



ÉVALUATION DU HARENG DE L'ATLANTIQUE (*CLUPEA HARENGUS*), COMPOSANTES DES REPRODUCTEURS DE PRINTEMPS ET D'AUTOMNE, DU SUD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT (DIVISIONS 4TVN DE L'OPANO) ET AVIS POUR LES PÊCHES DE 2022 ET DE 2023



Hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*)
Crédit : Pêches et Océans Canada

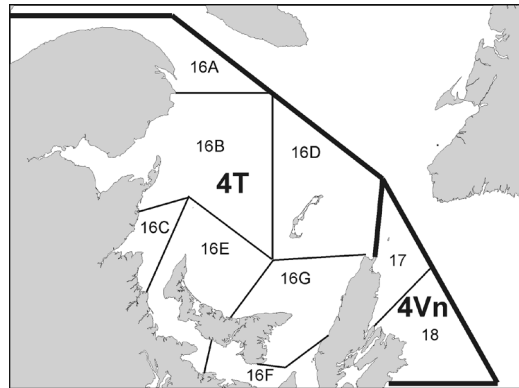


Figure 1. Divisions 4T et 4Vn de l'OPANO et zones de gestion des pêches du hareng correspondantes.

Contexte :

Le stock de hareng de l'Atlantique du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) (division 4T de l'OPANO) est distribué entre la côte nord de la péninsule de la Gaspésie et l'extrémité nord de l'île du Cap-Breton, y compris les îles de la Madeleine (figure 1). Selon les données dont on dispose, les harengs adultes passent l'hiver au large de la côte est de l'île du Cap-Breton, essentiellement dans la division 4Vn de l'OPANO. Le hareng du sGSL est exploité par une flotte de pêche à engins fixes (filet maillant) sur les frayères et par une flotte à engins mobiles (senne coulissante) (bateaux > 65 pi) qui le capture dans les eaux plus profondes. La flotte de pêche à engins fixes capture presque uniquement des reproducteurs de printemps au printemps, exception faite du mois de juin, et presque uniquement des reproducteurs d'automne à l'automne. La flotte de pêche à engins mobiles capture un mélange des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne au cours de la saison de pêche. Les pourcentages des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne dans les prises varient selon la saison. Ces dernières années, le hareng de printemps a été vendu principalement comme appât, mais historiquement, il était également vendu comme bouffi (hareng fumé) et sous forme de filet. Le hareng d'automne est surtout destiné au marché de la rogue, du bouffi et du filet. La gestion par quotas a été adoptée en 1972. En 2021, on comptait 3 001 permis de pêche à engins fixes et 20 permis de pêche à la senne. De ces permis, environ 9 % des permis avec engins fixes et 6 % de ceux avec senneurs étaient encore actifs (à raison d'au moins une sortie/saison).

Les évaluations du hareng, composantes des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne, du sGSL (division 4TVn de l'OPANO) servent à établir le total autorisé des captures annuel. Le présent avis scientifique découle du processus d'avis régional des 22 et 23 mars 2022 visant à évaluer l'état des stocks de hareng de l'Atlantique du sud du golfe du Saint-Laurent (4T-4Vn) jusqu'en 2021, et à fournir des avis pour les pêches de 2022 et de 2023. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#). Parmi les participants à cette réunion, on comptait des représentants du

Secteur des sciences du MPO, du Secteur de la gestion des pêches du MPO, de gouvernements provinciaux, de l'industrie de la pêche, d'organisations non gouvernementales de l'environnement et d'organisations autochtones.

SOMMAIRE

- Le hareng de l'Atlantique dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est constitué de composantes des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne, qui sont considérées comme des stocks distincts et, à ce titre, sont évaluées séparément.
- L'indice de biomasse tiré d'un relevé acoustique des frayères d'automne indépendant de la pêche et mené en collaboration avec l'industrie a été utilisé pour la première fois dans le cadre de cette évaluation.
- Pour les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne, la tendance à la hausse de la mortalité naturelle chez les individus d'âges 7 à 11+ est corrélée avec l'augmentation des indices d'abondance du phoque gris et du thon rouge de l'Atlantique au cours de la même période.

Composante des reproducteurs de printemps

- Selon l'évaluation actuelle du stock, les estimations médianes de la biomasse du stock reproducteur (BSR) se situent dans la zone critique du cadre d'approche de précaution depuis 2002. En 2020 et en 2021, la BSR estimée des reproducteurs de printemps est vraisemblablement (probabilité > 80 %) demeurée dans la zone critique.
- Dans les conditions actuelles de mortalité naturelle élevée, de baisse du poids selon l'âge et de faible recrutement, les probabilités que la BSR augmente d'ici 2024 vont de 44 % pour un niveau de prises de 0 tonnes (t) à 42 % pour un niveau de prises de 1 250 t. Même en l'absence de prises, il est probable (> 80 %) que les stocks demeureront dans la zone critique d'ici 2027.
- Les reproducteurs de printemps sont récoltés par les pêches dirigées et dans des prises accessoires de hareng à l'automne, pour des débarquements totaux préliminaires de 603 t et de 403 t en 2020 et en 2021, respectivement. Le taux de mortalité par la pêche de ce stock dépasse la règle de décision provisoire du cadre de l'approche de précaution depuis 1999. Le nombre total de prélèvements estimés de poissons et de remises à l'eau est inconnu.
- Le recrutement est demeuré stable, soit à des valeurs faibles depuis 1993. Ce faible recrutement est cohérent avec des changements environnementaux à long terme, comme l'augmentation de la température et des changements dans l'abondance de différentes espèces de zooplancton. Compte tenu de la tendance actuelle au réchauffement de la température de surface, on ne s'attend pas à ce que le recrutement s'améliore au cours des prochaines années.
- Les estimations de la mortalité naturelle annuelle pour les âges 2 à 6 sont demeurées stables, soit entre 21 % et 40 % au cours de la série chronologique. Toutefois, la mortalité naturelle des poissons plus âgés (âges 7 à 11+) a augmenté depuis 2010 pour atteindre un maximum de 65 % en 2018, avant de baisser à 59 % en 2020 et en 2021. Selon la dynamique de l'abondance des prédateurs, la mortalité naturelle devrait demeurer élevée.

Composante des reproducteurs d'automne

- Selon l'évaluation actuelle du stock, la BSR estimative des reproducteurs d'automne se situe dans la zone de prudence du cadre de l'approche de précaution depuis 2017, et il est pratiquement certain (probabilité de 100 %) qu'elle y demeurera en 2022. Le stock a diminué au cours de la dernière décennie.
- Dans les conditions actuelles de mortalité naturelle élevée, de déclin du poids selon l'âge et de faible recrutement, les probabilités que la BSR augmente d'ici 2024 varient de 35 % à 40 % pour toutes les options de prises considérées (de 18 000 à 2 000 t). Pour toutes les options de prises, il est largement improbable (< 1 %) que la BSR augmente dans la zone saine ou diminue dans la zone critique d'ici 2027.
- L'estimation préliminaire des débarquements de la composante des reproducteurs d'automne en 2020 et en 2021 a totalisé 10 065 t et de 10 834 t, respectivement, à partir d'un total autorisé des captures (TAC) de 12 000 t. La mortalité par la pêche a dépassé la règle de décision provisoire du cadre de l'approche de précaution pendant la majeure partie des années 1990, du début des années 2000 et de 2020-2021.
- Le recrutement est en baisse depuis 2006 pour atteindre les niveaux les plus bas de la série chronologique ces dernières années. On ne peut prédire la synchronisation des événements et des conditions environnementales nécessaires à un recrutement élevé, y compris la température de l'eau et l'abondance du zooplancton; par conséquent, le recrutement futur est inconnu.
- Les estimations de la mortalité naturelle annuelle pour les âges 2 à 6 ont diminué au cours de la série chronologique pour atteindre des valeurs très faibles en 2021, bien que le niveau absolu demeure incertain. Pour les âges 7 à 11+, la mortalité naturelle annuelle a fortement augmenté depuis 1986 pour atteindre un pic au milieu des années 2010 (63 %) et s'est depuis stabilisée à des valeurs d'environ 49 %. Selon la dynamique de l'abondance des prédateurs, la mortalité naturelle devrait demeurer élevée.

INTRODUCTION

Le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) est une espèce pélagique qui vit en bancs. La première fraie se produit habituellement à l'âge de 4 ans. La population de hareng dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est constituée de deux composantes: les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne. La fraie de printemps se produit surtout en avril et en mai, à des profondeurs de moins de 10 m. La fraie d'automne a lieu de la mi-août à la mi-octobre, à des profondeurs de 5 à 20 m. Le hareng affiche une grande fidélité à ses frayères. Au cours des dernières années, les plus importantes frayères de printemps étaient concentrées dans le détroit de Northumberland et la baie des Chaleurs, tandis que les plus importantes frayères d'automne se trouvaient dans les eaux côtières au large de Miscou et d'Escuminac (Nouveau-Brunswick), de North Cape et de Cap Bear (Île-du-Prince-Édouard) et de Pictou (Nouvelle-Écosse). Les œufs fécondés se fixent sur le fond marin.

La pêche du hareng est gérée dans les sept zones de pêche de la zone 16 (A à G; figure 1) de la division 4T de l'OPANO du sGSL. Les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne sont des stocks génétiquement distincts; ils sont donc évalués séparément. Pour la composante des reproducteurs d'automne, un modèle d'évaluation par région (nord, centrale, sud) est utilisé depuis 2015 (MPO 2015).

Pêches

Au cours de la période allant de 1978 à 2021, les débarquements totaux de hareng de l'Atlantique des divisions 4T et 4Vn de l'OPANO ont atteint un sommet de 93 471 t en 1995, pour redescendre à 11 237 t en 2021 (figure 2). Un total autorisé des captures (TAC) pour les prélèvements combinés de ces deux composantes dans les divisions 4T et 4Vn est en vigueur depuis 1972. Les débarquements totaux sont généralement inférieurs au TAC depuis 1988. Le TAC était de 12 500 t (500 et 12 000 t pour les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne, respectivement), en 2020 et en 2021.

Le hareng du sGSL est exploité par une flotte de pêche au filet maillant (appelée « flotte à engins fixes ») et une flotte de pêche à la senne coulissante (appelée « flotte à engins mobiles »). La pêche à engins fixes se concentre dans la division 4T de l'OPANO, et la pêche à engins mobiles, dans la division 4Vn et, historiquement, dans la division 4Vn. Comme pour les années antérieures, 77 % du TAC pour les deux saisons a été alloué à la flotte à engins fixes, et 23 %, à la flotte à engins mobiles. Depuis, 1981, la flotte à engins fixes est responsable de la majorité (de 73 % à 99 %) des débarquements déclarés, les pourcentages respectifs étant de 95 % en 2020 et de 99,9 % en 2021 (figure 2). La pêche à engins fixes, pratiquée sur les frayères, vise généralement les stocks locaux.

Des TAC distincts pour la composante des reproducteurs de printemps et pour celle des reproducteurs d'automne ont été établis depuis 1985. Les TAC sont attribués par saison de pêche. Les débarquements déclarés à la saison d'automne représentaient la majorité (de 65 % à 98 %) des débarquements totaux du hareng du sGSL, et ce, tout au long de la série chronologique (figure 2). On estime que les débarquements au cours de la saison de pêche d'automne représentaient 95,8 % et 96,4 % du nombre total de harengs récoltés en 2020 et en 2021, respectivement.

Les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne ne sont pas capturés uniquement durant leurs saisons de fraie correspondantes, et les débarquements sont attribués aux groupes de fraie en fonction des caractéristiques macroscopiques du hareng individuel obtenues à partir d'échantillons prélevés sur les prises.

Composante des reproducteurs de printemps

Le TAC pour 2020 et 2021 visant les reproducteurs de printemps a été fixé à 500 t (figure 3). En 2020 et en 2021, les estimations préliminaires des débarquements étaient respectivement de 603 t et de 403 t. En 2020, 120,6 % du TAC des reproducteurs de printemps a été atteint alors que 80,6 % du TAC fût atteint en 2021.

Il a été estimé qu'au cours de la période de 1981 à 2021, la plupart des reproducteurs de printemps ont été débarqués par la flotte de pêche à engins fixes. On estime que la flotte à engins fixes a débarqué 59 % des captures totales des reproducteurs de printemps en 2020 et 98 % en 2021 (figure 3). Dans le passé et en moyenne, plus de 80 % des reproducteurs de printemps étaient débarqués par la flotte à engins fixes pendant la saison de pêche de printemps, alors que plus de 80 % des reproducteurs de printemps débarqués par la flotte à engins mobiles l'étaient à l'automne (figure 3).

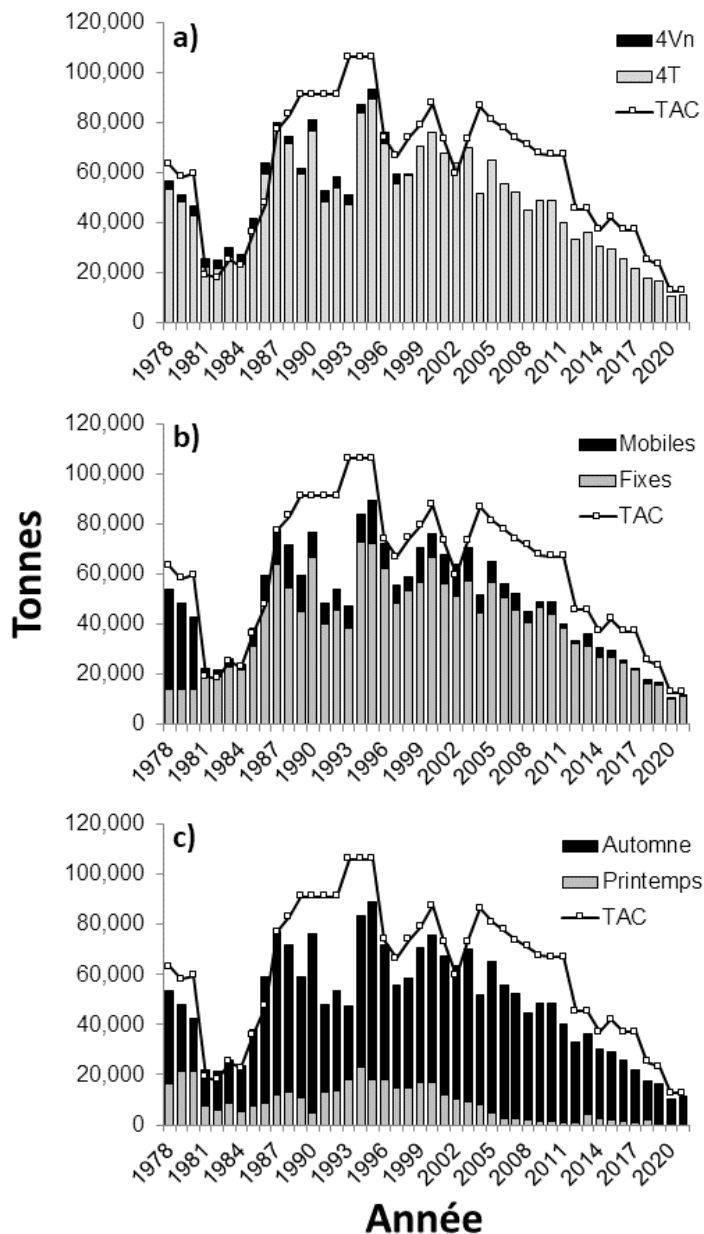


Figure 2. Débarquements déclarés (t) de hareng de l'Atlantique du sGSL (reproducteurs de printemps et reproducteurs d'automne combinés) par division de l'OPANO (graphique du haut), par type d'engins (graphique du milieu) et par saison de pêche (graphique du bas), de 1978 à 2021. Le total autorisé des captures annuel correspondant (TAC; t) est indiqué dans tous les graphiques. En ce qui concerne les débarquements par saison, les débarquements dans la division 4Vn de l'OPANO ont été attribués à la saison de pêche d'automne. Les données de 2020 et 2021 sont préliminaires.

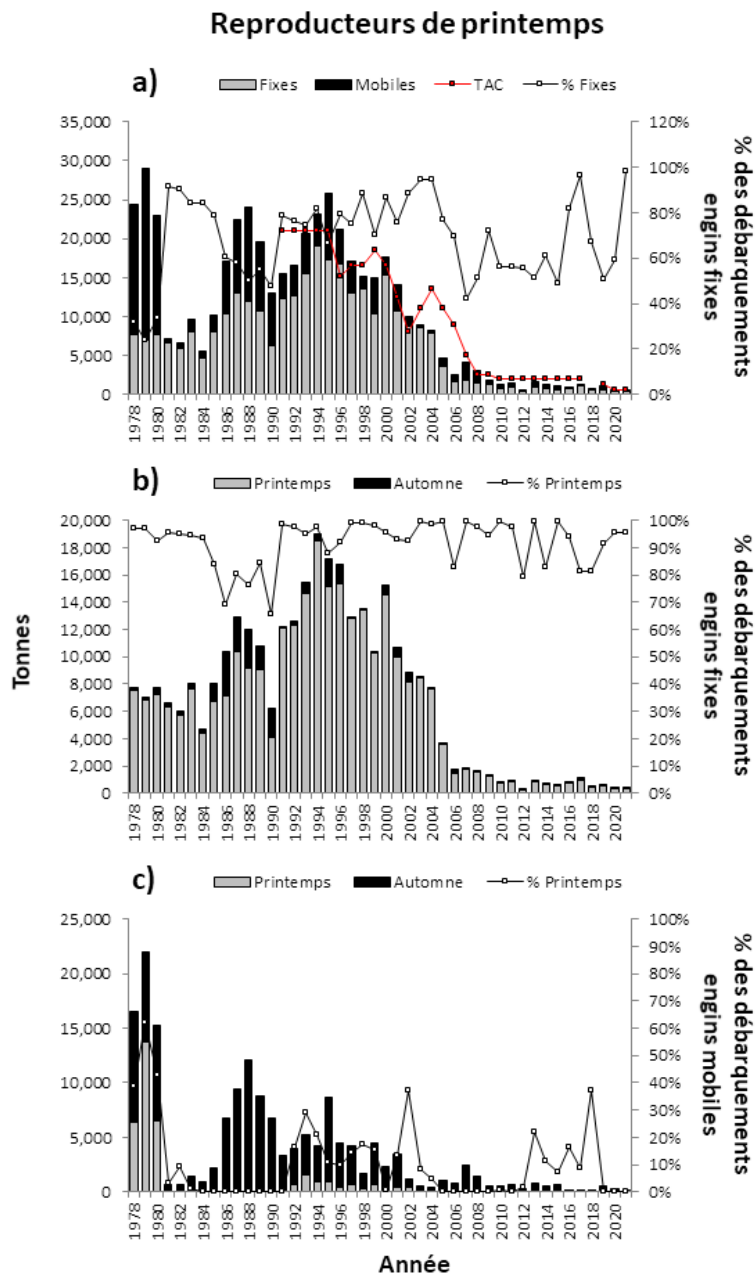


Figure 3. Estimation des débarquements (t) de harengs, composante des reproducteurs de printemps, provenant du sGSL, entre 1978 et 2021. Estimation des débarquements par type d'engin et proportion des débarquements attribuée à la flotte de pêche à engins fixes, et TAC visant les reproducteurs de printemps (symboles rouges), de 1991 à 2021 (graphique du haut). Estimation des débarquements des reproducteurs de printemps par la flotte de pêche à engins fixes pratiquée pendant la saison de pêche de printemps et la saison de pêche d'automne, ainsi que la proportion des reproducteurs de printemps qui ont été débarqués au cours de la saison de pêche du printemps (graphique du centre). Estimation des débarquements des reproducteurs de printemps par la flotte à engins mobiles au cours de la saison de pêche de printemps et de la saison de pêche d'automne, ainsi que la proportion des reproducteurs de printemps qui ont été débarqués par cette flotte pendant la saison de pêche du printemps (graphique du bas). En ce qui concerne les débarquements par saison, les débarquements dans la division 4Vn de l'OPANO ont été attribués à la saison de pêche d'automne. Les données de 2020 et 2021 sont préliminaires.

