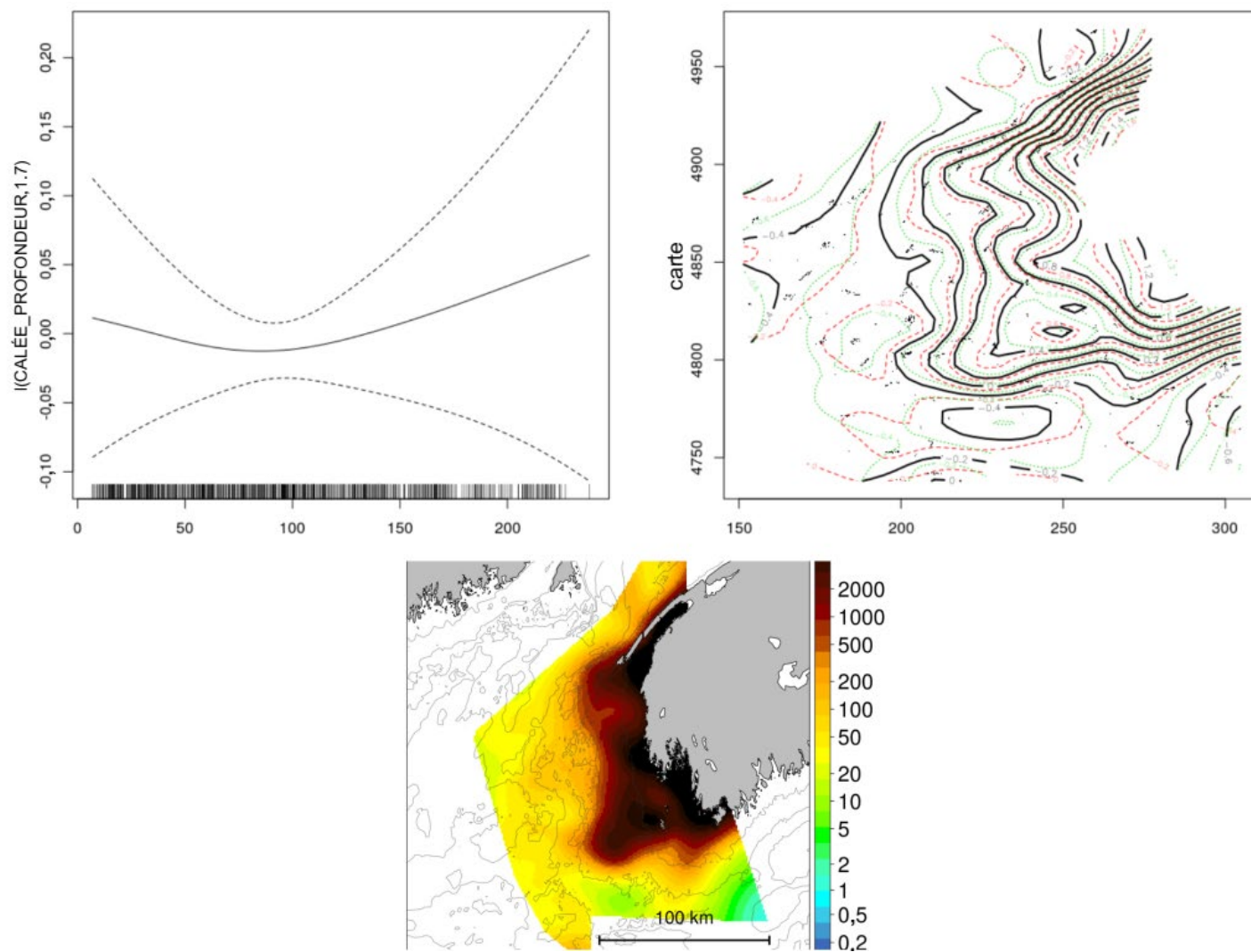


Figure 15. Graphiques de la profondeur lissée et des termes spatiaux du modèle additif généralisé (MAG) de l'abondance totale pour le relevé au chalut du homard côtier (RCHC) (en haut). Surface prévue de l'abondance du homard dans la ZPH 34 selon le MAG choisi pour 2018 (en bas).

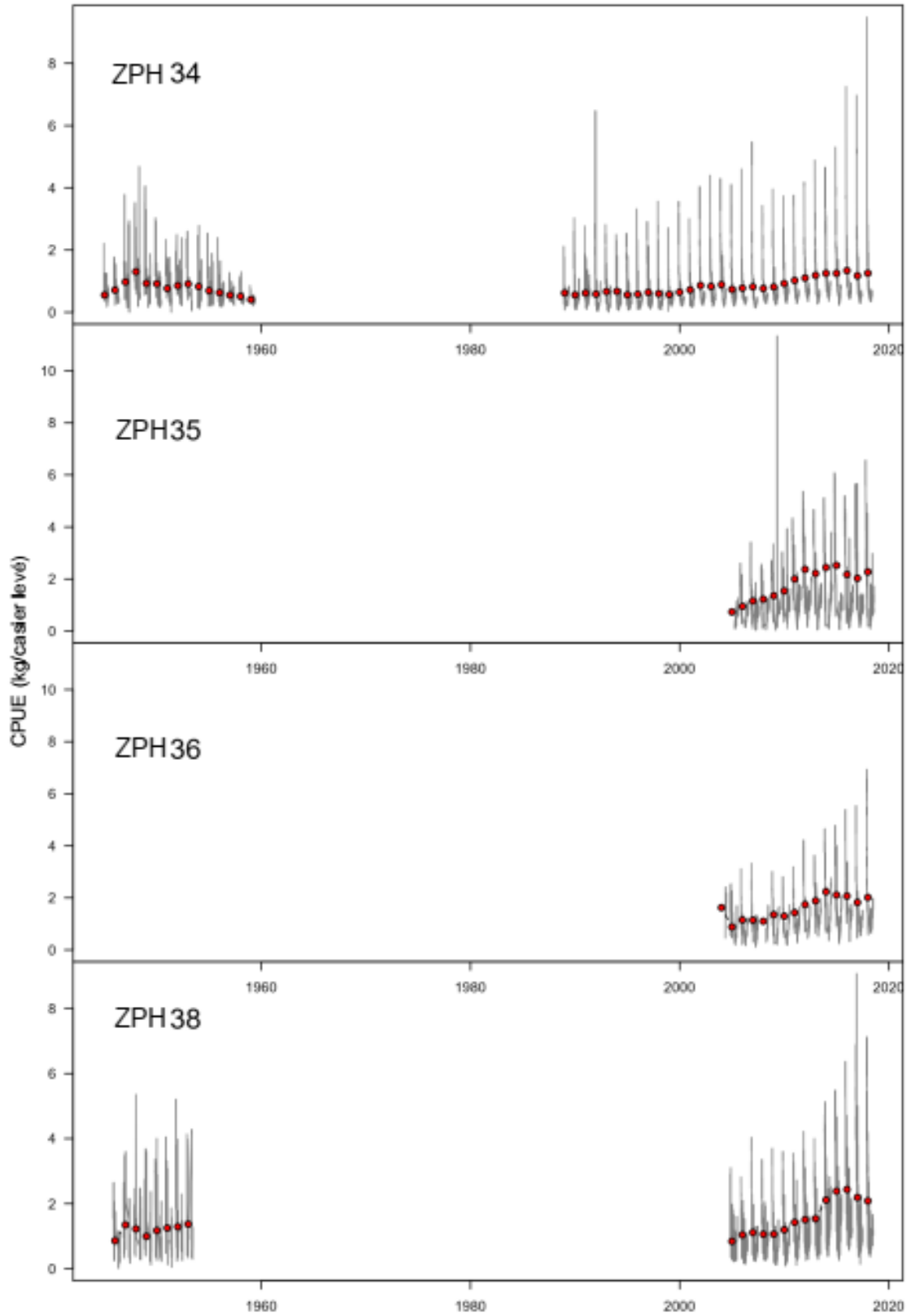


Figure 16. Capture par unité d'effort (CPUE) moyenne quotidienne (ligne grise) et annuelle (point rouge) (kg/casier levé) pour chaque ZPH.

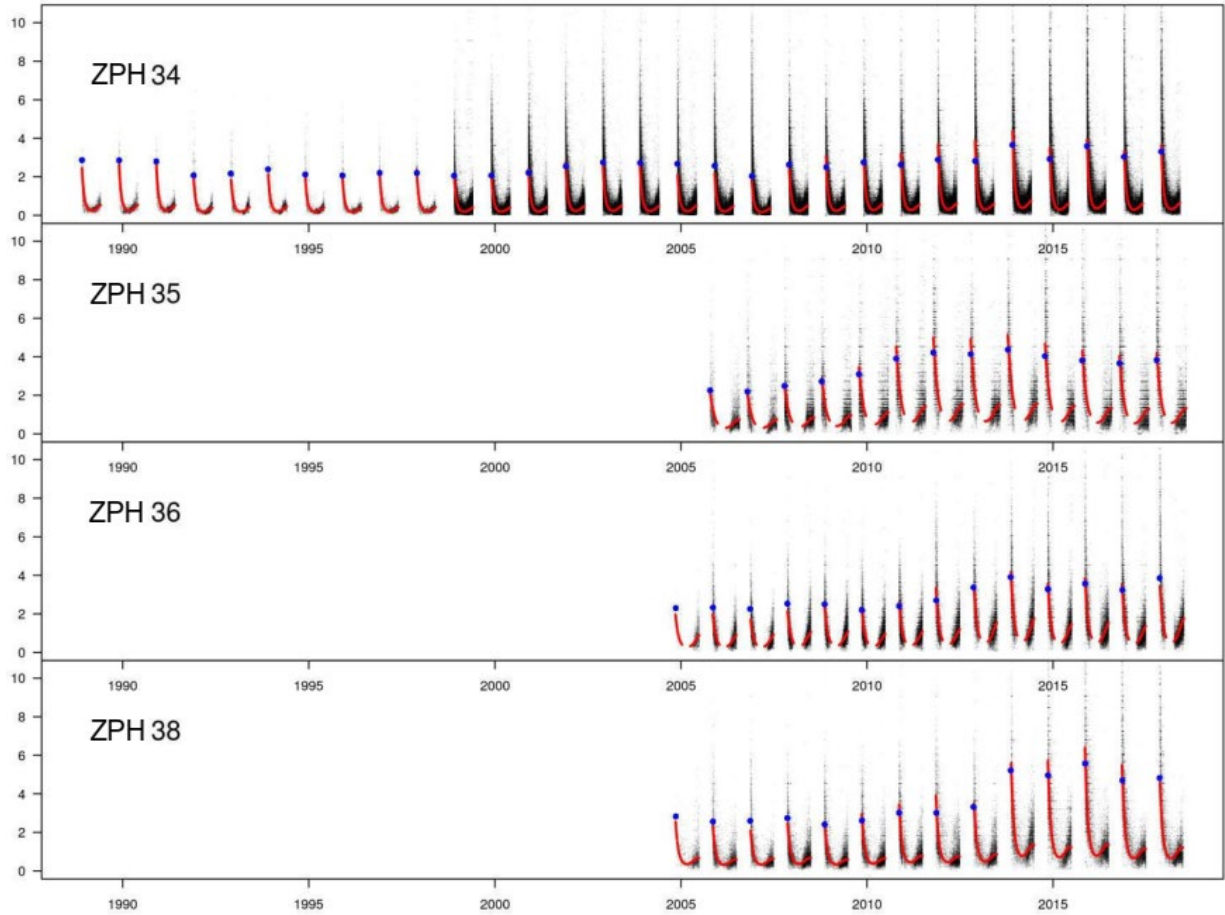


Figure 17. Prédications des taux de capture par unité d'effort (CPUE) (kg/casier levé) du modèle pour chaque jour (ligne rouge), superposées sur les données brutes des ZPH 34 à 38.

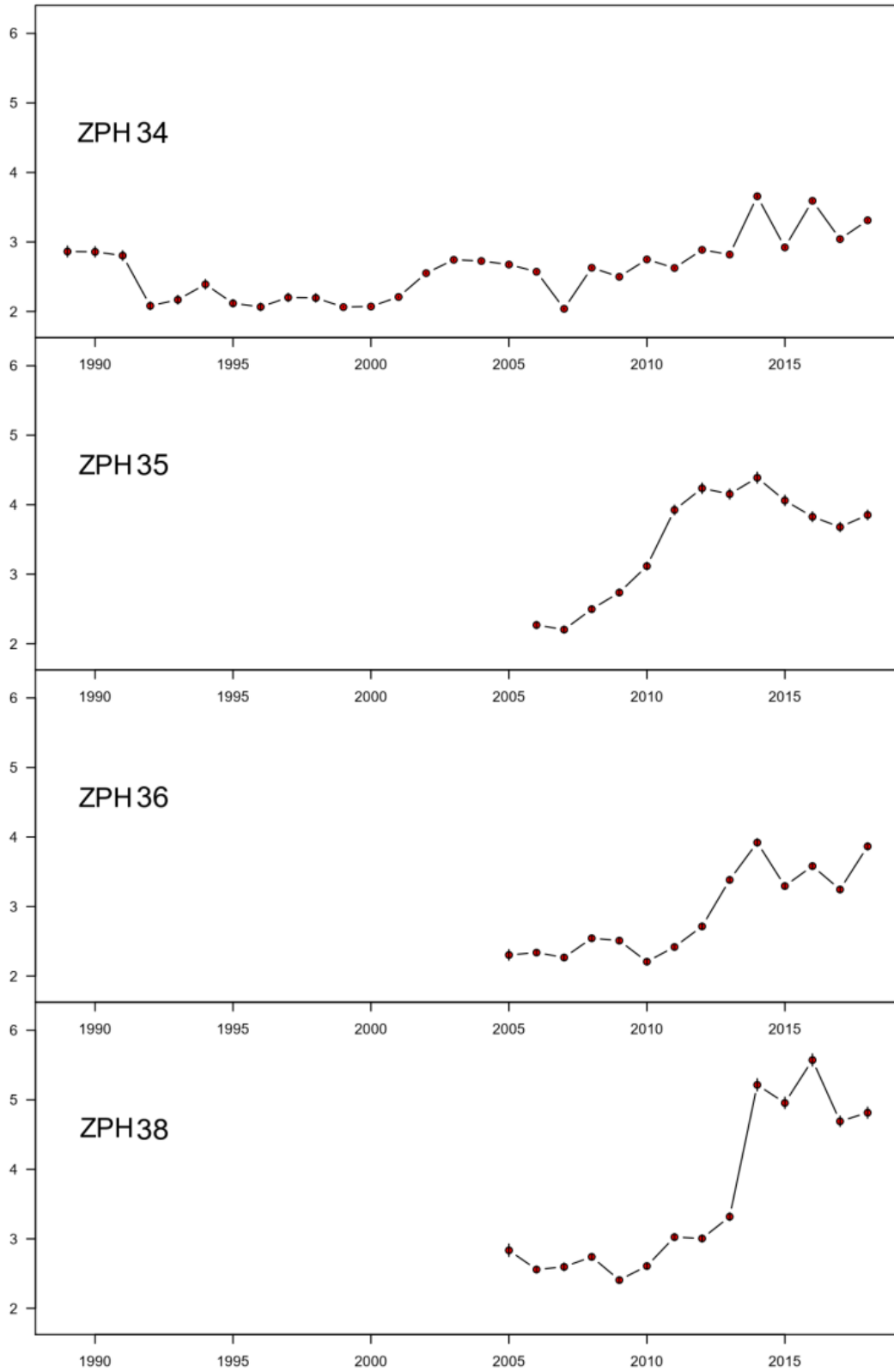


Figure 18. Le modèle a prédit les indices de capture par unité d'effort (CPUE) moyens et l'écart-type (couverts par des points) pour chaque ZPH.

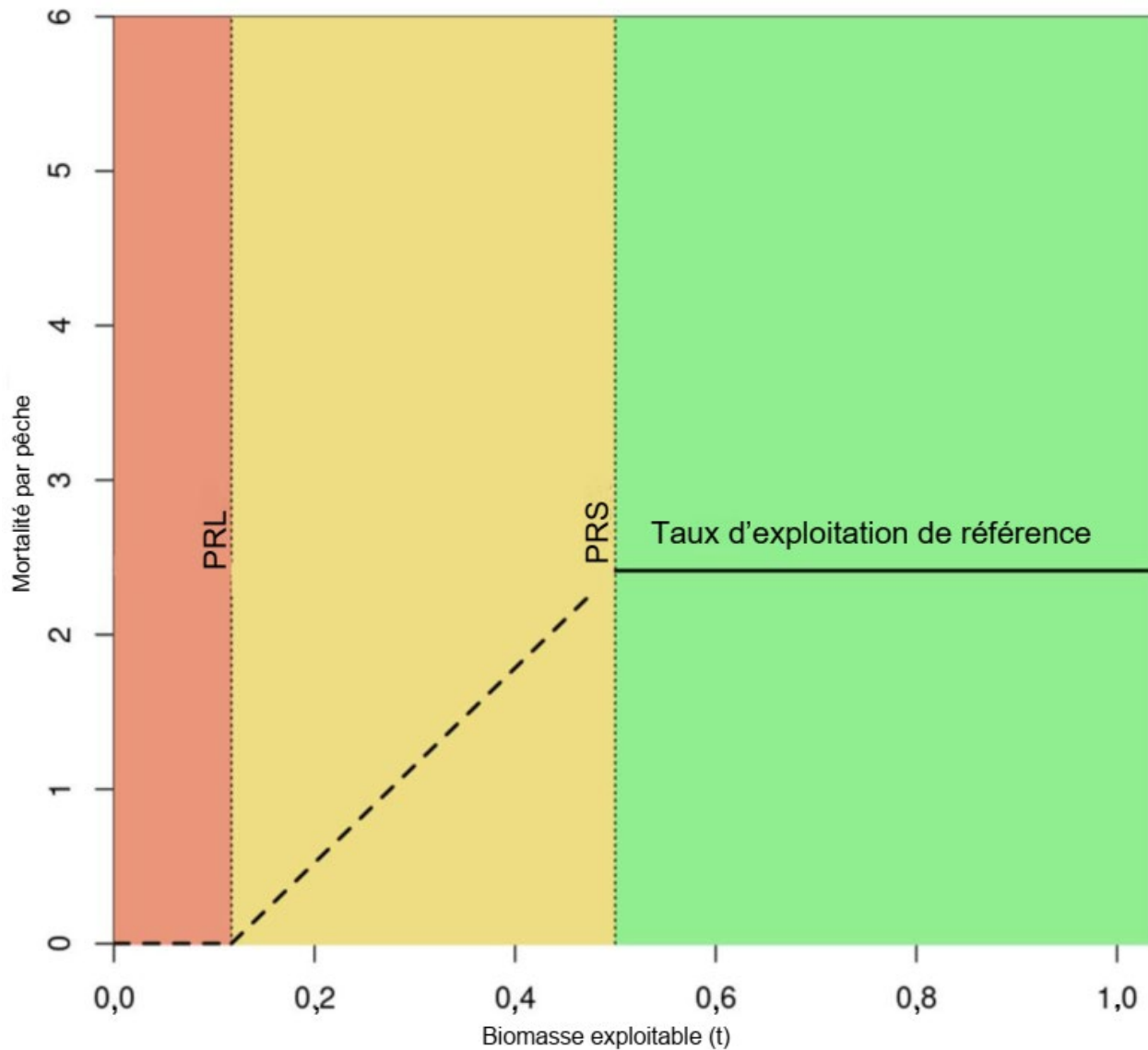


Figure 19. Exemple de graphique de phase de l'approche de précaution délimitant la zone saine (en vert), le point de référence supérieur (PRS), la zone de précaution (en jaune) (entre le PRS et le point de référence limite [PRL]) et la zone critique (en rouge), en dessous du PRL. Le taux d'exploitation de référence (TER) est représenté par une ligne noire continue dans la zone saine et décroissant progressivement à travers la zone de prudence; la forme et le taux de diminution ont été présentés à titre d'exemple.

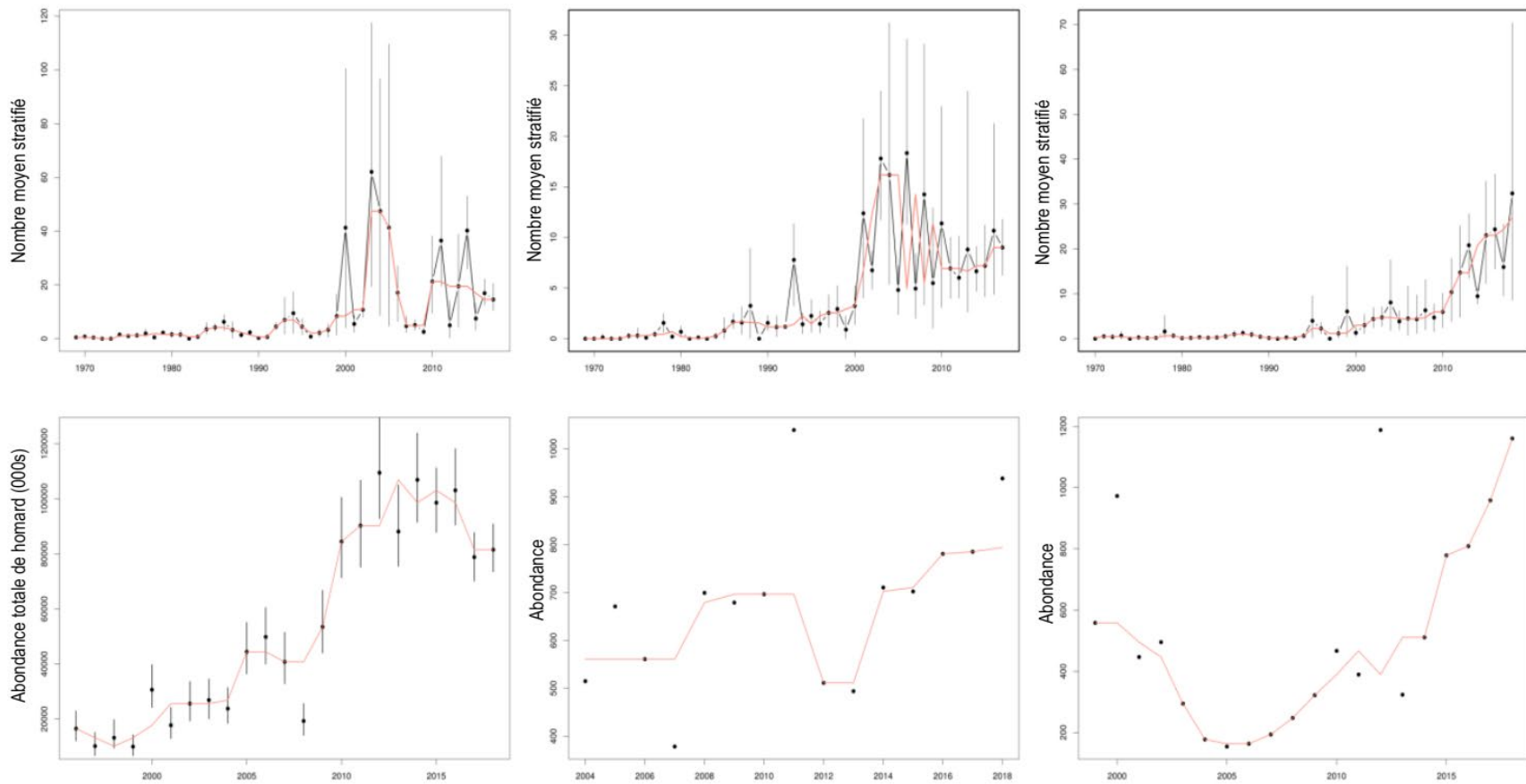


Figure 20. Graphique des indices d'abondance totale des homards dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin, DFO, ZPP29, ZPP3 et RCHC. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans. Les indices étaient des abondances stratifiées pour les relevés aléatoires stratifiés et pour la surface prédictive du modèle additif généralisé du RCHC.

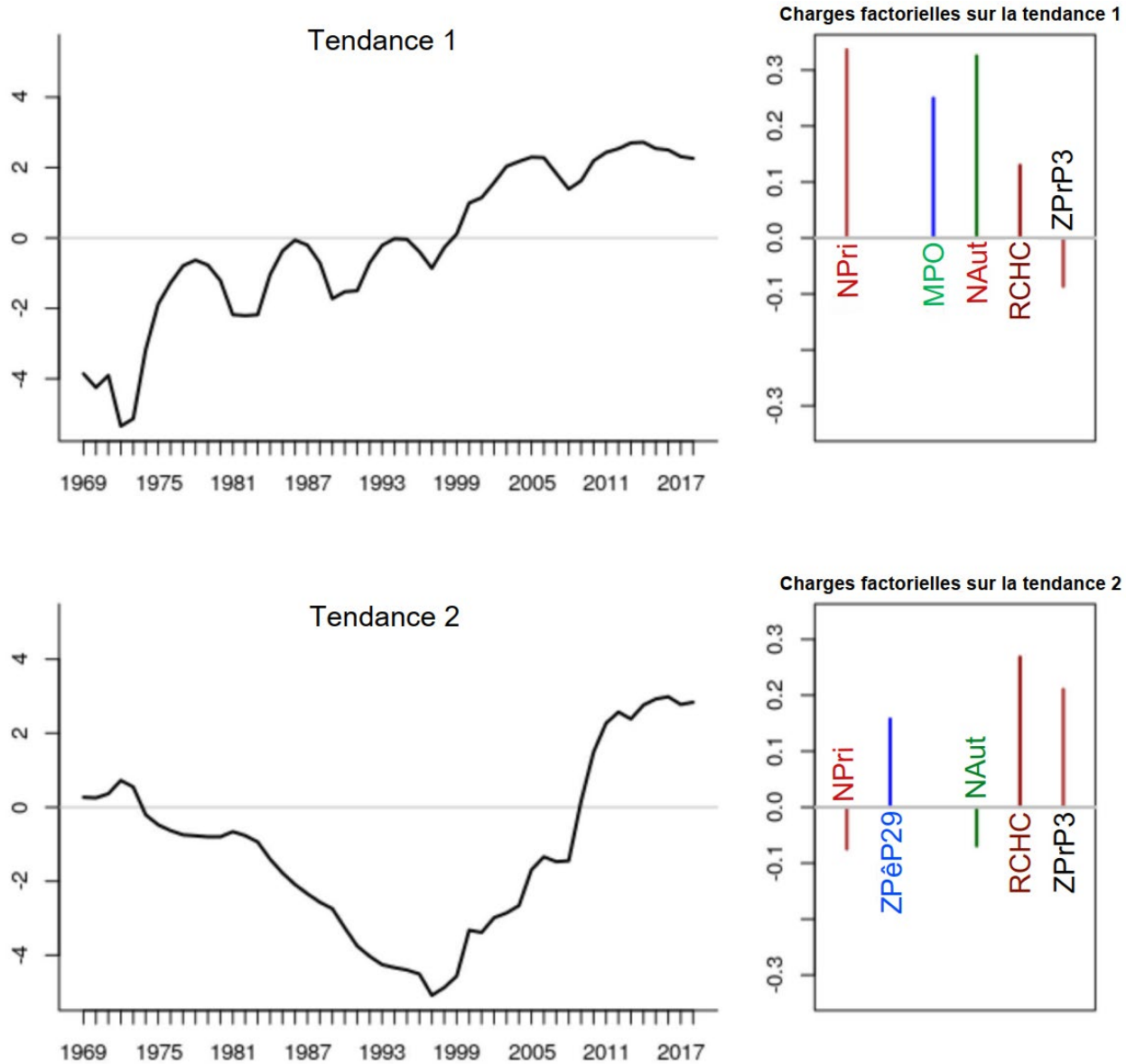


Figure 21. États des séries chronologiques du total des homards dans la ZPH 34 estimés à partir de l'analyse factorielle dynamique (AFD) des six tendances de l'abondance.

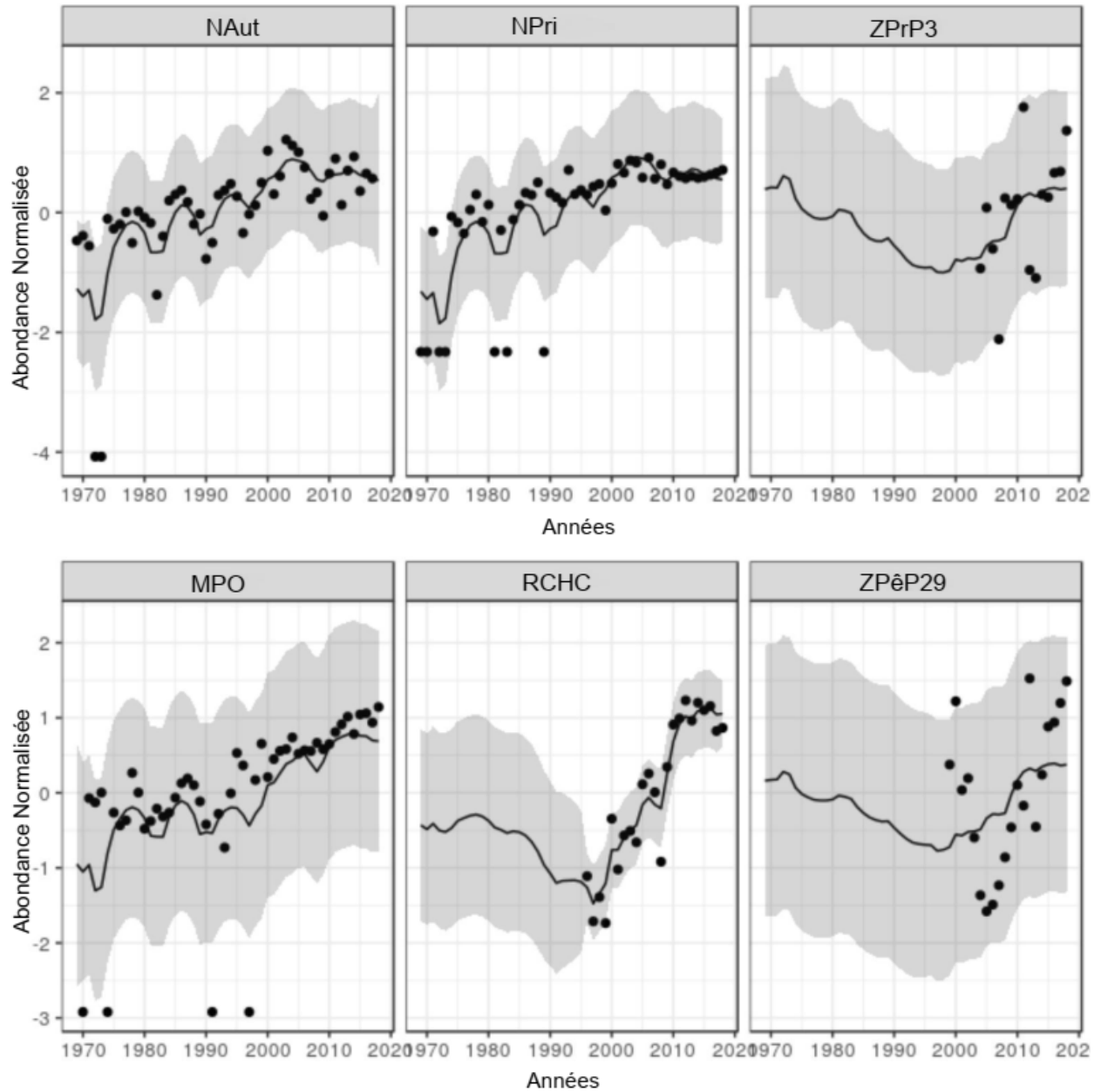


Figure 22. Ajustements des tendances des séries chronologiques avec les intervalles de confiance provenant de l'analyse factorielle dynamique (AFD) des six tendances de l'abondance.

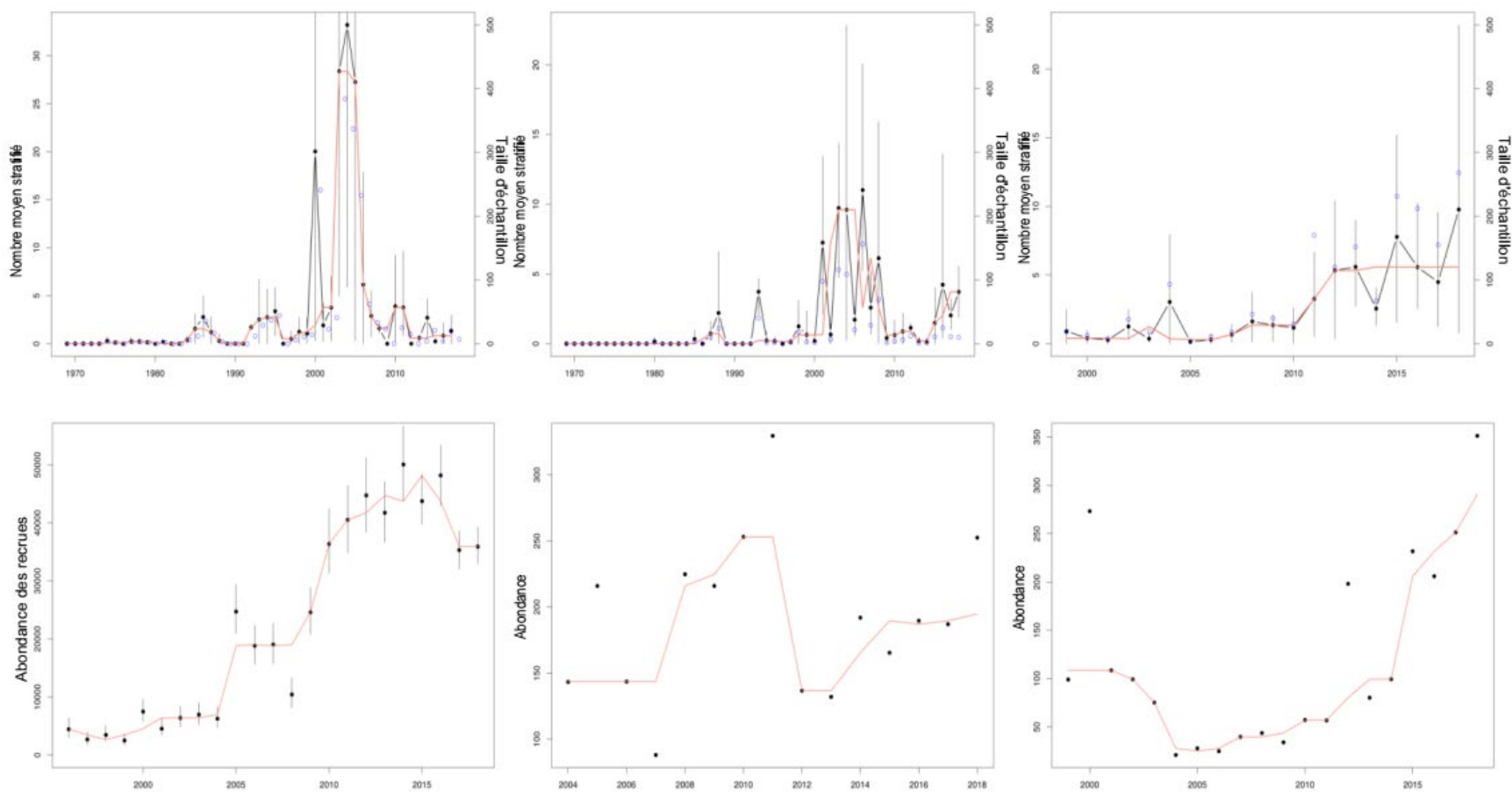


Figure 23. Graphique des indices de l'abondance des recrues chez les homards dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin, DFO, ZPP29, ZPP3 et RCHC. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans. Les indices étaient des abondances stratifiées pour les relevés aléatoires stratifiés et pour la surface prédictive du modèle additif généralisé du RCHC.

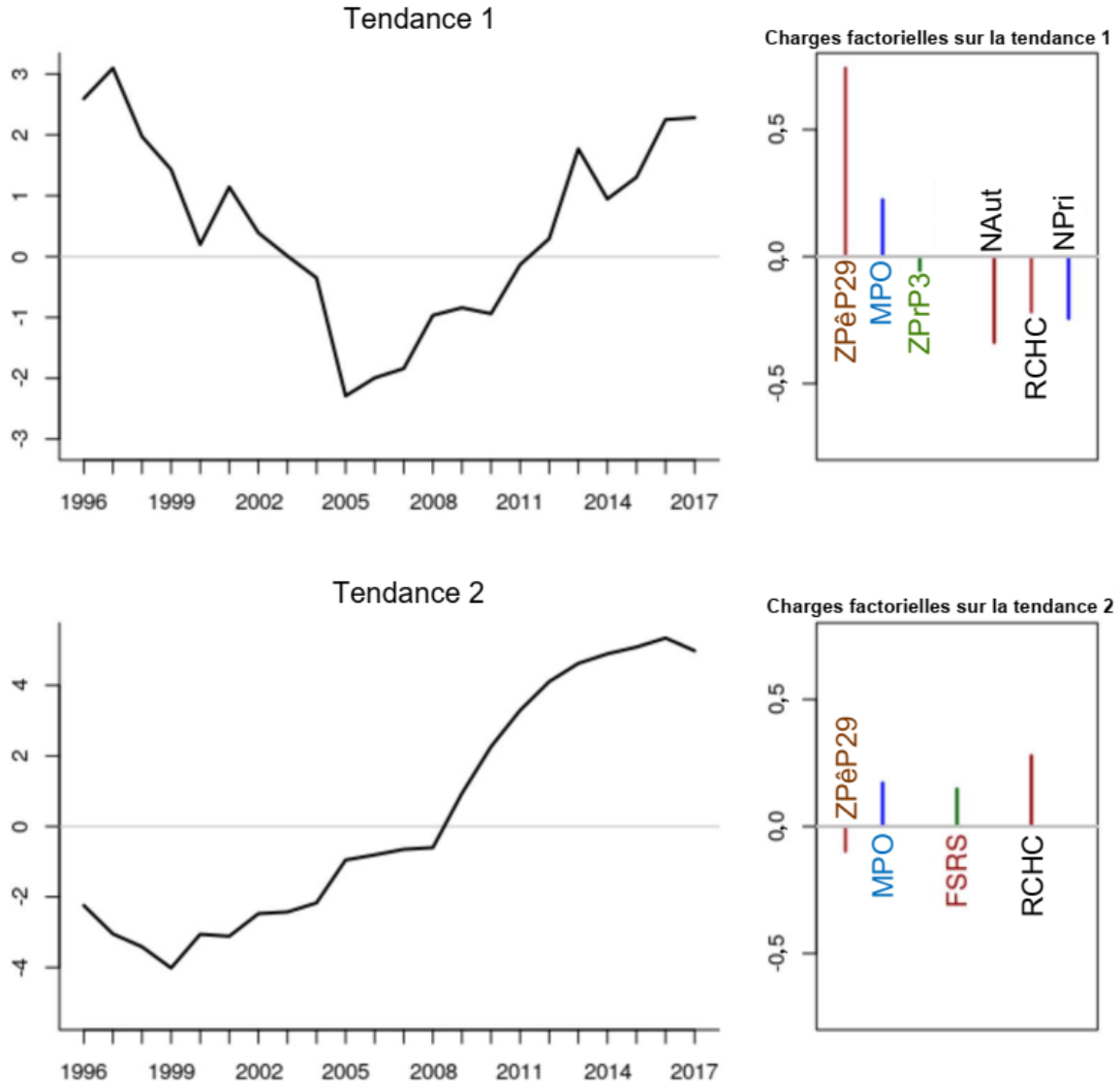


Figure 24. États des séries chronologiques des homards recrutés à la pêche dans la ZPH 34 estimés à partir de l'analyse factorielle dynamique (AFD) des six tendances de l'abondance.

