



MISE À JOUR DE 2024 DE L'ÉVALUATION DU STOCK DE BOCACCIO (*SEBASTES PAUCISPINIS*) DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE DE 2019

Contexte

Une évaluation du bocaccio (*Sebastes paucispinis*) a été réalisée en 2019 (Starr et Haigh 2022), puis mise à jour en 2021 (MPO 2022) au moyen de la plateforme du modèle d'évaluation des stocks fondée sur les prises selon l'âge appelée Awatea. Cette évaluation reposait sur six séries de relevés au chalut indépendants de la pêche (réalisés de 1967 à 2019), une série de données normalisées sur la capture par unité d'effort (CPUE) provenant des pêches commerciales au chalut de fond (1996-2012)¹, des estimations annuelles des prises de deux pêches commerciales, et des données sur la composition par âge provenant d'une combinaison des pêches commerciales au chalut et de six relevés (deux historiques et quatre synoptiques).

Le modèle de la côte extérieure de la Colombie-Britannique est parti d'un état d'équilibre à un taux d'exploitation nul présumé en 1935. On a effectué trois simulations de référence comprenant les données d'individus des deux sexes dans un cadre bayésien (méthode de Monte-Carlo par chaîne de Markov [MCCM]) selon des scénarios qui fixaient la mortalité naturelle (M) à trois niveaux différents (0,07, 0,08 et 0,09) avec l'âge maximal des individus (A) établi à 50 ans. Cette méthode a permis d'estimer le taux de variation de la courbe de la relation stock-recrutement (h), la capturabilité (q) pour les relevés et les CPUE, ainsi que la sélectivité (μ) dans quatre relevés synoptiques et la pêche commerciale au chalut. Ces trois passes ont été combinées en un scénario de référence composite qui a exploré le principal axe d'incertitude dans l'évaluation du stock : la mortalité naturelle. Les trois valeurs de M sélectionnées couvraient une plage plausible convenue pour ce paramètre. Un sommaire de l'évaluation des stocks de 2019 se trouve dans l'[avis scientifique 2020/025](#) et dans le [compte rendu 2021/014](#). Les descriptions des évaluations antérieures des stocks de bocaccio (y compris les examens par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada) se trouvent dans le [document de recherche 2022/001](#). La mise à jour de l'état des stocks en 2021 se trouve dans la [réponse des Sciences 2022/001](#).

L'évaluation des stocks de 2019 a fait état d'un déclin presque continu du stock de bocaccio à l'échelle de la côte depuis le début de la reconstitution de la population en 1935, déclin interrompu seulement de 1970 à 1986 grâce à quelques épisodes de recrutement modérés en 1969, 1976 et 1978. Le déclin a repris en 1987 et s'est poursuivi jusqu'à ce qu'un épisode de recrutement extrêmement important se produise en 2016, estimé par le modèle de 2019 à 44 fois la moyenne à long terme du recrutement (quantiles de 5 % et 95 % : 30 fois, 58 fois). La mise à jour de 2021 a révisé cet épisode de recrutement et l'a jugé encore plus important que l'estimation de 2019, avec une médiane de 60 fois la moyenne à long terme (quantiles de 5 % et de 95 % : 49 fois, 68 fois).

¹ La série a été tronquée à l'année 2012 sur avis du groupe de travail technique sur le bocaccio, qui a estimé que le comportement d'évitement de la flotte biaiserait les indices après que les totaux autorisés des captures aient été considérablement réduits en 2013 en réaction à la désignation du bocaccio comme espèce en voie de disparition par le COSEPAC.