Prises selon l'âge et poids selon l'âge

Les prises selon l'âge pour les deux types d'engins combinés sont présentées à la figure 4. Pour ce qui est des reproducteurs de printemps, l'âge dominant des captures en 2020 était de 7 ans, ce qui correspond à la classe d'âge de 2013. En 2021, l'âge dominant, maintenant de 8 ans, correspondait à la même classe d'âge.

Le poids moyen selon l'âge des reproducteurs de printemps capturés par les engins fixes et mobiles durant la saison de pêche du printemps a diminué depuis les années 1990 pour les engins mobiles, et depuis le milieu des années 1980 pour les engins fixes (figure 5). Le poids moyen selon l'âge a diminué de 39,6 % entre 1978 et 2021. Pour un nombre donné de poissons, un poids moyen plus faible entraîne une biomasse estimative plus faible lorsque les nombres sont convertis en masse.

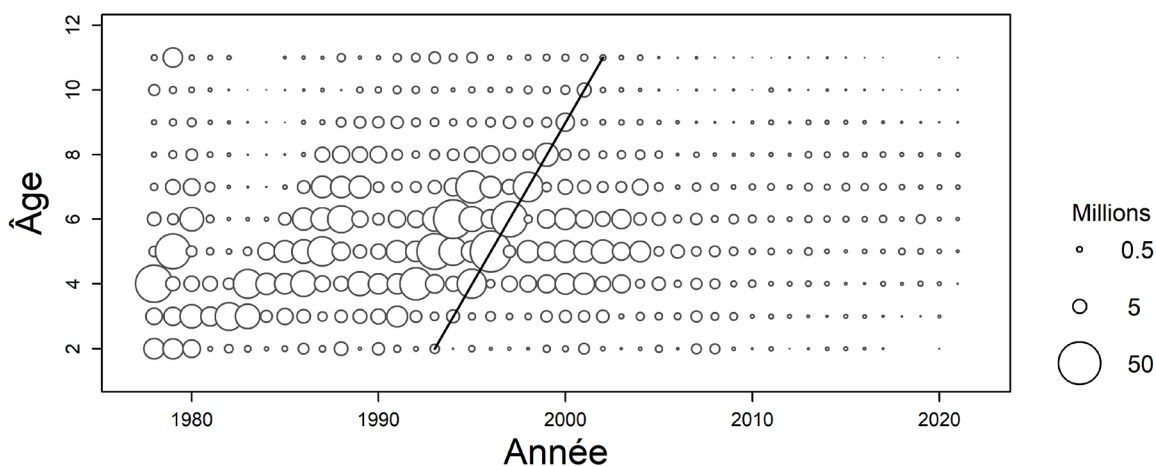


Figure 4. Prises selon l'âge de la composante des reproducteurs de printemps, tous engins confondus, entre 1978 et 2021. La taille de la bulle est proportionnelle au nombre de captures selon l'âge et l'année. La diagonale représente la classe d'âge forte la plus récente (1991). Les valeurs indiquées à l'âge 11 représentent les prises pour les âges 11+.

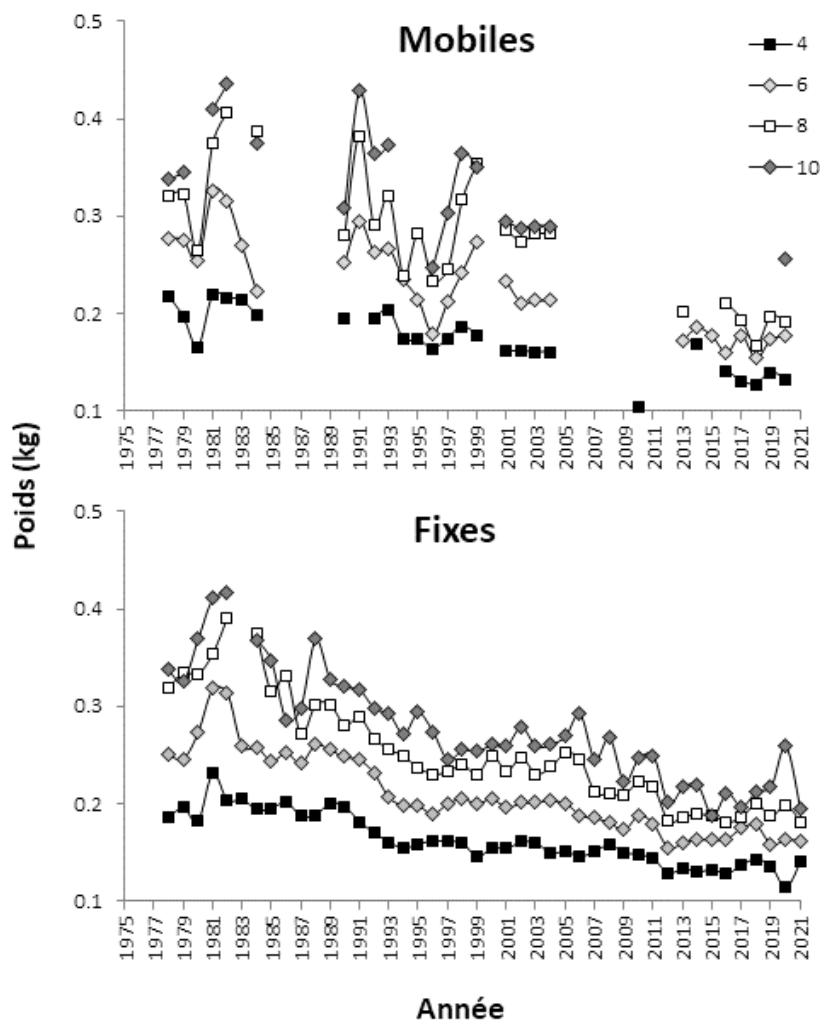


Figure 5. Poids moyen selon l'âge de la composante des reproducteurs de printemps du sGSL, âgés de 4, 6, 8 et 10 ans, échantillonnés à partir des prises de la saison de pêche du printemps au moyen d'engins mobiles (graphique du haut) et d'engins commerciaux fixes (graphique du bas), entre 1978 à 2021.

Composante des reproducteurs d'automne

Le TAC de 2020 et de 2021 pour les reproducteurs d'automne dans la division 4T de l'OPANO a été fixé à 12 000 t. L'estimation préliminaire des débarquements des reproducteurs d'automne pour 2020 et 2021 était de 10 065 t et de 10 834 t, respectivement (figure 6). En 2020, 84 % du TAC des reproducteurs d'automne a été atteint, comparativement à 90 % en 2021. Entre 1978 et 2021, la majorité des harengs reproducteurs d'automne ont été débarqués par la flotte de pêche à engins fixes. On estime que la flotte à engins fixes a débarqué en 2020 97 % et en 2021 99,9 % du total des prélèvements des reproducteurs d'automne (figure 6). La majorité (soit près de 100 %) des harengs reproducteurs d'automne capturés par des engins fixes sont débarqués pendant la saison de pêche d'automne. Sur l'ensemble des reproducteurs d'automne débarqués par la flotte à engins mobiles, 100 % l'ont été pendant la saison de pêche d'automne en 2020 et en 2021 (figure 6).

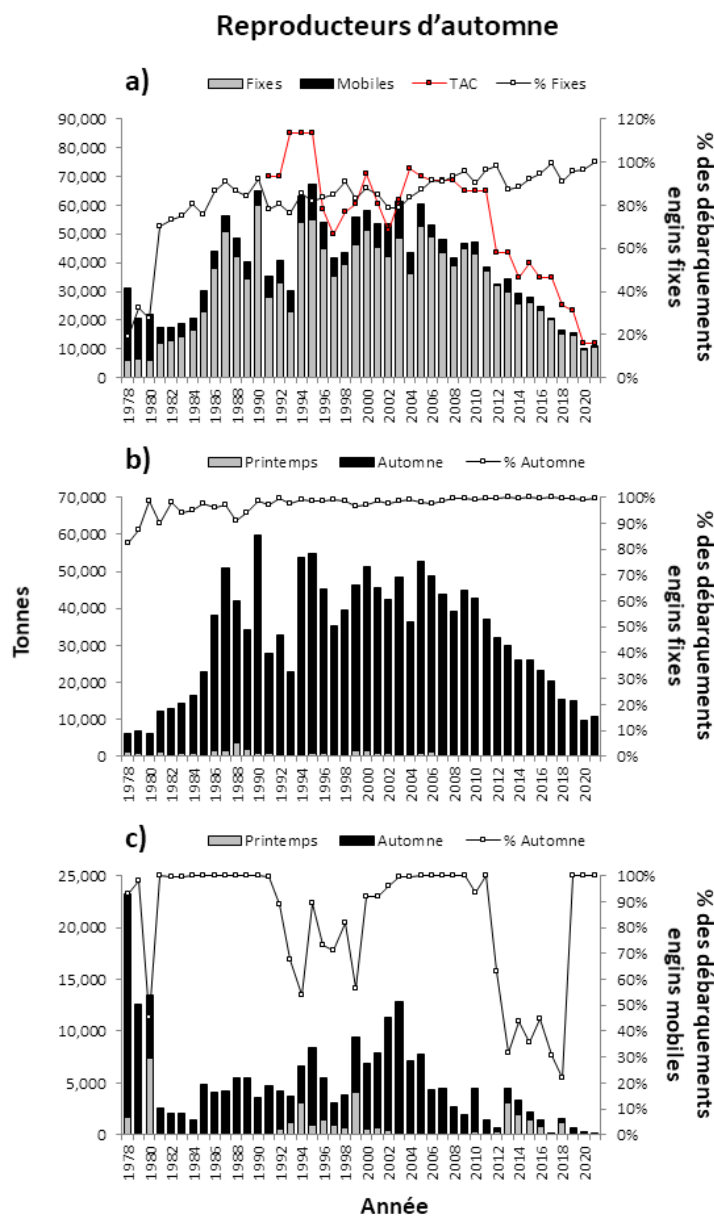


Figure 6. Estimation des débarquements (t) de hareng de l'Atlantique, composante des reproducteurs d'automne, provenant du sGSL, entre 1978 et 2021. Estimation des débarquements par type d'engin, la proportion des débarquements attribuée à la flotte à engins fixes, et les TAC visant les reproducteurs d'automne (symboles rouges) de 1991 à 2021 (graphique du haut). Estimation des débarquements des reproducteurs d'automne par la flotte à engins fixes au cours de la saison de pêche du printemps et de celle d'automne, ainsi que la proportion des reproducteurs d'automne qui ont été débarqués par ce type de flotte au cours de la saison de pêche d'automne (graphique du centre). Estimation des débarquements des reproducteurs d'automne par la flotte à engins mobiles qui ont eu lieu pendant les saisons de pêche de printemps et d'automne, ainsi que la proportion des reproducteurs d'automne qui ont été débarqués par ce type de flotte au cours de la saison de pêche d'automne (graphique du bas). En ce qui concerne les débarquements par saison, les débarquements dans la division 4Vn de l'OPANO ont été attribués à la saison de pêche d'automne. Les données de 2020 et 2021 sont préliminaires.

Prises selon l'âge et poids selon l'âge

Les prises selon l'âge ont été compilées par région (nord, centrale, sud) et par année. Les prises par la flotte à engins fixes ont été attribuées à la région de capture. Les prises par la flotte à engins mobiles dans la division 4T de l'OPANO ont été attribuées à la région la plus proche du lieu de capture. Les prises effectuées dans la division 4Vn de l'OPANO pendant une pêche à la senne en hiver (avant 1999) ont été attribuées à chaque région proportionnellement aux autres prises de chaque région au cours de la même année.

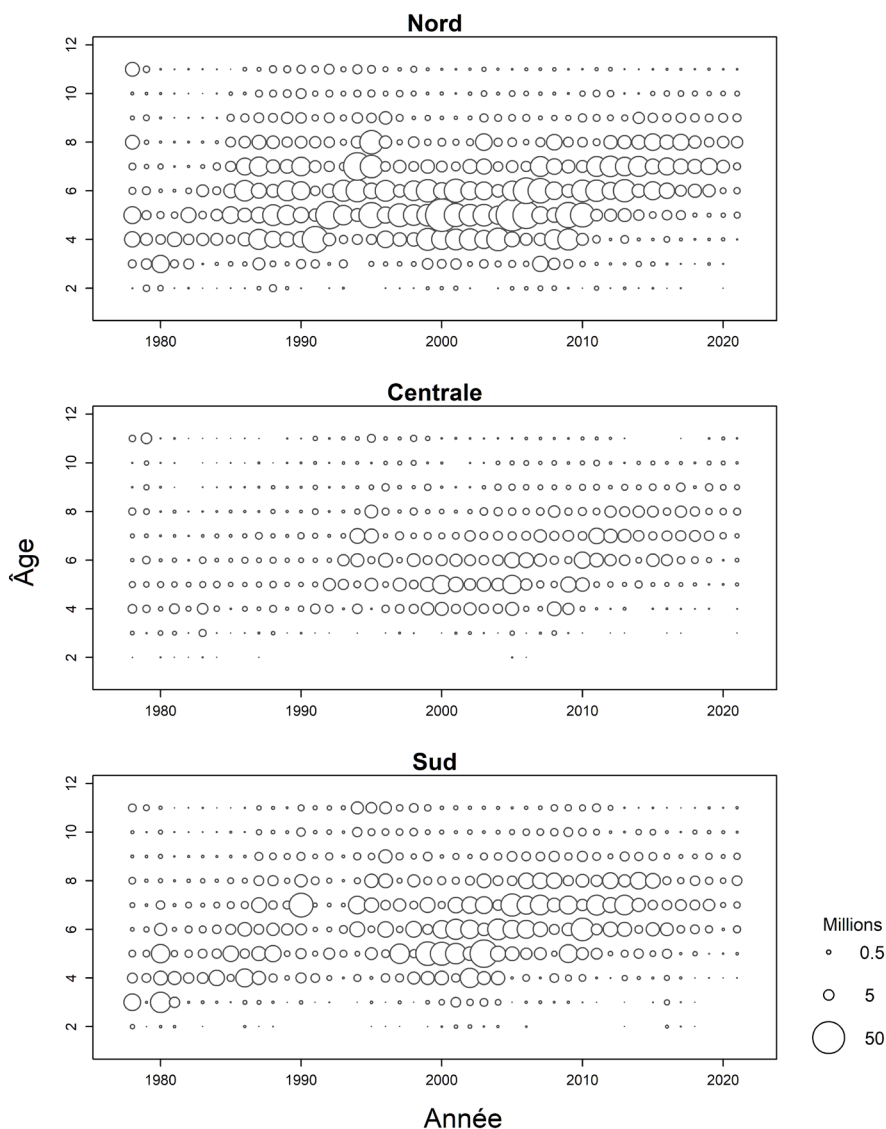


Figure 7. Graphiques à bulles des prises (nombre) selon l'âge par les flottes à engins mobiles et à engins fixes combinées, de 1978 à 2021. La taille des bulles est proportionnelle au nombre de poissons dans les prises selon l'âge et l'année. Les valeurs indiquées à l'âge 11 représentent les prises pour les âges 11+.

Les matrices des prises selon l'âge et des poids selon l'âge des composantes des reproducteurs d'automne du hareng de la division 4T comprennent les prises effectuées par les flottes à engins tant fixes que mobiles. Elles ont été calculées à l'aide de clés âge-longueur et

de relations longueur-poids déterminées à partir d'échantillons de chaque région et saison de pêche.

Les prises selon l'âge propres aux régions pour les deux types d'engins combinés sont présentées à la figure 7. Dans le cas des reproducteurs d'automne, l'âge dominant était de 7 ans en 2020 et de 8 ans en 2021 dans le nord (cohortes 2013-2014), de 8 ans dans la région centrale pour les deux années (cohortes 2011-2012), de 7 à 8 ans en 2020 (cohortes 2013-2012) et de 8 ans en 2021 (cohorte 2013) dans le sud. Les captures parmi les jeunes âges (moins de 6 ans) ont diminué au cours de la dernière décennie de pêche.

Le poids moyen selon l'âge des reproducteurs d'automne capturés à l'aide d'engins fixes et d'engins mobiles a diminué presque continuellement entre 1978 et 2015; il s'est dès lors stabilisé jusqu'en 2021 (figure 8). Le poids moyen selon l'âge a diminué de 30,2 % entre 1978 et 2021. Pour un nombre donné de poissons, un poids moyen plus faible entraîne une biomasse estimative plus faible lorsque les nombres sont convertis en masse.

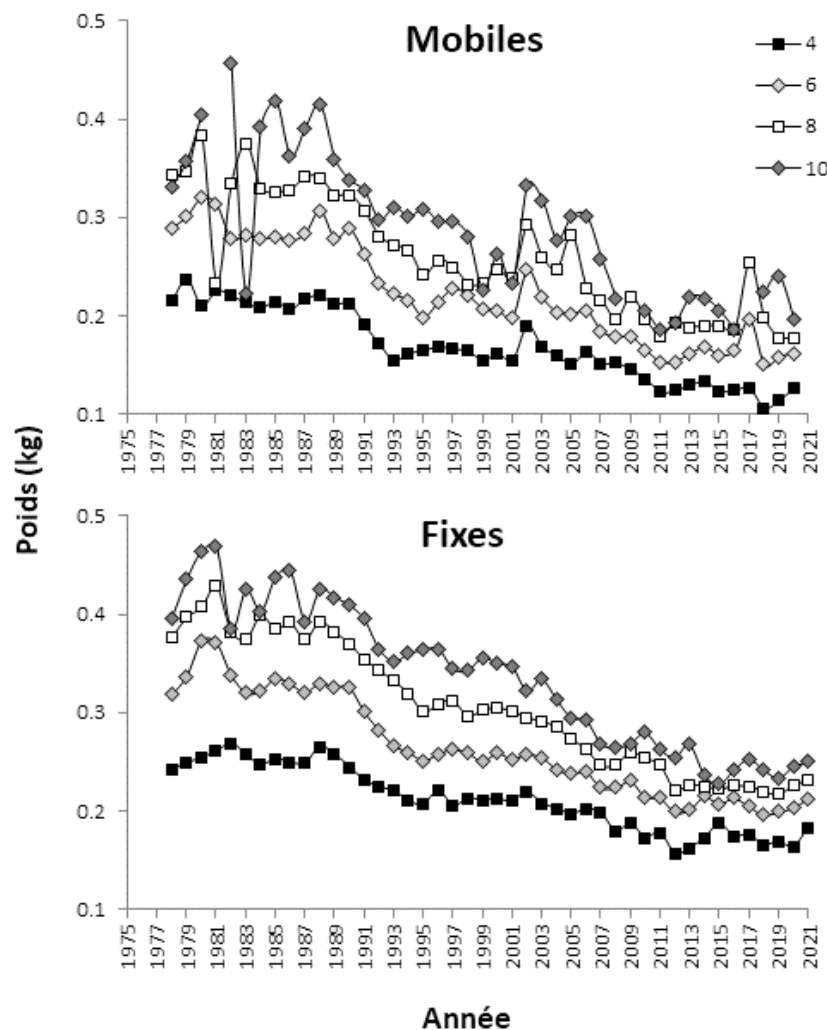


Figure 8. Poids moyens selon l'âge de harengs reproducteurs d'automne âgés de 4, 6, 8 et 10 ans du sGSL, échantillonnés à partir des prises de la saison de pêche d'automne au moyen d'engins mobiles (graphique du haut) et d'engins fixes (graphique du bas), entre 1978 et 2021.

