



## MISE À JOUR DE L'ÉTAT DES STOCKS AVEC APPLICATION DES PROCÉDURES DE GESTION POUR LE HARENG DU PACIFIQUE (*CLUPEA PALLASII*) EN COLOMBIE BRITANNIQUE: ÉTAT EN 2019 ET PRÉVISIONS POUR 2020

### Contexte

L'abondance du hareng du Pacifique est évaluée en Colombie Britannique au moyen d'un modèle statistique des prises selon l'âge. En 2017, l'évaluation des stocks de hareng du Pacifique comprenait des mises à jour du modèle (modèle statistique intégré des prises selon l'âge; Martell et al. 2012) et une analyse de cheminement pour étayer ces changements (Cleary et al. 2019). L'évaluation de 2017 a également introduit l'estimation de la productivité des stocks et de l'état actuel des stocks par rapport au nouveau point de référence limite (PRL) de  $0.3BR_0$  (Kronlund et al. 2017), où  $BR_0$  est la biomasse non exploitée estimée. La structure du modèle de 2017 n'a pas été modifiée pour les évaluations des stocks de 2018 et 2019.

En 2016, Pêches et Océans Canada (MPO) s'est engagé à renouveler le cadre de gestion actuel pour s'attaquer à l'éventail de difficultés qui touchent les stocks et les pêches de hareng du Pacifique en Colombie Britannique. Le renouvellement du cadre de gestion consiste à mener un processus d'évaluation des stratégies de gestion (ESG) afin d'examiner le rendement des procédures de gestion proposées par rapport à différentes hypothèses concernant la dynamique future du stock et de la pêche. Dans le cadre du processus d'ESG, un examen régional par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a eu lieu les 25 et 26 juillet 2018, au cours duquel le rendement des procédures de gestion du hareng du Pacifique a été évalué par rapport aux objectifs de conservation des régions d'évaluation des stocks du détroit de Georgia et de la côte ouest de l'île de Vancouver (MPO 2019a). Les étapes comprenaient l'élaboration d'un modèle opérationnel, l'adaptation du modèle opérationnel aux données de surveillance des stocks et des pêches de hareng du Pacifique, et des simulations en boucle fermée du rendement des procédures de gestion pour d'autres scénarios de mortalité naturelle future. L'évaluation des stocks de 2018 comprenait des recommandations mises à jour des procédures de gestion pour les régions d'évaluation des stocks du détroit de Georgia et de la côte ouest de l'île de Vancouver pour 2019 (MPO 2019b). Au printemps 2019, le processus d'ESG a été amorcé pour les régions des stocks du Nord. Ce processus comportait l'évaluation du rendement des procédures de gestion de Haida Gwaii (HG), du district de Prince Rupert (DPR) et de la côte centrale (CC; DFO 2020).

La Gestion des pêches de la région du Pacifique du MPO a demandé à la Direction des sciences de cette région d'évaluer l'état des stocks de hareng du Pacifique de la Colombie Britannique en 2019 et de formuler des conseils sur la pêche pour l'évaluation de l'état des stocks de hareng du Pacifique en 2020, sous la forme de procédures de gestion mises à l'essai à l'aide de simulations afin de guider l'élaboration du plan de gestion intégrée des pêches 2019/2020, au besoin. Les trajectoires estimées des stocks, l'état actuel des stocks pour 2019, les options de

la procédure de gestion et les recommandations sur les avis de récolte tirées de ces procédures de gestion pour 2020 reflètent les méthodes décrites dans Cleary et al. (2019) et, le cas échéant, les recommandations issues des analyses de l'ESG 2018 et 2019 susmentionnées. Ces recommandations sont décrites dans la section 'Application des procédures de gestion et des options de récolte pour 2020.'

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 30 septembre 2019 sur la Mise à jour de l'état des stocks avec application des procédures de gestion pour le hareng du Pacifique en Colombie-Britannique : État en 2019 et prévisions pour 2020.

## Renseignements de base

En Colombie Britannique, le hareng du Pacifique est géré selon five régions principales d'évaluation des stocks et two régions secondaires d'évaluation des stocks (figure 1). Les régions principales d'évaluation des stocks sont Haida Gwaii (HG), District de Prince Rupert (DPR), Côte centrale (CC), Détroit de Georgie (DG), and Côte Ouest de l'île de Vancouver (COIV). Les régions secondaires d'évaluation des stocks sont Zone 27 (Z27) and Zone 2 ouest (Z2O). Nous effectuons des analyses formelles de l'information sur les tendances des stocks pour les régions principales d'évaluation des stocks de hareng du Pacifique. Pour les régions secondaires, nous présentons les données sur les prises, les données biologiques et les données des relevés du frai (Annexe).

### Description de la pêche

À l'heure actuelle, il y a plusieurs pêches du hareng du Pacifique en Colombie Britannique. Les Premières Nations ont un accès prioritaire, après la conservation, à la pêche à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR). Les possibilités de pêche commerciale sont composées de quatre pêches dirigées : consommation et hareng-appât (FB), usage spécial (SU), rogue sur varech (SOK) et hareng rogué. Il existe également une petite pêche récréative.

Les Premières Nations pêchent le hareng entier, la rogue sur varech et le hareng rogué à des fins ASR. Le hareng entier est pêché à la senne, au filet maillant, au râteau, à l'épuisette et à la turlutte. Les œufs de hareng sont récoltés sous forme de rogue sur des algues marines, comme le varech, ou sous forme de rogue sur des branches d'arbres. La pêche autochtone du hareng à des fins ASR peut avoir lieu sur toute la côte lorsqu'elle est autorisée par un permis communautaire.

De plus, la pêche commerciale autochtone et la pêche commerciale en vertu d'un traité peuvent être pratiquées dans certaines zones de gestion particulières. Quatre traités modernes (Nisga'a, Tsawwassen, Maa-nulth et Tla'amin) ont été ratifiés en Colombie Britannique et énoncent un droit issu de traités à la pêche du poisson à des fins ASR. Sur la côte ouest de l'île de Vancouver, cinq Premières Nations Nuuchah-nulth – Ahousaht, Ehatesaht, Hesquiaht, Mowachaht/Muchalaht et Tla-o-qui-aht (les Premières Nations T'aaq-wiihak) – ont le droit de pêcher toutes les espèces de poissons, sauf la panope, dans leurs territoires de pêche, et de vendre ce poisson. Le Ministère a élaboré un plan de gestion des pêches plurispécifique des cinq Nations pour 2019-2020 en consultation avec les cinq Nations. Sur la côte centrale, la Première Nation Heiltsuk a le droit ancestral de pêcher le hareng à des fins commerciales. Les Heiltsuk détiennent actuellement neuf permis de récolte de la rogue sur varech dans cette région. Cette récolte se fait par le moyen privilégié par les Heiltsuk, c'est-à-dire en étang ouvert. Le MPO et les Heiltsuk se sont également engagés à élaborer chaque année un plan conjoint de

gestion des pêches du hareng du Pacifique sur la côte centrale.

En 2018/2019, les principales pêches du hareng du Pacifique ont été les pêches de rogue à la senne et au filet maillant, avec des prises totales de 14 109 tonnes pour l'ensemble de la côte. Dans la pêche du hareng-appât à la senne, les prises totales à l'échelle de la côte étaient de 7 310t. Les pêches de rogue et de hareng-appât n'ont été exploitées que dans le détroit de Georgia en 2018/2019. La pêche de rogue sur varech a été menée dans le district de Prince Rupert et sur la côte centrale, et la pêche secondaire en vue d'une utilisation spéciale que dans le district de Prince Rupert.

Il existe un programme complet de vérification à quai pour toutes les pêches commerciales au hareng du Pacifique, et les données validées sur les prises qui en résultent sont incluses dans le processus annuel d'évaluation des stocks pour toutes les pêches, sauf la pêche de rogue sur varech. La pêche de rogue sur varech est autorisée en vertu d'un permis délivré en fonction du poids validé, en livres, de la rogue sur varech. Toutefois, ces débarquements ne sont pas facilement combinés aux prises de hareng entier et ne sont pas actuellement intégrés dans le processus d'évaluation des stocks.

L'exclusion des données sur la pêche de rogue sur varech du processus annuel d'évaluation des stocks a été indiquée comme une incertitude importante dans le dernier examen du cadre d'évaluation des stocks par le SCCS (Cleary et al. 2019). Les recommandations visant à dissiper cette incertitude exigeront de quantifier la mortalité à la mise en étang et les prélèvements (œufs) associés à la pêche de rogue sur varech. Ces incertitudes seront prises en compte à une étape ultérieure du processus d'ESG.

### **Description du processus d'évaluation des stocks**

Le modèle statistique des prises selon l'âge est ajusté aux données sur les prises commerciales, aux données sur les proportions selon l'âge dans les pêches et les relevés et à un indice de la biomasse du stock reproducteur indépendant de la pêche afin d'estimer la biomasse totale et la biomasse du stock reproducteur, la mortalité naturelle et le recrutement. Le poids selon l'âge annuel observé est estimé en dehors du modèle, et la maturité selon l'âge est un paramètre d'entrée fixe. En 2017, une version mise à jour du modèle statistique des prises selon l'âge a été appliquée pour évaluer chacune des cinq régions principales d'évaluation des stocks de hareng du Pacifique (Cleary et al. 2019). Le principal changement par rapport au modèle statistique des prises selon l'âge utilisé de 2011 à 2016 réside dans le partage de l'écart entre l'erreur d'observation et l'erreur de processus afin d'améliorer l'estimation de la structure de l'écart (Cleary et al. 2019). Une analyse de cheminement a permis de valider le modèle mis à jour : elle a montré que les estimations des paramètres et les trajectoires de la biomasse associées aux ajustements structurels étaient presque identiques aux résultats des versions précédentes du modèle, ce qui appuie l'adoption de la structure révisée (Cleary et al. 2019). D'autres ajustements ont été apportés afin d'améliorer l'efficacité computationnelle et de mettre à jour les données entrées.

Un cadre bayésien a été utilisé pour estimer les séries chronologiques de la biomasse du stock reproducteur, de la mortalité naturelle instantanée et du recrutement à l'âge 2 entre 1951 et 2019. L'avis aux gestionnaires concernant les régions principales d'évaluation des stocks comprend des estimations a posteriori de l'état actuel des stocks ( $BR_{2019}$ ), de l'état des stocks par rapport au PRL de  $0.3BR_0$  et de la biomasse du stock reproducteur en 2020 en supposant des prises nulles ( $BR_{2020}$ ). La biomasse du stock reproducteur projetée est fondée sur les écarts

du recrutement de l'année en cours par rapport à la moyenne prévue par le modèle de stock-recrutement de Beverton Holt et sur les estimations de la mortalité naturelle et du poids selon l'âge, toutes deux calculées en moyenne sur les cinq années les plus récentes. La procédure d'échantillonnage selon la méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCCM) suit la même méthode que celle mise en œuvre par Cleary et al. (2019).

Cleary et al. (2019) a présenté les résultats de deux ajustements du modèle statistique des prises selon l'âge dont les hypothèses sur la capturabilité  $q_2$  du relevé en plongée étaient différentes (de 1988 à 2019) : le modèle d'évaluation 1 (ME1), où  $q_2$  est estimée avec une distribution a priori présumée; et le modèle d'évaluation 2 (ME2), où  $q_2 = 1$ . Les hypothèses selon lesquelles l'indice de la rogue lors des relevés en plongée représente la totalité des rogues déposées et qu'aucun œuf n'est perdu à cause de la prédation sont solides. Toutefois, les données de l'évaluation des stocks contiennent peu d'information permettant d'étayer une estimation de  $q_2$ ; l'examen de la distribution a posteriori de Bayes montre que la valeur a priori n'est pas mise à jour pour les régions d'évaluation des stocks de Haida Gwaii, de la côte centrale, du détroit de Georgia et de la côte ouest de l'île de Vancouver et que la valeur estimée reflète la moyenne de l'a priori (Cleary et al. 2019, annexe D). L'hypothèse est que  $q_2 = 1$  produit au moins une estimation « minimale » de la biomasse, de sorte que toutes les autres erreurs d'évaluation et de mise en œuvre de la gestion soient isolées (voir Martell et al. (2012) et DFO (2012)). L'application du ME1 éliminerait de telles mesures de protection malgré la récente évaluation de simulation montrant que le modèle d'évaluation actuel produit d'importantes erreurs d'évaluation (positives), même avec  $q_2 = 1$  (MPO 2019a). Des simulations visant à quantifier les risques associés à l'application continue d'une procédure de gestion où  $q_2 = 1$  ont été effectuées, parce que les décisions relatives aux quotas prises dans le cadre de la gestion des pêches depuis 2015 sont fondées sur le ME2. La mise à l'échelle de l'évaluation avec des valeurs de  $q_2 < 1$  devrait entraîner des erreurs d'évaluation absolues plus importantes que celles estimées lorsque  $q_2 = 1$ . C'est pourquoi l'avis présenté ici repose sur le paramétrage ME2, étayé également par les comparaisons décrites dans MPO (2016, tableau A1) et Cleary et al. (2019, annexe D).

## Analyse et réponse

### Données d'entrée

Les données d'entrée pour l'évaluation des stocks sont résumées dans le tableau 1. Par rapport à l'évaluation précédente, le seul changement apporté aux données d'entrée a été la mise à jour des séries chronologiques pour inclure les données de la saison de pêche du hareng de 2018/2019 (du 1<sup>er</sup> juillet au 30 juin). Il convient de noter que dans le présent rapport, nous utilisons le terme " année " au lieu de " saison du hareng "; par conséquent, 2019 fait référence à la saison du hareng du Pacifique de 2018/2019.

### Données sur les prises

Aux fins de l'évaluation des stocks, les données sur les prises sont résumées par type d'engin et par catégorie de pêche, tel qu'il est décrit dans le tableau 1 et présenté à la figure 2. Comme les années précédentes, les données sur les prises utilisées dans le modèle d'évaluation des stocks ne tiennent pas compte de la mortalité attribuable à la pêche commerciale de rogue sur varech, ni aux pêches récréatives ou à la récolte à des fins alimentaires, sociales et rituelles (ASR). La récolte à des fins ASR et récréatives est considérée comme secondaire par rapport à la pêche commerciale. La pêche commerciale de la rogue sur varech requiert un permis délivré en fonction du poids validé du produit de la collecte (c.-à-d. les œufs adhérent au varech), et non

des tonnes de poissons utilisés ou pondus. Il est impossible actuellement de valider le taux de mortalité attribuable à cette pêche dans la population, mais des méthodes d'estimation de la mortalité attribuable à la pêche de rogue sur varech sont en cours d'élaboration.

Le tableau 2 présente les prélèvements commerciaux combinés de 2010 à 2019 dans la pêche du hareng rogué, la pêche pour consommation et au hareng-appât, ainsi que dans les pêches pour usage spécial. La proportion des prises côtières totales proviennent du détroit de Georgia était de 22 % en 1990, et de près de 100 % en 2019. Le tableau 3 présente la récolte totale de rogue sur varech ou les régions principales d'évaluation des stocks de 2010 à 2019.

### **Données biologiques**

Les échantillons biologiques sont recueillis comme décrit dans Cleary et al. (2019) et le tableau 1. Les données biologiques utilisées pour l'évaluation des stocks sont le poids annuel selon l'âge (figure 3) et les nombres annuels selon l'âge, exprimés en proportions selon l'âge (figure 4).

Des baisses importantes du poids selon l'âge sont évidentes pour tous les principaux stocks de hareng, du milieu des années 1980 à 2010. La diminution du poids selon l'âge peut être attribuée à un certain nombre de facteurs, y compris les effets de la pêche (c.-à-d. la sélectivité des engins de pêche) et les effets environnementaux (p. ex. les changements de la productivité des océans), ou aux changements dans les protocoles d'échantillonnage (p. ex. une période plus courte de collecte des échantillons). Une tendance à la hausse du poids selon l'âge se dégage pour tous les principaux stocks de 2012 à 2019, mais dans une moindre mesure pour le district de Prince Rupert.

### **Données sur l'abondance**

Les méthodes de relevé du frai en surface (1951 to 1987) et en plongée (1988 to 2019) comprennent la collecte d'information sur la longueur du frai (parallèle à la rive), la largeur du frai (perpendiculaire à la rive) et le nombre de couches d'œufs par type de végétation, ainsi que d'autres données. Ces données sont utilisées pour calculer la densité des œufs par frai. En fin de compte, on calcule le poids estimatif des reproducteurs matures requis pour produire la ponte, appelé " indice du frai ". L'exécution du relevé du frai en 2019 a suivi tous les protocoles standard décrits dans Cleary et al. (2019). Les séries chronologiques de l'indice du frai par région principale d'évaluation des stocks de 1951 to 2019 sont résumées dans la figure 5. En 2019, la biomasse du relevé a diminué dans le détroit de Georgia et la côte ouest de l'île de Vancouver (figure 5 et tableaux 7 et 8), mais elle a augmenté à Haida Gwaii, dans le district de Prince Rupert et sur la côte centrale (figure 5 et tableaux 4, 5 et 6).

### **Répartition spatiale du frai**

Les tableaux 4 à 8 résument la distribution spatiale de la biomasse du frai du relevé (c.-à-d. l'indice du frai) par proportion sur les 10 dernières années pour les régions principales d'évaluation des stocks. Les données de Haida Gwaii et du détroit de Georgia sont résumées par groupe, tandis que celles du district de Prince Rupert, de la côte centrale et de la côte ouest de l'île de Vancouver sont résumées par zone statistique; le choix du regroupement spatial reflète le comportement et la biologie du frai de chaque espèce en fonction des données du relevé et des discussions des groupes de travail avec les communautés des Premières Nations. Les zones statistiques, les sections et les groupes ne cherchent pas à représenter la structure des sous-stocks ou des stocks de poissons moins nombreux connus.

## Observations des Premières Nations

Les observations locales de 2019 ont été fournies par les participants des Premières Nations au groupe de travail technique sur le hareng. Ce groupe de travail, créé en 2016, est composé d'employés des Sciences et de la Gestion des pêches du MPO et de représentants techniques nommés par de nombreuses Premières Nations de la côte et l'industrie du hareng. Les observations présentées ici décrivent les perspectives locales sur le hareng du Pacifique dans quatre des zones de gestion.

### District de Prince Rupert

Observations de la bande Lax Kw'alaams : Cette année, dans le district de Prince Rupert, plusieurs pêcheurs des Lax Kw'alaams sont sortis pêcher. Dans l'ensemble, ils ont observé très peu de frai cette saison, et les observations n'étaient pas contiguës et comportaient beaucoup moins de couches que les années précédentes. Des pêcheurs ont signalé avoir observé des poches isolées de hareng dans le banc du bras Tuck dans la région, présentes pendant quelques jours avant de disparaître (au nord de Prince Rupert, section 042). Ils ont également observé des rorquals à bosse se nourrissant dans le bras de mer, ce qui a peut-être poussé les harengs à se déplacer vers des eaux plus profondes pour éviter la prédation et frayer. Les pêcheurs des Lax Kw'alaams n'ont pas été en mesure de récolter suffisamment de harengs pour répondre aux besoins ASR de la communauté. Les techniciens des pêches des Lax Kw'alaams ont passé sept jours entiers pendant la saison du hareng à surveiller la pêche et à consigner le comportement et les emplacements du hareng. Ils n'ont pas pu trouver de bancs de harengs dans les zones géographiques habituelles surveillées chaque année. La correspondance sur le terrain avec les pêcheurs a confirmé que la saison de pêche de 2019 a été très mauvaise et que la plupart d'entre eux n'ont pas observé de frai actif du hareng.

### Côte centrale

Dans la région de Klemtu, y compris la zone 6, le frai a eu lieu beaucoup plus tôt qu'au cours des dernières années. Le moment correspond à la période qui aurait été considérée comme normale il y a une génération antérieure, le frai ayant lieu du 19 au 25 mars. La durée du frai a été relativement longue par rapport aux années précédentes et semblait couvrir une grande partie de la baie Kitasu, mais le frai était fragmenté. Bien qu'une partie du frai dans la baie de Kitasu ait été assez épaisse, il n'était composé, le plus souvent, que de quelques couches d'œufs déposés. Dans les passages Meyers et Thistle, le frai a été relativement important, meilleur que les dernières années. Il demeure faible dans le passage East Higgins, n'étant présent que dans une seule petite baie. Le frai dans la baie Clifford semblait se limiter à l'île extérieure et au tronçon nord. Il était généralement faible à l'île West Aristazabal, mais des tempêtes de vent ont limité la présence et les observations à l'île West Aristazabal et dans la baie Clifford en 2019.