L'évaluation des stocks de 2019 prévoyait que le stock se rétablirait (c'est-à-dire qu'il se situerait au-dessus du point de référence limite, $PRL = 0,4B_{RMD}$, avec une probabilité d'au moins 95 %) avant le début de 2022. Cette prévision pour 2022 a été confirmée par la mise à jour de 2021, qui prévoyait également que le stock demeurerait dans la zone saine (c'est-à-dire qu'il se situerait au-dessus du point de référence supérieur du stock, $PRS = 0,8B_{RMD}$, avec une probabilité d'au moins 50 %) pendant les 10 prochaines années. Bien que la mise à jour de 2021 ait corroboré l'optimisme de l'évaluation des stocks de 2019, le groupe de travail technique a demandé en 2021 qu'une autre mise à jour soit effectuée deux ans plus tard afin de vérifier de nouveau la robustesse du rétablissement. Au cours de cette période, quatre valeurs supplémentaires des indices des relevés synoptiques sont devenues disponibles, ainsi que de nouvelles données sur l'âge. Toutefois, les données sur la fréquence des longueurs (FL) sont demeurées les principales données empiriques sur les progrès de l'importante cohorte de 2016. Une deuxième cohorte, née en 2020, a également été identifiée dans les données sur la fréquence des longueurs de 2021, et des preuves de son existence ont été relevées.

La présente réponse des Sciences découle de l'examen régional par les pairs du 28 mars 2024 sur la Mise à jour effectuée en 2024 de l'évaluation du stock de bocaccio (*Sebastes paucispinis*) de la Colombie-Britannique en 2019.

Renseignements de base

En 2002, la population de bocaccio de la Colombie-Britannique a été désignée menacée par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). En novembre 2013, le COSEPAC a réévalué cette population et l'a désignée en voie de disparition. Aux termes de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), une espèce en voie de disparition est une « espèce sauvage qui, de façon imminente, risque de disparaître du pays ou de la planète ». En l'absence d'un avis scientifique à jour, une incertitude entourait les risques pesant sur le stock de bocaccio de la Colombie-Britannique à mesure que les niveaux de prises augmentaient (figure 1) en raison de l'apparent épisode de recrutement important en 2016. Cette deuxième mise à jour de l'évaluation des stocks visait à examiner le rétablissement prévu décrit dans l'état des stocks de bocaccio en 2019 (Starr et Haigh 2022) et le suivi de son rétablissement deux ans plus tard (MPO 2022), de même qu'à fournir au MPO un avis sur le rétablissement continu de cette espèce.

Le bocaccio est omniprésent sur la côte de la Colombie-Britannique, les prises étant en majorité capturées près du fond, dans la tranche d'eau de 60 à 300 m. Les prises semblent les plus nombreuses à la limite du plateau continental, près du talus continental, ainsi que le long des bordures des principaux goulets situés dans le bassin de la Reine-Charlotte et dans les sections plus méridionales du détroit d'Hécate (Stanley *et al.* 2009). Ces auteurs ont remarqué que le bocaccio est une espèce semi-pélagique qui se rassemble en bancs, ce qui a mené à l'observation que les adultes n'occupent probablement pas des sites précis, sauf s'ils préfèrent les champs rocheux et les roches à relief élevé. L'espèce ne vit pas longtemps par rapport à d'autres espèces du genre *Sebastes*, comme le sébaste à longue mâchoire (*S. alutus*) ou le sébaste à œil épineux (*S. aleutianus*). Cette longévité plus faible est une caractéristique qu'on observe aussi chez d'autres espèces de sébastes semi-pélagiques (p. ex. la veuve, *S. entomelas*, ou le sébaste à queue jaune, *S. flavidus*). Les données disponibles sur l'âge montrent que le bocaccio a une longévité maximale d'environ 50 à 55 ans; parmi près de 4 000 observations sur l'âge, on a répertorié un mâle ayant atteint 70 ans et trois individus de 60 ans et plus.