ÉVALUATION

Les harengs reproducteurs de printemps et reproducteurs d'automne de la division 4T de l'OPANO sont des stocks distincts, évalués séparément. Les deux évaluations distinctes utilisent des modèles de statistique de capture selon l'âge fondés sur les prises selon l'âge et sur les indices de biomasse dépendants de la pêche et indépendants de la pêche. Le total autorisé des captures (TAC) de la pêche et, de ce fait, l'avis sur les options de prises sont présentés dans le présent document pour les composantes des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne séparément et à l'échelle de l'ensemble du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) pour les deux composantes de reproducteurs.

Harengs de la composante des reproducteurs de printemps

Indices de l'abondance

Relevés acoustiques

Les relevés acoustiques fournissent les taux de capture (en nombre) des reproducteurs de printemps âgés de 4 à 8 ans pour les années 1994 à 2021 (figure 9). Pour 2020 et 2021, les taux étaient dans l'ensemble légèrement plus élevés que ceux observés en 2018 et en 2019. L'indice d'abondance a atteint un sommet au milieu des années 1990, puis a diminué pour demeurer à des niveaux faibles dans les années 2000.

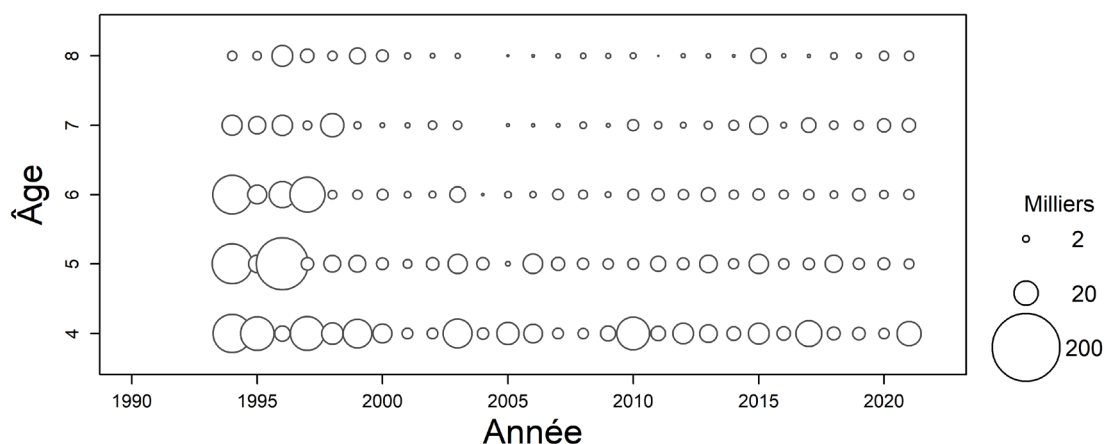


Figure 9. Graphique à bulles de l'abondance selon l'âge (nombre) de hareng pour les âges de 4 à 8 ans, composante des reproducteurs de printemps du sGSL, selon le relevé acoustique indépendant de la pêche, de 1994 à 2021.

Captures par unité d'effort (CPUE) dans la pêche commerciale à engins fixes

L'indice des CPUE des reproducteurs de printemps affiche une cohérence interne, car l'abondance des cohortes est corrélée d'une année à l'autre, comme le montre l'exemple sur la séquence des prises de la classe d'âge de 1988 (4 ans en 1992, 5 ans en 1993, figure 10). On constate des diminutions des CPUE de poissons plus jeunes et des augmentations des CPUE de poissons plus âgés depuis 2011 (figure 10). Pour les années 2020 et 2021, le CPUE a augmenté par rapport aux valeurs faibles de 2018-2019; les âges dominants étaient de 7 et 8 ans en 2021.

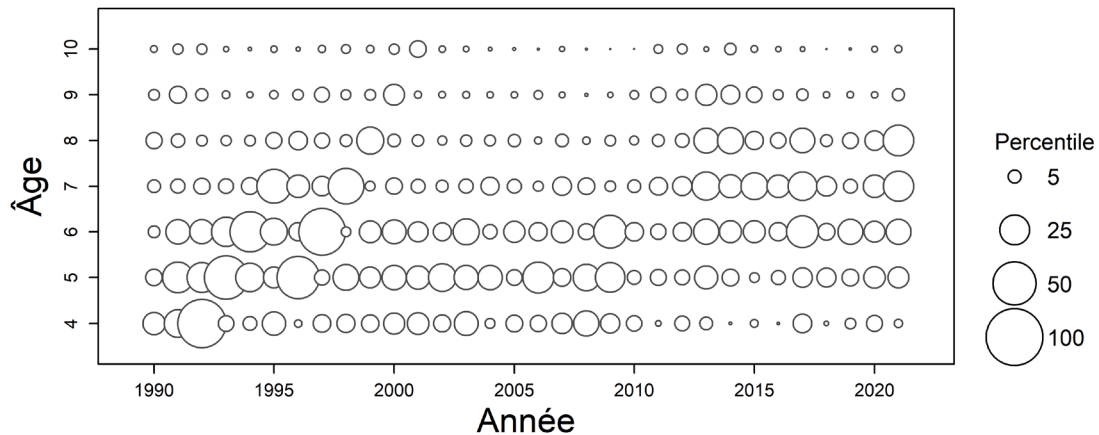


Figure 10. Graphique à bulles des valeurs de CPUE (nombre par filet levé par sortie) de harengs, composante des reproducteurs de printemps, selon l'âge, capturés à l'aide d'engins fixes dans le sGSL entre 1990 et 2021. La taille des bulles est proportionnelle à la valeur maximale de l'indice de CPUE.

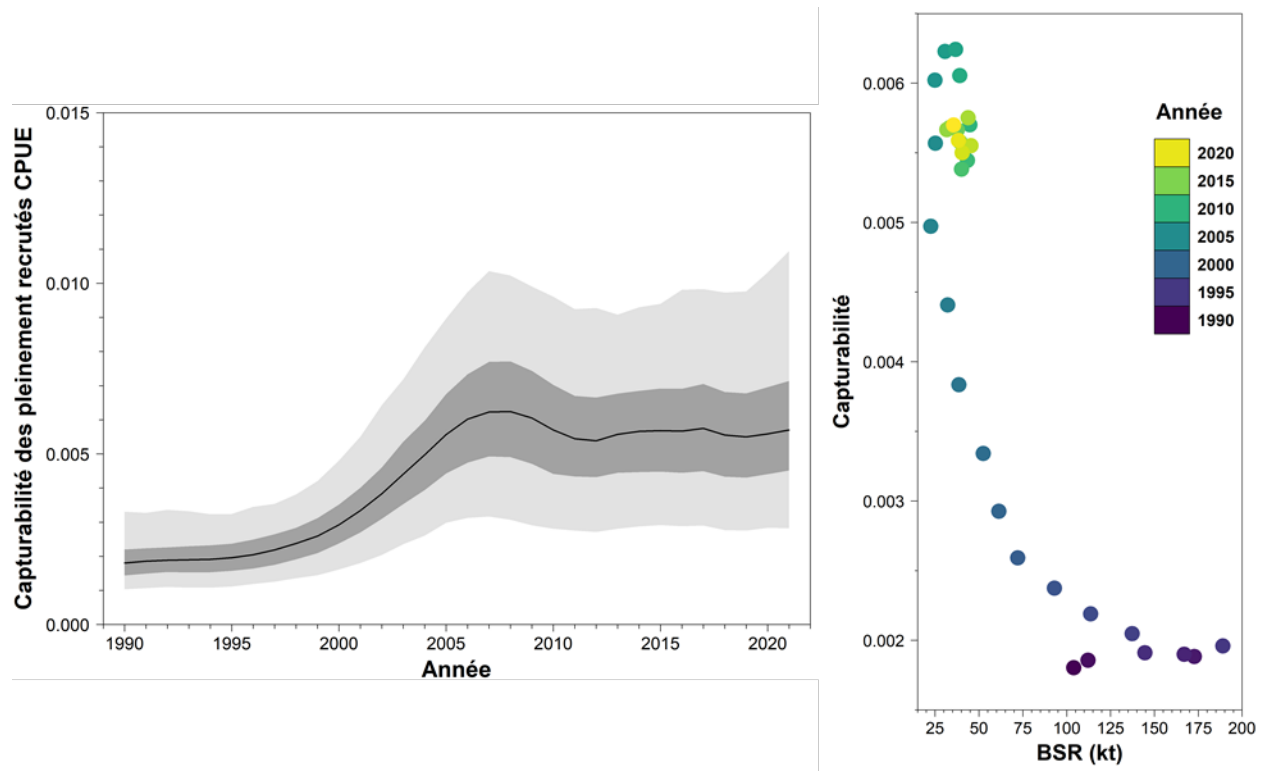


Figure 11. Capturabilité estimée de harengs reproducteurs de printemps pleinement recrutés (q) par rapport à l'indice des CPUE (graphique de gauche) et capturabilité des reproducteurs de printemps pleinement recrutés par la pêche au filet maillant par rapport à la BSR en date du 1^{er} avril (graphique de droite). Dans le graphique de gauche, la courbe indique les estimations médianes, et la zone ombrée, l'intervalle de confiance à 95 %.

Modèle de population

Nous avons utilisé un modèle de statistique de capture selon l'âge avec des paramètres de capturabilité aux engins fixes variant dans le temps et de mortalité naturelle variant dans le

temps. Les intrants du modèle incluent les captures aux âges 2 à 11 +, de 1978 à 2021, relativement aux proportions selon l'âge (PSA), aux proportions selon l'âge selon l'indice CPUE, à l'indice de la biomasse combinant les âges, de 1990 à 2021 (âges de 4 à 10), aux PSA selon l'indice du relevé acoustique indépendant de la pêche et à l'indice de la biomasse combinant les âges, de 1994 à 2021 (âge 4 à 8).

La capturabilité par la pêche, définie comme la proportion du stock prélevée par une unité d'effort de pêche, était en moyenne d'environ 0,0019 au début des années 1990, augmentant ensuite jusqu'à un sommet d'environ 0,0062 en 2007-2008, pour ensuite se stabiliser à 0,0056, en moyenne, entre 2017 et 2021 (figure 11). La capturabilité estimée a augmenté alors que le stock a diminué (figure 11).

La mortalité naturelle estimée pour les âges 2 à 6 ans a varié de 0,24 à 0,51 (entre 21 % et 40 % de la mortalité annuelle) au cours de la série chronologique (figure 12). Pour les âges de 7 à 11+, M a augmenté graduellement de 0,30 à 0,56 (soit entre 26 % et 43 % de la mortalité annuelle) entre 1978 et 2006, avant de redescendre à 0,47 (37 % de la mortalité annuelle) en 2009 (figure 12). À partir de 2010, les valeurs de mortalité estimatives ont fortement augmenté pour atteindre un maximum de 1,05 (mortalité annuelle de 65 %) en 2018, avant de diminuer jusqu'à une valeur moyenne de 0,9 (mortalité annuelle de 59 %) en 2020 et en 2021.

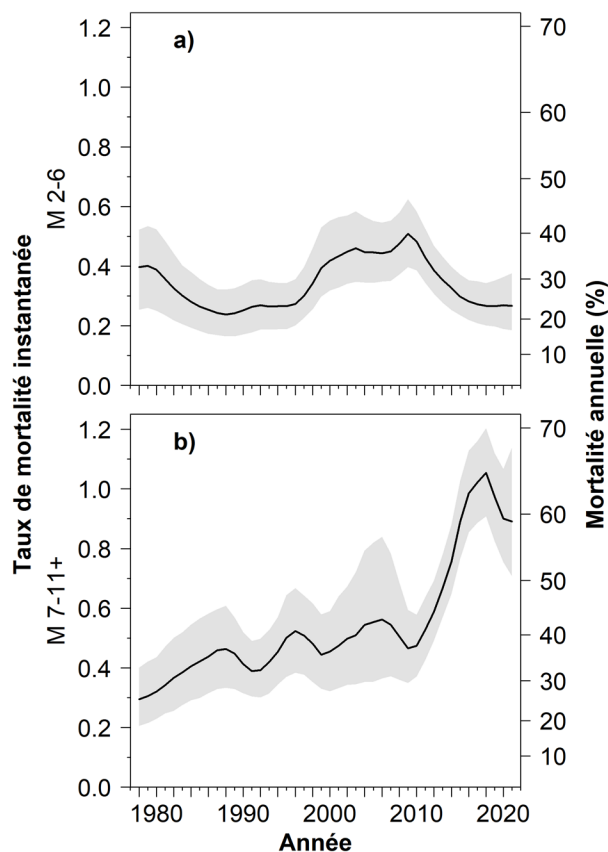


Figure 12. Taux de mortalité naturelle instantanée (axe de gauche) et mortalité annuelle (% , axe de droite) estimés des reproducteurs de printemps à partir du modèle de population, pour les âges 2 à 6 (graphique du haut) et les âges 7 à 11+ (graphique du bas). Les courbes indiquent les estimations médianes et les zones ombrées, l'intervalle de confiance à 95 % reposant sur l'échantillonnage fondé sur la méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC).

Recalcul des points de référence

Le point de référence limite (PRL) pour le hareng de la division 4T est $B_{\text{rétablissement}}$, qui correspond à la biomasse la plus faible à partir de laquelle on a observé que le stock se rétablissait facilement. Il est calculé selon la moyenne des quatre BSR estimatives les plus faibles au début des années 1980 (c.-à-d. de 1979 à 1982). Par conséquent, cette valeur dépend du modèle. Si le modèle change, la biomasse du stock peut être réévaluée à la hausse ou à la baisse. Aux fins de la présente évaluation, le PRL a été estimé à 46 340 t, soit ~1,9 % de moins que le PRL de 47 250 t présenté lors de la dernière évaluation. Le point de référence supérieur (PRS) a été ajusté à la baisse selon la même proportion que le PRL pour atteindre une valeur de 129 994 t. Le PRL et le PRS ont été calculés en date du 1^{er} avril pour prendre en compte trois mois de mortalité naturelle estimée pour les deux groupes d'âge. Le niveau d'exploitation de référence dans la zone saine était défini à $F_{0,1}$. La présente évaluation a utilisé la même valeur de 0,35 que celle utilisée dans le cadre des évaluations précédentes.

Biomasse du stock reproducteur et taux d'exploitation

Les estimations de la BSR (âge 4+) sont présentées pour le début de la saison de pêche (1^{er} avril) afin de prendre en compte trois mois de mortalité naturelle aux âges 7 à 11+. Les estimations de la BSR en 2020 et en 2021 étaient de 38 402 t (intervalle de confiance [IC] à 95 % : 23 771 – 69 893) et de 35 626 t (IC à 95 % : 22 012 – 66 950), respectivement. L'estimation pour 2021 se situe à 77 % de la valeur du PRL. Le stock demeure dans la zone critique du cadre de l'approche de précaution (figure 13). Les probabilités que la BSR du 1^{er} avril soit sous le PRL (dans la zone critique de l'approche de précaution) étaient de 23 % en 2020 et de 30 % en 2021.

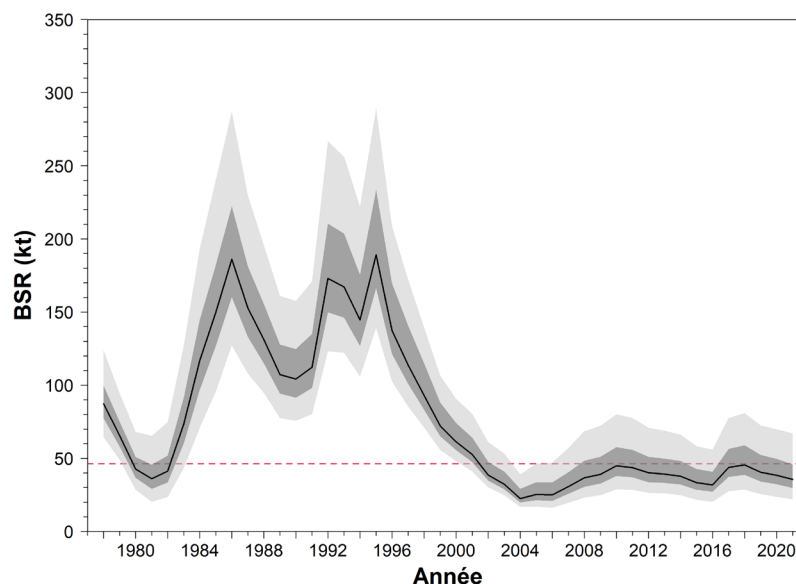


Figure 13. Estimation de la BSR de harengs, composante des reproducteurs de printemps, au début de la saison de pêche (1^{er} avril), dans le sGSL, de 1978 à 2021. La ligne continue représente l'estimation médiane selon la méthode de MCMC, la zone ombrée pâle, les IC à 95 %, et la zone ombrée foncée, l'IC à 50 %. La ligne horizontale rouge tiretée représente le PRL (46 340 t de BSR).

Les taux d'exploitation estimatifs étaient élevés de 1979 à 1980, puis de 1999 à 2006. Toutefois, depuis 2010, les taux d'exploitation sont demeurés à des niveaux faibles (figure 14). Le taux de mortalité par la pêche était de 0,025 et de 0,018 en 2020 et en 2021, respectivement (mortalité annuelle respective de 2,5 % et de 1,8 %).

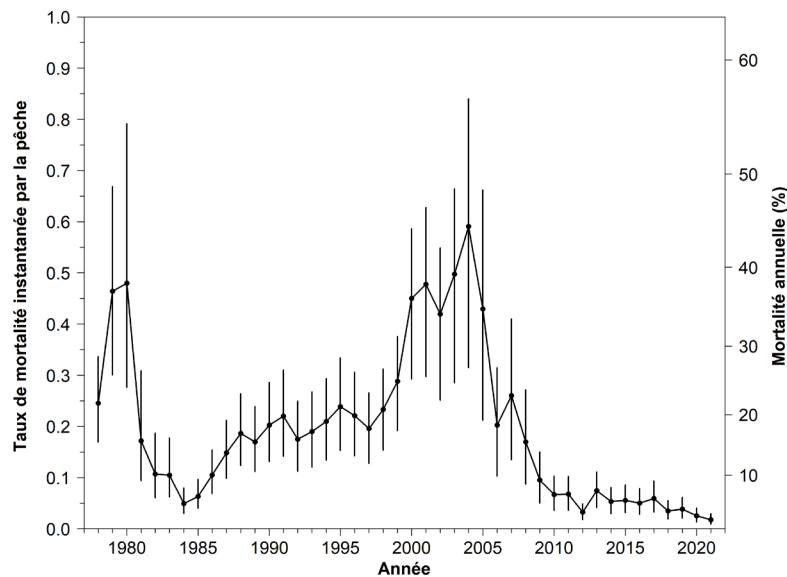


Figure 14. Valeurs estimées de la mortalité par la pêche des individus âgés de 6 à 8 ans (F_{6-8} , axe de gauche; mortalité annuelle [%], axe de droite) des reproducteurs de printemps dans le sGSL, au 1^{er} janvier. Les cercles indiquent les estimations médianes, et les lignes verticales, leurs IC à 95 %.