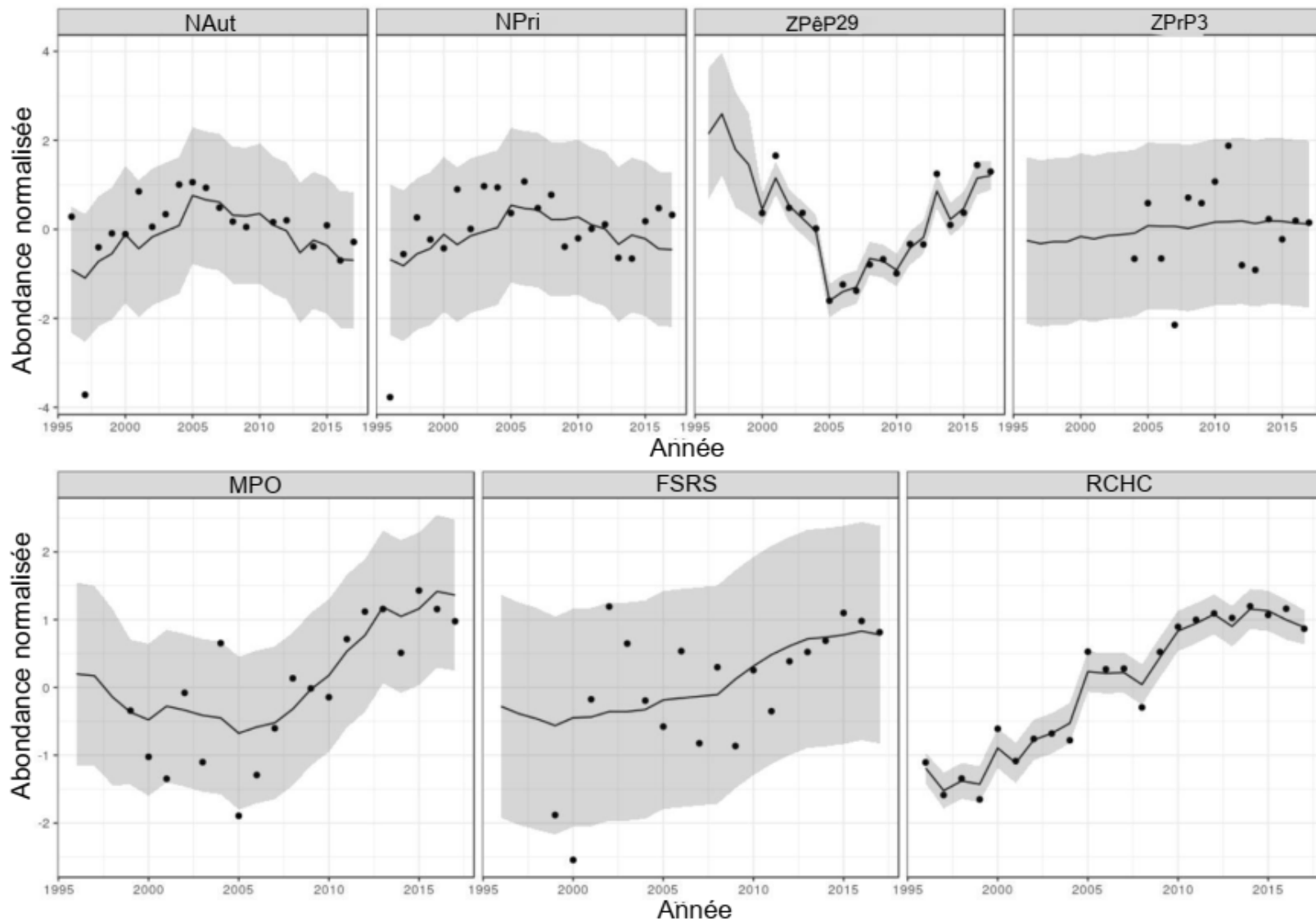


Figure 25. Ajustements des tendances des séries chronologiques avec les intervalles de confiance provenant de l'analyse factorielle dynamique des sept tendances de l'abondance.

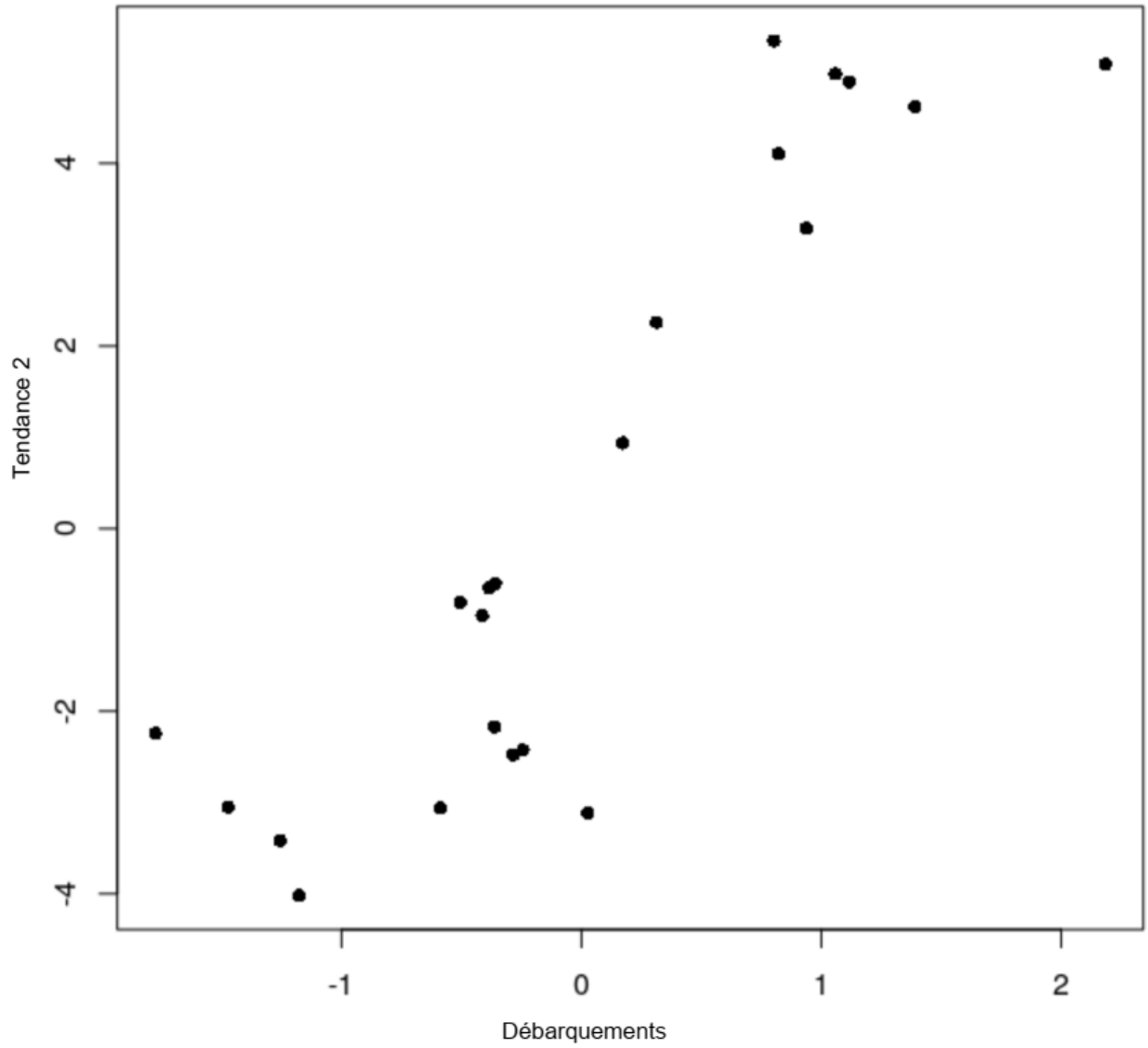


Figure 26. Graphique de la tendance temporelle 2 de l'analyse des facteurs dynamiques (AFC) de l'abondance des recrues dans la ZPH 34 par rapport aux débarquements de l'année suivante.

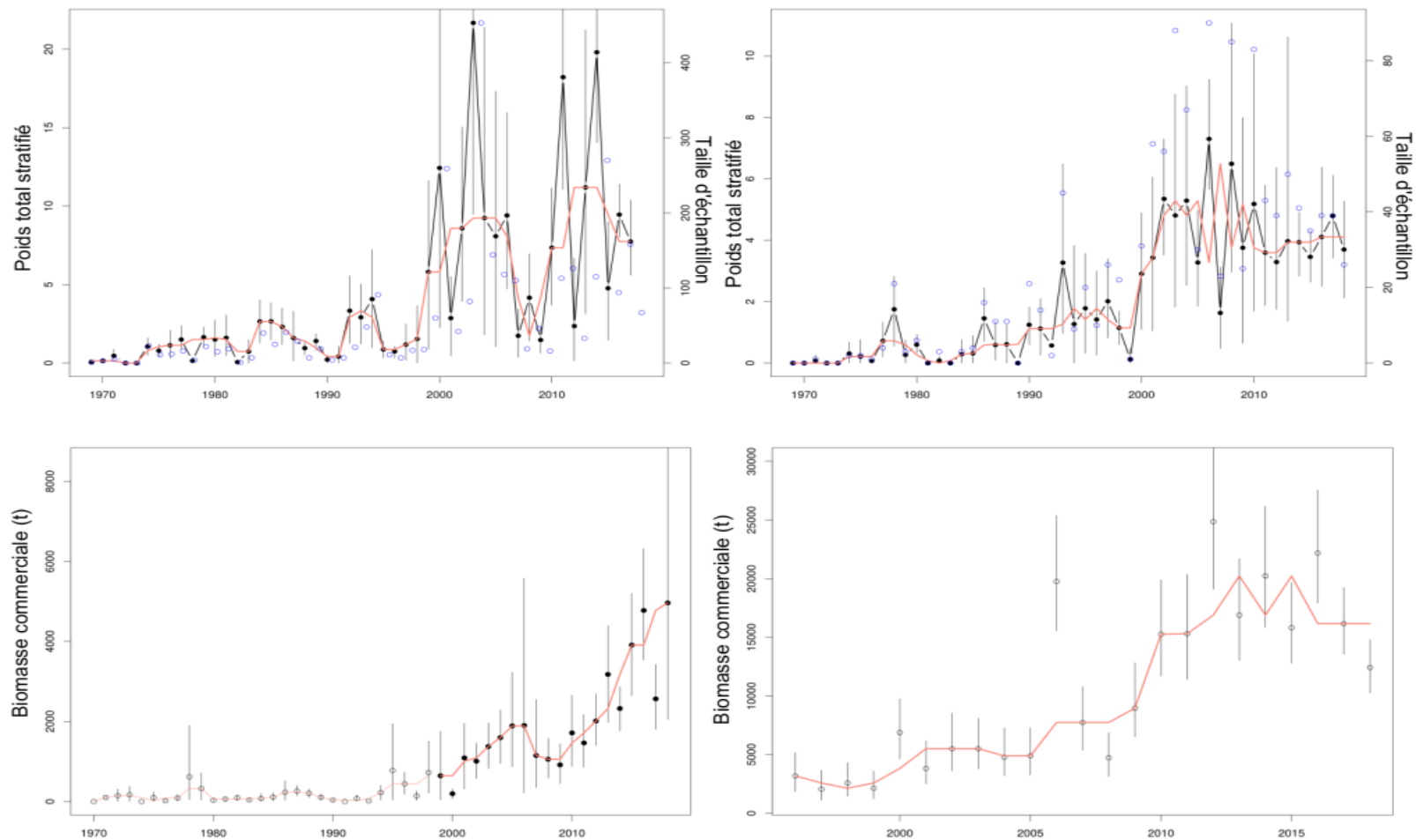
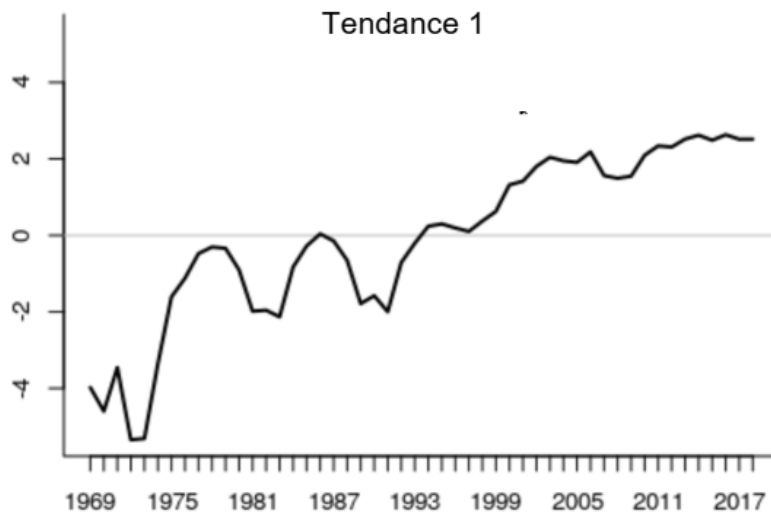
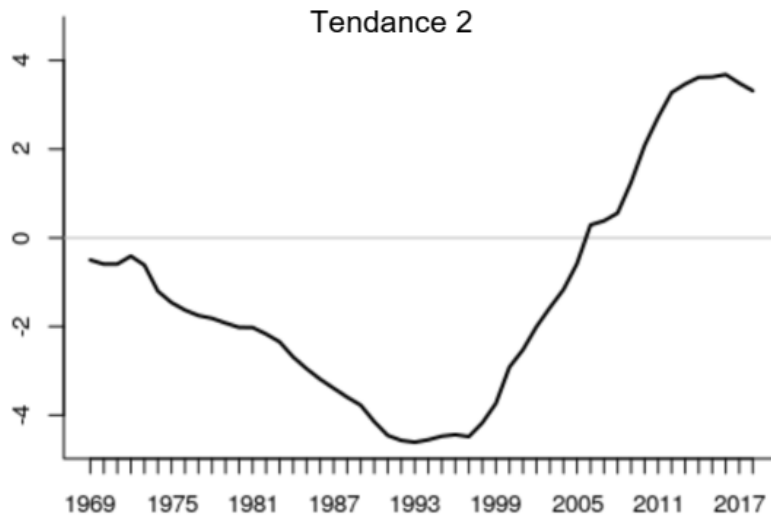
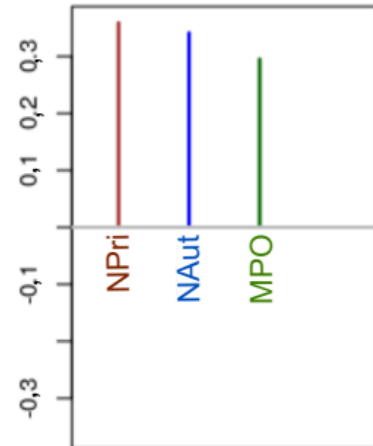


Figure 27. Tendances des séries chronologiques de la biomasse commerciale du homard dans la ZPH 34 capturée lors des relevés au chalut. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin, RCHC et MPO. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans. La biomasse commerciale dans la série chronologique du MPO de 1970 à 1998 a été estimée au moyen de la proportion de la biomasse commerciale par rapport à la biomasse totale dans le relevé au chalut entre 1999 et 2018.



Charges factorielles sur la tendance 1



Charges factorielles sur la tendance 2

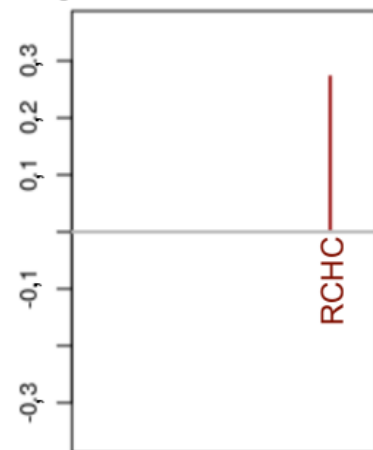


Figure 28. États des séries chronologiques des tendances de la biomasse commerciale dans la ZPH 34 estimées à partir de l'analyse factorielle dynamique (AFD).

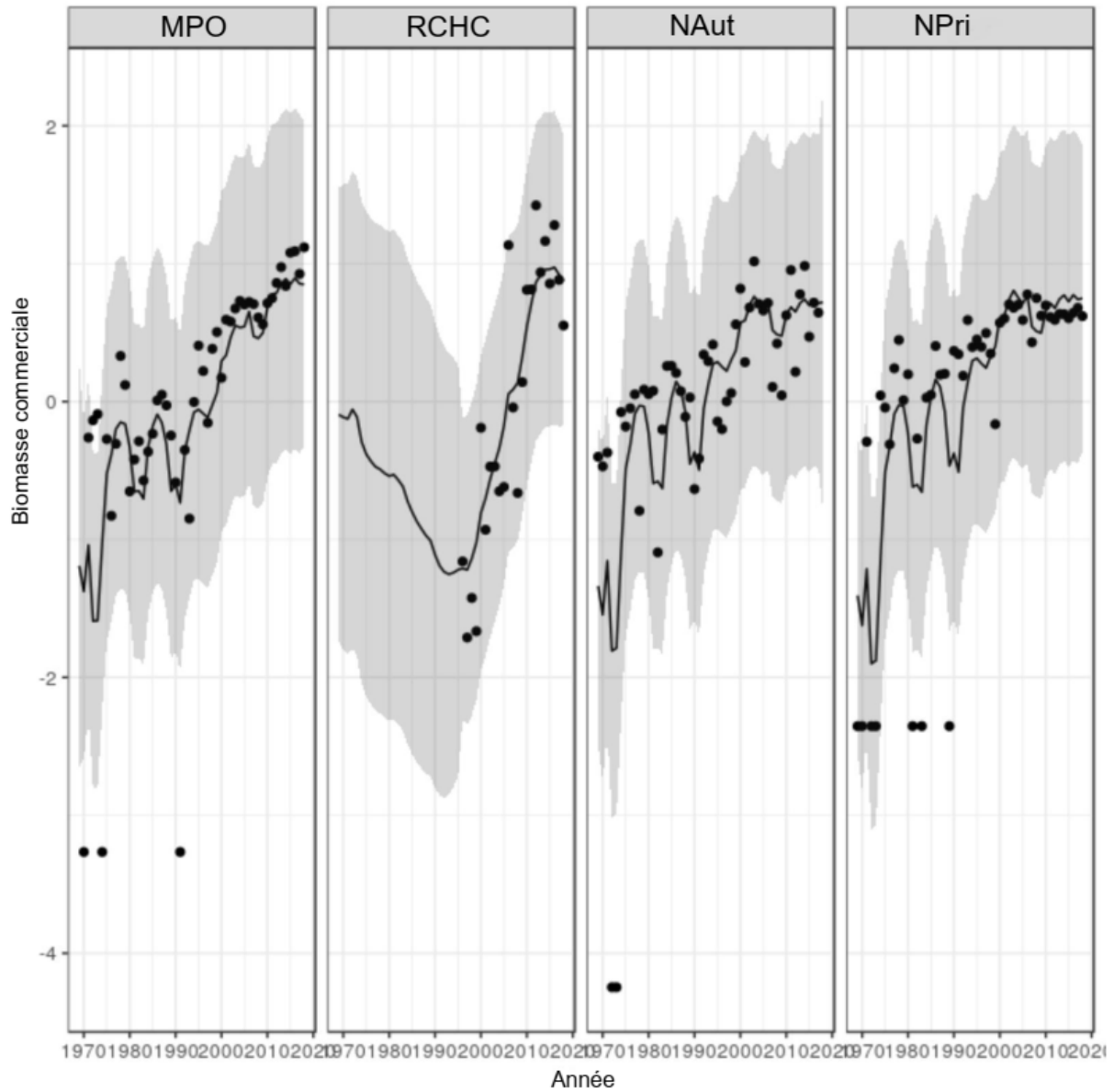


Figure 29. Ajustements des tendances des séries chronologiques avec les intervalles de confiance provenant de l'analyse factorielle dynamique des tendances de la biomasse commerciale.

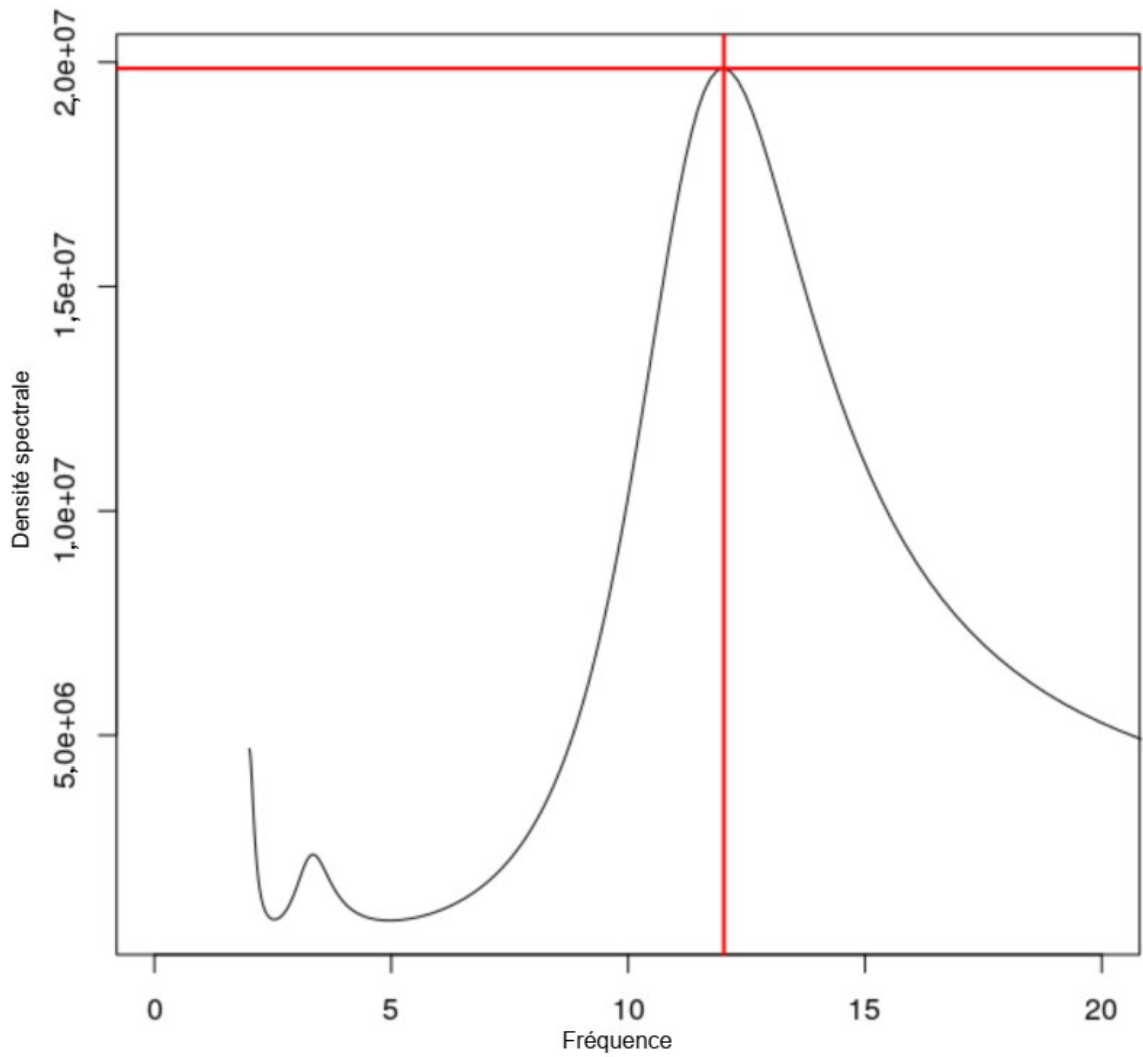


Figure 30. Densité spectrale des données sur les débarquements dans la ZPH 34 où les tendances ont été éliminées pour déterminer la fréquence du profil cyclique observé dans les données.

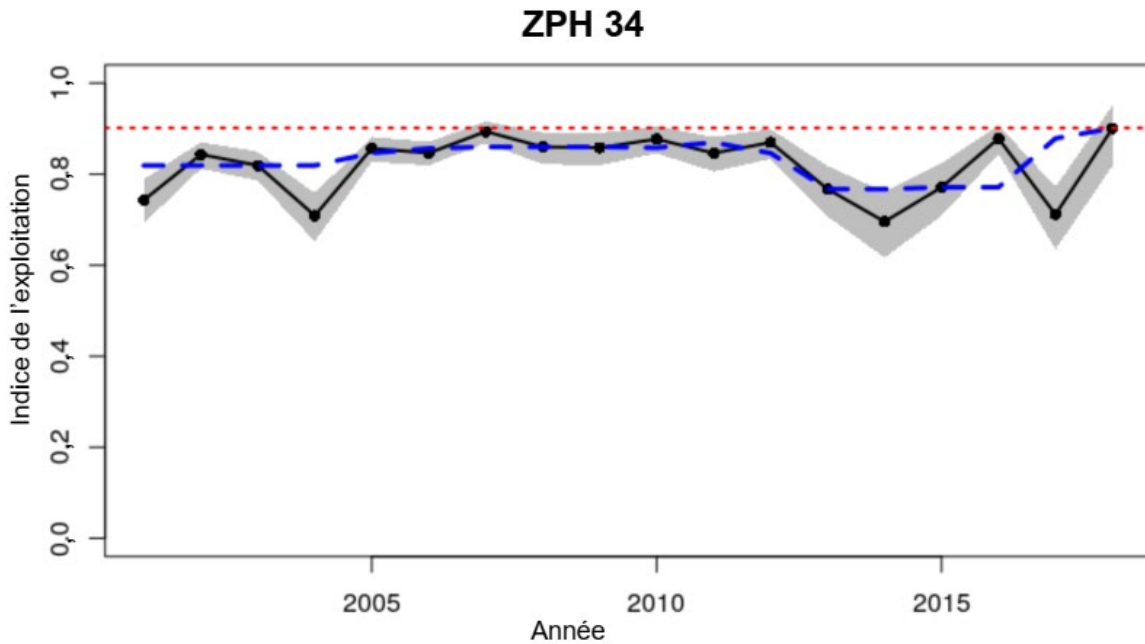


Figure 31. Indice d'exploitation pour la ZPH 34 dérivé à l'aide de la méthode du changement de proportions en continu sur les données des casiers de recrutement de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS).

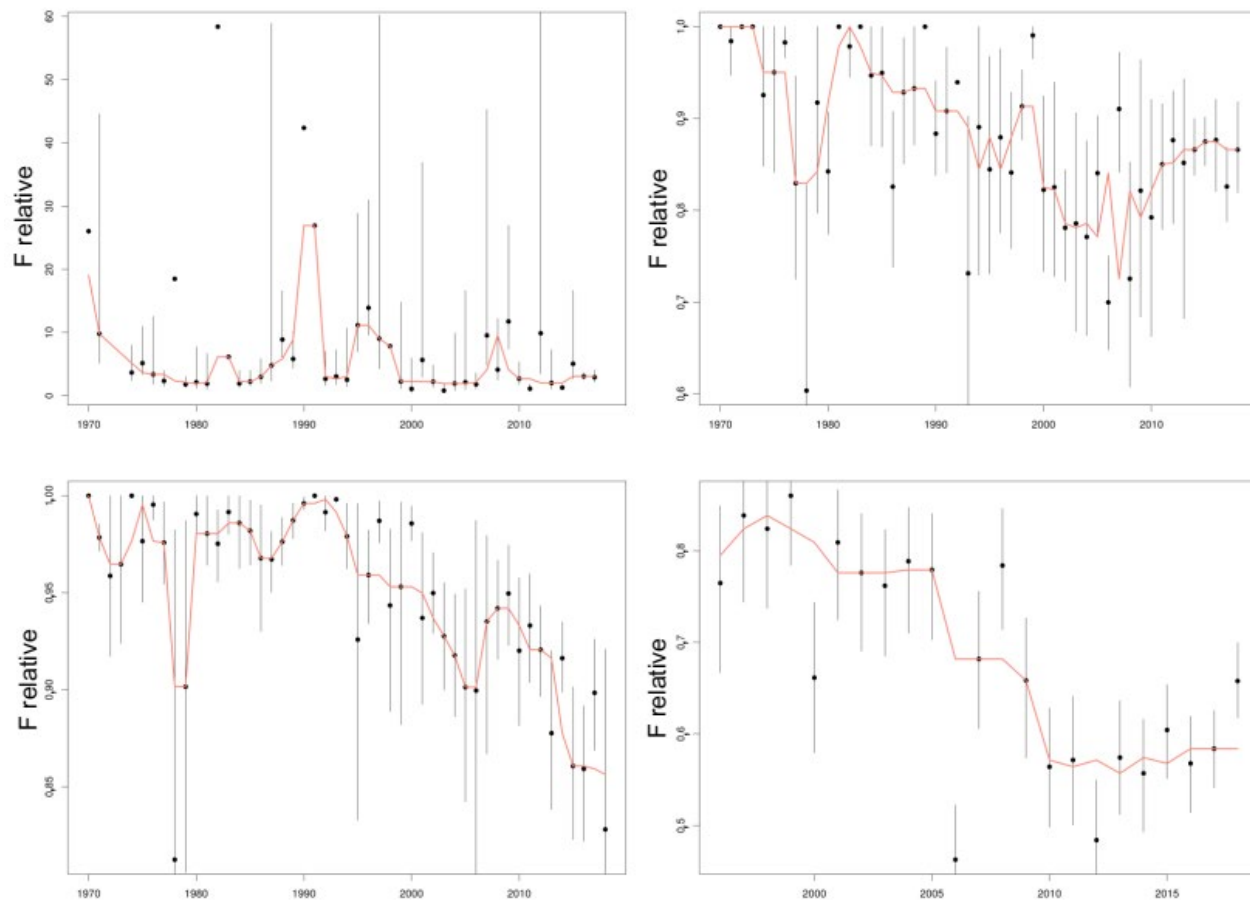


Figure 32. Tendances des séries chronologiques de la mortalité relative par pêche (relF) calculées à l'aide des débarquements observés et de la biomasse commerciale estimée par les relevés du homard dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin, RCHC et MPO. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans.

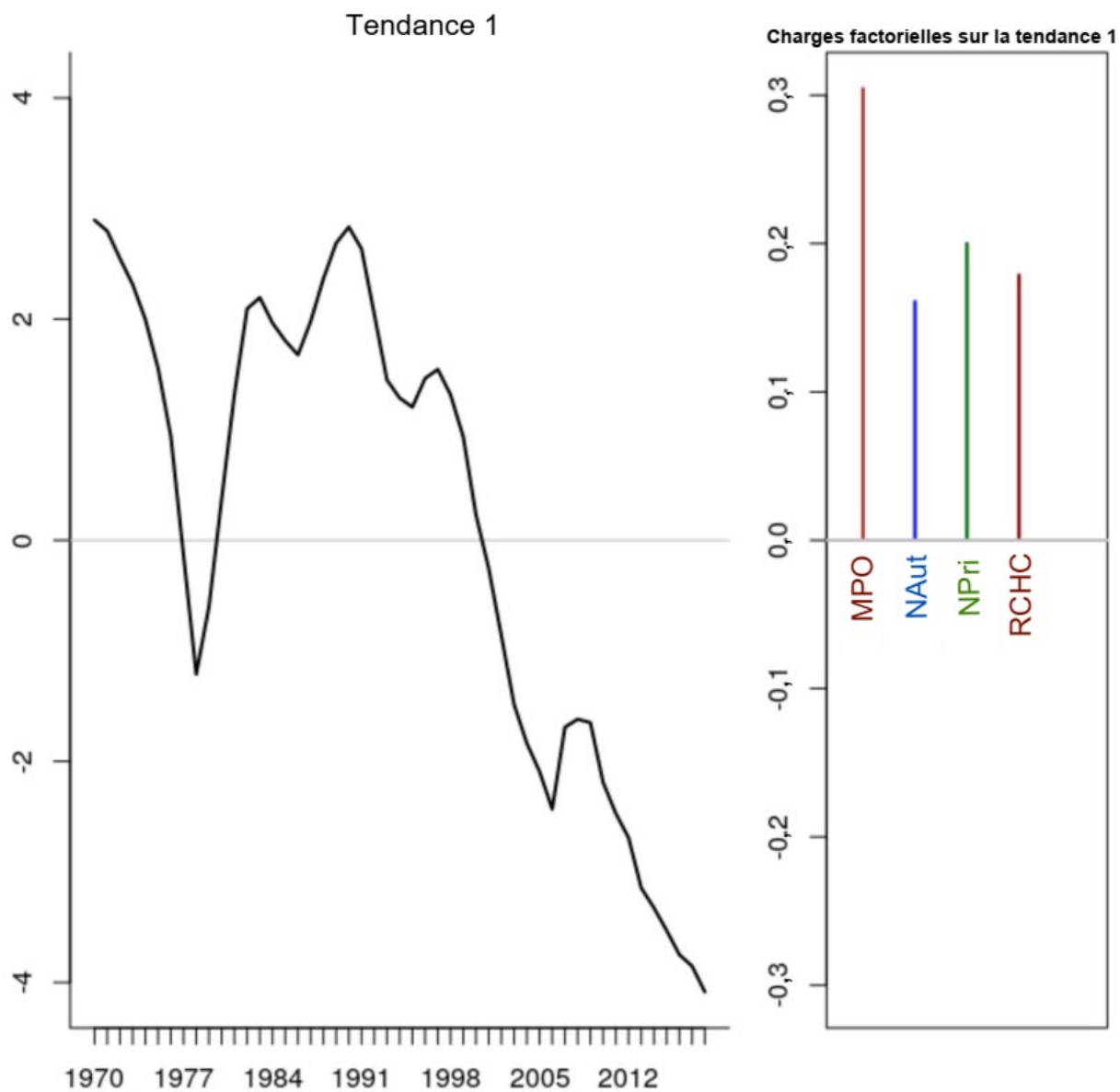


Figure 33. États des séries chronologiques de la mortalité relative par pêche (relF) dans la ZPH 34 et exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu à partir de l'analyse factorielle dynamique (AFD).

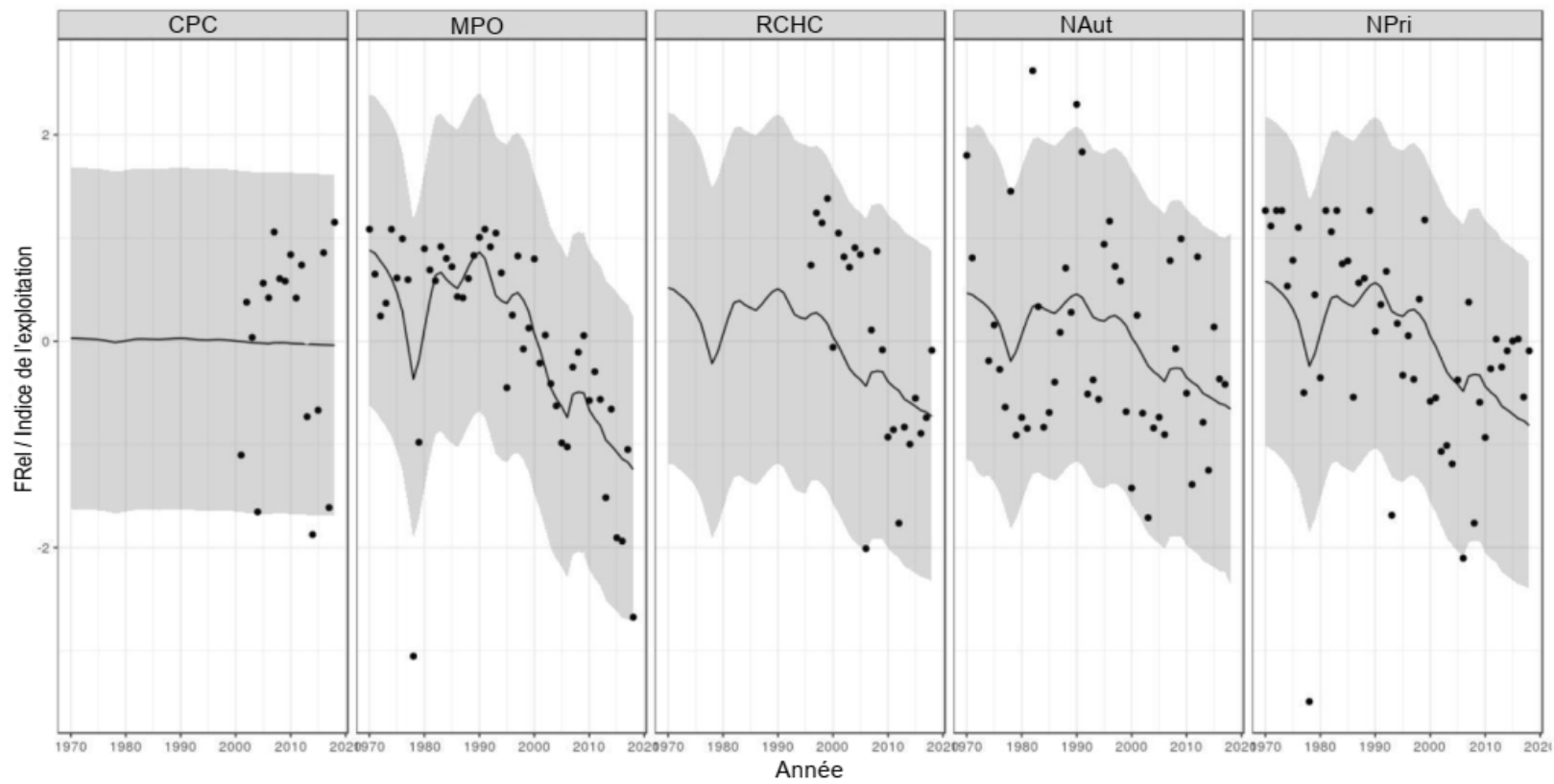


Figure 34. Ajustements des tendances des séries chronologiques avec les intervalles de confiance provenant de l'analyse factorielle dynamique de la mortalité relative par pêche (relF) et des indices de l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu dans la ZPH 34.