### Détroit de Georgia

Observations de la Q'ul-Ihanumtsun Aquatic Resources Society : Aucun frai de hareng n'a été observé au sud de Dodd Narrows en 2019. La Nation Tla'amin rapporte avoir observé une activité de frai très minimale dans la rivière Powell en 2019. Un seul frai très léger a eu lieu dans le bras Okeover, avec des œufs de hareng sur les rochers et des algues le long de la plage.

### Côte ouest de l'île de Vancouver

Comme la plupart des années, de petits événements de frai ont eu lieu dans le port de Hesquiaht (zone 24) en janvier et février, et quelques-uns en février dans les zones 23 et 25. Les principaux événements de frai dans toutes les régions ont eu lieu du début à la mi-mars. Les équipes d'évaluation Nuuchahnulth ont trouvé des harengs n'ayant pas frayé dans la partie est de la zone 23 à la fin mars, et un petit frai a été signalé au début avril dans la zone 23. Le terme "sporadique" a été utilisé par la plupart des observateurs pour décrire l'activité de frai du hareng en 2019.

La plupart des événements de frai ne couvraient pas de grandes superficies et duraient moins d'une journée. Des exceptions ont été relevées pour le frai pendant plusieurs jours autour de la baie Stuart et d'Iltatsoo dans la zone 23 à partir du 8 mars et dans le port de Hesquiaht, autour de la flèche Anton, à partir du 5 mars. Le frai a eu lieu à plusieurs emplacements dans la zone 25, y compris à Nuchatlaht, dans le bras Esperanza, à Yuquot et à l'île Strange. Il s'agissait également le plus souvent de petits événements, mais on a constaté des événements plus importants dans quelques régions, notamment autour de l'île Strange, de l'île Rosa et du récif Bajo.

Les pêcheurs Nuuchahnulth ont installé des troncs d'arbre entiers et des rideaux de branches pour recueillir les œufs de hareng sur les branches maîtresses. Les troncs et les branches maîtresses ont été installés aux sites de frai habituels du hareng et aux sites de frai actifs dans la baie Barkley (zone 23), la baie Clayoquot (zone 24), la baie Nootka, le bras Esperanza et à Nuchatlitz (zone 25). Les récoltes d'œufs de hareng sur les branches ont été semblables à celles de 2018, mixtes. Dans certaines régions, il y avait de quatre à dix couches sur les branches, mais la plupart n'en avaient que d'une à quatre. Malgré les efforts déployés, les récoltes d'œufs de hareng sur les branches n'ont pas été suffisantes pour répondre aux demandes des communautés Nuuchahnulth.

### Mise à jour sur l'état des stocks

Les analyses de l'information sur les tendances des stocks pour le modèle ME2 sont présentées selon les méthodes de Cleary et al. (2019) pour les principaux stocks de hareng du Pacifique. Les perceptions de l'état des stocks fondées sur les résultats du modèle statistique des prises selon l'âge (ME2) sont résumées pour chaque stock dans une figure à multiple panneaux (p. ex. la figure 6). Les panneaux (a) à (f) sont les suivants :

- (a) La série chronologique des estimations de la densité a posteriori maximale des données de relevé du frai en milliers de tonnes,
- (b) La série chronologique des estimations de la mortalité naturelle ( $M$ ),
- (c) La reconstitution de la série chronologique du nombre de recrues à l'âge 2,
- (d) Les séries chronologiques des prises totales et de la biomasse féconde estimée avec la ligne de référence aux estimations du modèle de  $0.3BR_0$ ,
- (e) La série chronologique des écarts (logarithmiques) par rapport à la fonction estimée de recrutement de Beverton-Holt, et
- (f) Le diagramme de phase de la production de biomasse féconde ( $\frac{BR_{t+1} - BR_t + C_{t+1}}{BR_t}$ ) pour la période du relevé en plongée, avec la ligne de référence aux estimations du modèle de

$0.3BR_0$ .

Notez que les données de relevé du frai (c.-à-d. indice du frai) dans le panneau (a) sont mises à l'échelle de l'abondance à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$ . L'indice du frai a deux périodes distinctes définies par la méthode de relevé dominante : les relevés en surface (1951 to 1987) et les relevés en plongée (1988 to 2019). Deux paramètres  $q$  sont mis en œuvre dans la procédure d'estimation :  $q_1$ , avec une valeur a priori non informative, et  $q_2$ , avec une valeur a priori informative d'environ 1,0.

### Points de référence

Un point de référence limite (PRL) biologique est défini pour les régions principales d'évaluation des stocks du hareng du Pacifique à  $0.3BR_0$  (Kronlund et al. 2017). Les points de référence supérieurs (PRS) proposés des stocks ont été introduits dans Cleary et al. (2019) et mis en œuvre comme objectifs de biomasse dans les analyses de simulation pour la côte ouest de l'île de Vancouver et le détroit de Georgia en 2018 (MPO 2019a), puis pour Haida Gwaii, le district de Prince Rupert et la côte centrale en 2019 (DFO 2020). Les points de référence supérieurs proposés sont les suivants :

1.  $0.4BR_0$ ,
2.  $0.6BR_0$ ,
3. Moyenne de la biomasse féconde de 1951 to 2019,  $BR_{ave}$  et
4. Moyenne de la biomasse féconde pendant une période productive (Cleary et al. 2019),  $BR_{ave-prod}$ .

Les résultats de la simulation ont montré des propriétés similaires entre les PRS  $0.6BR_0$  et  $BR_{ave}$ , à la fois dans les régions d'évaluation des stocks et parmi celles-ci, tandis que le PRS basé sur la biomasse moyenne au cours d'une période productive,  $BR_{ave-prod}$ , s'est révélé être le plus variable parmi les régions d'évaluation des stocks. Les évaluations par simulation n'ont pas sélectionné un seul PRS, mais un PRS de  $0.6BR_0$  est inclus dans cette mise à jour de l'état des stocks, car cette proposition est suffisamment supérieure au PRL ( $2 \times \text{PRL}$ ) et il s'agit d'un calcul répétable pour toutes les régions d'évaluation des stocks. L'état des stocks par rapport aux estimations du modèle d'évaluation,  $0.3BR_0$  (PRL) et  $0.6BR_0$  (PRS) est présenté dans les tableaux 24 à 28 pour chaque région d'évaluation des stocks.

Le PRL et le PRS établissent un lien entre l'état des stocks et le cadre de l'approche de précaution du MPO (MPO 2009) et, dans la présente évaluation du hareng du Pacifique, les mêmes calculs sont appliqués pour chaque région d'évaluation des stocks. Il existe une distinction importante entre les points de référence (p. ex. PRL, PRS) et les points de contrôle opérationnels de la règle de contrôle des prises ou la procédure de gestion utilisée pour fixer les limites de prises. Plus précisément, les points de contrôle opérationnels (PCO) définissent les points d'inflexion d'une règle de contrôle des prises et indiquent les niveaux de biomasse auxquels des mesures de gestion sont prises. Par exemple, le taux de récolte est fixé à zéro et la pêche cesse lorsque la biomasse devient inférieure au PCO inférieur.

### Haida Gwaii

La biomasse féconde estimée est tombée à quasiment des creux historiques au milieu des années 1990 et est brièvement remontée jusqu'à la fin des années 1990 avant de chuter à

des creux historiques persistants de 2000 à 2010 (figure 6d). Une modeste augmentation de la biomasse féconde estimée s'est produite au début des années 2010 avant de retomber à des creux historiques ces dernières années. L'augmentation peut être attribuée à la hausse de l'indice de la biomasse dans les relevés en 2013 et 2015 (figure 6a) qui a été soutenue par un recrutement supérieur à la moyenne de poissons d'âge 2 en 2012 (figure 6c, d). Une tendance à la hausse du taux estimé de mortalité naturelle depuis 1980 (figure 6b) a largement absorbé la production excédentaire attribuable à des événements de recrutement supérieurs à la moyenne (p. ex. 1997 et 2012; figure 6c, d). En particulier, la mortalité naturelle estimée a fortement augmenté depuis le début des années 2010, après une baisse par rapport au pic atteint au début des années 2000. Depuis 2000, le stock de Haida Gwaii se trouve dans un état de faible biomasse, et bon nombre de ces années ont également affiché une faible productivité qui a empêché la croissance du stock (figure 6f). L'année la plus récente, entre 2018 et 2019, la biomasse demeure très faible et l'on constate une productivité positive. Le taux de récolte effectif  $U_t$  depuis 2000 a été égal à zéro ou proche de zéro (figure 11), avec la dernière pêche commerciale d'œufs de poisson en 2002, et la dernière pêche commerciale de rogue sur varech en 2004.

La biomasse féconde estimée en 2019 est de 6 944 t ( $BR_{2019}$ , valeur a posteriori moyenne) ou 30 % de  $BR_0$  (tableaux 19 et 24). La biomasse féconde en 2019 est estimée comme étant le PRL à  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 50,1 % (Table 24).

### District de Prince Rupert

La biomasse féconde estimée s'est rétablie au milieu des années 1980 à partir des faibles niveaux historiques d'épuisement qui ont suivi l'effondrement des années 1960, jusqu'à environ 50 % de la biomasse historique maximale estimée au début des années 1960 (figure 7d). Toutefois, après le milieu des années 1980, la biomasse féconde estimée a diminué régulièrement avant de se stabiliser à un niveau relativement bas (mais au-dessus des creux historiques) au milieu des années 2000. La biomasse estimée du stock a montré peu de tendances entre 2005 et 2018, avec une modeste augmentation en 2019. Les fluctuations de la tendance de la biomasse féconde semblent être inférieures à celles observées dans d'autres régions d'évaluation des stocks, peut-être parce que certains points d'indice du frai sont sous-ajustés ou surajustés (p. ex. 2001-2004, 2010-2013), comme on le voit sur la figure 7a. La mortalité naturelle estimée a atteint des sommets historiques à la fin des années 1960, avant de décliner à la fin des années 1970. Depuis 1980 environ, la mortalité naturelle estimée a augmenté jusqu'en 2019, doublant à peu près de 0,25 à 0,5  $\text{yr}^{-1}$  (figure 7b). Cette tendance de la mortalité naturelle coïncide avec le déclin de la biomasse féconde (figure 7d); les écarts du recrutement ont fluctué autour de 0 sans forte tendance positive ou négative (figure 7e). Un recrutement supérieur à la moyenne d'âge-2+ en 2014, 2017-2019 et l'augmentation de l'indice du frai la dernière année n'étaient toujours pas suffisants pour relever la tendance de la biomasse (figure 7f). Les prises commerciales de 2007-2018 sont restées faibles (moins de 2 000 t) et il n'y a eu aucune prise commerciale en 2019. L'estimation de la mortalité naturelle semble inchangée par rapport à l'an dernier, ce qui se traduit par une apparente légère augmentation de la production. On observe une tendance à la hausse du poids selon l'âge depuis environ 2010, bien que le changement ne semble pas aussi important que dans les régions d'évaluation des stocks de la côte centrale, de Haida Gwaii, du détroit de Georgia et de la côte ouest de l'île de Vancouver.

Le modèle estime la biomasse féconde en 2019,  $BR_{2019}$  à 23 223 t (moyenne a posteriori),

une valeur égale à 38,9 % de  $BR_0$  (tableaux 20 et 25). La pêche commerciale a été pratiquée chaque année dans le district de Prince Rupert depuis le milieu des années 1980, sauf en 2019, au cours de laquelle le taux de récolte effectif  $U_t$  a été estimé à 20 % ou moins (figure 11) pour toutes les années, sauf 1989. On estime que la biomasse féconde en 2019 est supérieure au PRL à  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 75,9 % (tableau 25).

### Côte centrale

La biomasse féconde estimée a fluctué autour d'une forte tendance à la baisse par rapport à un sommet historique vers 1980 avant de chuter à un niveau historiquement bas à la fin des années 2000 (figure 8d). On l'a estimée en hausse jusqu'au milieu des années 2010, mais elle est demeurée inférieure aux niveaux estimés avant 2000, puis a diminué légèrement de 2016 à 2018 avant de remonter en 2019. La tendance de la biomasse estimée reflète en grande partie celle de l'indice du frai (figure 8a), dont les fluctuations correspondent en phase opposée aux fluctuations de la mortalité naturelle estimée (figure 8b). Par exemple, la baisse de l'indice du frai (et de la biomasse féconde estimée) jusqu'aux creux historiques de la fin des années 2000 a suivi une tendance fortement à la hausse de la mortalité naturelle estimée pendant la même période. La mortalité naturelle estimée s'est modérée à la fin des années 2000, suivie de l'augmentation de l'indice du frai (et de la biomasse féconde estimée) jusqu'en 2015, après quoi la mortalité naturelle a de nouveau augmenté. Les écarts du recrutement ont été légèrement négatifs (inférieurs aux prévisions de la fonction de stock-recrutement) en moyenne entre 1990 et 2017 environ, et ont augmenté jusqu'à dépasser la moyenne en 2018 et 2019 (figure 8e). En 2019, on observe des preuves d'une forte production, semblable à celle de la période de 1990 à 1999 (figure 8f); cependant, l'état de la biomasse n'est pas aussi élevé qu'on l'a vu durant cette période.

Une règle de contrôle des prises avec un seuil fixe a été mise en œuvre en 1986 et, de 1986 à 2007, on estime que le taux de récolte effectif  $U_t$  a fluctué au-dessus et au-dessous du taux cible de 20%, les estimations médianes dépassant fréquemment 20% (figure 11). Les occurrences de  $U_t$  dépassant le taux de récolte cible de 20% sont dues en partie à des erreurs positives du modèle d'évaluation et à des retards dans la détection d'un changement directionnel dans la tendance.

Après la fermeture de la pêche commerciale de 2007 à 2013, la pêche commerciale du stock de la côte centrale a été rouverte en 2014 et de petites pêches commerciales au hareng rogué ont eu lieu en 2014, 2015 et 2016. Une pêche commerciale d'œufs sur varech est pratiquée chaque année depuis 2014, toutefois ces prélèvements ne sont pas inclus dans l'estimation de  $U_t$ .

Le modèle estime la biomasse féconde en 2019,  $BR_{2019}$  à 33 366 t (moyenne a posteriori), une valeur égale à 60,7 % de  $BR_0$  (tableaux 21 et 26). On estime que la biomasse féconde en 2019 est supérieure au PRL à  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 98,2 % (tableau 26).

### Détroit de Georgia

La biomasse féconde estimée pour le détroit de Georgia a diminué en 2019, bien que l'incertitude associée aux dernières années et aux prévisions de la biomasse  $BR_{2019}$  soit assez grande (figure 9d). Il y a eu une tendance à la hausse de la biomasse féconde estimée entre 2010 et 2016, qui a coïncidé avec la baisse de la mortalité naturelle estimée qui a commencé à la fin des années 2000 (figure 9b). Selon le modèle, la mortalité naturelle augmente depuis 2016 et a maintenant atteint un niveau estimé pour la dernière fois au début des années 1970. Cela coïncide avec la récente tendance à la baisse de la biomasse féconde estimée. La grande incer-

titude des estimations de la biomasse féconde et de la mortalité naturelle en 2019 peut être en partie attribuable à la tendance à la baisse de l'indice du frai depuis 2017, après la tendance à la hausse amorcée en 2010 (figure 9a). Le modèle s'ajuste à une trajectoire moyenne des valeurs de l'indice du frai des années 2010 et ne dispose pas, à ce jour, de suffisamment d'information pour déterminer si la baisse de 2016 à 2019 représente une diminution de la biomasse féconde. Le modèle estime un recrutement supérieur à la moyenne la plupart des années entre 2010 et 2019 (figure 9c), les écarts du recrutement révélant un recrutement particulièrement important de poissons d'âge 2 en 2019 (figure 9e). Le relevé des harengs juvéniles du détroit de Georgia a montré une augmentation de l'abondance des poissons d'âge 0 de 2016 à 2017 (relevé des harengs juvéniles du détroit de Georgia, septembre 2017, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, rapport inédit). Le programme d'échantillonnage cible les regroupements avant le frai et l'évaluation suppose que 25 % des harengs d'âge 2 sont matures. La grande incertitude entourant l'estimation du recrutement des poissons d'âge 2 dans l'année terminale de la série chronologique est une observation courante, parce que ces poissons d'âge 2 ne sont que partiellement recrutés dans les engins de pêche. Le recrutement estimatif de 2019 pour l'âge 2 sera ajusté par le modèle l'an prochain avec l'ajout des données de l'échantillon de 2020 (c.-à-d. lorsque la cohorte de 2017 sera échantillonnée pour l'âge 3). L'analyse de la production excédentaire montre que, pour l'année comprise entre 2018 et 2019, on estime que la région d'évaluation des stocks du détroit de Georgia est dans un état de forte production et de biomasse élevée, semblable à 1989, 1990, 2012 et 2016 (figure 9f).

Depuis le début des années 1970 (après l'effondrement du stock à la fin des années 1960), la pêche commerciale est pratiquée chaque année dans le détroit de Georgia. Depuis la mise en œuvre de la règle de contrôle des prises avec un seuil fixe en 1986, on estime que le taux de récolte effectif  $U_t$  fluctue au-dessus et en dessous du taux cible de 20%, avec des estimations médianes au-dessus de 20% en 2005, 2006 et la plupart des années entre 2013 et 2019 (figure 11). Le modèle estime la biomasse féconde en 2019,  $BR_{2019}$  à 64 281 t (moyenne a posteriori), une valeur égale à 46,4 % de  $BR_0$  (tableaux 22 et 27). On estime que la biomasse féconde en 2019 est supérieure au PRL à  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 87,3 % (tableau 27).

### Côte ouest de l'île de Vancouver

La série chronologique de la biomasse féconde estimée montre une baisse depuis la fin des années 1980, jusqu'à un creux historique dans les années 2000 (figure 10d). Le faible niveau de la biomasse féconde estimée a persisté de 2006 à 2012 et a depuis lentement augmenté pour revenir à un niveau similaire à celui estimé pour 2000. La reconstruction de la biomasse féconde par le modèle suit de près la trajectoire des valeurs de l'indice du frai (figure 10a). L'augmentation de la biomasse féconde depuis 2013 coïncide avec une baisse de la mortalité naturelle estimée, qui avait atteint un sommet historique à la fin des années 2000 (figure 10b). Les écarts du recrutement sont négatifs (inférieurs aux prévisions de la fonction de stock-recrutement) en moyenne depuis environ 2003 (figure 10e), mais la réduction de la mortalité naturelle estimée et l'absence de prélèvements par une pêche commerciale semblent suffire à compenser ce recrutement inférieur à la moyenne pour les poissons d'âge 2. L'absence de pêche commerciale depuis 2005 signifie que le taux de récolte réalisé est presque nul depuis 14 ans (figure 11). On a noté des preuves modestes d'une augmentation de la production et de la biomasse ces dernières années. Les estimations de la production pour l'année 2018-2019 se situent à un niveau de biomasse féconde plus élevé que celui estimé durant la période de faible production et de faible biomasse de la deuxième moitié des années 2000 et du début des années 2010 (figure 10f).

Le modèle estime la biomasse féconde en 2019,  $BR_{2019}$  à 20 664 t (moyenne a posteriori), une valeur égale à 44,2 % de  $BR_0$  (tableaux 23 et 28). On estime que la biomasse féconde en 2019 est supérieure au PRL à  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 86,5 % (tableau 28).

### Rendement de la gestion

Le rendement de la procédure de gestion peut être étudié à l'aide de la série chronologique du taux de récolte effectif. Le taux de récolte effectif estimatif  $U$  pour chaque année  $t$  est calculé selon la formule  $U_t = C_t / (C_t + BR_t)$ , où  $C_t$  est les prises de l'année  $t$ , et  $BR_t$  la biomasse féconde estimée en  $t$ . Des séries chronologiques de  $U_t$  par rapport au taux de récolte cible de 20% sont présentées à la figure 11.

### Application des procédures de gestion et des options de récolte pour 2020

Les avis sur les prises pour les principaux stocks de hareng du Pacifique sont généralement fondés sur les prévisions sur un an de la biomasse féconde avant la pêche et sur l'application d'une règle de contrôle des prises, c'est-à-dire un mélange de la cible fixée pour les échappées et du taux de récolte cible (p. ex. Hall et al. (1988)). Bien que le taux de récolte cible ait varié d'une région à l'autre ces dernières années (p. ex. les régions d'évaluation des stocks de la côte centrale et du district de Prince Rupert; MPO (2017)), la pratique historique consistait à appliquer un taux de récolte cible de 20% lorsque l'estimation de la prévision est supérieure au seuil fixé pour les pêches commerciales de  $0.25BR_0$  défini dans l'évaluation des stocks de 1996 (MPO 2016). Cette règle est appelée la " règle du seuil fixe ".