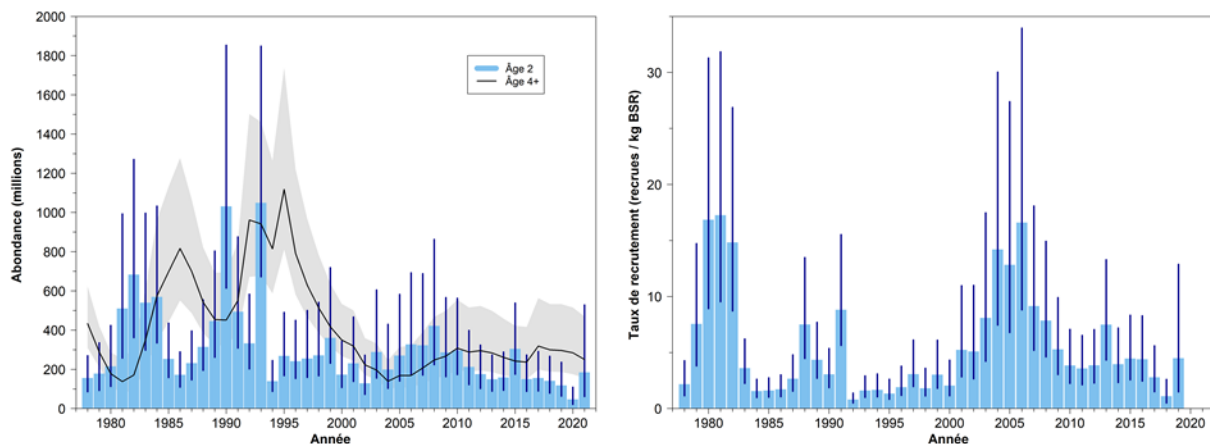


Figure 15. Le graphique de gauche indique l'abondance estimative en début d'année (en date du 1^{er} janvier) des harengs à l'âge 2 (barres bleues) et à l'âge 4+ (ligne noire) de la composante des reproducteurs de printemps dans le sGSL. La ligne noire indique l'estimation médiane selon la méthode de MCMC, et les lignes verticales ainsi que la zone ombrée représentent l'IC à 95 %. Le graphique de droite montre le taux de recrutement des recrues à l'âge 2 pour les cohortes de 1978 à 2019 de la composante des reproducteurs de printemps du hareng de l'Atlantique du sGSL, division 4T de l'OPANO. Les lignes verticales représentent les IC à 95 %.

Recrutement et taux de recrutement

Les recrutements estimés (nombre de poissons, âge 2) étaient le plus élevés au début des années 1980, 1990 et 1993 (figure 15). Les recrutements ont été relativement stables à des valeurs plus faibles depuis 1993, des valeurs légèrement plus élevées ayant été atteintes entre 2006 et 2008. Les recrutements ont diminué pour atteindre les valeurs les plus faibles de la série chronologique après 2008 jusqu'en 2020, à l'exception d'un léger pic en 2015. Les abondances estimées des harengs de 4 ans ont été les plus élevées au milieu des années

1980, en 1992 et en 1995, mais elles sont demeurées relativement faibles depuis 2000 (figure 15). L'abondance médiane estimative des reproducteurs de printemps (4+) pour 2021 est de 250,2 millions de poissons (IC à 95 % : 155,5 – 469,5), soit environ 34,2 % de l'abondance moyenne des reproducteurs de la période allant de 1985 à 1995. Le taux de recrutement était le plus élevé au début des années 1980 et aux alentours de 2005, et à son plus bas entre 1992 et 2000. Depuis 2006, les taux de recrutement ont chuté à des valeurs faibles, sauf pour un léger pic survenu en 2013, puis un autre en 2019.

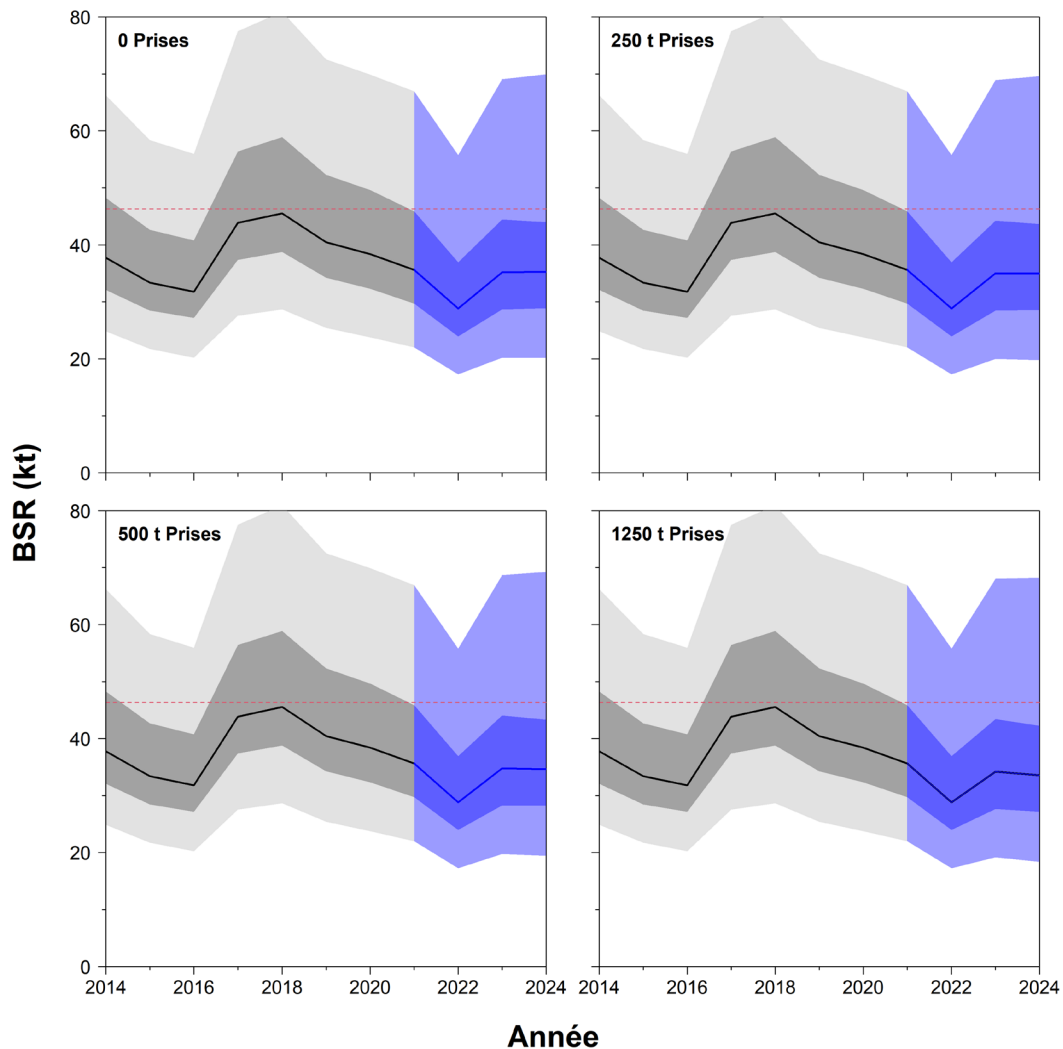


Figure 16. BSR prévue (kilotonnes (kt)) des reproducteurs de printemps du hareng de l'Atlantique du sGSL, à différents niveaux de prises de 2022 à 2024. Les courbes indiquent les estimations médianes de la BSR en date du début de la saison de pêche (1^{er} avril), la zone ombrée pâle indique les IC à 95 %, et la zone ombrée foncée, les IC à 50 % pour ces estimations (fondée sur un échantillonnage par la méthode de MCMC). Le noir et le gris correspondent à la période historique, et le bleu correspond à celle de la prévision. La ligne horizontale rouge représente le PRL. Les valeurs de la BSR et du PRL ont été ajustées en date du 1^{er} avril au moyen des estimations de la mortalité naturelle selon l'âge pour trois mois.

Prévisions

Le modèle de population a servi à fournir des prévisions en date du 1^{er} avril 2023 et 2024 ainsi que pour 6 ans plus tard, jusqu'en 2027. Les prévisions ont été réalisées à plusieurs niveaux de prises annuelles (soit 0, 250, 500 et 1 250 t) et en utilisant des valeurs de recrutement aléatoires des cinq dernières années (2017-2021). La mortalité naturelle des âges 2 à 6 est stable depuis cinq ans. Pour les âges 7 à 11+, la mortalité naturelle a augmenté au cours de la dernière décennie, pour atteindre des valeurs maximales en 2018 et 2019, puis baisser légèrement en 2020 et 2021. On a réalisé les prévisions en utilisant la moyenne des valeurs M de 2017 et de 2021 pour chaque groupe d'âge.

Il est prévu que la BSR augmentera légèrement de 2022 à 2023 et demeurera stable de 2023 à 2024, à tous les niveaux de prises annuelles de 0 à 1 250 t (figure 16). La probabilité d'une augmentation de la BSR entre le 1^{er} avril 2022 et le 1^{er} avril 2023 se situait entre 64,5 et 68,5 % pour tous les niveaux de prises. La probabilité d'une augmentation de plus de 5 % de la BSR entre le 1^{er} avril 2023 et le 1^{er} avril 2024 se situait entre 42,3 et 44,3 % pour tous les niveaux de prises (figure 16; tableau 1).

Analyse de risque des options de prises

Tous les niveaux de prises (incluant les prises nulles) ont présenté une probabilité faible (de 0 % à 33 %) que la BSR dépasse le PRL au début de la saison de pêche de printemps en 2024 (soit de 20,8 % à 0 t de prises jusqu'à 17,8 % à 1 250 t). D'ici 2023, la mortalité par la pêche des âges 6 à 8 pleinement recrutés passera de 0,02 à 250 t, à 0,08 à 1 250 t (tableau 1). La probabilité d'une augmentation de plus que 5 % de la BSR entre le 1^{er} avril 2023 et le 1^{er} avril 2024 se situait entre 42,3 % et 44,3 % pour tous les niveaux de prises. Tous les niveaux de prises (y compris les prises nulles) ont donné une probabilité inférieure à 20 % que la BSR dépasse le PRL pour atteindre la zone de prudence en 2024. À court terme, la probabilité que la population atteigne le PRS d'ici 2024 est nulle.

Tableau 1. Tableau d'analyse de risque des options de prises annuelles (entre 0 et 1 250 t) pour 2022 et 2024, puis jusqu'en 2027, pour la composante des reproducteurs de printemps du hareng de l'Atlantique du sGSL. Sont indiqués la BSR résultante prévue (kt) en 2023, en 2024 et en 2027, les probabilités résultantes (%) que la BSR soit supérieure au PRL, les probabilités résultantes d'une augmentation de la BSR de 5 %, ainsi que le taux de mortalité par la pêche de plein recrutement (F_{6-8}) qui en résulte.

	Année	Options de prises (t)			
		0	250	500	1 250
BSR (kt)	2023	35,2	35,0	34,8	34,2
	2024	35,3	34,9	34,6	33,6
	2027	35,4	34,9	34,3	32,5
BSR > PRL (%)	2023	21,7	21,4	20,9	19,8
	2024	20,8	20,2	19,4	17,8
	2027	20,3	19,2	18,3	15,8
Augmentation de 5 % de la BSR (%)	2023	68,5	67,8	67,0	64,5
	2024	44,3	43,7	43,4	42,3
F_{6-8}	2022	0	0,02	0,03	0,09
	2023	0	0,02	0,03	0,08

La projection sur six ans de la BSR ne montre aucun changement entre 2022 et 2027. En 2027, la probabilité de dépasser le PRL se situait entre 15,8 % et 20,4 % pour tous les niveaux de prises (tableau 1), les valeurs de BSR variant entre 32 477 t et 35 445 t.

Harengs de la composante des reproducteurs d'automne

L'évaluation des harengs de la composante des reproducteurs d'automne porte sur trois régions (nord, centrale, sud) qui couvrent l'ensemble de la division 4T de l'OPANO et qui représentent trois populations indépendantes. Les régions sont définies sur la base des frayères et des zones de pêche traditionnelles du hareng : nord (Gaspé et Miscou; 4Tmnopq), centrale (Escuminac-Richibucto et ouest de l'Île-du-Prince-Édouard; 4Tkl) et sud (est de l'Île-du-Prince-Édouard et Pictou; 4Tfghj) (figure 17). Le choix des trois régions repose sur la proximité géographique des frayères et représente la plus petite échelle du niveau de désagrégation qui peut être utilisée avec les données disponibles.

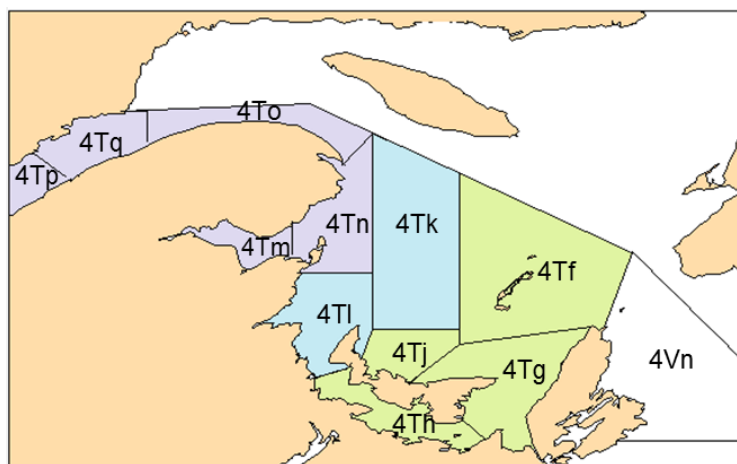


Figure 17. Correspondance entre les zones de pêche du hareng et les trois groupes régionaux (nord, en mauve; centrale, en bleu; sud, en vert) utilisés dans l'évaluation du hareng de l'Atlantique, composante des reproducteurs d'automne, du sGSL. Les zones de pêche de chaque région sont décrites dans le texte ci-dessus.

Indices de l'abondance

Relevés acoustiques

Le relevé acoustique offre un indice d'abondance utile des harengs recrues (âges 2 et 3) pour l'ensemble du stock de la division 4T (LeBlanc *et al.* 2015). Il n'est toutefois pas considéré comme un indice d'abondance utile pour les harengs plus âgés, car il est limité à une petite portion du sGSL, à un moment où ceux-ci frayent dans tout le sGSL. L'indice des âges 2 et 3 était beaucoup plus élevé en 2020 comme en 2021 que celui de 2019 (figure 18).

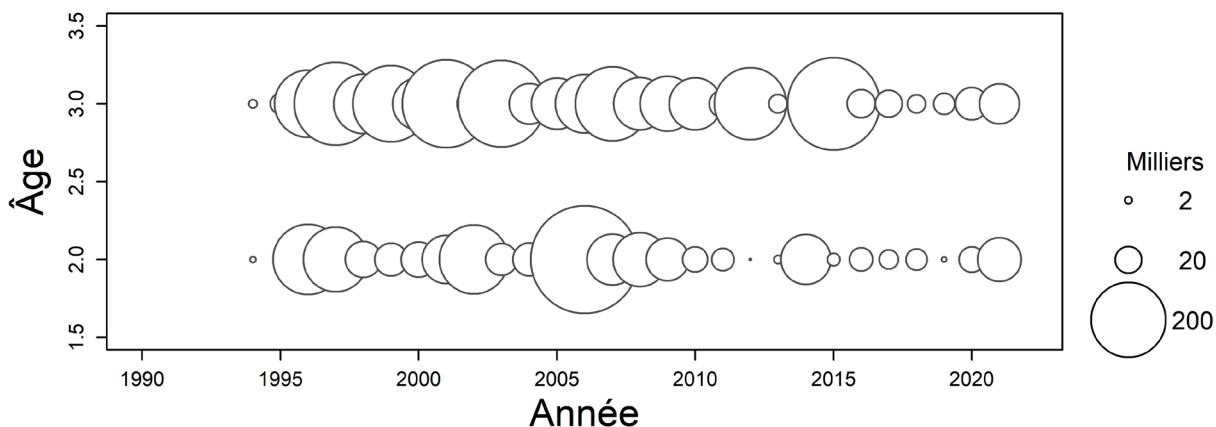


Figure 18. Graphique à bulles de l'indice d'abondance des harengs de la composante des reproducteurs d'automne de 2 et 3 ans, selon le relevé acoustique indépendant de la pêche pour les reproducteurs d'automne, de 1994 à 2021.

Captures par unité d'effort (CPUE) dans la pêche commerciale à engins fixes

On a constaté des diminutions des CPUE pour les harengs reproducteurs d'automne plus jeunes et des augmentations pour les harengs reproducteurs d'automne plus âgés (figure 19). Le déclin du poids selon l'âge contribue à ces changements. Les indices de CPUE ont augmenté en 2020 pour les régions tant nord que centrale, mais ils ont diminué dans la région sud. En 2021, les CPUE ont augmenté dans le nord, mais diminué dans les régions centrale et sud. Dans toutes les régions, le CPUE des jeunes reproducteurs d'automne (4 et 5 ans) est demeuré faible depuis 2011, même si les valeurs sont légèrement plus élevées dans les régions du nord et centrale par rapport à 2018-2019.