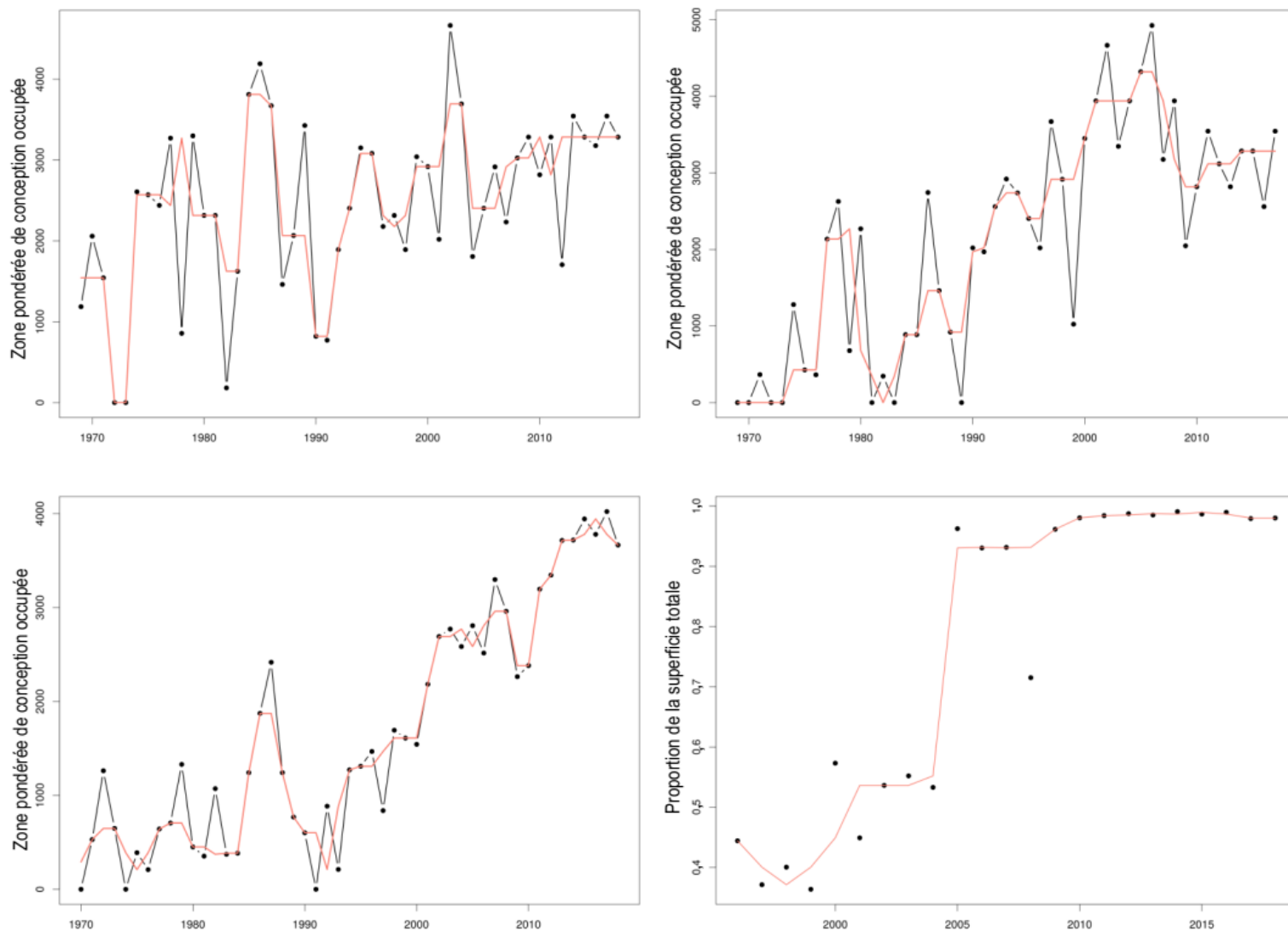


Figure 35. Graphique de la zone occupée par les homards capturée lors des relevés dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin, RCHC et MPO. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans. Les indices étaient la zone d'occupation pondérée par l'échantillonnage (ZOPE) pour les relevés aléatoires stratifiés et pour la proportion de la surface totale du RCHC ayant plus de 5 recrues par km².

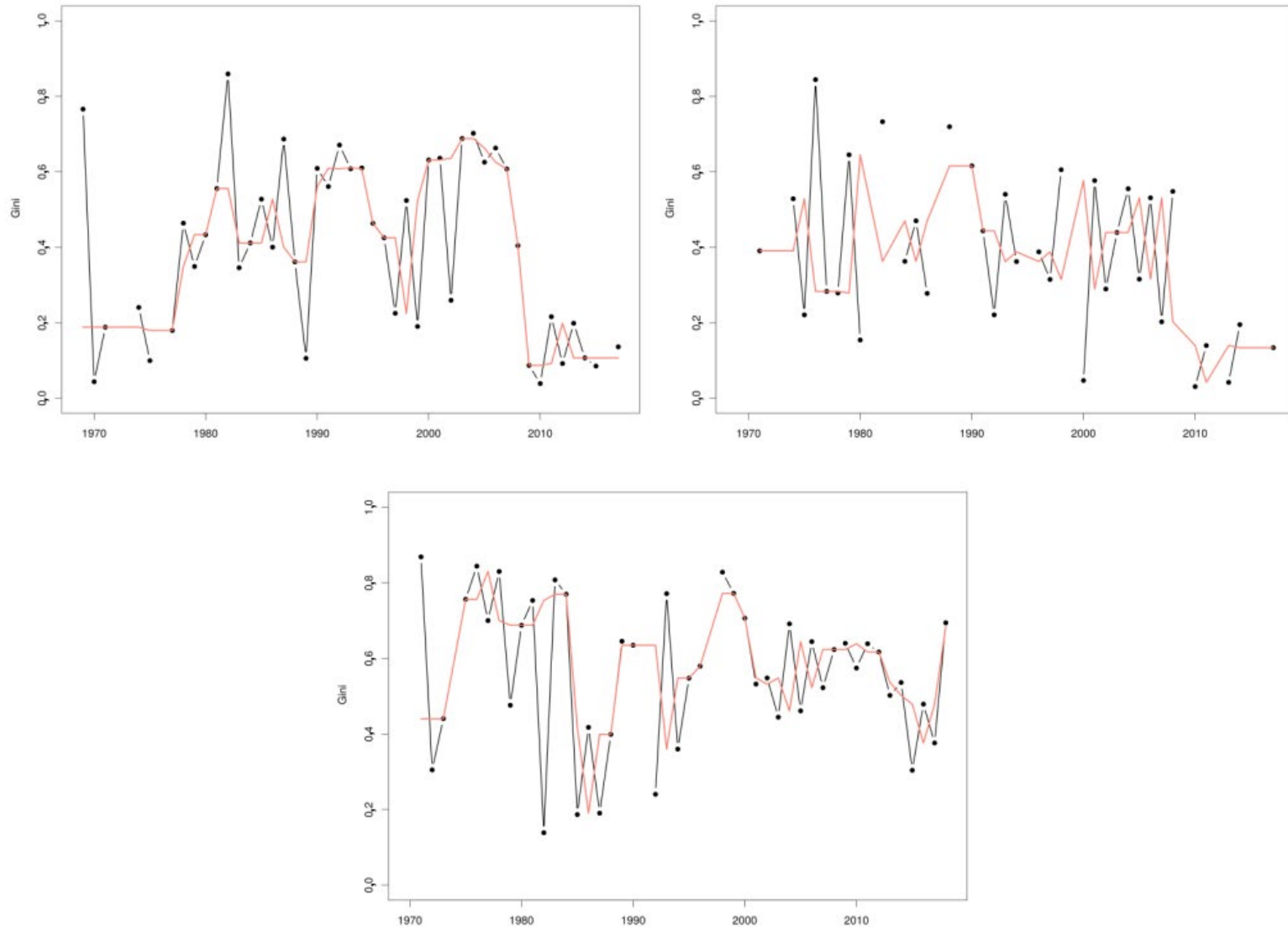


Figure 36. Graphique du niveau d'inégalité de la répartition des taux de capture du relevé pour le homard dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin et MPO. Les lignes orange représentent les médianes mobiles sur trois ans. Les indices ont été générés au moyen du coefficient de Gini, où des nombres faibles représentent une répartition égale et des nombres élevés une répartition inégale.

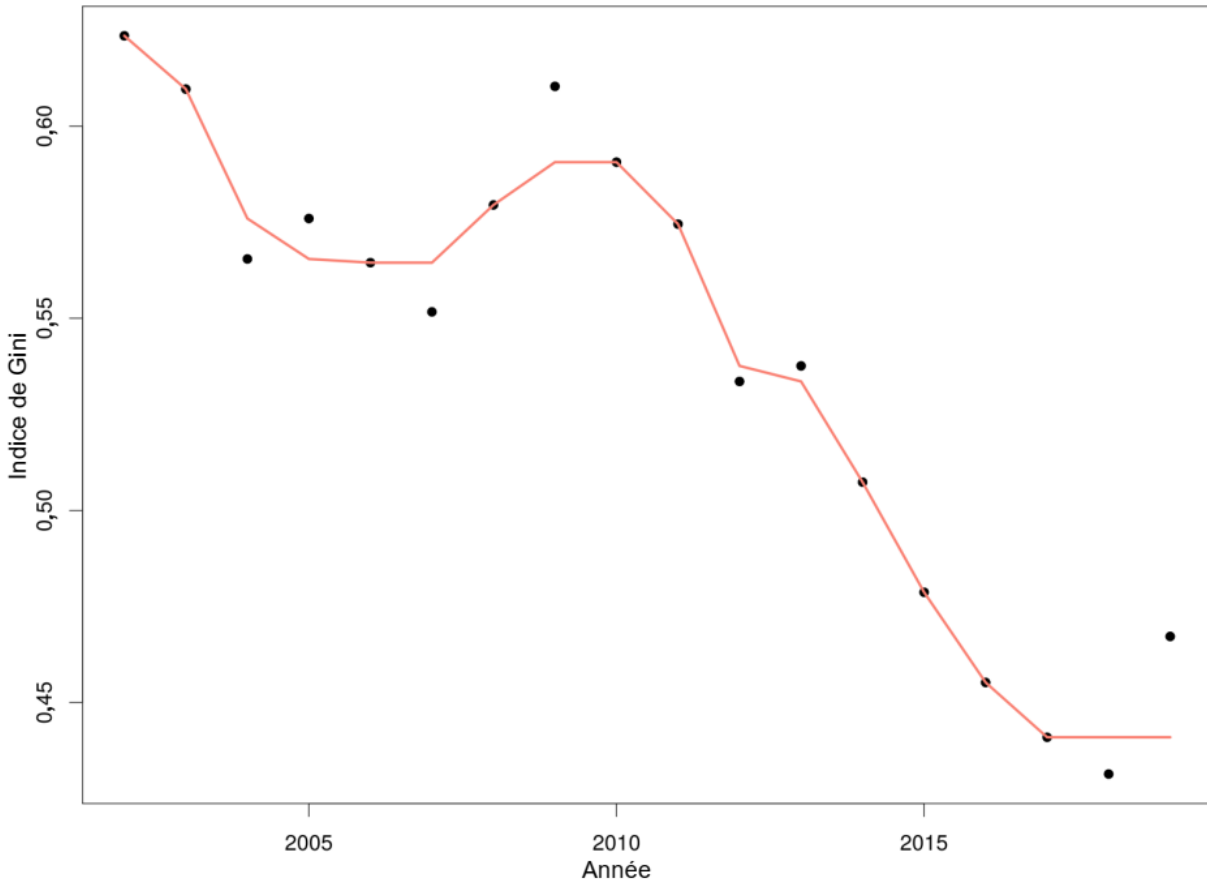


Figure 37. Graphique du niveau d'inégalité de la répartition des débarquements de homards dans la ZPH 34. L'inégalité de la répartition a été estimée au moyen du coefficient de Gini.

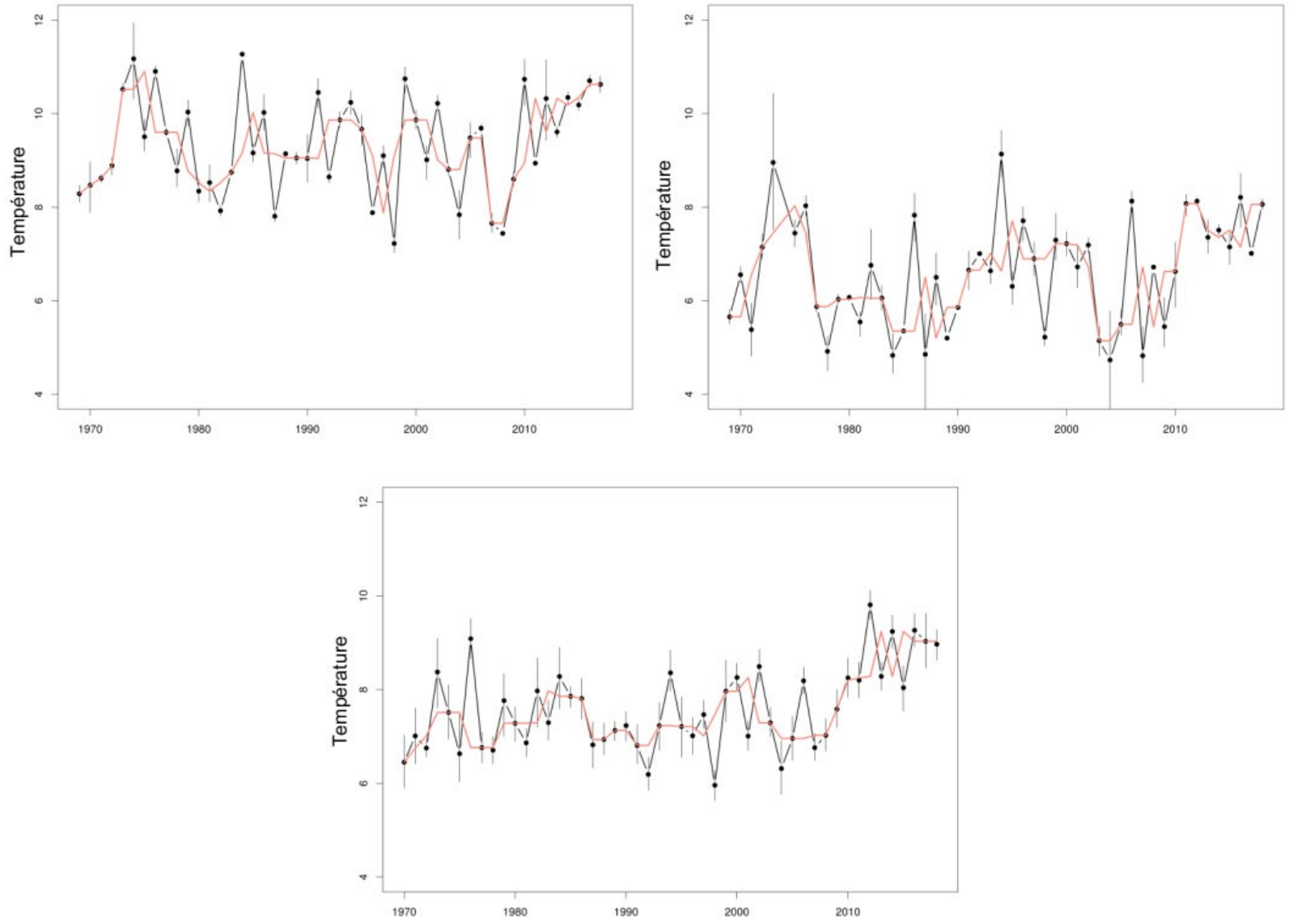


Figure 38. Graphique des températures moyennes au fond des relevés à long terme dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin et MPO. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans.

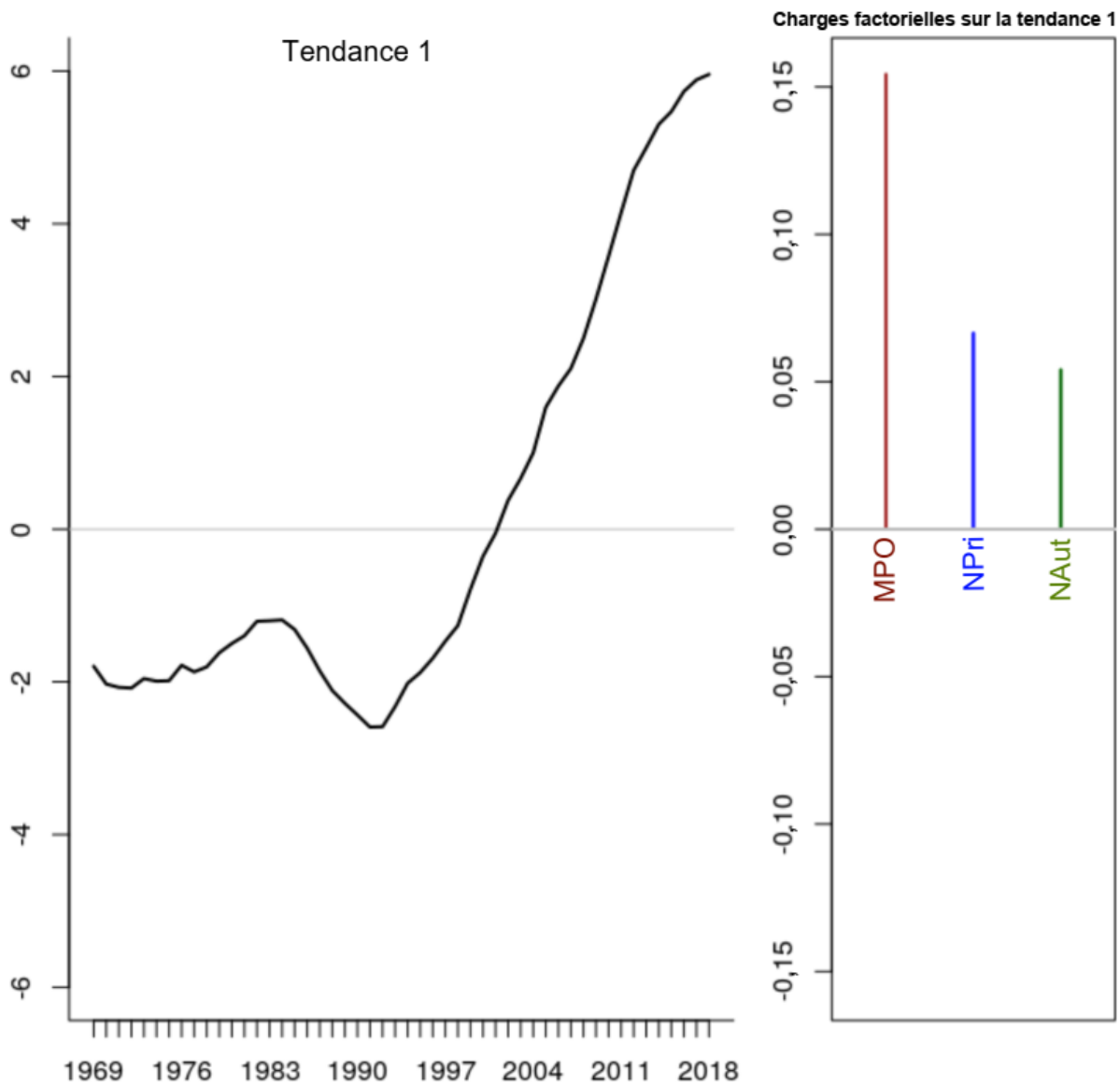


Figure 39. États des séries chronologiques des températures au fond dans la ZPH 34 estimés à partir de l'analyse factorielle dynamique (AFD) des trois tendances de relevés.

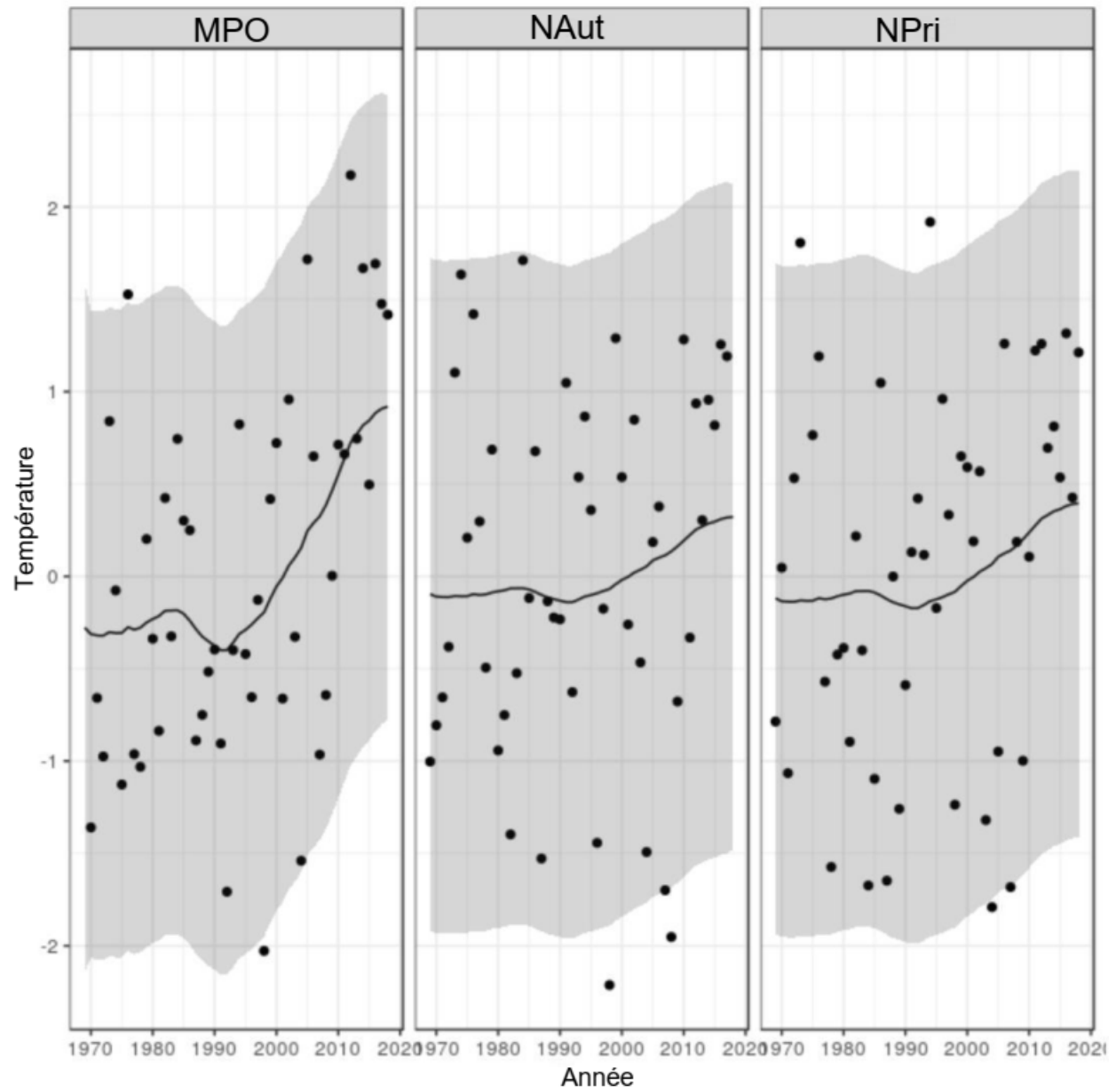


Figure 40. Ajustements des tendances des séries chronologiques avec les intervalles de confiance provenant de l'analyse factorielle dynamique (AFD) des séries chronologiques des températures au fond.

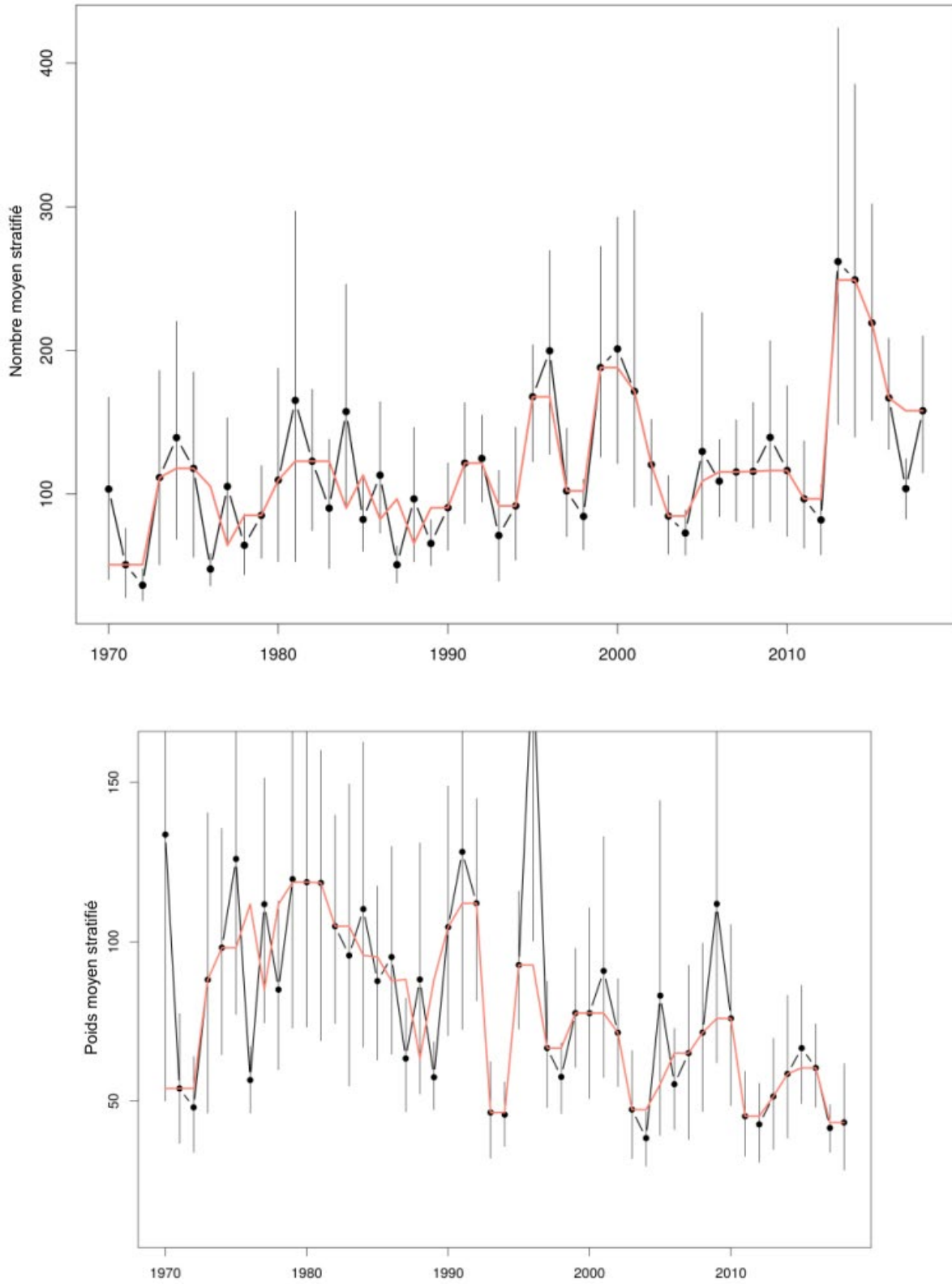


Figure 41. Graphique de l'abondance stratifiée et des estimations de la biomasse des prédateurs du homard provenant du relevé au chalut de fond du MPO. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

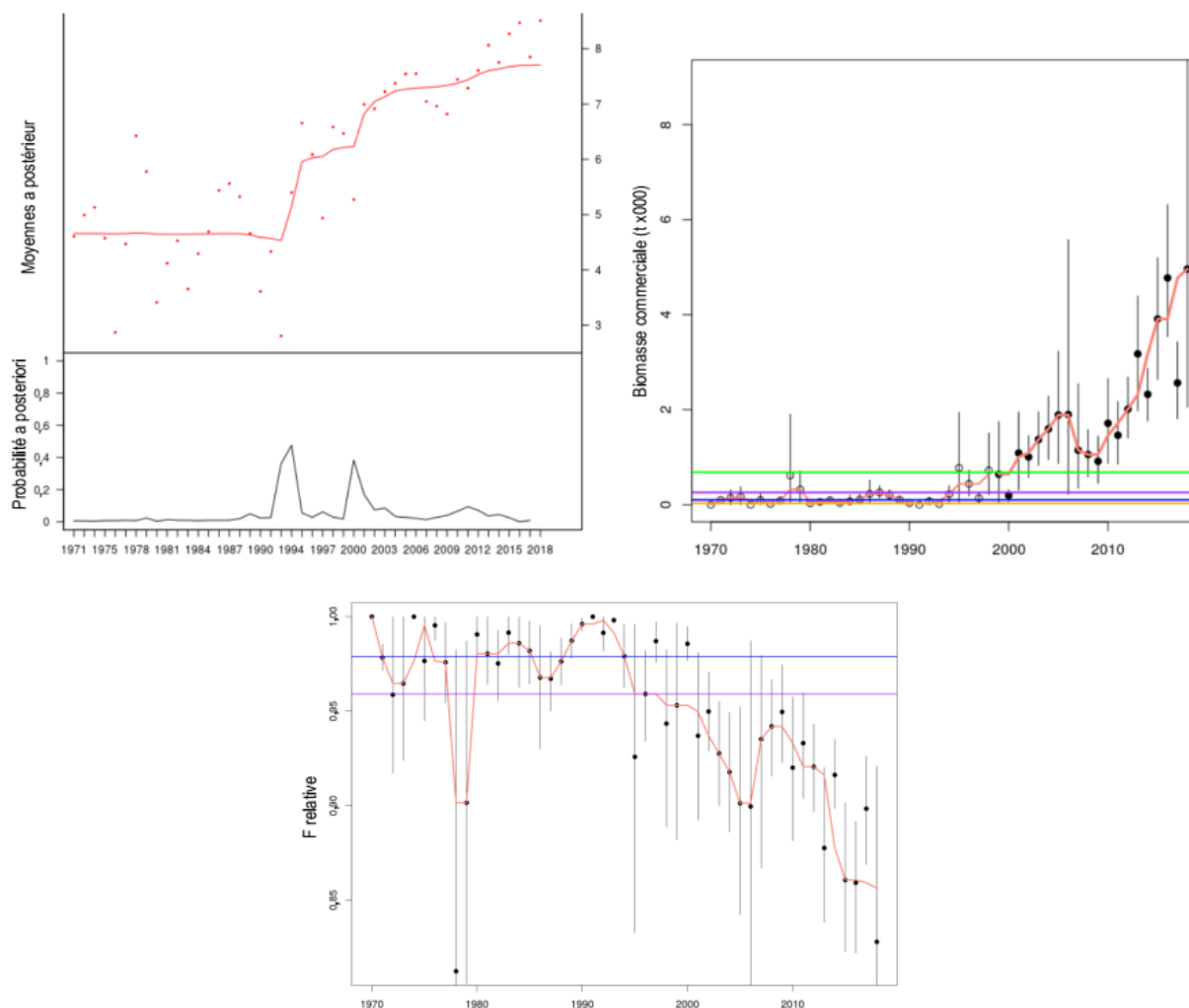


Figure 42. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur l'indice du relevé de la biomasse commerciale du MPO (en haut à gauche). Graphique de l'indice de la biomasse commerciale en milliers de tonnes avec points de référence du relevé du MPO (en haut à droite) : la ligne verte représente l'IRSh, la ligne violette représente l'IRSf, la ligne bleue représente l'IRL_i et la ligne orange représente l'IRL_{rétablissement}. Série chronologique de la mortalité relative par pêche (relF) avec la mortalité relative par pêche médiane à long terme (violet) et la médiane de la mortalité relative par pêche à faible productivité (bleu) (en bas). Dans chaque graphique, la ligne rouge représente une médiane mobile sur trois ans.

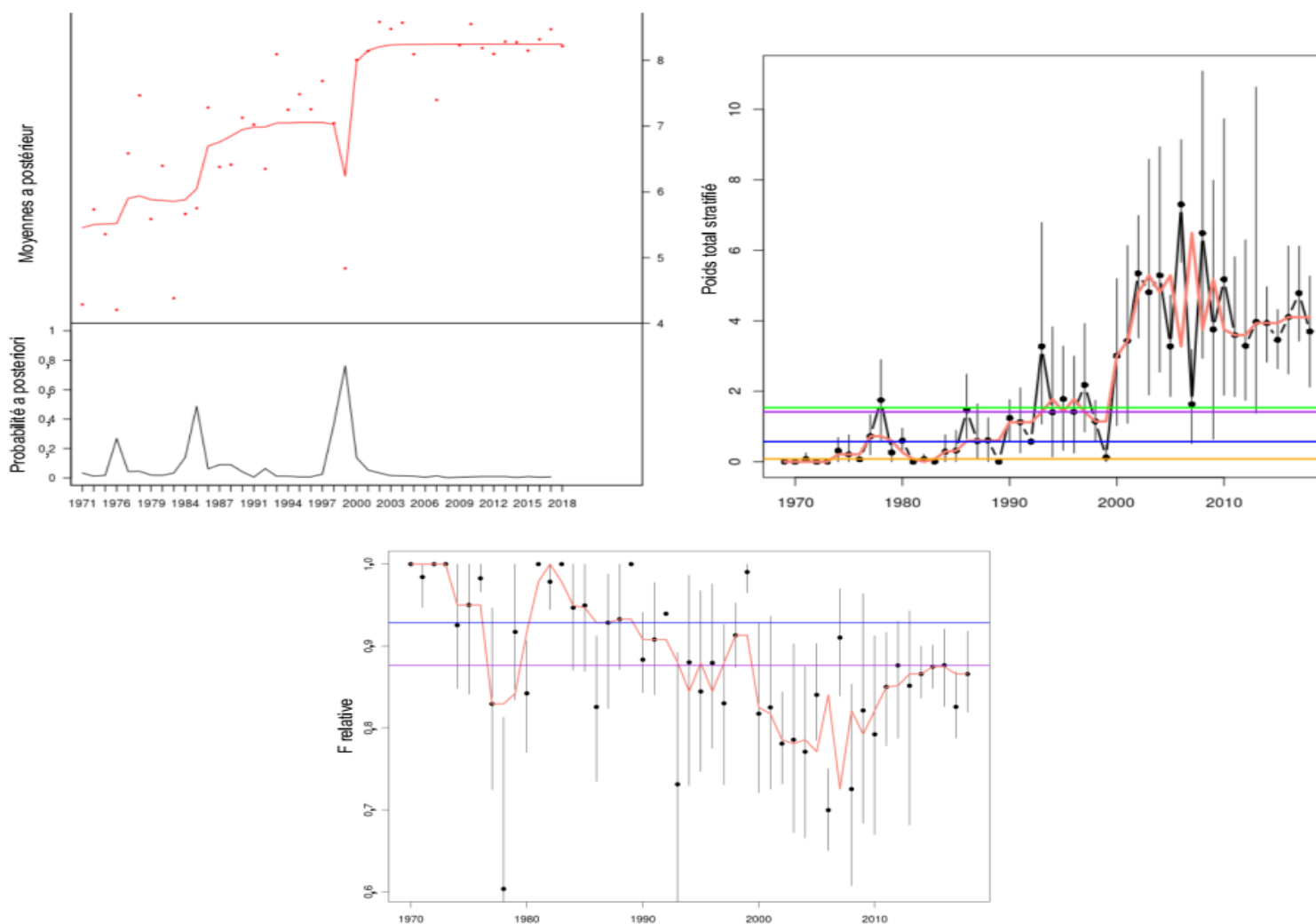


Figure 43. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur l'indice du relevé de printemps de la biomasse commerciale du NEFSC (en haut à gauche). Graphique de l'indice de la biomasse commerciale en milliers de tonnes avec points de référence du relevé de printemps du NEFSC (en haut à droite) : la ligne verte représente l' IRS_h , la ligne violette représente l' IRS_f , la ligne bleue représente l' IRL_i et la ligne orange représente l' $IRL_{rétablissement}$. Série chronologique de la mortalité relative par pêche ($relF$) avec la mortalité relative par pêche médiane à long terme (violet) et la médiane de la mortalité relative par pêche à faible productivité (bleu) (en bas). Dans chaque graphique, la ligne rouge représente une médiane mobile sur trois ans.

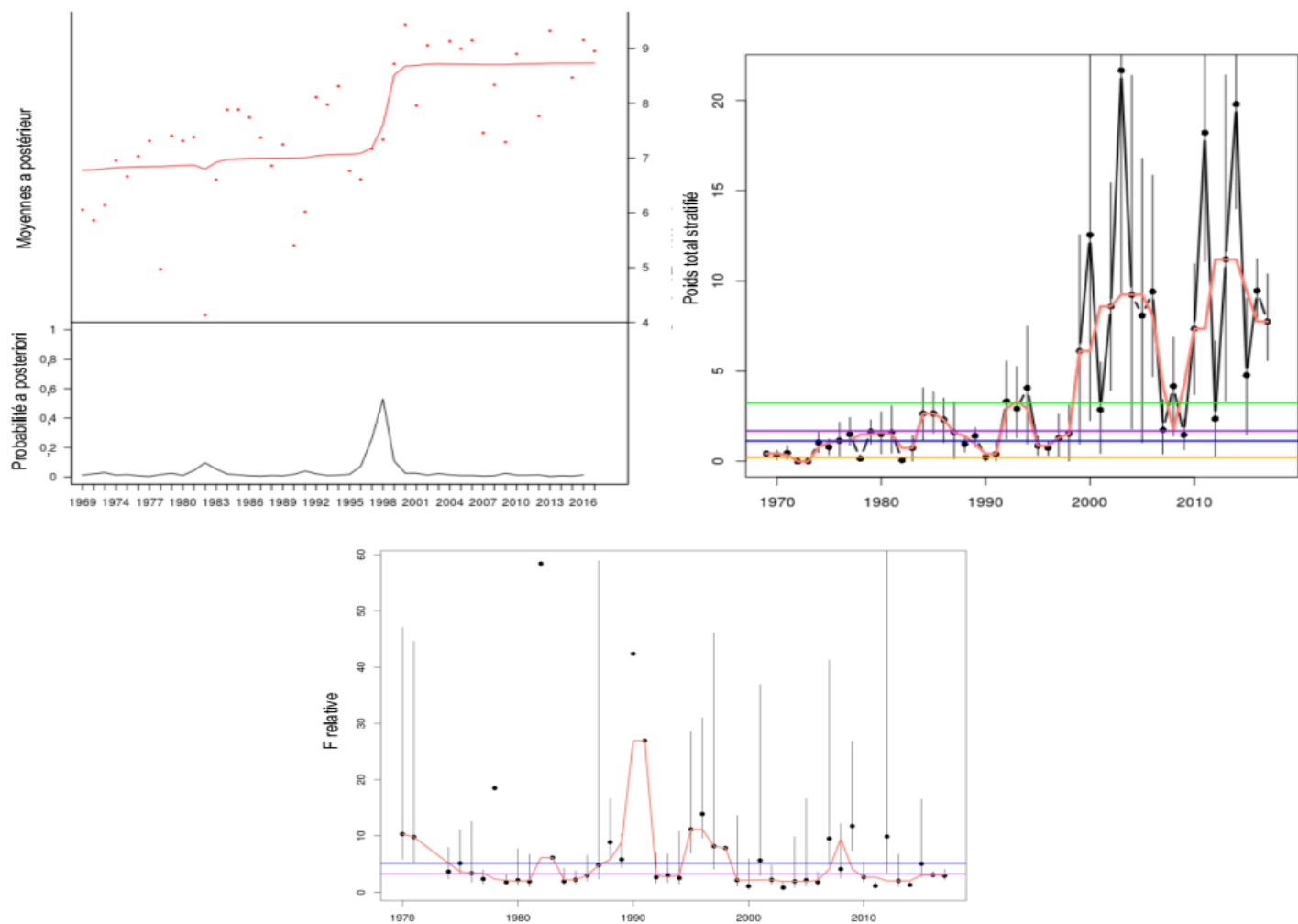


Figure 44. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur l'indice du relevé d'automne de la biomasse commerciale du NEFSC (en haut à gauche). Graphique de l'indice de la biomasse commerciale en milliers de tonnes avec points de référence du relevé d'automne du NEFSC (en haut à droite) : la ligne verte représente l' $IRSh$, la ligne violette représente l' $IRSr$, la ligne bleue représente l' $IRLl$ et la ligne orange représente l' $IRL_{rétablissement}$. Série chronologique de la mortalité relative par pêche (relF) avec la mortalité relative par pêche médiane à long terme (violet) et la médiane de la mortalité relative par pêche à faible productivité (bleu) (en bas). Dans chaque graphique, la ligne rouge représente une médiane mobile sur trois ans.

