



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

**Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)**

---

**Document de recherche 2019/068**

**Région de Terre-Neuve-et-Labrador**

**Évaluation de la population de capelans (*Mallotus villosus*)  
dans la sous-zone 2 et les divisions 3KL en 2017.**

F.K. Mowbray, C. Bourne, H. M. Murphy, A.T. Adamack, K. Lewis, D. Varkey et P. Regular

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

---

## Avant-propos

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

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien de consultation scientifique  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019  
ISSN 2292-4272

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

Mowbray, F.K., Bourne, C., Murphy, H., Adamack, A., Lewis, K., Varkey, D. et P. Regular. 2019. Évaluation de la population de capelans (*Mallotus villosus*) dans la sous-zone 2 et les divisions 3KL en 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. de rech. 2019/068 iv + 36 p.

### Also available in English:

Mowbray, F.K., Bourne, C., Murphy, H., Adamack, A., Lewis, K., Varkey, D., and P. Regular. 2019. Assessment of Capelin (*Mallotus villosus*) in SA2 + Div 3KL in 2017. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2019/068. iv + 34 p.

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ .....	IV
INTRODUCTION .....	1
SOURCES DE DONNÉES.....	2
PÊCHES .....	2
PRISES ACCESSOIRES DE LA PÊCHE À LA CREVETTE .....	3
RELEVÉ ACOUSTIQUE SUR LE CAPELAN .....	3
RELEVÉS PLURISPÉCIFIQUES AU CHALUT DE FOND .....	5
TRAITS DE SURFACE POUR LE DÉNOMBREMENT DES LARVES, BELLEVUE .....	5
RELEVÉS LARVAIRES DANS LA BAIE DE LA TRINITÉ.....	6
RÉSULTATS.....	7
PÊCHES .....	7
PRISES ACCESSOIRES DE LA PÊCHE À LA CREVETTE .....	8
RÉPARTITION.....	8
CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES .....	9
INDICES LARVAIRES.....	11
ABONDANCE .....	11
DISCUSSION.....	13
CONCLUSIONS.....	14
RÉFÉRENCES CITÉES.....	15
FIGURES.....	18

---

## RÉSUMÉ

L'information provenant des relevés acoustiques printaniers, des relevés larvaires, des profils de répartition, ainsi que de l'étude des caractéristiques biologiques et du comportement de frai a été utilisée pour déterminer la situation du capelan dans les divisions 2J3KL de l'OPANO jusqu'en 2017 inclusivement. Après une période d'abondance accrue en 2013-2014, l'indice acoustique de l'abondance du capelan a chuté de façon inattendue en 2015, puis encore 2017, atteignant des niveaux typiques de la période de faible abondance observée dans les années 1990 et au début des années 2000. Ces déclin s'accompagnaient d'un mauvais état printanier du capelan, d'un retard dans le développement des œufs et d'une période de frai tardive. La composition selon l'âge établie en fonction du relevé acoustique de 2017 était fortement dominée par les poissons de 2 ans, même si la proportion de capelans arrivant à maturité à 2 ans est demeurée plus faible que durant les autres périodes de faible abondance. On a trouvé plus de capelans sur le rebord du plateau continental pendant les relevés printaniers et on a observé une réduction de la migration verticale nyctémérale. Les répartitions d'automne déterminées à partir des prises du relevé au chalut étaient centrées plus au sud qu'au cours des quatre années précédentes. Les indices larvaires suggèrent que les cohortes de 2016 et 2017 seront inférieures à la moyenne. On s'attend à ce que la biomasse du stock reproducteur de capelan, bien que composée de poissons de plus grande taille en raison de la présence de géniteurs vierges de 3 ans, soit faible en 2018.

---

## INTRODUCTION

Le capelan (*Mallotus villosus*) est un petit poisson pélagique grégaire, à courte durée de vie, dont les principales populations se trouvent dans l'Atlantique Nord-Ouest, les eaux environnant l'Islande, la mer de Barents et le Pacifique Nord. Auparavant, la région de Terre-Neuve et du Labrador du MPO fournissait des évaluations et des conseils pour trois stocks de capelan de Terre-Neuve : sous-zone 2 et division 3K de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO), division 3L et division 3NO de l'OPANO. En 1992, à la suite d'une accumulation de preuves biologiques (c.-à-d. données méristiques, études de marquage), il a été recommandé que le capelan de la sous-zone 2 et des divisions 3K et 3L de l'OPANO soit considéré comme faisant partie du même complexe de stocks. Il s'agit du seul stock de capelan de Terre-Neuve pour lequel des évaluations sont actuellement fournies.

Au cours de l'histoire (avant 1970), les prises de capelans au large de Terre-Neuve-et-Labrador à des fins de subsistance, d'engrais ou d'approvisionnement en poissons-appâts ne dépassaient pas 25 000 tonnes. Il y a eu une pêche hauturière étrangère du capelan dans les années 1970 qui a enregistré un sommet de 250 000 tonnes en 1976. La pêche hauturière a été fermée dans la division 3L en 1979 et dans les divisions 2J3K en 1992. Une pêche côtière a commencé à être pratiquée dans les divisions 3KL à la fin des années 1970, avec un pic des débarquements d'environ 80 000 tonnes entre 1988 et 1990. Récemment, les débarquements se rapprochaient plus de 20 000 tonnes (figure 1).

Considéré comme l'un des principaux poissons fourragers dans les eaux de Terre-Neuve, le capelan est consommé par de nombreux prédateurs, notamment le phoque, la baleine, la morue franche, le flétan noir, le saumon et les oiseaux marins. Le capelan constitue un lien vital entre la production de zooplancton et la production de la plupart des espèces de poissons commerciales.

Le capelan des divisions 2J3KL de l'OPANO passe la majeure partie de sa vie adulte dans les eaux du large. Historiquement, le centre de cette répartition changeait de façon saisonnière, le capelan se nourrissant généralement plus au nord (divisions 2J et 3K de l'OPANO) à l'automne, se déplaçant vers le sud le long du rebord du plateau au printemps (division 3L de l'OPANO) avant de remonter la côte NE pour frayer sur les plages et dans les eaux profondes près des plages dans les baies de Terre-Neuve en été.

Au fil des ans, un certain nombre d'indices côtiers et hauturiers ont été utilisés pour décrire l'abondance et la répartition du capelan de Terre-Neuve-et-Labrador. Les séries de données côtières portaient généralement sur l'abondance du capelan au moment du frai ou aux environs de celui-ci (relevés aériens, taux de prises de la pêche commerciale côtière, ponte des œufs) et sur la production de capelans larvaires émergents et tardifs. Les données sur le capelan extracôtier comprennent des relevés de groupe 0, des relevés au chalut multi-espèces, des renseignements sur les prises accessoires et, surtout, des relevés acoustiques dirigés au large.

En raison des contraintes en matière de financement et de la perte subséquente d'un grand nombre de ces indices au début des années 2000 (p. ex. relevés aériens, ponte d'œufs, relevés de groupes 0), il n'y avait pas suffisamment de sources de données disponibles pour utiliser le modèle multiplicatif utilisé auparavant pour estimer la taille des cohortes de capelans (Evans et Nakashima 2001). Par conséquent, à partir de 2002-2007, les initiatives de recherche sur le capelan ont été orientées principalement vers la recherche écologique. Entre 2008 et 2014, l'information sur l'état des stocks a été fournie tous les deux ans à partir des données de deux principaux indices (c.-à-d. le relevé acoustique du printemps et l'indice des larves émergentes). Par suite des recommandations découlant de l'évaluation de 2012, une réunion sur les points de référence limites a eu lieu en novembre 2013 (MPO 2013). Au cours de cette réunion, toutes

---

les sources de données et les méthodes d'évaluation actuellement disponibles ont été examinées et un certain nombre de points de référence potentiels ont été abordés. Toutefois, en raison de graves limitations des données et de l'absence de méthodes de projection des stocks adéquates, aucun point de référence limite n'a été fixé. Selon le calendrier, il aurait dû y avoir une évaluation bisannuelle de l'état des stocks en 2016, mais elle a été retardée d'un an, car il n'y a pas eu de relevé acoustique en 2016. Ce document présente de l'information sur l'état des stocks jusqu'en 2017 inclusivement et est le premier d'une série renouvelée d'évaluations annuelles des stocks de capelan.

## SOURCES DE DONNÉES

### PÊCHES

En raison de la courte saison de pêche, des changements dans le calendrier de pêche et des méthodes d'exploitation, les taux de prises commerciales ne sont plus utilisés comme indice d'abondance pour cette espèce depuis 1993. Toutefois, les données biologiques provenant d'échantillons prélevés au cours de la saison de pêche commerciale ont été utilisées pour fournir des données sur l'âge et la structure de taille des prélèvements du stock reproducteur. Le Plan de gestion intégrée des pêches (PGIP) du capelan répartit le quota entre deux secteurs d'engins : mobile et fixe (MPO 2018). Les limites relatives à la période pendant laquelle la pêche peut avoir lieu sont également établies dans le PGIP, mais la date d'ouverture réelle de la pêche avec chaque secteur d'engins dans chaque baie est déterminée annuellement en consultation avec l'industrie et dépend de la disponibilité et de la qualité du capelan. Avant l'ouverture de la pêche, des permis de pêche d'essai sont attribués à quelques pêcheurs dans chaque baie afin de surveiller les caractéristiques biologiques du capelan disponible. Dans la plupart des cas, l'industrie ne demandera pas l'ouverture d'une pêche tant que la pêche d'essai n'aura pas prouvé que le stock de poissons est de grande qualité (forte teneur en œufs et faible teneur en aliments). Le secteur des engins mobiles ouvre 24 heures avant le secteur des engins fixes. Le secteur des engins mobiles se compose uniquement de senneurs à senne coulissante, qui sont autorisés à récolter des quotas dans l'ensemble de la zone du stock. Le secteur des engins fixes englobe les pièges, les éperviers, les épuisettes et les sennes « tuck ». Les pêcheurs détenant un permis de pêche à engins fixes peuvent pêcher dans une seule zone de pêche du capelan. Bien qu'elle soit considérée comme un engin fixe, une senne « tuck » est une senne de plage modifiée qui est utilisée de la même manière qu'une senne coulissante. Depuis le début des années 2000, la pêche à la senne « tuck » constitue une part croissante de l'effort de pêche aux engins fixes.

Des échantillons provenant de la pêche commerciale ont été prélevés au fur et à mesure que les prises sont déchargées dans les installations de transformation. Dix échantillons composés de 200 poissons ont été prélevés dans chaque baie. Les échantillons traités ont été répartis entre les types d'engins et dans le temps au cours de la pêche, proportionnellement aux débarquements des secteurs connexes. La longueur, le sexe et la maturité de tous les poissons ont été déterminés et des informations détaillées supplémentaires (poids, poids des gonades, plénitude de l'estomac et âge [selon les otolithes]) ont été recueillies pour 2 poissons par sexe, par classe de longueur de 5 mm dans chaque échantillon. Les prises selon l'âge ont été calculées séparément pour chaque secteur d'engins et chaque division de l'OPANO. Cet article présente la composition par âge des prises commerciales jusqu'en 2017 inclusivement ainsi que les tailles moyennes (longueur et poids) des prises commerciales.

---

## PRISES ACCESSOIRES DE LA PÊCHE À LA CREVETTE

La pêche commerciale de la crevette nordique (*Pandalus borealis*) fait l'objet d'un programme d'observateurs des pêches, dont l'une des responsabilités est la surveillance des prises accessoires d'espèces non ciblées. Le programme couvre environ 100 % des chalutiers de la flottille hauturière et environ 7 % des chalutiers de la flottille côtière. Les données recueillies sur chaque trait de chaluts comprennent l'emplacement et la profondeur de la pêche, la durée du trait, les espèces capturées et le poids par espèce des prises accidentelles conservées et rejetées. La somme des prises accessoires de capelan rejetées et conservées a été déterminée séparément pour les pêches côtières et hauturières dans chaque division et le nombre total de traits a été compté. Pour tenir compte de la couverture de 7 % de la pêche côtière, on a divisé par 7 % le total des prises accessoires et le nombre total de traits de la pêche côtière dans chaque division afin d'obtenir une estimation des prises accessoires totales et du nombre de traits dans chaque division.

## RELEVÉ ACOUSTIQUE SUR LE CAPELAN

De 1982 à 1992, deux relevés acoustiques ont été effectués chaque année. Le premier relevé de l'année a été réalisé en mai et couvrait la majorité de la division 3L, une zone particulièrement importante pour le capelan juvénile. L'objectif principal de ce relevé était de produire une estimation de la population de capelans immatures qui intégreront la population reproductrice l'année suivante. Un deuxième relevé a été effectué durant le mois d'octobre dans les divisions 2J3K. Celui-ci avait pour but de déterminer la taille et le nombre de poissons arrivant à maturité disponible pour l'année suivante. Ensemble, ces deux relevés constituaient le fondement de l'évaluation des stocks jusqu'en 1992. Cependant, à la suite d'une baisse spectaculaire des estimations acoustiques de l'abondance au large des côtes à l'automne et au printemps, accompagnée de changements soudains dans le comportement de frai et la migration du capelan, la fiabilité des relevés acoustiques en mer comme indices de l'abondance du capelan a été remise en question.

Afin de résoudre ce problème, le relevé du printemps a été brièvement interrompu en 1993 pour être remplacé par un relevé élargi effectué à l'automne et ouvrant l'ensemble des divisions 2J3KL (1993-1994). Cependant, ce relevé acoustique élargi n'a pas permis de retrouver le capelan hauturier « manquant ». Aucun relevé acoustique n'a été effectué en 1995 et un seul relevé printanier a été effectué dans la division 3L en 1996. Aucun relevé acoustique n'a été effectué en 1997 et 1998. Depuis 1999, un relevé printanier est effectué chaque année (à l'exception de 2006 et de 2016), mais aucun relevé automnal n'a été effectué depuis 1994.

Les relevés printaniers du capelan sont habituellement effectués en mai, mais en 1992 et en 2003, un second relevé a été effectué en juin. Les relevés sont effectués principalement dans la division 3L de l'OPANO et depuis 1996, dans la partie inférieure de la division 3K (<50°N). Un relevé stratifié a été effectué chaque année, même si les limites des strates et les zones couvertes ont changé au fil du temps. Avant 1999, les strates étaient habituellement rectangulaires et s'étendaient de la côte jusqu'au plateau, mais ne se rendaient pas jusqu'au rebord du plateau. Depuis 1999, les strates sont délimitées en profondeur (figure 2). La méthodologie et les strates originales pour chaque relevé de 1982 à 1996 ont été présentées dans les documents annuels d'évaluation des stocks (Miller 1985, 1991, 1992, 1997).

En outre, la conception des transects a considérablement varié au fil du temps. Avant 1989, les transects étaient disposés selon des tracés équidistants parallèles ou en zigzag. De 1989 à 1992, des transects parallèles espacés au hasard ont été étudiés selon les protocoles établis dans O'Boyle et Atkinson (1989). On croyait qu'il était préférable d'adopter un plan de transects espacés au hasard, car cela permettait de calculer la variance des estimations d'abondance en

---

fonction de la moyenne des transects. Toutefois, une diminution des densités du capelan au large et les modèles de répartition ont incité les chercheurs à revenir à la conception de lignes parallèles équidistantes en 1993, parce qu'ils avaient établi que cette conception offrait la plus grande probabilité de croiser des regroupements de capelans. Dans la conception des relevés après 1999, le point de départ du transect initial est généré au hasard pour chacun des relevés.

Dans les années 1980 et au début des années 1990, les transects ont été répartis dans chaque strate à raison d'un transect pour 10 milles marins de latitude. Au cours des années suivantes, il a été décidé que l'intensité du relevé était moins importante que la couverture maximale de la zone. On s'intéressait particulièrement à l'élargissement de la zone de relevé vers le nord et jusqu'aux eaux profondes du rebord du plateau continental. Par conséquent, l'espacement des transects a augmenté à 15 à 30 milles marins, et l'intensité d'échantillonnage (effort) a été ajustée dans chaque strate en fonction de son classement de densité prévu (selon les résultats du relevé de l'année précédente) et du temps total disponible pour le relevé.

Lors des relevés acoustiques, la rétrodiffusion a été attribuée aux espèces selon les caractéristiques des échogrammes et les caractéristiques biologiques des prises des chaluts. Des traits de pêche ciblés ont été effectués au besoin pour étudier la composition par espèce de la rétrodiffusion acoustique, et des traits de pêche ciblés sont également effectués périodiquement pour confirmer l'absence de capelan dans la zone acoustique de fond (0,75 m). Un minimum d'un trait a été effectué toutes les 12 heures pendant tous les relevés. Avant 1996, un gros chalut pélagique (Diamond IX) était utilisé pour prélever des échantillons biologiques. Depuis 1996, les chaluts IYGPT (1996-2015) et Campelen 1800 (1996-présent) sont utilisés à cette fin. Des corrections de sélectivité basées sur la longueur ont été apportées à toutes les prises du chalut IYGPT pour produire des équivalents pour le Campelen, car le chalut IYGPT capture beaucoup plus de petits capelans (< 10 cm) que de gros capelans > 14 cm (Mowbray 2001). Des traits de pêche ont été effectués sur le fond marin et dans la colonne d'eau, en ciblant le signal de rétrodiffusion observé. L'utilisation de chaluts de fond a permis de faire un échantillonnage dirigé de la zone de fond dans les années 1990, lorsque le capelan avait tendance à se regrouper près du fond marin. La durée des traits de pêche variait de 15 à 120 minutes, selon le mode de déploiement (au fond ou à mi-eau) et l'intensité de la rétrodiffusion à vérifier.

Le nombre total et le poids de chaque espèce capturée ont été enregistrés pour toutes les années. La longueur totale, le sexe et la maturité ont été enregistrés pour un maximum de 200 capelans choisis au hasard dans chaque trait. Un échantillonnage détaillé supplémentaire (poids, poids des gonades, contenu stomacal scalaire et extraction d'otolithes) a été effectué sur 2 capelans de chaque sexe par groupe de 5 mm de longueur. Depuis 1999, les estomacs sont prélevés à raison d'un estomac par strate. Des estomacs ont été prélevés des capelans faisant l'objet d'un échantillonnage détaillé. De 1999 à 2007, les estomacs ont été conservés dans une solution à 10 % de formol, mais depuis 2008, ils sont congelés. Depuis 1999, des mesures de longueur sont également enregistrées pour toutes les autres cibles acoustiques potentielles, y compris la morue arctique, la morue franche, le hareng atlantique, le sébaste et le lançon.