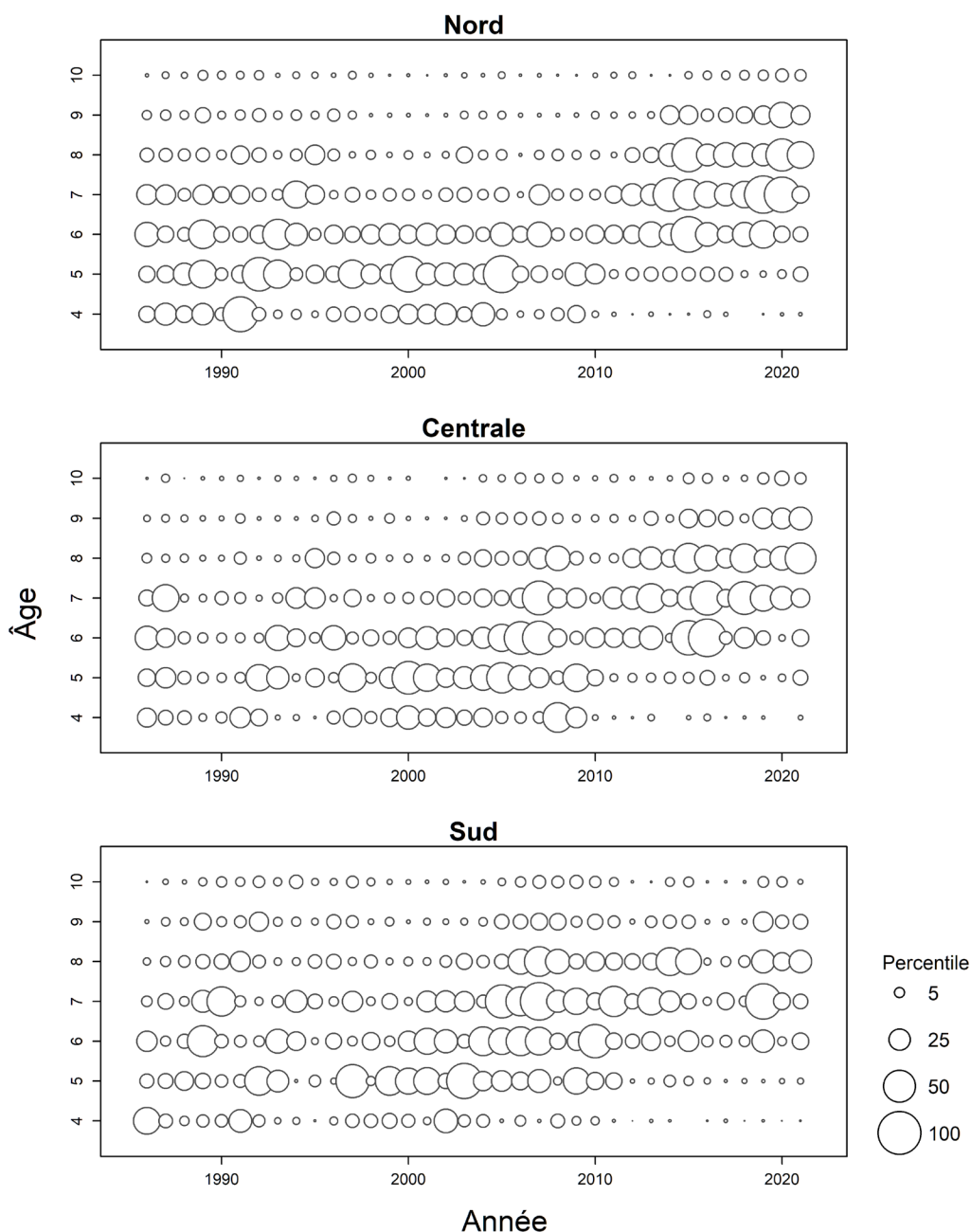


Figure 19. Captures par unité d'effort au moyen d'engins fixes (nombre de harengs par filet levé par sortie) pour les harengs de la composante des reproducteurs d'automne, désagrégées à l'âge, par région (graphique du haut, nord; graphique du milieu, centrale; graphique du bas, sud), dans le sGSL, de 1986 à 2021. La taille des bulles est proportionnelle à la valeur de l'indice des CPUE.

Indices de la pêche expérimentale au filet maillant

Aucune donnée n'était disponible pour la région du nord en 2021 et en 2020; la proportion de prises selon l'âge était nettement inférieure à ce qui avait été observé en 2018 et 2019. Pour les régions tant centrale que du sud, les proportions de prises selon l'âge affichent des prises plus importantes dans les âges 5 à 8 (figure 20).

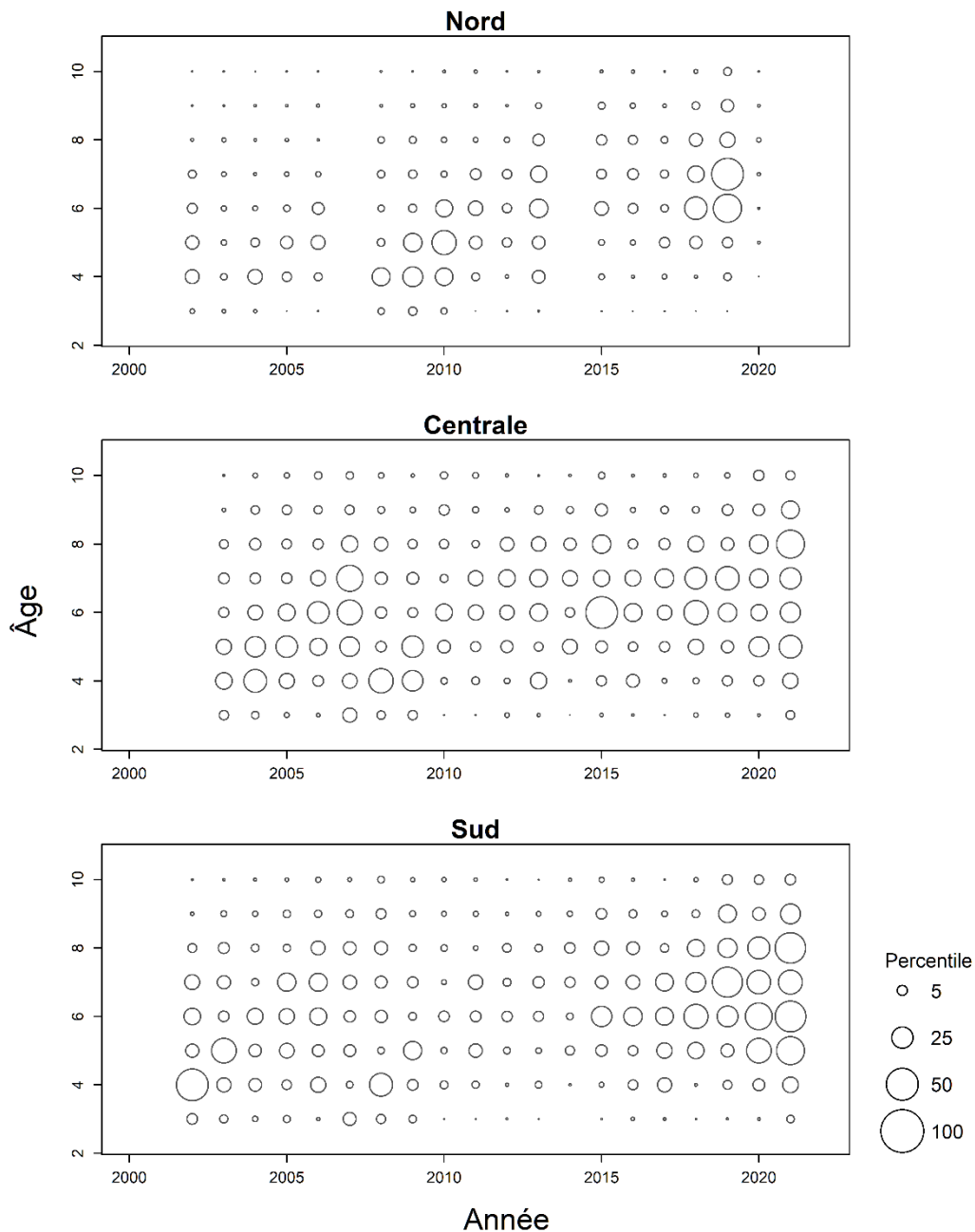


Figure 20. Graphiques de bulles des indices de prises selon l'âge (nombre) de harengs de la composante des reproducteurs d'automne, provenant de la pêche expérimentale au filet maillant, par région (graphique du haut, nord; graphique intermédiaire, centrale; graphique du bas, sud) dans le sGSL, de 2002 à 2021. La taille des bulles est proportionnelle à la valeur de l'indice.

Relevé indépendant de la pêche effectuée au chalut de fond en septembre

L'indice laisse supposer une abondance faible à la fin des années 1990, une abondance plus élevée pour les âges 4 et 5 entre 2000 et 2005, un déclin et une abondance faible jusqu'en

2009, des valeurs élevées pour les âges 4 à 6 entre 2010 et 2014, et un déclin constant de tous les âges jusqu'en 2021 (figure 21).

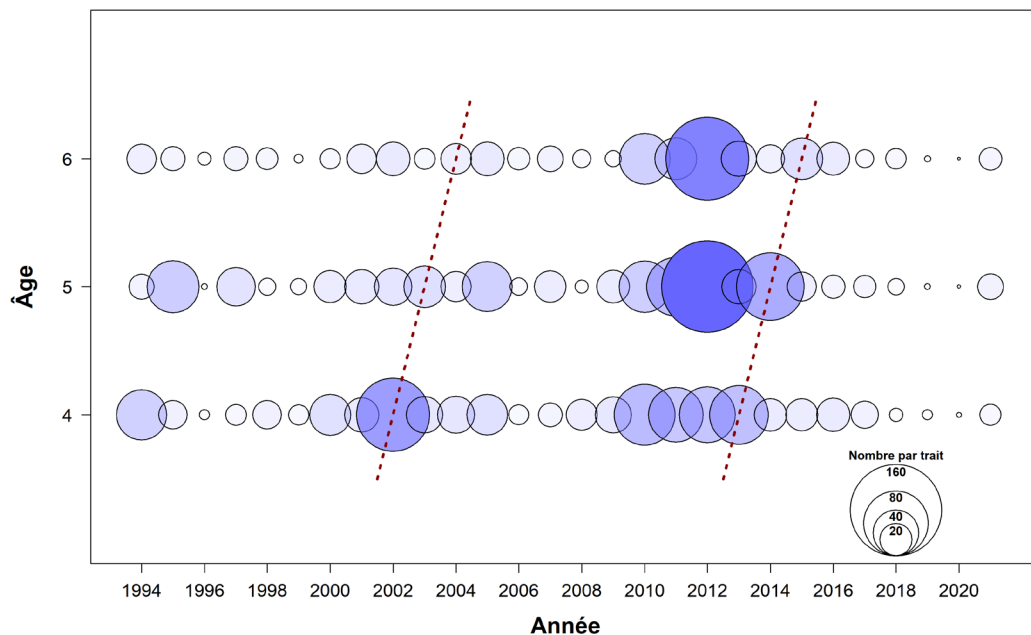


Figure 21. Indice d'abondance issu du relevé plurispécifique au chalut de fond (nombre de poissons par trait normalisé) pour les harengs de la composante des reproducteurs d'automne du sGSL, aux âges 4 à 6, de 1994 à 2021.

Modèle de population

La composante des reproducteurs d'automne est évaluée au moyen d'un modèle de statistique de capture selon l'âge comportant une capturabilité variant dans le temps et une mortalité naturelle variant dans le temps. Les intrants étaient les prises des individus des âges 2 à 11+, par région, de 1978 à 2021, incluant les indices de proportions selon l'âge (PSA), l'indice de PSA des CPUE et l'indice de la biomasse des CPUE agrégée à l'âge, par région, de 1986 à 2021 (âges 4 à 10); l'indice de PSA dans les filets expérimentaux (âges 3 à 9) et la biomasse nocturne moyenne issue du relevé acoustique des frayères, par région, de 2015 à 2021; l'indice de PSA provenant du relevé acoustique indépendant de la pêche et l'indice de biomasse agrégé à l'âge, de 1994 à 2021 (âges 2 et 3); le relevé plurispécifique au chalut de fond (relevé par navire scientifique); et l'indice de biomasse agrégé à l'âge dans l'ensemble du sGSL, de 1994 à 2021 (âges 4 à 6). Des données distinctes de prises selon l'âge, d'indices de CPUE de la pêche au filet maillant et d'indices provenant des filets expérimentaux ont été calculées pour chacune des trois régions. Les indices des relevés acoustiques et au chalut de fond ont été considérés comme des indices de l'abondance pour la somme de harengs des trois régions.

Parmi les autres données utilisées, mentionnons la proportion de filets maillants ayant des mailles de 2-5/8 po dans chaque région et selon l'année (figure 22), ainsi que la sélectivité relative dans la pêche au filet maillant selon l'âge, l'année et le maillage. En raison des changements relatifs à la taille selon l'âge au fil du temps, les sélectivités relatives pour les deux principaux maillages des filets maillants utilisés pour la pêche aux engins fixes ont également changé au fil du temps.

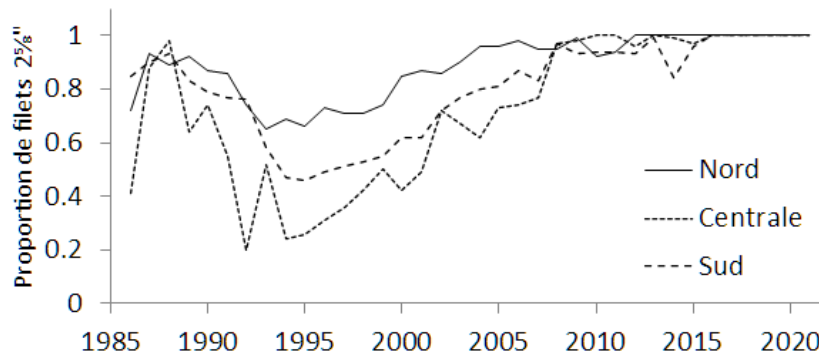


Figure 22. Variations par régions et par années de la proportion de filets maillants de 2-5/8 po utilisés durant la saison de pêche du hareng d'automne dans le sGSL, 1986 à 2021. Il est présumé que tous les autres filets utilisés ont des mailles de 2-3/4 po.

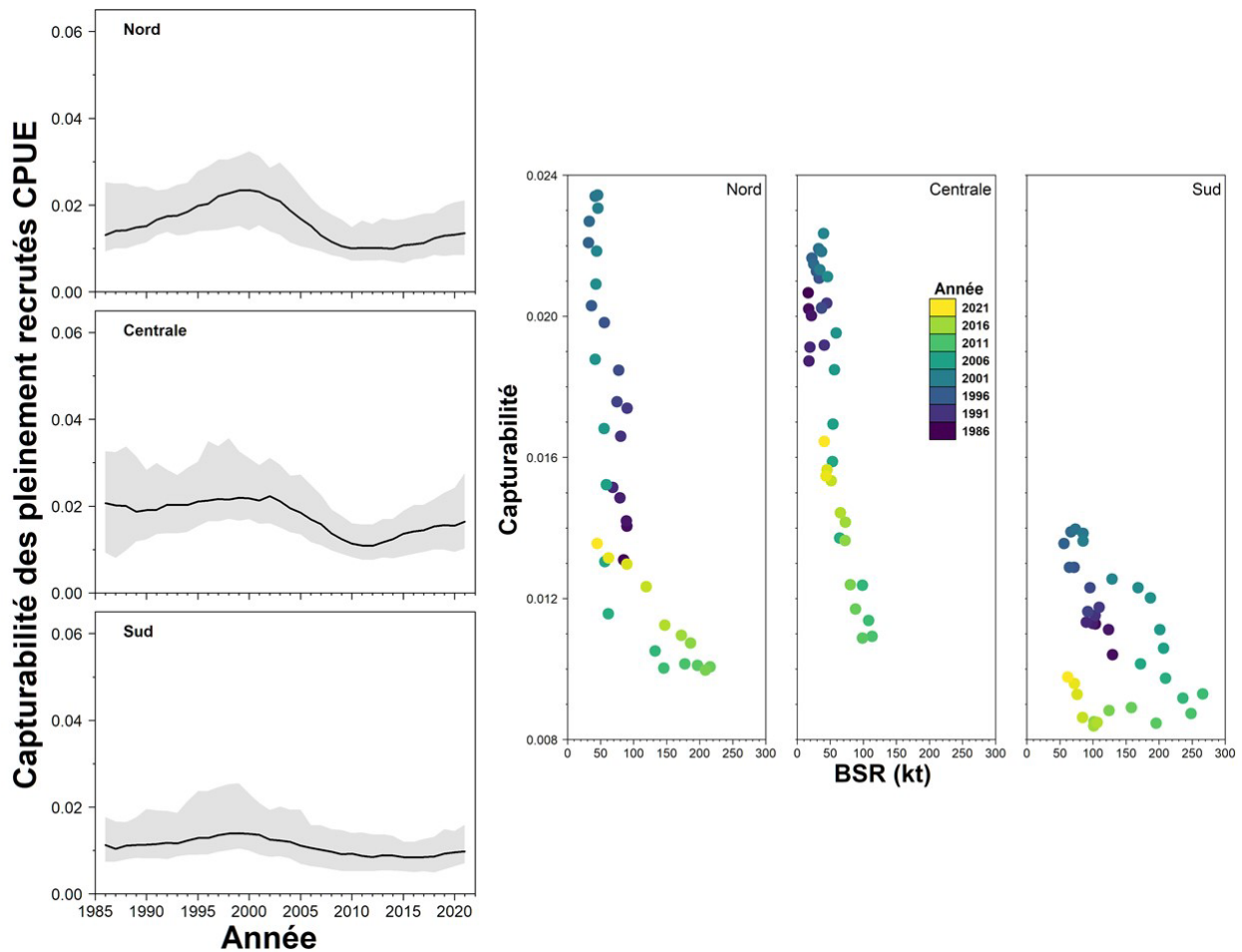


Figure 23. Capturabilité (q) estimée pour harengs, composante des reproducteurs d'automne, pleinement recrutés, à la pêche au filet maillant d'automne dans trois régions (nord, centrale, sud) (graphique de gauche), et capturabilité pleinement recrutés à la pêche au filet maillant d'automne par rapport à la BSR des reproducteurs d'automne au 1^{er} août (graphique de droite). Dans le graphique de gauche, la courbe indique les estimations médianes, et la zone ombrée, l'IC à 95 %.

La mortalité naturelle variant dans le temps M et la capturabilité à la pêche au filet maillant, CPUE q , ont été estimées indépendamment pour chacune des régions (nord, centrale, sud) selon la même méthodologie utilisée pour le modèle des reproducteurs de printemps.

La variation dans la capturabilité estimée (q) à la pêche au filet maillant s'est avérée la plus marquée dans la région du nord, moyenne dans la région centrale et plus faible dans la région du sud. Dans les régions du nord et du sud, la capturabilité était d'autant plus élevée que la BSR diminuait, mais dans la région du sud semblait moins liée à la BSR (figure 23).

Les tendances de la mortalité naturelle (M) sont semblables au sein des groupes d'âge d'une région à une autre (figure 24). Pour les âges 2 à 6, la valeur estimative M était stable au début de la série chronologique, soit à un niveau proche de 0,2 (nord) ou de 0,4 (centrale, sud). Les valeurs estimatives M ont ensuite commencé à décliner vers 1990, jusqu'à des niveaux très faibles ces dernières années (environ 0,05 dans toutes les régions). Pour le groupe des âges 7 à 11+, les estimations dans toutes les régions étaient stables à environ 0,15 jusqu'en 1986, avant d'augmenter brusquement jusqu'à des valeurs extrêmes de 1,1 (nord), de 0,8 (centrale) et de 1,0 (sud). Les valeurs ont ensuite baissé jusqu'à 0,9, 0,5 et 0,6 en 2021, respectivement pour les régions du nord, centrale et du sud. Les valeurs estimatives sont demeurées à un niveau élevé ces dernières années dans toutes les régions (entre 37 % et 58 % de mortalité annuelle en 2021).