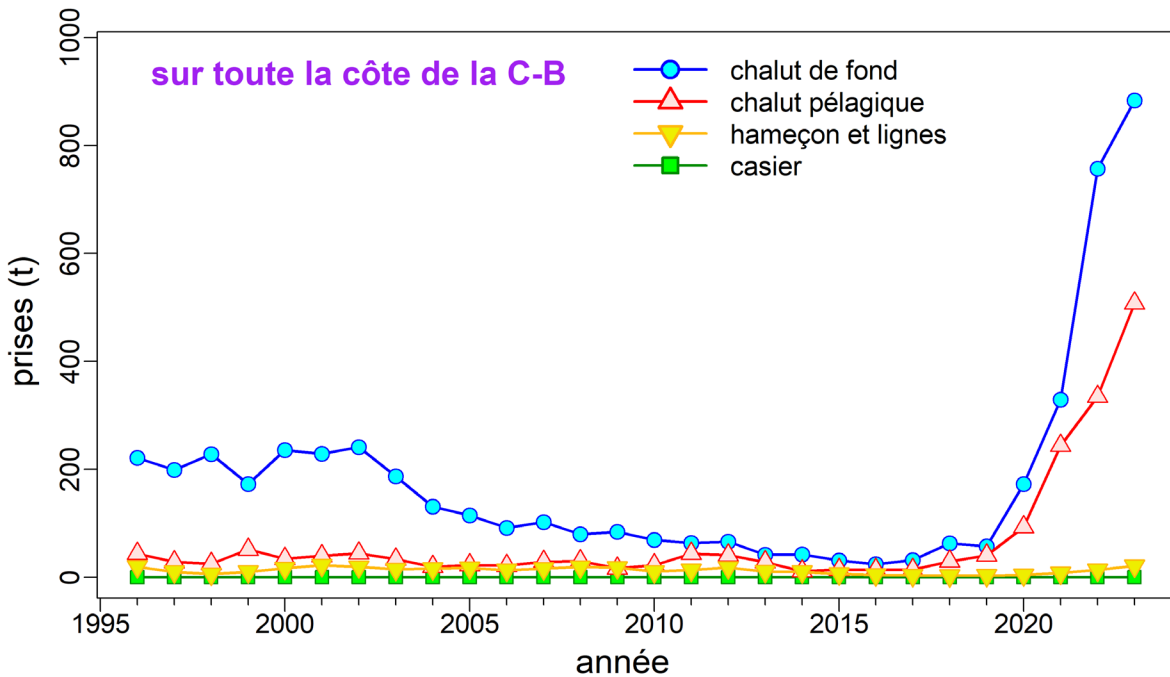


Figure 1. Prises déclarées (débarquements + rejets) de bocaccio, par engin, depuis la mise en œuvre du programme d'observateurs à bord des chalutiers en 1996.

Résultats précédents

Évaluation des stocks de 2019

Les valeurs présentées dans le tableau 1 et le tableau 2 résument les médianes de la méthode de MCCM et les intervalles de crédibilité à 90 % (c.-à-d. les valeurs des quantiles de 5 % et de 95 %, indiquées entre parenthèses ci-après) de l'évaluation des stocks de bocaccio de 2019.

La taille estimée de la biomasse initiale était grande : 32 300 tonnes (16 500 t, 71 700 t) afin de maintenir l'historique des prises tout en supposant un recrutement déterministe les premières années de la reconstitution. La taille de cette biomasse sous-entendait un rendement maximal durable (RMD) médian estimé à 1 500 t (700 t, 3 600 t), comparativement à une prise moyenne sur les cinq dernières années (de 2015 à 2019) de la reconstitution de seulement 69 t. La taille de la biomasse féconde par rapport à la biomasse féconde à l'équilibre non exploitée (B_0) était très faible, estimée à 0,028 (0,013, 0,058). De même, l'état du stock, B_{2020} , par rapport à la biomasse féconde à l'équilibre qui soutiendrait le RMD (B_{RMD}) était de 0,096 (0,042, 0,23). Les estimations de la biomasse du stock reproducteur femelle de 2019 ne tenaient pas compte de la contribution de la classe d'âge de 2016 parce qu'on avait supposé que les quatre premières classes d'âge ne comptaient pas de femelles matures.