Les changements dans les schémas de migration verticale peuvent influencer sur la disponibilité des poissons pour les relevés acoustiques. Cela peut être dû au fait que les poissons se déplacent au-dessus de la partie « effectivement exposée au bruit » de la colonne d'eau (11 à 15 m de la surface), restent dans la « zone morte » du fond (0,75 m du fond) ou se dispersent à un degré tel que le capelan ne peut être détecté ou distingué du bruit ambiant. Afin de répondre à ces préoccupations, des études à méso-échelle sur les différences nyctémérales de la détectabilité du capelan ont été menées en 1987 (Miller, données non publiées) et en 1999 (Mowbray 2001). Au cours de ces études, un petit bloc (environ 18,5 km x 14,8 km) a fait l'objet



---

de relevés répétés avec des lignes parallèles équidistantes et la rétrodiffusion résultante a été intégrée dans des compartiments horizontaux de 100 m. Le coefficient moyen de rétrodiffusion de la zone ( $s_a$ ) du capelan sur un transect a été calculé chaque fois que le transect a fait l'objet d'un relevé. La détectabilité minimale a été calculée comme étant le rapport entre le coefficient de radiodiffusion ( $s_a$ ) moyen minimal et maximal du capelan dans la zone de relevé à méso-échelle dans une période de 24 heures donnée. Les résultats de ces études ont indiqué que le capelan était constamment moins disponible pour les relevés acoustiques pendant la journée, probablement en raison de son proximité avec le fond marin.

Au fil des ans, des changements sont survenus dans les relevés acoustiques d'automne et de printemps, ce qui peut avoir une incidence sur les résultats et la comparabilité des relevés. Ces changements portaient sur la conception et l'intensité de l'enquête, la technologie acoustique utilisée, les techniques d'étalonnage, la biologie du poisson et l'équipement d'échantillonnage utilisé. Frank *et al.* (2016) ont étudié l'incidence des changements apportés à la conception des relevés acoustiques printaniers et ont constaté que la conception et l'espacement actuels des transects donnaient des résultats semblables à ceux des relevés acoustiques printaniers précédents. Dans l'évaluation précédente (Mowbray 2012), une méthodologie statistique servant à calculer les intervalles de confiance autour des estimations de l'étude acoustique printanière a été établie afin d'incorporer la variabilité associée aux changements biologiques et technologiques dans la conception du relevé acoustique du printemps.

## **RELEVÉS PLURISPÉCIFIQUES AU CHALUT DE FOND**

L'information sur le taux de capture provenant des relevés plurispécifiques au chalut de fond (ci-après appelés relevés au chalut de fond) est disponible depuis que le chalut utilisé est un chalut Campelen. Les taux de prises de capelan sont disponibles pour les relevés d'automne dans les divisions 2J3KL de l'OPANO depuis 1995 et pour les relevés de printemps dans les divisions 3LNO depuis 1996. Pour un compte rendu détaillé de la méthodologie et de la conception de ces enquêtes, voir Brodie (2005). En raison des limites de la disponibilité du capelan dans les relevés au chalut causées par le déplacement vertical du capelan par rapport au chalut et la sélectivité du chalut utilisé, il est impossible d'utiliser les données du chalut pour estimer l'abondance du capelan (p. ex. Mowbray, 2001). Cependant, les données du relevé au chalut ont été utilisées pour décrire la répartition du capelan et le centre de masse du stock de capelan. De plus, les relevés au chalut constituent la seule source d'information sur la répartition du capelan dans la partie nord de l'aire de répartition du stock. Des échantillons de 200 poissons (relevés printaniers) et de 25 poissons (relevés automnaux) prélevés lors des relevés au chalut sont congelés et ensuite examinés en laboratoire. La longueur, le sexe et la maturité sont déterminés pour 25 poissons de chaque prise dans les relevés d'automne et pour un échantillon de 200 poissons de chaque superstrate (groupe de strates de profondeur similaires consécutives) au printemps. L'échantillonnage détaillé (poids, poids des gonades, plénitude de l'estomac et âge des otolithes) est déterminé pour 2 poissons par sexe et par classe de longueur de 5 mm dans chaque prise échantillonnée lors de l'enquête du printemps et pour un maximum de 25 poissons de l'ensemble ayant la prise la plus élevée dans chaque superstrate lors des enquêtes de l'automne.

## **TRAITS DE SURFACE POUR LE DÉNOMBREMENT DES LARVES, BELLEVUE**

Depuis 2001, des traits de surface pour le dénombrement des larves ont été effectués dans 5 sites dans les eaux littorales (< 20 m) au large de la plage Bellevue. Ce relevé a été conçu pour échantillonner les larves émergeant des frayères démersales de capelan (Nakashima et Wheeler 2002) ainsi que les larves émergeant de la plage Bellevue et de quatre petites plages de frai le long de la rive ouest de Bellevue. Depuis 2003, ces travaux sont effectués à partir d'un

---

bateau de 27 pieds en fibre de verre utilisant deux bolinches de 75 cm à filet à mailles de 270 µm et remorquées pendant 10 minutes à 2,1 nœuds dans 5 stations toutes les 24 à 48 heures (figure 3) si la météo le permet. Un seul des filets recueille un échantillon de larves. Un débitmètre mécanique de la série 2030 de General Oceanics positionné à l'ouverture d'une des bolinches mesure le volume d'eau filtrée. Les larves de capelan sont conservées dans une solution à 5 % de formol et d'eau salée tamponnée avec du borate de sodium. En laboratoire, lorsque moins de 500 larves de capelan sont présentes dans un échantillon, elles sont toutes dénombrées, sinon une technique de sous-échantillonnage est utilisée (van Guelpen *et al.* 1982). Pour chaque échantillon, 50 larves sont mesurées et la présence ou l'absence de leur sac vitellin est enregistrée. Si le sac vitellin est présent, son diamètre est mesuré. L'âge des larves de capelan échantillonnées dans cet indice varie de nouvellement écloses à 12 jours. Cette estimation de l'âge est basée sur la présence ou l'absence du sac vitellin et la longueur des larves. Le capelan ne forme pas d'anneaux dans ses otolithes avant environ 12 jours après l'éclosion (Ivarjord *et al.* 2008), et très peu des larves prélevées ont des anneaux dans leurs otolithes au moment du prélèvement (données non publiées de Murphy).

La production annuelle totale de larves par m<sup>3</sup> (N) calculée pendant la période d'échantillonnage est estimée selon la méthode d'intégration trapézoïdale :

$$N = \sum (t_n - t_{n-1})^{1/2} [X(t_n) + X(t_{n-1})]$$

Où  $t_n$  est la journée d'échantillonnage,  $t_{n-1}$  est le jour d'échantillonnage précédent,  $X(t)$  le nombre de larves par m<sup>3</sup> au jour  $t$ , et  $X(t_{n-1})$  le nombre de larves par m<sup>3</sup> au jour  $t_{n-1}$ . Seuls les jours où les 5 stations ont été échantillonnées avec succès sont inclus dans l'analyse. Si un échantillon n'a pas été prélevé en raison de conditions de mer défavorables ou pour toute autre raison, la valeur de cet échantillon est remplacée par la moyenne des estimations pour les jours adjacents. Si l'échantillonnage n'a pas été effectué pendant trois jours ou plus, les valeurs manquantes sont remplacées par 0.

## RELEVÉS LARVAIRES DANS LA BAIE DE LA TRINITÉ

De 1982 à 1986, des études sur la production et la répartition des larves de capelan ont été effectuées dans la baie de la Trinité (Dalley *et al.* 2002). Ces travaux consistaient en un suivi exhaustif de la production de capelan sur une base mensuelle, de juillet à octobre, couvrant toute la baie principale. Au cours de ces relevés, 52 stations choisies au hasard dans 6 strates ont été occupées et pêchées à plusieurs reprises à l'aide d'une paire de filets à mailles de 333 µm installés sur un cadre de type « Bongo » de 61 cm de diamètre. Grâce aux prises provenant de ces relevés, on a déterminé que la partie centrale de la baie contenait les densités les plus élevées de larves de capelan et que les prises dans ces strates centrales étaient corrélées aux prises dans les autres strates.

En 2002, une version réduite de cette enquête a été rétablie. Les objectifs du relevé étaient de suivre la production larvaire à l'échelle de la baie et d'étudier comment les périodes de frai plus tardives ont une incidence sur la survie et la croissance des larves. Depuis 2003, 19 stations (figure 4) dans les strates centrales ont été échantillonnées 1 à 3 fois par an pendant les mois d'août, septembre et/ou octobre. Pendant les années où un seul relevé a été effectué, il l'a été en septembre.

En 2003, des stations d'échantillonnage fixes ont été établies le long de 4 lignes nord-ouest distantes de 6 milles marins; des stations ont été placées à 3 milles marins d'intervalle le long de chacune des 4 lignes. Tous les autres équipements et méthodes étaient les mêmes que ceux utilisés par Dalley *et al.* (2002). Les vitesses constantes de descente et de remontée du filet Bongo sont maintenues à chaque station grâce à la surveillance en temps réel de la profondeur de l'engin à l'aide d'un dispositif STD monté sur le filet. La vitesse de descente cible

---

est de 20 m/min et la vitesse de remontée est de 10 m/min. Le volume filtré de chaque filet est contrôlé à l'aide de débitmètres mécaniques (General Oceanics série 2030). Les filets Bongo sont remorqués à une vitesse de 2 à 2,5 nœuds. Dans chaque station, l'échantillon d'un filet Bongo est conservé dans une solution tamponnée de formaldéhyde à 2 % et l'échantillon de l'autre filet est conservé dans de l'éthanol à 99 %.

Des profils CTP sont effectuées dans l'ensemble de la colonne d'eau à chacune des 19 stations Bongo, ainsi qu'à la tête et à l'embouchure de la baie lorsque le temps et les conditions météorologiques le permettent (figure 4). Depuis 2013, des échantillons de zooplancton ont été prélevés à chaque station Bongo à l'aide d'un filet à mailles de 50 µm installé à l'intérieur d'un des filets Bongo. Depuis 2017, des échantillons de zooplancton frais ont été analysés à bord du NGCC *Vladykov* à l'aide d'une FlowCam.

Après le relevé, les 19 échantillons de larves conservés dans une solution de formaldéhyde à 2 % sont filtrés, immergés dans de l'eau fraîche, puis reconstitués jusqu'à un volume de 1 L. Des aliquotes successives de 50 ml de l'échantillon reconstitué sont triées et toutes les larves de poissons sont identifiées par espèce. Les aliquotes sont analysées jusqu'à ce qu'au moins 50 capelans soient comptés ou que la moitié de l'échantillon soit triée (500 mL). Le nombre d'individus de chaque espèce est enregistré et toutes les larves de capelan et de hareng sont mesurées pour la longueur standard. La densité du capelan par mètre carré est ensuite calculée pour chaque station de la façon suivante :

$$\rho_i = C_i * D_i / V_i$$

Où  $\rho$  est la densité de larves de capelan par mètre carré,  $i$  est la station,  $C$  est le nombre de capelans capturés,  $D$  est la profondeur maximale de remorquage à la station  $i$  en mètres et  $V$  est le volume filtré en m<sup>3</sup>. L'indice de production annuelle de capelan de la baie de la Trinité est la densité moyenne pondérée des 19 stations. Les fréquences des longueurs de capelan mesurées à partir de chaque station sont mises à l'échelle selon la densité de la station et additionnées sur toute la zone du relevé.

L'échantillon du deuxième filet Bongo conservé dans l'éthanol n'est pas utilisé pour l'estimation de l'abondance. Les larves de capelan provenant de ces échantillons sont utilisées pour les études sur l'âge, la croissance et le régime alimentaire des larves. D'après des études menées sur des larves de capelan conservées dans de l'éthanol en 2002, 2006 et 2013, les larves de capelan sont âgées de 30 jours dans les relevés de la baie de la Trinité et connaissent une variabilité interannuelle des taux de croissance, qui pourrait être liée à la disponibilité des proies (Murphy *et al.* 2018).

## RÉSULTATS

### PÊCHES

La participation à la pêche du capelan dans les divisions 2J3KL dépend en grande partie des conditions du marché et de la capacité du secteur de la transformation, tant pour le capelan que pour les pêches parallèles. Par conséquent, au cours des 20 dernières années, peu de capelans ont été pêchés dans la baie de la Conception, car l'industrie locale préférerait pêcher le crabe pendant la période allouée à la pêche au capelan. Toutefois, dans la baie de la Trinité et dans les baies plus au nord, une plus grande proportion de pêcheurs titulaires de permis pêchent activement le capelan. En 2017, 71 des 195 participants à la pêche aux engins mobiles autorisés et 207 des 1 259 participants à la pêche aux engins fixes étaient actifs (MPO 2018).

De 2015 à 2017, le frai du capelan a été tardif et l'industrie a éprouvé des difficultés à isoler les bancs qui présentaient à la fois une maturité adéquate et de faibles niveaux d'alimentation. En

---

2017, cela a entraîné la fermeture de la pêche avant que les récoltes puissent avoir lieu dans la partie nord de la division 3K. Les usines de transformation, qui avaient commencé à transformer les prises provenant d'autres pêches, n'ont pas été en mesure de faire face aux retards importants dans les débarquements. Par conséquent, les débarquements en 2017 ont été exceptionnellement faibles et aucune récolte n'a eu lieu dans la baie White. Au total, 23 282, 27 391 et 19 777 tonnes métriques de capelan ont été débarquées dans les divisions 2J3KL de l'OPANO en 2015, 2016 et 2017 respectivement. Ces quantités représentent 76 %, 90 % et 65 % du TAC annuel de l'ensemble des divisions 2J3KL pour ces années, même si certaines divisions et certains secteurs ont atteint ou dépassé leur quota pendant toutes les années (figure 1). Le partage du TAC du stock entre les divisions n'est pas conçu pour protéger les composantes régionales du stock, mais plutôt pour partager équitablement la ressource entre les pêcheurs. Si le TAC d'une région donnée n'est pas pêché, les responsables de la gestion des pêches peuvent le réattribuer à d'autres zones de pêche. Les captures ventilées par division de l'OPANO et par secteur d'engin sont présentées à la figure 5.

Entre 2015 et 2017, la longueur moyenne du capelan capturé par la pêche a progressivement diminué, passant d'un sommet en 2014 à la plus petite de la série chronologique capturée en 2017 (figure 6). Ces changements de la taille moyenne étaient associés à une augmentation de la proportion de poissons adultes de 2 ans capturés par la pêche et à une diminution de la proportion des classes d'âge supérieures. En 2017, les poissons d'âge 2 représentaient 75 % et 77 % des poissons capturés commercialement dans les divisions 3K et 3L, respectivement, tandis que presque aucun poisson de plus de 3 ans n'a été capturé (figure 7).

## **PRISES ACCESSOIRES DE LA PÊCHE À LA CREVETTE**

Les prises accessoires de capelan lors de la pêche commerciale de la crevette ont atteint un sommet de 364 tonnes métriques en 1989 pour les divisions 2J3K de l'OPANO (figure 8). Plus récemment, les prises accessoires ont atteint un sommet de 266 tonnes métriques de capelan en 2012, mais elles ont depuis diminué à 4,8 tonnes métriques en 2017. Dans le cas de la division 3L, les prises accessoires de capelan ont atteint un sommet de 505 tonnes métriques en 2010, mais la pêche à la crevette dans la division 3L a depuis fermé. Le secteur qui contribue le plus aux prises accessoires varie selon l'année et la division. Dans le cas des divisions 2J3K, la pêche commerciale de la crevette responsable de la plupart des prises accessoires de capelan alterne fréquemment entre la pêche côtière et la pêche hauturière. Dans la division 3L, la pêche côtière de la crevette était généralement responsable de la majorité des prises accessoires de capelan, mais depuis 2010, elle a été remplacée par la pêche hauturière. Bien que l'effort de pêche joue un rôle dans la quantité de prises accessoires de capelan capturées par la pêche à la crevette, l'abondance relative du capelan et le degré de chevauchement spatial entre le capelan et la crevette influent également sur les taux de prises accessoires. Pour la plupart des séries chronologiques mesurées par les observateurs dans la division 3L, il y a peu de différence entre les profondeurs de pêche moyennes de tous les traits de chalut et celles des traits dans lesquels le capelan a été capturé comme prise accessoire (figure 9), ce qui signifie que la crevette et le capelan se trouvent à des profondeurs similaires. Par contre, pour les divisions 2J3K, la profondeur moyenne des traits de chalut qui ont capturé du capelan est inférieure à la profondeur moyenne de tous les traits de chalut depuis 2014, ce qui indique que le capelan se retrouve dans des eaux moins profondes que la crevette dans cette division.

## **RÉPARTITION**

Toutes les strates du relevé acoustique printanier (figure 2) ont fait l'objet d'un relevé en 2015 et 2017, à l'exception de la baie de la Trinité en 2015 et d'une partie de la lisière côtière des

---

strates C et E en 2017, qui étaient inaccessibles en raison de la couverture excessive de glace. Comme les densités de poissons dans les parties couvertes de glace des strates C et E sont habituellement semblables à celles du reste de la strate, les abondances des strates C et E ont été estimées à partir des densités des parties étudiées qui ont été extrapolées pour toute la strate.

Durant le relevé acoustique de 2015, on a retrouvé du capelan dans toute la partie nord de la zone du relevé, les densités dans les strates du nord étant d'un ordre de grandeur supérieur à celles du sud du Grand Banc (figure 10). Le capelan a été trouvé en très faibles densités et était absent d'une grande partie de la zone étudiée en 2017; les plus fortes densités de capelan ont été observées dans des strates voisines du rebord du plateau, dans une bande étroite autour du contour de 200 m de profondeur (figure 10). La plus forte densité de capelan (moyenne de la strate) observée en 2017 représentait environ la moitié de celle observée en 2015. Les tendances récentes de la répartition printanière sont semblables à celles observées au début des années 2000, le capelan se trouvant plus au large et en eau plus profonde.

La répartition du capelan à l'automne a tendance à être centrée dans la division 3K. Des densités de capelan généralement faibles ont été observées dans la division 2J en 2016 et 2017 (figure 11). Buren *et al.* (2019) ont utilisé une approche par centre de gravité qui tient compte à la fois de l'inertie (c'est-à-dire de la dispersion spatiale de la population autour de son centre de gravité) et des changements dans l'effort d'échantillonnage au chalut des relevés effectués en automne (voir Woillez *et al.* 2007). Au cours de la plupart des décennies, le centre de gravité tend à se déplacer le long de l'axe nord-sud, à l'exception des années 2000, où il s'est déplacé vers l'ouest (figure 12). Dans les années 2010, le centre de gravité était de nouveau au large et se déplaçait le long de l'axe nord-sud, comme il le faisait à la fin des années 1980 (figure 12).

Historiquement, le capelan effectuait des migrations verticales nyctémérales dans toutes les parties de la zone étudiée; cependant, à partir du printemps 1991, cette tendance a soudainement changé et le capelan demeurait beaucoup plus profondément dans la colonne d'eau tout au long de la journée (Mowbray 2002). La profondeur moyenne pondérée du capelan mesurée au cours du relevé acoustique du printemps reflète ces changements, le capelan se trouvant beaucoup plus profondément dans la colonne d'eau dans les années 1990 et 2000 qu'à la fin des années 1980. Depuis 2011, le capelan a de nouveau été observé en eau peu profonde, mais avec de migration nyctémérale allant de peu à modérée (figure 13).

## **CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES**

Le capelan fait l'objet d'échantillonnages réguliers tout au long des relevés acoustiques. Les chaluts les plus utilisés pour prélever ces échantillons (Diamond IX (1982 à 1996) et Campelen (1999 jusqu'à présent) sont moins efficaces pour la capture des poissons de plus petite taille, en particulier ceux de moins de 10 cm. Il en résulte une faible représentation du capelan d'âge 1, dont la longueur totale varie habituellement de 5 à 8 cm en mai. Cependant, les capelans plus âgés sont bien échantillonnés par les deux types d'engins (Mowbray, 2001).