Le renouvellement du cadre de gestion du hareng du Pacifique comprenait l'engagement de réaliser une évaluation par simulation de l'évaluation des stratégies de gestion (ESG) du rendement du seuil fixe historique et des procédures de gestion de rechange par rapport aux objectifs de conservation et de gestion des pêches. Le premier cycle du processus de l'ESG a été effectué pour les régions d'évaluation des stocks de la côte ouest de l'île de Vancouver et du détroit de Georgia en 2018 (MPO 2019a); un processus similaire a été utilisé pour évaluer les stratégies de récolte pour Haida Gwaii, le district de Prince Rupert et la côte centrale en 2019 (DFO 2020).

Le classement des objectifs et la sélection des procédures de gestion qui atteignent les objectifs à l'aide de l'ESG sont un processus itératif.

Le premier cycle de l'ESG du hareng du Pacifique comprend, comme point de départ, quatre objectifs principaux de gestion des pêches (DFO 2020) qui reflètent la politique du MPO et qui ont été appliqués à chacune des régions principales d'évaluation des stocks:

1. Éviter le PRL avec une probabilité d'au moins 75 % sur trois générations de hareng du Pacifique (c.-à-d. éviter une limite de la biomasse;  $P(BR_t > 0.3BR_0) \geq 0.75$ ).
2. Maintenir la biomasse féconde à un niveau égal ou supérieur au PRS avec au moins 50 % de probabilité sur trois générations de hareng du Pacifique (c.-à-d. atteindre une biomasse cible;  $P(BR_t \geq 0.6BR_0) \geq 0.5$ ).
3. Maintenir la variabilité annuelle moyenne (VAM) des prises en deçà de 25 % sur trois générations de hareng du Pacifique (objectif reflétant la variabilité des prises;  $AAV < 0.25$ ).
4. Maximiser les prises annuelles moyennes sur trois générations de hareng du Pacifique (objectif reflétant la biomasse des prises).

Toutefois, un ensemble d'objectifs entièrement définis n'a pas encore été établi pour chaque zone de gestion. Le MPO continuera de collaborer avec les Premières Nations de la côte afin d'élaborer des objectifs propres aux pêches à des fins alimentaires, sociales et rituelles ainsi qu'à la pêche de la rogue sur varech. De plus, le MPO continuera de collaborer avec l'industrie du hareng, le gouvernement et les organisations non gouvernementales pour décrire des objectifs plus vastes liés à la conservation, à l'économie et à l'accès.

Les procédures de gestion de chaque région d'évaluation des stocks diffèrent par la forme de la règle de contrôle des prises et le choix du plafond des prises, mais utilisent les mêmes données de surveillance et le même modèle d'évaluation (p. ex. Cleary et al. (2019)). Le modèle d'évaluation actuel suppose que la mortalité naturelle varie dans le temps. Le premier cycle de l'ESG posait trois hypothèses sur la mortalité naturelle future du hareng du Pacifique  $M$  :

1.  $M$  est un processus variable dans le temps et dépendant de la densité (DDM),
2.  $M$  est un processus variable dans le temps et indépendant de la densité (DIM),
3.  $M$  est constant dans le temps (conM).

Ces trois hypothèses sont prises en compte sous la forme de trois scénarios de modèle opérationnel dans MPO (2019a). Le scénario DDM a été indiqué comme le scénario de modèle opérationnel de référence à la suite des discussions tenues lors du processus d'examen du SCCS de juillet 2018 (DFO 2020), tandis que les scénarios DIM et conM ont été identifiés comme scénarios de modèle opérationnel de robustesse. Toutefois, il n'existe actuellement aucune méthode scientifiquement fondée pour prédire la mortalité naturelle et les trois scénarios sont donc inclus.

Les résultats présentés ici représentent les trois scénarios de modèle opérationnel.

Plusieurs leçons ont été tirées de l'analyse :

1. Le modèle d'évaluation des prises selon l'âge peut produire d'importantes erreurs d'évaluation (positives). De telles erreurs d'évaluation entraînent une surestimation de la biomasse féconde et donnent lieu à des limites de prises recommandées telles que le taux de récolte réalisé dépasse l'objectif précisé par une règle de contrôle des prises (p. ex. la surexploitation).
2. La réduction du taux de récolte de 20 % à 10 % a été le moyen le plus efficace d'atténuer les erreurs d'évaluation des stocks en réduisant la taille absolue des prises. L'utilisation d'un plafond des prises, mis en œuvre en tant que niveau de prises annuel maximal, était un moyen efficace, sans modèle, d'atténuer davantage les erreurs d'évaluation. Les analyses de simulation ont en outre montré que les résultats sont insensibles au choix des points de contrôle opérationnels (PCO) de la règle de contrôle des prises lorsqu'un faible taux de récolte et un plafond des prises sont appliqués. Cela s'explique par le fait que les faibles niveaux de biomasse (associés au PCO inférieur) sont évités pour ces procédures de gestion.
3. On s'attend a priori à des différences dans les spécifications des procédures de gestion du hareng du Pacifique, y compris les composantes de la règle de contrôle des prises, parmi les régions d'évaluation des stocks. Les raisons sont liées aux différences entre les objectifs jugés importants par les utilisateurs de la ressource, aux différences dans la dynamique historique et actuelle des stocks et des pêches, et aux différences dans l'ampleur et le sens des erreurs du modèle d'évaluation dans chaque région. Les objectifs de conservation tels

que ceux qui visent à éviter un seuil de dommage sérieux (c.-à-d. un point de référence limite) conformément au cadre de l'approche de précaution du MPO (MPO 2009) demeurent constants entre les régions d'évaluation des stocks selon les analyses de Kronlund et al. (2017).

Les options de récolte pour 2020 tiennent compte de l'application des procédures de gestion testées par simulation pour chaque région principale d'évaluation des stocks.

### Haida Gwaii

Le stock de Haida Gwaii a persisté dans un état de faible biomasse et de faible productivité depuis 2000, demeurant en dessous du PRL pendant une grande partie de cette période, et montre peu de signes de croissance soutenue malgré l'absence de pêches commerciales depuis 2002 (2004 pour la pêche de la rogue sur varech). En l'absence de pêche, la biomasse féconde en 2020 est prévue à 4 296 t (médiane a posteriori). Les résultats des évaluations par simulation ont révélé qu'aucune des procédures de gestion proposées, y compris les procédures de gestion historiques et les procédures de gestion sans pêche, n'a obtenu un rendement satisfaisant par rapport à l'objectif de conservation de maintenir la biomasse féconde au-dessus du PRL avec une probabilité élevée (au moins 75 %).<sup>1</sup>

La biomasse féconde projetée en 2020 devrait être inférieure à  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 79,7% en l'absence de pêche (tableau 24 et figure 12).

Le MPO s'est engagé à élaborer et à mettre en œuvre un plan de rétablissement du hareng du Pacifique de Haïda Gwaii d'ici la fin de l'exercice 2020-2021.<sup>2</sup> Les travaux ont commencé par l'intermédiaire d'un groupe de travail technique composé de membres du Conseil de la Nation Haïda, du MPO et de Parcs Canada. Les Directives d'élaboration d'un plan de rétablissement conforme à la Politique Cadre de l'approche de précaution : Assurer la croissance d'un stock pour le faire sortir de la zone critique (MPO 2013) indiquent que l'objectif premier de tout plan de rétablissement est de favoriser la croissance des stocks pour les faire sortir de la zone critique (c.-à-d. de les faire passer au-dessus du PRL fondé sur l'état des stocks) en s'assurant que les prélèvements résultant de toutes les sources de pêche sont maintenus au niveau le plus bas possible qui permettra, avec un taux de probabilité élevé, d'assurer la progression du stock hors de la zone critique. Toutefois, le rétablissement des stocks ne s'arrête pas là, et l'un des objectifs du plan de rétablissement sera de déterminer les seuils de biomasse possibles, supérieurs au PRL, qui sont compatibles avec un état reconstitué.

Le MPO appuie les fermetures de la pêche commerciale du hareng dans la région du stock principal de Haida Gwaii jusqu'en avril 2021. À ce titre, la recommandation sur les prises pour le stock de Haida Gwaii en 2020 est de 0 t.

### District de Prince Rupert

Pour le district de Prince Rupert, les procédures de gestion les plus performantes avaient généralement des taux de récolte de 10 % ou moins, bien que deux procédures de gestion avec un taux

<sup>1</sup> Le Cadre décisionnel du MPO définit une probabilité comme étant " élevée " lorsqu'elle se situe entre 75 et 95 % (MPO 2009).

<sup>2</sup> En réponse aux recommandations formulées par la Commissaire à l'environnement et au développement durable (CEDD) dans son Rapport no 2 d'octobre 2016 intitulé : Assurer la durabilité des principaux stocks de poissons du Canada - Pêches et Océans Canada, le Ministère élaborera des plans de rétablissement pour les principaux stocks de poissons qui se trouvent dans la zone critique de l'approche de précaution, dont le hareng du Pacifique de Haida Gwaii, d'ici la fin de l'année financière 2020-2021.

de récolte de 20 % aient atteint l'objectif de conservation parce qu'elles utilisent un point de contrôle opérationnel (PCO) inférieur plus élevé (voir la section 'Points de référence') de  $0.5BR_0$ . Ces procédures de gestion entraînent également des fermetures de pêche plus fréquentes, car la biomasse féconde tombe plus souvent sous le point de contrôle inférieur. Bien que plusieurs procédures de gestion soient en mesure d'atteindre l'objectif fondamental de conservation qui consiste à maintenir la biomasse féconde au-dessus du PRL avec une probabilité élevée (au moins 75 %) <sup>1</sup>, elles incluent également des compromis différents entre la biomasse (p. ex. écosystème) et le rendement. Pour les régions de gestion où plusieurs procédures de gestion atteignent l'objectif de conservation, il est nécessaire d'établir un classement plus détaillé des objectifs restants afin de fournir aux décideurs un ensemble de choix de compromis souples. Toutefois, cela n'a pas été fait lors du premier cycle de l'ESG parce qu'un ensemble d'objectifs bien définis n'a pas encore été élaboré pour chaque zone de gestion.

Les taux de récolte effectifs pour les 10 dernières années sont en moyenne de ~12 % (figure 11). Pendant cette période, le stock n'a montré aucun signe de croissance, et on estime qu'il fluctue autour de  $0.3BR_0$  (figure 7d). En outre, les régions d'évaluation des stocks adjacentes (Haida Gwaii et côte centrale) affichent des signes de périodes récentes prolongées de faible biomasse et de faible productivité, des états qui sont apparus rapidement et ont été précédés par des niveaux élevés de biomasse (Kronlund et al. 2017).

En l'absence de pêche, la biomasse féconde en 2020 devrait diminuer légèrement de 23 223t en 2019 à une estimation de 22 627t (médianes a posteriori). On estime que la biomasse féconde prévue en 2020 est inférieure au PRL de  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 29,4% en l'absence de pêche (tableau 25).

Les options de récolte pour 2020 sont présentées dans le tableau 29. Ces options reflètent l'application des procédures de gestion à la biomasse prévue en 2020 pour le district de Prince Rupert, chaque procédure de gestion ayant une probabilité d'au moins 75 % d'atteindre l'objectif de conservation selon le scénario de modèle opérationnel de référence (DDM). Les options de récolte selon les deux scénarios de modèle opérationnel de robustesse sont également incluses. Pour faciliter la comparaison avec les résultats de l'ESG (DFO 2020), toutes les procédures de gestion et scénarios énumérés dans le tableau 29 indiquent le rendement des procédures de gestion par rapport aux quatre objectifs principaux.

### Côte centrale

Pour la côte centrale, les procédures de gestion qui obtiennent les meilleurs résultats par rapport à l'objectif de conservation ont un taux de récolte de 10 % ou moins et comprennent une gamme de choix de points de contrôle opérationnels. Comme pour le district de Prince Rupert, les résultats de la simulation pour la côte centrale indiquent que plusieurs procédures de gestion permettent d'atteindre l'objectif de conservation de maintenir la biomasse féconde au-dessus du PRL avec une probabilité élevée (au moins 75 %) <sup>1</sup>. Pour les régions de gestion où plusieurs procédures de gestion atteignent l'objectif de conservation, il est nécessaire d'établir un classement plus détaillé des objectifs restants afin de fournir aux décideurs un ensemble de choix souples. Toutefois, cela n'a pas été fait lors du premier cycle de l'ESG parce qu'un ensemble d'objectifs bien définis n'a pas encore été élaboré pour chaque zone de gestion.

En l'absence de pêche, la biomasse féconde en 2020 devrait être de 29 770t (médiane a posteriori), en baisse par rapport aux 33 366t en 2019 (tableau 26). On prévoit que la biomasse féconde de 2020 sera inférieure au PRL de  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 11,3% en l'absence

de pêche.

Les options de récolte pour 2020 sont présentées dans le tableau 30. Ces options reflètent l'application des procédures de gestion à la biomasse prévue en 2020 pour la côte centrale, chaque procédure de gestion ayant une probabilité d'au moins 75 % d'atteindre l'objectif de conservation selon le scénario de modèle opérationnel de référence (DDM). Les options de récolte selon les deux scénarios de modèle opérationnel de robustesse sont également incluses. Pour faciliter la comparaison avec les résultats de l'ESG (DFO 2020), toutes les procédures de gestion et scénarios énumérés dans le tableau 30 indiquent le rendement des procédures de gestion par rapport aux quatre objectifs principaux.

De plus, le MPO souligne qu'il s'est engagé envers la Nation Heiltsuk à élaborer un plan conjoint de gestion des pêches du hareng du Pacifique sur la côte centrale en 2020. Les résultats présentés ici peuvent orienter cet engagement en cours.

### Détroit de Georgia

Les simulations de rétroaction en boucle fermée pour le détroit de Georgia ont montré que toutes les procédures de gestion testées pouvaient maintenir la biomasse féconde au-dessus du PRL avec une probabilité de 91 % ou plus dans tous les scénarios de modèle opérationnel, y compris la procédure de gestion avec seuil fixe historique qui appliquait une échappée constante de 21 200 t basée sur l'évaluation du stock de 1996 et un taux de récolte de 20% (MPO 2019a). Les procédures de gestion qui comprenaient un plafond des prises de 30 000 t ont permis de maintenir la biomasse féconde au-dessus d'un niveau de biomasse de  $0.6BR_0$  avec une probabilité de 60 % ou plus dans tous les scénarios de modèle opérationnel.

Un plafond des prises de 30 000 t a été évalué pour le détroit de Georgia; il n'a pas souvent été déclenché et n'a donc pas limité la pêche commerciale très souvent dans les simulations. Le but du plafond des prises est de fournir un moyen sans modèle d'atténuer les effets des erreurs d'évaluation positives importantes d'une année à l'autre. D'autres évaluations par simulation ont été effectuées en 2019 afin d'explorer plus à fond le rôle des plafonds des prises dans l'atténuation des erreurs d'évaluation (DFO 2020). Une comparaison des plafonds des prises de 30 000 t à 5 000 t n'a fait apparaître aucun gain perceptible dans les performances de conservation avec les trois scénarios de modèle opérationnel. Les résultats ont également montré que les procédures de gestion dont les plafonds des prises sont de 20 000 t ou moins dépassent rarement le taux de récolte de 20 % pour une année de projection donnée (sur les projections sur 15 ans).

En 2018, un avis scientifique recommandait de cesser d'utiliser la règle de contrôle des prises avec seuil fixe historique et d'adopter une règle de contrôle des prises avec deux points de contrôle opérationnel (PCO) pour les raisons suivantes (MPO 2019a) :

1. Les valeurs des seuils fixes ont été calculées en dehors du modèle d'évaluation actuel, mises à jour pour la dernière fois en 1996, et ignorent donc 22 années de données de surveillance des stocks et des pêches, ainsi que les changements importants apportés à la forme structurelle du modèle d'évaluation.
2. L'utilisation de PCO inférieurs et supérieurs distincts permet de modifier la pente de la partie correspondant à la rampe de la règle de contrôle des prises afin de mieux répondre aux objectifs relatifs aux stocks et aux pêches en évitant les fermetures des pêches et en encourageant la croissance des stocks à mesure que l'on connaît mieux la dynamique des stocks et

les effets de la pêche.

La biomasse féconde en 2020 devrait être de 54 242 t (médiane a posteriori) et inférieure au PRL de  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 27,8% en l'absence de pêche.

Les recommandations de récolte pour le stock du détroit de Georgia en 2018-2019 ont été tirées de l'application d'une procédure de gestion qui utilise les estimations de la biomasse féconde prévue dans l'évaluation du stock et des points de contrôle opérationnels à  $0.3BR_0$  et  $0.6BR_0$ , avec un taux de récolte cible de 20 % et un plafond maximum des prises de 30 000 t (MPO 2019a fig. 4).

Les options de récolte pour 2020 sont présentées dans le tableau 31. Ces options reflètent l'application des procédures de gestion à la biomasse prévue en 2020 pour le détroit de Georgia, chaque procédure de gestion ayant une probabilité d'au moins 75 % d'atteindre l'objectif de conservation selon le scénario de modèle opérationnel de référence (DDM). Les options de récolte selon les deux scénarios de modèle opérationnel de robustesse sont également incluses. Pour faciliter la comparaison avec les résultats de l'ESG (DFO 2020), toutes les procédures de gestion et scénarios énumérés dans le tableau 31 indiquent le rendement des procédures de gestion par rapport aux quatre objectifs principaux.

#### Côte ouest de l'île de Vancouver

Pour la côte ouest de l'île de Vancouver, les résultats de la simulation ont montré qu'aucune des procédures de gestion testées ne pouvait atteindre l'objectif de conservation consistant à maintenir la biomasse féconde au-dessus du PRL avec une probabilité élevée (au moins 75 %)¹ pour les trois scénarios de mortalité naturelle future ( $M$ ) (MPO 2019a). De plus, pour le scénario où  $M$  est la plus proche de la valeur des 10 dernières années (DIM), la règle de contrôle des prises historique ne peut atteindre l'objectif de conservation que 56 % du temps.

Parmi les procédures de gestion qui ont été testées par simulation pour les trois scénarios de  $M$ , la règle de contrôle des prises " la plus performante " a maintenu la biomasse féconde au-dessus du PRL avec une probabilité de 74 %. Cette procédure de gestion applique un point de contrôle inférieur à l'estimation du modèle d'évaluation de  $0.5BR_0$ , un taux de récolte cible de 10 % et un plafond maximum des prises de 2 000 t.

La biomasse féconde en 2020 devrait être de 21 928 t (médiane a posteriori) et inférieure au PRL de  $0.3BR_0$  avec une probabilité de 14,2% en l'absence de pêche.

Puisque la procédure de gestion la plus performante pour la côte ouest de l'île de Vancouver n'a pas atteint la probabilité " élevée " minimale de 75 %, il faudra peut-être mener d'autres essais de simulation des règles de contrôle des prises qui comprennent des mesures supplémentaires pour assurer une progression persistante des stocks hors de la zone critique et visant des cibles de biomasse définies. La mise à jour du modèle opérationnel (ajout des données de 2018 et 2019) et l'évaluation d'autres procédures de gestion et objectifs (y compris de nouveaux objectifs) sont prévues en 2020-2021.

À ce titre, la recommandation sur les prises pour le stock de la côte ouest de l'île de Vancouver en 2020 est de 0 t.

## Conclusions

La réponse des Sciences de 2019 comprend une analyse formelle de l'information sur les tendances des stocks dans les principales régions d'évaluation des stocks de hareng du Pacifique à

l'aide du cadre d'évaluation des stocks examiné en 2017 (Cleary et al. 2019) et d'une mise à jour de la série chronologique de données jusqu'en 2019.

Dans le premier cycle de l'évaluation des stratégies de gestion (ESG) pour Haida Gwaii, aucune des procédures de gestion mises à l'essai n'a pu atteindre l'objectif de conservation avec une probabilité d'au moins 75 % (DFO 2020); c'est pourquoi des options de récolte ne sont pas proposées pour 2020. Le MPO s'est engagé à élaborer et à mettre en œuvre un plan de rétablissement du hareng de Haida Gwaii d'ici la fin de l'exercice financier 2020-2021 et appuie les fermetures de la pêche commerciale du hareng dans la région principale de Haida Gwaii jusqu'en avril 2021.

Le processus d'ESG définit une série de procédures de gestion qui répondent à l'objectif de conservation avec une probabilité d'au moins 75 % pour les zones de gestion du district de Prince Rupert, de la côte centrale et du détroit de Georgia pour le scénario de modèle opérationnel de référence (DFO 2020). Les options de récolte en 2020 pour le district de Prince Rupert, la côte centrale et le détroit de Georgia sont donc présentées en utilisant des procédures de gestion qui répondent aux critères minimums de conservation (tableaux 29 à 31).