Les taux d'exploitation estimés (u_t) tout au long de la série chronologique étaient faibles : $u_{2019} = 0,025$ (0,021, 0,044) pour la pêche au chalut et $u_{2019} = 0,0009$ (0,0005, 0,0016) pour la pêche « autre » (autre que la pêche au chalut). Ces taux d'exploitation étaient bien inférieurs à la plage des taux de mortalité naturelle (0,07 à 0,09) jugée plausible d'après les données disponibles sur l'âge. Même les taux d'exploitation maximaux estimés par la reconstitution (« chalut » = 0,06 [0,04, 0,08] et « autre » = 0,010 [0,007, 0,012]) entraînent à peine dans la plage plausible de M . L'exploitation à des niveaux sensiblement inférieurs à la mortalité naturelle est considérée comme durable, mais l'état extrêmement faible de la biomasse féconde

relative de 2020 estimée par le modèle (médiane de $B_{2020}/B_0 = 0,028$) témoignait d'un manque de recrutement avant l'arrivée de la classe d'âge de 2016.

Mise à jour de l'évaluation des stocks réalisée en 2021

Les valeurs présentées dans le tableau 1 et le tableau 2 résument aussi les médianes de la méthode de MCCM et les intervalles de crédibilité à 90 % (c.-à-d. les valeurs des quantiles de 5 % et de 95 %, indiquées entre parenthèses ci-après) de la mise à jour de l'évaluation des stocks de 2021.

La taille estimée de la biomasse initiale était grande : 35 500 tonnes (19 500 t, 81 400 t) afin de maintenir l'historique des prises tout en supposant un recrutement déterministe les premières années de la reconstitution. La taille de cette biomasse sous-entendait un rendement maximal durable (RMD) médian estimé à 2 100 t (1 100 t, 4 800 t), comparativement à une prise moyenne sur les cinq dernières années (de 2017 à 2021) de la reconstitution de seulement 204 t. La taille de la biomasse féconde par rapport à la biomasse féconde à l'équilibre non exploitée (B_0) était de 0,36 (0,18, 0,63) à la fin de 2021, une amélioration par rapport à l'épuisement de la dernière année indiqué dans l'évaluation des stocks de 2019. De même, l'état du stock, B_{2022} , par rapport à la biomasse féconde à l'équilibre qui soutiendrait le RMD (B_{RMD}) était de 1,5 (0,63, 3,4). À la fin de 2021, la classe d'âge de 2016 avait eu des effets marqués sur les estimations de l'épuisement et de l'état des stocks.

Les taux d'exploitation estimés (u_t) tout au long de la série chronologique étaient faibles, le taux d'exploitation de 2021 étant estimé à $u_{2021} = 0,030$ (0,015, 0,055) pour la pêche au chalut et $u_{2021} = 0,0008$ (0,0004, 0,0014) pour la pêche « autre » (autre que la pêche au chalut). Comme dans l'évaluation de 2019, ces taux d'exploitation étaient bien inférieurs à la plage des taux de mortalité naturelle (0,07 à 0,09) jugée plausible d'après les données disponibles sur la détermination de l'âge. Les taux d'exploitation maximaux estimés par la reconstitution (« chalut » = 0,06 [0,04, 0,08] et « autre » = 0,010 [0,007, 0,013]) entraient à peine dans la plage plausible de M .