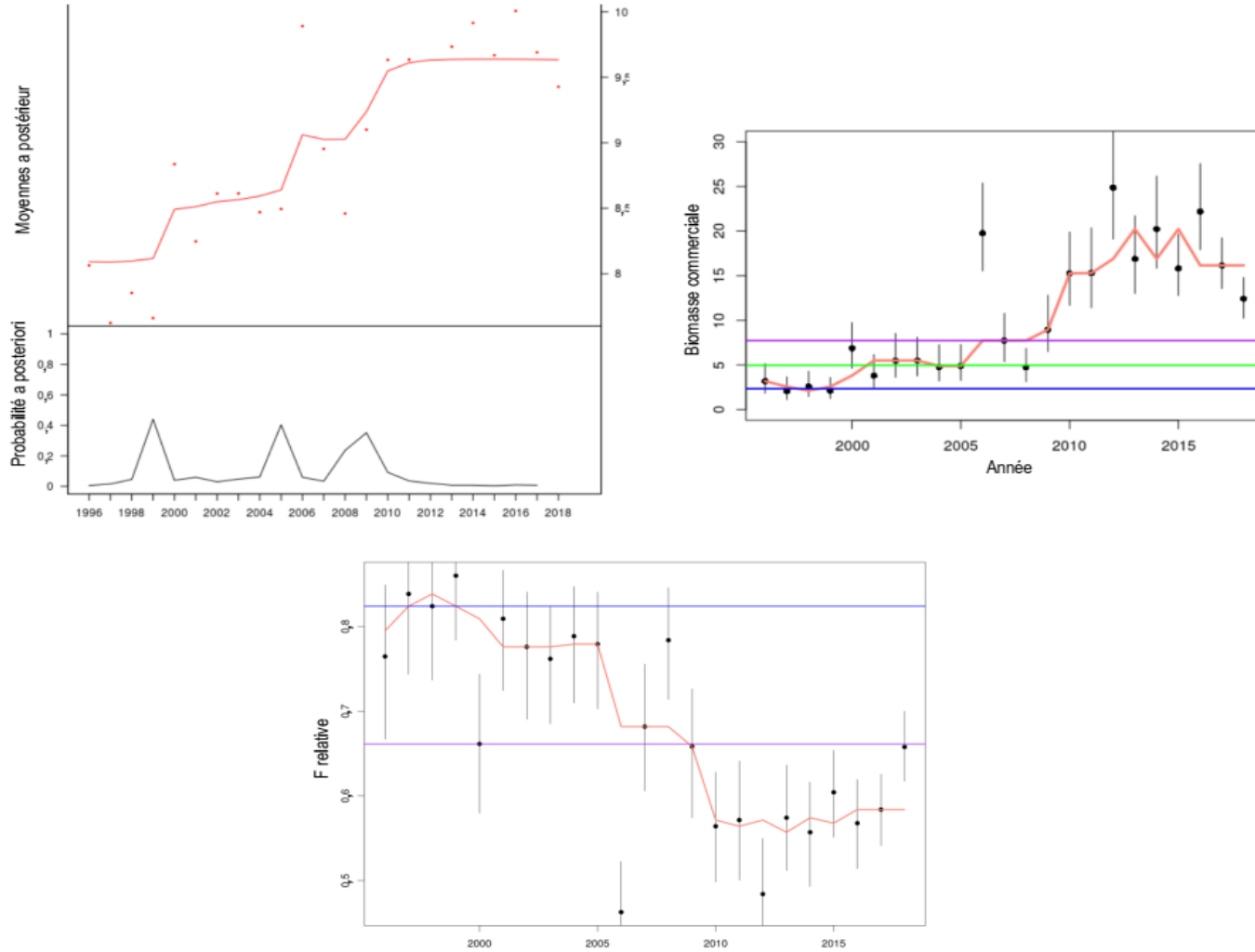


Figure 45. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur l'indice du relevé de la biomasse commerciale du RCHC (en haut à gauche). Graphique de l'indice de la biomasse commerciale en milliers de tonnes avec points de référence du RCHC (en haut à droite) : la ligne verte représente l'IRS_h, la ligne violette représente l'IRS_f, la ligne bleue représente l'IRL et la ligne orange représente l'IRL_{rétablissement}. Il y avait un chevauchement complet entre l'IRL et l'IRL_{rétablissement}. Série chronologique de la mortalité relative par pêche (relF) [en bas] avec la mortalité relative par pêche médiane à long terme (violet) et la médiane de la mortalité relative par pêche à faible productivité (bleu). Dans chaque graphique, la ligne rouge représente une médiane mobile sur trois ans.

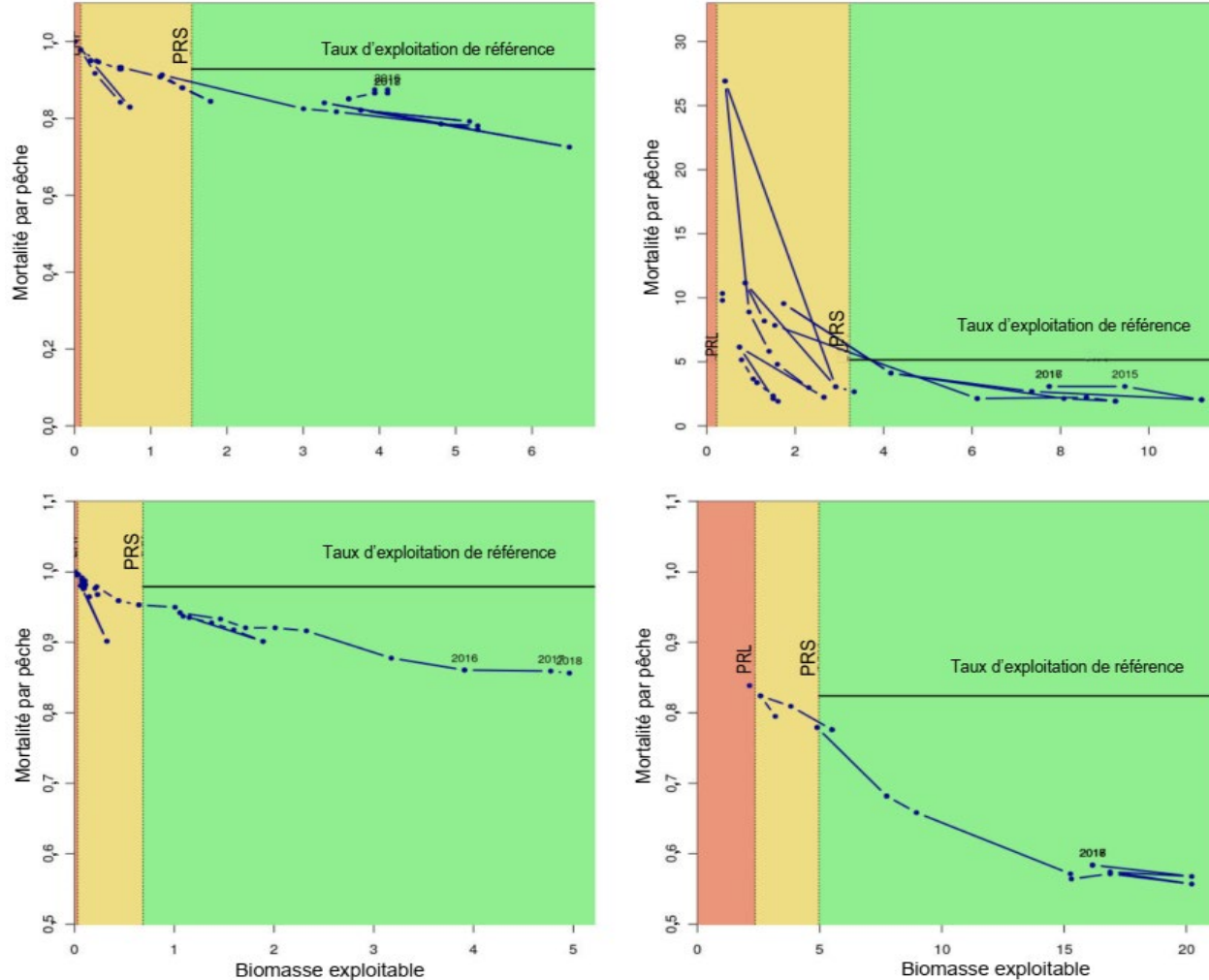


Figure 46. Diagrammes de phases des médianes mobiles de la biomasse commerciale et de la mortalité relative par pêche ($relF$) provenant de chacun des relevés (dans le sens horaire à partir du haut à gauche) de printemps du NEFSC, d'automne du NEFSC, RCHC et du MPO à l'aide des indicateurs de points de référence proposés ($IRSh$, IRL rétablissement). Les zones en vert représentent les zones d'état des stocks sains, tandis que les zones en jaune et en rouge représentent respectivement les zones de prudence et critiques. Les taux d'exploitation de référence (TER) ne sont indiqués que dans la zone de l'état sain du stock, mais elles s'appliqueraient dans les zones de prudence et critiques; toutefois, le taux de détérioration dans ces zones fera l'objet de discussions à de futures réunions de consultation.

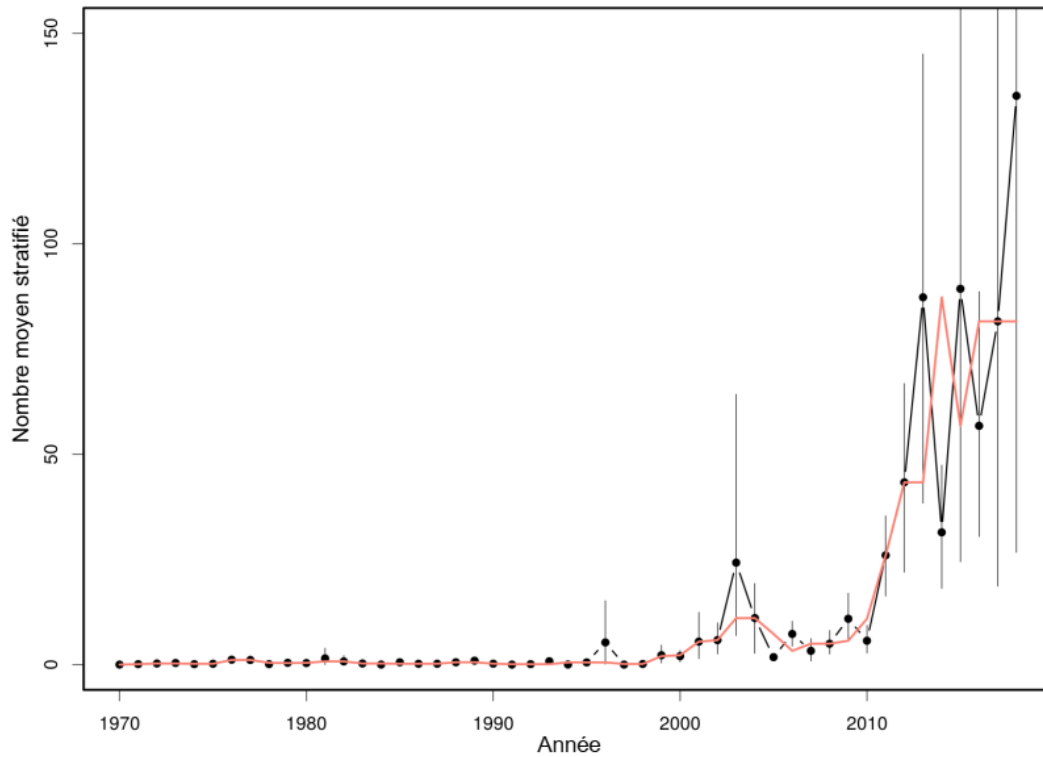


Figure 47. Série chronologique des tendances de l'abondance totale dans les ZPH 35 à 38 d'après les relevés du MPO.

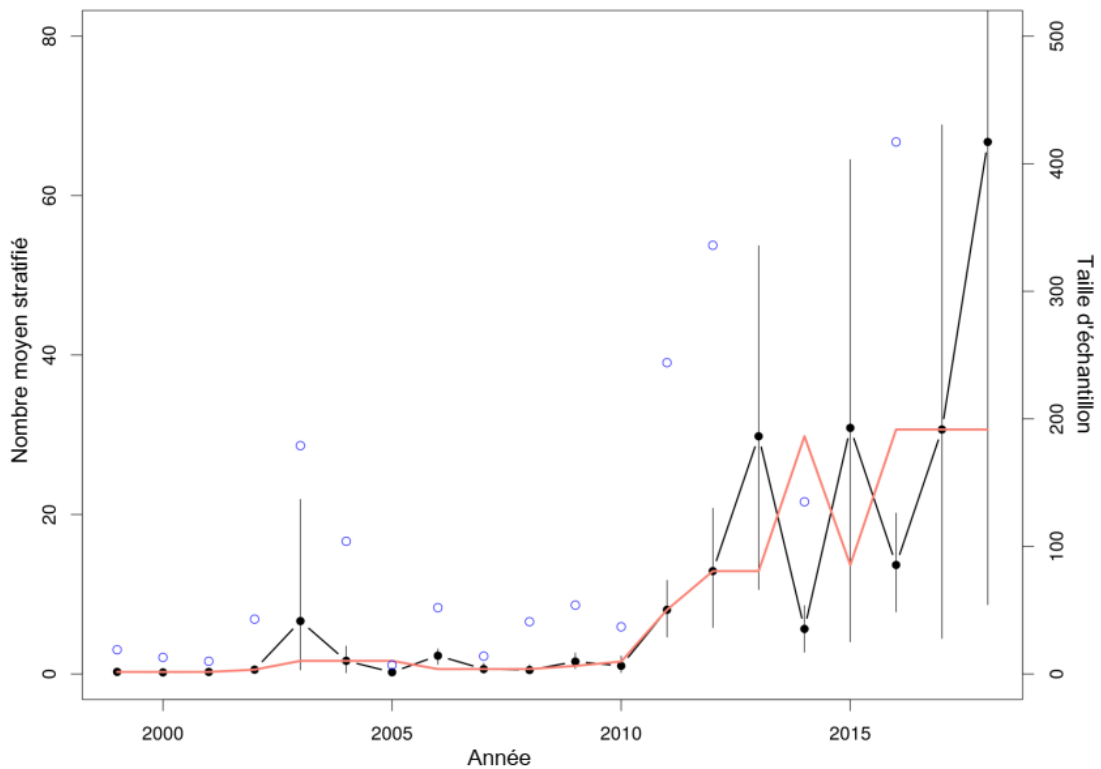


Figure 48. Série chronologique des tendances de l'abondance des recrues dans les ZPH 35 à 38 d'après les relevés du MPO.

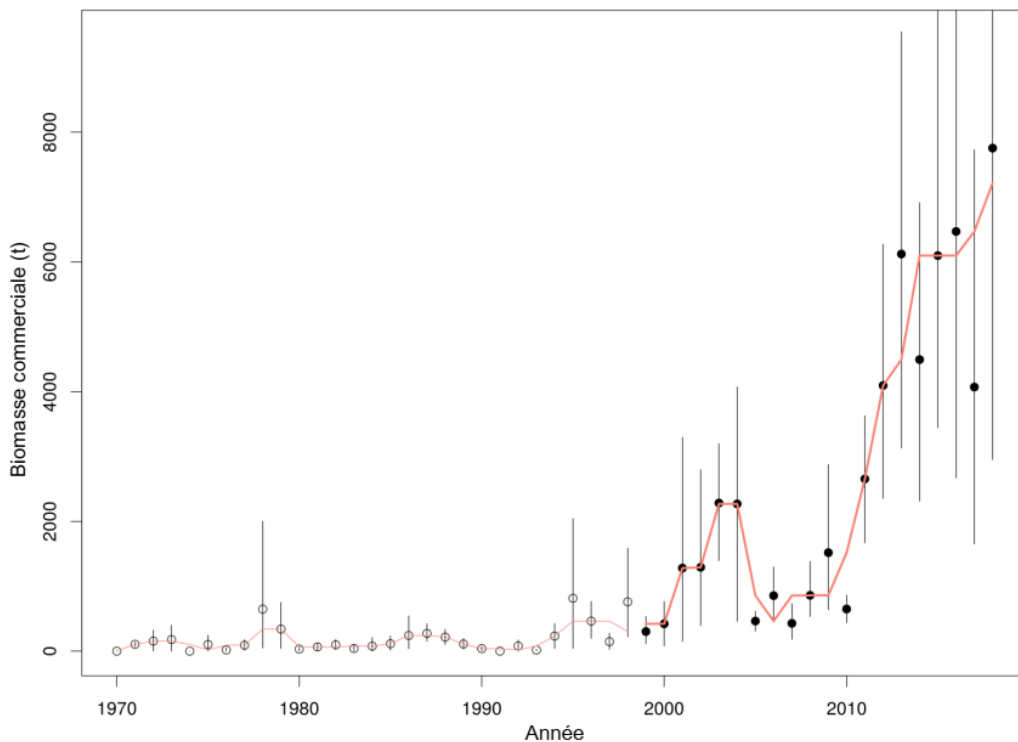


Figure 49. Série chronologique des tendances de la biomasse commerciale des ZPH 35 à 38 dans les relevés du MPO. Les valeurs antérieures à 1999 ont été calculées en utilisant la proportion moyenne de la biomasse commerciale par rapport à la biomasse totale entre 1999 et 2018 (0,746).

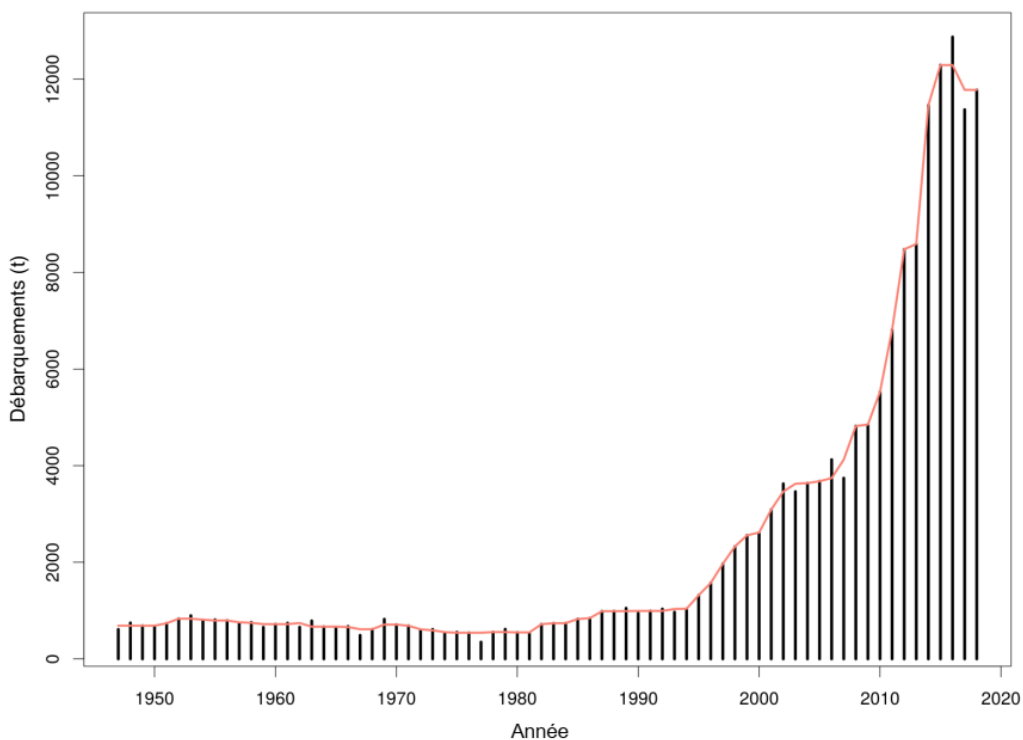


Figure 50. Débarquements de homard dans les ZPH 35 et 38 combinées. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

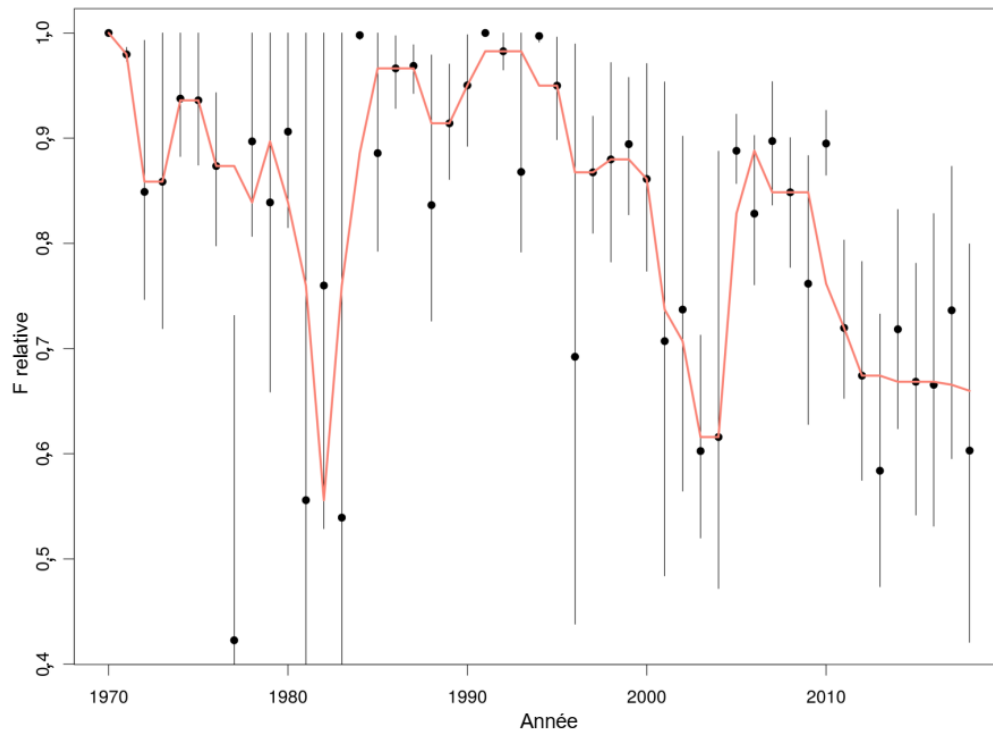


Figure 51. Série chronologique des tendances de la biomasse commerciale des ZPH 35 à 38 dans les relevés du MPO. Les valeurs antérieures à 1999 ont été calculées en utilisant la proportion moyenne de la biomasse commerciale par rapport à la biomasse totale entre 1999 et 2018 (0,746).

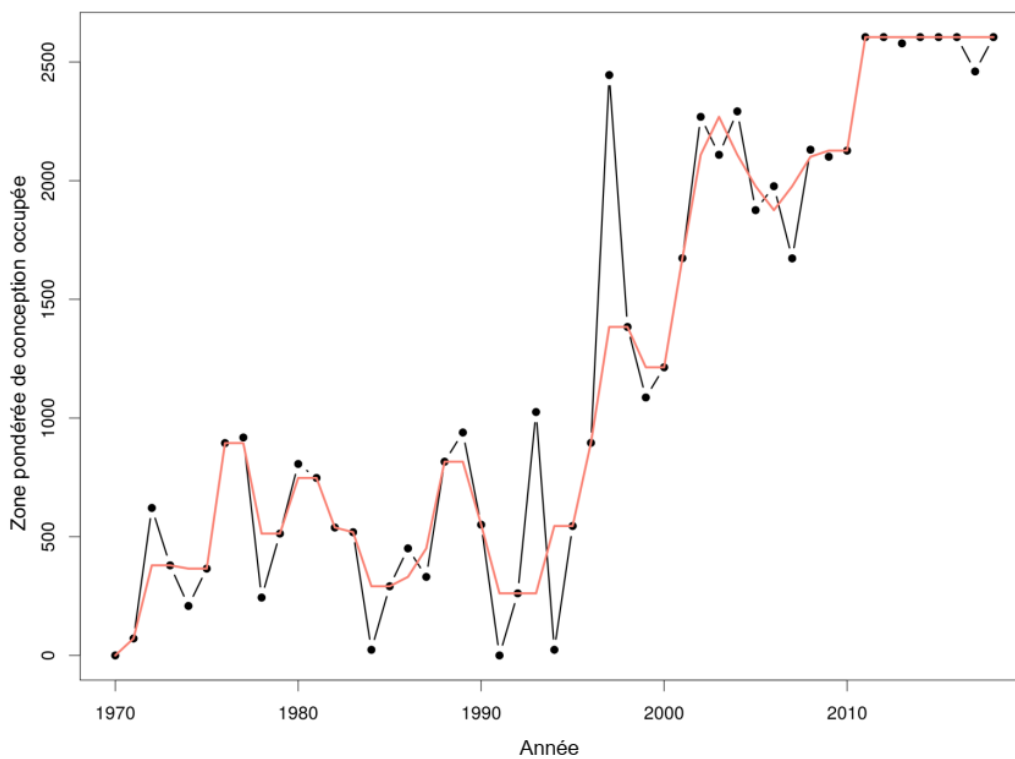


Figure 52. Série chronologique des tendances de la zone occupée dans les ZPH 35 à 38 dans les relevés du MPO.

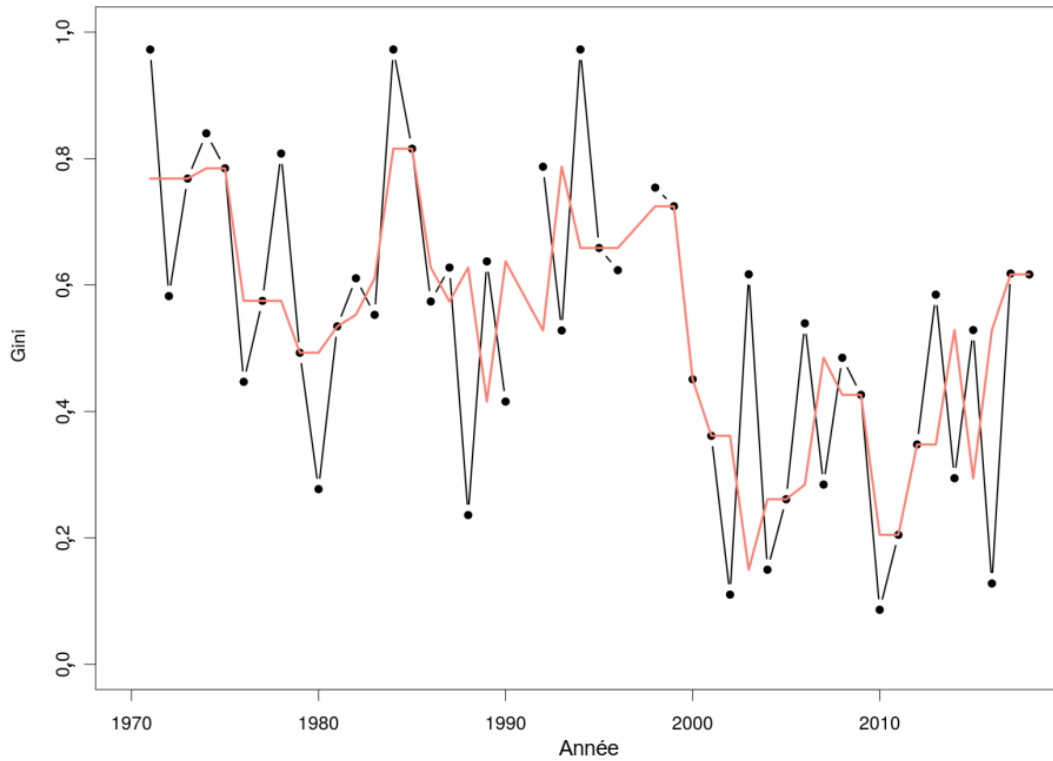


Figure 53. Série chronologique des tendances du coefficient de Gini des inégalités de la répartition dans les ZPH 35 à 38 dans les relevés du MPO.

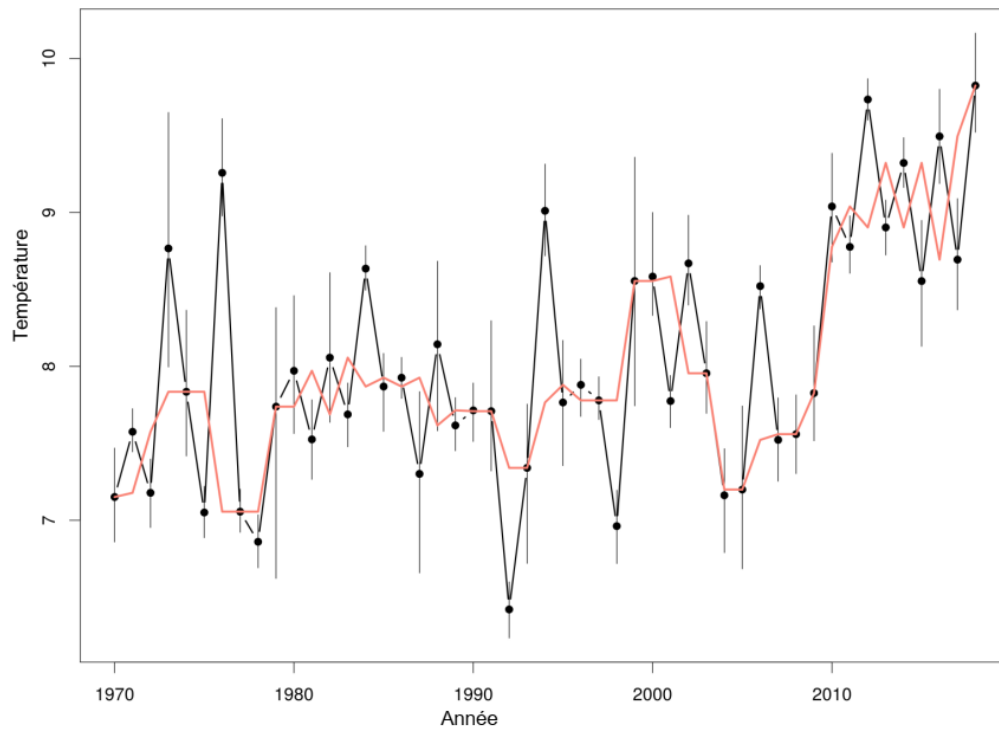


Figure 54. Série chronologique des tendances de la température au fond des relevés du MPO pour les ZPH 35 à 38.

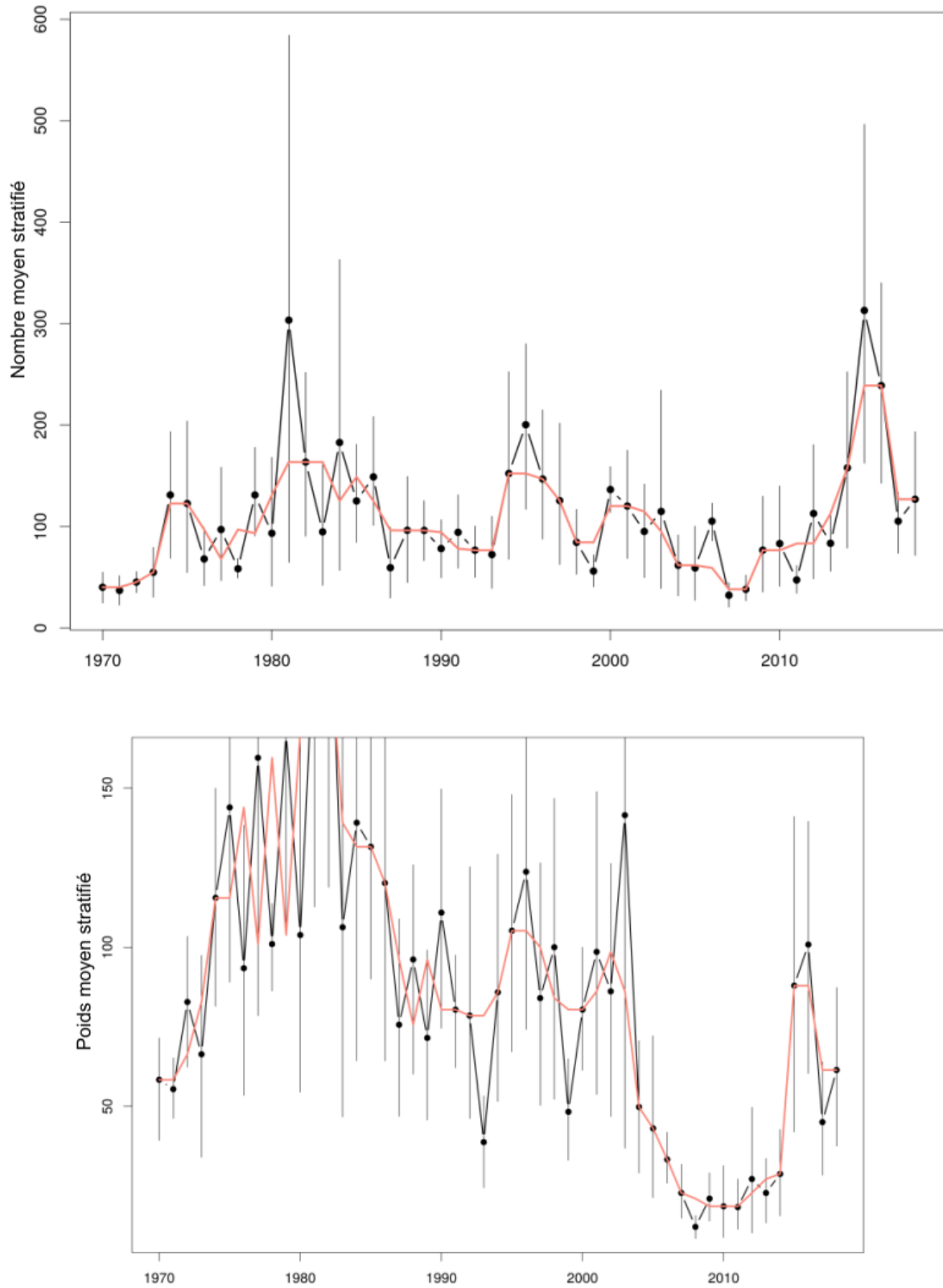


Figure 55. Graphique des estimations de l'abondance stratifiée et de la biomasse des prédateurs du homard d'après le relevé au chalut de fond du MPO dans les ZPH 35 à 38. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

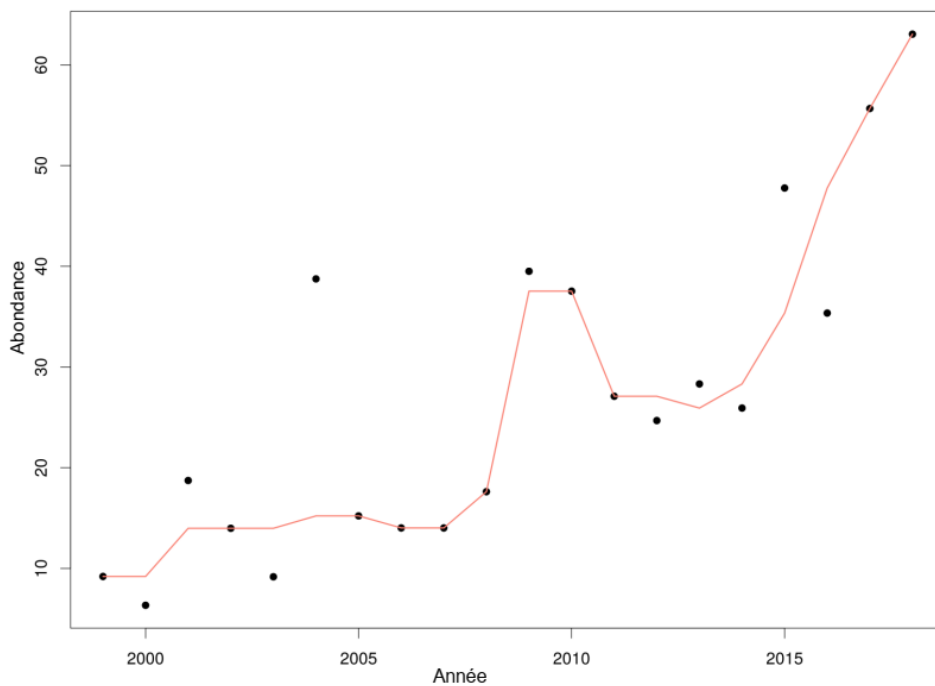


Figure 56. Série chronologique de l'abondance des recrues de homards d'après le relevé des pétoncles dans la ZPH 35. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

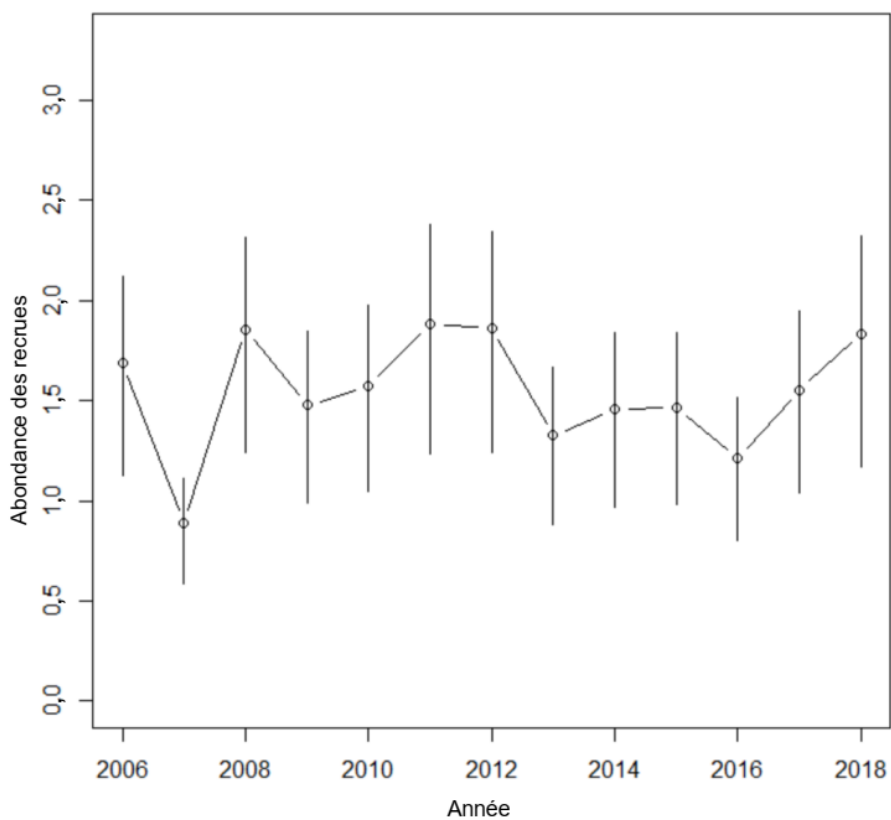


Figure 57. Série chronologique de l'abondance modélisée des recrues de homards provenant des casiers de recrutement de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS) dans la ZPH 35.