La fermeture de la pêche commerciale a été maintenue dans la zone de gestion de la côte ouest de l'île de Vancouver en 2018-2019 afin d'appuyer la poursuite du rétablissement. Puisque la procédure de gestion la plus performante pour la côte ouest de l'île de Vancouver n'a pas atteint la probabilité « élevée » minimale de 75 %, il est recommandé de procéder à d'autres essais de simulation des règles de contrôle des prises, y compris des mesures supplémentaires pour assurer une croissance persistante des stocks et les faire sortir de la zone critique et se rapprocher des cibles fixées pour la biomasse. La mise à jour du modèle opérationnel (ajout des données de 2018 et 2019) et l'évaluation d'autres procédures de gestion et objectifs (y compris de nouveaux objectifs) sont prévues en 2020-2021. La recommandation de récolte pour le stock de la côte ouest de l'île de Vancouver en 2020 est de 0 t.

L'avis scientifique pour les régions secondaires d'évaluation des stocks se limite à la présentation des données sur les prises, des données biologiques et des données d'enquête du frai (Annexe).

## Tableaux

Tableau 1. Données d'entrée pour l'évaluation des stocks de hareng du Pacifique de 2019. L'indice du frai comporte deux périodes distinctes définies par la méthode de relevé dominante: relevés en surface (de 1951 à 1987), et relevés de plongée (de 1988 à 2019). L'indice du frai n'est pas mis à l'échelle à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$ .

Source	Données	Années
Pêche au hareng rogué au filet maillant	Prise	De 1972 à 2019
Pêche au hareng rogué à la senne	Prise	De 1972 à 2019
Autres pêches	Prise	De 1951 à 2019
Pêche d'essai (Senne)	Biologique: nombre selon l'âge	De 1975 à 2019
Pêche d'essai (Senne)	Biologique: poids selon l'âge	De 1975 à 2019
Pêche au hareng rogué à la senne	Biologique: nombre selon l'âge	De 1972 à 2019
Pêche au hareng rogué à la senne	Biologique: poids selon l'âge	De 1972 à 2019
Pêche au hareng rogué au filet maillant	Biologique: nombre selon l'âge	De 1972 à 2019
Autres pêches	Biologique: nombre selon l'âge	De 1951 à 2019
Autres pêches	Biologique: poids selon l'âge	De 1951 à 2019
Relevé en surface	Abondance: indice du frai	De 1951 à 1987
Relevé de plongée	Abondance: indice du frai	De 1988 à 2019

Tableau 2. Total des prises débarquées en tonnes de hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks (RESs) majeurs. Légende: Haida Gwaii (HG), District de Prince Rupert (DPR), Côte centrale (CC), Détroit de Georgie (DG), et Côte Ouest de l'île de Vancouver (COIV). Remarque: «DT» indique que les données ne sont pas divulguées pour des raisons de confidentialité.

Année	RES				
	HG	DPR	CC	DG	COIV
2010	0	1 485	0	8 323	0
2011	0	2 147	0	5 128	0
2012	0	1 383	0	11 339	0
2013	0	2 027	0	16 547	0
2014	0	2 003	687	20 310	0
2015	0	2 163	626	19 968	0
2016	0	2 425	213	21 310	0
2017	0	2 849	0	25 279	0
2018	0	417	0	19 067	0
2019	0	0	0	21 419	0

Tableau 3. Récolte totale d'oeufs sur varech en livres de hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks (RESs) majeurs. Légende: Haida Gwaii (HG), District de Prince Rupert (DPR), Côte centrale (CC), Détroit de Georgie (DG), et Côte Ouest de l'île de Vancouver (COIV). Remarque: «DT» indique que les données ne sont pas divulguées pour des raisons de confidentialité.

Année	RES				
	HG	DPR	CC	DG	COIV
2010	0	108 834	0	0	0
2011	0	123 626	0	0	0
2012	0	87 494	0	0	0
2013	0	72 895	0	0	0
2014	0	113 269	239 861	0	0
2015	0	84 066	169 470	0	0
2016	0	DT	351 953	0	0
2017	0	82 597	392 747	0	0
2018	0	20 832	286 109	0	0
2019	0	15 418	356 042	0	0

Tableau 4. Indice du frai en tonnes et proportion de l'indice du frai par groupe pour le hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de Haida Gwaii. Légende: «Cumshewa» est la section 023; «Juan Perez/Skincuttle» est les sections 021 et 025; «Louscoone» est la section 006; et «Selwyn» est la section 024. Remarque: l'indice du frai n'est pas mis à l'échelle à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$ .

Année	Indice du frai	Proportion			
		Cumshewa	Juan Perez/Skincuttle	Louscoone	Selwyn
2010	6 845	0,000	0,655	0,022	0,323
2011	7 554	0,000	0,749	0,026	0,226
2012	9 720	0,000	0,821	0,020	0,158
2013	16 025	0,007	0,864	0,079	0,050
2014	10 566	0,000	0,932	0,000	0,068
2015	13 102	0,000	0,940	0,000	0,060
2016	6 888	0,000	0,947	0,000	0,053
2017	3 016	0,000	0,982	0,000	0,018
2018	4 588	0,000	0,766	0,000	0,234
2019	11 624	0,025	0,919	0,016	0,040

Tableau 5. Indice du frai en tonnes et proportion de l'indice du frai par zone statistique pour le hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du district de Prince Rupert. Voir le tableau 4 pour la description.

Année	Indice du frai	Proportion		
		03	04	05
2010	28 607	0,036	0,744	0,219
2011	21 097	0,022	0,757	0,220
2012	22 716	0,038	0,774	0,188
2013	25 755	0,026	0,750	0,224
2014	17 125	0,148	0,595	0,257
2015	17 407	0,056	0,756	0,188
2016	18 985	0,007	0,808	0,185
2017	19 235	0,052	0,632	0,317
2018	14 155	0,057	0,667	0,277
2019	27 190	0,010	0,452	0,538

Tableau 6. Indice du frai en tonnes et proportion de l'indice du frai par zone statistique pour le hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte centrale. Voir le tableau 4 pour la description.

Année	Indice du frai	Proportion		
		06	07	08
2010	8 671	0,306	0,605	0,089
2011	10 534	0,241	0,645	0,114
2012	7 592	0,216	0,575	0,209
2013	20 369	0,217	0,777	0,006
2014	13 309	0,287	0,673	0,040
2015	32 146	0,223	0,706	0,072
2016	32 508	0,245	0,726	0,028
2017	23 517	0,359	0,584	0,057
2018	12 264	0,322	0,626	0,052
2019	46 255	0,323	0,641	0,036

Tableau 7. Indice du frai en tonnes et proportion de l'indice du frai par groupe pour le hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du détroit de Georgie. Légende: «14&17» fait référence aux zones statistiques 14 et 17 (à l'exclusion de la section 173); «EDG» fait référence à l'est du détroit de Géorgie; «Lazo» fait référence au-dessus du cap Lazo; et «SDodd» fait référence au sud du passage Dodd. Voir le tableau 4 pour la description.

Année	Indice du frai	Proportion			
		14&17	EDG	Lazo	SDodd
2010	50 454	0,886	0,000	0,002	0,112
2011	85 001	0,984	0,000	0,000	0,016
2012	52 636	0,855	0,009	0,084	0,052
2013	83 693	0,928	0,000	0,055	0,016
2014	120 468	0,758	0,020	0,212	0,010
2015	104 481	0,525	0,014	0,354	0,106
2016	129 502	0,902	0,000	0,090	0,009
2017	81 064	0,806	0,000	0,194	0,000
2018	91 939	0,984	0,001	0,014	0,000
2019	62 994	0,985	0,000	0,014	0,000

Tableau 8. Indice du frai en tonnes et proportion de l'indice du frai par zone statistique pour le hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte ouest de l'île de Vancouver. Voir le tableau 4 pour la description.

Année	Indice du frai	Proportion		
		23	24	25
2010	2 464	0,446	0,079	0,475
2011	9 663	0,267	0,299	0,434
2012	5 407	0,069	0,368	0,563
2013	12 258	0,337	0,061	0,602
2014	13 937	0,631	0,093	0,276
2015	11 323	0,372	0,185	0,442
2016	20 528	0,577	0,266	0,157
2017	15 734	0,335	0,097	0,568
2018	28 107	0,331	0,194	0,475
2019	17 030	0,228	0,163	0,610

Tableau 9. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) des paramètres principaux pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur de Haida Gwaii. Légende:  $R_0$  est recrutement non pêché de l'âge 2;  $h$  est l'inclinaison de la relation stock-recrutement;  $M$  est le taux de mortalité naturelle instantanée;  $\bar{R}$  est le recrutement moyen de l'âge 2 de 1951 à 2019;  $\bar{R}_{init}$  est le recrutement moyen de l'âge 2 en 1950;  $\rho$  est la fraction de la variance totale associée à l'erreur d'observation;  $\vartheta$  est la précision de l'erreur totale;  $q$  est la capturabilité pour les périodes de relevé en surface (de 1951 à 1987;  $q_1$ ) et en plongée (de 1988 à 2019;  $q_2$ );  $\tau$  est l'écart-type de l'erreur de processus (c.-à-d. le recrutement); and  $\sigma$  est l'écart-type de l'erreur d'observation (c.-à-d. l'indice du frai). Remarque:  $\tau$  et  $\sigma$  sont des valeurs calculées.

Paramètre	5%	50%	95%	DPM
$R_0$	214,213	282,255	388,892	286,689
$h$	0,653	0,785	0,897	0,805
$M$	0,232	0,407	0,691	0,378
$\bar{R}$	147,730	175,516	210,283	184,859
$\bar{R}_{init}$	9,336	30,229	152,760	33,545
$\rho$	0,213	0,276	0,348	0,263
$\vartheta$	0,777	0,941	1,133	1,010
$q_1$	0,332	0,404	0,483	0,394
$q_2$	0,983	0,999	1,016	0,999
$\tau$	0,785	0,874	0,983	0,854
$\sigma$	0,473	0,541	0,619	0,510

Tableau 10. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) des paramètres principaux pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur du district de Prince Rupert. Voir le tableau 9 pour la description.

Paramètre	5%	50%	95%	DPM
$R_0$	253,289	331,091	481,729	314,792
$h$	0,537	0,696	0,849	0,723
$M$	0,256	0,456	0,791	0,428
$\bar{R}$	177,752	203,265	237,047	207,228
$\bar{R}_{init}$	67,536	222,050	1 260,290	250,842
$\rho$	0,219	0,288	0,367	0,289
$\vartheta$	0,972	1,190	1,438	1,278
$q_1$	0,468	0,547	0,624	0,543
$q_2$	0,985	1,001	1,018	1,001
$\tau$	0,686	0,772	0,875	0,746
$\sigma$	0,425	0,491	0,567	0,475

Tableau 11. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) des paramètres principaux pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte centrale. Voir le tableau 9 pour la description.

Paramètre	5%	50%	95%	DPM
$R_0$	314,979	398,996	528,344	385,221
$h$	0,674	0,802	0,909	0,825
$M$	0,273	0,484	0,837	0,445
$\bar{R}$	230,464	263,188	302,217	264,100
$\bar{R}_{init}$	54,504	197,990	1 396,839	255,930
$\rho$	0,182	0,244	0,321	0,228
$\vartheta$	0,990	1,199	1,437	1,290
$q_1$	0,280	0,328	0,380	0,331
$q_2$	0,982	0,999	1,016	0,999
$\tau$	0,708	0,792	0,888	0,774
$\sigma$	0,389	0,452	0,526	0,420

Tableau 12. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) des paramètres principaux pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur du détroit de Georgie. Voir le tableau 9 pour la description.

Paramètre	5%	50%	95%	DPM
$R_0$	1 338,107	1 656,120	2 248,984	1 600,890
$h$	0,578	0,733	0,869	0,766
$M$	0,269	0,466	0,783	0,454
$\bar{R}$	948,097	1 092,070	1 269,746	1 123,560
$\bar{R}_{init}$	38,268	154,348	930,065	276,953
$\rho$	0,211	0,282	0,365	0,270
$\vartheta$	1,227	1,500	1,823	1,609
$q_1$	0,857	1,019	1,192	1,004
$q_2$	0,983	1,000	1,016	0,999
$\tau$	0,609	0,691	0,783	0,673
$\sigma$	0,372	0,433	0,503	0,410

Tableau 13. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) des paramètres principaux pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte ouest de l'île de Vancouver. Voir le tableau 9 pour la description.

Paramètre	5%	50%	95%	DPM
$R_0$	426,121	549,868	735,522	541,299
$h$	0,601	0,729	0,855	0,741
$M$	0,342	0,609	0,995	0,580
$\bar{R}$	312,919	360,646	420,896	366,631
$\bar{R}_{init}$	33,765	165,769	1 149,039	256,484
$\rho$	0,244	0,314	0,398	0,304
$\vartheta$	1,071	1,301	1,568	1,395
$q_1$	0,708	0,851	1,007	0,854
$q_2$	0,983	0,999	1,016	0,999
$\tau$	0,642	0,725	0,821	0,706
$\sigma$	0,430	0,491	0,562	0,467

Tableau 14. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du recrutement de hareng du Pacifique de l'âge 2 (millions) de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de Haida Gwaii.

Année	5%	50%	95%	DPM
2010	159,877	229,203	323,635	235,962
2011	104,409	153,330	220,953	158,247
2012	433,086	612,216	855,475	632,460
2013	56,839	83,278	124,136	86,120
2014	89,535	131,960	194,217	136,618
2015	62,916	91,946	137,827	95,481
2016	129,700	195,657	293,755	200,962
2017	171,114	260,946	406,006	272,393
2018	32,633	60,115	112,755	59,602
2019	443,032	851,959	1 511,970	905,908

Tableau 15. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du recrutement de hareng du Pacifique de l'âge 2 (millions) de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du district de Prince Rupert.

Année	5%	50%	95%	DPM
2010	219,200	296,659	400,947	303,286
2011	118,065	161,916	220,645	166,717
2012	175,448	238,469	326,310	246,435
2013	60,814	87,884	124,700	89,952
2014	323,159	457,885	635,803	470,728
2015	143,415	209,169	298,875	216,055
2016	70,037	110,218	170,547	112,560
2017	206,273	321,840	493,564	324,638
2018	191,466	386,385	668,298	432,165
2019	82,718	370,240	1 702,767	286,319

Tableau 16. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du recrutement de hareng du Pacifique de l'âge 2 (millions) de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte centrale.

Année	5%	50%	95%	DPM
2010	299,725	392,849	521,617	396,601
2011	95,862	127,527	168,922	127,975
2012	284,457	376,303	499,604	377,544
2013	115,855	156,750	210,452	157,858
2014	359,592	488,530	653,905	491,897
2015	102,364	141,190	195,382	142,707
2016	123,325	169,719	231,199	171,491
2017	153,978	214,900	298,168	218,072
2018	419,942	749,811	1 160,454	821,712
2019	117,249	653,796	3 258,063	512,493

Tableau 17. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du recrutement de hareng du Pacifique de l'âge 2 (millions) de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du détroit de Georgie.

Année	5%	50%	95%	DPM
2010	1 854,157	2 384,730	3 060,825	2 408,400
2011	1 110,591	1 443,700	1 847,371	1 449,190
2012	617,013	807,567	1 037,362	812,841
2013	1 116,015	1 445,095	1 868,193	1 468,570
2014	1 222,176	1 601,585	2 058,393	1 627,350
2015	1 086,816	1 443,465	1 887,468	1 479,830
2016	1 008,980	1 376,000	1 835,743	1 426,570
2017	1 113,826	1 551,700	2 120,466	1 609,600
2018	1 058,712	1 478,835	2 091,952	1 528,920
2019	2 803,077	4 188,705	6 191,937	4 210,040

Tableau 18. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du recrutement de hareng du Pacifique de l'âge 2 (millions) de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte ouest de l'île de Vancouver.

Année	5%	50%	95%	DPM
2010	304,796	413,067	558,377	416,556
2011	75,578	105,579	147,057	106,085
2012	87,815	120,862	169,683	122,166
2013	210,432	294,567	411,598	299,915
2014	164,714	228,627	318,033	234,233
2015	565,807	779,876	1 066,291	802,950
2016	93,061	130,252	184,238	133,440
2017	103,574	148,726	216,291	150,897
2018	306,436	453,153	674,291	456,145
2019	238,389	392,723	639,705	389,914

Tableau 19. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du biomasse reproductrice de hareng du Pacifique en milliers de tonnes et déplétion (c.-à-d. biomasse reproductrice relative  $BR_t/BR_0$ , où  $BR_t$  est la biomasse reproductrice en année  $t$ , et  $BR_0$  est la biomasse reproductrice non exploitée estimée) de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de Haida Gwaii.

Année	Biomasse reproductrice				Déplétion			
	5%	50%	95%	DPM	5%	50%	95%	DPM
2010	5,559	7,172	9,300	7,197	0,212	0,312	0,442	0,324
2011	5,684	7,471	9,833	7,515	0,217	0,326	0,467	0,339
2012	8,004	10,517	13,888	10,641	0,305	0,456	0,655	0,480
2013	11,052	14,695	19,708	14,906	0,421	0,636	0,919	0,672
2014	7,929	10,523	14,073	10,659	0,304	0,456	0,662	0,480
2015	5,100	6,958	9,478	7,000	0,199	0,300	0,448	0,315
2016	3,591	4,997	6,947	4,962	0,141	0,216	0,328	0,224
2017	3,946	5,566	7,870	5,459	0,157	0,241	0,365	0,246
2018	3,042	4,723	7,108	4,513	0,125	0,204	0,322	0,203
2019	3,547	6,944	12,692	6,774	0,151	0,300	0,551	0,305

Tableau 20. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du biomasse reproductrice de hareng du Pacifique en milliers de tonnes et déplétion de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du district de Prince Rupert. Voir le tableau 19 pour la description.

Année	Biomasse reproductrice				Déplétion			
	5%	50%	95%	DPM	5%	50%	95%	DPM
2010	14,353	17,441	21,479	17,684	0,187	0,296	0,421	0,320
2011	15,087	18,687	23,405	18,984	0,196	0,318	0,458	0,344
2012	13,953	17,343	21,749	17,623	0,183	0,294	0,428	0,319
2013	14,016	17,399	21,850	17,719	0,184	0,295	0,429	0,321
2014	13,325	16,581	20,803	16,796	0,178	0,281	0,404	0,304
2015	15,676	19,827	25,137	20,034	0,212	0,335	0,485	0,363
2016	13,647	17,575	22,600	17,580	0,189	0,296	0,428	0,318
2017	11,622	15,797	21,335	15,614	0,169	0,265	0,392	0,283
2018	11,664	17,298	25,615	17,174	0,175	0,290	0,449	0,311
2019	13,141	23,223	39,807	21,916	0,209	0,389	0,679	0,397

Tableau 21. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du biomasse reproductrice de hareng du Pacifique en milliers de tonnes et déplétion de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte centrale. Voir le tableau 19 pour la description.

Année	Biomasse reproductrice				Déplétion			
	5%	50%	95%	DPM	5%	50%	95%	DPM
2010	8,279	10,386	13,133	10,384	0,134	0,190	0,265	0,200
2011	7,905	9,969	12,863	10,012	0,128	0,183	0,258	0,193
2012	7,411	9,414	12,042	9,432	0,120	0,173	0,241	0,182
2013	11,325	14,482	18,395	14,522	0,184	0,265	0,371	0,280
2014	12,202	15,608	19,805	15,711	0,199	0,284	0,395	0,303
2015	15,497	19,900	25,271	20,149	0,254	0,364	0,510	0,389
2016	15,242	19,759	25,425	20,000	0,254	0,361	0,504	0,386
2017	14,818	19,606	25,611	19,807	0,247	0,358	0,502	0,382
2018	13,439	20,394	29,228	20,899	0,234	0,370	0,558	0,403
2019	19,331	33,366	55,574	31,157	0,347	0,607	1,006	0,601

Tableau 22. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du biomasse reproductrice de hareng du Pacifique en milliers de tonnes et déplétion de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du détroit de Georgie. Voir le tableau 19 pour la description.

Année	Biomasse reproductrice				Déplétion			
	5%	50%	95%	DPM	5%	50%	95%	DPM
2010	34,566	41,564	49,746	41,430	0,203	0,303	0,411	0,322
2011	53,228	64,079	76,473	63,855	0,314	0,468	0,632	0,497
2012	57,218	68,435	81,877	68,410	0,335	0,503	0,675	0,532
2013	54,725	65,572	78,343	65,872	0,321	0,480	0,644	0,513
2014	64,062	76,507	92,030	77,442	0,373	0,561	0,754	0,603
2015	64,480	77,987	94,172	79,370	0,378	0,570	0,779	0,618
2016	67,840	82,674	101,337	84,360	0,399	0,602	0,829	0,657
2017	60,347	75,073	94,655	76,263	0,362	0,547	0,763	0,594
2018	52,840	68,423	89,674	67,909	0,328	0,499	0,703	0,529
2019	36,204	64,281	111,761	61,135	0,246	0,464	0,837	0,476

Tableau 23. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) et densité a posteriori maximale (DPM) du biomasse reproductrice de hareng du Pacifique en milliers de tonnes et déplétion de 2010 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte ouest de l'île de Vancouver. Voir le tableau 19 pour la description.