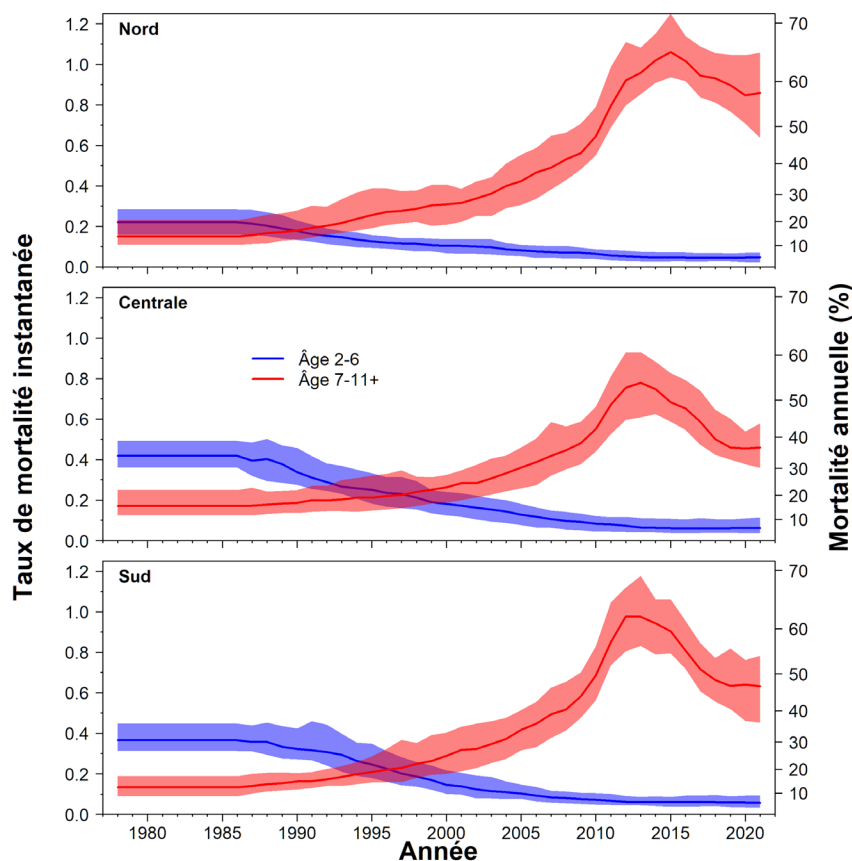


Figure 24. Taux de mortalité naturelle instantanée (axe de gauche) et de mortalité annuelle (% , axe de droite) estimées pour les harengs reproducteurs d'automne, pour trois régions du sGSL (nord, centrale, sud) à partir du modèle de population, pour les âges 2 à 6 (bleu) et 7 à 11+ (rouge). Les courbes indiquent les estimations médianes, et les zones ombrées, l'IC à 95 % reposant sur l'échantillonnage d'après la méthode de MCMC.

Recalcul des points de référence

Le point de référence limite (PRL) du hareng de la division 4T est $B_{\text{rétablissement}}$, soit la biomasse la plus faible à partir de laquelle il a été observé que le stock s'est rétabli facilement, calculée comme la moyenne des quatre plus faibles estimations de la BSR au 1^{er} août, au début de la série chronologique (soit de 1978 à 1981). Par conséquent, cette valeur dépend du modèle. Si le modèle change, la biomasse du stock peut être réévaluée à la hausse ou à la baisse. Pour la présente évaluation, le PRL a été estimé à 53 154 t, soit ~0,6 % de plus que le PRL de 52 825 t présenté lors de la dernière évaluation.

Le PRS équivaut à 60 % de la BSR maximale au 1^{er} août de la série chronologique; il est estimé à 307 000 t. Le niveau d'exploitation de référence dans la zone saine a été défini à $F_{0,1}$, et pour la présente évaluation, on a utilisé la même valeur correspondante de 0,32 que celle utilisée dans les évaluations précédentes.

Biomasse du stock reproducteur et taux d'exploitation

Les tendances estimatives de la BSR se sont avérées essentiellement similaires parmi les régions (figure 25), passant des valeurs les plus faibles en 1980 aux valeurs élevées du milieu des années 1980 au début des années 1990, avant de décliner à un niveau modéré au milieu des années 1990. Les valeurs ont ensuite augmenté pour atteindre le maximum de la série chronologique entre 2008 et 2013. La BSR a depuis décliné rapidement jusqu'à son niveau bas en 2021. Les estimations médianes de la BSR au 1^{er} août étaient de 168 849 t (IC à 95 % : 140 076 – 211 198) en 2020 et de 144 007 t (IC à 95 % : 116 994 – 185 443) en 2021. L'estimation pour 2021 était de 171 % du PRL. Les probabilités que la BSR au 1^{er} août soit sous le PRL (dans la zone critique de l'approche de précaution) étaient de 0 % en 2020 et de 0 % en 2021. Les probabilités que la BSR au 1^{er} août soit sous le PRS (dans la zone critique de l'approche de précaution) étaient de 0 % en 2020 et de 0 % en 2021. La BSR décline depuis 2011.

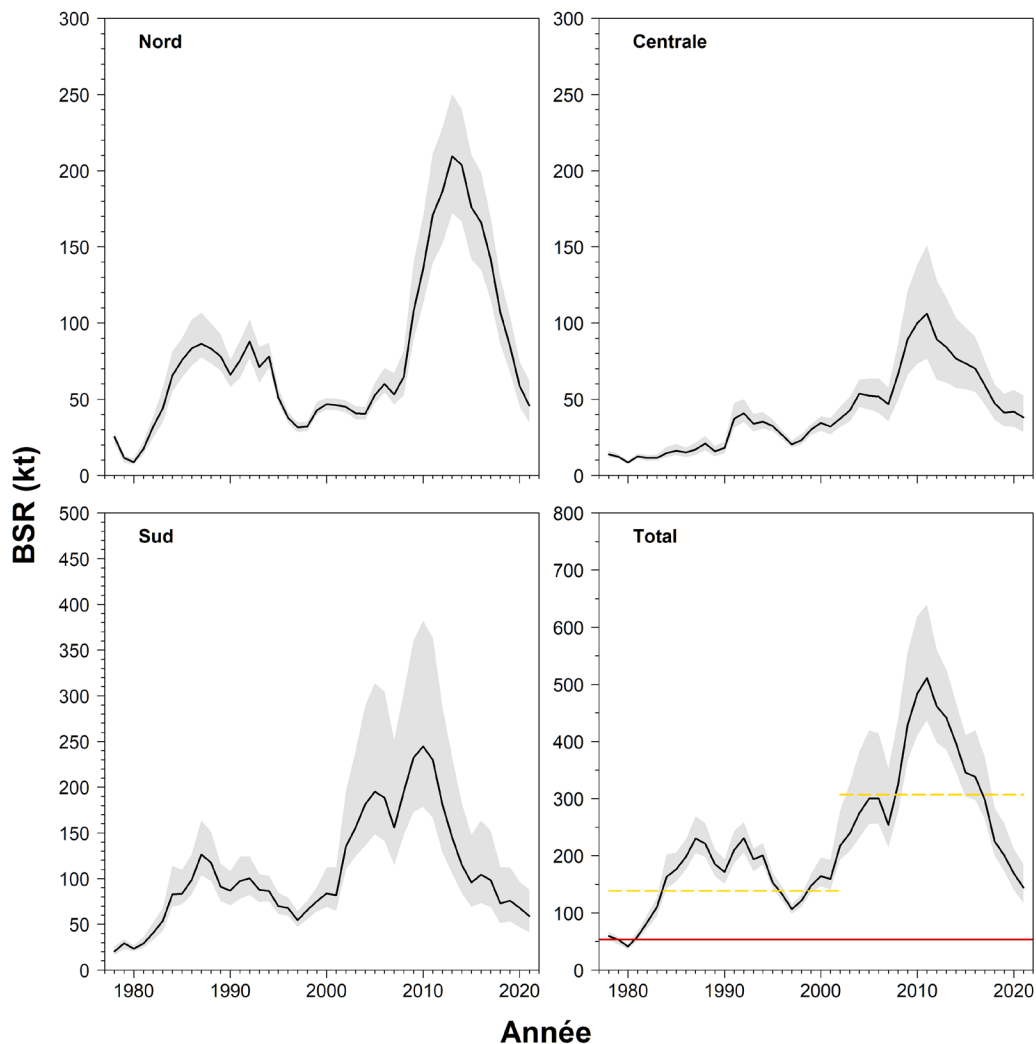


Figure 25. Biomasses estimées du stock de harengs, composante des reproducteurs d'automne, par région et pour l'ensemble (total) du sGSL, en début de saison de pêche (1^{er} août) à partir du modèle de statistique de capture selon l'âge. La ligne noire représente les estimations médianes de l'échantillonnage fondé sur la méthode de MCMC, et la zone ombrée, les IC à 95 %. Dans le graphique inférieur droit pour le total, les lignes horizontales jaunes pleines et tiretées représentent le niveau du PRS, et la ligne horizontale rouge représente le niveau du PRL. Les valeurs de la BSR, du PRS et du PRL sont ajustées en date du 1^{er} août à partir des estimations de la mortalité naturelle selon l'âge pour sept mois.

À l'échelle du sGSL, la mortalité par la pêche estimée en début d'année pour les âges 5 à 10 (F_{5-10}) était à son niveau le plus haut au début des années 1980 (mortalité annuelle de 55,5 %) avant de décliner à des niveaux bas stables de 1984 à 1993 (figure 26). À partir de 1994, la valeur F_{5-10} a augmenté jusqu'en 2003, puis a diminué rapidement pour atteindre la valeur moyenne estimée la plus faible en 2020 et en 2021 (mortalité annuelle de 8,6 %). Depuis 2018, la valeur F_{5-10} pour la région du nord a affiché une tendance positive, passant de 8,6 % de mortalité annuelle en 2018 à 13,9 % en 2021. Parallèlement, pour la région centrale, la tendance s'avère négative, passant d'une valeur de mortalité annuelle de 9,5 % en 2019 à 5,8 % en 2021. La région du sud affichait la plus faible valeur F_{5-10} estimative, avec une valeur moyenne de mortalité annuelle de 5,1 % pour la période allant de 2017 à 2021.

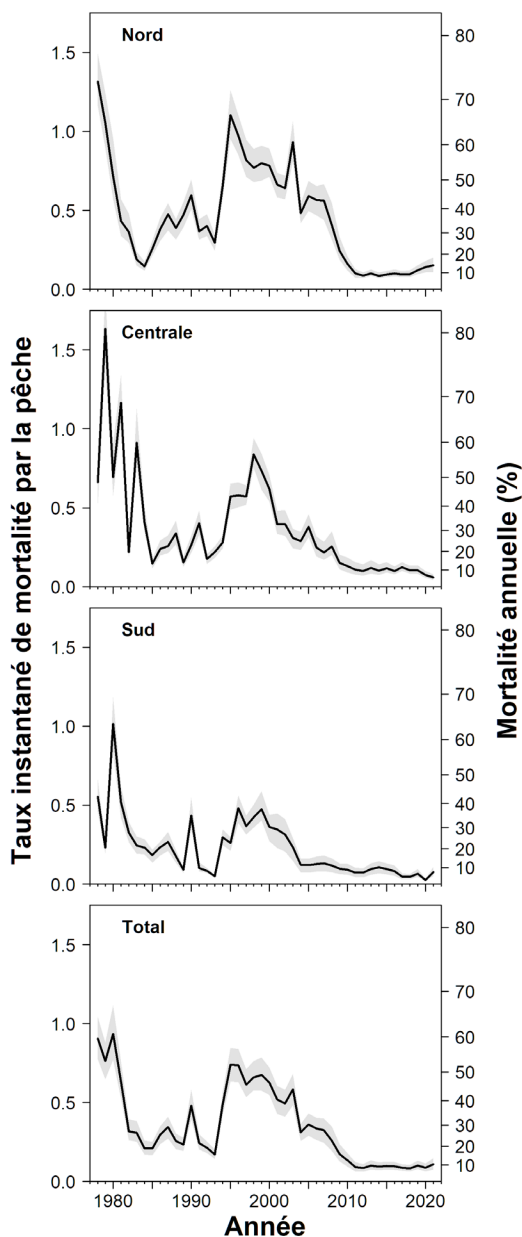


Figure 26. Valeurs estimées de la mortalité par la pêche en début d'année pour les âges 5 à 10 (F_{5-10} , axe de gauche; taux d'exploitation annuel, axe de droite) des harengs de la composante des reproducteurs d'automne, par région, et moyennes des régions (pondérées selon l'abondance propre à la région des individus âgés de 5 à 10 ans) dans le sGSL, à partir du modèle de statistique de capture selon l'âge. Les courbes présentent les estimations médianes, et les zones ombrées, les IC à 95 %.

Recrutement et taux de recrutement

Les estimations les plus récentes du recrutement (nombre de poissons d'âge 2) se situaient parmi les plus faibles observées au cours de la série chronologique dans les trois régions (figure 27). Il y a une grande incertitude liée à la valeur estimée des recrues de 2 ans en 2021. Les estimations des abondances des reproducteurs d'automne d'âge 4+ ont diminué depuis 2007 dans les trois régions couvertes et avec les deux modèles. Ceci reflète dans une

large mesure les réductions qu'a connues le recrutement des harengs d'âge 2. Les taux de recrutement ont diminué suivant la même tendance au cours de la dernière décennie (figure 27).

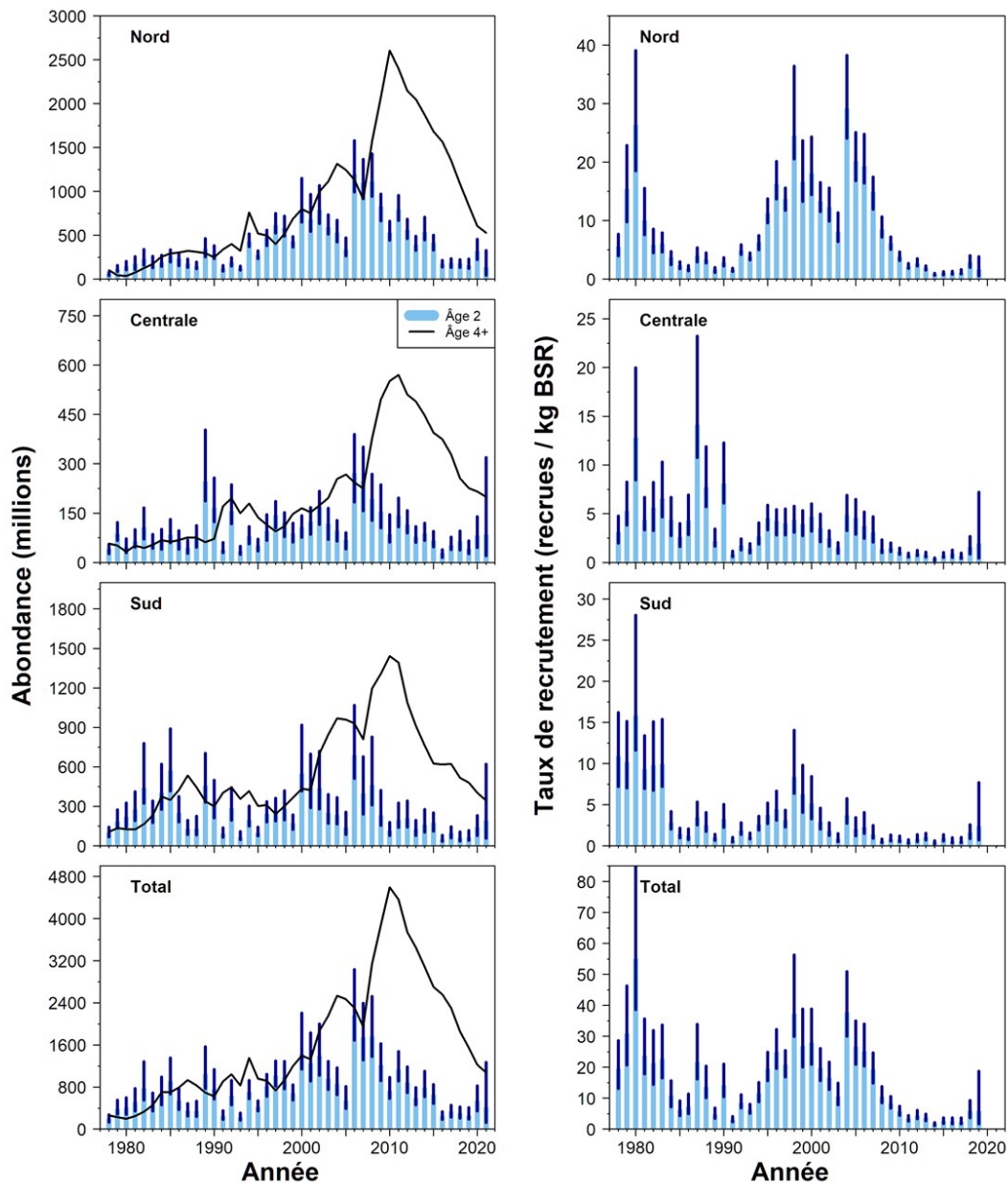


Figure 27. Recrutement estimé en début d'année des poissons âgés de 2 ans (barres : abondance, en millions) et d'âge 4+ (courbe) (graphique de gauche), et taux de recrutement (nombre de recrues par kilogramme de BSR) pour les reproducteurs d'automne, par région et pour l'ensemble (total) (graphique de droite) du sGSL. Les lignes verticales représentent les IC à 95 %.

Prévisions

Le total autorisé des captures (TAC) de la pêche pour la composante des reproducteurs d'automne est établi pour l'ensemble du stock de la division 4 T. Le modèle de population a servi aux prévisions pour une période de deux (2) ans, soit au début de la saison de pêche

2022 (le 1^{er} août) et pour six ans jusqu'en 2027. Les prévisions sont fournies pour des niveaux de prises annuelles de 0 à 18 000 t (figure 28). Ces prévisions intégraient l'incertitude dans les estimations des paramètres. Comme le recrutement a été stable à des valeurs faibles au cours des cinq dernières années, on a réalisé les prévisions en utilisant des écarts de recrutement aléatoires au cours de cette période (de 2017 à 2021).

La mortalité naturelle chez le groupe d'âge de 2 à 6 ans demeure stable depuis cinq ans. Les prévisions ont été réalisées en utilisant la moyenne des valeurs M de 2017 à 2021 pour chaque groupe d'âge. Selon un scénario de prises nulles (0), la BSR prévue en date du 1^{er} août en 2022 était de 172 426 t (IC à 95 % : 125 807 – 260 255), ce qui maintient le stock dans la zone de prudence de l'approche de précaution. Pour 2023, la BSR prévue en date du 1^{er} août était de 182 029 t (IC de 95 % : 114 796 – 327 860).

Analyse de risque des options de prises

On s'attend à ce que la BSR augmente légèrement, de 2022 à 2023, à des niveaux de prises sous 10 000 (probabilités d'augmentation de ≥ 5 % de la BSR, entre 50 et 54 %), et diminue de 2023 à 2024 à tous les niveaux de prises (probabilités d'augmentation de ≥ 5 % de la BSR, entre 35 et 40 % [tableau 2]). Pour le niveau de prises visé en 2021 (~12 000 t), les probabilités d'une augmentation de ≥ 5 % de la BSR entre 2022 et 2023 sont de 49 %, et entre 2023 et 2024, de 37 %. À un niveau de prises de 2 000 t, les probabilités d'une augmentation de ≥ 5 % de la BSR entre 2022 et 2023 sont de 54 %, et entre 2023 et 2024, de 40 %.

Les probabilités que la BSR se situe dans la zone critique (sous le PRL) d'ici 2023 et 2024 étaient de 0 % pour toutes les options de prises (tableau 2). À court terme, les probabilités que la BSR se situe dans la zone saine (BSR > PRS) d'ici 2024 étaient de 1 % à 2 % pour toutes les options de prises.

Tableau 2. Tableau d'analyse de risque du modèle de statistique de capture selon l'âge pour les options de prises annuelles (entre 2 000 et 18 000 t) pour 2022 et 2023, et jusqu'en 2027, pour la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique du sGSL. Y sont indiqués : les prévisions de la BSR (kt) résultante prévue en 2023, en 2024 et en 2027; les probabilités résultantes (%) que la BSR soit inférieure au PRL; les probabilités résultantes que la BSR augmente de 5 %; et le taux de mortalité par la pêche pleinement recrutée (F_{5-10}) résultant.