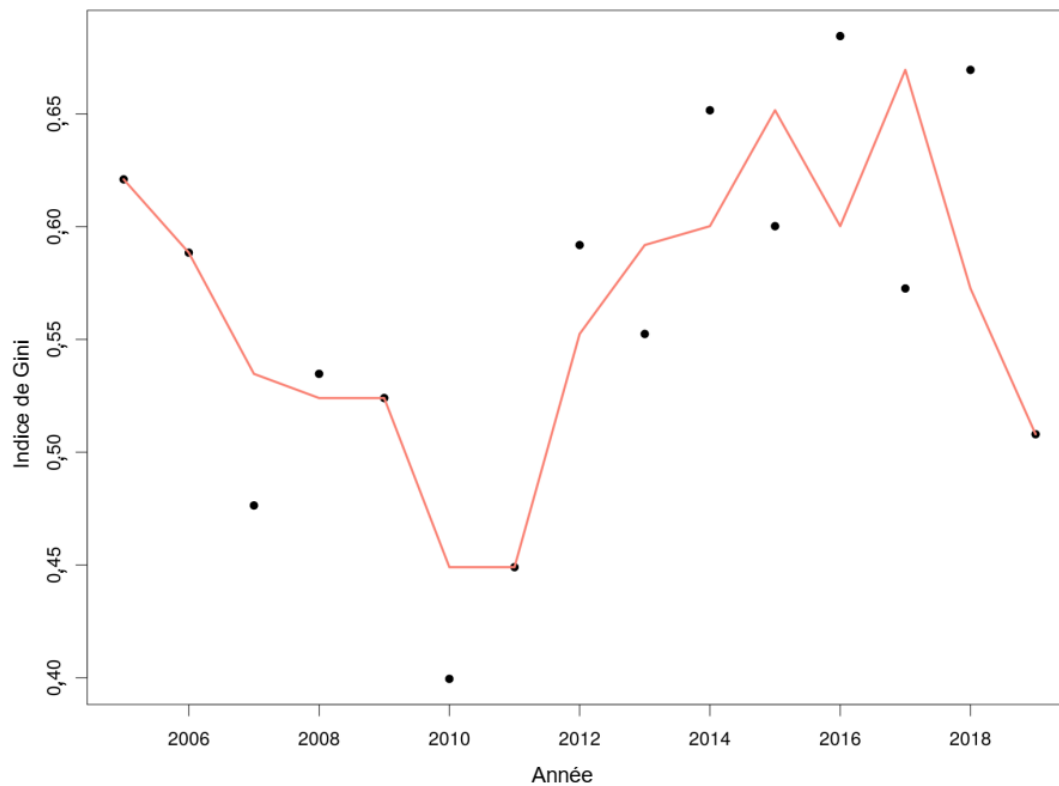


Figure 58. Graphique du niveau d'inégalité de la répartition des débarquements de homards dans la ZPH 35. L'inégalité de la répartition a été estimée au moyen du coefficient de Gini.

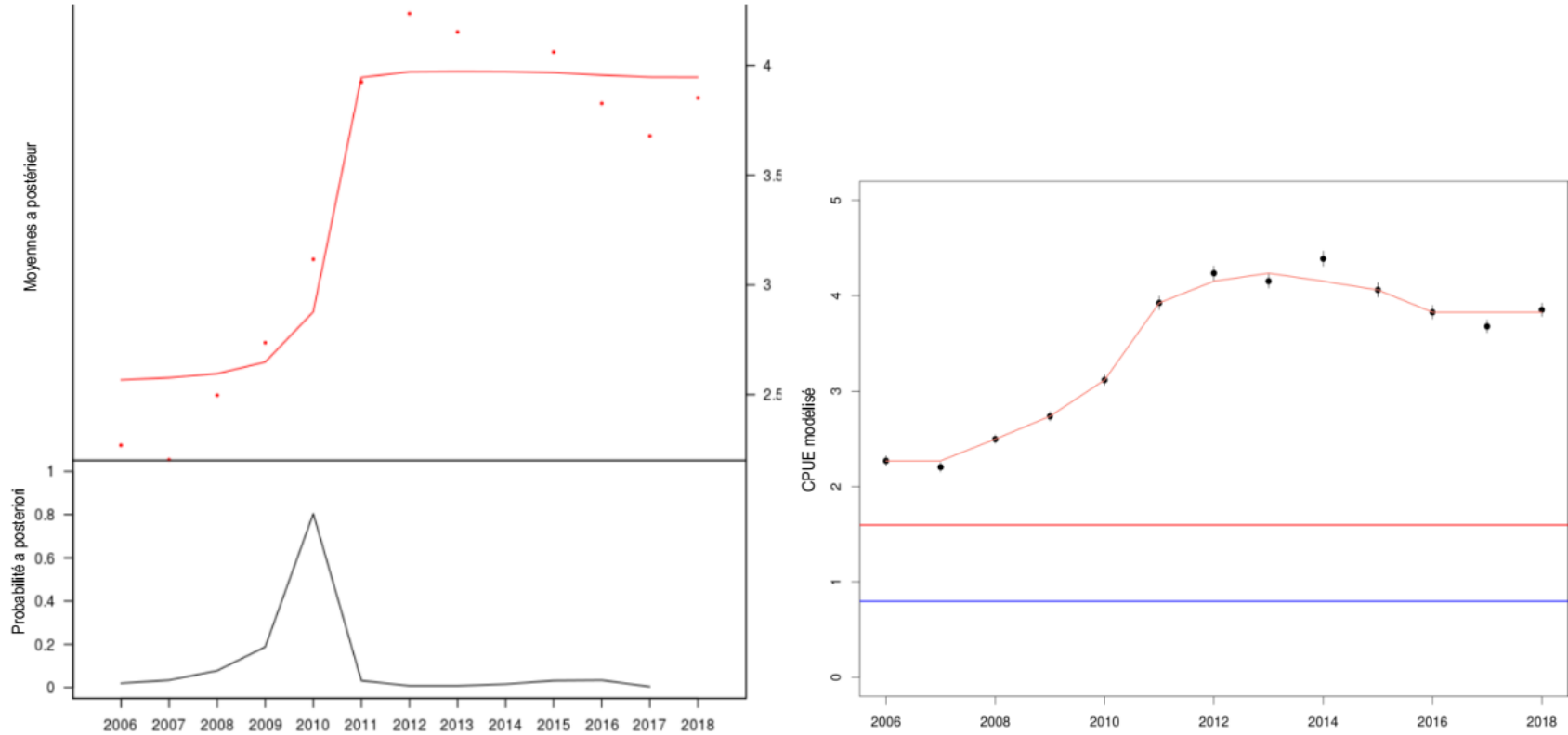


Figure 59. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur la capture par unité d'effort (CPUE) commerciale pour la ZPH 35 (à gauche). Indice de la CPUE modélisé à partir des données commerciales dans la ZPH 35 (à droite). La ligne verte représente le PRS proposé, tandis que la ligne bleue correspond au PRL proposé. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

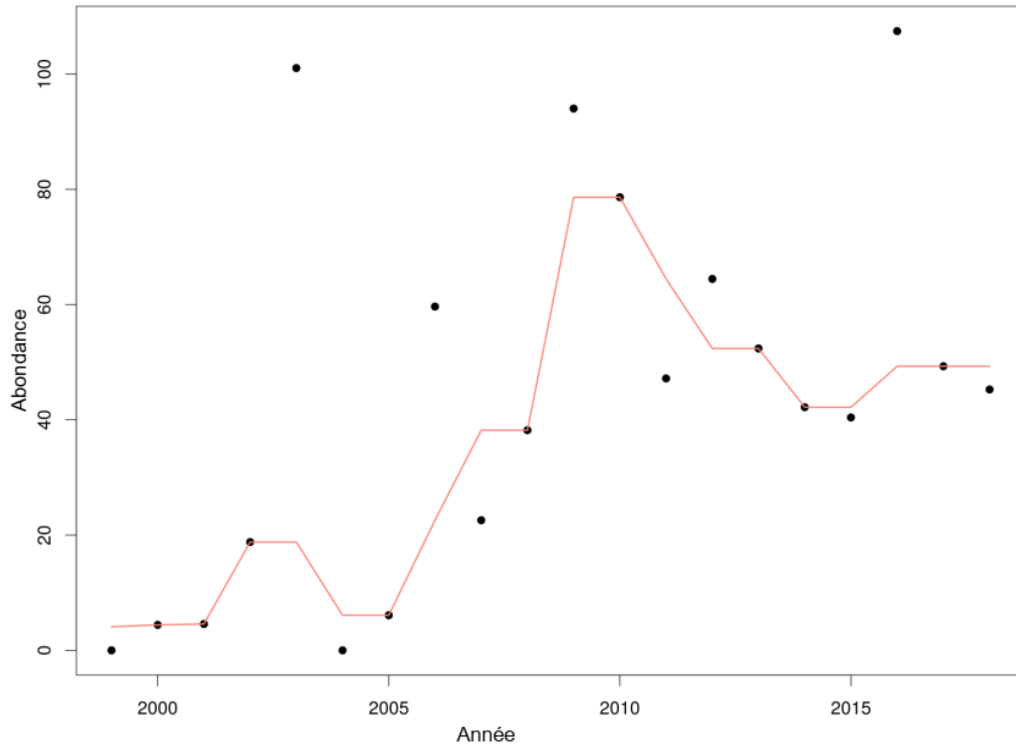


Figure 60. Série chronologique de l'abondance des recrues de homards d'après le relevé des pétoncles dans la ZPH 36. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

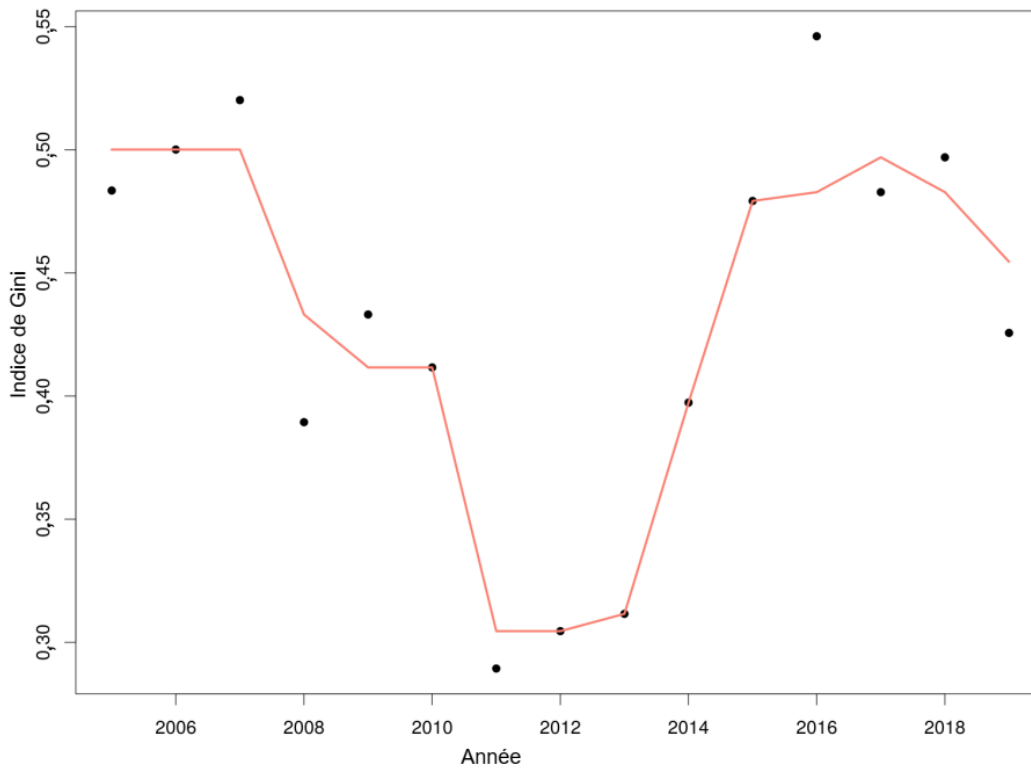


Figure 61. Graphique du niveau d'inégalité de la répartition des débarquements de homards dans la ZPH 36. L'inégalité de la répartition a été estimée au moyen du coefficient de Gini.

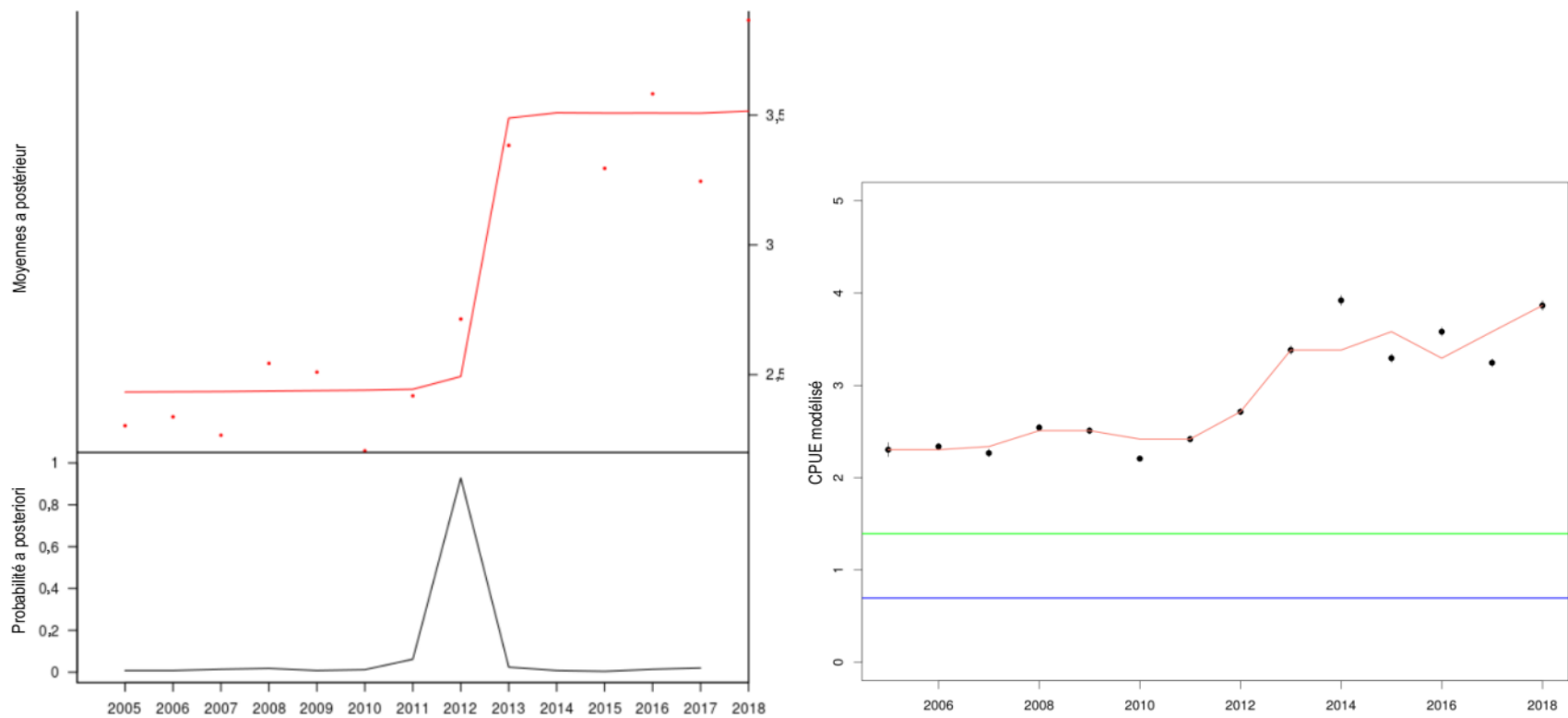


Figure 62. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur la capture par unité d'effort (CPUE) commerciale pour la ZPH 36 (à gauche). Indice de la CPUE modélisé à partir des données commerciales relatives à la ZPH 36 (à droite). La ligne verte représente le PRS proposé, tandis que la ligne bleue correspond au PRL proposé. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

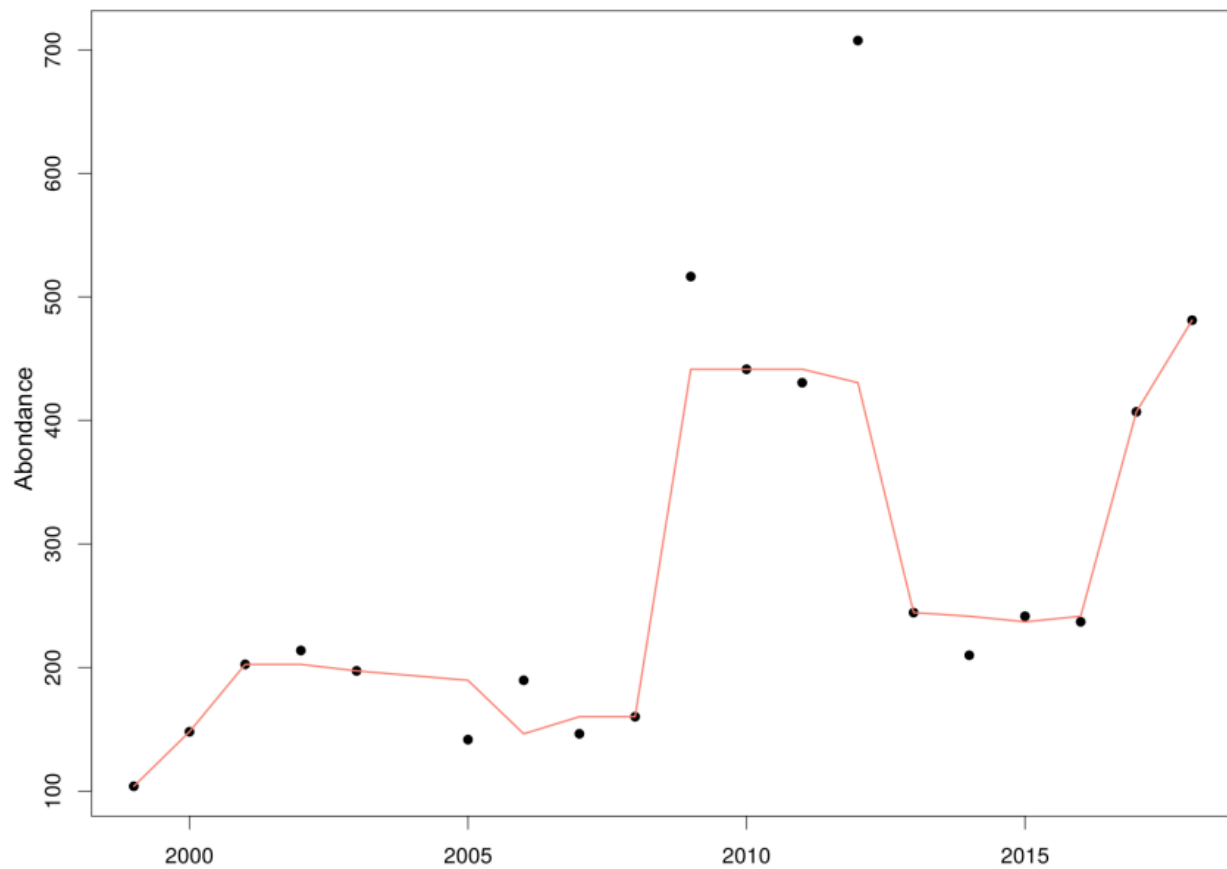


Figure 63. Série chronologique de l'abondance des recrues de homards d'après le relevé des pétoncles dans la ZPH 38. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

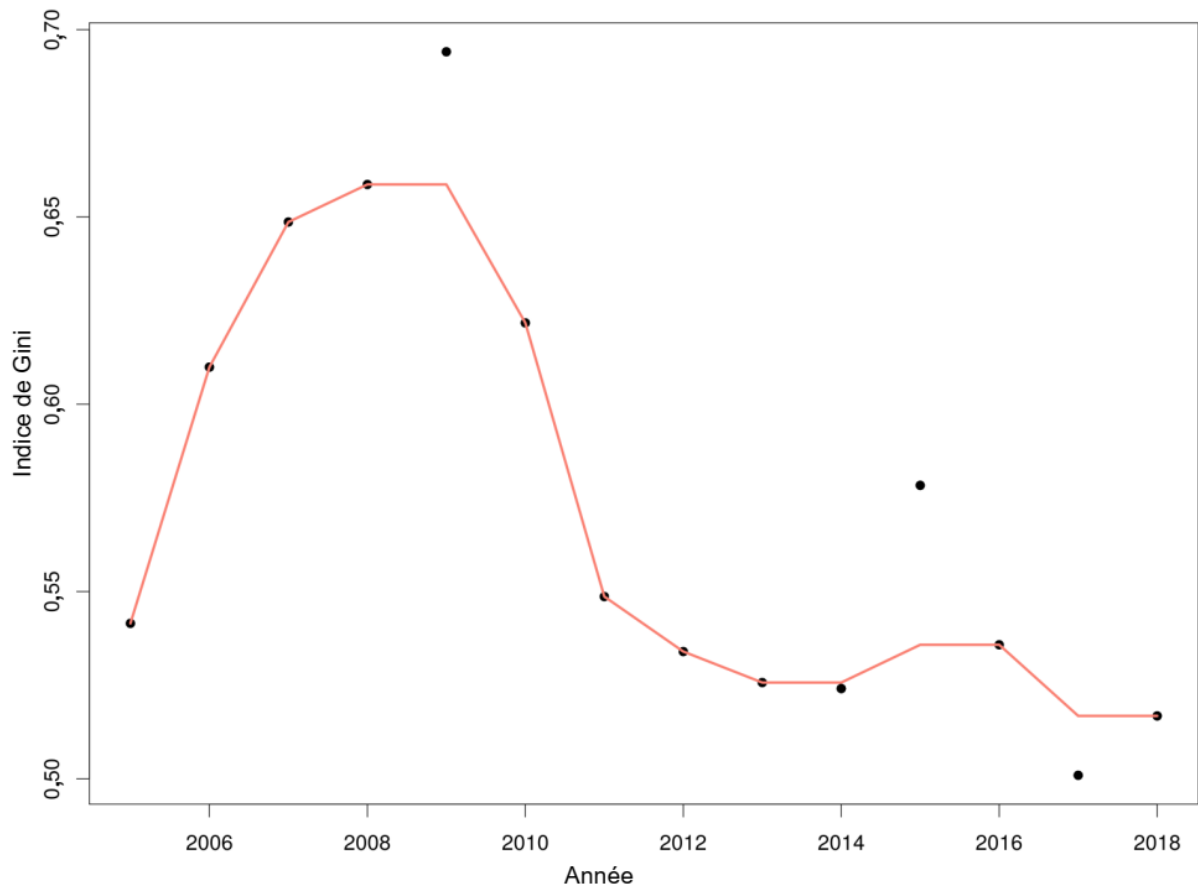


Figure 64. Graphique du niveau d'inégalité de la répartition des débarquements de homards dans la ZPH 38. L'inégalité de la répartition a été estimée au moyen du coefficient de Gini.

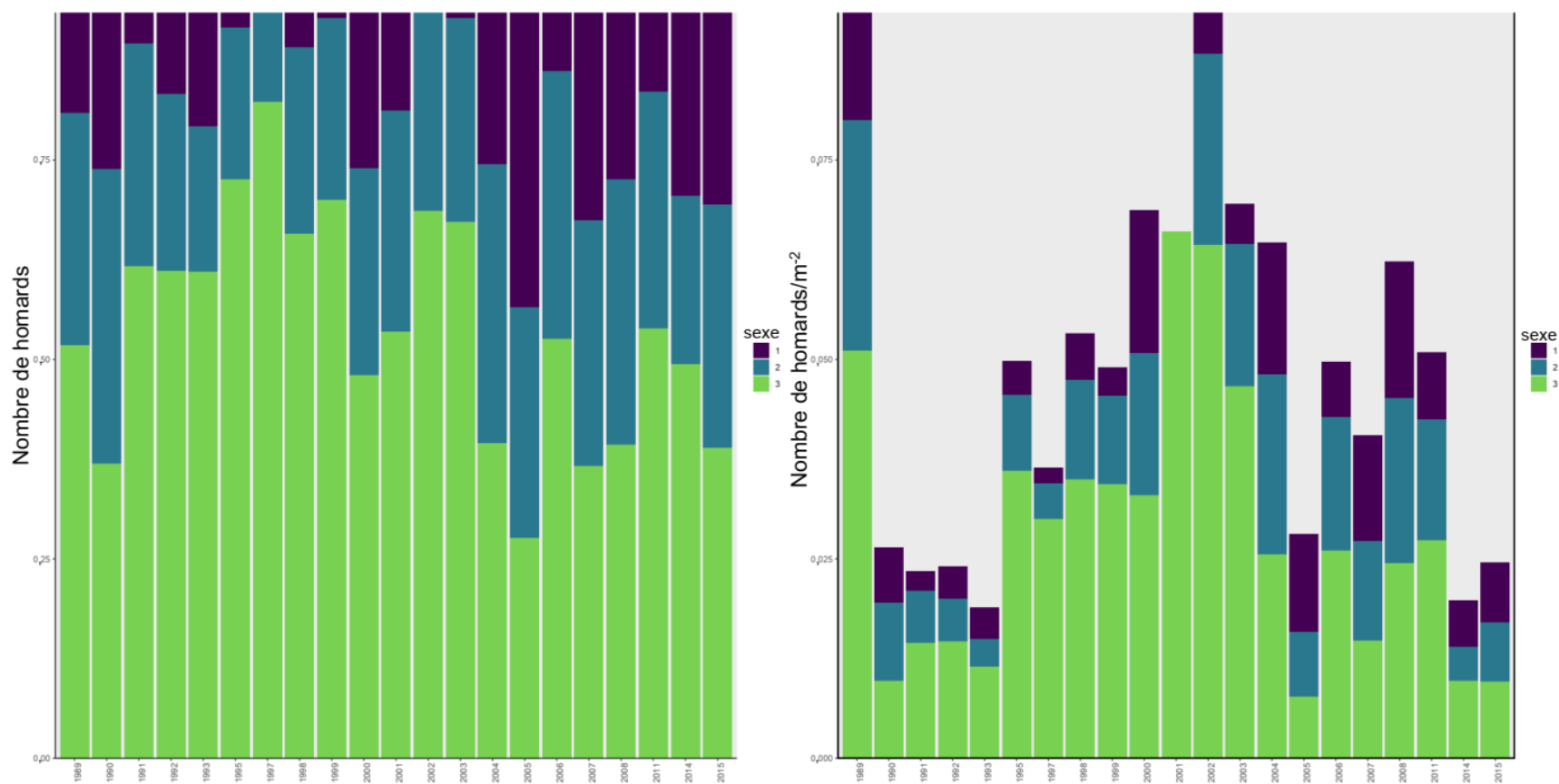


Figure 65. Graphique à barres superposées de la proportion des sexes le long du transect (à gauche) et des densités moyennes (à droite), des mâles (1), des femelles (2) et des femelles œuvées (3), de 1989 à 2015. Homards = m² par année du relevé en transects par plongée sous-marine à Flag Cove.

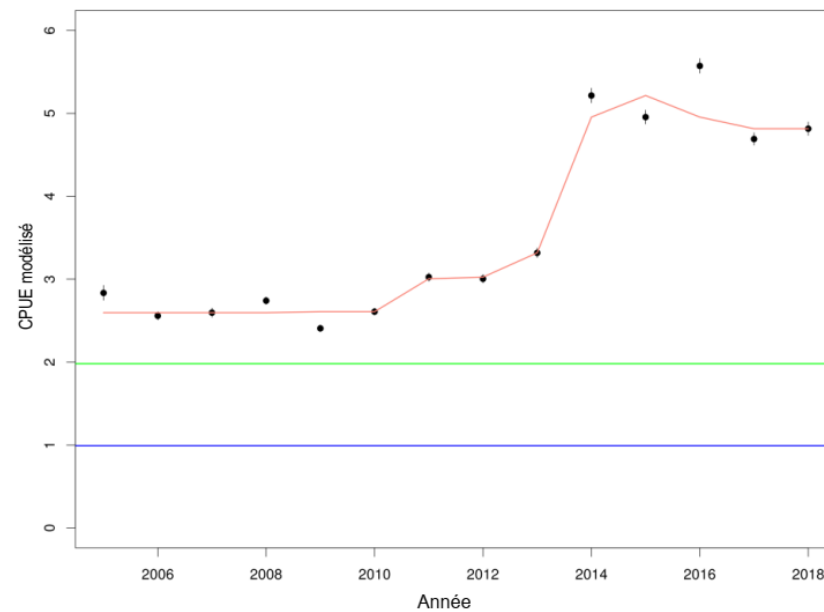
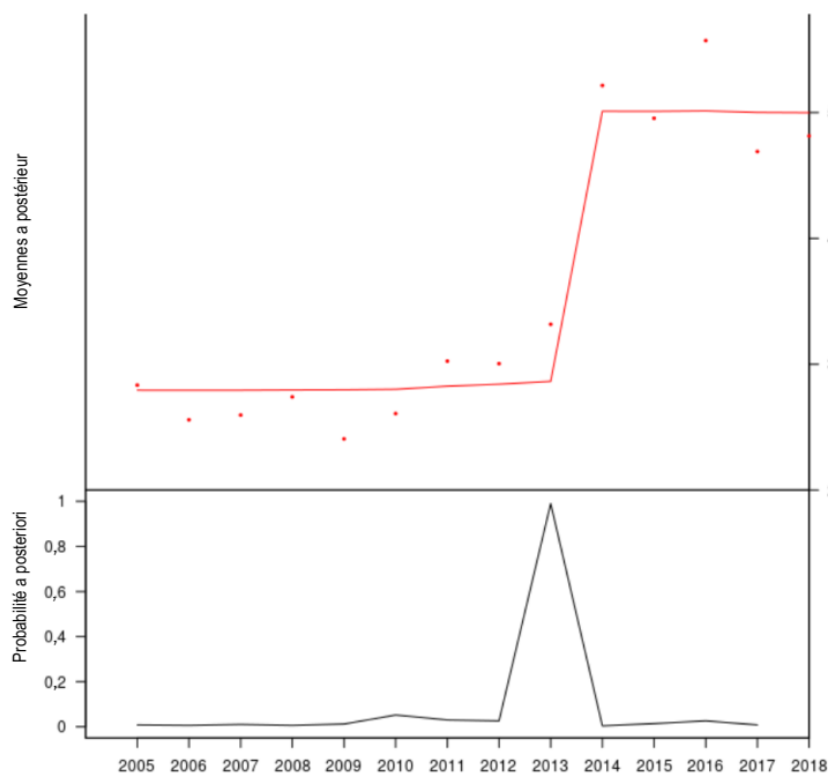


Figure 66. Graphique des analyses bayésiennes du point de changement sur la capture par unité d'effort (CPUE) commerciale pour la ZPH 38 (à gauche). Indice de la CPUE modélisé à partir des données commerciales dans la ZPH 38 (à droite). La ligne verte représente le PRS proposé, tandis que la ligne bleue correspond au PRL proposé. La ligne rouge représente la médiane mobile sur trois ans.

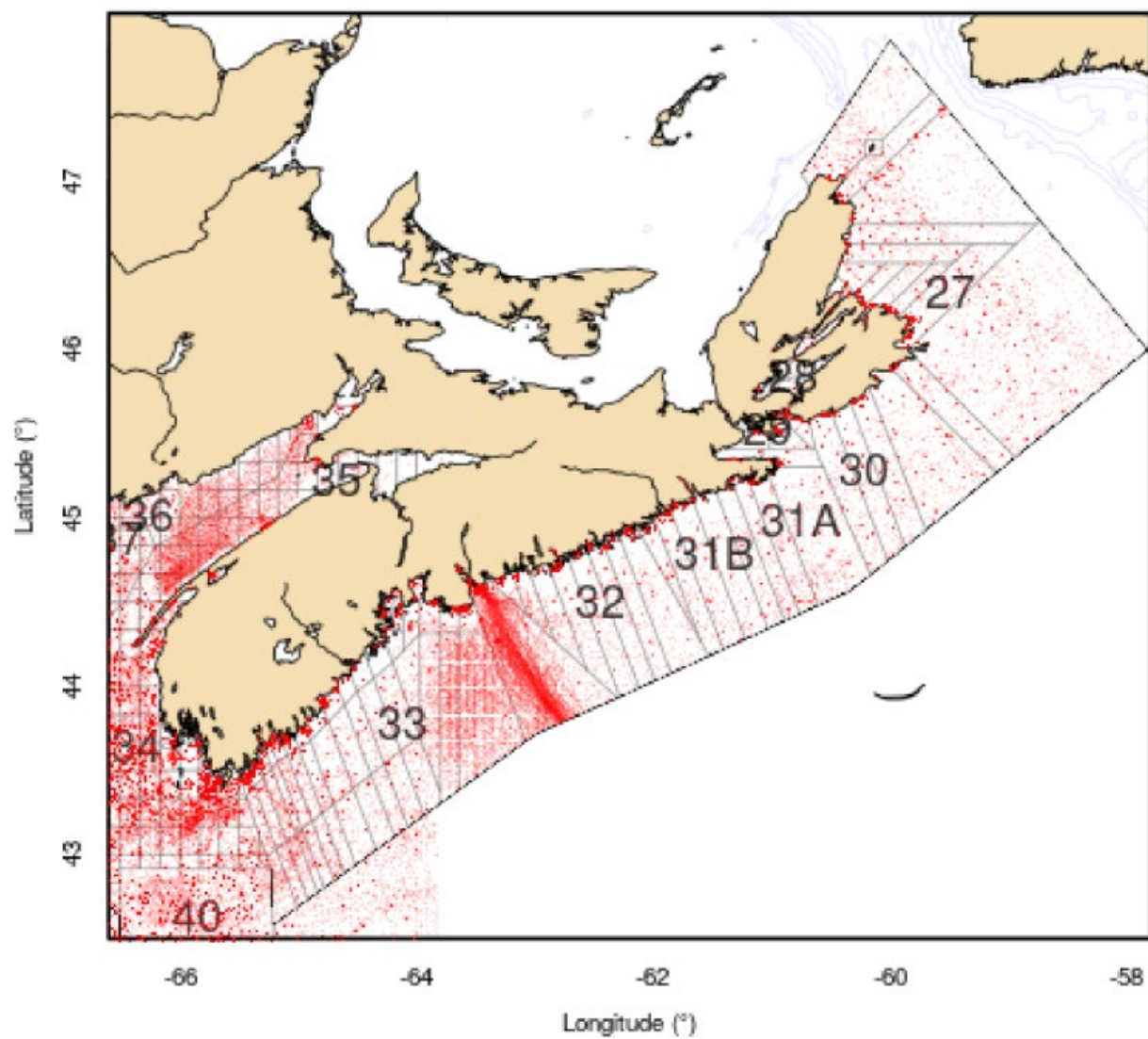


Figure 67. Emplacement de toutes les données sur la température utilisées dans le modèle de température.

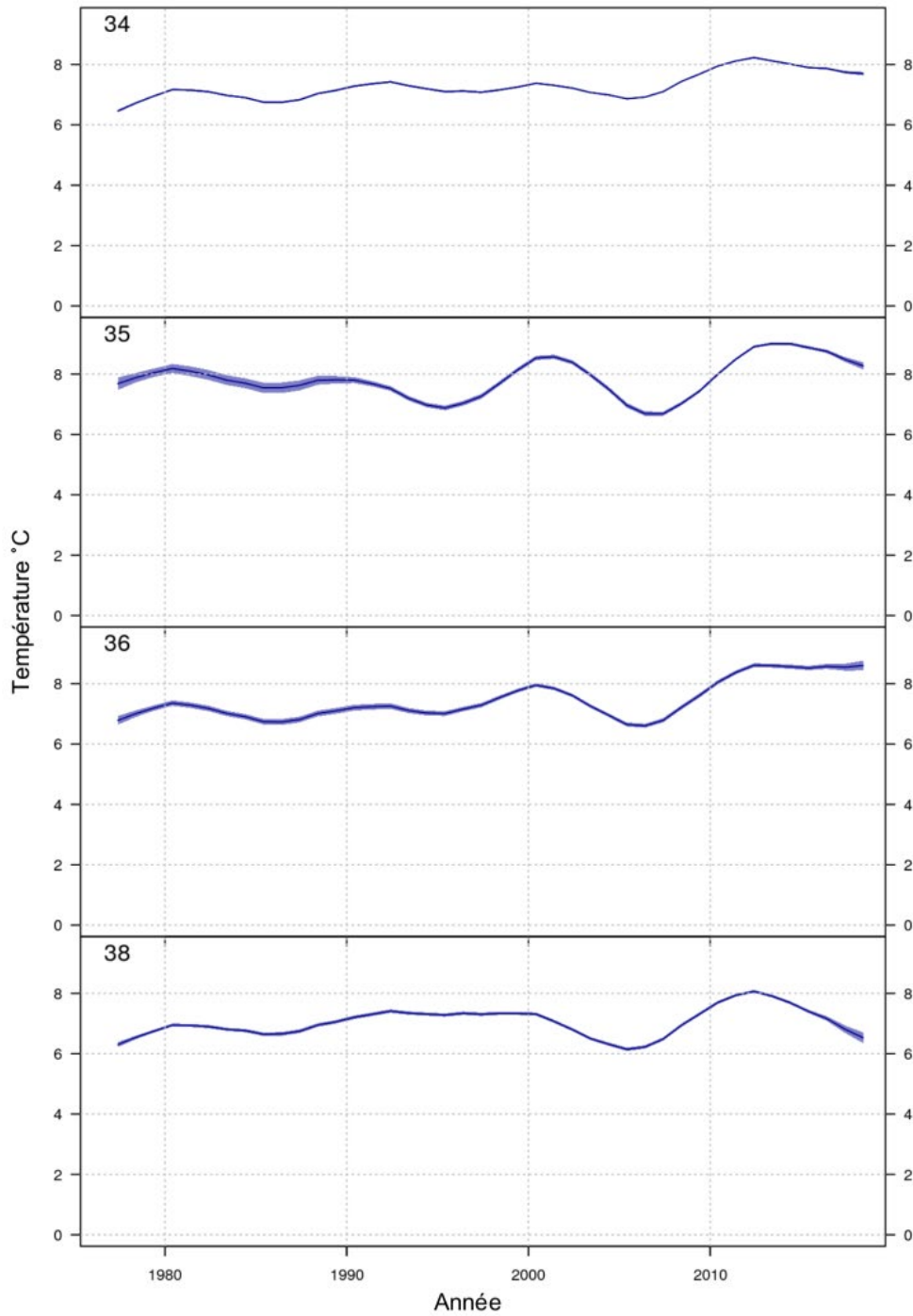


Figure 68. Prévisions du modèle de température pour le 1^{er} juin à 25 m, pour montrer les tendances annuelles dans chaque ZPH. La bande bleu pâle représente l'erreur-type de la prédiction.