Année	Biomasse reproductrice				Déplétion			
	5%	50%	95%	DPM	5%	50%	95%	DPM
2010	4,336	5,614	7,338	5,622	0,082	0,121	0,175	0,125
2011	5,120	6,781	9,039	6,843	0,099	0,147	0,214	0,152
2012	4,847	6,366	8,492	6,427	0,093	0,137	0,199	0,143
2013	5,781	7,461	9,769	7,557	0,110	0,162	0,231	0,168
2014	8,370	10,891	14,265	11,092	0,158	0,237	0,335	0,247
2015	11,925	15,771	20,871	16,070	0,231	0,341	0,488	0,357
2016	16,836	22,646	30,510	22,974	0,330	0,491	0,701	0,511
2017	14,366	19,553	26,019	19,348	0,288	0,420	0,598	0,430
2018	13,353	19,033	26,478	18,381	0,274	0,408	0,600	0,409
2019	11,411	20,664	35,721	19,508	0,240	0,442	0,785	0,434

Tableau 24. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) des points de référence proposés pour le modèle de Haida Gwaii. Les chiffres indiqués pour la biomasse sont exprimés en milliers de tonnes. Légende:  $BR_0$  est la biomasse reproductrice non-exploitée estimée;  $BR_t$  est la biomasse reproductrice en année  $t$ ; et  $BR_{2020}$  est la biomasses reproductrice projetée en supposant qu'il n'y aura pas de pêche en 2020.

Point de référence	5%	50%	95%
$BR_0$	18,248	23,056	30,319
$0.3BR_0$	5,475	6,917	9,096
$BR_{2019}$	3,547	6,944	12,692
$BR_{2019}/BR_0$	0,151	0,300	0,551
$BR_{2019}/0.3BR_0$	0,504	1,001	1,838
$P(BR_{2019} < 0.3BR_0)$	–	0,499	–
$BR_{2020}$	1,655	4,296	12,149
$BR_{2020}/BR_0$	0,073	0,184	0,500
$BR_{2020}/0.3BR_0$	0,243	0,614	1,665
$P(BR_{2020} < 0.3BR_0)$	–	0,797	–
$P(BR_{2020} < 0.6BR_0)$	–	0,970	–
Proportion âgée de 3	0,12	0,43	0,79
Proportion âgée de 4-10	0,10	0,28	0,56

Tableau 25. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) des points de référence proposés pour le modèle du district de Prince Rupert. Voir le tableau 24 pour la description.

Point de référence	5%	50%	95%
$BR_0$	45,213	58,546	87,672
$0.3BR_0$	13,564	17,564	26,302
$BR_{2019}$	13,141	23,223	39,807
$BR_{2019}/BR_0$	0,209	0,389	0,679
$BR_{2019}/0.3BR_0$	0,696	1,297	2,262
$P(BR_{2019} < 0.3BR_0)$	–	0,241	–
$BR_{2020}$	11,103	22,627	45,698
$BR_{2020}/BR_0$	0,175	0,378	0,772
$BR_{2020}/0.3BR_0$	0,584	1,259	2,575
$P(BR_{2020} < 0.3BR_0)$	–	0,294	–
$P(BR_{2020} < 0.6BR_0)$	–	0,857	–
Proportion âgée de 3	0,06	0,20	0,50
Proportion âgée de 4-10	0,42	0,71	0,89

Tableau 26. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) des points de référence proposés pour le modèle de la côte centrale. Voir le tableau 24 pour la description.

Point de référence	5%	50%	95%
$BR_0$	43,844	54,534	71,396
$0.3BR_0$	13,153	16,360	21,419
$BR_{2019}$	19,331	33,366	55,574
$BR_{2019}/BR_0$	0,347	0,607	1,006
$BR_{2019}/0.3BR_0$	1,156	2,022	3,352
$P(BR_{2019} < 0.3BR_0)$	–	0,018	–
$BR_{2020}$	13,224	29,770	59,835
$BR_{2020}/BR_0$	0,241	0,542	1,096
$BR_{2020}/0.3BR_0$	0,804	1,807	3,653
$P(BR_{2020} < 0.3BR_0)$	–	0,114	–
$P(BR_{2020} < 0.6BR_0)$	–	0,590	–
Proportion âgée de 3	0,06	0,21	0,52
Proportion âgée de 4-10	0,39	0,69	0,88

Tableau 27. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) des points de référence proposés pour le modèle du détroit de Georgie. Voir le tableau 24 pour la description.

Point de référence	5%	50%	95%
$BR_0$	108,543	136,306	196,563
$0.3BR_0$	32,563	40,892	58,969
$BR_{2019}$	36,204	64,281	111,761
$BR_{2019}/BR_0$	0,246	0,464	0,837
$BR_{2019}/0.3BR_0$	0,820	1,547	2,791
$P(BR_{2019} < 0.3BR_0)$	–	0,126	–
$BR_{2020}$	27,184	54,242	110,086
$BR_{2020}/BR_0$	0,190	0,389	0,806
$BR_{2020}/0.3BR_0$	0,634	1,298	2,687
$P(BR_{2020} < 0.3BR_0)$	–	0,278	–
$P(BR_{2020} < 0.6BR_0)$	–	0,847	–
Proportion âgée de 3	0,13	0,33	0,63
Proportion âgée de 4-10	0,25	0,48	0,71

Tableau 28. Estimations a posteriori (5<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, et 95<sup>e</sup> centile) des points de référence proposés pour le modèle de la côte ouest de l'île de Vancouver. Voir le tableau 24 pour la description.

Point de référence	5%	50%	95%
$BR_0$	37,267	46,201	60,046
$0.3BR_0$	11,180	13,860	18,014
$BR_{2019}$	11,411	20,664	35,721
$BR_{2019}/BR_0$	0,240	0,442	0,785
$BR_{2019}/0.3BR_0$	0,801	1,473	2,616
$P(BR_{2019} < 0.3BR_0)$	–	0,135	–
$BR_{2020}$	10,997	21,928	44,530
$BR_{2020}/BR_0$	0,238	0,471	0,963
$BR_{2020}/0.3BR_0$	0,793	1,569	3,211
$P(BR_{2020} < 0.3BR_0)$	–	0,142	–
$P(BR_{2020} < 0.6BR_0)$	–	0,716	–
Proportion âgée de 3	0,12	0,32	0,64
Proportion âgée de 4-10	0,26	0,49	0,74

Tableau 29. Rendement de la procédure de gestion (PG) pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur du district de Prince Rupert selon trois scénarios du modèle d'exploitation (ME): mortalité naturelle liée à la densité (MLD), mortalité naturelle indépendante de la densité (MID), et mortalité naturelle constante (MC). Les critères de rendement sont calculés sur trois générations de hareng du Pacifique (c.-à-d. 15 ans) à partir du début de la période de projection pour tous les objectifs. Les PG sont classés à l'intérieur de chaque scénario en fonction de la réalisation de l'objectif 1. Le total autorisé des captures (TAC) recommandé en milliers de tonnes (t) et le taux de recolte (TR) associé sont déclarés pour chaque PG. Légende: point de référence limite (PRL);  $BR_t$  est la biomasse reproductrice de l'année  $t$ ;  $BR_0$  est la biomasse reproductrice non pêchée estimée; la variabilité annuelle moyenne (VAM);  $C_t$  est la prise de l'année  $t$ ; et  $\bar{C}$  est la prise moyenne. Les PGs sont définis dans MPO (2019a) et DFO (2020). Note: les tirets indiquent que le TAC et le TR ne s'appliquent pas non plus parce que le PG n'interdit pas la pêche, ou parce que le PG n'atteint pas l'objectif 1.

ME	Scénario PG	Conservation	Biomasse	Rendement			2020 TAC par PG (1000 t)	TR
		Objectif 1 (PRL) $\geq 75\%$	Objectif 2 $\geq 50\%$	Objectif 3 $< 25\%$	Objectif 4 max	Prise < 650 t min		
		$P(BR_t > 0.3BR_0)$	$P(BR_t \geq 0.6BR_0)$	VAM	$\bar{C}$	$P(C_t < 650 \text{ t})$		
MLD	NoFish_FSC	79%	44%	3,82	0,27	100%	–	–
MLD	HS30-60_HR0.05	78%	40%	36,50	1,28	44%	0,28	0,01
MLD	HS50-60_HR0.2_cap2.5	78%	40%	39,43	1,43	57%	0,00	0,00
MLD	minE0.5B0_HR0.1	78%	37%	51,86	1,85	57%	0,00	0,00
MLD	HS30-60_HR0.1_cap2.5	77%	38%	33,35	1,64	39%	0,57	0,03
MLD	minE0.5B0_HR0.2	76%	28%	67,14	2,71	58%	0,00	0,00
MLD	minE12.1_HR0.2	61%	18%	41,80	4,74	18%	–	–
MID	NoFish_FSC	68%	32%	3,98	0,27	100%	–	–
MID	HS30-60_HR.05	66%	27%	41,91	0,97	53%	–	–
MID	HS50-60_HR.2_cap2.5	66%	27%	41,89	0,94	67%	–	–
MID	minE.5B0_HR.1	66%	24%	57,00	1,20	67%	–	–
MID	HS30-60_HR.1_cap2.5	65%	26%	41,46	1,43	48%	–	–
MID	minE.5B0_HR.2	63%	18%	75,94	1,56	70%	–	–
MC	NoFish_FSC	100%	73%	3,61	0,27	100%	–	–
MC	HS50-60_HR.2_cap2.5	100%	66%	40,10	1,76	38%	0,00	0,00
MC	HS30-60_HR.05	100%	65%	37,00	2,02	22%	0,28	0,01
MC	HS30-60_HR.1_cap2.5	99%	63%	24,63	2,12	19%	0,57	0,03
MC	minE.5B0_HR.1	98%	58%	52,45	3,11	37%	0,00	0,00
MC	minE.5B0_HR.2	96%	43%	62,26	5,17	37%	0,00	0,00

Tableau 30. Rendement de la procédure de gestion pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte centrale. Voir le tableau 29 pour la description.

Scénario		Conservation	Biomasse	Objectif 3	Rendement		2020 TAC par PG (1000 t)	TR
		Objectif 1 (PRL) ≥ 75%	Objectif 2 ≥ 50%		Objectif 4 max	Prise < 650 t min		
ME	PG	$P(BR_t > 0.3BR_0)$	$P(BR_t \geq 0.6BR_0)$	VAM	$\bar{C}$	$P(C_t < 650 \text{ t})$		
MLD	NoFish_FSC	78%	42%	6,74	0,27	100%	–	–
MLD	HS30-60_HR0.05	77%	37%	39,92	1,09	45%	1,20	0,04
MLD	minE0.5B0_HR0.1	76%	33%	52,30	1,54	57%	2,29	0,08
MLD	HS30-60_HR0.1_cap5.0	75%	32%	46,10	1,81	33%	2,41	0,08
MLD	minE17.6_HR0.2	70%	20%	62,84	3,26	38%	–	–
MID	NoFish_FSC	58%	21%	9,33	0,27	100%	–	–
MID	HS30-60_HR.05	55%	17%	40,94	0,66	64%	–	–
MID	minE.5B0_HR.1	55%	15%	44,30	0,78	74%	–	–
MID	HS30-60_HR.1_cap5.0	52%	14%	53,32	1,00	52%	–	–
MC	NoFish_FSC	100%	84%	6,67	0,27	100%	–	–
MC	HS30-60_HR.05	99%	75%	39,69	2,68	15%	1,20	0,04
MC	HS30-60_HR.1_cap5.0	99%	69%	26,62	3,93	11%	2,41	0,08
MC	minE.5B0_HR.1	98%	67%	45,77	4,62	24%	2,29	0,08

Tableau 31. Rendement de la procédure de gestion pour le hareng du Pacifique dans la région d'évaluation des stocks majeur du détroit de Georgie. Voir le tableau 29 pour la description.

Scénario		Conservation	Biomasse	Rendement			2020 TAC par PG (1000 t)	TR
		Objectif 1 (PRL) ≥ 75%	Objectif 2 ≥ 50%	Objectif 3 < 25%	Objectif 4 max	Prise < 650 t min		
ME	PG	$P(BR_t > 0.3BR_0)$	$P(BR_t \geq 0.6BR_0)$	VAM	$\bar{C}$	$P(C_t < 650 \text{ t})$		
MLD	NoFish_FSC	100%	97%	0,00	0,14	100%	–	–
MLD	minE0.5B0_HR0.1_cap30.0	99%	92%	23,50	21,48	2%	0,00	0,00
MLD	HS30-60_HR0.1_cap30.0	99%	92%	22,98	21,48	0%	1,61	0,03
MLD	minE21.2_HR0.1	99%	91%	29,64	23,44	0%	5,42	0,10
MLD	minE0.5B0_HR0.2	98%	79%	28,35	39,87	3%	0,00	0,00
MLD	HS30-60_HR0.2_cap30.0	98%	78%	27,83	39,87	0%	3,22	0,06
MLD	minE21.2_HR0.2	97%	78%	26,97	39,87	0%	10,85	0,20
MID	NoFish_FSC	99%	98%	0,00	0,14	100%	–	–
MID	minE21.2_HR0.1	99%	93%	29,63	24,88	0%	5,42	0,10
MID	minE0.5B0_HR0.1_cap30.0	99%	93%	22,94	22,63	2%	0,00	0,00
MID	HS30-60_HR0.1_cap30.0	99%	93%	22,94	22,63	0%	1,61	0,03
MID	minE0.5B0_HR0.2	98%	85%	28,73	43,92	3%	0,00	0,00
MID	HS30-60_HR0.2_cap30.0	97%	85%	27,97	43,92	1%	3,22	0,06
MID	minE21.2_HR0.2	97%	84%	27,14	43,92	0%	10,85	0,20
MC	NoFish_FSC	100%	84%	0,00	0,14	100%	–	–
MC	minE21.2_HR0.1	99%	60%	33,54	13,80	0%	5,42	0,10
MC	minE0.5B0_HR0.1_cap30.0	99%	60%	36,19	13,43	6%	0,00	0,00
MC	HS30-60_HR0.1_cap30.0	99%	60%	35,22	13,56	1%	1,61	0,03
MC	minE0.5B0_HR0.2	93%	35%	38,63	23,31	9%	0,00	0,00
MC	HS30-60_HR0.2_cap30.0	92%	33%	34,28	23,76	1%	3,22	0,06
MC	minE21.2_HR0.2	91%	31%	28,27	24,08	0%	10,85	0,20

Figures

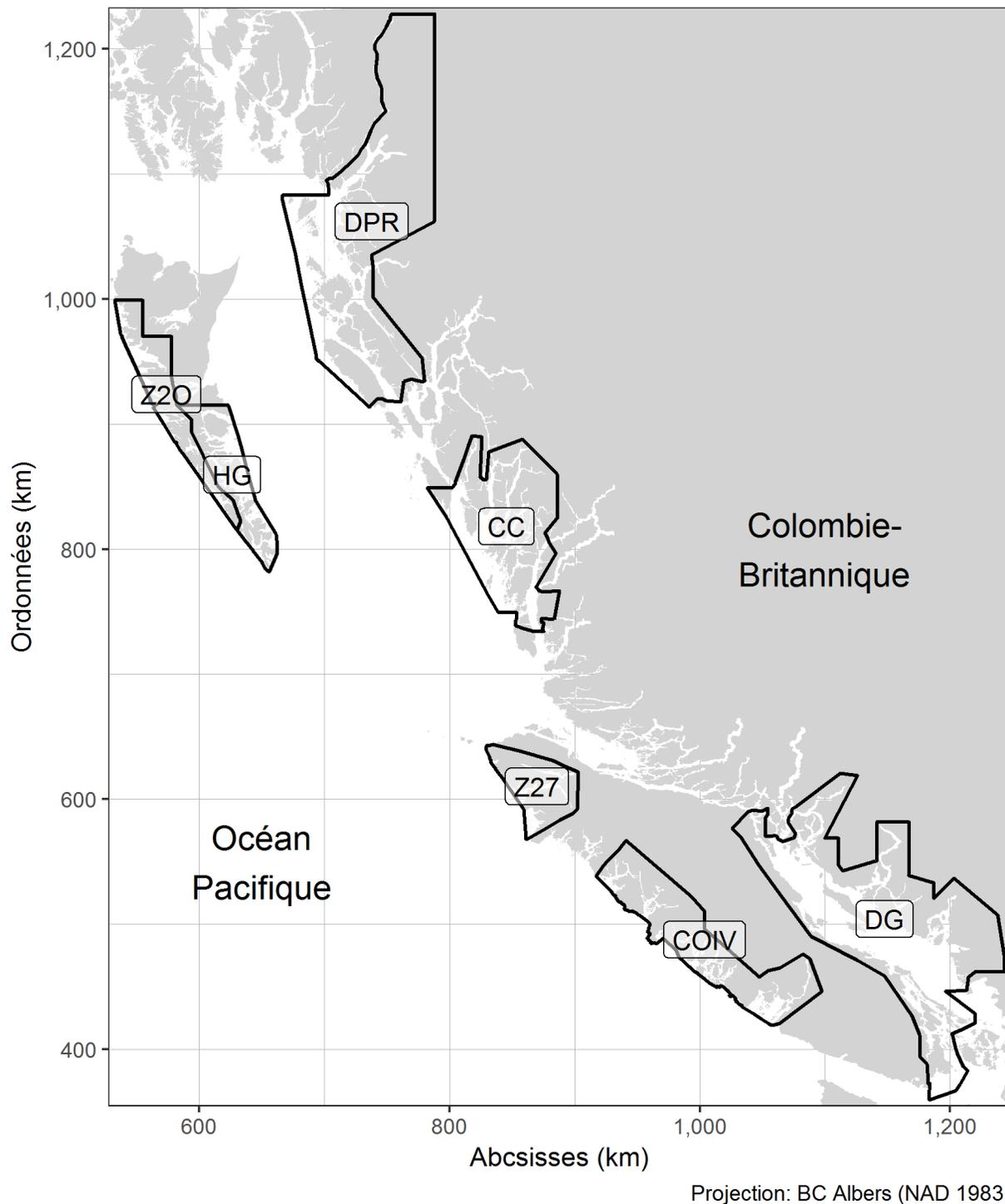
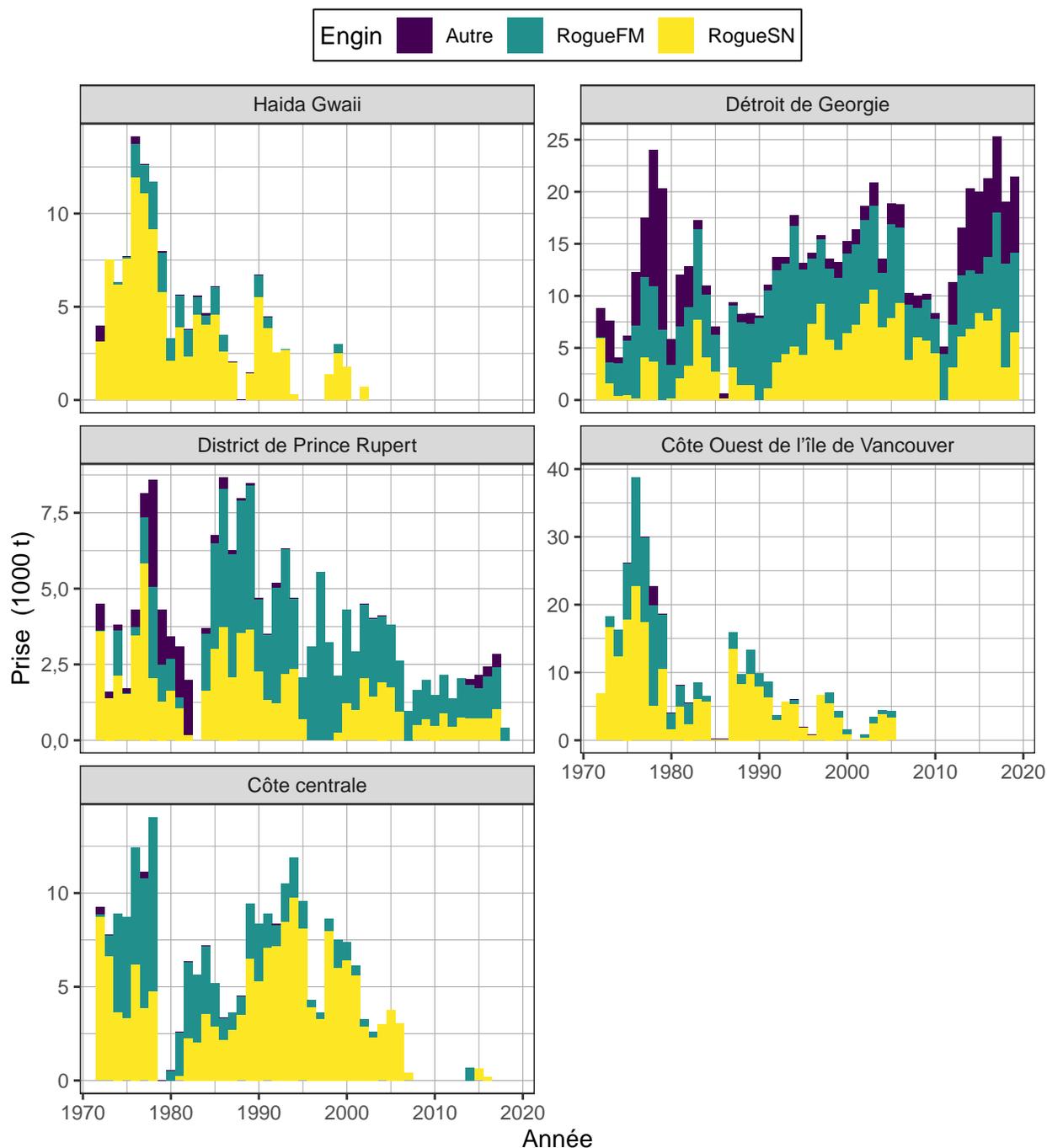


Figure 1. Limites des régions d'évaluation des stocks (RES) du hareng du Pacifique en Colombie-Britannique. Les RES majeurs sont Haida Gwaii (HG), District de Prince Rupert (DPR), Côte centrale (CC), Déroit de Georgie (DG), et Côte Ouest de l'île de Vancouver (COIV). Les RES mineurs sont Zone 27 (Z27) et Zone 2 ouest (Z20). Unités: kilomètres (km).