Le capelan capturé lors des traits de chalut des relevés acoustiques varie de 5 à 20 cm de longueur et est âgé de 1 à 6 ans, même si le capelan de 5 et 6 ans n'a été présent que quelques années depuis les années 1990 et que le capelan d'âge 1 était largement absent de l'étude en 2017. La plupart des années, le capelan d'âge 2 représentait la majorité des prises et celui d'âge 3 arrivait au deuxième rang des classes d'âge les plus répandues (figures 14, 29).

L'un des changements les plus importants dans la composition des prises de la division 3L a été l'augmentation de la proportion de capelans d'âge 2 adultes. Cette proportion était faible pendant les périodes de forte abondance à la fin des années 1980 et élevée pendant les

---

périodes de faible abondance au milieu des années 1990 à 2000. Une faible proportion similaire de poissons d'âge adulte a été observée de 2011 à 2013 lorsque l'abondance du capelan a augmenté pour atteindre 25 % des estimations d'abondance d'avant 1991. Même si l'indice acoustique du capelan a diminué depuis, la proportion de capelans d'âge 2 adultes n'a pas encore atteint le taux élevé observé au cours de la période de 1996 à 2010 (figure 15).

Les changements dans l'âge de maturité ont été associés à une taille plus grande pour l'âge chez les jeunes capelans (1 et 2 ans), mais à des tailles semblables ou plus faibles chez les capelans de 3 ans et plus (figure 16). La proportion de poissons d'âge 2 arrivant à maturité était positivement liée à la longueur du poisson (figure 17).

L'état somatique du capelan (coefficient de condition K de Fulton) a été calculé pour le capelan capturé lors du relevé acoustique du printemps. Avant 1996, les poids des capelans capturés au cours du relevé n'étaient pas enregistrés. Les valeurs de l'état ne sont donc disponibles qu'à partir de 1996. L'état a été calculé pour les femelles en cours de maturation afin d'étudier les interactions entre l'état et la maturation des gonades. Les tendances de l'état au fil du temps étaient semblables d'une classe de taille à l'autre. Lors de la plupart des années, le développement des gonades (c.-à-d. la teneur en œufs; % du poids corporel) évoluait parallèlement à l'état. En 2017, l'état du capelan plus petit (< 12 cm) s'approchait de la moyenne de la série chronologique, mais celui des poissons plus gros (> 12 cm) déclinait, pour s'approcher du creux de la série chronologique. En 2017, la teneur en œufs était supérieure au creux record observé en 2015, mais demeurait l'une des plus faibles de la série chronologique, en particulier pour les classes de plus grande taille (figure 18).

Afin de réduire au minimum les artefacts de la réaffectation de l'énergie aux gonades et des frayères mixtes qui sont plus caractéristiques des femelles que des mâles, seul l'état des mâles a été évalué à l'automne. Les longueurs et les poids individuels du capelan ont été utilisés pour cette analyse et les poissons dont le poids était supérieur au 99<sup>e</sup> percentile ont été retirés de l'analyse, car il s'agissait très probablement d'erreurs de saisie. Les poissons d'âge 1 et 2 ont été examinés séparément. L'état relatif a été estimé en effectuant une régression linéaire sur le log10 de la longueur et du poids transformés de chaque mâle, puis en divisant le poids de chaque poisson par la valeur ajustée associée obtenue par la régression. Notez que seuls les poissons dont l'état relatif se situait entre 0,7 et 1,4 étaient affichés.

L'état automnal des mâles d'âge 1 était faible dans la division 3L (leur principale aire de distribution) en 2015, mais il a atteint un sommet dans les séries chronologiques dans les divisions 3L et 3K en 2017 (figure 19a). L'état automnal des poissons âgés de 2 ans a diminué, passant de valeurs moyennes en 2015 à des valeurs faibles en 2016 dans les divisions 3K et 3L, pour remonter à un sommet dans ces mêmes zones en 2017 (figure 19b).

Une fois par semaine, à la plage Bellevue, on a recueilli des échantillons de capelan en période de frai à l'aide d'un épervier. Des échantillons ont également été prélevés sur plusieurs autres plages où les résidents locaux participent au programme de journal de frai du Secteur des sciences du MPO. Les échantillons étaient composés de 25 mâles et 25 femelles choisis au hasard. Ces échantillons ont été utilisés pour examiner les variations pendant la saison dans la composition des géniteurs.

Une diminution d'environ 20 mm de la taille moyenne du capelan reproducteur a été observée au cours de la saison de frai la plupart des années, y compris en 2017 (figure 20). La principale exception à cette tendance s'est produite en 2010, lorsque la taille des géniteurs a augmenté à la fin de la saison et, dans une moindre mesure, en 2013, lorsque l'on a observé peu de variation dans la taille des géniteurs. Les prélèvements d'échantillons ont également été effectués considérablement plus tard en 2009 et de 2015 à 2017 en raison d'un frai tardif. La période de pointe du frai est connue pour deux plages de la presqu'île d'Avalon : Bryants Cove,

---

baie de la Conception (depuis 1978) et plage Bellevue, baie de la Trinité (depuis 1991). Un retard dans la période de frai s'est produit en 1991 et, bien que le moment du frai soit survenu un peu plus tôt lors de quelques années (p. ex. 2004, 2011, 2013), le retard de la période de frai se maintient dans l'ensemble, le frai des années 2015 à 2017 étant parmi les plus tardifs de la série chronologique (figure 21).

## INDICES LARVAIRES

L'indice des traits de surface de Bellevue était corrélé positivement avec l'indice de recrutement de l'âge 2 (2001-2015;  $y = 1,04x - 2,25$ ;  $p = 0,017$ ;  $r^2 = 0,42$ ; mis à jour à partir de Murphy *et al.* [2018]) [figure 22]. Depuis 2015, l'indice des traits de surface de Bellevue est faible, avec des densités annuelles de  $989 \text{ m}^{-3}$  (2015),  $416 \text{ m}^{-3}$  (2016) et  $1\,115 \text{ m}^{-3}$  (2017). Ces densités annuelles sont inférieures à la moyenne à long terme de  $1\,717 \text{ m}^{-3}$  et sont semblables aux densités larvaires moyennes de capelans échantillonnées au début des années 2000.

L'indice de l'abondance des derniers stades larvaires dans la baie de la Trinité, dérivé des traits des filets Bongo, n'était pas lié à l'indice de recrutement de l'âge 2 (2002-2015;  $y = -0,0004x + 1,17$ ;  $p = 0,234$ ;  $r^2 = 0,05$ ; mis à jour par Murphy *et al.* [2018]) [figure 23]. Cette absence de relation statistique significative est probablement due à la contraction spatiale et temporelle du protocole d'échantillonnage par rapport aux années 1980 avec seulement 19 des 52 stations originales échantillonnées entre 2003 et 2017.

L'échantillonnage continu des larves au stade avancé demeure important, puisque les 60 % restants de la variabilité inexpliquée du recrutement des capelans d'âge 2 peuvent s'expliquer par les caractéristiques des larves au stade avancé, comme leur croissance et leur régime alimentaire (Murphy *et al.* 2018). Depuis 2015, l'indice larvaire de la baie de la Trinité est faible, avec des densités moyennes de  $9,7 \text{ m}^{-2}$  (2015),  $13,6 \text{ m}^{-2}$  (2016) et  $8,8 \text{ m}^{-2}$  (2017). Ces densités moyennes sont inférieures à la moyenne à long terme de  $28 \text{ m}^{-2}$ .

Chacun des trois indices (traits de surface à Bellevue, traits de filets Bongo dans la baie de la Trinité et recrutement à l'âge de 2 ans) pour les classes d'âge 2002 à 2017 a été normalisé à la moyenne des classes d'âge de 2003 à 2016 (figure 24). Les indices de traits de surface à Bellevue et de recrutement à l'âge 2 se suivent la série chronologique, tandis que l'indice des traits de filets Bongo dans la baie de la Trinité s'en écarte. Depuis les 4 dernières années (2014 à 2017), l'indice larvaire de Bellevue est inférieur à la moyenne, tout comme la classe d'âge 2015 dans le relevé acoustique. L'indice de traits de filets Bongo dans la baie de la Trinité de septembre a été supérieur à la normale en 2014 et inférieur à la moyenne en 2015, 2016 et 2017. Ces indices larvaires suggèrent que les classes d'âge 2016 et 2017 seront inférieures à la moyenne.

## ABONDANCE

Un indice de l'abondance du capelan dans la zone étudiée a été généré à partir du relevé acoustique effectué en mai. La variance associée à la zone d'étude a été calculée selon l'approche de Monte Carlo (Mowbray 2012). Cette approche intègre la variabilité potentielle dérivée de 4 facteurs : les valeurs d'étalonnage (associées aux progrès technologiques), l'indice de réflexion du poisson (résultant des variations de composition en longueur et de capturabilité), la détectabilité acoustique (résultant des variations de la migration verticale) et la variabilité spatiale (agrégation). À l'aide de cette technique, il a été possible de dériver des estimations de la densité aréale pour une population rééchantillonnée de capelan pour chaque strate. Pour résoudre les problèmes d'autocorrélation spatiale, la zone de relevé a été divisée en segments consécutifs de 2 km. Pour chaque segment, la valeur *sa* de l'espèce a été choisie au hasard dans l'un des 20 bacs horizontaux de 100 m proposés. Cette valeur a ensuite été transformée

---

en densité du capelan en incorporant des valeurs choisies au hasard pour trois paramètres : le facteur de correction d'étalonnage, l'indice de réflexion (dérivé d'une gamme de longueurs) et une correction de détectabilité. Ce processus a été répété 1000 fois pour chaque segment de 2 km dans chaque strate. La valeur médiane de la répartition résultante a ensuite été utilisée pour estimer la densité aréale des poissons dans chaque strate, tandis que les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles ont été utilisés comme limites de confiance supérieure et inférieure (Mowbray 2012). Deux indices sont générés à partir du relevé acoustique printanier, l'un pour la zone extracôtière (toutes les strates sauf la baie de la Trinité) et l'autre pour la baie de la Trinité.

Mowbray (2012) a constaté que les estimations dérivées avec la nouvelle approche et un indice de réflexion fondé sur la longueur étaient bien corrélées avec celles publiées antérieurement par Miller (1985, 1991, 1997), bien que légèrement inférieures. Des changements spectaculaires dans l'indice d'abondance au large des côtes se sont produits dans la série chronologique de relevés acoustiques printaniers d'une durée de 30 ans (figure 25). L'indice d'abondance du capelan dans la zone de relevé printanier a chuté d'un ordre de grandeur de 400 à 600 milliards d'individus (4 à 7 millions de t) à la fin des années 1980 à moins de 30 milliards d'individus (200 000 t) au cours de la période de 1991 à 2005. Cette diminution de l'abondance a persisté malgré une augmentation de la superficie étudiée à partir de 2000. L'abondance dans la zone étudiée a légèrement augmenté de 2007 à 2009 avec 22 à 29 milliards d'individus (260 000 à 300 000 t) recensés, mais a chuté en 2010 à moins de 1 % du maximum historique (400 à 600 milliards d'individus) avec seulement 2 milliards de poissons (23 000 t) recensés. L'indice d'abondance des classes d'âge 2 (2007 et 2008) a chuté de façon spectaculaire, comme celui mesuré lors des relevés acoustiques de l'automne et du printemps 1991, lorsque les classes d'âge de 1988 et 1989 ont disparu du relevé. L'estimation du relevé de 2010 est maintenant considérée comme une sous-estimation, car les classes d'âge observées dans le relevé de 2010 étaient plus importantes que prévu dans le relevé de 2011. Il convient de noter que la tendance de la composition de la longueur des géniteurs pendant la saison en 2010 était également anormale, ce qui pourrait indiquer un changement dans la répartition ou le schéma de migration cette année.

Au moment de la dernière évaluation (2013 et 2014), les valeurs de l'indice étaient les plus élevées observées depuis 1992, même si elles étaient encore inférieures aux niveaux documentés à la fin des années 1980. La tendance d'un indice d'abondance plus élevé s'est poursuivie en 2015, même si les classes d'âge de 2012 et 2013 étaient plus faibles que prévu selon le relevé de 2014. En 2017, l'indice d'abondance du capelan dans la zone d'étude a de nouveau diminué jusqu'aux niveaux typiques du début des années 2000, soit 18,5 milliards d'individus (158 000 t).

Comme les capelans adultes plus âgés ne sont pas bien recrutés lors du sondage, il est impossible de mesurer la force de la classe d'âge sur un certain nombre d'âges. Cependant, il est possible d'évaluer la force relative des classes d'âge aux âges 2 et 3. Il convient de noter que la pente et la variabilité associées à cette relation sont influencées par les changements dans l'âge au premier stade de maturité, car la mortalité après le frai est de près de 100 % chez les mâles et peut atteindre 75 % chez les femelles du capelan qui deviennent matures à l'âge 2 (Flynn *et al.* 2001).

Dans le relevé acoustique du printemps, 60 % de la variabilité de l'abondance à l'âge 3 s'expliquait par l'abondance de la même cohorte à l'âge 2 ( $P=0,01$ ,  $R^2 = 0,60$ ) (figure 26). Les valeurs aberrantes les plus élevées ont été associées aux classes d'âge de 1988 et 2008. Dans ces deux cas, il est probable que la disponibilité du capelan pour le relevé a été réduite; soit parce que la glace réduisait la zone de relevé en 1991 (ce qui a eu une incidence sur la disponibilité de la classe d'âge de 1988 pour le relevé), soit parce que la migration ou la distribution du capelan a changé en 2010.



---

Lorsqu'on compare la force des classes d'âge entre 1 et 5 ans, on constate que le recrutement des individus de 1, 4 et 5 ans est faible. Les classes d'âge 2 en 2011, 2012, 2013 et 2015 étaient relativement fortes comparativement aux 25 dernières années. Il convient également de noter la baisse sans précédent de la classe d'âge 2012 à 3 ans. Le nombre de poissons à un âge donné n'a augmenté que deux fois d'une année à l'autre, soit pour les classes d'âge 2008 et 2010, qui étaient chaque fois plus fortes à 3 ans qu'à 2 ans (figure 27). Selon l'enquête de 2017, l'abondance de la classe d'âge de 2016 (âge 1) est l'une des plus faibles de la série chronologique, tandis que celle de 2015 (âge 2) est de force moyenne. Comme le capelan d'âge 1 n'est pas entièrement recruté pour le relevé, on ne sait pas comment interpréter les quantités extrêmement faibles de capelans d'âge 1 dans le relevé de 2017, même si ce résultat correspond à la force de cette classe au stade larvaire.

## DISCUSSION

Le relevé acoustique printanier, qui cible la portion immature du stock de capelan de 2 ans, est le principal indice d'abondance indépendant de la pêche en haute mer utilisé dans l'évaluation du stock de capelan. Il y a eu des questions persistantes au sujet de l'efficacité de ce relevé hauturier en raison de la discorde dans les indices côtiers et hauturiers du capelan dans les années 1990 (p. ex. Carscadden et Nakashima 1997, Frank *et al.* 2016). Pour répondre à ces questions sur le décalage spatio-temporel potentiel de l'abondance du capelan et sur le relevé acoustique de mai après 1991, des relevés acoustiques répétés ont été effectués en juin 1992 et 2003 (Mowbray 2014). L'absence d'une différence significative dans l'abondance du capelan entre les deux mois (Mowbray 2014) suggère que le moment n'est pas le principal facteur déterminant des résultats du relevé. Cette constatation concorde avec celle de Frank *et al.* (2016), qui ont établi à 22 % la probabilité que le relevé acoustique n'ait pas atteint le pic d'abondance au large du capelan au cours de 25 années consécutives (Frank *et al.* 2016). Il y a également eu une grande cohérence interne dans le relevé acoustique du printemps, l'abondance de la cohorte d'âge 3 étant fortement corrélée à l'abondance de la cohorte d'âge 2 de l'année précédente. Le suivi des cohortes dans l'enquête acoustique n'a échoué que deux fois (en 1990 et en 2010), et cet échec a touché tous les âges, non seulement les cohortes d'âge 2 et 3 (Mowbray 2014).

Une autre hypothèse à l'origine de la discorde entre les indices côtier et hauturier après 1991 est que le stock de capelan ne s'est pas effondré, mais s'est plutôt déplacé vers la côte après 1990 et y est demeuré pendant les trois décennies suivantes. Il n'était donc pas disponible pour le relevé acoustique hauturier du printemps (Frank *et al.* 2016). Les hypothèses d'effondrement et de non-effondrement ont été vérifiées à l'aide de multiples ensembles de données indépendantes, qui comprenaient à la fois des données dépendantes de la pêche (prises commerciales côtières) et indépendantes de la pêche (relevés acoustiques de printemps et d'automne et relevés d'automne au chalut, indices larvaires du capelan, relevés aériens, alimentation et comportement des prédateurs) et diverses méthodes statistiques. L'approche fondée sur le poids de la preuve a entraîné le rejet de l'hypothèse de non-effondrement et les auteurs ont conclu que le stock de capelan de Terre-Neuve s'est effondré en 1990-1991 et a connu un faible rétablissement au cours des trois décennies suivantes (Buren *et al.* 2019). Par conséquent, d'après toutes les données disponibles, cette évaluation suppose que le relevé acoustique du printemps fournit un indice robuste de la portion immature du stock de capelan de la division 3L de l'OPANO.

Étant donné qu'aucune relation stock-recrutement n'a été établie pour le stock de capelan de Terre-Neuve-et-Labrador (Carscadden *et al.* 2000), la recherche s'est concentrée sur les premiers stades du cycle biologique du capelan, la survie au stade larvaire étant liée au recrutement (Frank et Leggett 1981, Leggett *et al.* 1984, Dalley *et al.* 2002, Murphy *et al.* 2018).

---

Toutefois, un nombre minimal de géniteurs ( $B_{lim}$ ) doit frayer afin de se remplacer dans la population. La valeur  $B_{lim}$  est actuellement inconnue. Puisque la pêche au capelan est fondée sur un marché pour les femelles reproductrices contenant des œufs, les grosses femelles sont retirées avant de frayer sur la plage et/ou dans les sites démersaux. Même si l'approche de précaution pour la région de T.-N.-L. stipule que 10 % de la biomasse du stock reproducteur (BSR) de capelan peut être récoltée pour la gestion durable de la pêche (MPO 2000), il n'existe aucune estimation de la BSR du stock de capelan dans les divisions 2J3KL de l'OPANO; nous ne pouvons donc pas déterminer si 10 % de cette biomasse est récoltée chaque année. Il s'agit d'une question de recherche importante qui devrait être abordée dans les évaluations ultérieures des stocks.