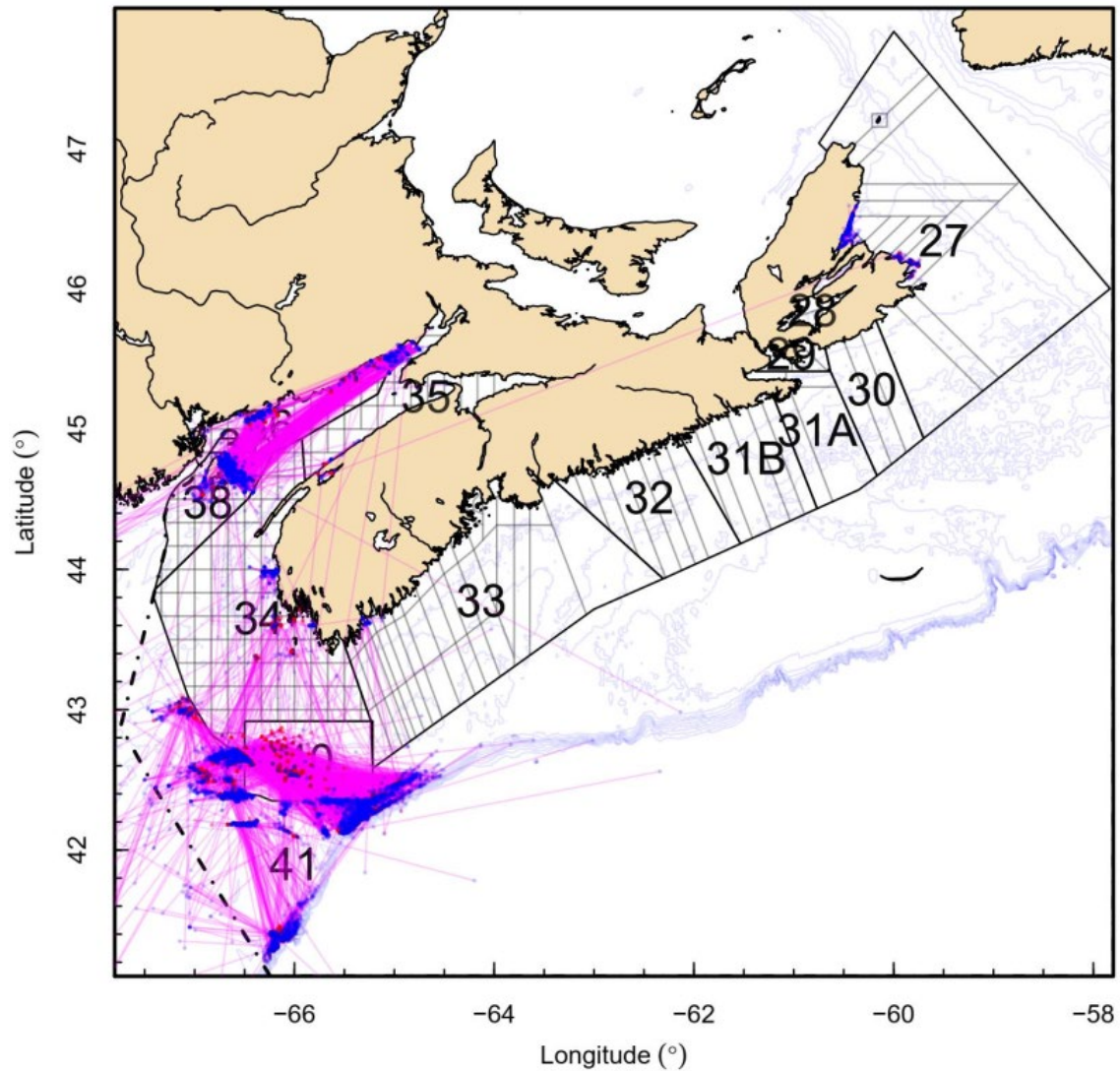


Figure 69. Emplacement des données de marquage-recapture utilisées pour estimer la probabilité de mue et la croissance à la mue. Les homards remis à l'eau (points rouges) sont reliés à leurs recaptures (points bleus) avec une ligne violette.

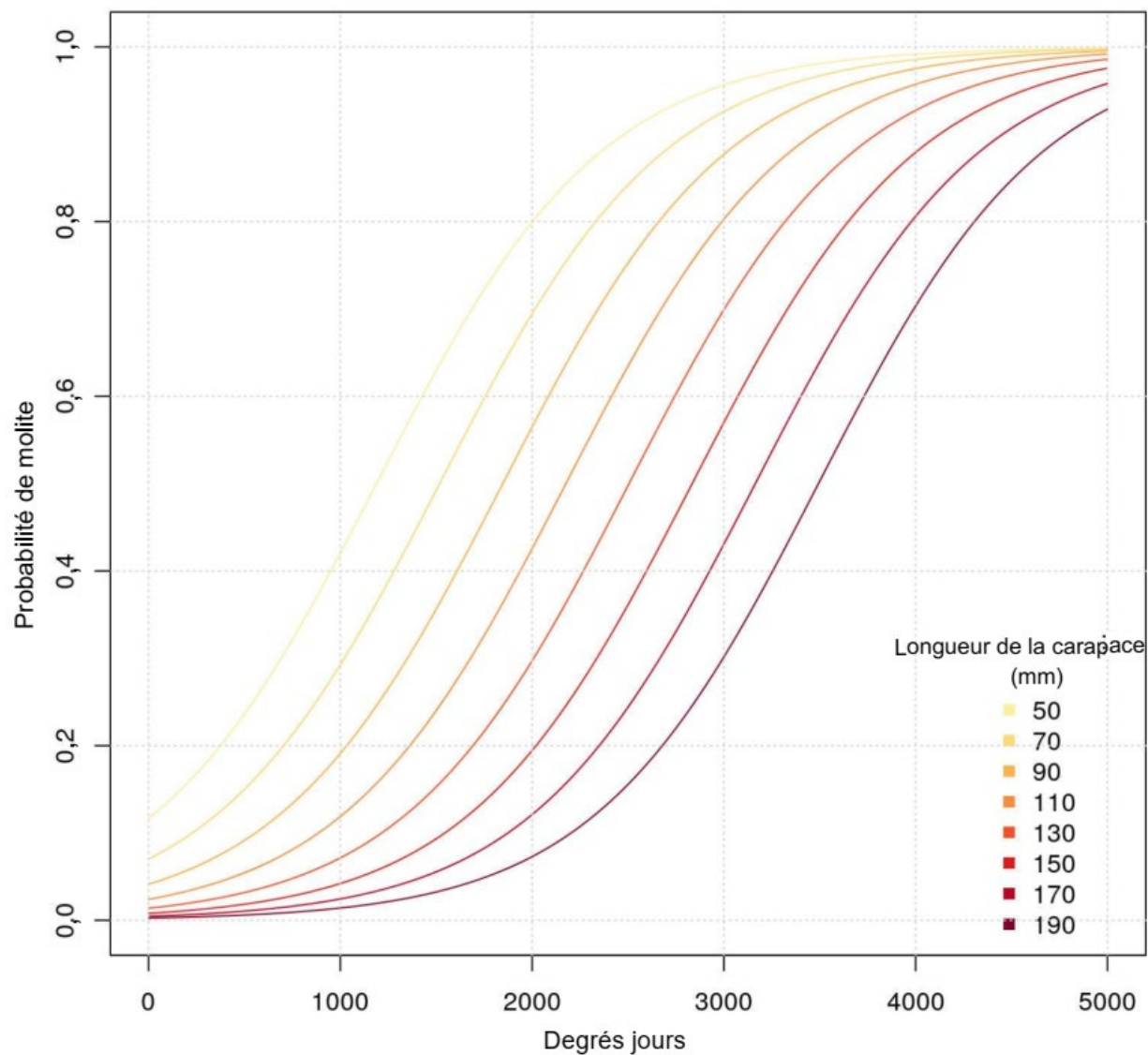


Figure 70. Probabilités de mue prévues selon le nombre de degrés-jours au-dessus de 0 °C depuis la dernière mue pour diverses longueurs de carapace (LC) initiales du modèle de probabilité de mue.

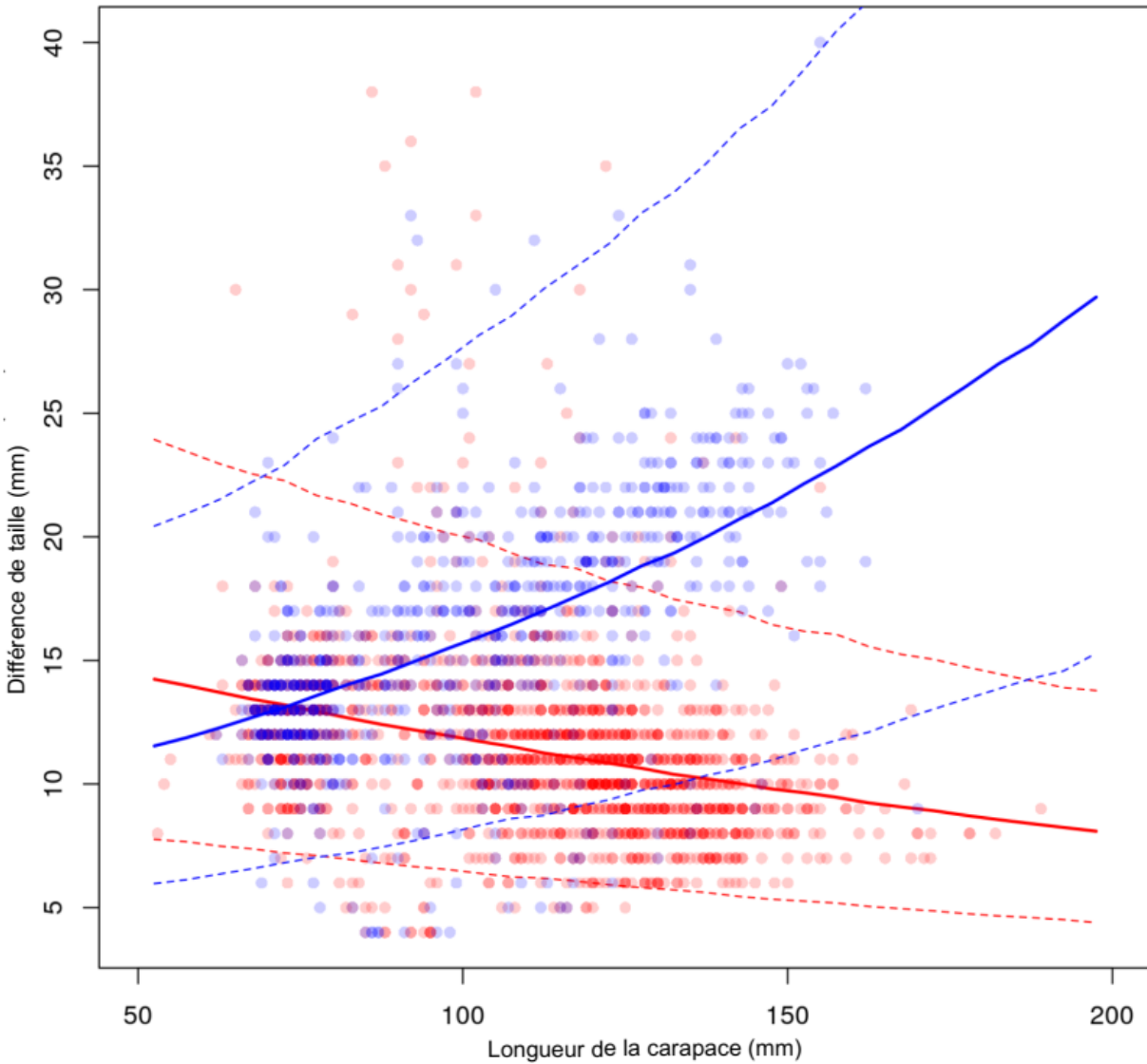


Figure 71. Croissance à la mue exprimée par la différence de taille par rapport à la longueur de carapace (LC) initiale pour les mâles (en bleu) et les femelles (en rouge) selon les données de marquage. Les lignes représentent les ajustements et l'intervalle de crédibilité à 95 % du modèle de croissance à la mue pour chaque sexe.

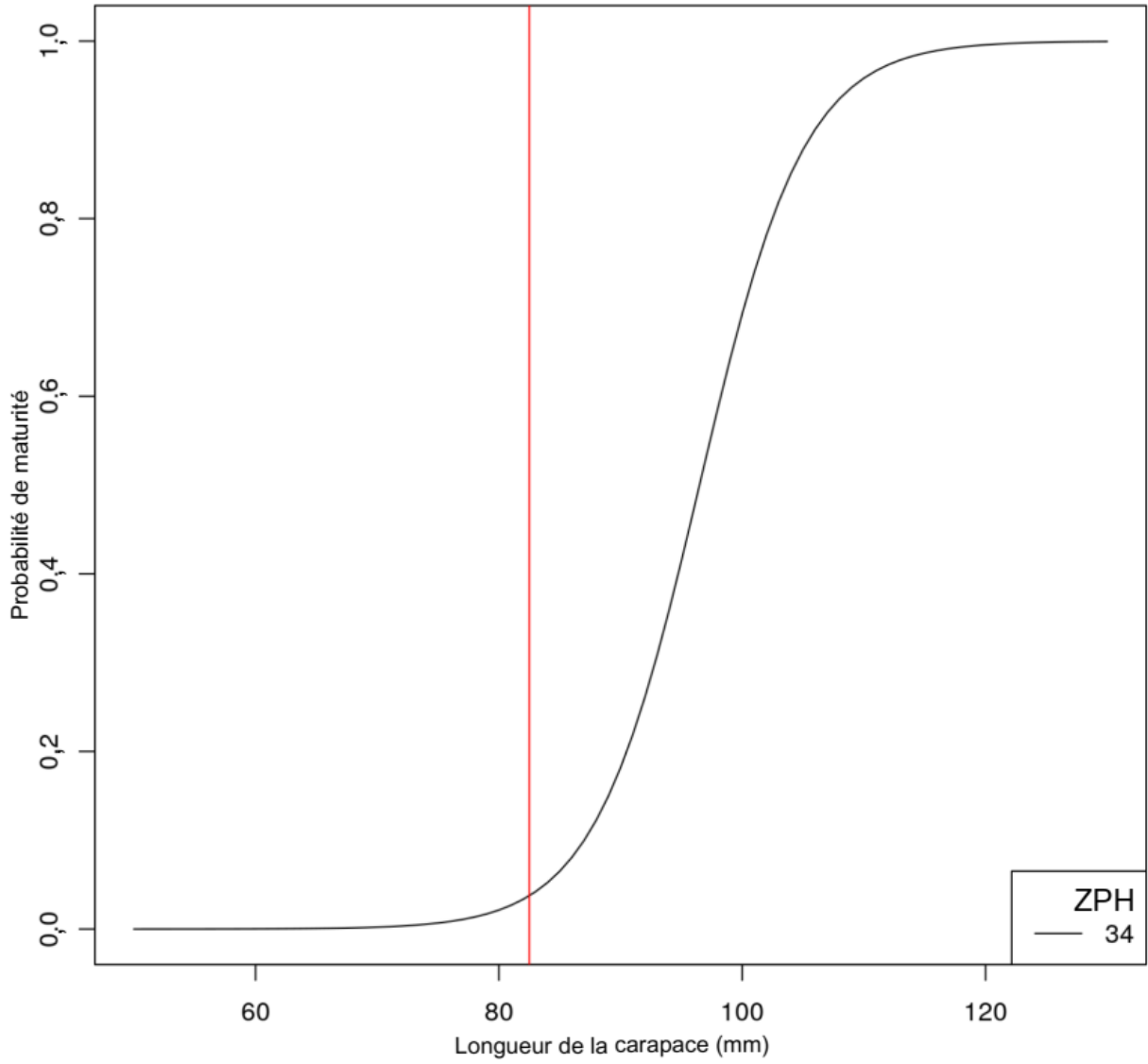


Figure 72. Courbe de fréquences cumulées de la taille à la maturité pour la ZPH 34.

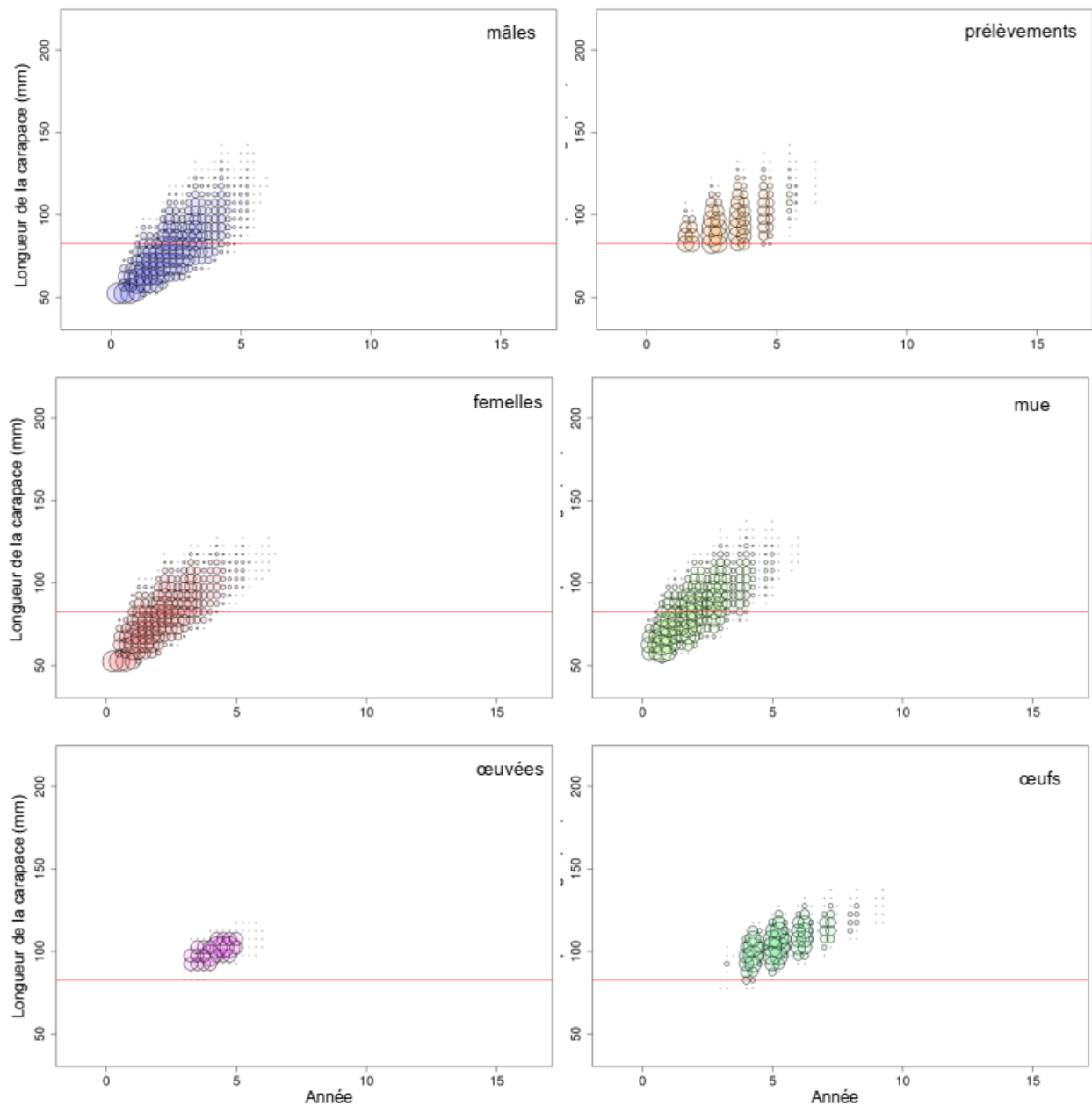


Figure 73. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu dans le cadre du régime de gestion actuel de la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

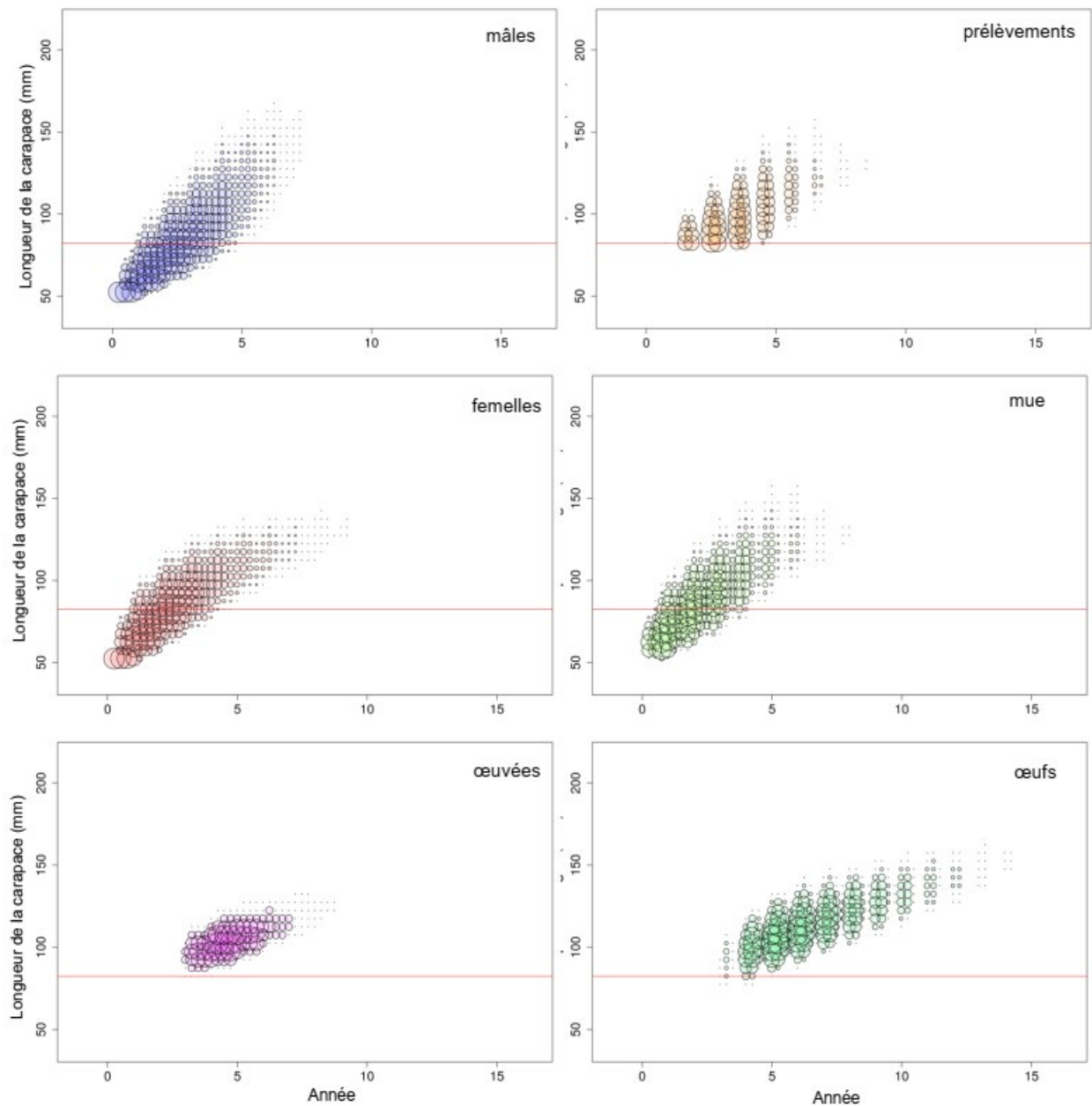


Figure 74. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation liée à mortalité relative par pêche ($relF$) dans le cadre du régime de gestion actuel de la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

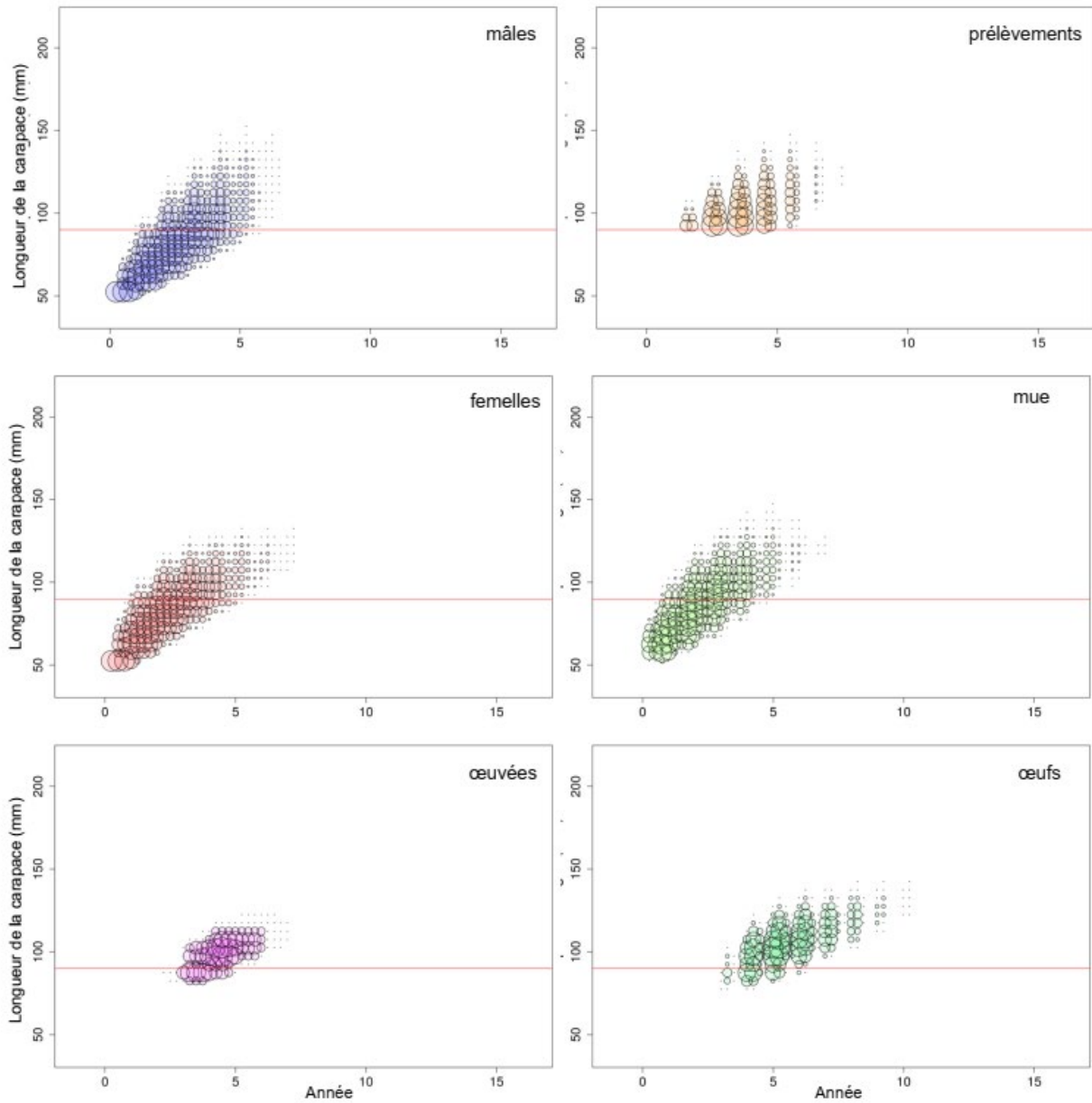


Figure 75. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu où la taille réglementaire minimale (TRM) a été augmentée à 90 mm pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

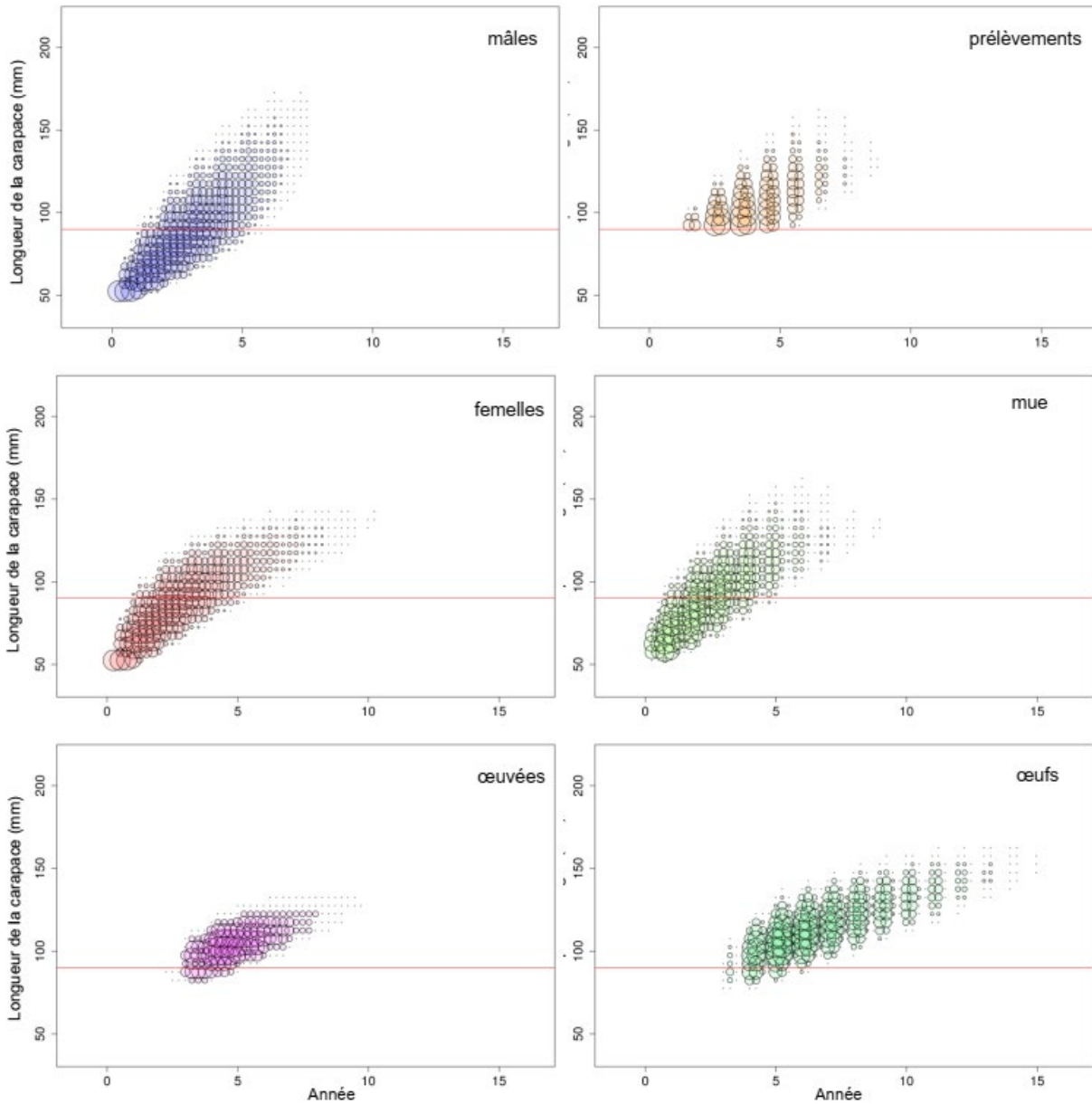


Figure 76. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation liée à mortalité relative par pêche ($relF$) où la TRM a été augmentée à 90 mm pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

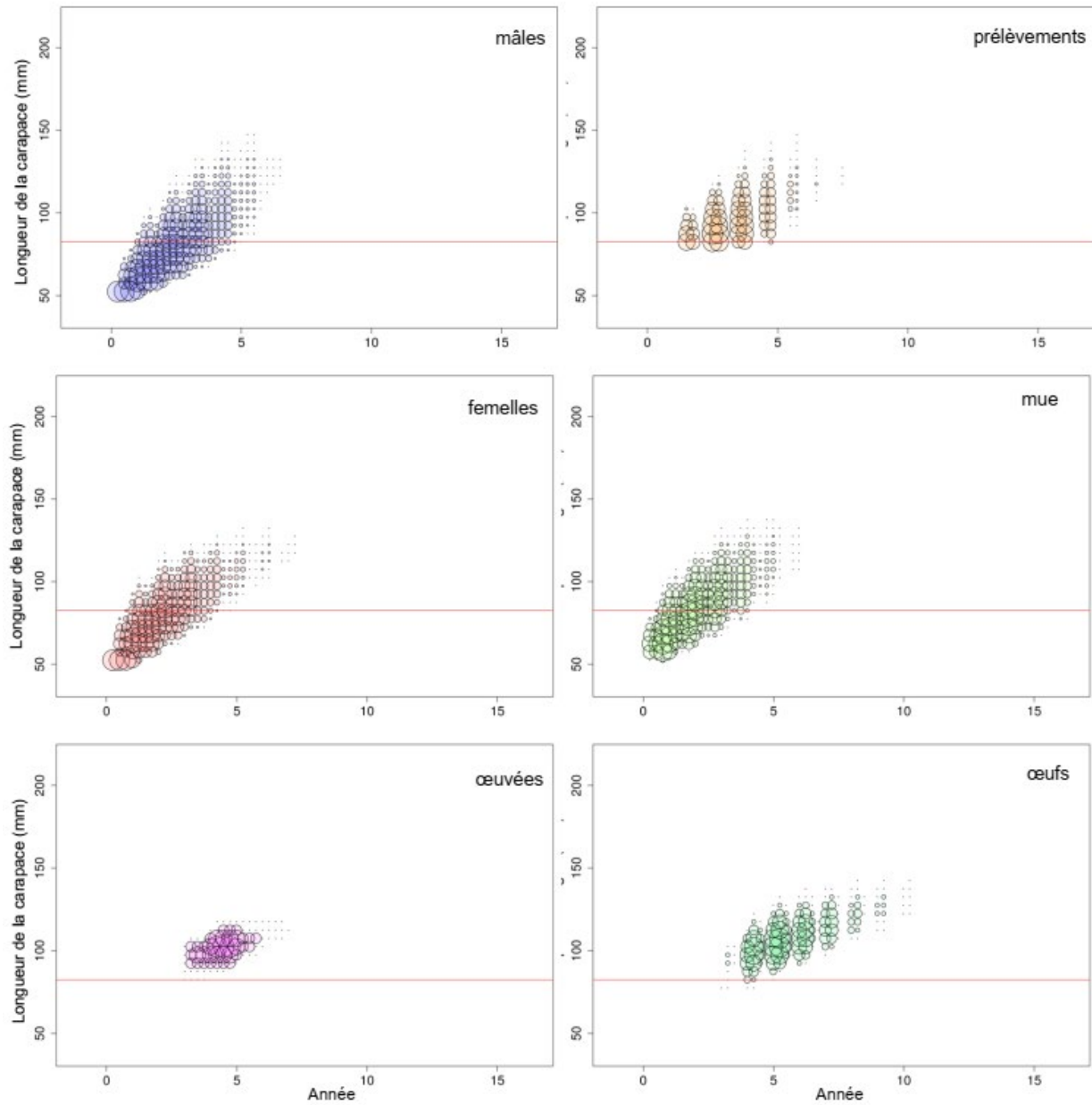


Figure 77. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu où la saison a été raccourcie de 50 % pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

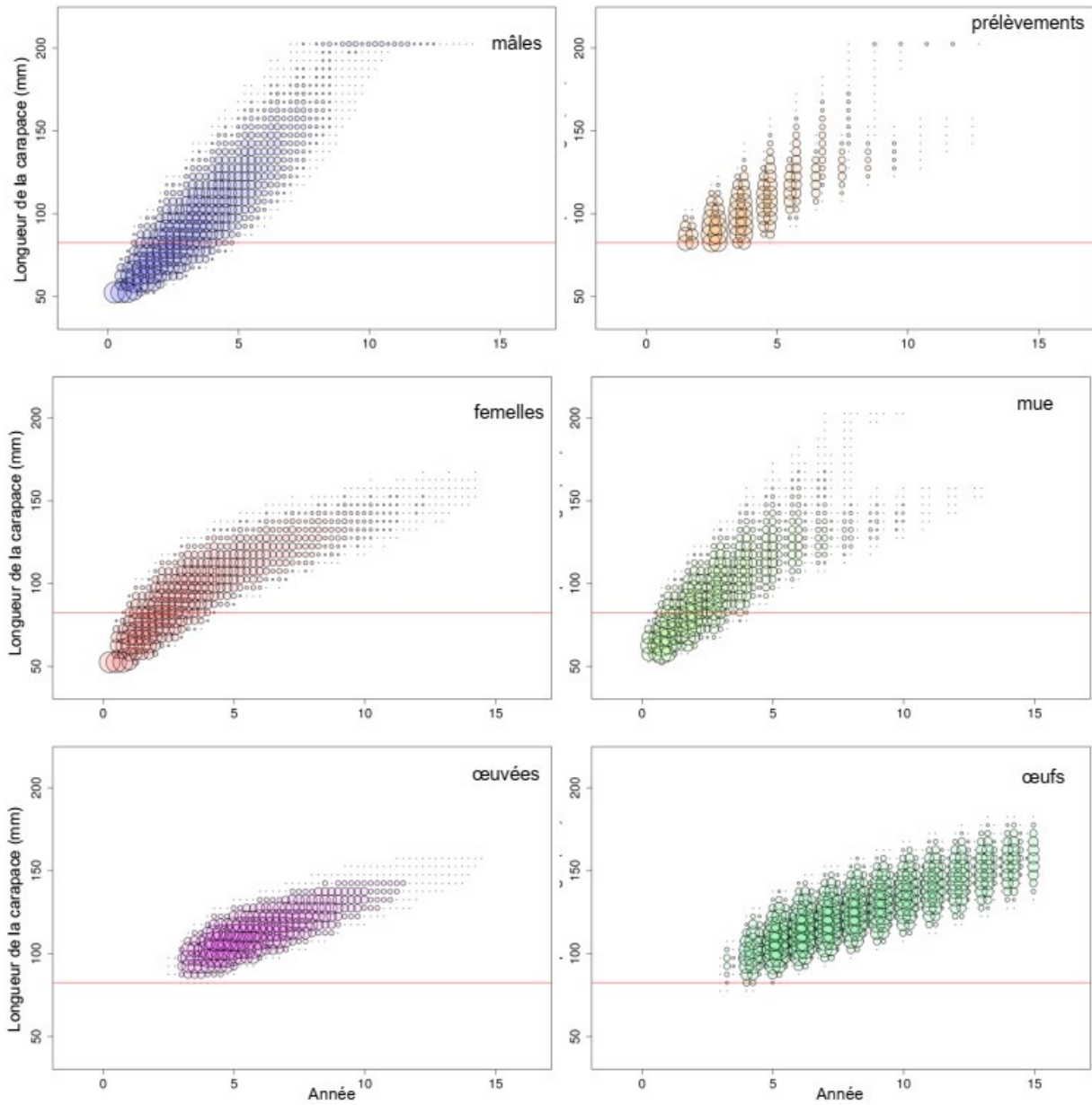


Figure 78. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation liée à mortalité relative par pêche ($relF$) où la saison a été raccourcie de 50 % pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

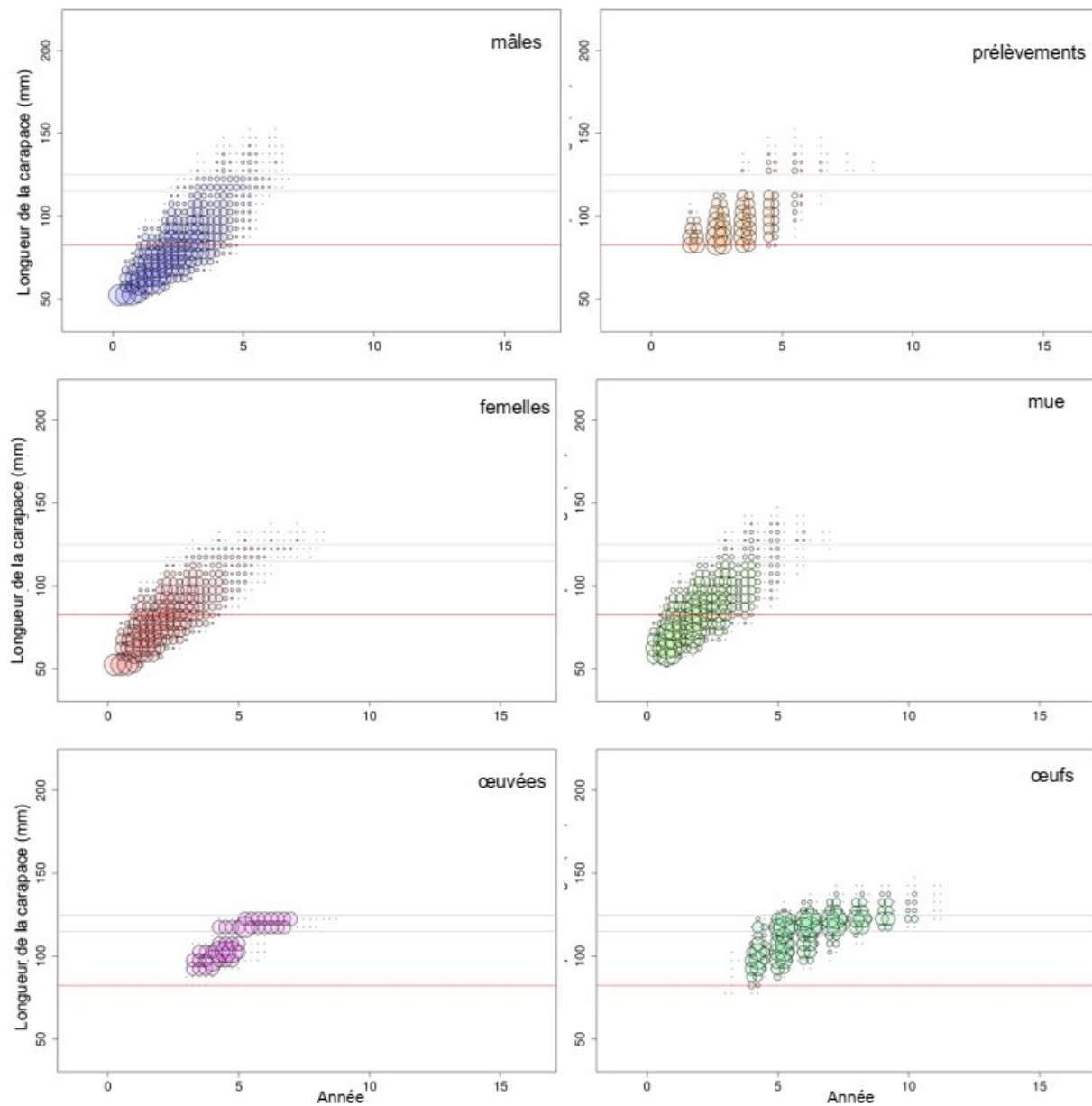


Figure 79. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu où une fourchette de tailles restreinte (115 à 125 mm) a été mise en œuvre pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