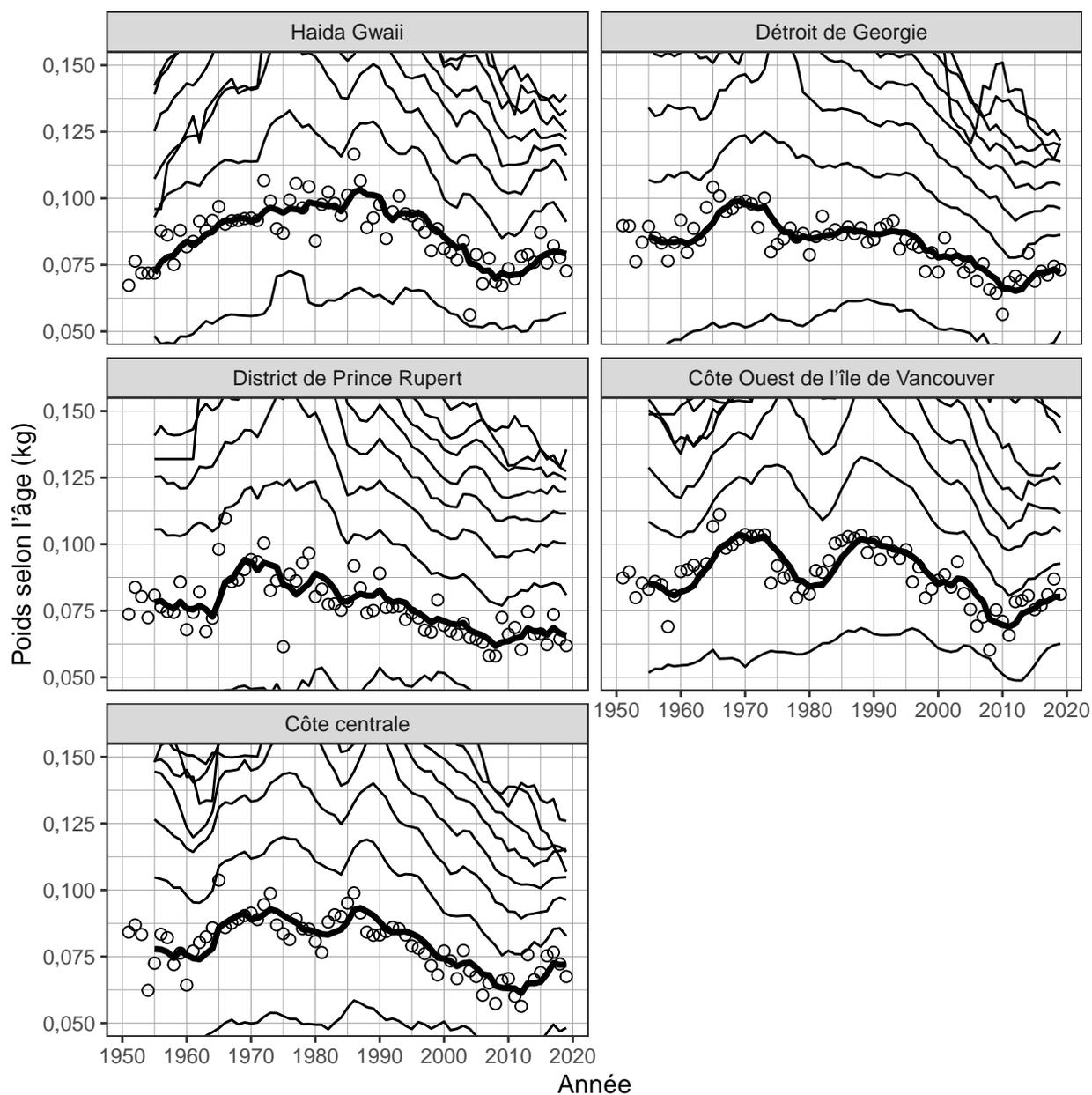


Figure 3. Série chronologique du poids selon l'âge en kilogrammes (kg) pour les poissons de 3 ans (cercles) et des moyennes mobiles sur 5 ans du poids selon l'âge (lignes) pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks majeurs. Les lignes indiquent les moyennes mobiles sur 5 ans pour le hareng âgé de 2 à 10 ans (en ordre croissant à partir de la ligne inférieure); la ligne noire épaisse met en évidence le hareng âgé de 3 ans. Les valeurs manquantes du poids selon l'âge (c.-à-d. les années où il n'y a pas d'échantillons biologiques) sont imputées selon l'une des deux méthodes suivantes: les valeurs manquantes au début de la série chronologique sont imputées en étendant la première valeur non manquante à rebours; les autres valeurs manquantes sont imputées comme la moyenne des 5 années précédentes. Les résumés biologiques ne comprennent que les échantillons prélevés à l'aide de sennes (pêche commerciale et pêche d'essai) en raison de la sélectivité par taille des autres types d'engins tels que les filets maillants. La classe des poissons âgés de 10 ans est un groupe «plus» qui comprend les poissons âgés de 10 ans et plus. Notez que les axes verticaux sont coupés à 0,05 et 0,15 kg.

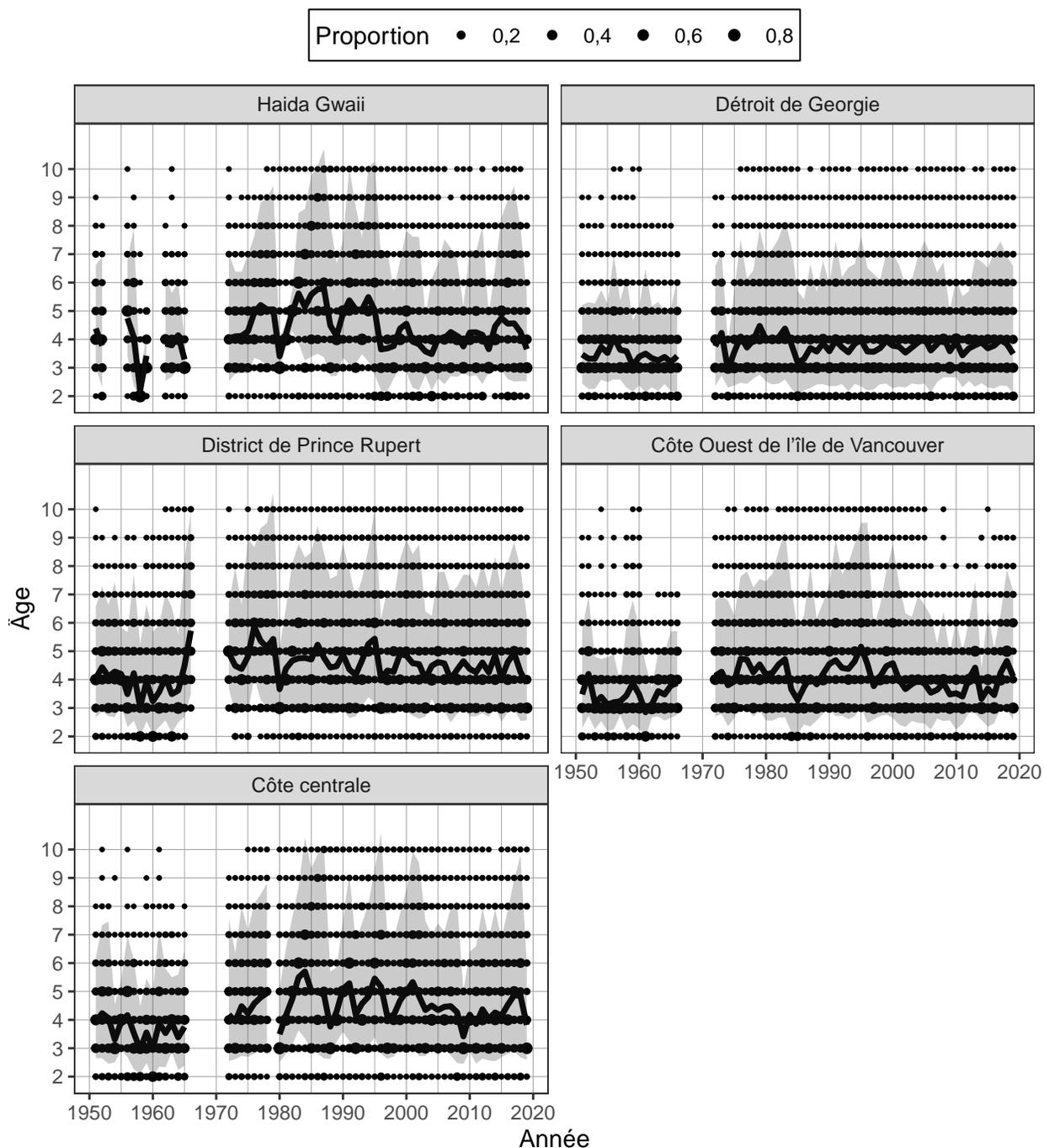


Figure 4. Série chronologique de la proportion selon l'âge pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks majeurs. La ligne noire correspond à l'âge moyen, et la zone ombragée à la distribution d'environ 90%. Les résumés biologiques ne comprennent que les échantillons prélevés à l'aide de sennes (pêche commerciale et pêche d'essai) en raison de la sélectivité par taille des autres types d'engins tels que les filets maillants. La classe des poissons âgés de 10 ans est un groupe «plus» qui comprend les poissons âgés de 10 ans et plus.

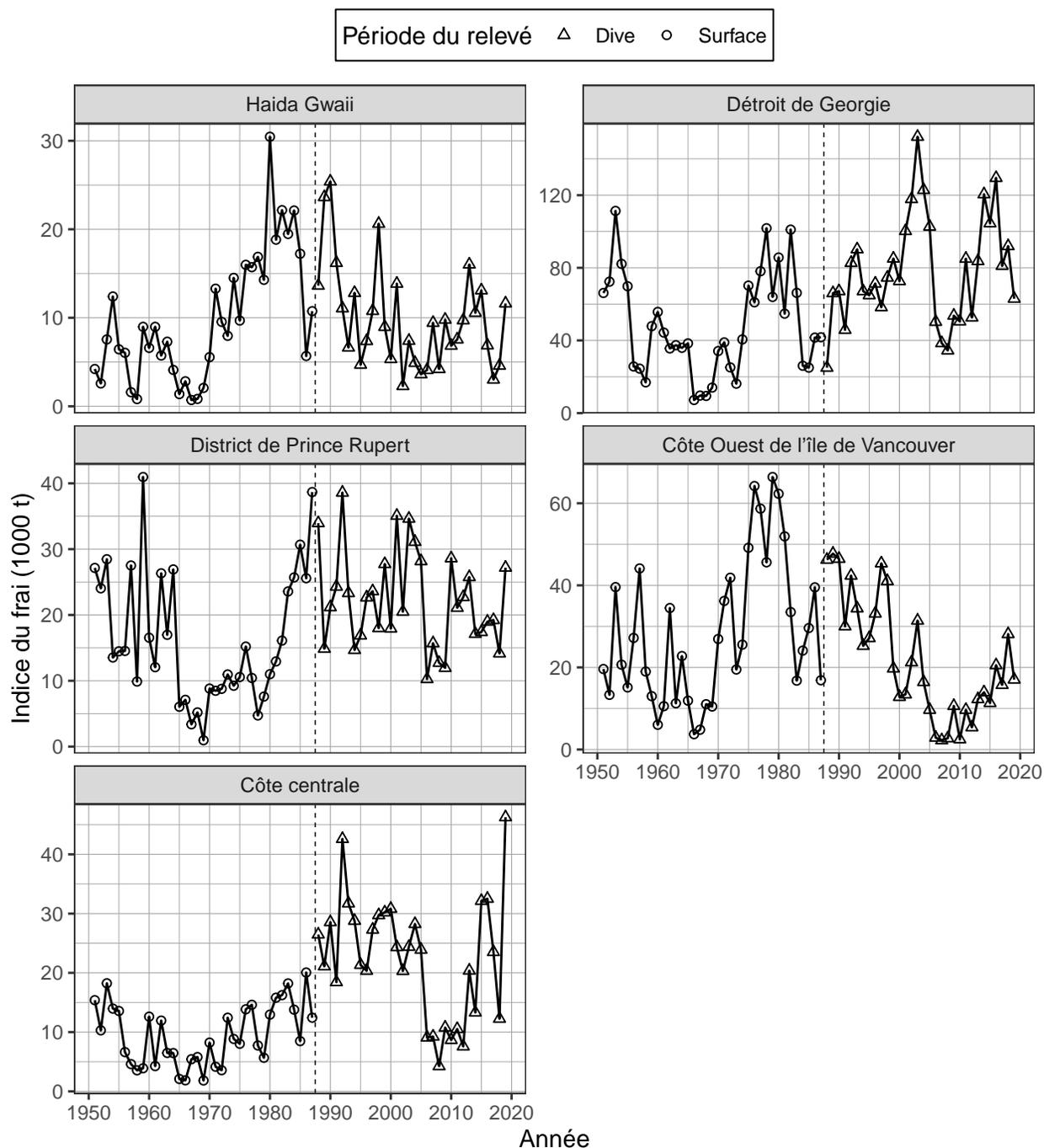


Figure 5. Série chronologique de l'indice du frai en milliers de tonnes pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks majeurs. L'indice du frai comporte deux périodes distinctes définies par la méthode de relevé dominante: relevés en surface (de 1951 à 1987), et relevés de plongée (de 1988 à 2019). La ligne verticale en pointillés est la limite entre ces deux périodes. L'indice du frai n'est pas mis à l'échelle à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$ .

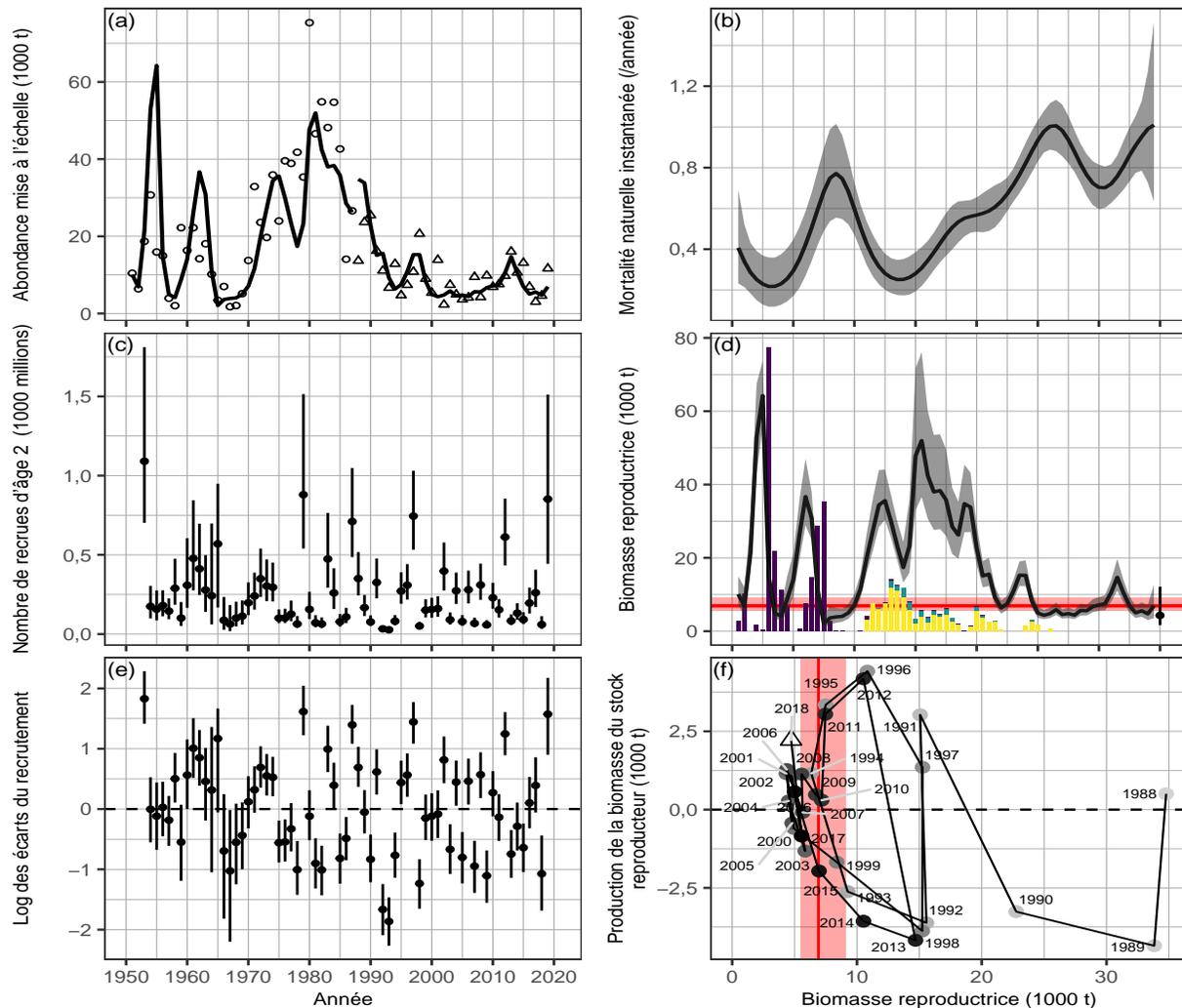


Figure 6. Séries chronologiques de sorties de modèle pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de Haida Gwaii. Panneau (a): ajustement du modèle (estimations a posteriori médian; lignes) aux données mises à l'échelle de relevé du frai (points). Les données de relevé du frai (l'indice du frai) sont mises à l'échelle de l'abondance à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$  (estimations a posteriori médian). Panneau (b): estimations a posteriori du taux de mortalité naturelle instantanée (année<sup>-1</sup>). Panneau (c): nombre reconstitué de recrues d'âge 2 en milliers de millions. Panneau (d): estimation a posteriori de la biomasse reproductrice. Le cercle et la ligne verticale indiquent la médiane et l'intervalle de crédibilité de 90%, respectivement, de la biomasse reproductrice projetée en supposant qu'il n'y aura pas de pêche en 2020. Les barres verticales indiquent les prises commerciales  $C_t$ , à l'exclusion des prises d'oeufs sur varech (voir la figure 2 pour la légende). Panneaux (b et d): les lignes et les zones ombragées indiquent les médianes et les intervalles de crédibilité de 90%, respectivement. Panneau (e): log des écarts du recrutement. Panneaux (c et e): les séries chronologiques commencent en 1953; les cercles et les lignes verticales indiquent les médianes et les intervalles de crédibilité de 90%, respectivement. Panneau (f): diagramme de phase de la production de la biomasse reproductrice pour la période du relevé de plongée (de 1988 à 2018; estimations a posteriori médian). L'ombrage gris est de plus en plus foncé à mesure que l'on avance dans la série chronologique; le triangle indique 2018. Panneaux (d et f): les lignes rouges et l'ombrage indiquent les médianes et les intervalles de confiance de 90%, respectivement, pour le point de référence limite  $0,3BR_0$ , où  $BR_0$  est la biomasse reproductrice non exploitée estimée. Panneaux (e & f): les lignes pointillées horizontales indiquent zéro. Note: la biomasse et les prises sont exprimées en milliers de tonnes (t).