Contrairement à la région de T.-N.-L., la mer de Barents et l'Islande ont toutes deux fixé une valeur de  $B_{lim}$ . Cela est dû aux études acoustiques approfondies qui couvrent toute la zone de distribution du capelan et à l'utilisation de modèles d'analyse de population virtuelle (APV). Une étude acoustique norvégo-russe pour l'ensemble de la zone du stock de la mer de Barents (estimation de la biomasse absolue) est réalisée à l'automne (septembre ou octobre) afin d'établir une projection prospective de la BSR pour le mois d'avril suivant, en tenant compte de la mortalité naturelle et de la pêche (Carscadden *et al.* 2013; Gjørseter *et al.* 2015). Si l'estimation de la BSR est inférieure à 200 000 tonnes ( $B_{lim}$ ), la pêche est fermée. Dans ce cas, la valeur  $B_{lim}$  est basée sur la BSR de 1989, la BSR la plus basse qui a produit une bonne classe d'âge. Le stock de capelan dans la région de l'Islande, l'est du Groenland et l'île Jan Mayen est évalué chaque année depuis 1978 par des relevés acoustiques. Les relevés ont lieu en automne (septembre-décembre) et en hiver (janvier-février). L'avis de l'année en cours est fondé sur la règle établie par le CIEM en 2015 (CIEM 2016) pour l'établissement d'un quota initial d'abondance des poissons immatures (âges 1 et 2) lors du relevé acoustique d'automne, 16 mois avant celui d'hiver utilisé pour le TAC final. Le CIEM recommande que le quota initial soit révisé à l'automne sur la base des données du relevé acoustique en cours de saison (quota intermédiaire), le TAC final étant fixé sur la base des résultats du relevé d'hiver (quota final). Un point de déclenchement de l'indice d'abondance de 50 milliards de poissons immatures est utilisé, avec un plafond de 400 kt du quota initial. Le TAC final est basé sur un modèle qui tient compte de l'incertitude des relevés acoustiques et de la prédation de la morue, de l'aiglefin et de la goberge sur le capelan afin d'assurer que la prise conseillée entraînera moins de 5 % de chances que la BSR tombe sous la  $B_{lim}$ , qui est 150 000 t. Dans la région de Terre-Neuve, une estimation absolue de la BSR ne peut être obtenue en raison des conditions de glace en mai excluant toute couverture du stock dans la zone. Toutefois, un modèle de prévision a été élaboré (Lewis *et al.* 2019) grâce à une relation forte et positive entre l'indice larvaire à la plage Bellevue et l'indice de recrutement de l'âge 2 (Murphy *et al.* 2018) et sur des relations positives similaires entre l'environnement (conditions de glace au printemps) et l'abondance acoustique (Buren *et al.* 2014).

## CONCLUSIONS

Lors de la dernière évaluation en 2015 (MPO 2015), 3 classes d'âge fortes (2011 à 2013) constituaient l'essentiel de l'indice d'abondance du capelan. En raison de la force et de la persistance de ces classes d'âge, on s'attendait à ce que l'indice acoustique continue d'augmenter en 2015, suivi d'un déclin en 2016 et d'abondances potentiellement faibles en 2017, en raison du recrutement des faibles classes d'âge 2014 et 2015 (selon les indices larvaires) dans les relevés et finalement la pêche. Au lieu de cela, l'indice acoustique de 2015 a été plus faible que prévu en raison d'une baisse spectaculaire dans la classe d'âge 2012 entre 2 et 3 ans, en plus d'une forte baisse dans la classe d'âge 2011 (figure 27). Les paramètres biologiques du capelan échantillonné en 2015 dans les relevés au chalut du printemps et de

---

l'automne présentaient des caractéristiques inhabituelles, notamment une maturation sexuelle tardive record, qui était associée à de mauvaises conditions au printemps. Les conditions automnales en 2015 étaient également les plus mauvaises de la série chronologique pour le capelan d'âge 1 et 2 ans (figure 19). Comme aucun relevé acoustique printanier n'a été effectué en 2016, le sort de la classe d'âge de 2014 à l'âge de 2 ans est inconnu, mais la classe d'âge était faible à l'âge 3 en 2017 (figure 27). La classe d'âge de 2015, qui constituait la majeure partie des géniteurs et des prises commerciales en 2017, était relativement forte à 2 ans. Comme environ la moitié seulement de cette classe d'âge de 2015 est arrivée à maturité à l'âge de 2 ans, une grande proportion de cette classe d'âge devrait être disponible pour frayer en 2018. Cependant, la classe d'âge de 2016 est probablement faible et risque de peu contribuer au frai de 2018. Par conséquent, on s'attend à ce que la biomasse du stock reproducteur en 2018, bien qu'elle soit composée de géniteurs vierges de plus grande taille et de 3 ans, soit faible.

## RÉFÉRENCES CITÉES

- Brodie, W. 2005. A Description of the Autumn Multispecies Surveys in SA2+ Divisions 3KLMNO from 1995-2004. NAFO SCR 05/8.
- Buren, A.D., Koen-Alonso, M., Pepin, P., Mowbray, F., Nakashima, B., Stenson, G., Ollerhead, N., and W.A. Montevecchi. 2014. Bottom-Up Regulation of Capelin, a Keystone Forage Species. PLoS ONE 9(2): e87589.
- Buren, A.D., Murphy, H.M., Adamack, A.T., Davoren, G.K., Koen-Alonso, M., Montevecchi, W.A., Mowbray, F.K., Pepin, P., Regular, P.M., Robert, D., Rose, G.A., Stenson, G.B., and D. Varkey. 2019 The collapse and continued low productivity of a keystone forage fish species. Marine Ecology Progress Series. 616: 155–170.
- Carscadden, J.E., Frank, K.T., and W.C. Leggett. 2000. Evaluation of an environment recruitment model for capelin (*Mallotus villosus*). ICES J. Mar. Sci. 57: 412-418.
- Carscadden J, and B.S. Nakashima. 1997. Abundance and changes in distribution, biology, and behaviour of capelin in response to cooler waters of the 1990s. Forage fishes in marine ecosystems. Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-97-01, Alaska Sea Grant College Program.
- Carscadden, J.E., Gjørseter, H., and H. Vilhjálmsson. 2013. A comparison of recent changes in distribution of capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea, around Iceland and in the Northwest Atlantic. Progress in Oceanography. 11: 64-83.
- Dalley, E.L., Anderson, J.T., and B. DeYoung. 2002. Atmospheric forcing, larval drift, and recruitment of capelin (*Mallotus villosus*). ICES Journal of Marine Science 59: 929-941.
- DFO. 2000. Capelin in Subarea 2 + Div. 3KL. DFO Science SSR B2-02(2000).
- DFO. 2013. Proceedings of the Newfoundland and Labrador Regional Advisory Process on the status of Capelin in Subarea (SA) 2 and Divisions 3KL in 2013; January 29-30, 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2013/042.
- Evans, G.T., and B.S. Nakashima. 2001. Trends in yearclass strength of capelin (*Mallotus villosus*) in Capelin. In Capelin in SA2 + Div 3KL during 1999. Anon. CSAS Res. Doc. 2001/161.
- Flynn, S.R., Nakashima, B.S., and M.P.M. Burton. 2001. Direct assessment of post-spawning survival of female capelin, *Mallotus villosus*. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 81: 307-312.

- 
- Frank, K.T., and W.C. Leggett. 1981. Wind regulation of emergence times and early larval survival in capelin (*Mallotus villosus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 38: 215-223
- Frank, K.T., Petrie, B., Boyce, D., and W.C. Leggett. 2016. Anomalous ecosystem dynamics following the apparent collapse of a keystone forage species. Marine Ecology Progress Series 553: 185-202
- Gjørseter, H., Bogstad, B., Tjelmeland, S., and S. Subbey. 2015. A retrospective evaluation of the Barents Sea capelin management advice. Marine Biology Research, 11(2): 135-143.
- ICES 2016. Capelin (*Mallotus villosus*) in subareas 1 and 2 (Northeast Arctic), excluding Division 2.a west of 5 W (Barents Sea capelin). ICES Advice of fishing opportunities, catch, and effort 2016, Book 3.
- Ivarjord, T., Pedersen, T., and E. Moksness. 2008. Effects of growth rates on the otolith increments deposition rate in capelin larve (*Mallotus villosus*). J. Exp. Mar. Bio and Ecol. 358(2):170-177.
- Leggett, W.C., Frank, K.T., and J.E. Carscadden. 1984. Meteorological and hydrographic regulation of year-class strength in capelin (*Mallotus villosus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1193–1201.
- Lewis, K.P., Buren, A.D., Regular, P.M., Mowbray, F.K., and H.M. Murphy. 2019. Forecasting capelin (*Mallotus villosus*) biomass on the Newfoundland shelf. Marine Ecology Progress Series 616: 171–183.
- Miller, D.S. 1985. The use of hydroacoustic surveys to estimate capelin biomass in NAFO Divisions 2J + 3KLNO. NAFO SCR Doc. 85/105 18p.
- Miller, D.S. 1991. Estimate of biomass from an acoustic survey for capelin (*Mallotus villosus*) in Division 3L, May 1990. NAFO SCR Doc. 90/61 5p.
- Miller, D.S. 1992. Results from an acoustic survey for capelin (*Mallotus villosus*) in NAFO Division 3L in spring 1992. NAFO SCR Doc. 92/57. 4p.
- Miller, D.S. 1997. Results from an acoustic survey for capelin (*Mallotus villosus*) in NAFO Divisions 3KL in spring 1996. In Capelin in SA2 + Div 3KL. Anon. CSAS Res. Doc. 97/29.
- Mowbray, F.K. 2001. Distribution and biological characteristics of capelin in Northeastern Newfoundland waters during May 1999. In Capelin in SA2 + Div. 3KL during 1999. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2001/161. 227 p.
- Mowbray, F.K. 2002. Changes in the vertical distribution of capelin (*Mallotus villosus*) off Newfoundland. ICES J. Mar. Sci. 59: 942-949.
- Mowbray, F.K. 2012. Some results from spring acoustic surveys for capelin (*Mallotus villosus*) in NAFO Division 3L between 1982 and 2010. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/143 ii + 34p.
- MPO. 2015. Évaluation de la population de capelans dans la sous-zone 2 et dans les divisions 3KL en 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/036.
- MPO. 2018. Capelan - Région de Terre-Neuve-et-Labrador Divisions 2+3 (zones de pêche au capelan 1 à 11) - En vigueur en 2017.
- Murphy H.M., Pepin P., and D. Robert. 2018. Re-visiting the drivers of capelin recruitment in Newfoundland since 1991. Fisheries Research 200:1-10.

- 
- Nakashima, B.S. and J.P. Wheeler. 2002. Capelin (*Mallotus villosus*) spawning behaviour in Newfoundland waters – The interaction between beach and demersal spawning. ICES J. Mar. Sci. 59(5):909-916
- O'Boyle, R.W., and D.B. Atkinson. 1989. Hydroacoustic survey methodologies for pelagic fish as recommended by CAFSAC. CAFSAC Res. Doc. 89/72. 12 p.
- van Guelpen, L., Markle, D.F., and D.J. Duggan. 1982. An evaluation of accuracy, precision, and speed of several zooplankton subsampling techniques. ICES J. Mar. Sci. 40(3): 226-236.
- Woillez, M., Poulard, J.C., Rivoirard, J., Petitgas, P., and N. Bez. 2007. Indices for capturing spatial patterns and their evolution in time, with application to European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. ICES J Mar Sci 64: 537–550.

## FIGURES

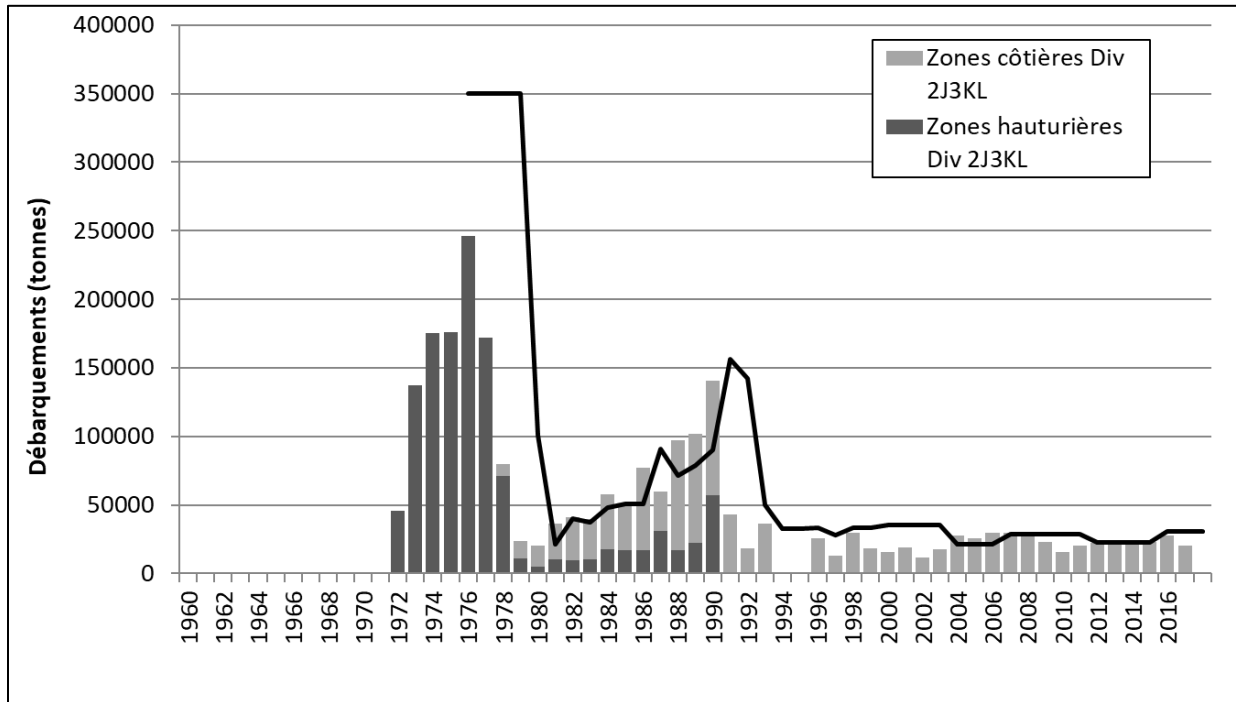


Figure 1 Débarquements de capelan (tonnes) dans les divisions 2J3KL de l'OPANO provenant des secteurs d'engins hauturières (barres foncées) et côtiers (barres pâles) entre 1972 et 2017\*. La ligne continue indique le TAC total de capelan pour les secteurs combinés. \*débarquements préliminaires pour 2015 à 2017.

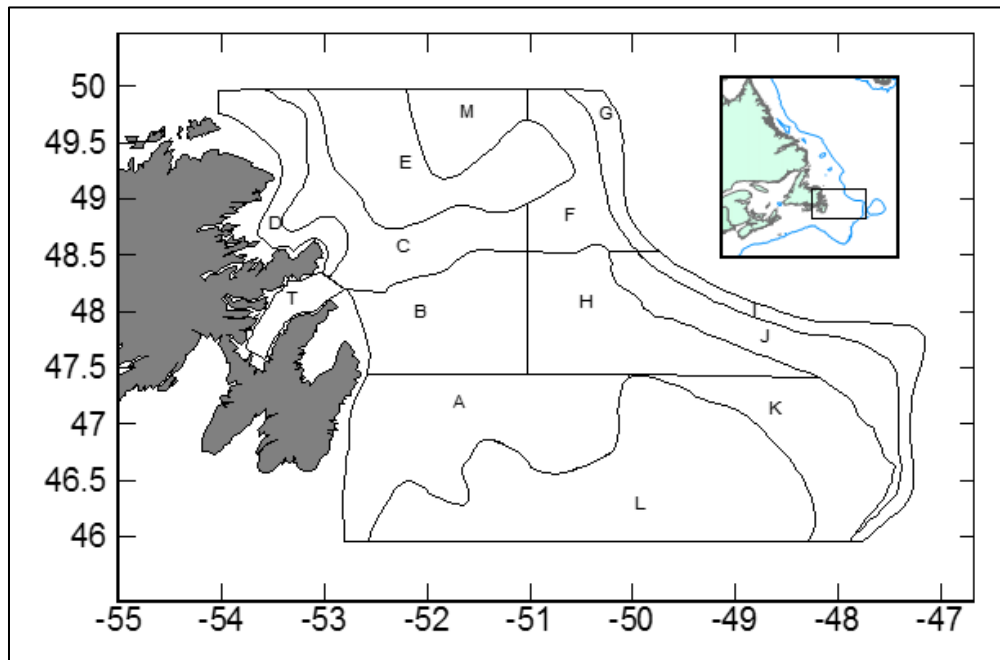


Figure 2. Carte de la zone d'étude montrant les limites des strates délimitées en profondeur utilisées dans les relevés acoustiques du printemps depuis 1999.

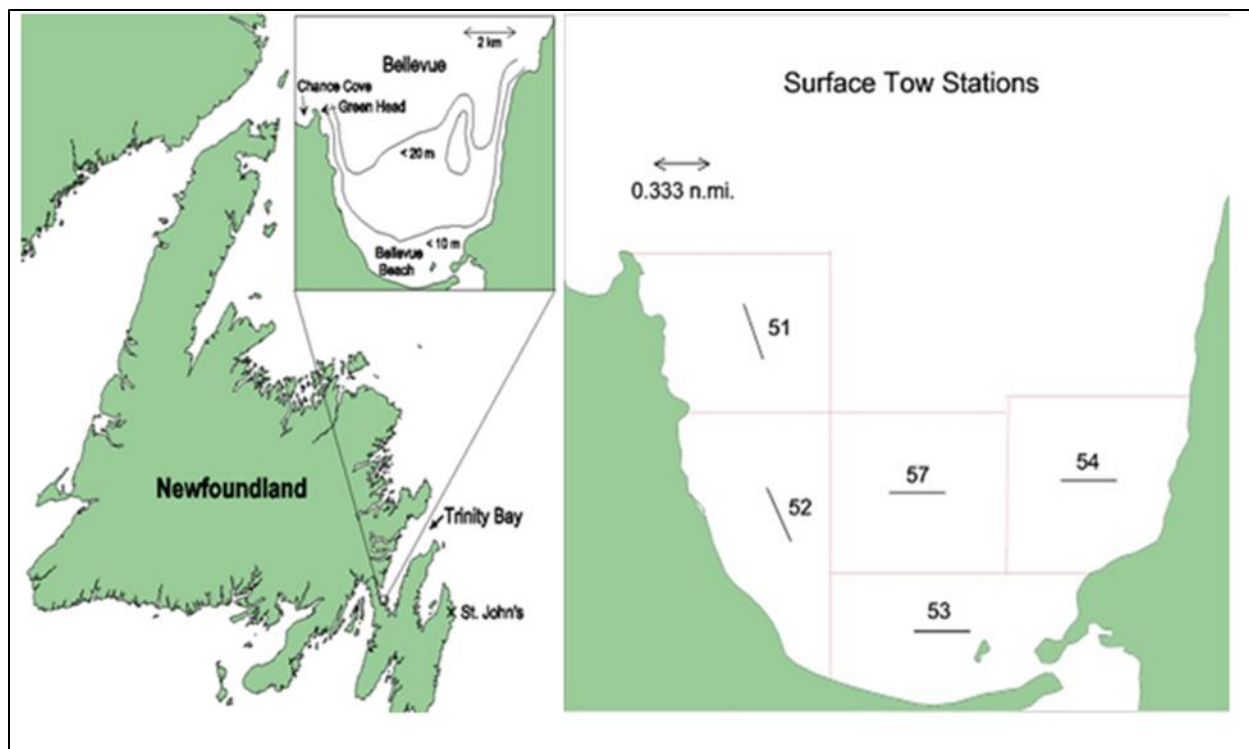


Figure 3. Carte de Terre-Neuve et de la plage Bellevue (à gauche) et transects effectués pendant les traits d'échantillonnage de larves du capelan (à droite).