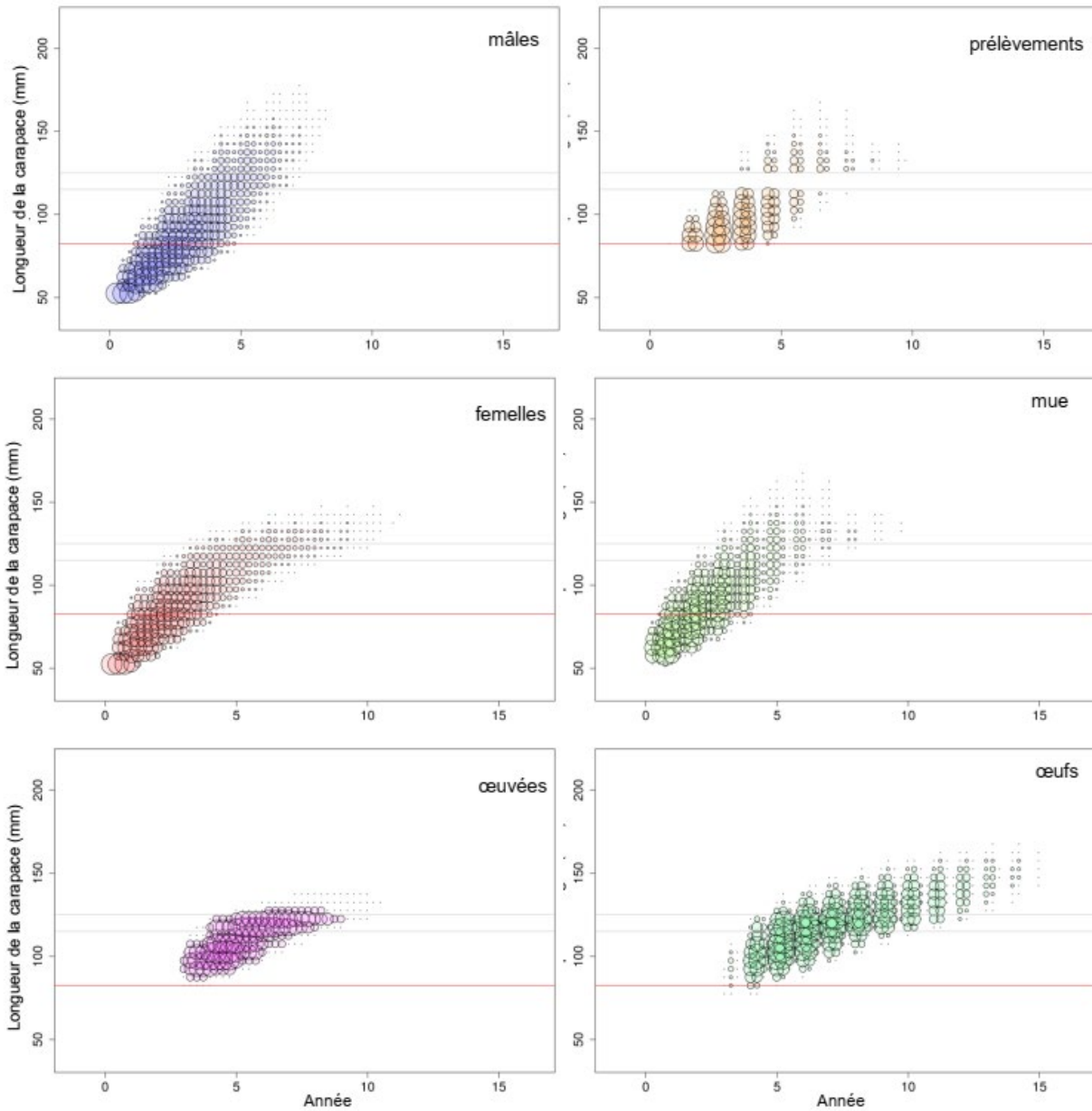


Figure 80. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation liée à mortalité relative par pêche ($relF$) où une fourchette de tailles restreinte (115 à 125 mm) a été mise en œuvre pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

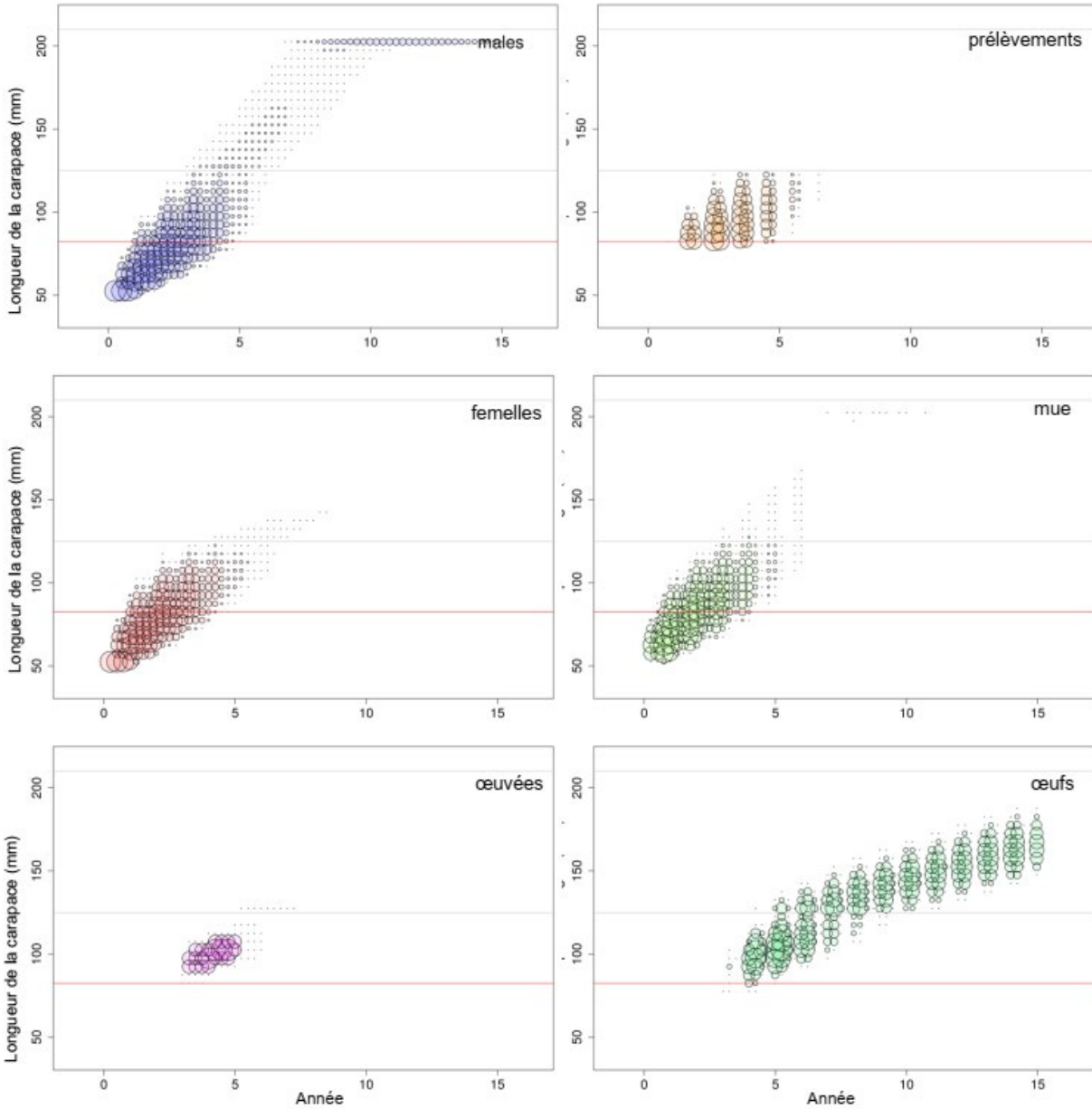


Figure 81. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation calculée selon la méthode du changement de proportions en continu où une taille maximale de 125 mm a été mise en œuvre pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donné selon les journaux de bord.

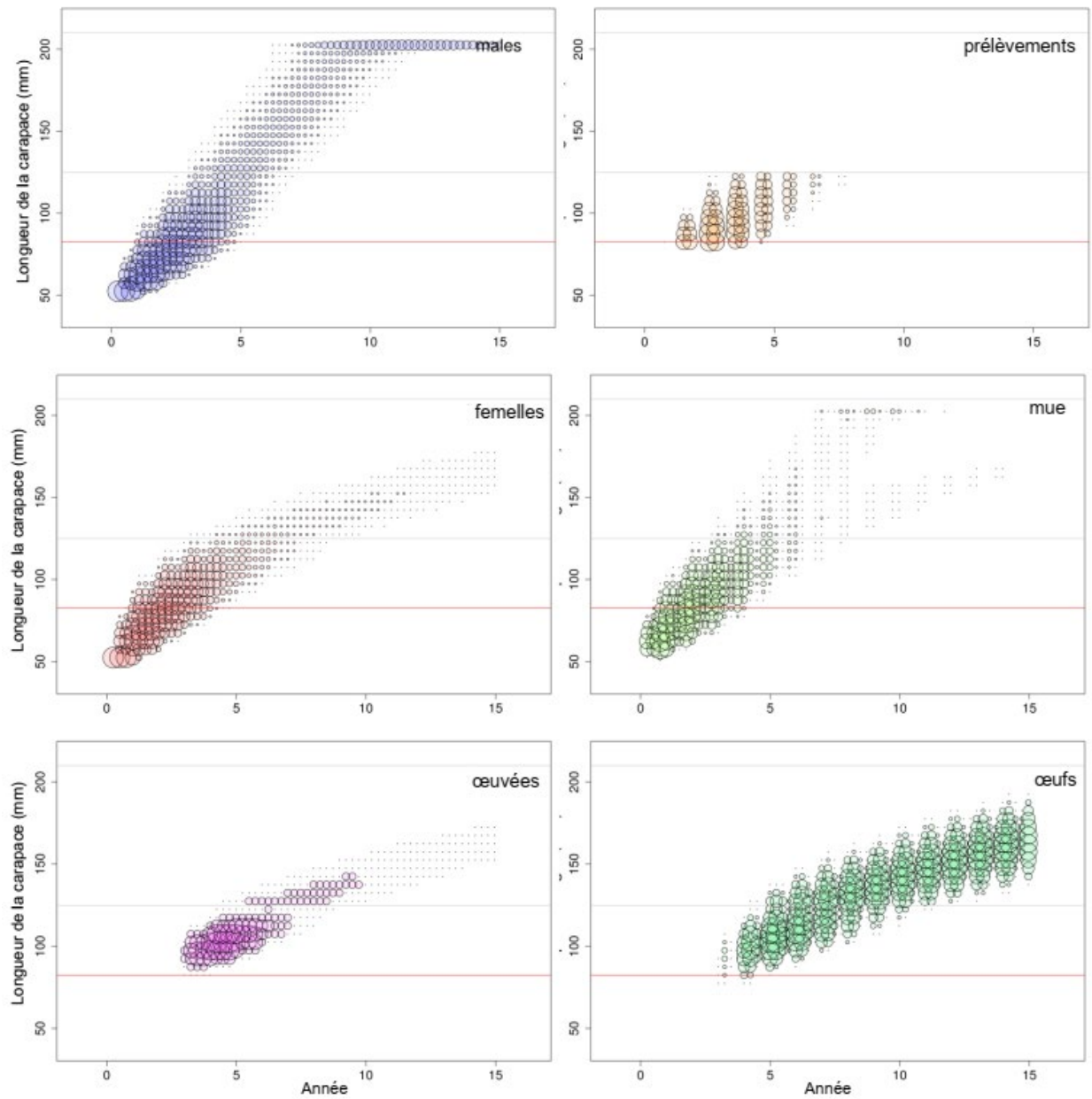


Figure 82. Graphiques à bulles montrant la population simulée en supposant des estimations de l'exploitation liée à mortalité relative par pêche (relF) où une taille maximale de 125 mm a été mise en œuvre pour la ZPH 34. Le diamètre des bulles est proportionnel au nombre de homards qui se trouvaient dans une catégorie de taille et à un intervalle de temps donnés selon les journaux de bord.

ANNEXE A : FRÉQUENCES DES LONGUEURS

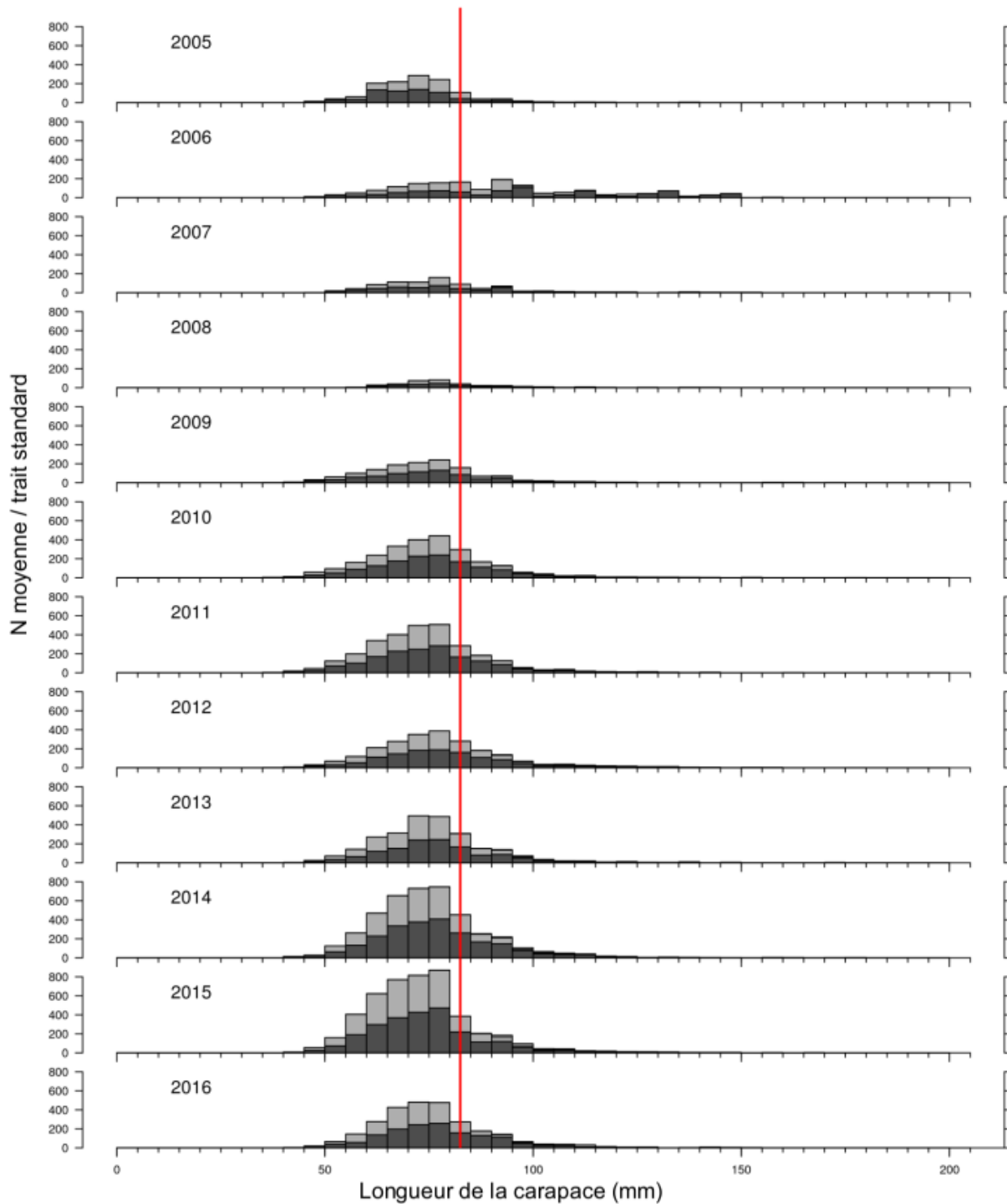


Figure A.1. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé au chalut de homard côtier (RCHC) dans la ZPH 34 de 2005 à 2016, lorsque le chalut ballon a été utilisé. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

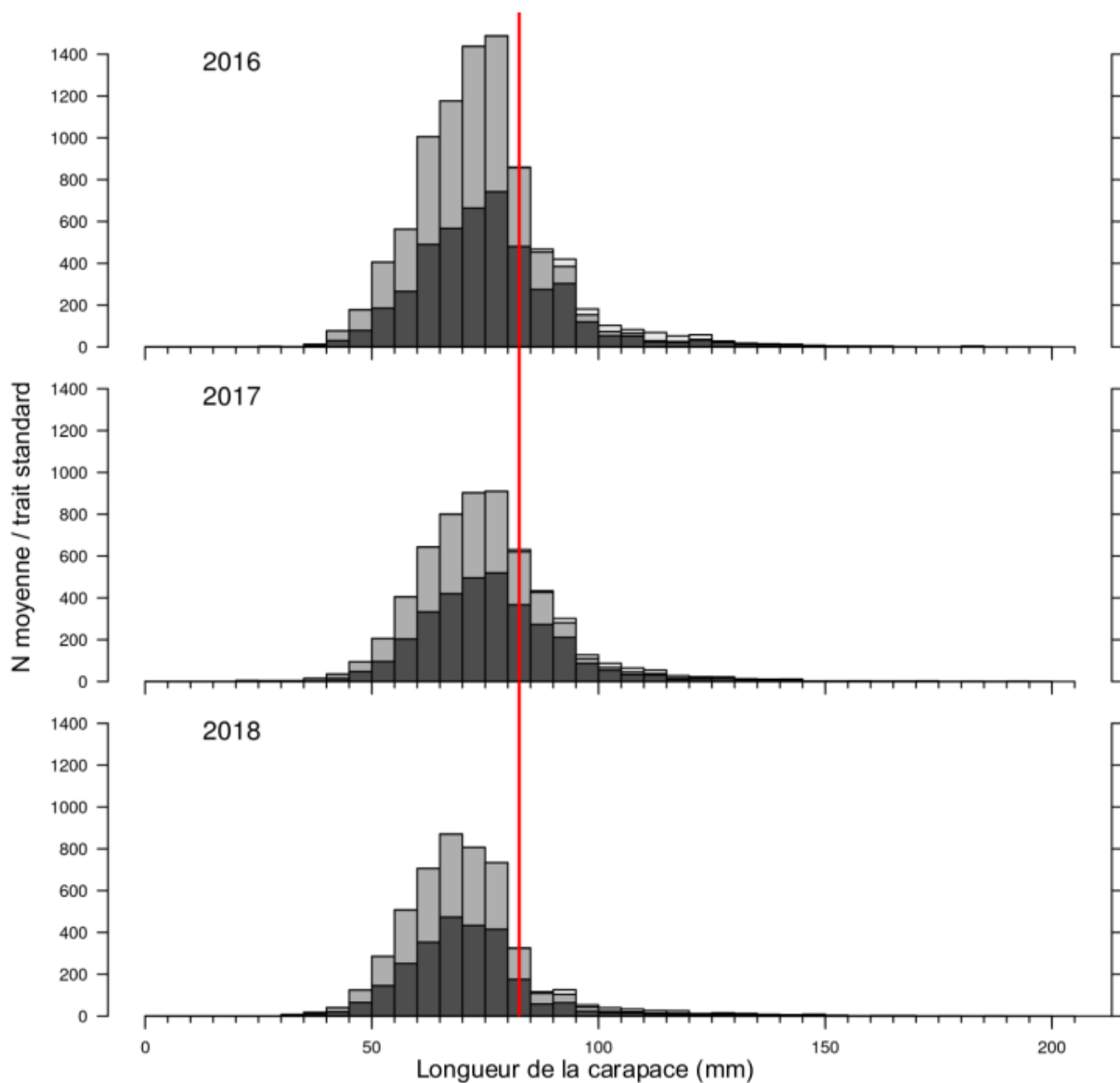


Figure A.2. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé au chalut de homard côtier (RCHC) dans la ZPH 34 de 2016 à 2016, lorsque le chalut NEST a été utilisé. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

Relevé du pétoncle 3

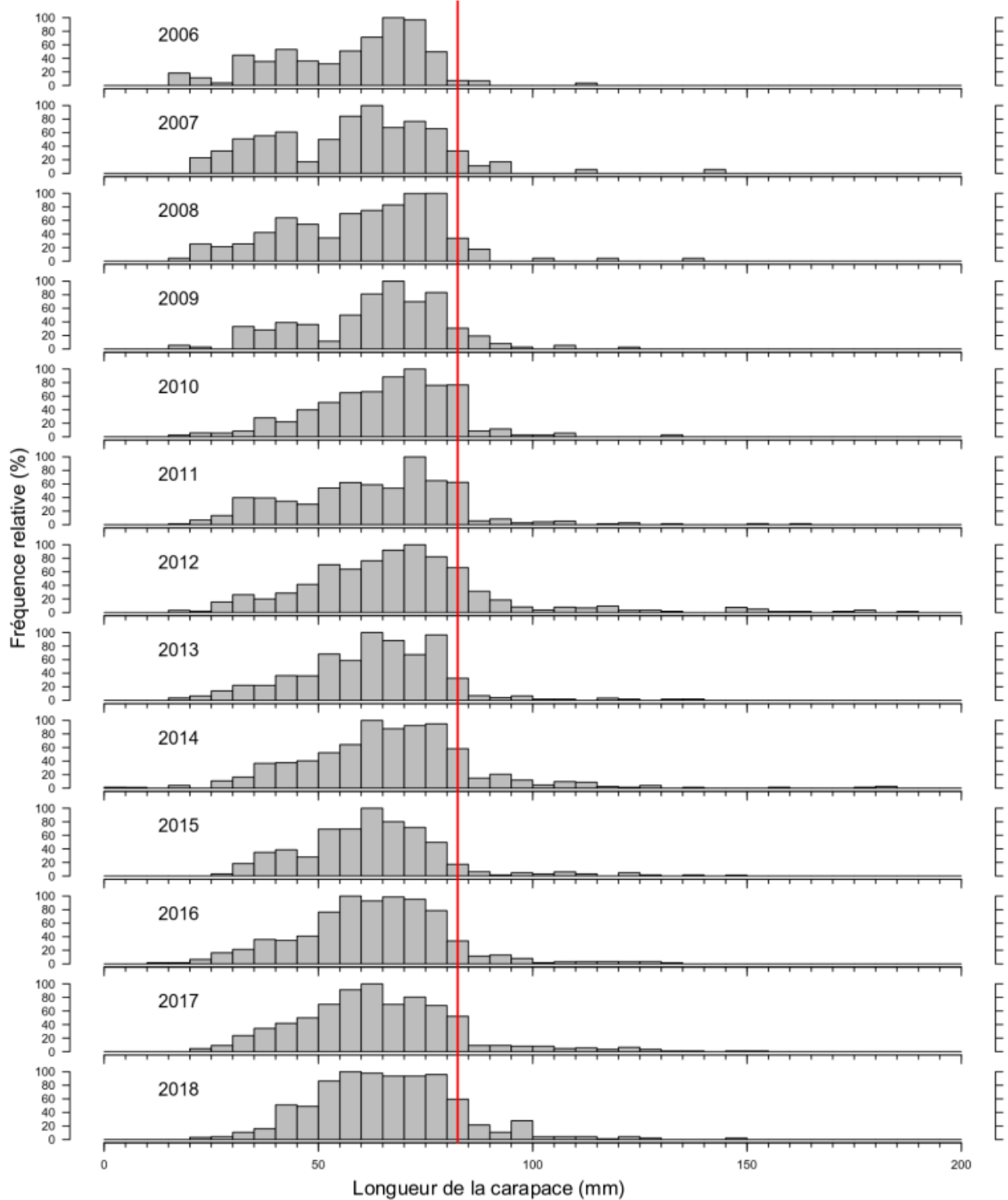


Figure A.3. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé des pétoncles mené en juin de 2006 à 2018 dans la ZPH 34. Ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

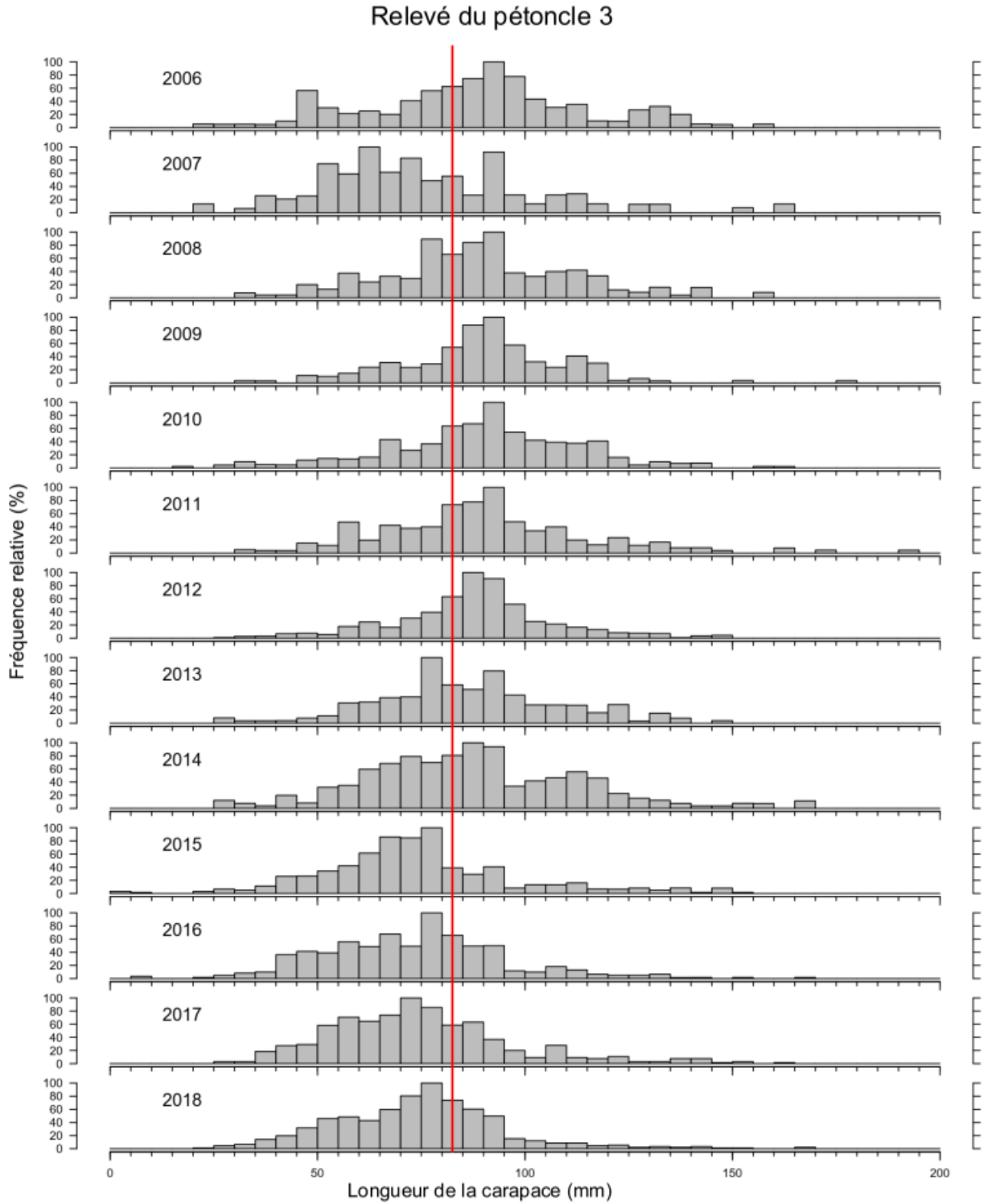


Figure A.4. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé des pétoncles mené en septembre de 2006 à 2018 dans la ZPH 34. Ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

ZPH 35

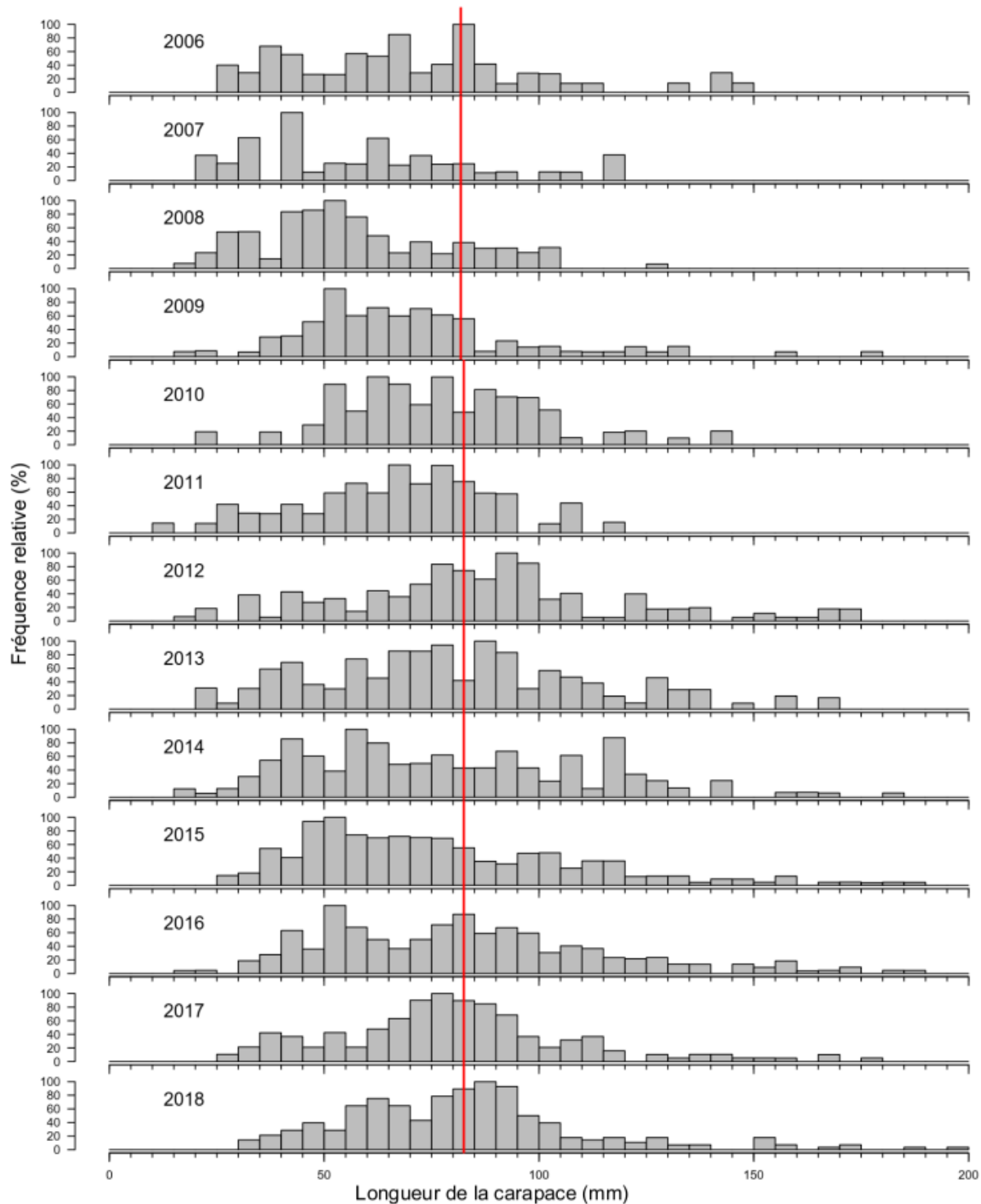


Figure A.5. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé des pétoncles mené en juillet de 2006 à 2018 dans la ZPH 35. Ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

ZPH 36

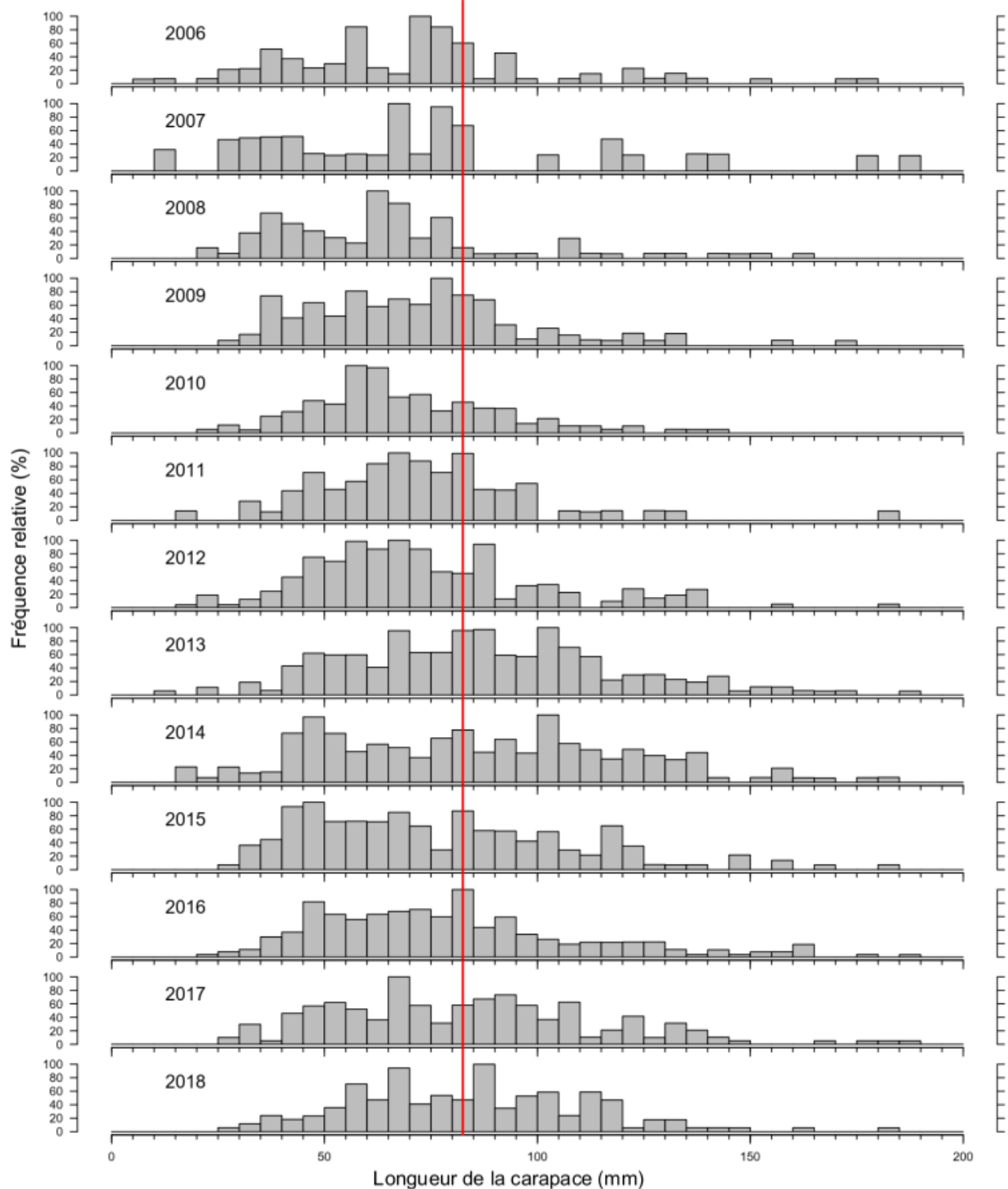


Figure A.6. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé des pétoncles mené en juillet de 2006 à 2018 dans la ZPH 36. Ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

ZPH 38

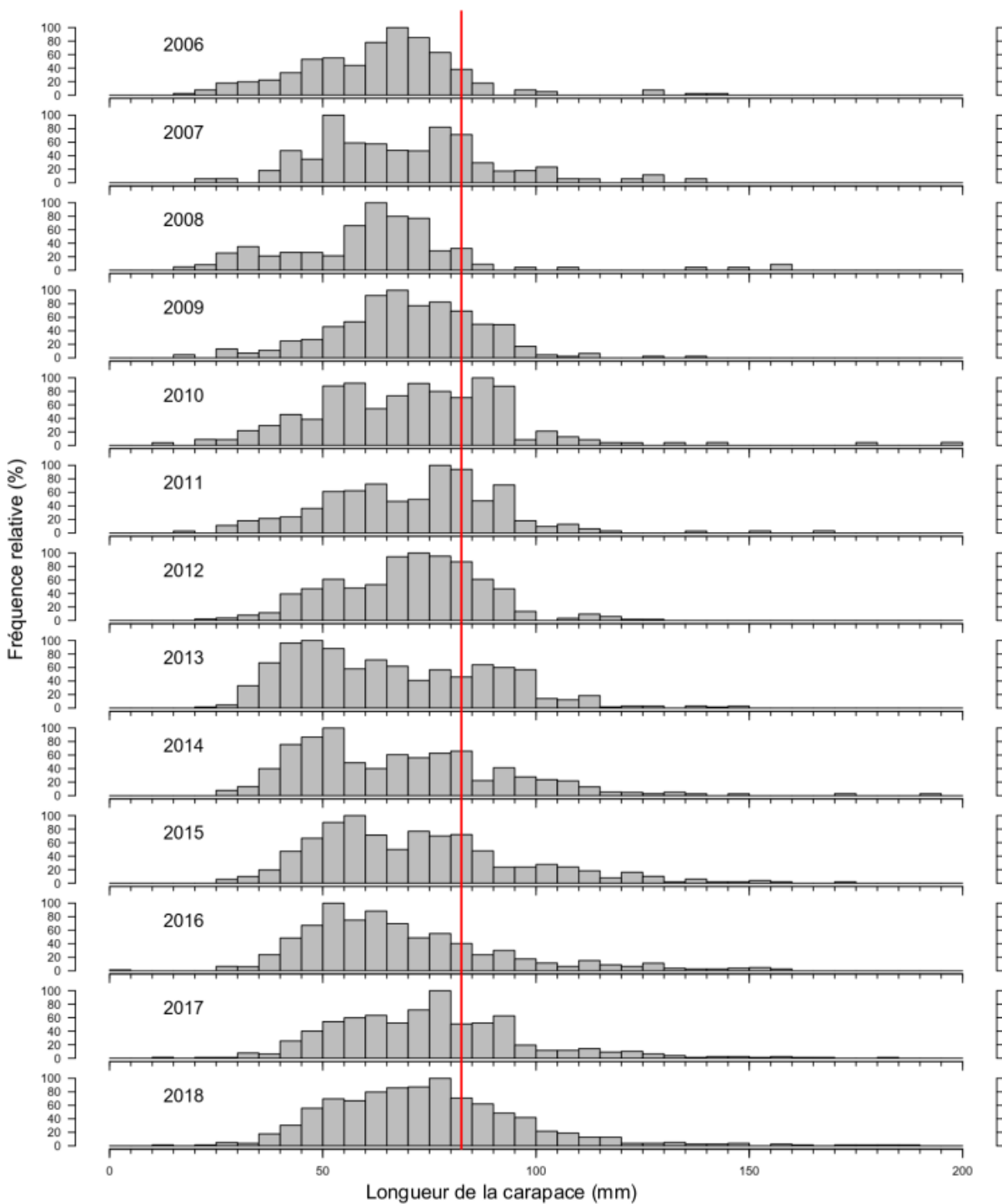


Figure A.7. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant du relevé des pétoncles mené en août de 2006 à 2018 dans la ZPH 38. Ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