Région du Pacifique

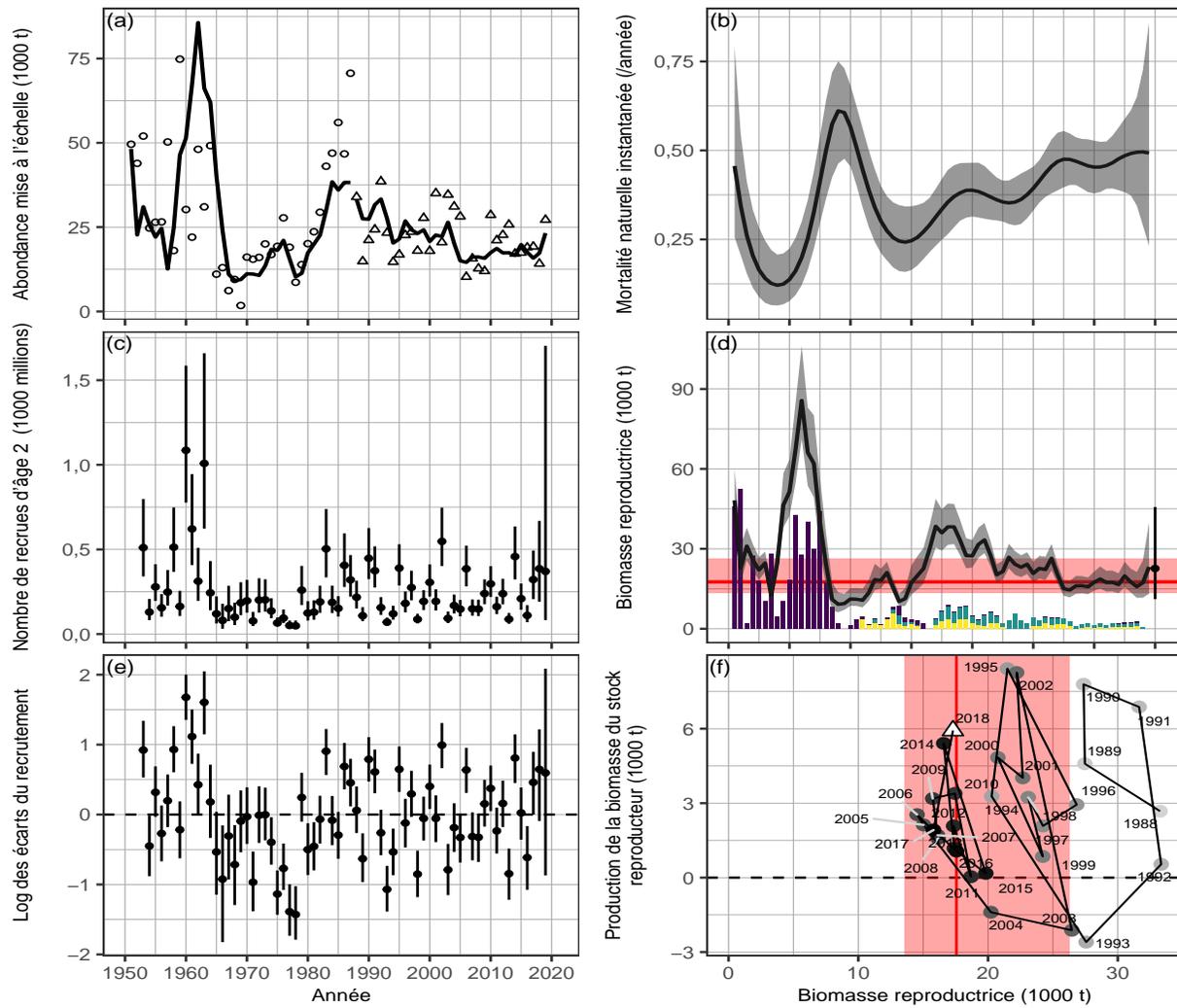


Figure 7. Séries chronologiques de sorties de modèle pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du district de Prince Rupert. Voir la figure 6 pour la description.

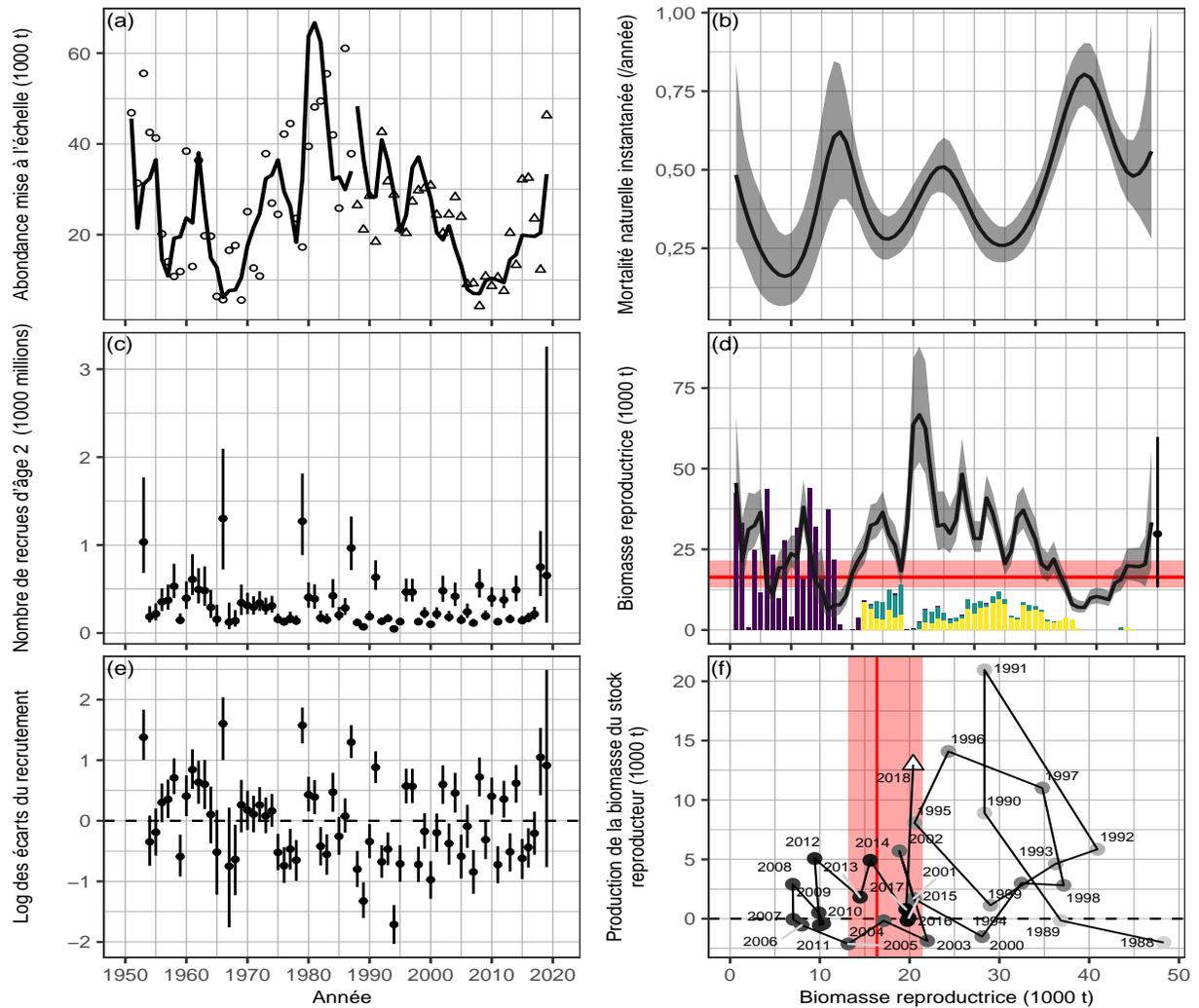


Figure 8. Séries chronologiques de sorties de modèle pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte centrale. Voir la figure 6 pour la description.

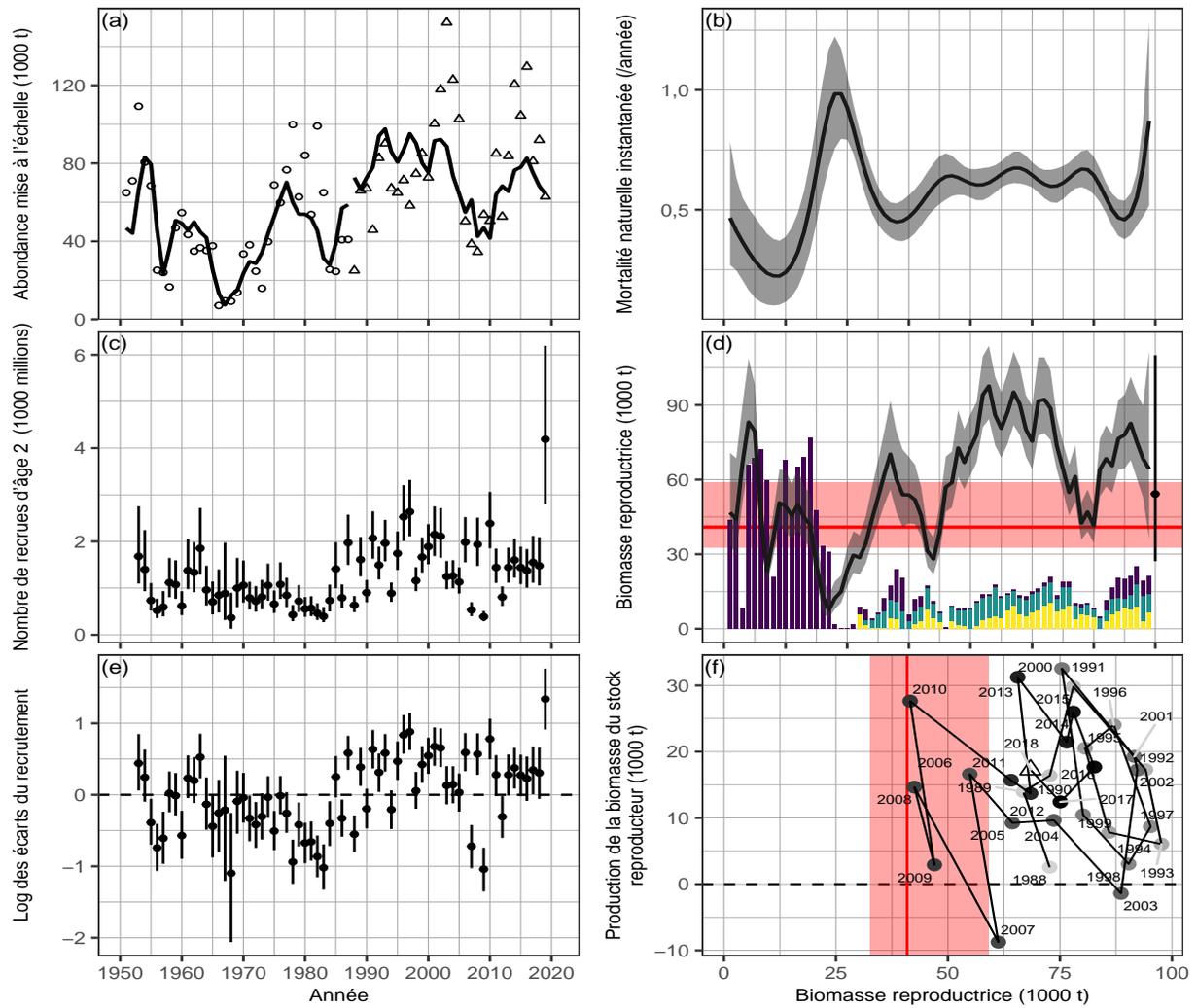


Figure 9. Séries chronologiques de sorties de modèle pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur du détroit de Georgie. Voir la figure 6 pour la description.

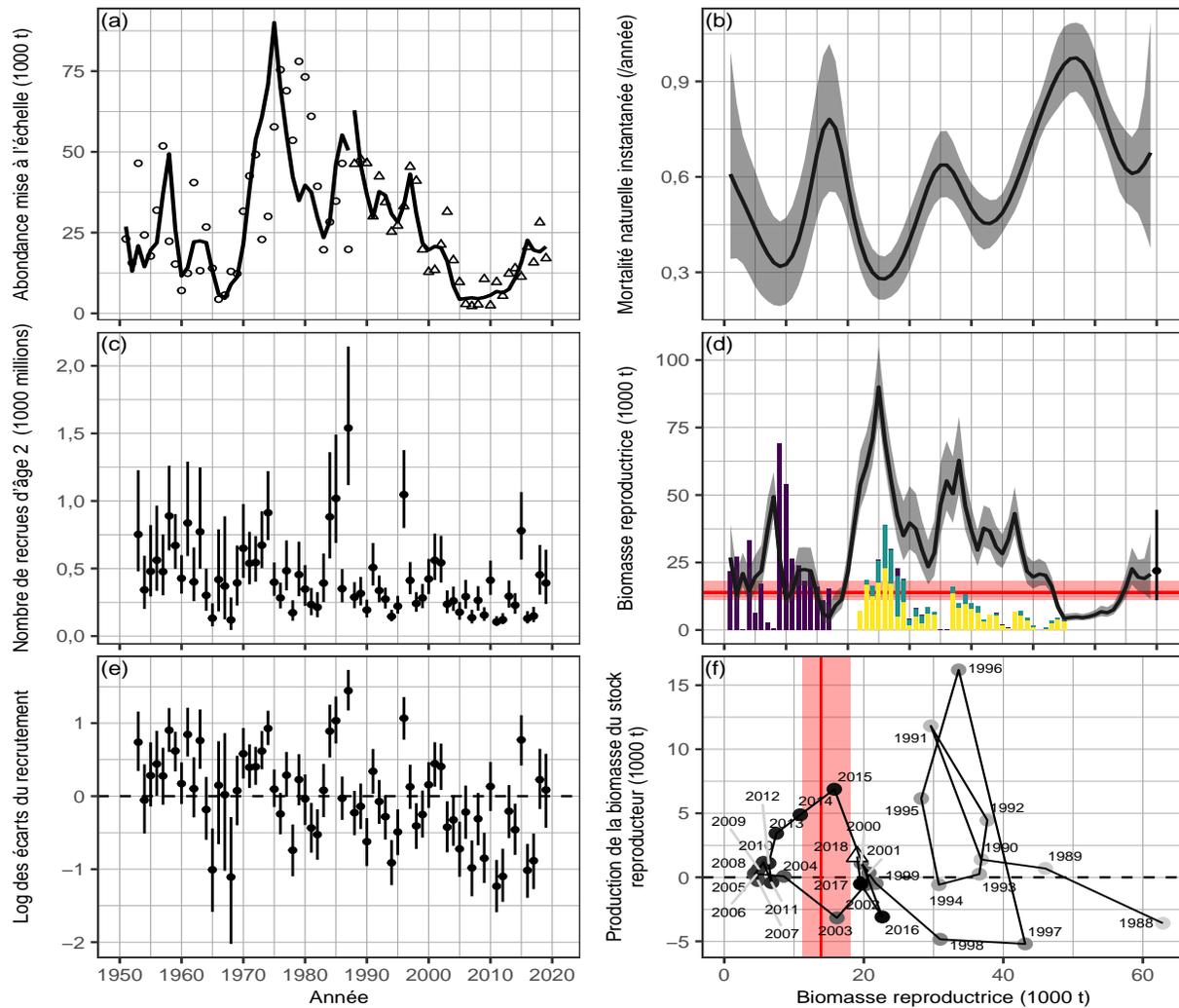


Figure 10. Séries chronologiques de sorties de modèle pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans la région d'évaluation des stocks majeur de la côte ouest de l'île de Vancouver. Voir la figure 6 pour la description.

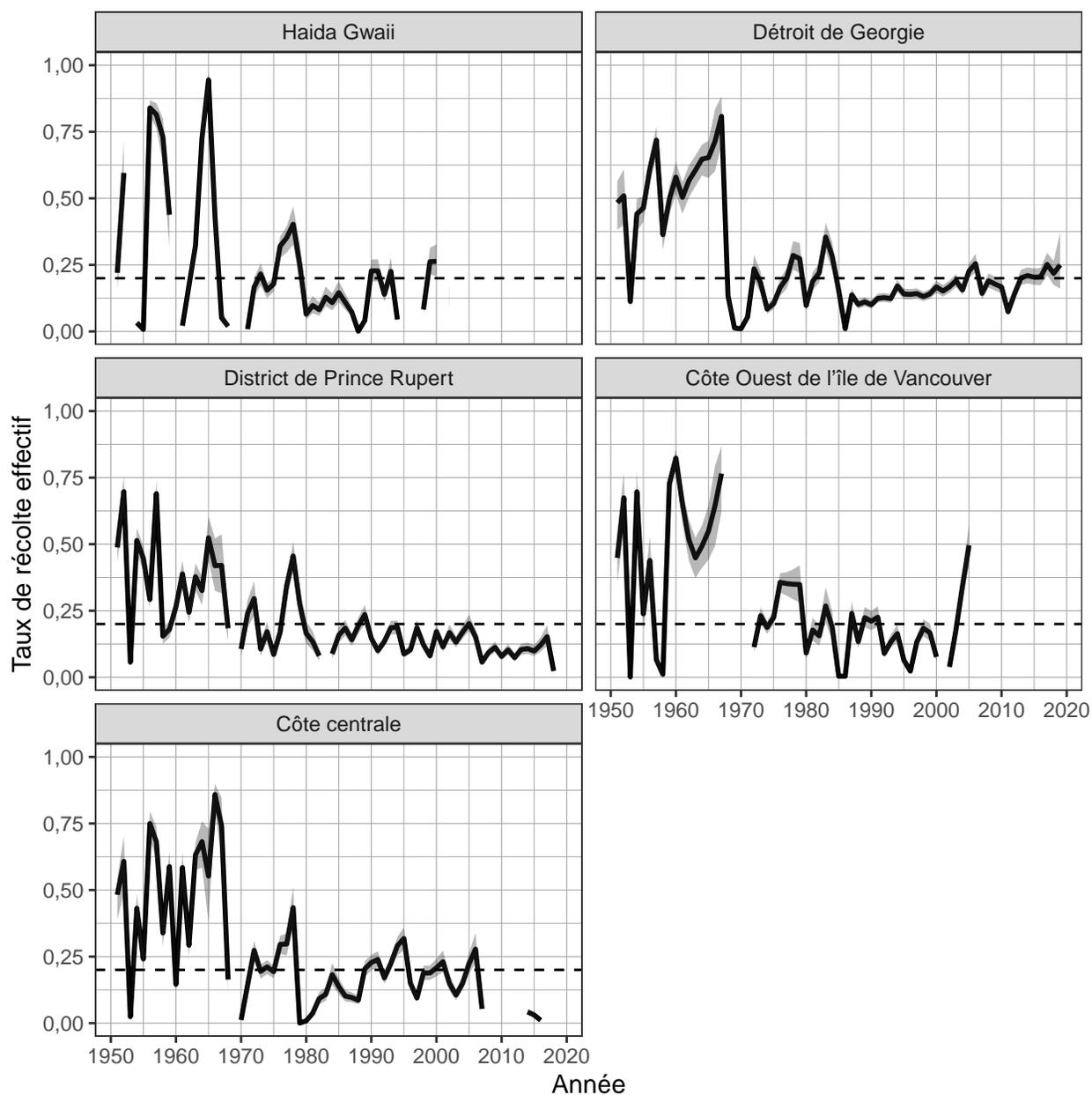


Figure 11. Série chronologique du taux de récolte effectif  $U_t$  pour le hareng du Pacifique de 1951 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks majeurs. Le taux de récolte effectif pour l'année  $t$  est calculé comme  $U_t = C_t / (C_t + BR_t)$  où  $C_t$  est la prise pour l'année  $t$ , et  $BR_t$  est la biomasse reproductrice estimée pour l'année  $t$ . Les lignes noires et les zones ombragées indiquent les médianes et intervalles de confiance de 90% pour  $U_t$ , respectivement. Les lignes en tirets horizontales indiquent  $U_t = 0,2$ .