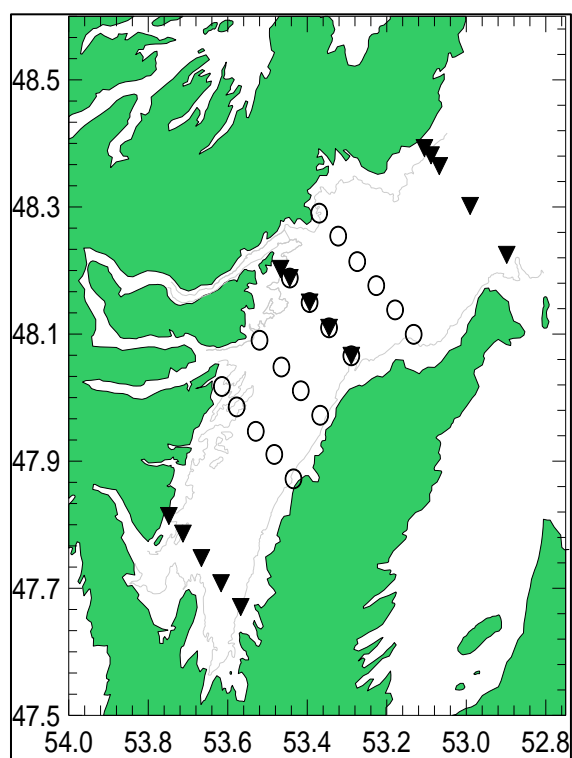


Figure 4. Positions des stations de traits d'échantillonnage en surface des derniers stades larvaires dans la baie de Trinity.

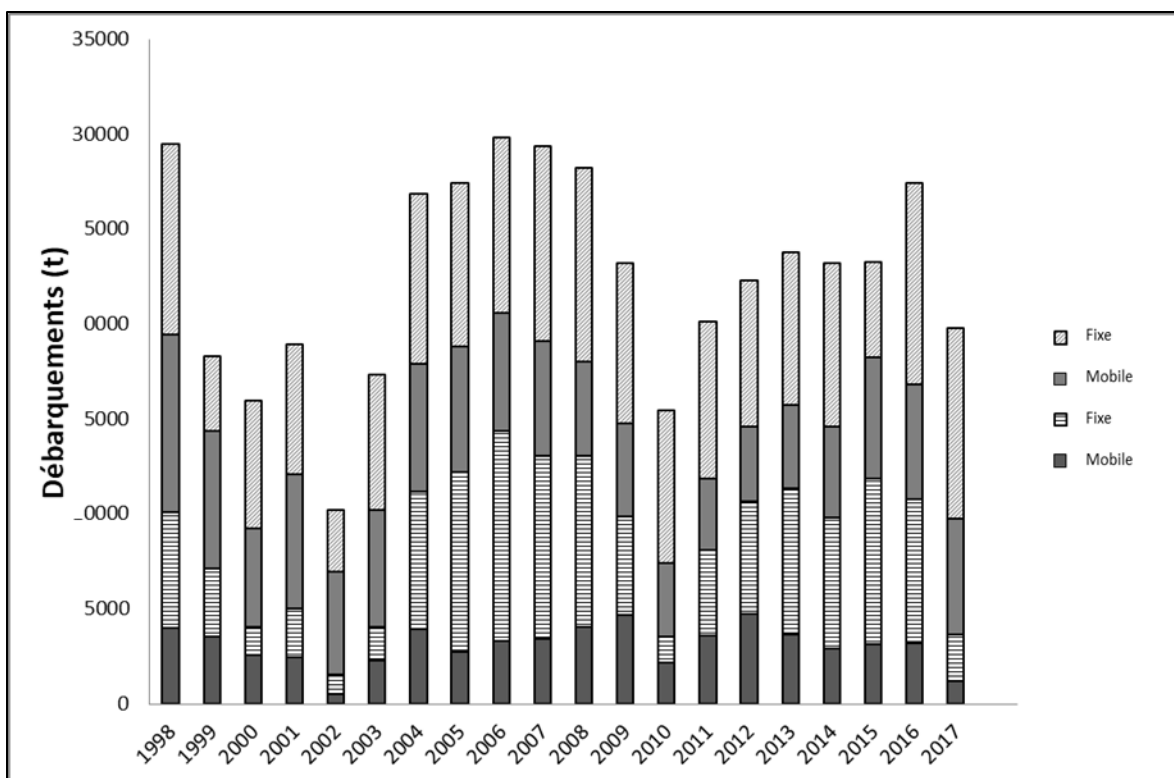


Figure 5. Débarquements de capelans par division de l'OPANO et par secteur d'engins. Engins mobiles, barres pleines, engins fixes, barres hachurées.



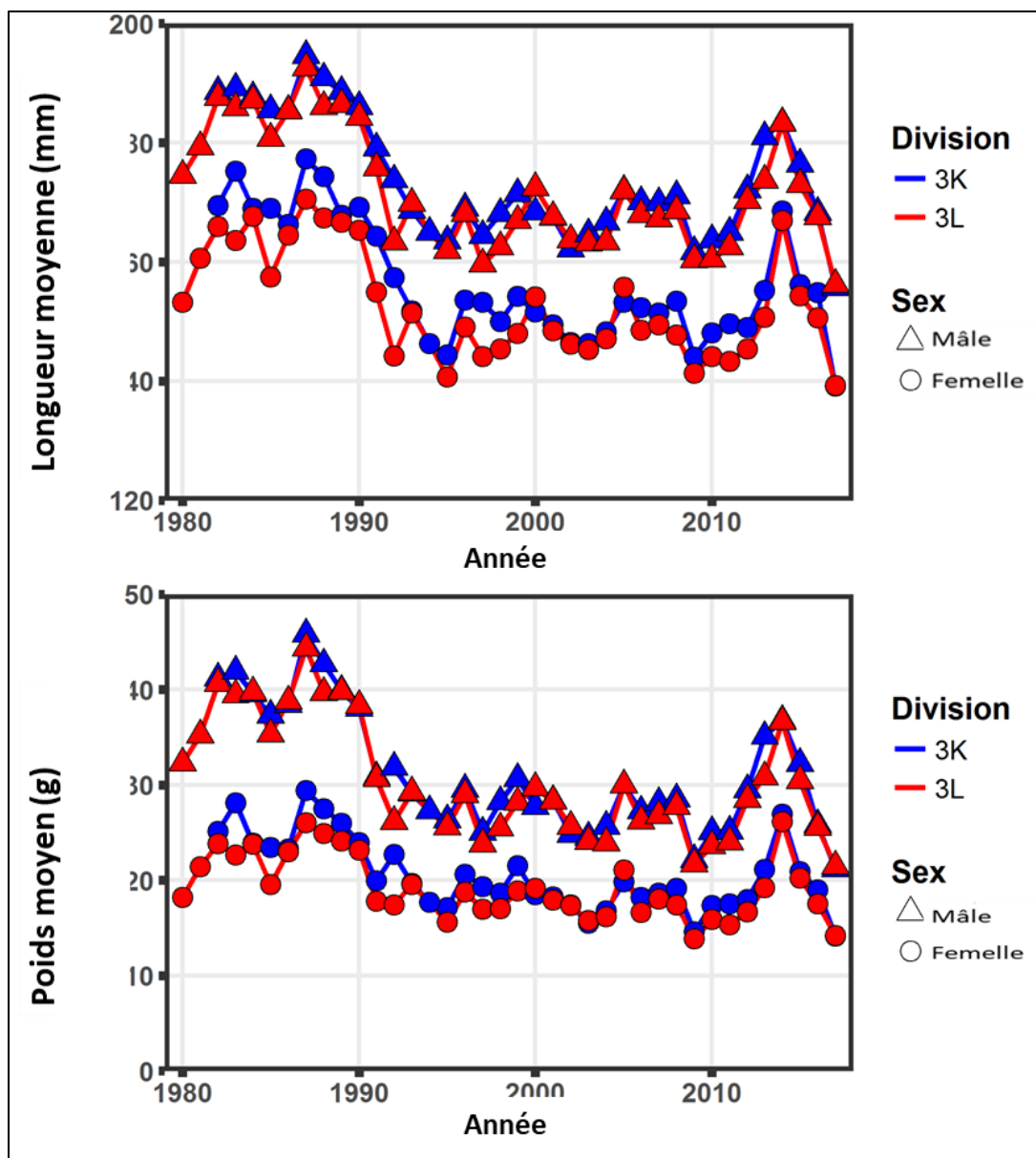


Figure 6. Longueur moyenne (panneau supérieur) et poids moyen (panneau inférieur) du capelan capturé dans les divisions 3L et 3K dans les pêches commerciales côtières entre 1980 et 2017. Symboles : femelles – cercles, mâles – triangles, Division 3L – rouge, Division 3K – bleu).

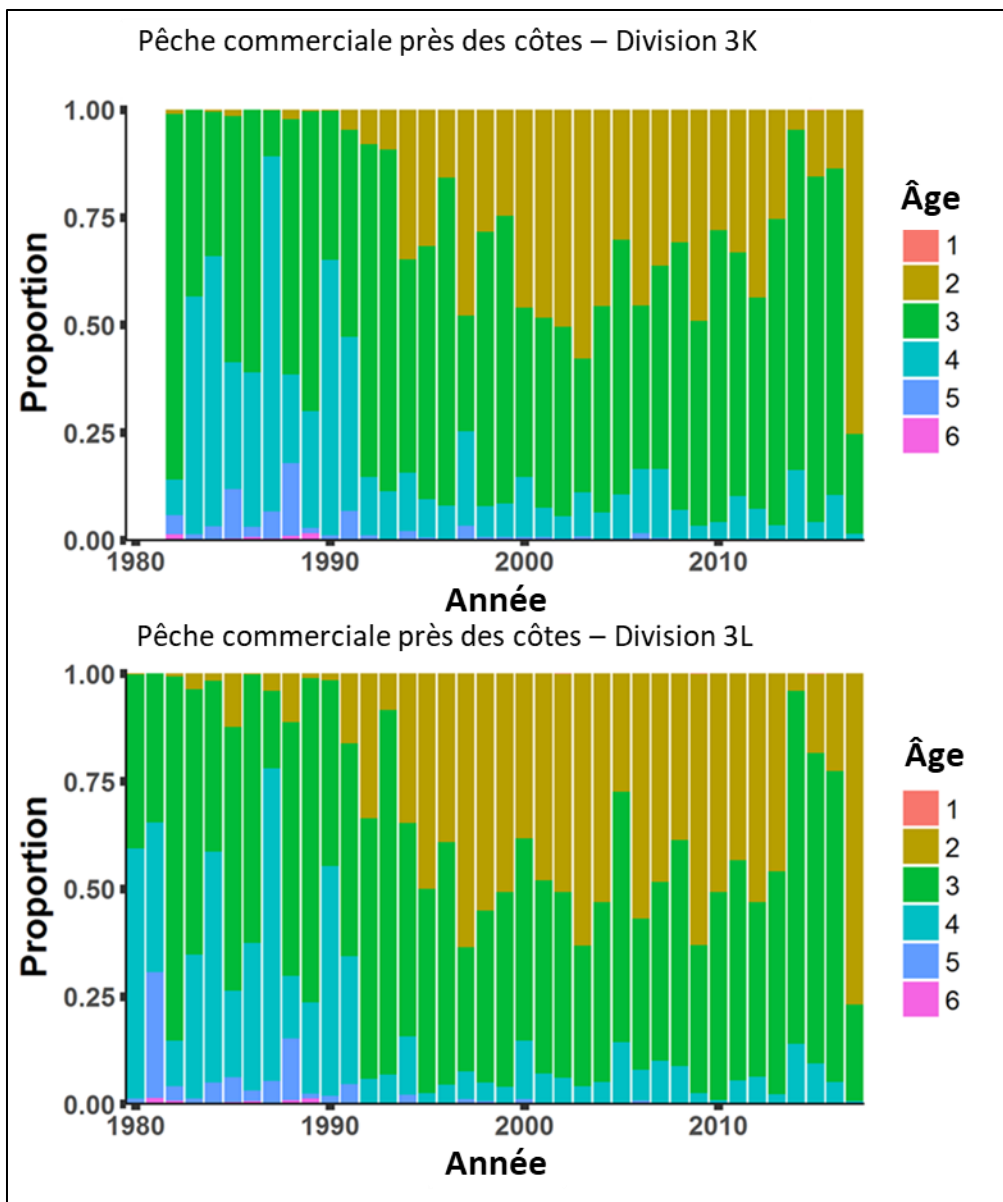


Figure 7. Composition de l'âge du capelan pêché dans le cadre de la pêche commerciale

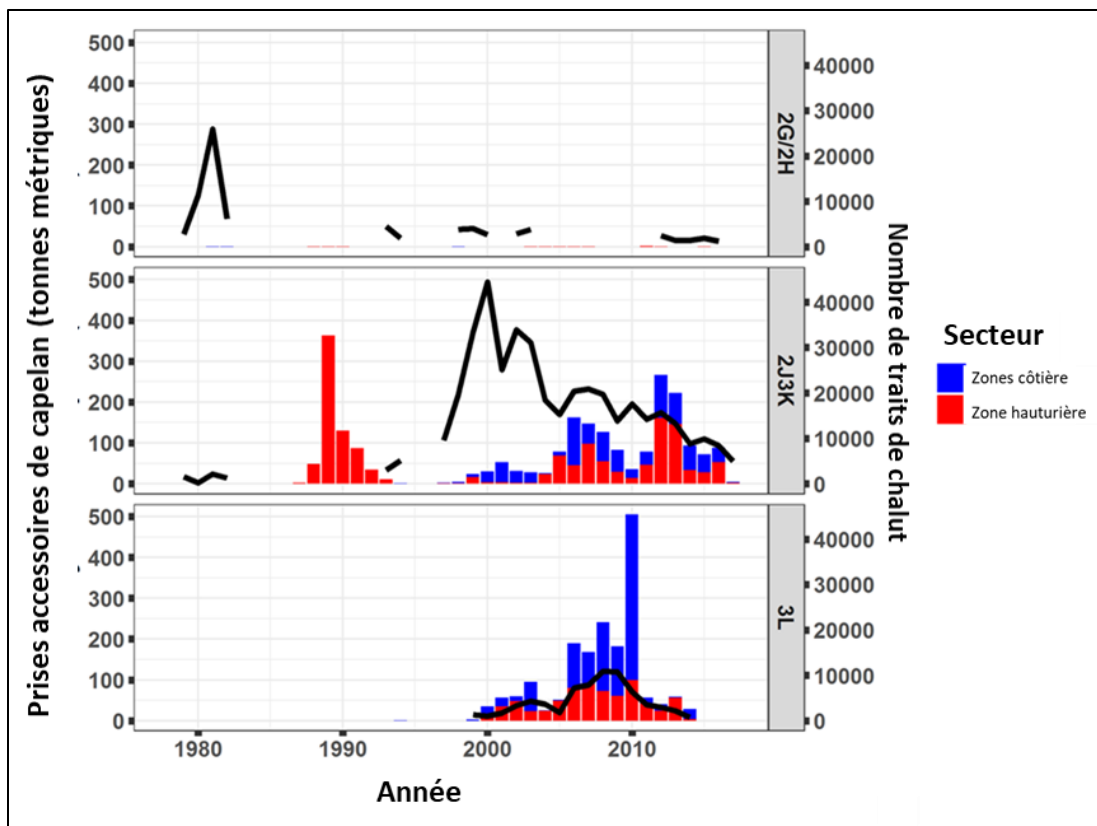


Figure 8. Prises accessoires de capelan par la pêche commerciale de la crevette dans les zones côtières et hauturières des divisions 2G/2H, 2J3K et 3L. Le nombre estimatif de traits de chalut pour chaque division est indiqué par des lignes noires.

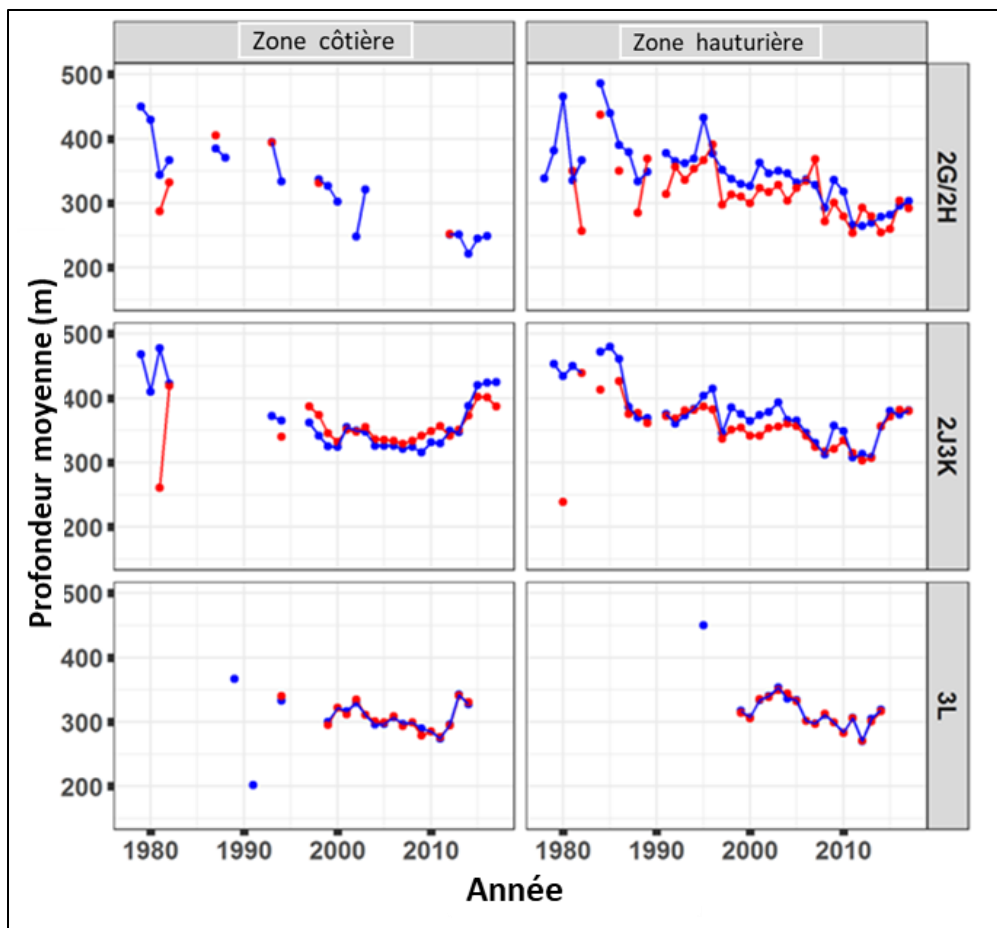


Figure 9. Profondeurs moyennes de chalutage de tous les traits de chaluts à crevettes commerciales observés et de tous les traits de chaluts à crevettes observés qui ont capturé du capelan dans les divisions 2G/2H, 2J3K et 3L. Traits avec capelan (rouge), tous les traits (bleu).