	Année	Options de prises (t)								
		2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000	16 000	18 000
BSR (kt)	2023	186,3	185,5	184,3	183,3	181,7	181,1	179,7	178,3	177,6
	2024	184,0	182,1	180,0	178,8	176,7	175,2	172,8	171,0	169,0
BSR < PRL	2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2027	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Augmentation de 5 % de la BSR (%)	2023	54	53	52	51	50	49	47	45	46
	2024	40	39	38	38	38	37	36	36	35
F_{5-10}	2022	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,1	0,12	0,13
	2023	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14

Les prévisions de la BSR sur six ans montrent une légère augmentation jusqu'en 2023, suivie d'une baisse marquée jusqu'en 2027 pour toutes les options de prises. La probabilité que le stock parvienne à la zone saine (au-dessus du PRS) pour toutes les options de prises est de

1 %. D'ici 2027, à tous les niveaux de prises, la probabilité que la BSR se trouve dans la zone critique (sous le PRL) était de 0 % (tableau 2).

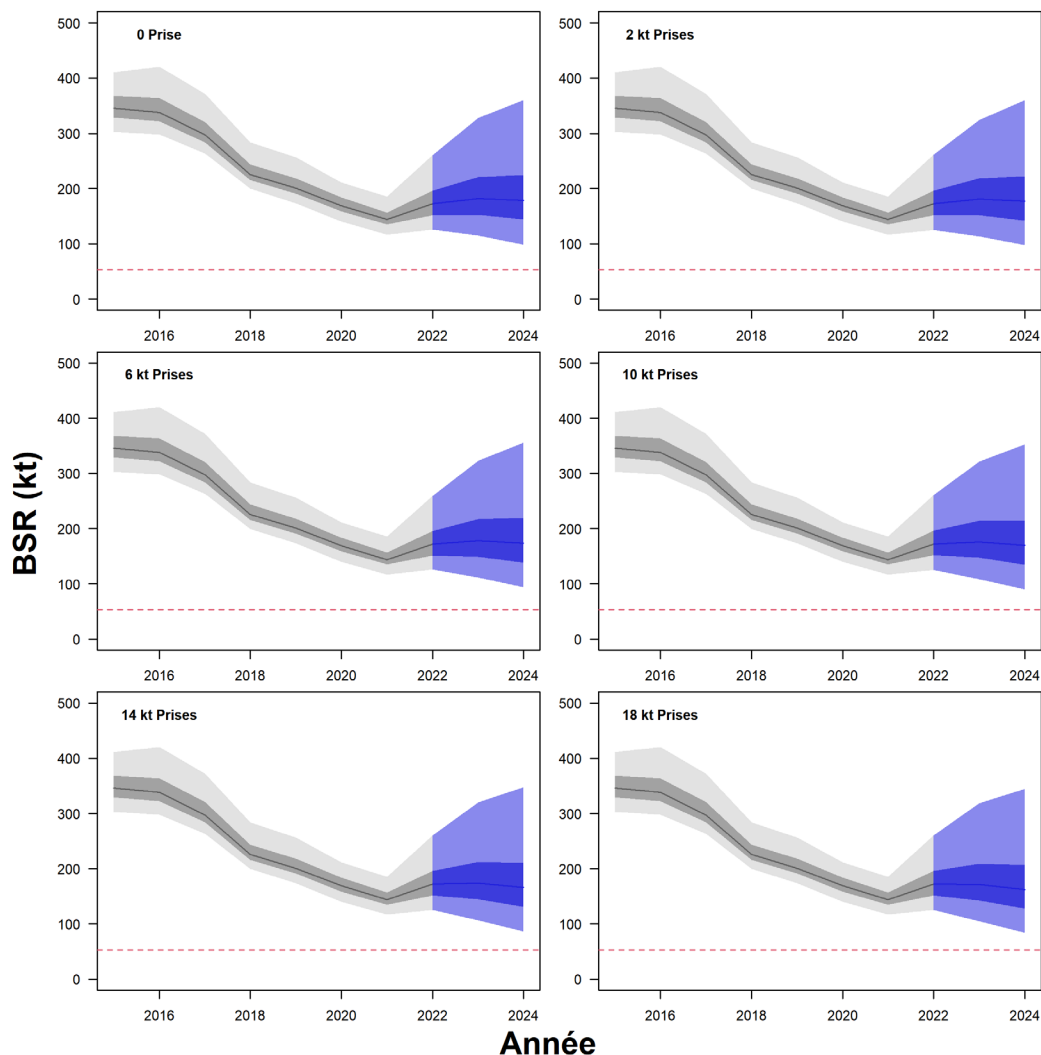


Figure 28. BSR (kt) prévue des harengs de l'Atlantique de la composante des reproducteurs d'automne du sGSL, à divers niveaux de prises en 2022 et en 2023, selon un scénario de recrutement moyen sur 5 ans récents et de mortalité naturelle moyenne sur 2 ans récents. Les courbes indiquent les estimations médianes de la BSR en date du 1^{er} août, les zones ombrées foncées, les IC à 95 %, et les zones ombrées pâles, l'IC à 50 % (reposant sur l'échantillonnage fondé sur la méthode de MCMC). Le noir et le gris indiquent la période historique, et le bleu indique la période de prévision. La ligne horizontale rouge est le PRL.

CONSIDÉRATIONS ÉCOSYSTÉMIQUES

Mortalité naturelle

Le déclin général observé chez les deux stocks de harengs du sGSL non seulement a des impacts négatifs sur la pêche, mais il risque également d'en avoir sur l'écosystème. Pour de nombreux prédateurs, le poisson fourrage forme une part importante du régime alimentaire, ce

qui pourrait rendre ces prédateurs vulnérables aux réductions ou aux fluctuations de la biomasse de ce type de poisson (Pikitch *et al.* 2014).

La mortalité naturelle des harengs comprend la prédation de toute origine, la maladie ainsi que les prises non déclarées (utilisation comme appâts). Toutefois, les estimations de la mortalité naturelle des deux stocks devraient être fondées principalement sur la prédation. Le hareng est une espèce-proie pélagique d'importance pour de nombreux prédateurs du sGSL, dont le phoque gris (*Halichoerus grypus*; Hammill et Stenson 2000; Hammill *et al.* 2007, 2014), divers oiseaux de mer (Cairns *et al.* 1991), les cétacés (Fontaine *et al.* 1994; Benoît et Rail 2016), la morue franche (*Gadus morhua*; Hanson et Chouinard 2002), la merluche blanche (*Urophycis tenuis*; Benoît et Rail 2016) et le thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*, Pleizier *et al.* 2012; Varela *et al.* 2020; Turcotte *et al.* 2021a). Parmi ces prédateurs importants, les abondances de la morue franche, du phoque gris et du thon rouge de l'Atlantique ont considérablement changé dans le sGSL au cours des dernières décennies. Par conséquent, la mortalité naturelle du hareng, aussi, a probablement changé au fil du temps.

Pour les deux stocks de hareng, les augmentations de la mortalité naturelle chez les poissons d'âges 7 à 11+ correspondent aux augmentations des indices d'abondance du phoque gris, du thon rouge de l'Atlantique et du fou de Bassan (*Morus bassanus*), lesquels sont les principaux consommateurs de hareng dans le sGSL (Benoit et Rail 2016; Turcotte *et al.* 2021b) (figure 29). Les changements dans la mortalité naturelle des harengs plus jeunes (âgés de 2 à 6 ans) au cours de la série chronologique étaient d'une moindre ampleur, mais les variations de la valeur M chez les reproducteurs d'automne correspondaient au déclin observé dans l'abondance de la morue franche et de la merluche blanche (figure 29). Une analyse plus approfondie de l'abondance des prédateurs, de l'échelle spatiale, de la répartition par taille, du régime alimentaire et de la réponse fonctionnelle des prédateurs envers leurs proies sera nécessaire pour quantifier les effets des différents prédateurs sur la mortalité naturelle des harengs reproducteurs de printemps et reproducteurs d'automne.

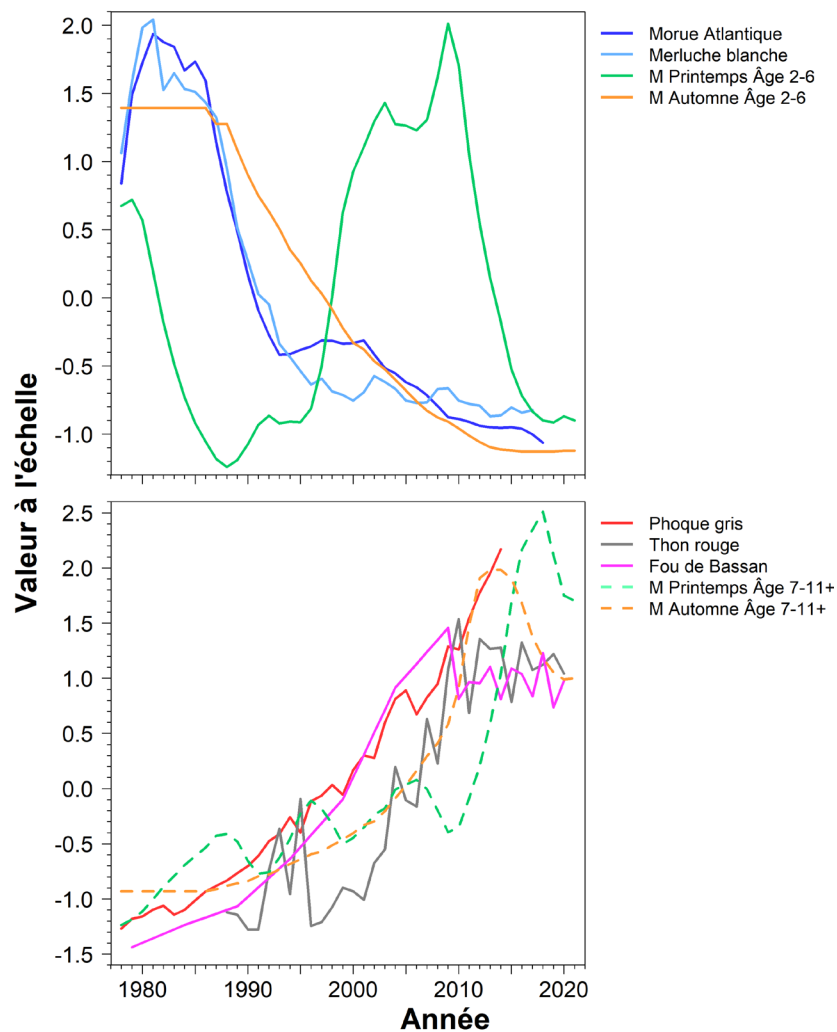


Figure 29. Échelle de l'indice d'abondance relative des principaux prédateurs des harengs (morue franche, merluche blanche, phoque gris, thon rouge de l'Atlantique, fou de Bassan) entre 1970 et 2021, ainsi que la mortalité naturelle estimée (M) pour les groupes d'âge 2-6 (M2 à 6) et 7-11+ (M7-11) selon les modèles de statistique de capture selon l'âge des stocks de harengs reproducteurs d'automne et reproducteurs de printemps. La mortalité naturelle estimée est la médiane estimée selon la méthode de MCMC.

Recrutement

Les poissons pélagiques comme le hareng présentent souvent des pics de recrutement sporadiques, ce qui rend les prévisions à long terme très incertaines. Cependant, le recrutement est présentement faible chez les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne.

Au début des années 1990, le recrutement des harengs reproducteurs de printemps est passé abruptement d'un régime de recrutement élevé en eau froide (1978-1991) à un régime de recrutement faible en eau chaude (1992-2017). Le recrutement des reproducteurs de printemps peut être prédit au moyen d'un modèle utilisant trois variables d'abondance/de phénologie du zooplancton, établissant un lien explicite entre les changements écosystémiques et la dynamique des populations de hareng. Étant donné la tendance constante vers des conditions

plus chaudes et les changements au niveau de la communauté de zooplancton dans le sGSL (Blais *et al.* 2021; Galbraith *et al.* 2021), il n'est pas prévu que le recrutement des harengs reproducteurs de printemps augmentera dans les années à venir.

Le recrutement des reproducteurs d'automne a décliné depuis 2006 jusqu'aux niveaux les plus bas de la série chronologique ces dernières années. La variabilité du recrutement des reproducteurs d'automne est également corrélée à la température de l'eau et à la composition de la communauté de zooplancton. Le recrutement est élevé en conditions d'eau chaude et de plus grande abondance de petits copépodes. Ces dernières années, ces conditions environnementales ne s'étant pas harmonisées, le recrutement a donc été faible (Brosset *et al.* 2018). On ne peut prévoir les conditions environnementales futures qui seraient favorables aux harengs reproducteurs d'automne. Par conséquent, les perspectives de rétablissement de ce stock sont incertaines. L'écosystème du sGSL change, et la synchronicité de l'abondance et de la qualité requise du zooplancton avec le moment de l'éclosion des larves de hareng est imprévisible.

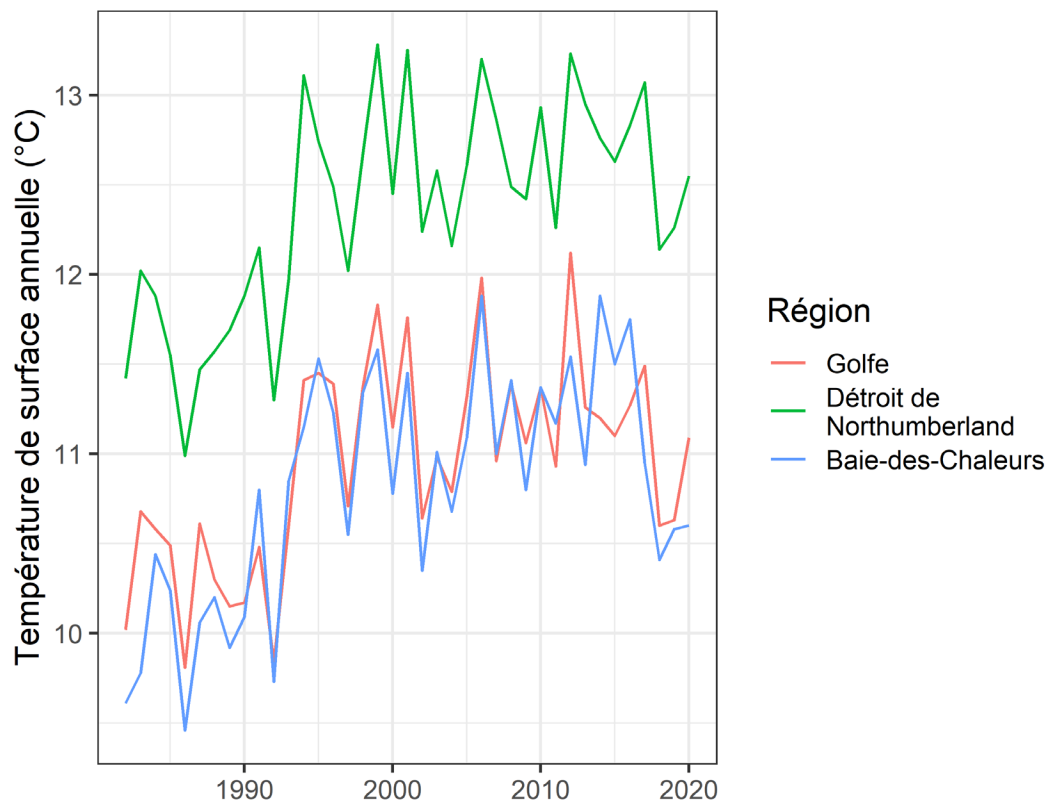


Figure 30 . Moyennes de la température annuelle de la surface de la mer pour le golfe du Saint-Laurent, le détroit de Northumberland et la région de la baie des Chaleurs. Les données proviennent du Programme de monitoring de la zone atlantique (Galbraith *et al.* 2019).

Sources d'incertitude

L'incertitude des estimations de la BSR a été réduite depuis l'adoption des nouveaux modèles de statistique de capture selon l'âge pour les stocks des reproducteurs de printemps et des reproducteurs d'automne. L'estimation de la mortalité naturelle prend en compte la disparition

de classes d'âge au fil du temps qui ne peut être attribuée aux prélèvements par la pêche, et permet une estimation du recrutement qui correspond mieux aux données. Des estimations précises de la mortalité naturelle, du recrutement et de la BSR sont donc essentielles à l'exactitude des prévisions, permettant d'obtenir des résultats plus réalistes des mesures de gestion (TAC).

L'estimation de la mortalité naturelle variant dans le temps dans le modèle a donné lieu à certaines tendances rétrospectives dans la BSR, en apparence de moindre envergure pour ces dernières années. En intégrant les données de relevé acoustique des frayères, le modèle, comme l'a indiqué la dernière évaluation, semble avoir atténué pareilles tendances.

L'approche de modélisation prend en compte la dynamique des reproducteurs d'automne dans trois régions. La dynamique est modélisée de manière indépendante entre les régions et suppose des populations fermées. Il s'agit d'une hypothèse audacieuse qui peut avoir des conséquences sur les estimations de l'abondance et de la dynamique propres à chaque région. Des preuves empiriques de la fidélité aux frayères ont été documentées dans le cas des reproducteurs d'automne, à partir d'expériences de marquage. Néanmoins, les analyses élémentaires des structures de l'otolithe n'ont permis de détecter aucune différence propre aux régions parmi les reproducteurs d'automne, bien qu'elles aient affiché des écarts distincts entre reproducteurs de printemps et reproducteurs d'automne dans le sGSL. Pour les reproducteurs d'automne, la recherche génétique n'a pas permis d'identifier des différences de population entre les régions.

Le poids selon l'âge du hareng a décliné et demeure à des niveaux bas presque inégalés. Les causes de ces baisses du poids selon l'âge et leurs conséquences sur le taux de recrutement nous sont inconnues.

Les captures des reproducteurs de printemps et reproducteurs d'automne attribuables à la pêche de poisson-appât sont actuellement prises en compte dans les évaluations au moyen d'estimations de la mortalité naturelle, mais la proportion de prises non déclarées, de maladies ou de mortalité due à la prédation ne peut être définie. Les captures par la pêche de poisson-appât sont censées être consignées dans les journaux de bord des pêcheurs, mais le taux de conformité à cette exigence de remplir ceux-ci et de les retourner au MPO demeure faible. Les captures de harengs dans la pêche de poisson-appât devraient être de beaucoup inférieures aux débarquements de la pêche commerciale, ce qui constitue néanmoins une source d'incertitude quant à la mortalité totale par pêche. Nous nous attendons à ce que pour la prochaine évaluation, l'élaboration d'un registre électronique obligatoire augmente le taux de déclaration des prises par la pêche de poisson-appât.

Les indices dépendant de la pêche comme les CPUE de la pêche commerciale au filet maillant pourraient ne pas être proportionnels à l'abondance en raison de changements dans la capturabilité et pourraient mener à des biais dans les estimations de l'abondance. On a pris ceci en compte dans les modèles en admettant la capturabilité variant dans le temps.