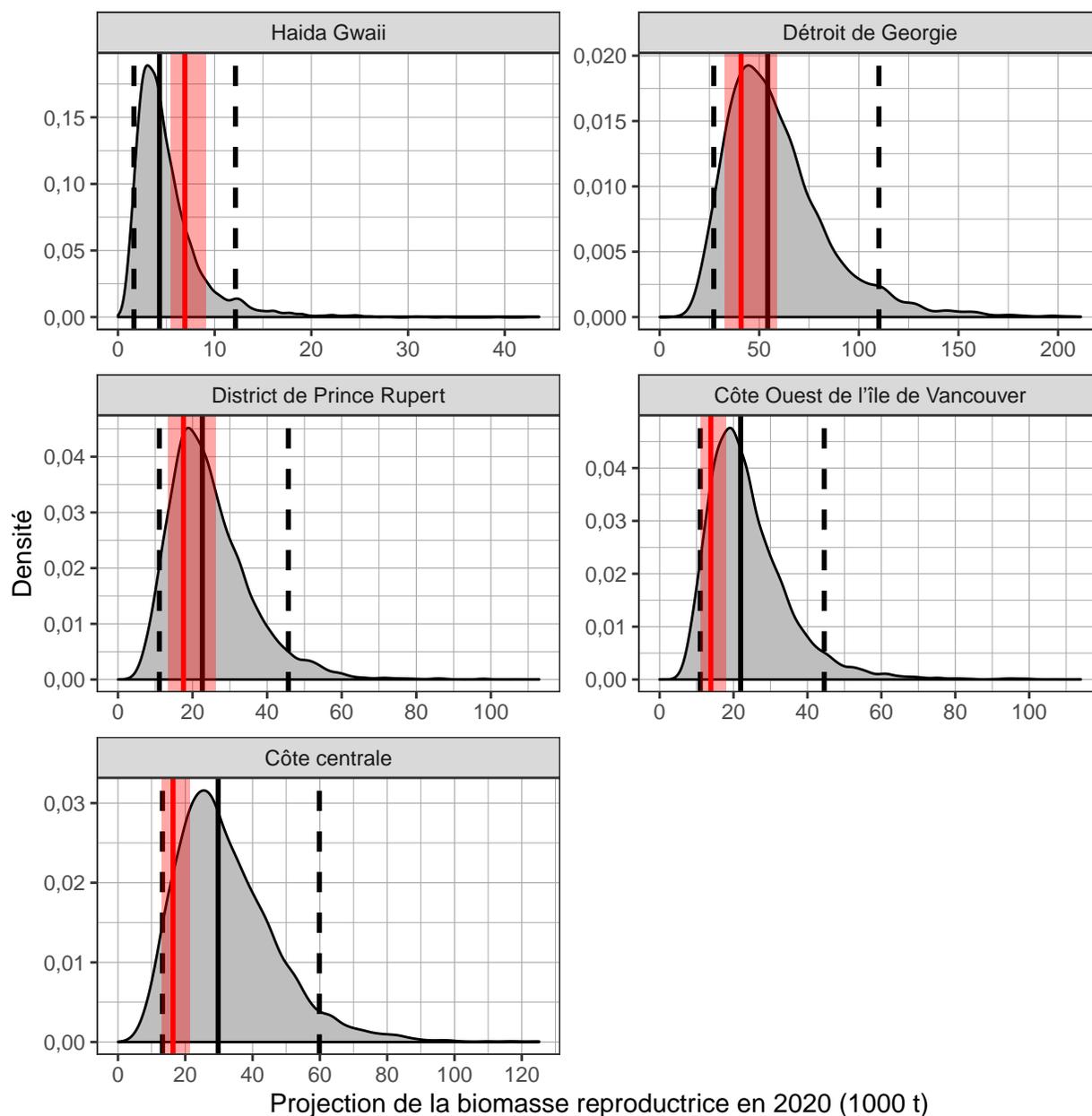


Figure 12. Biomasse reproductrice projetée en supposant qu'il n'y aura pas de pêche en 2020  $BR_{2020}$  en milliers de tonnes pour le hareng du Pacifique dans les régions d'évaluation des stocks majeurs. Les lignes noires pleines et tiretées indiquent les médianes et les intervalles de confiance de 90% pour  $BR_{2020}$ , respectivement. Les lignes et rectangles ombragés rouges indiquent les médianes et les intervalles de confiance de 90% pour le point de référence limite,  $0,3BR_0$ , où  $BR_0$  est la biomasse reproductrice non exploitée estimée.

## Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Jaclyn Cleary	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Sarah Hawkshaw	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Matthew Grinnell	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Chris Grandin	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Groupe de travail technique sur le hareng	Divers (contributions aux observations des Premières Nations)
Victoria Postlethwaite	Gestion des pêches du MPO, Région du Pacifique (réviseur)
Brenda Spence	Gestion des pêches du MPO, Région du Pacifique (réviseur)
Lisa Christensen	Centre des avis scientifiques du Pacifique, MPO (rédactrice)

## Approuvé par

Carmel Lowe  
 Directeur régional  
 Secteur des sciences, Région du Pacifique  
 Pêches et Océans Canada  
 Le 23 Octobre 2019

## Sources de renseignements

- Cleary, J.S., Hawkshaw, S., Grinnell, M.H., and Grandin, C. 2019. État des stocks de hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) dans les eaux de la Colombie-Britannique en 2017 et prévisions pour 2018. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/028: v + 296p.
- DFO. 2012. A review of the Pacific Herring assessment framework and stock assessment and management advice for Pacific Herring: 2011 status and 2012 forecasts. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2011/062.
- DFO. 2020. Evaluation of management procedures for Pacific Herring (*Clupea pallasii*) in Haida Gwaii, Prince Rupert District and the Central Coast management areas of British Columbia. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/003.
- Hall, D.L., Hilborn, R., Stocker, M., and Walters, C.J. 1988. Alternative harvest strategies for pacific herring (*Clupea harengus pallasii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45(12): 888–897.
- Kronlund, A.R., Forrest, R.E., Cleary, J.S., and Grinnell, M.H. 2017. The selection and role of limit reference points for Pacific Herring (*Clupea pallasii*) in British Columbia, Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/009: ix + 125p.
- Martell, S.J., Schweigert, J.F., Haist, V., and Cleary, J.S. 2012. Moving towards the sustainable fisheries framework for Pacific Herring: Data, models, and alternative assumptions; stock assessment and management advice for the British Columbia Pacific Herring stocks: 2011 assessment and 2012 forecasts. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/136: v + 151p.
- MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution. Pêches et Océans Canada sur internet: (aurait été modifié pour la dernière fois le 23 mai 2009, bien que

les chiffres aient changé depuis).

MPO. 2013. Directives d'élaboration d'un plan de rétablissement conforme à la Politique Cadre de l'approche de précaution: Assurer la croissance d'un stock pour le faire sortir de la zone critique. Cadre pour la pêche durable (CPD): Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.

MPO. 2016. Évaluation du stock et conseil de gestion sur le hareng du Pacifique en Colombie-Britannique: État du stock en 2016 et prévisions pour 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/052.

MPO. 2017. Résumé du Plan de gestion intégrée des pêches Hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) Région du Pacifique 2017/2018. 7 novembre 2017 au 6 novembre 2018.: 178 p.

MPO. 2019a. Évaluation du potentiel de rétablissement du hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) dans le détroit de Georgie et sur la côte ouest de l'île de Vancouver dans les zones de gestion de la Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/001.

MPO. 2019b. Évaluation des stocks de hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) en 2018 et prévision pour 2019. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2019/001.

## Annexe

Nous n'effectuons pas d'analyses formelles de l'information sur les tendances des stocks pour les two régions secondaires d'évaluation des stocks de hareng du Pacifique : Zone 27 (Z27) and Zone 2 ouest (Z2O). Cependant, nous fournissons l'indice du frai de 2010 à 2019 (tableau 33). Nous présentons également les séries chronologiques des prises commerciales débarquées (figure 13), des données biologiques, y compris le poids selon l'âge (figure 14) et la proportion selon l'âge (figure 15), ainsi que l'indice du frai (figure 16) de 1978 à 2019.

*Tableau 33. Indice du frai en tonnes pour le hareng du Pacifique de 2010 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks (RESs) mineurs. Légende: Zone 27 (Z27) et Zone 2 ouest (Z2O). Remarque: l'indice du frai n'est pas mis à l'échelle à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$ , et «NA» indique que les données ne sont pas disponibles.*

Année	RES	
	Z27	Z2O
2010	846	2 725
2011	547	2 641
2012	744	2 416
2013	914	2 076
2014	1 307	1 368
2015	2 169	NA
2016	814	3 001
2017	26	NA
2018	1 045	617
2019	192	2 884

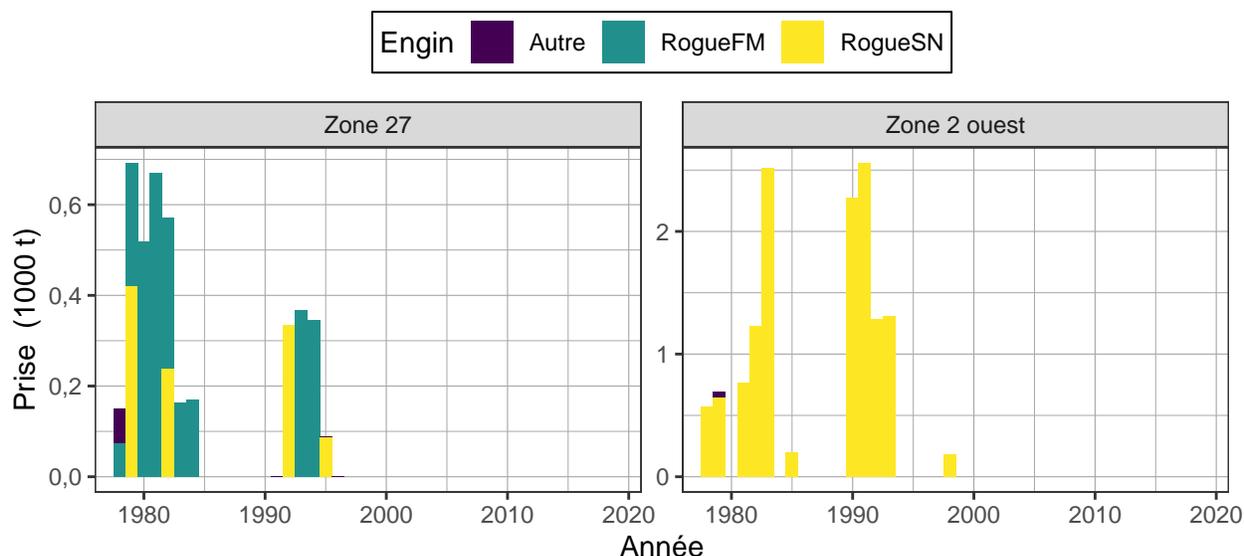


Figure 13. Série chronologique des prises totales débarquées en milliers de tonnes (t) de hareng du Pacifique de 1978 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks mineurs. Légende: «Autre» représente la réduction, ainsi que les pêches pratiquées à des fins de subsistance, pour le marché des appâts et pour des usages spéciaux; «RogueFM» représente la pêche au hareng rogué au filet maillant; et «RogueSN» représente la pêche au hareng rogué à la senne.

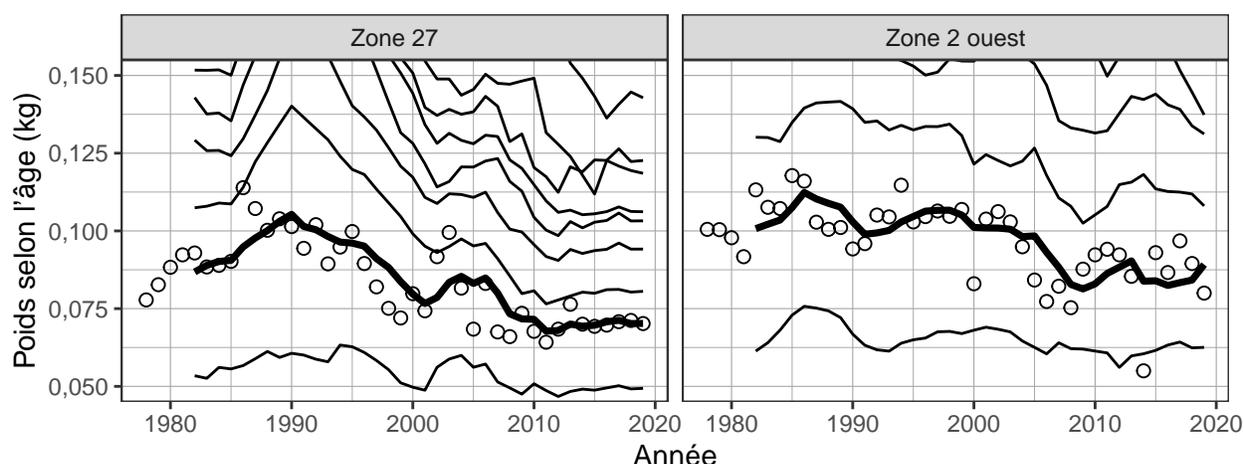


Figure 14. Série chronologique du poids selon l'âge en kilogrammes (kg) pour les poissons de 3 ans (cercles) et des moyennes mobiles sur 5 ans du poids selon l'âge (lignes) pour le hareng du Pacifique de 1978 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks mineurs. Les lignes indiquent les moyennes mobiles sur 5 ans pour le hareng âgé de 2 à 10 ans (en ordre croissant à partir de la ligne inférieure); la ligne noire épaisse met en évidence le hareng âgé de 3 ans. Les valeurs manquantes du poids selon l'âge (c.-à-d. les années où il n'y a pas d'échantillons biologiques) sont imputées selon l'une des deux méthodes suivantes: les valeurs manquantes au début de la série chronologique sont imputées en étendant la première valeur non manquante à rebours; les autres valeurs manquantes sont imputées comme la moyenne des 5 années précédentes. Les résumés biologiques ne comprennent que les échantillons prélevés à l'aide de sennes (pêche commerciale et pêche d'essai) en raison de la sélectivité par taille des autres types d'engins tels que les filets maillants. La classe des poissons âgés de 10 ans est un groupe «plus» qui comprend les poissons âgés de 10 ans et plus. Notez que les axes verticaux sont coupés à 0,05 et 0,15 kg.

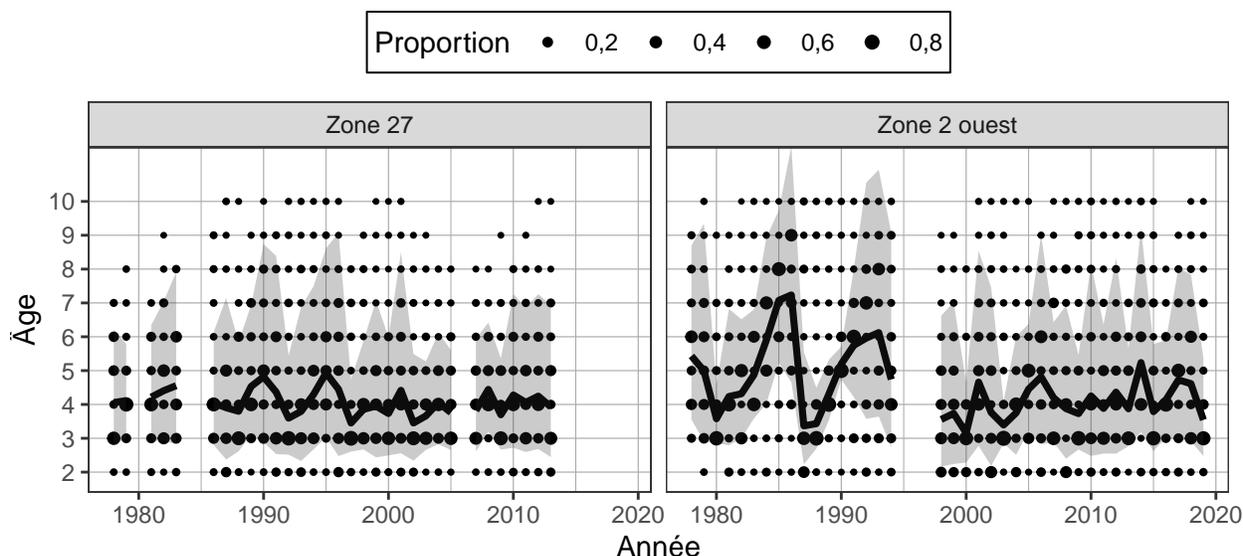


Figure 15. Série chronologique de la proportion selon l'âge pour le hareng du Pacifique de 1978 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks mineurs. La ligne noire correspond à l'âge moyen, et la zone ombragée à la distribution d'environ 90%. Les résumés biologiques ne comprennent que les échantillons prélevés à l'aide de sennes (pêche commerciale et pêche d'essai) en raison de la sélectivité par taille des autres types d'engins tels que les filets maillants. La classe des poissons âgés de 10 ans est un groupe «plus» qui comprend les poissons âgés de 10 ans et plus.

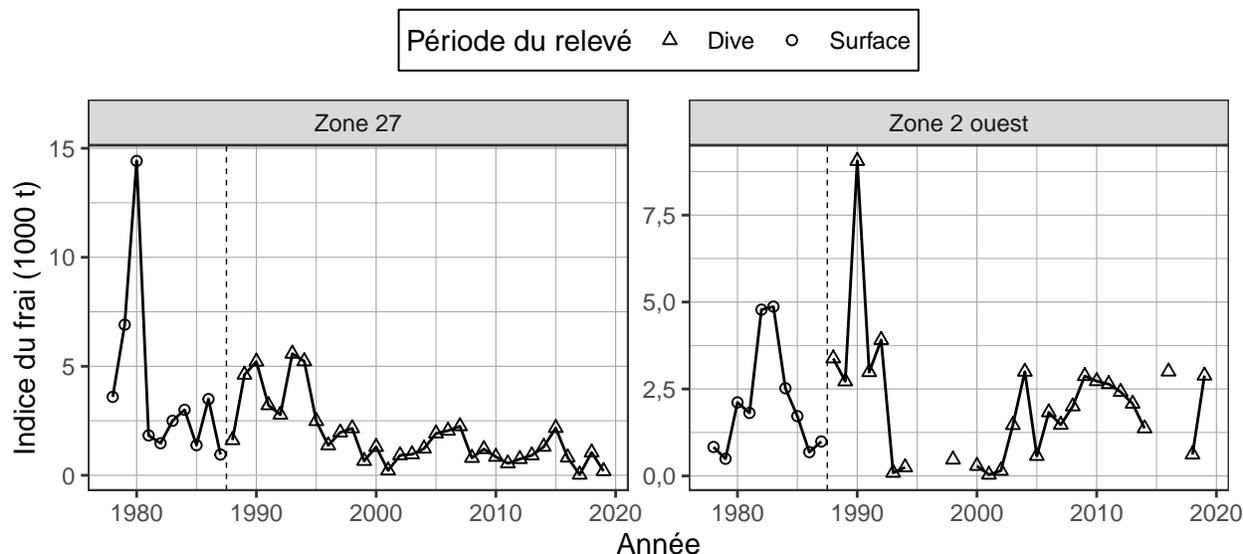


Figure 16. Série chronologique de l'indice du frai en milliers de tonnes pour le hareng du Pacifique de 1978 à 2019 dans les régions d'évaluation des stocks mineurs. L'indice du frai comporte deux périodes distinctes définies par la méthode de relevé dominante: relevés en surface (de 1978 à 1987), et relevés de plongée (de 1988 à 2019). La ligne verticale en pointillés est la limite entre ces deux périodes. L'indice du frai n'est pas mis à l'échelle à l'aide du paramètre de mise à l'échelle du relevé du frai  $q$ .

## Le présent rapport est disponible auprès du

Centre des avis scientifiques  
Région du Pacifique  
Pacific Biological Station  
Fisheries and Oceans Canada, 3190 Hammond Bay Road  
Nanaimo, British Columbia, V9T 6N7, Canada

Téléphone: (250) 756-7208

Courriel: [csap@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csap@dfo-mpo.gc.ca)

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

ISSN 1919-3769

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020



La présente publication doit être citée comme suit:

MPO. 2020. Mise à jour de l'état des stocks avec application des procédures de gestion pour le hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) en Colombie Britannique: État en 2019 et prévisions pour 2020. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/004.

*Also available in English:*

DFO. 2020. Stock status update with application of management procedures for Pacific Herring (*Clupea pallasii*) in British Columbia: Status in 2019 and forecast for 2020. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2020/004.