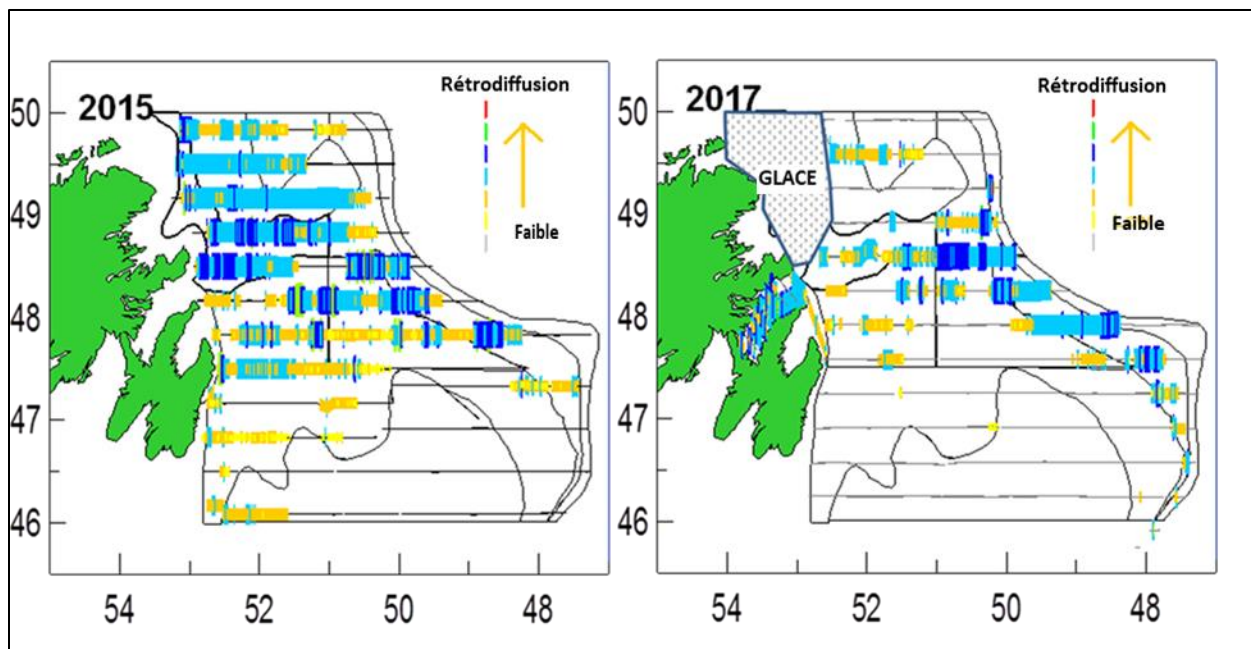


Figure 10. Distribution de la rétrodiffusion du capelan lors des relevés acoustiques de printemps en 2015 (panneau de gauche) et 2017 (panneau de droite). Les incréments consécutifs de couleurs indiquent une différence d'un ordre de grandeur de la quantité de rétrodiffusion. À noter qu'aucun sondage n'a été effectué en 2016.

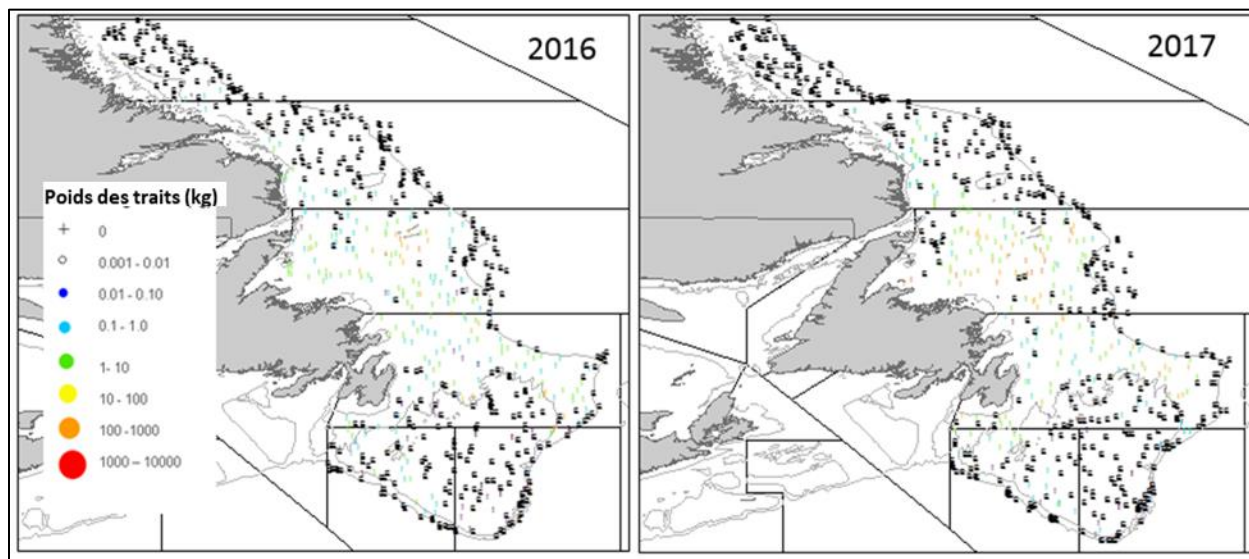


Figure 11. Répartition des prises de capelan lors des relevés annuels d'automne au chalut dans les divisions 2J3KLNO en 2016 (panneau de gauche) et 2017 (panneau de droite).

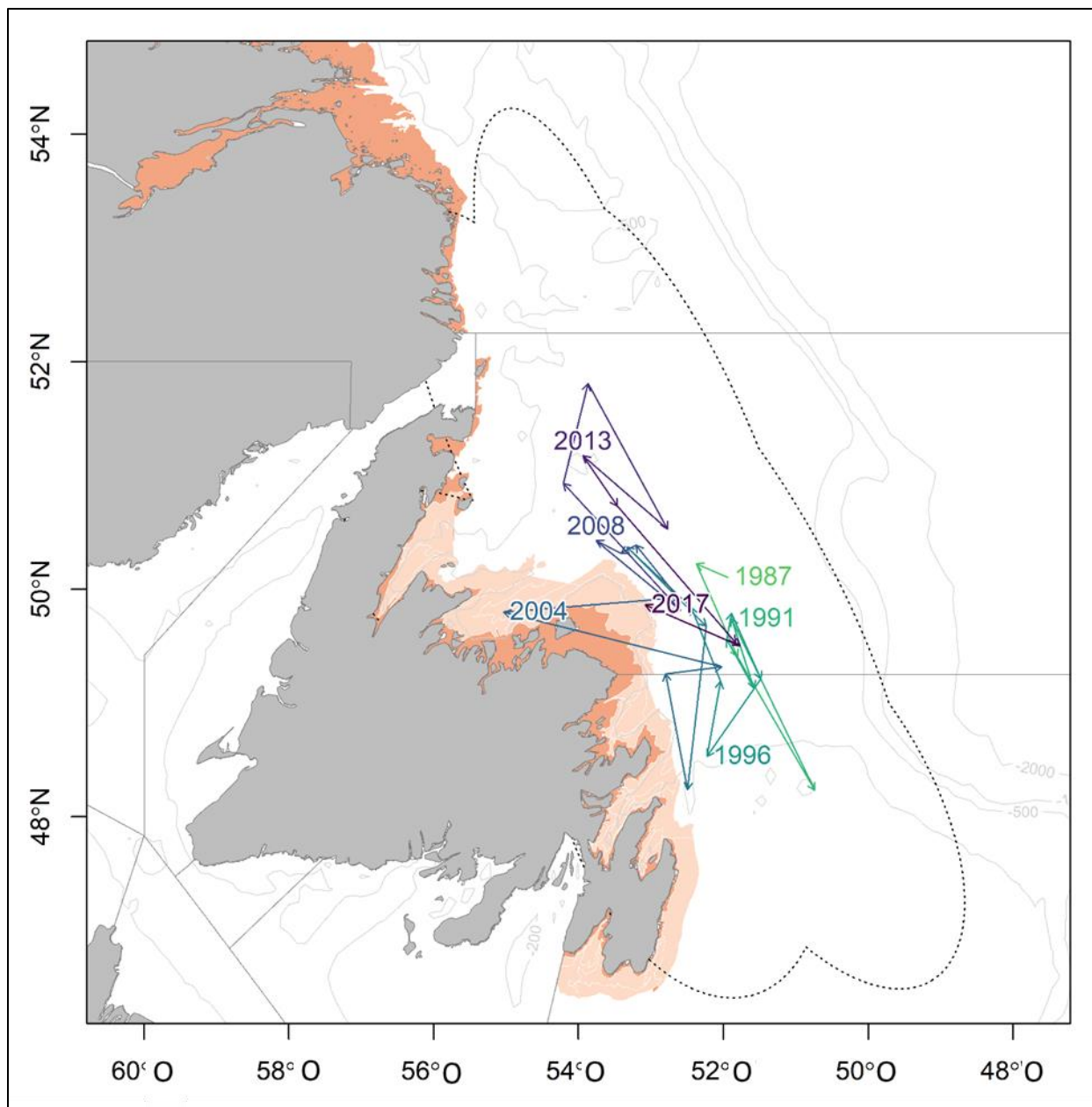


Figure 12. Centre de gravité du capelan capturé lors des relevés au chalut d'automne dans les divisions 2J3KL de l'OPANO à partir de 1987 à 2017. Les zones ombragées en rouge foncé ne sont pas occupées par le relevé et les zones de couleur pêche ne sont occupées que certaines années et ne sont donc pas prises en compte dans l'analyse.

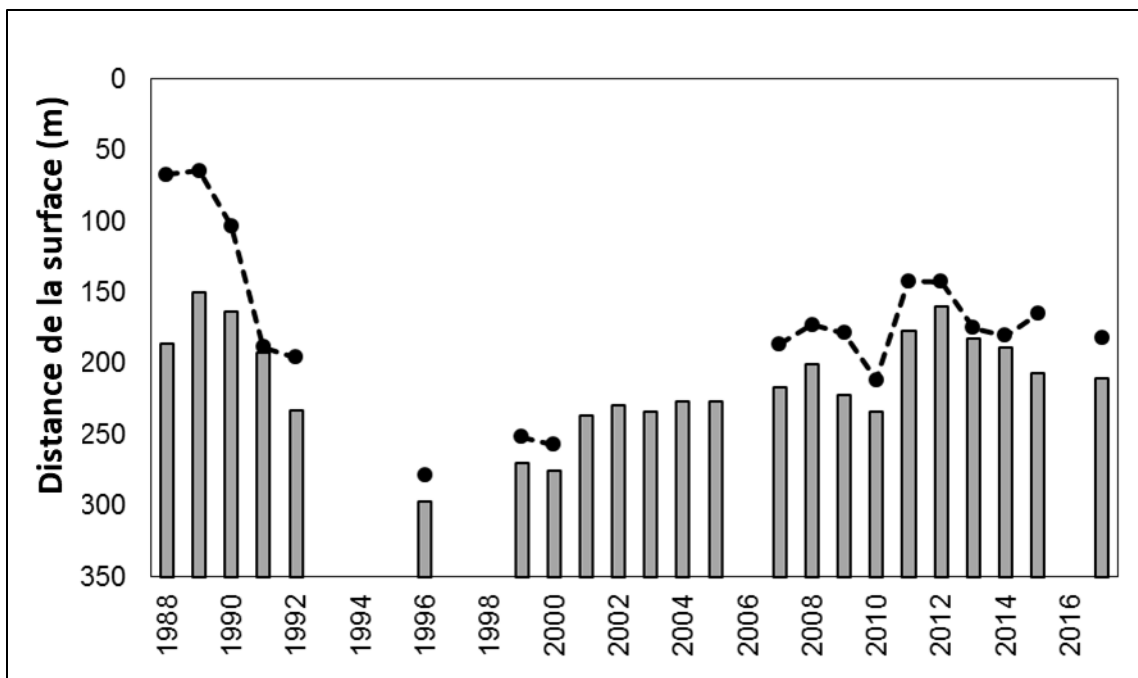


Figure 13. Profondeur moyenne du fond (barres) et profondeur moyenne pondérée du capelan (points) lors des relevés acoustiques printaniers de 1988 à 2017.



Figure 14. Répartition par âge du capelan échantillonné lors des relevés acoustiques printaniers.

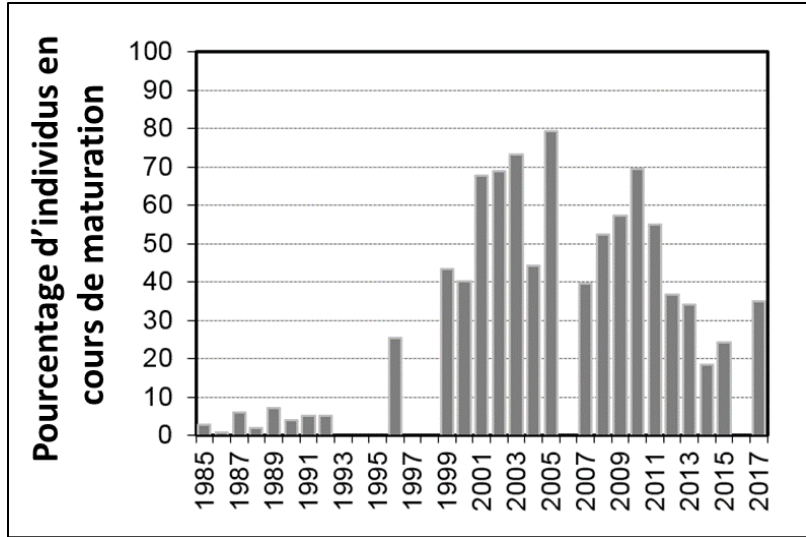


Figure 15. Proportion des capelans d'âge 2 en cours de maturation échantillonnés lors des relevés acoustiques de printemps de 1985 à 2017.

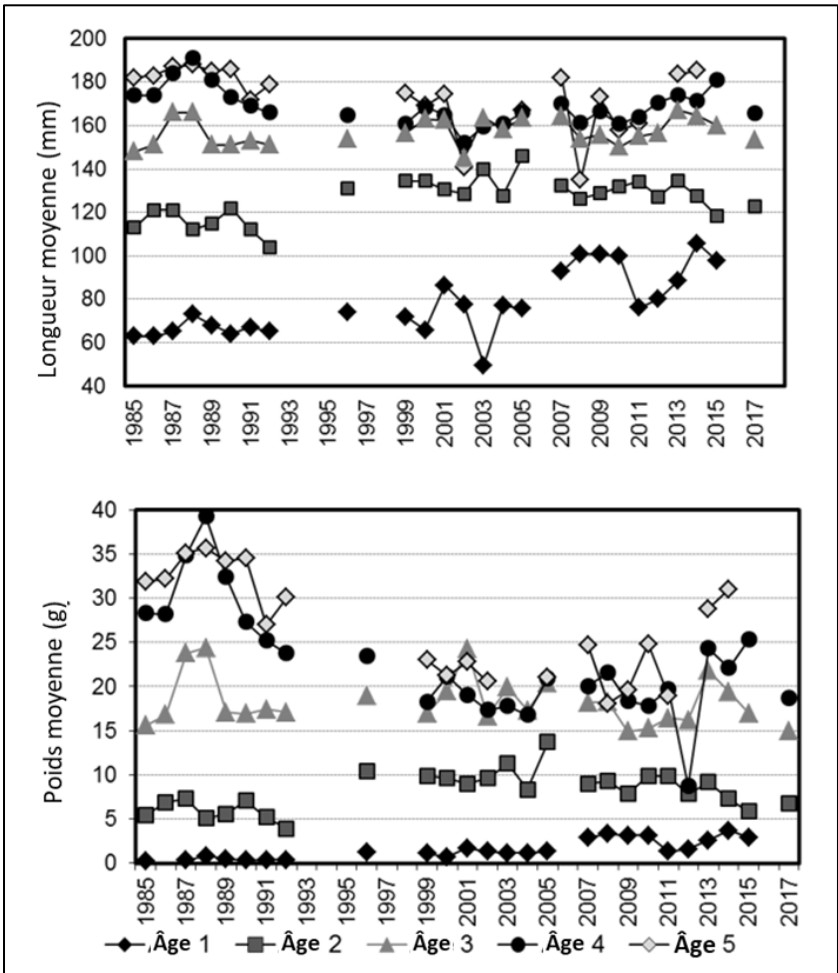


Figure 16. Longueur moyenne (supérieure) et poids moyen (inférieur) du capelan capturé lors des relevés acoustiques printaniers de 1985 à 2017.



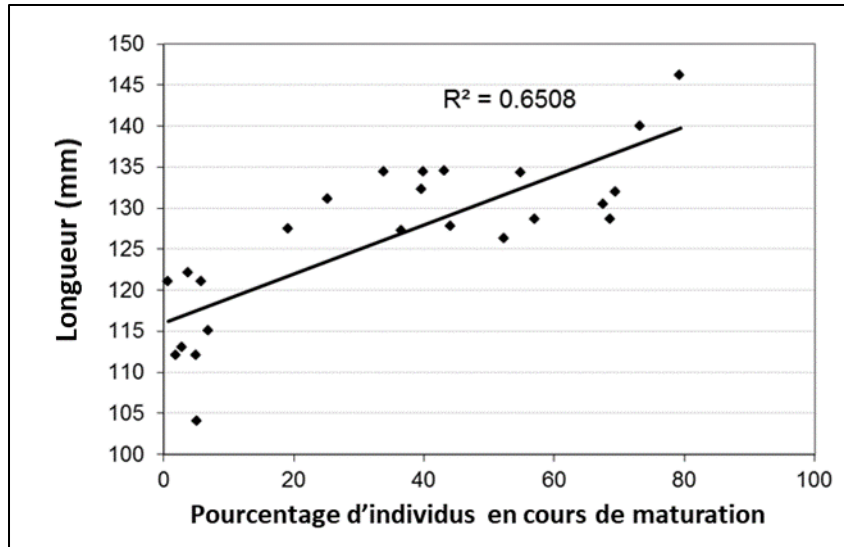


Figure 17. Relation entre la longueur et le pourcentage de maturité du capelan d'âge 2 pris lors des relevés acoustiques printaniers de 1985 à 2017.