Le calcul des CPUE commerciales est sujet à de l'incertitude. Les estimations sont basées principalement sur les valeurs saisonnières moyennes régionales des données sur l'effort de pêche (nombre de filets, nombre de levées et longueur nette des filets maillants) provenant du sondage téléphonique et non sur des données propres aux sorties. Les sorties sans capture ne sont documentées qu'à compter de 2006; elles ne sont donc pas intégrées dans les données sur l'effort de pêche. Un indice de CPUE pour cette période devrait être calculé avec les traits nuls (0) pour fins de comparaison avec l'indice de CPUE traditionnel. Aucune information n'est recueillie sur la durée d'immersion des filets. Il existe également des incohérences potentielles

dans la communication des données sur l'effort de pêche au sein des régions et des saisons et entre celles-ci.

Les points de référence, en particulier le PRS et la valeur de référence de capture $F_{0,1}$ dans la zone saine, doivent être réexaminés pour les évaluations à venir. Ces travaux auront lieu dans le cadre de l'élaboration des plans de rétablissement des deux stocks. Pour cette évaluation, les PRS ont été mis à l'échelle de façon à être semblables à ceux utilisés dans les évaluations précédentes. Comme aucun des stocks ne tend vers les PRS ni à court ni à long termes, il n'est pas prévu que l'incertitude quant à la pertinence des PRS et de la valeur $F_{0,1}$ ait un effet marqué sur l'évaluation et l'analyse de risque des options de prises.

CONCLUSIONS ET AVIS

Pour les reproducteurs de printemps, l'évaluation jusqu'à la fin de la campagne de pêche de 2019 a indiqué que le stock se trouvait dans la zone critique depuis 2002 et que même en l'absence de toutes prises au printemps, il y avait une forte probabilité que le stock demeurerait dans la zone critique (MPO 2020). Pour les reproducteurs d'automne, il était pratiquement certain (probabilité, 100 %) que la BSR se trouverait dans la zone de prudence en 2020 et peu probable (probabilité de 0 % à 33 %) que le stock allait augmenter d'ici 2022 (MPO 2020). Cette évaluation a confirmé l'état des stocks des années précédentes et les attentes d'abondance en 2020 et en 2021 pour les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne.

Composante des reproducteurs de printemps

La trajectoire de la composante des reproducteurs de printemps par rapport à la BSR et aux niveaux de mortalité par la pêche est représentée à la figure 31. La mortalité par la pêche a dépassé le niveau d'exploitation de référence durant 28 des 44 années de la série chronologique. Le stock se situe dans la zone critique ($BSR < PRL$) depuis 2002, mais a connu des niveaux de mortalité par la pêche supérieurs à la règle de décision provisoire concernant les prélèvements du cadre de l'approche de précaution depuis 1999. Pour les prévisions à court terme et toutes les options de prises (de 0 t à 1 250 t), il demeure peu probable (probabilité de 0 % à 33 %) que la BSR soit supérieure au PRL et atteigne la zone de prudence d'ici 2024 (sous 20 %). Le pronostic pour ce stock est que même en l'absence de prélèvements par la pêche, il demeurera dans la zone critique jusqu'en 2027. Lorsque le stock est dans la zone critique, les prélèvements par toutes les sources humaines doivent être maintenus au niveau le plus bas possible; il n'y a aucune tolérance pour les déclinés évitables (MPO 2006).

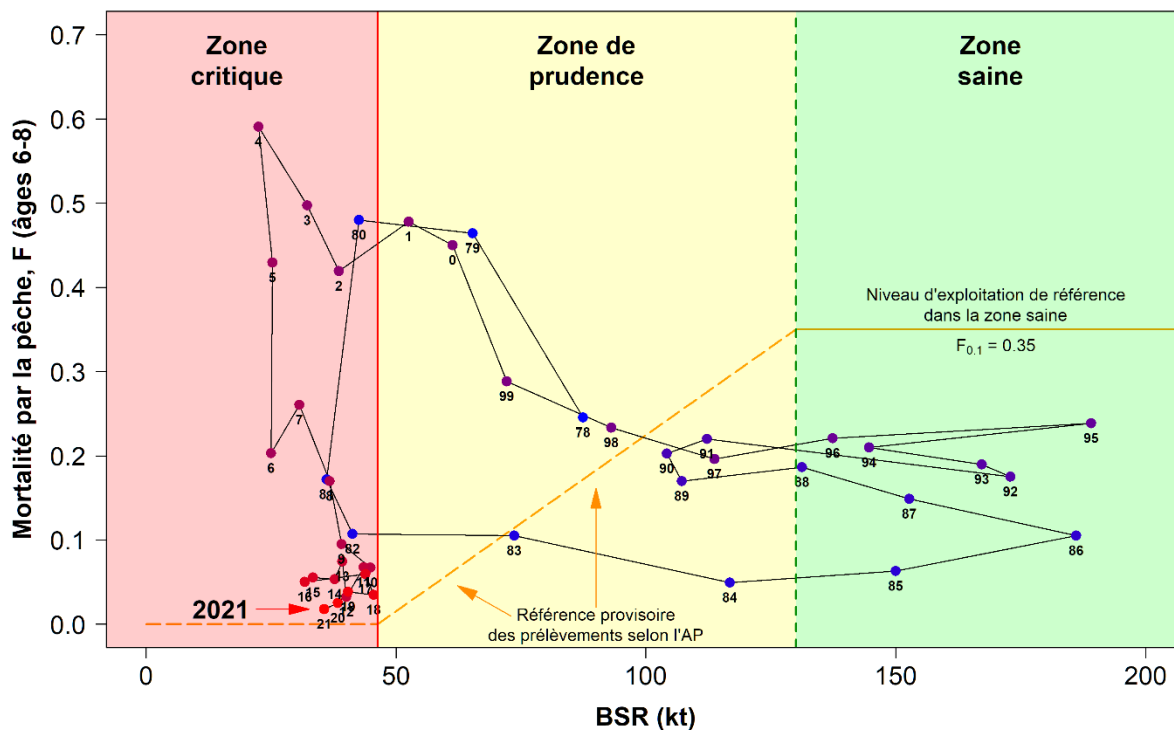


Figure 31. Trajectoire des harengs du sGSL, composante des reproducteurs de printemps, par rapport à la BSR (kt) et au taux de mortalité par pêche pondéré par l'abondance pour les âges 6 à 8. La ligne verticale rouge continue représente le PRL, et la ligne verticale verte tiretée, le PRS. La ligne horizontale orange continue représente la valeur de référence du taux d'exploitation ($F_{0,1} = 0,35$) dans la zone saine, et la ligne orange tiretée, la règle de décision provisoire du cadre de l'approche de précaution dans les zones de précaution et les zones critiques. Les étiquettes des points indiquent les années (83 = 1983, 0 = 2000). Les codes de couleur vont du bleu pour 1978 au rouge en 2021.

Composante des reproducteurs d'automne

La trajectoire de la composante des reproducteurs d'automne par rapport à la BSR/au PRS et aux niveaux de mortalité par la pêche ($F/F_{0,1}$) est représentée à la figure 32. L'estimation médiane de la BSR se situe dans la zone de prudence ($PRL < BSR < PRS$) depuis 2017. La mortalité due à la pêche a dépassé le niveau d'exploitation de référence selon l'approche de précaution de 1978 à 1983, en 1987, en 1990, de 1994 à 2007 et depuis 2020. En raison de la productivité faible, du poids selon l'âge réduit et de la mortalité naturelle élevée, l'exploitation de ce stock doit être faite avec prudence jusqu'à ce qu'un recrutement élevé soit observé pendant plusieurs années consécutives. En l'absence d'événements de recrutement majeurs, le déclin de la BSR risque de se poursuivre. Comme le stock se trouve largement dans la zone de prudence, le cadre de l'approche de précaution stipule que les mesures doivent promouvoir le rétablissement du stock vers la zone saine. Pour la première fois depuis 2007, le stock est passé au-dessus du niveau d'exploitation de référence provisoire ($F/F_{0,1}$) de l'approche de précaution, ce qui indique un état de surpêche qui pourrait empêcher toute croissance à court et à long terme. Les prévisions ont révélé qu'une baisse de la mortalité par la pêche réduirait légèrement les probabilités d'un déclin pour les saisons 2022 et 2023. Les niveaux de capture annuels de 0, de 2 000 et de 4 000 t offrent les meilleures probabilités d'augmenter la BSR à court et à long terme.

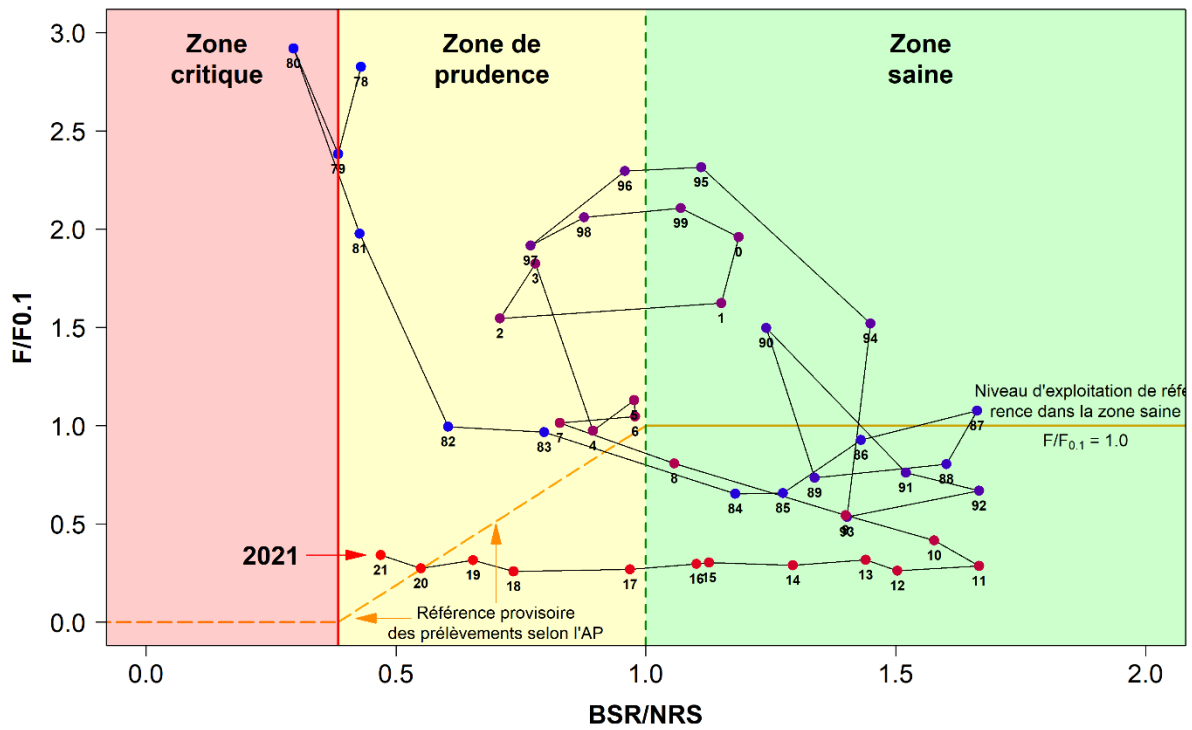


Figure 32. Trajectoire des harengs du sGSL, composante des reproducteurs d'automne, par rapport à la BSR/au PRS et aux taux de mortalité par pêche du groupe d'âge 5 à 10, selon le modèle de statistique de capture selon l'âge. La ligne verticale rouge représente le PRL, et la ligne verticale verte, la PRS. La ligne horizontale orange continue représente la valeur de référence du taux d'exploitation ($F/F_{0,1} = 1,0$) dans la zone saine, et la ligne orange tiretée, la règle de décision provisoire du cadre de l'approche de précaution. Les étiquettes des points indiquent les années (83 = 1983, 0 = 2000). Les codes de couleur vont du bleu pour 1978 au rouge en 2021.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Affiliation
Barlow, Trevor	Spring Herring C&E
Barry, David	Barry Group
Barry, Joe	Barry Group
Cawthray, Jenness	MPO, Gestion des pêches, Ottawa
Chandler, Alan	Gouvernement de la Nouvelle-Écosse
Cogliati, Karen	MPO, Sciences, Ottawa
Cox, Sean	Université Simon Fraser
DeJong, Rachel	MPO, Sciences, région du Golfe
Dinn, Curtis	MPO, Sciences, région du Golfe
Duguay, Gilles	Regroupement des pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie
Egilsson, Greg	Gulf Nova Scotia Herring Federation
Émond, Kim	MPO, Sciences, région du Québec
Ferguson, Annie	Gouvernement du Nouveau-Brunswick
Ferguson, Louis	Union des pêcheurs des Maritimes
Gaudet, Mario	MPO, Gestion des pêches, région du Golfe
Giard, David	MPO, Gestion des pêches, région du Golfe
Gregoire, Benjamin	MPO, Sciences, région du Québec
Harbicht, Andrew	MPO, Sciences, région du Golfe
Hardy, Matthew	MPO, Sciences, région du Golfe
Jerome, Adam	Mi'gmaq Maliseet Aboriginal Fisheries Management Association
Landry, Lysandre	MPO, Sciences, région du Golfe
Lanteigne, Marc	MPO, Gestion des pêches, région du Golfe
LeClair, Kenneth	PEIFA Fall fishery west PEI
MacMillan, Robert	Gouvernement de l'Î.-P.-É.
McDermid, Jenni	MPO, Sciences, région du Golfe
Munden, Jenna	Herring Science Council
Pardo, Sebastián	Ecology Action Centre
Patterson, Maryline	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Pellerin, Mathieu	MPO, Gestion des pêches, région du Québec
Ramsay, Laura	PEI Fishermen's Association
Robert, Dominique	Université du Québec à Rimouski
Rolland, Nicolas	MPO, Sciences, région du Golfe
Rondeau, Amélie	MPO, Sciences, région du Golfe
Schijns, Rebecca	Oceana
Schleit, Katie	Oceans North
Sonier, Rémi	MPO, Sciences, région du Golfe
Turcotte, François	MPO, Sciences, région du Golfe
Vautier, Jeffrey	Transformateur sud de la Gaspésie

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifique régionale du 22 au 23 mars 2022 portant sur l'évaluation du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*), composantes des reproducteurs de printemps et d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent (divisions 4T-4Vn de l'OPANO) et avis pour les pêches de 2022 et de 2023. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

Benoît, H.P., and Rail, J.-F. 2016. [Principal predators and consumption of juvenile and adult Atlantic Herring \(*Clupea harengus*\) in the southern Gulf of St. Lawrence](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/065. viii + 42 p.

Blais, M., Galbraith, P.S., Plourde, S., Devred, E., Clay, S., Lehoux, C. and Devine, L. 2021. [Les conditions océanographiques chimiques et biologiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/060. iv + 70 p.

Brosset, P., Doniol-Valcroze, T., Swain, D.P., Lehoux, C., Van Beveren, E., Mbaye, B.C., Emond, K., and Plourde, S. 2018. Environmental variability controls recruitment but with different drivers among spawning components in Gulf of St. Lawrence Herring stocks. *Fish. Oceanogr.* 28: 1-17.

Cairns, D.K., Chapdelaine, G., and Montevecchi, W.A. 1991. Prey exploitation by seabirds in the Gulf of St. Lawrence. In *The Gulf of St. Lawrence: small ocean or big estuary?* pp. 277-291. Ed by J.-C. Therriault. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 113.

Fontaine, P.-M., Hammill, M.O., Barrette, C., and Kingsley, M.C.S. 1994. Summer diet of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the estuary and the northern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 172-178.

Galbraith, P.S., Chassé, J., Shaw, J.-L., Dumas, J., Caverhill, C., Lefavre, D. et Lafleur, C. 2021. [Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/045. iv + 84 p.

Hammill, M.O., and Stenson, G.B. 2000. Estimated prey consumption by Harp Seals (*Phoca groenlandica*), Grey Seals (*Halichoerus grypus*), Harbour Seals (*Phoca vitulina*) and Hooded Seals (*Cystophora cristata*). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 26:1-23.

Hammill, M. O., den Heyer, C.E. and Bowen, W.D. 2014. [Grey Seal Population Trends in Canadian Waters, 1960-2014](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/037. iv + 44 p.

Hammill, M.O., Stenson, G.B., Proust, F., Carter, P., and McKinnon, D. 2007. Feeding by Grey Seals in the Gulf of St. Lawrence and around Newfoundland. In *Grey Seals in the North Atlantic and the Baltic*, pp. 135-152. Ed. T. Haug, M. Hammill, D. Olafsdottir. NAMMCO Scientific Publication 6.

Hanson, J.M., and Chouinard, G.A. 2002. Diet of Atlantic Cod in the southern Gulf of St.-Lawrence as an index of ecosystem change, 1959-2000. *J. Fish Biol.* 60: 902-922.

LeBlanc, C.H., Mallet, A., Surette, T., et Swain, D. 2015. [Évaluation des stocks de hareng atlantique \(*Clupea harengus*\) de la zone 4T de l'OPANO dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2013](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2015/025. vi + 147 p.

MPO, 2006. [Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution](#). Secr. Can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/023.

- MPO. 2015. [Mise à jour jusqu'en 2014 de l'évaluation de la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique \(*Clupea harengus*\) dans le sud du golfe du Saint-Laurent \(division 4t de l'OPANO\) et recommandations pour la pêche de 2015.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/033.
- MPO. 2020. [Évaluation du Hareng de l'Atlantique \(*Clupea harengus*\), composantes des reproducteurs de printemps et d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent \(division 4T-4Vn de l'OPANO\) et avis pour les pêches de 2020 et de 2021.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/029.
- Pikitch, E.K., Rountos, K.J., Essington, T.E., Santora, C., Pauly, D., Watson, R., Sumaila, U.R., Boersma, P.D., Boyd, I.L., Conover, D.O., Cury, P., Heppell, S.S., Houde, E.D., Mangel, M., Plagányi, É., Sainsbury, K., Steneck, R.S., Geers, T.M., Gownaris, N. and Munch, S.B. 2014. The global contribution of forage fish to marine fisheries and ecosystems. *Fish. Fish.*, 15: 43-64.
- Pleizier, N.K., Campana, S.E., Schallert, R.J., Wilson, S.G., and Block, B.A. 2012. Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) diet in the Gulf of St. Lawrence and on the Eastern Scotian Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 44, 67–76.
- Turcotte, F., Swain, D. P. et McDermid, J. L. 2021a. [Modèles de population du hareng de l'Atlantique de la division 4TVn de l'OPANO : de l'analyse de population virtuelle à un modèle statistique de capture selon l'âge estimant la mortalité naturelle.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/029. vii + 58 p.
- Turcotte, F., McDermid, J.L., Tunney T.D. and Hanke A. 2021b. Increasing Occurrence of Atlantic Bluefin Tuna on Atlantic Herring Spawning Grounds: A Signal of Escalating Pelagic Predator–Prey Interaction? *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 13:240–252.
- Varela, J.L., Spires, A.D., and Stokesbury, M.J.W. 2020. Feeding ecology of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Gulf of Saint Lawrence, Canada. *Mar. Environ. Res.* 161(July): 105087.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Golfe
Pêches et Océans Canada
C. P. 5030, Moncton (Nouveau-Brunswick) E1C 9B6

Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
ISBN 978-0-660-43873-3 N° cat. Fs70-6/2022-021F-PDF
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2022



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2022. Évaluation du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*), composantes des reproducteurs de printemps et d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent (divisions 4TVn de l'OPANO) et avis pour les pêches de 2022 et de 2023. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/021.

Also available in English:

DFO. 2022. *Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence (NAFO Division 4TVn) spring and fall spawner components of Atlantic Herring (Clupea harengus) with advice for the 2022 and 2023 fisheries. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2022/021.*