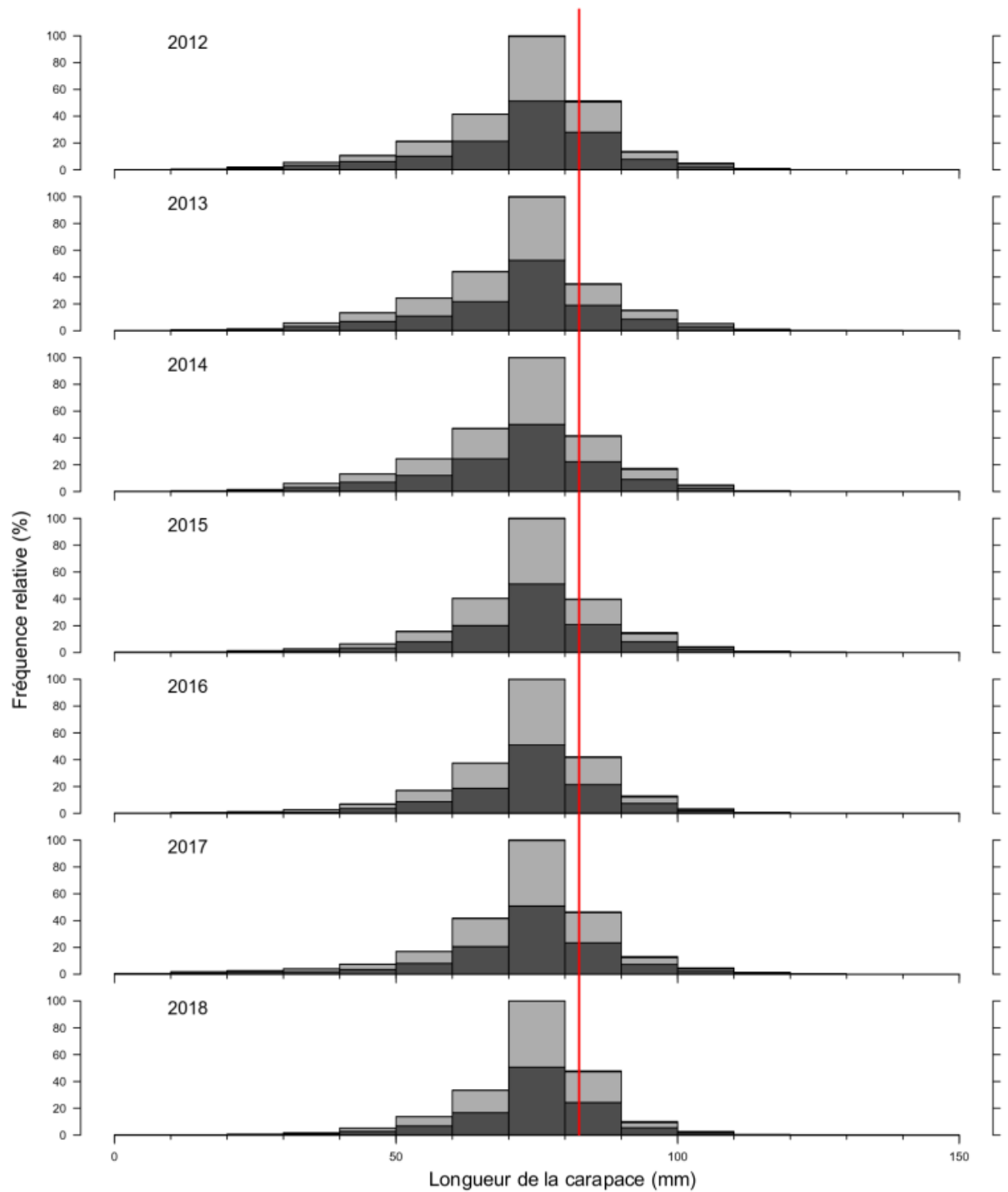


Figure A.8. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant des casiers de recrutement de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS) dans la ZPH 34. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

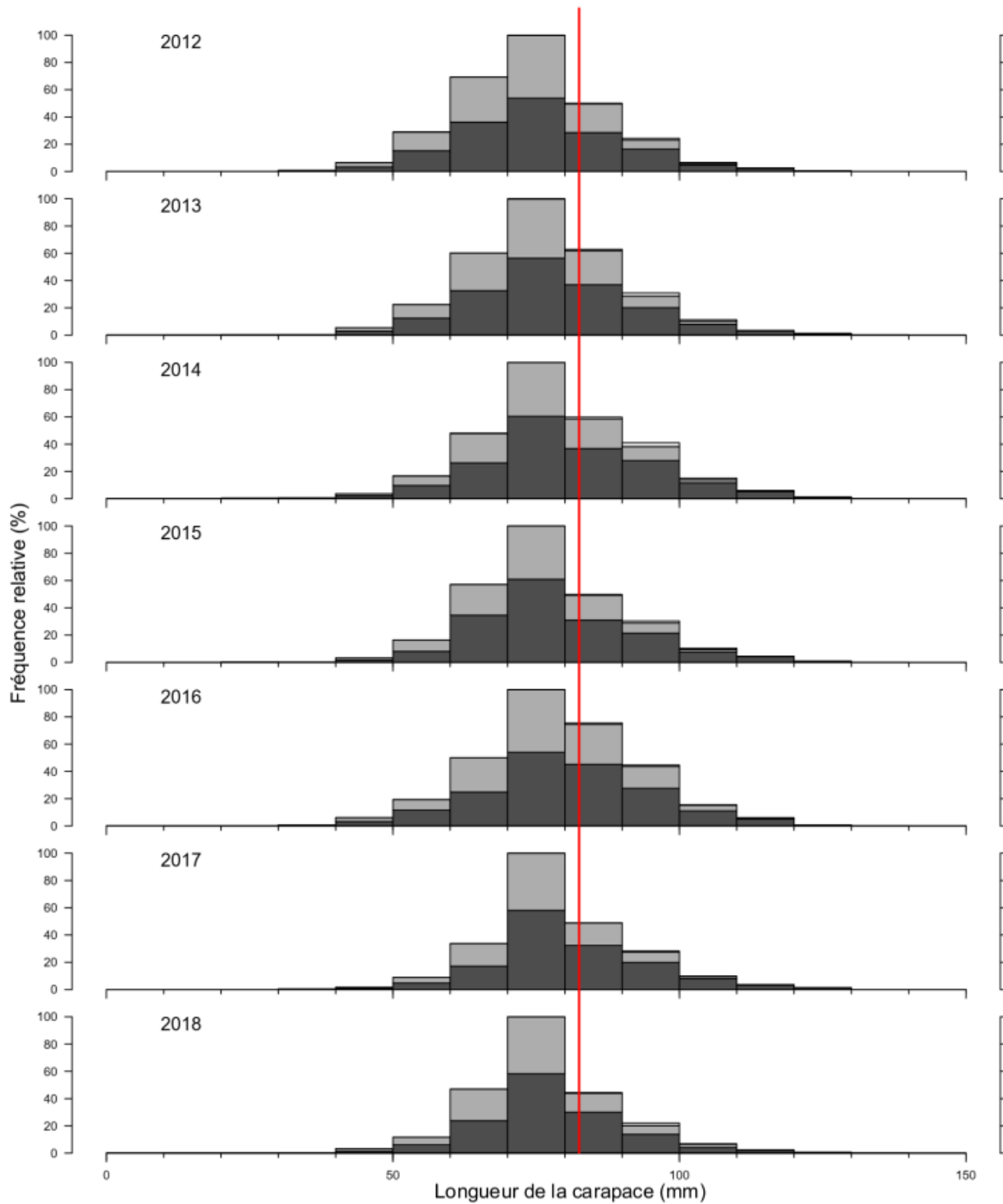


Figure A.9. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant des casiers de recrutement de la Fishermen and Scientist Research Society (FSRS) dans la ZPH 35. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM).

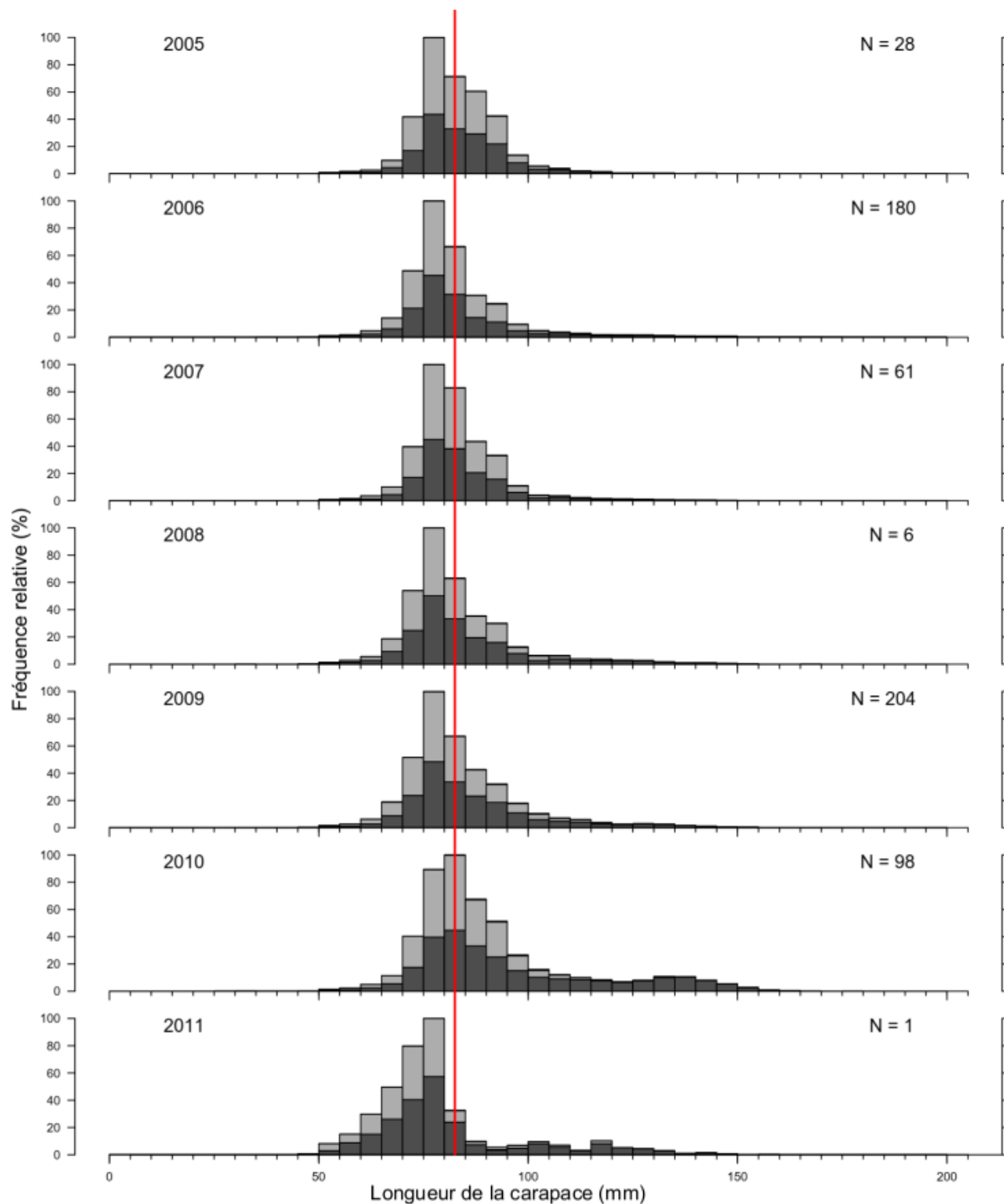


Figure A.10. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant de l'échantillonnage en mer entre 2005 et 2011 dans la ZPH 34. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM), N : nombre d'échantillons.

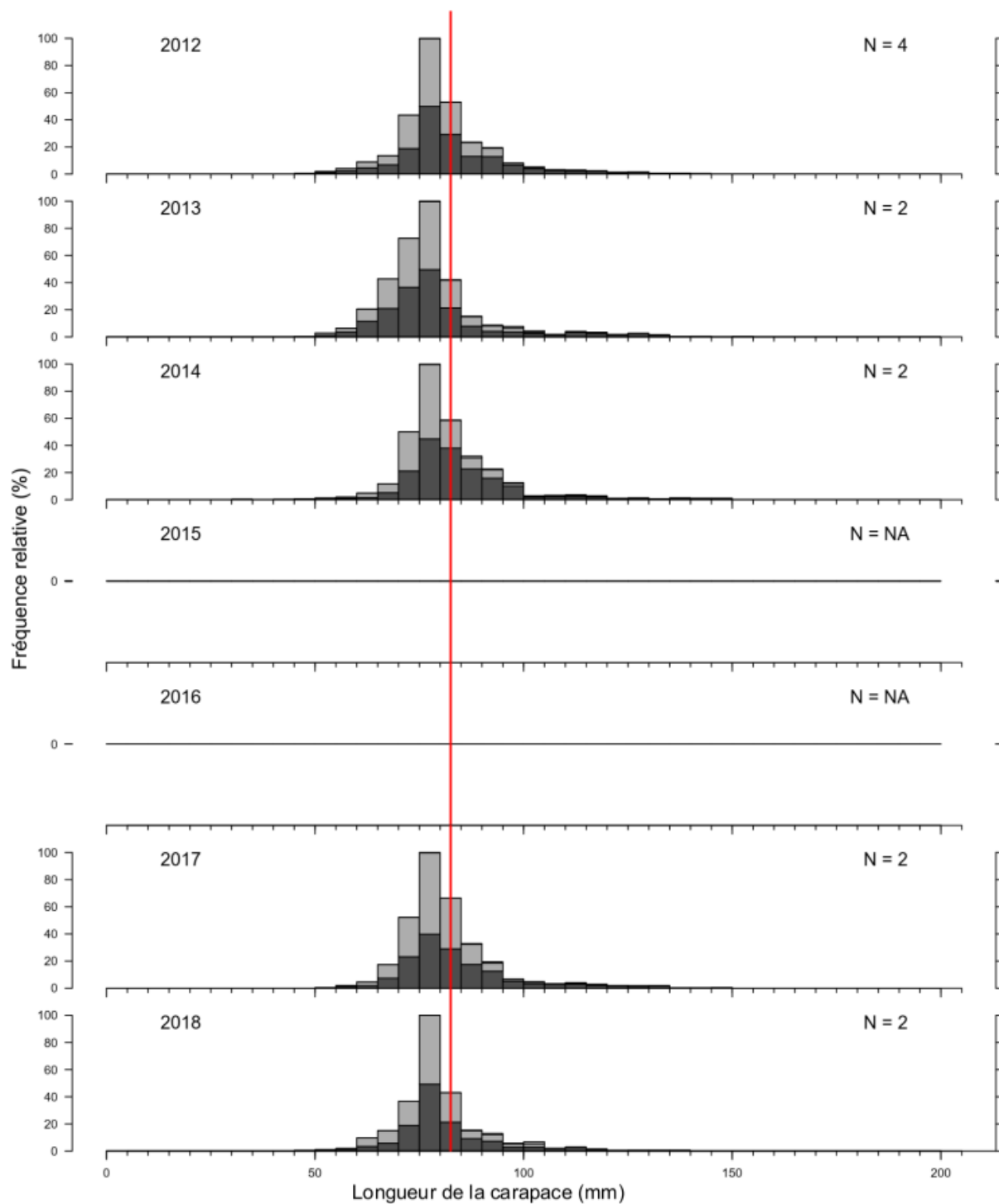


Figure A.11. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant de l'échantillonnage en mer entre 2012 et 2018 dans la ZPH 34. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM), N : nombre d'échantillons.

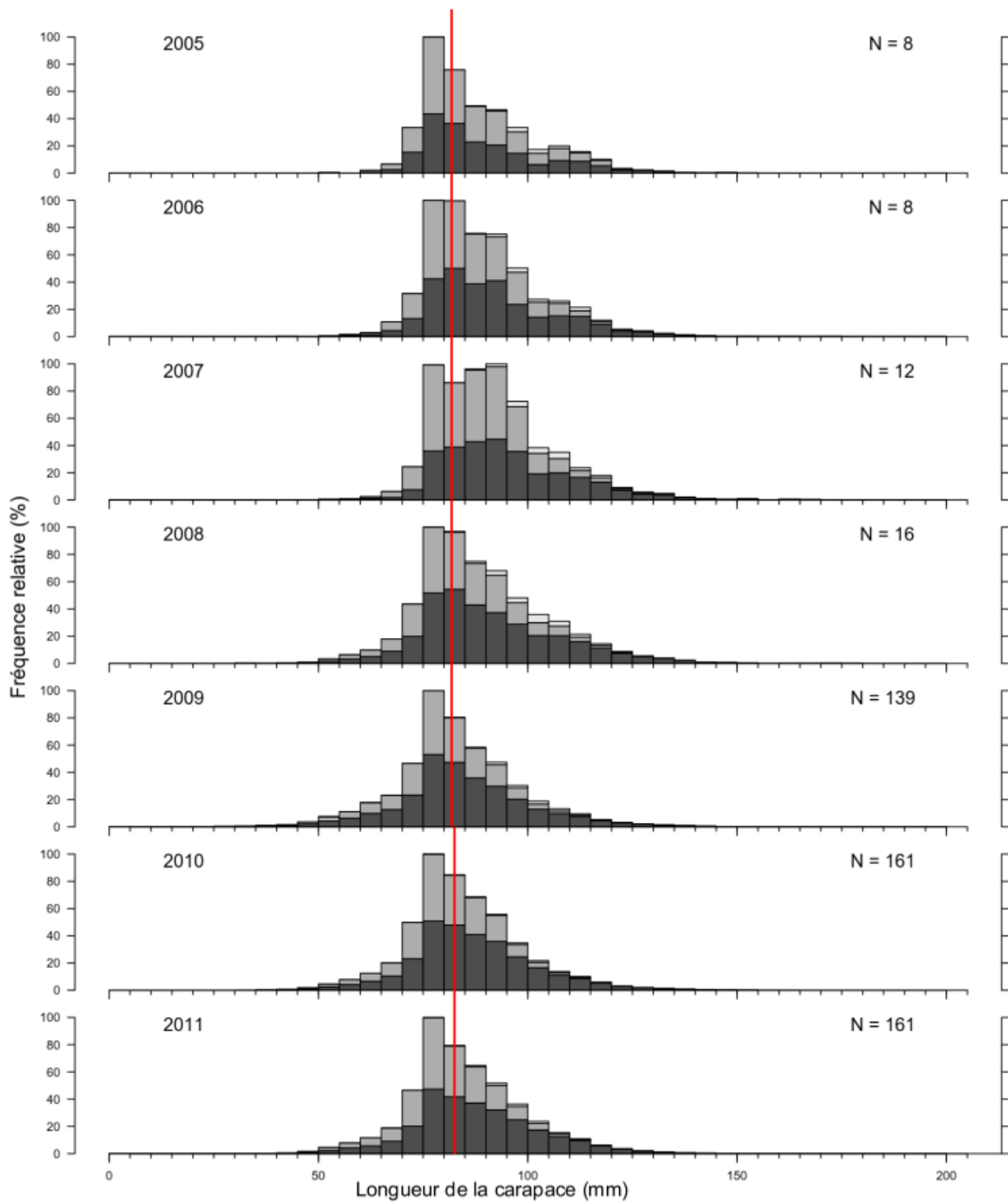


Figure A.12. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant de l'échantillonnage en mer entre 2005 et 2011 dans la ZPH 35. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM), N : nombre d'échantillons.

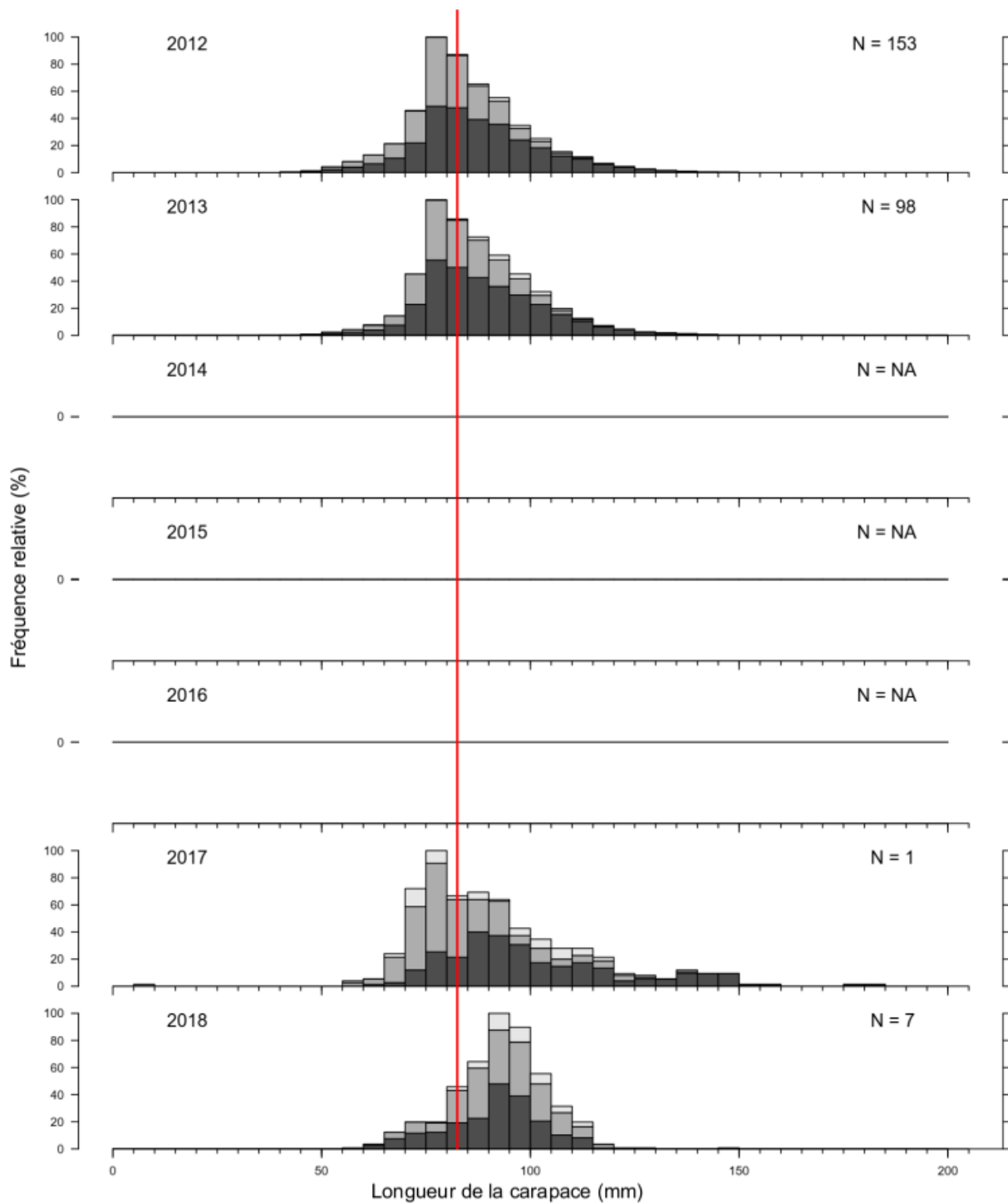


Figure A.13. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant de l'échantillonnage en mer entre 2012 et 2018 dans la ZPH 35. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM), N : nombre d'échantillons.

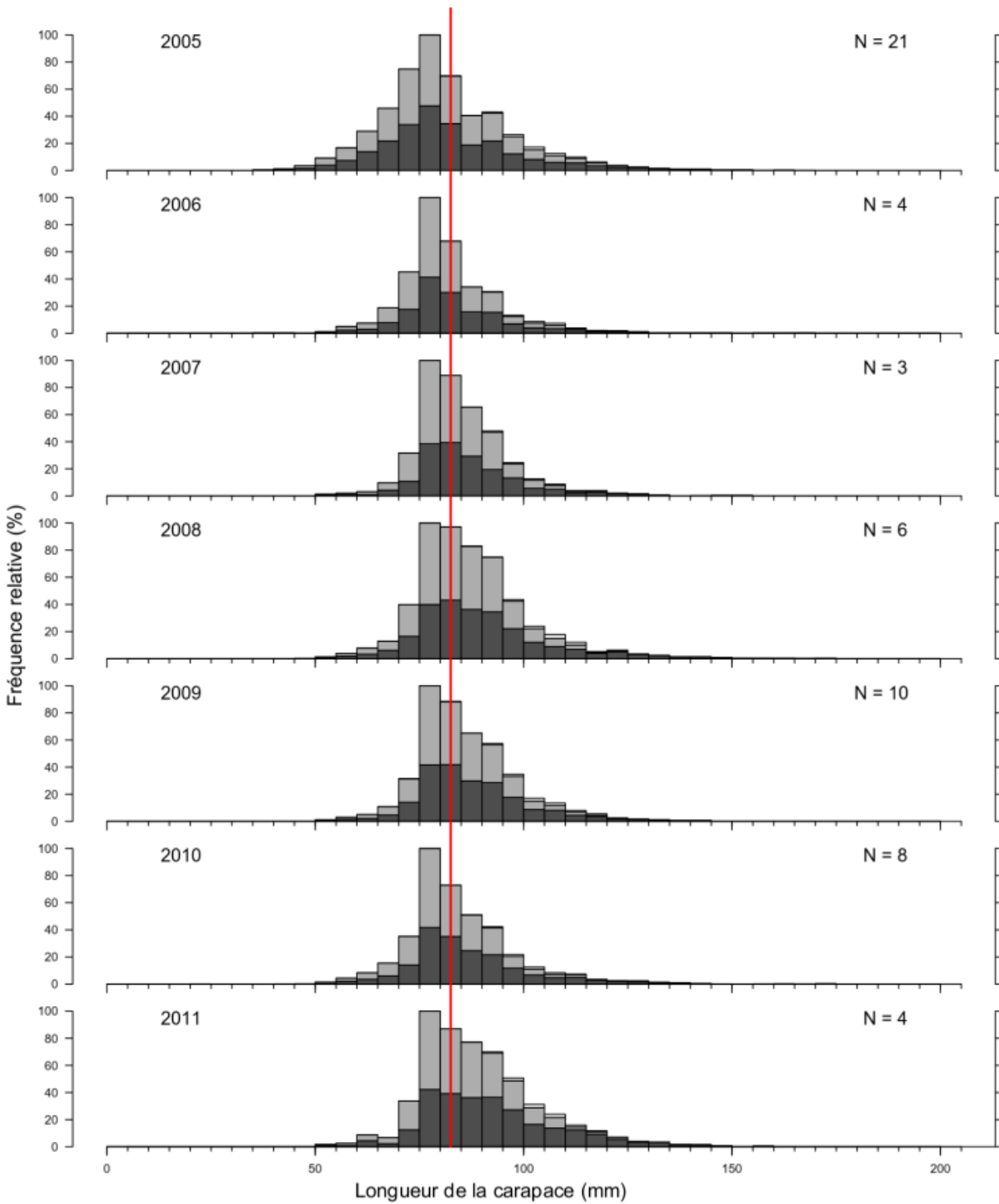


Figure A.14. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant de l'échantillonnage en mer entre 2005 et 2011 dans la ZPH 36. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM), N : nombre d'échantillons.

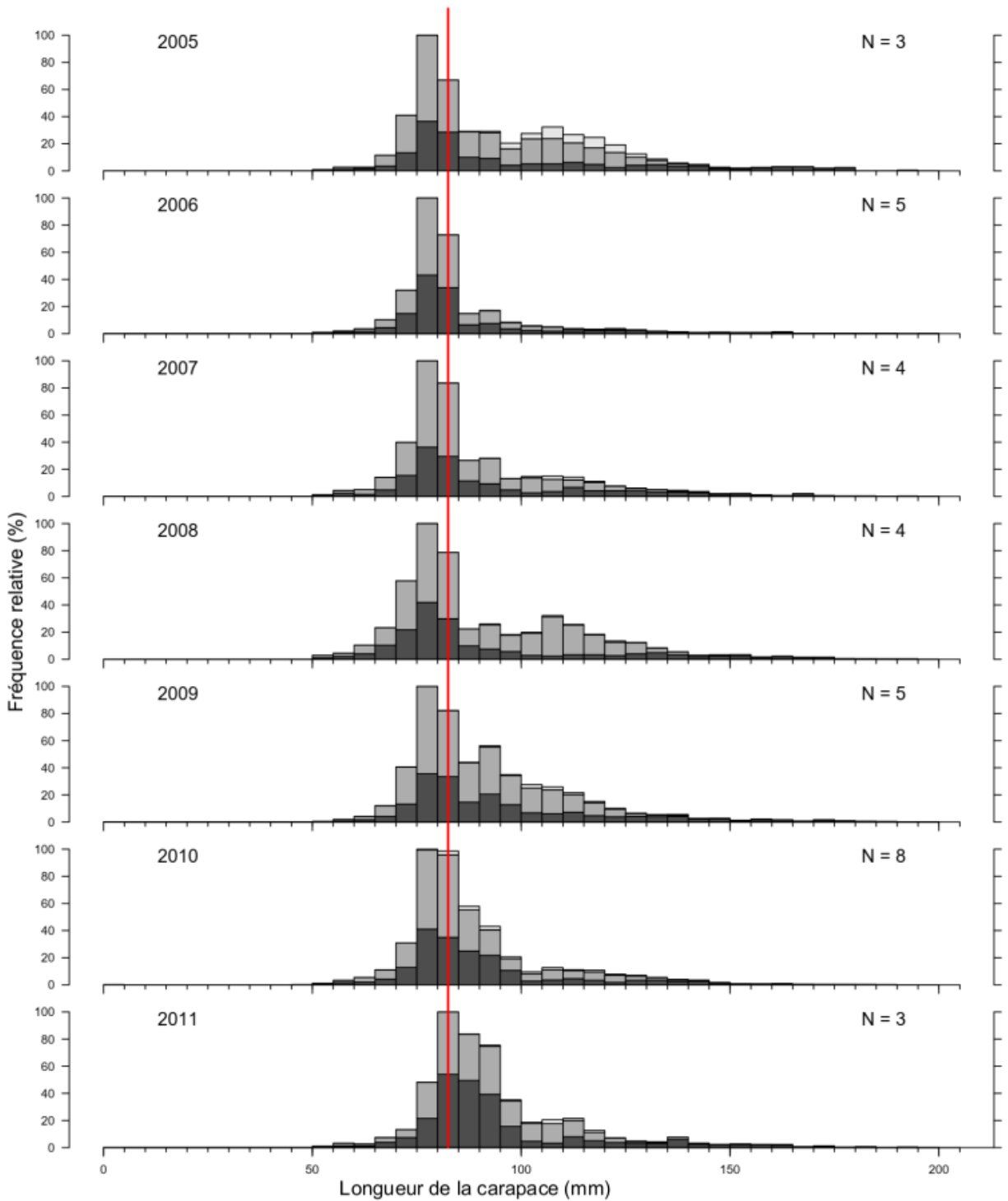


Figure A.15. Fréquences des longueurs de carapace (LC) provenant de l'échantillonnage en mer entre 2005 et 2011 dans la ZPH 38. Gris foncé : mâles, gris pâle : femelles, ligne rouge : taille réglementaire minimale (TRM), N : nombre d'échantillons.

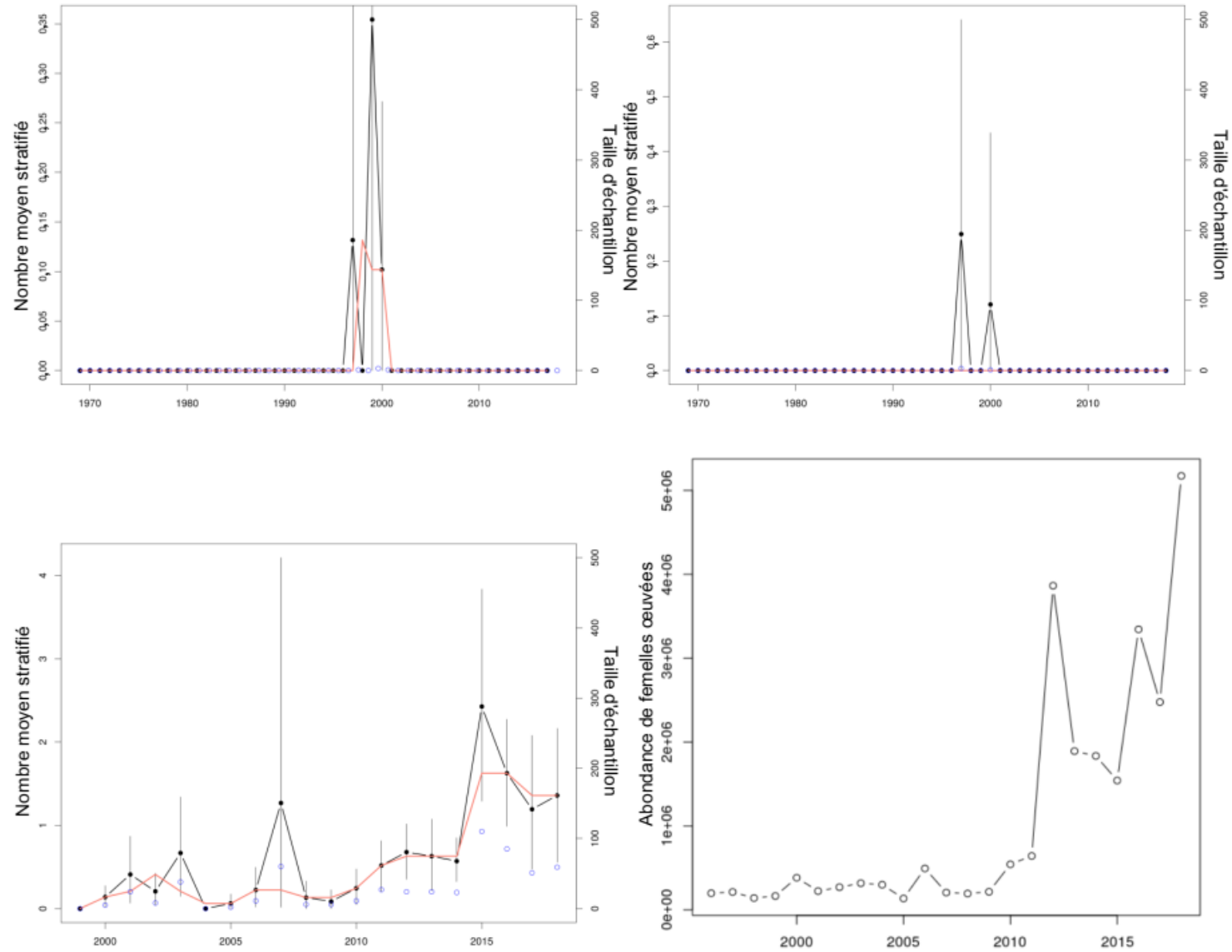


Figure A.16. Tendances des séries chronologiques des femelles œuvées pour les homards capturés lors des relevés au chalut dans la ZPH 34. Dans le sens horaire, à partir du haut à gauche, NAut, NPrin, RCHC et MPO. Les lignes orange représentent la médiane mobile sur trois ans.

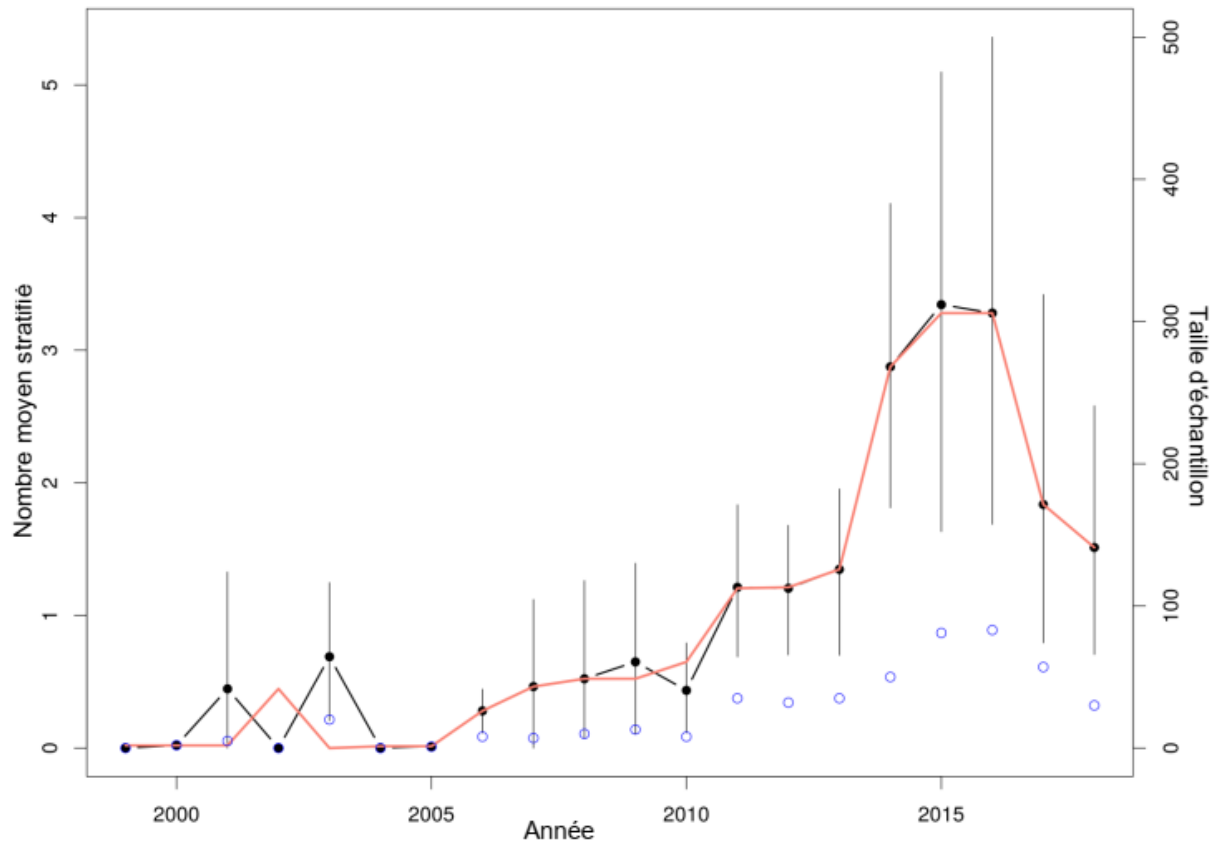


Figure A.17. Abondance des femelles œuvées dans les ZPH 35 à 38 selon les relevés d'été par NR du MPO.