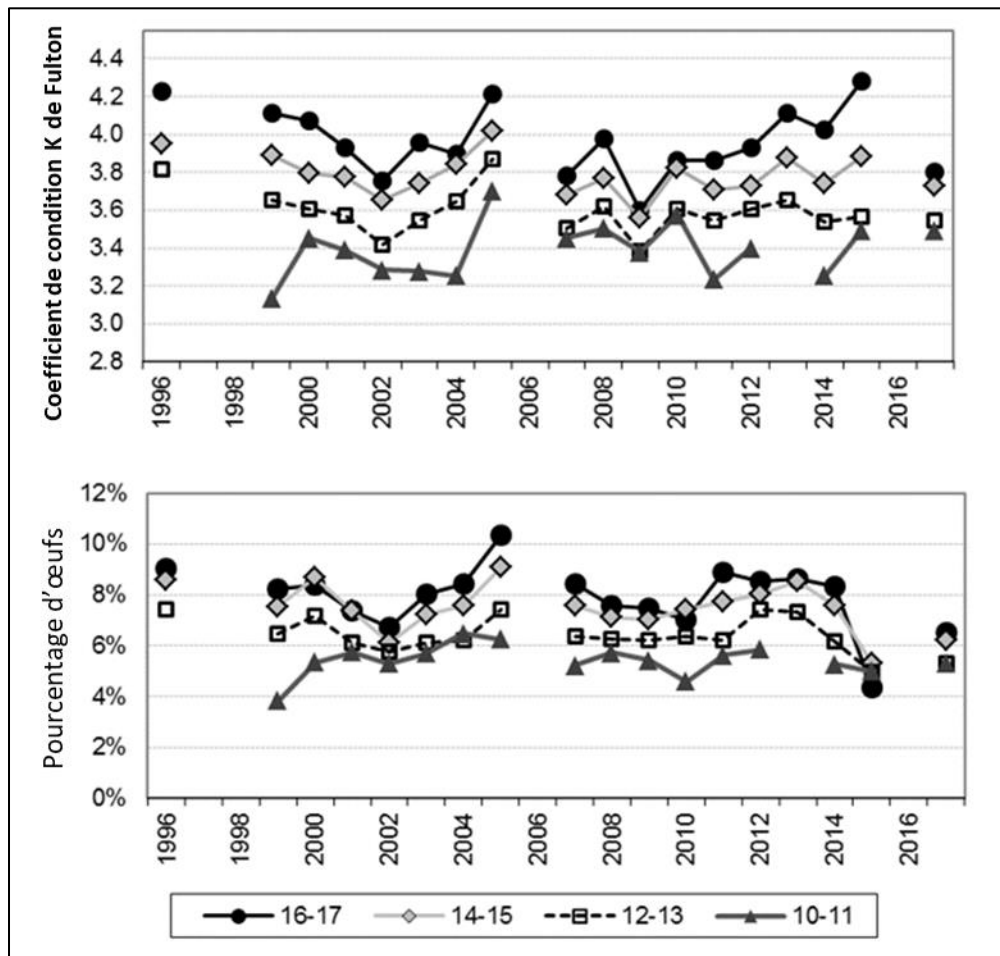


Figure 18. Le coefficient de condition Fulton (supérieur) et la teneur en œufs en pourcentage (inférieur) du capelan femelle à maturité échantillonné lors des relevés acoustiques du printemps entre 1996 et 2017 par classe de taille (mm).

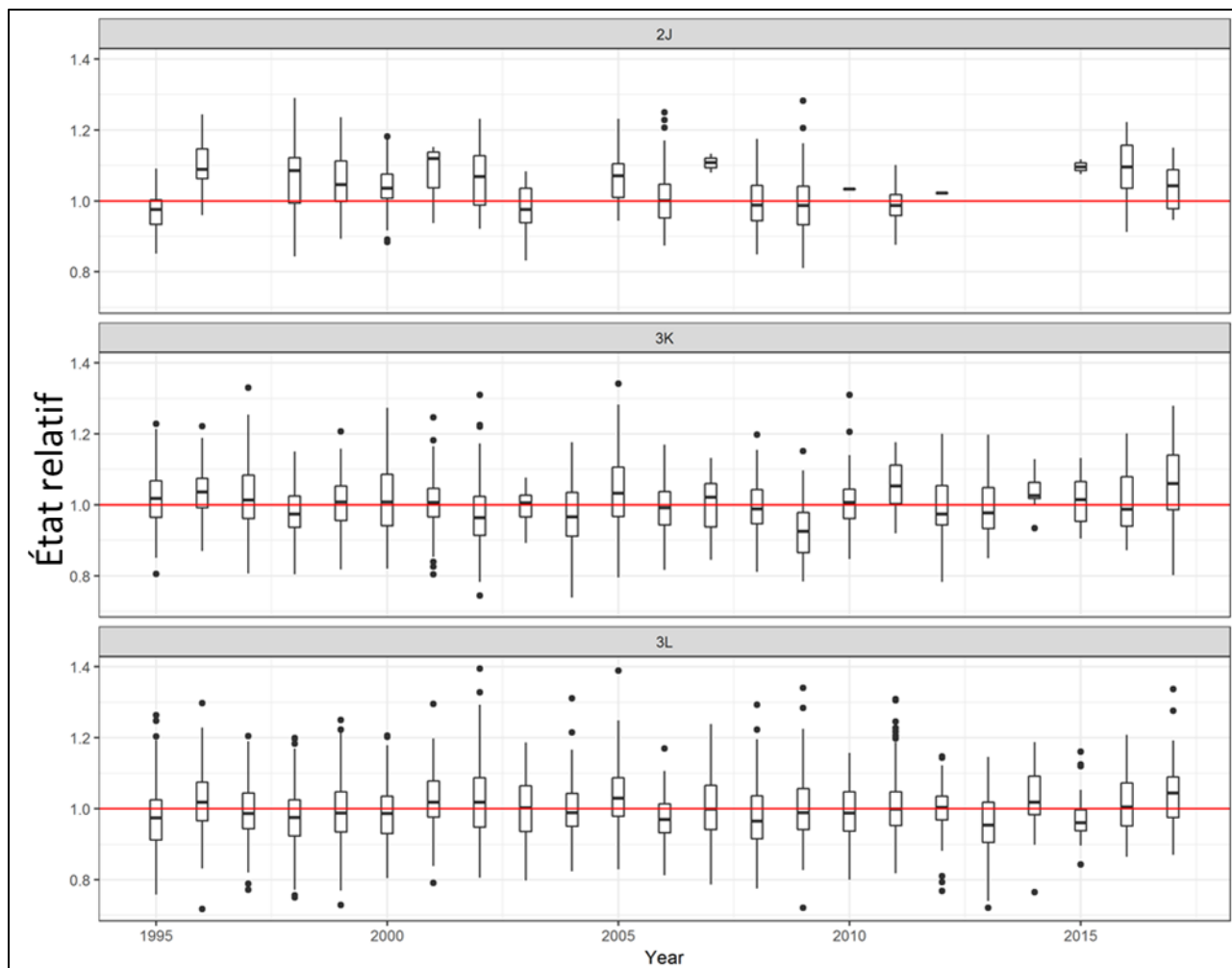


Figure 19a. État relatif du capelan mâle d'âge 1 capturé pendant les relevés au chalut d'automne dans les divisions 2J, 3K et 3L de l'OPANO entre 1995 et 2017.

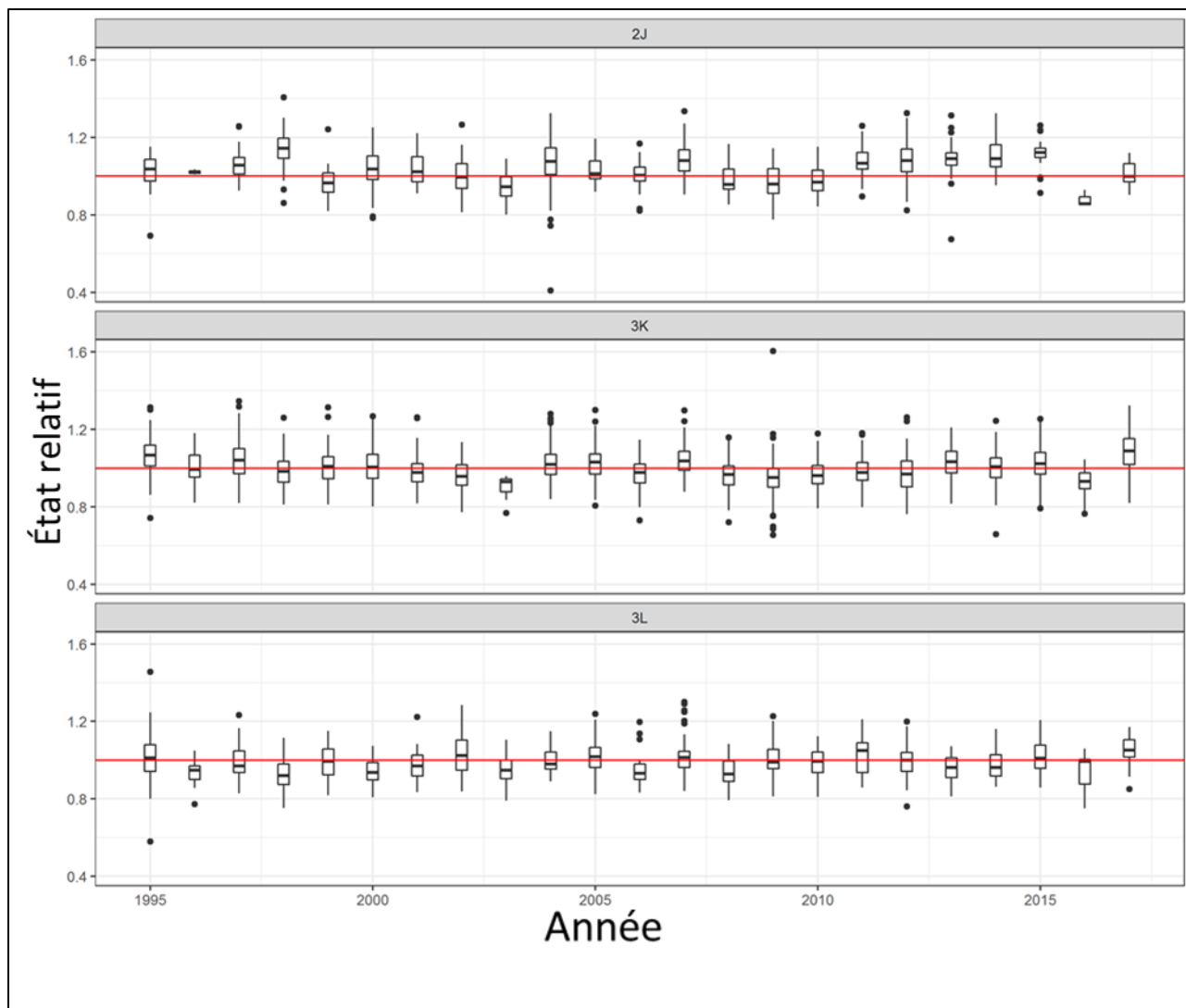


Figure 19b. État relatif du capelan mâle d'âge 2 capturé pendant les relevés au chalut d'automne dans les divisions 2J, 3K et 3L de l'OPANO entre 1995 et 2017.

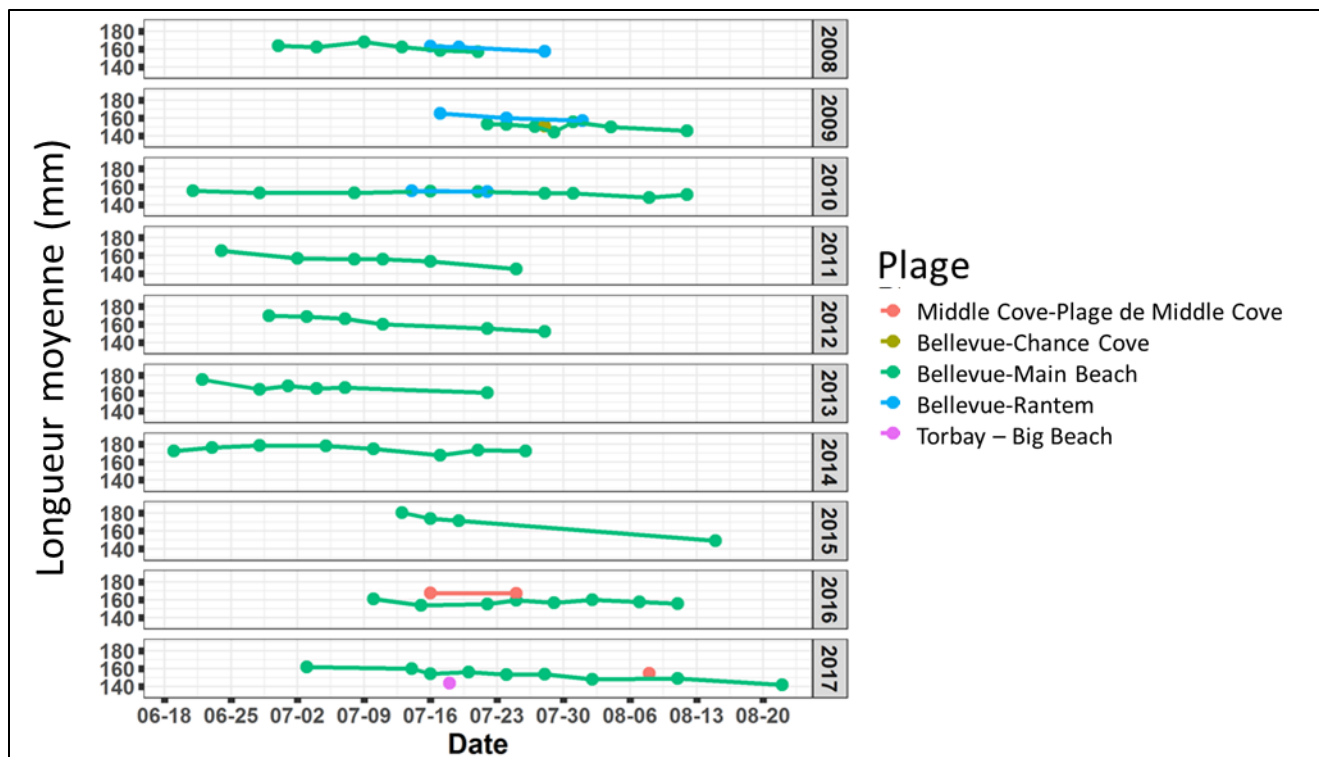


Figure 20. Variation en cours de saison de la taille du capelan reproducteur aux endroits repères de la péninsule d'Avalon.

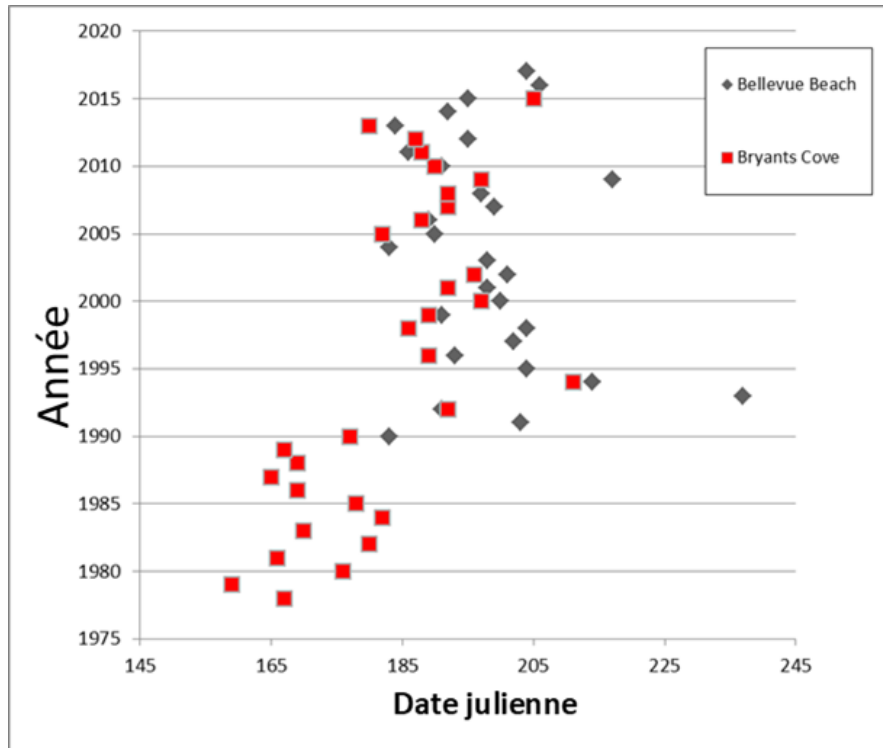


Figure 21. Moment de la période de frai maximale du capelan sur deux plages de la presqu'île Avalon, de 1978 à 2017.

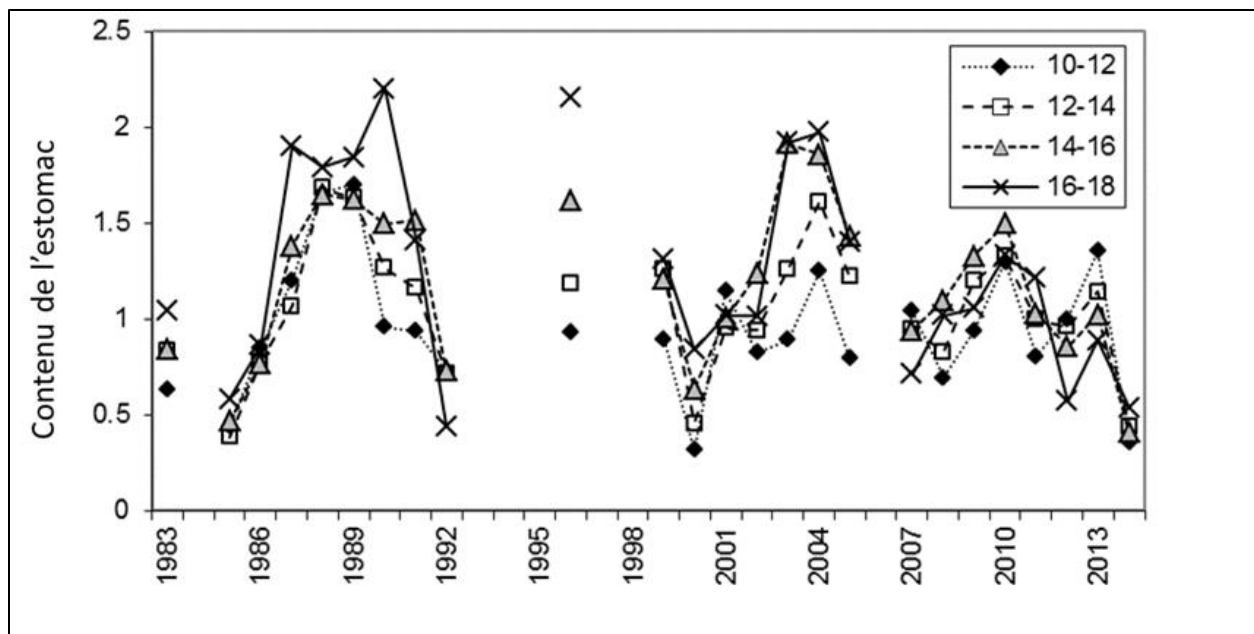


Figure 22. Indice du contenu de l'estomac d'après l'étude acoustique du printemps par classe de longueur en mm.

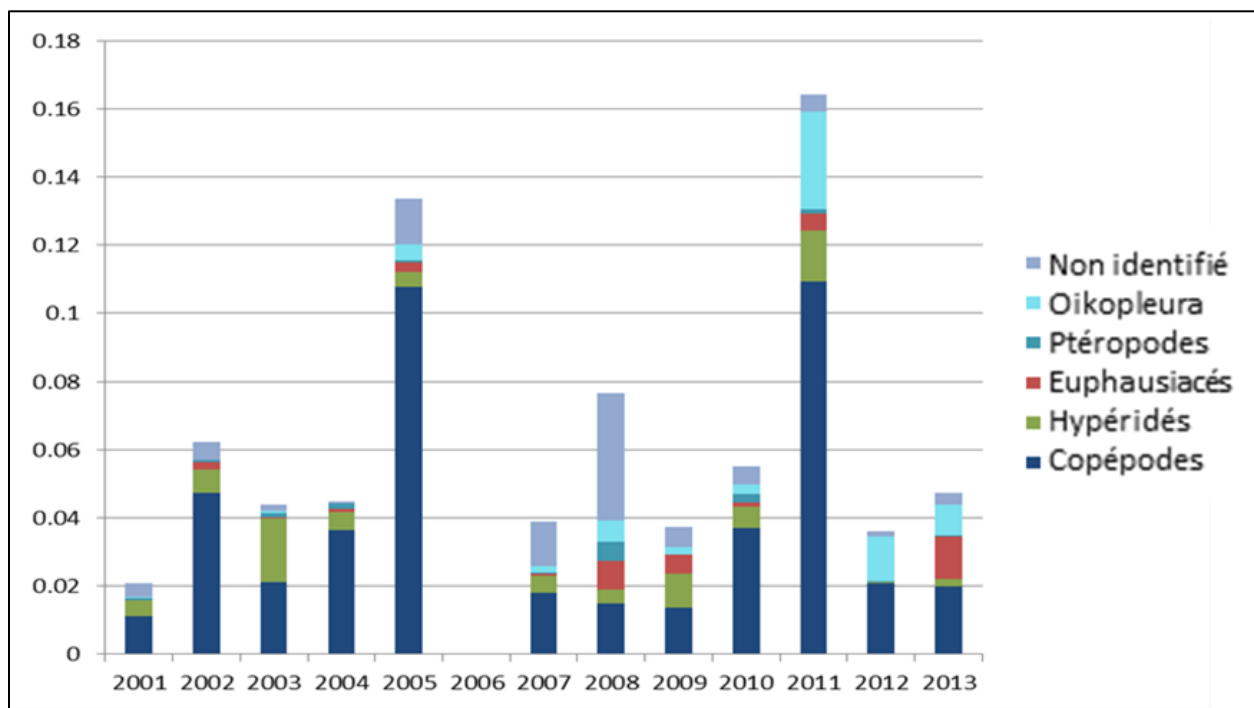


Figure 23. Composition par espèce des proies dans les estomacs de capelan.

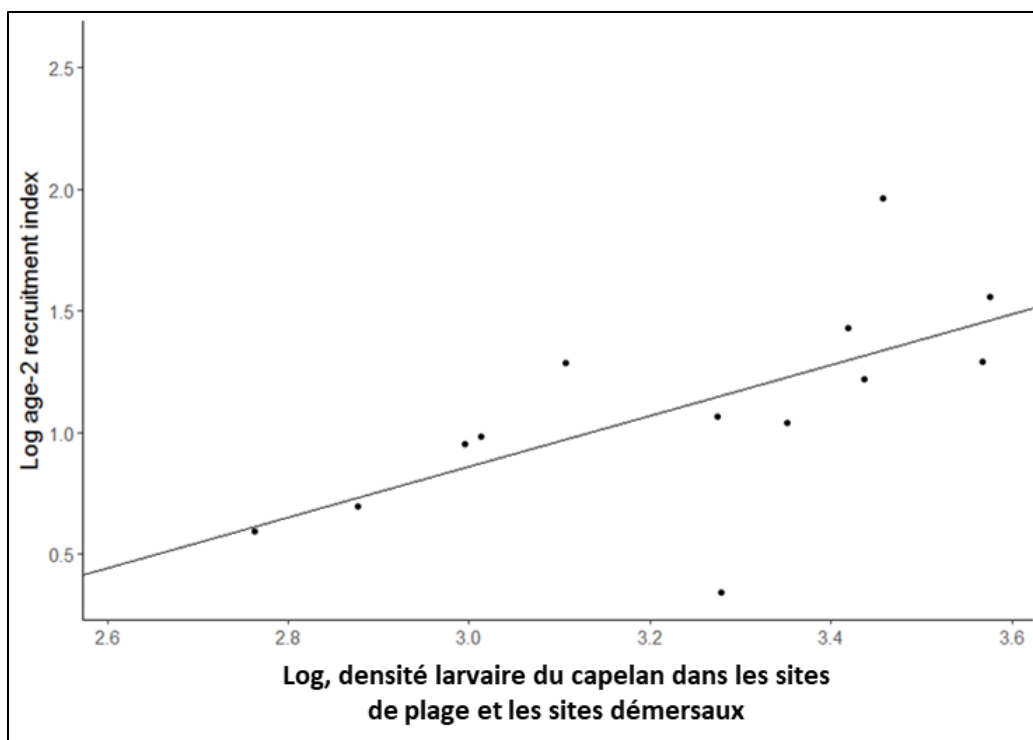


Figure 24. Relation entre les densités de larves de capelan émergentes dans la région de la plage Bellevue et l'indice d'abondance du capelan d'âge 2 deux ans plus tard, estimé à partir des traits du relevé acoustique printanier (2003 à 2017).

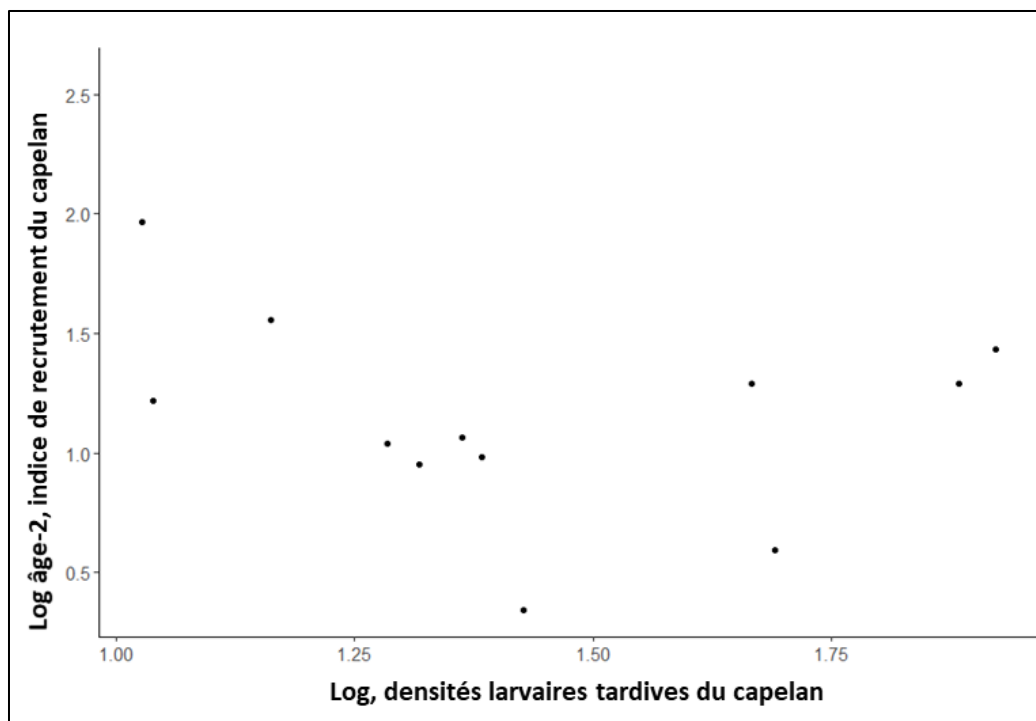


Figure 25. Relation entre les densités de larves de capelan aux derniers stades de développement dans la région de la baie de Trinity et l'indice d'abondance du capelan d'âge 2 deux ans plus tard, estimé à partir du relevé acoustique printanier (2003 à 2017).

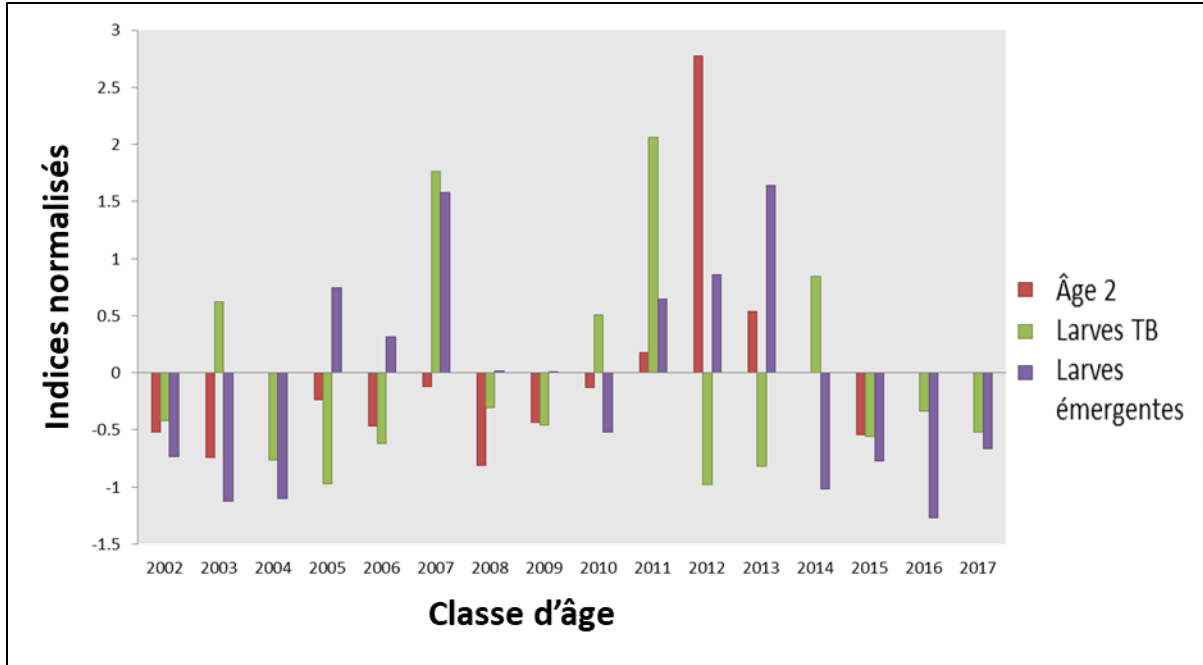


Figure 26. Comparaison des indices normalisés de la force des cohortes à trois stades biologiques, larves émergentes, larves tardives et capelans d'âge 2.

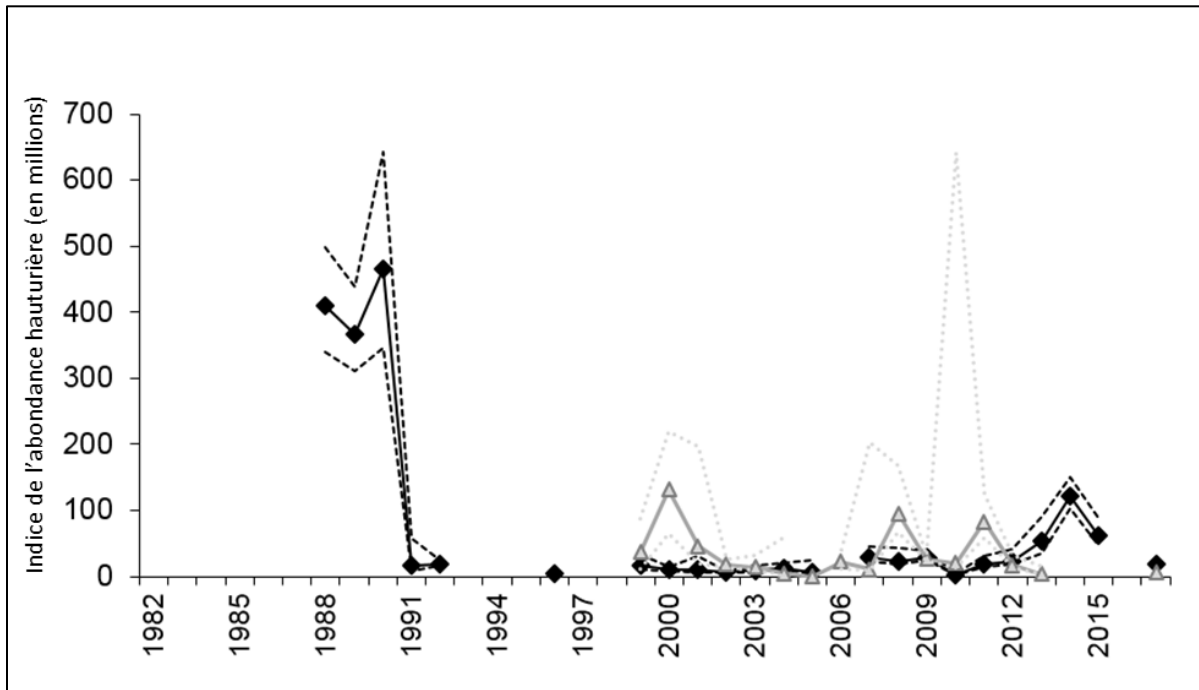


Figure 27. Indice de l'abondance du capelan dénombré dans le relevé printanier dans la zone extracôtière (noir) et dans la baie de la Trinité (gris). Les lignes en pointillés représentent les limites de confiance supérieure et inférieure.

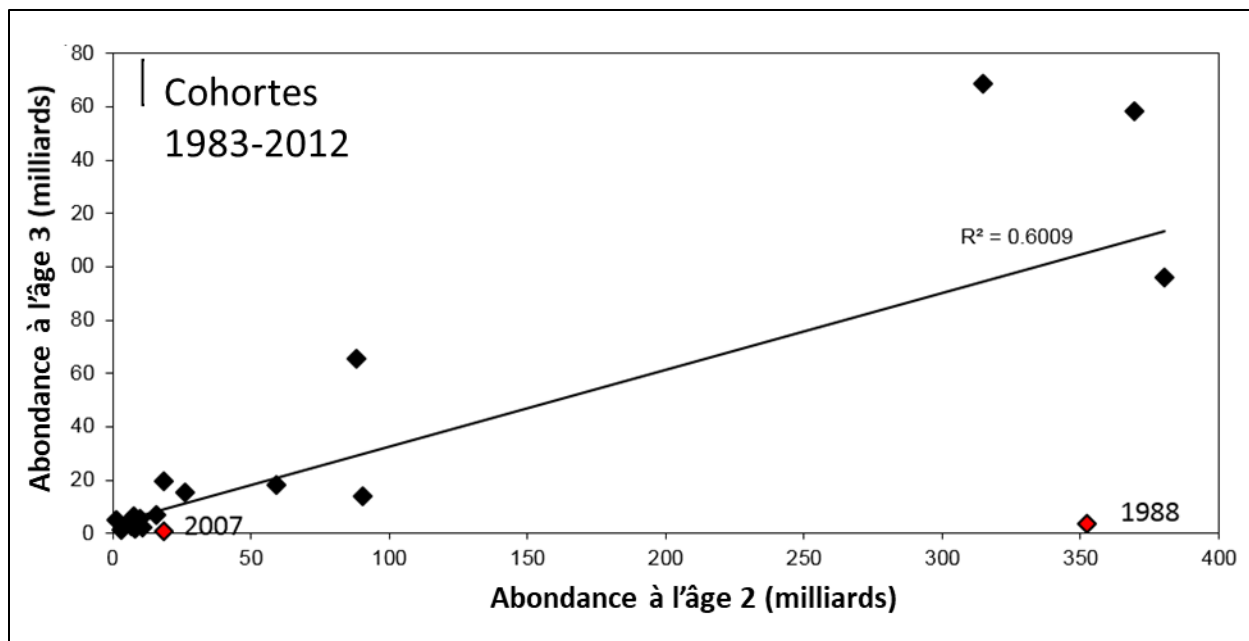


Figure 28. L'abondance relative des cohortes de capelans frayés de 1983 à 2012 à l'âge de 2 ans et à l'âge de 3 ans, selon le relevé acoustique du printemps. Les cohortes pour lesquelles le relevé a été influencé par des changements dans la glace ou des changements de répartition sont représentées en rouge avec l'année de cohorte indiquée.

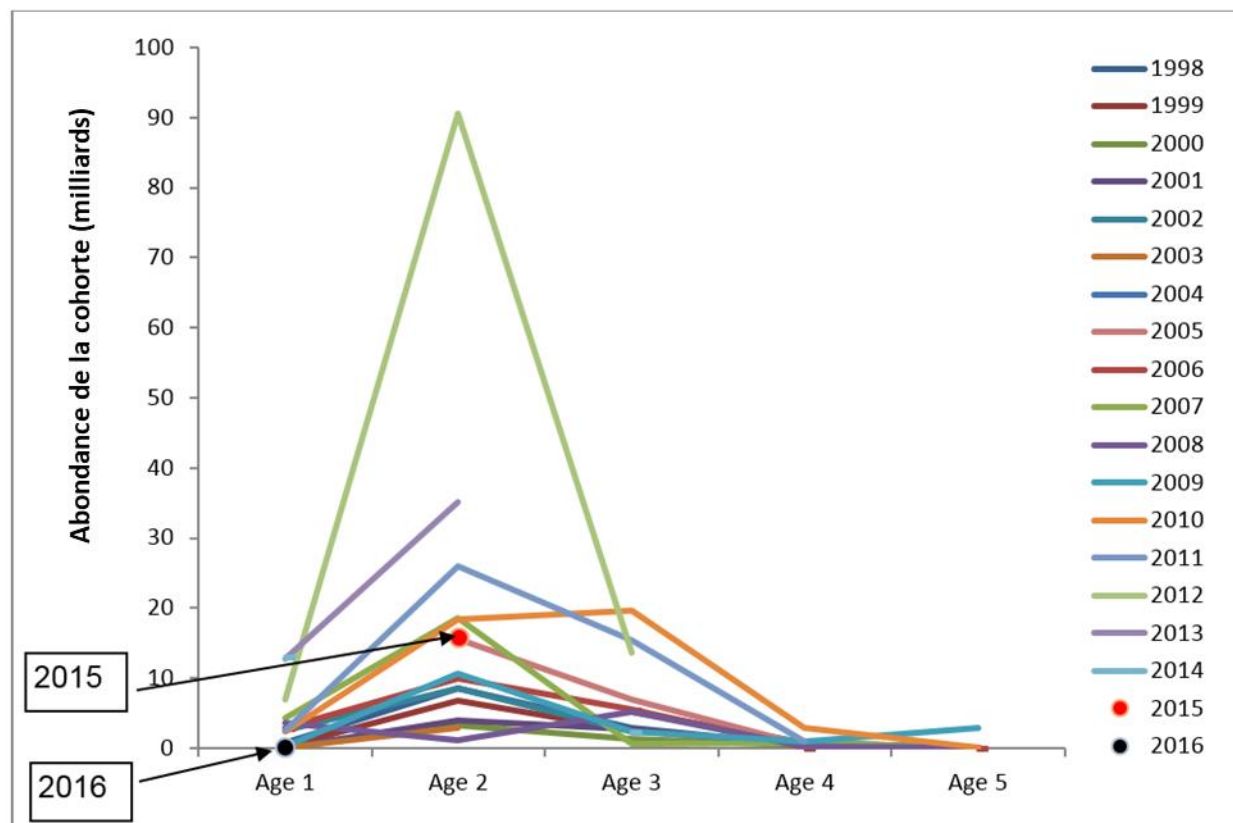


Figure 29. Progression de l'abondance des cohortes entre 1998 et 2016 à partir du relevé acoustique de printemps.