Comparaison

Selon les estimations de l'évaluation de 2019, la probabilité que la biomasse féconde au début de 2020 dans le scénario de référence composite soit supérieure au point de référence limite (PRL; $P(B_{2020} > 0,4 B_{RMD})$) est inférieure à 0,01. Pour la même période, la probabilité que cette biomasse soit supérieure au point de référence supérieur (PRS; $P(B_{2020} > 0,8 B_{RMD})$), est de zéro (c.-à-d. que selon les échantillons de la distribution a posteriori générés par la méthode de MCCM, la probabilité que la biomasse de 2020 se situe dans la zone saine est nulle). Cependant, deux ans plus tard, on a estimé que la probabilité $P(B_{2022} > 0,4 B_{RMD})$ était supérieure à 0,99 et que la probabilité $P(B_{2022} > 0,8 B_{RMD})$ était de 0,87, compte tenu de la grande taille de la cohorte de 2016. Un plan de rétablissement des stocks n'était plus nécessaire.

L'évaluation des stocks de 2019 prévoyait que le stock se rétablirait (au-dessus du PRL avec une probabilité d'au moins 95 %) au début de 2022, ce qui a été confirmé par la mise à jour de 2021. Cette mise à jour prévoyait que le stock demeurerait dans la zone saine (au-dessus du PRS avec une probabilité d'au moins 50 %) pendant les 10 prochaines années (jusqu'en 2032) dans le cadre de toutes les politiques de prise constante jusqu'à concurrence de 2 000 t/an. L'augmentation de la taille de la population de bocaccio en voie de rétablissement a limité la capture d'autres espèces cibles de sébastes du fait des limites de prise plus basses actuelles, de sorte que le total autorisé des captures (TAC) au chalut du bocaccio, ainsi que les plafonds de mortalité totaux de l'espèce (voir DFO 2023), ont été relevés chaque année depuis 2019

(tableau 3). Les prises par année civile, utilisées dans le modèle, par secteur de pêche de 2019 à 2023 ont suivi de près l'augmentation des limites de prise (tableau 4).

Dans l'évaluation du stock de 2019 on indiquait que les relevés synoptiques dans le bassin de la Reine-Charlotte (BRC) et sur la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) offraient une capacité acceptable de surveillance de l'espèce et que la taille du stock reconstitué serait corroborée lorsque ces relevés seraient répétés en 2020 (COIV) et 2021 (BRC).

Tableau 1. Estimations des paramètres à partir de 3 000 échantillons regroupés provenant de trois valeurs a posteriori MCCM pour les années du modèle $t = 2020$ et $t = 2022$ d'après l'évaluation des stocks de 2019 et la mise à jour de l'évaluation de 2021, respectivement. R_0 = recrutement vierge de poissons d'âge 1 (en milliers), h = paramètre du taux de variation, Qg = capturabilité pour la série indicielle g , μg = âge à la pleine sélectivité pour les femelles, Δg = variation de la vulnérabilité pour les mâles, vgL = paramètre de variance de la partie gauche de la courbe de sélectivité, et indice (inférieur) g = séries de 1 à 6 pour les relevés et 7 pour les CPUE. Les valeurs indiquent les médianes (50^e centile, colonnes grisées) et les intervalles de crédibilité à 90 % (5^e et 95^e centiles).

Année (t) Paramètre	2020			2022		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
R_0	703	1 713	4 633	824	1 990	5 262
h	0,503	0,671	0,846	0,683	0,810	0,93
q_1	0,019	0,0355	0,0578	0,0181	0,0332	0,0544
q_2	0,0211	0,0394	0,0647	0,0226	0,0411	0,0671
q_3	0,00195	0,00356	0,00566	0,00168	0,00304	0,00487
q_4	0,00438	0,00826	0,0136	0,00478	0,00889	0,0148
q_5	0,034	0,0573	0,091	0,0333	0,0576	0,0901
q_6	0,013	0,0221	0,0342	0,0134	0,0222	0,0344
q_7	0,000196	0,000321	0,000445	0,000199	0,000327	0,000454
μ_1	7,83	12,0	16,7	7,85	11,8	15,9
μ_2	7,60	10,0	13,1	7,29	9,62	12,7
μ_3	8,74	12,5	16,3	7,85	11,5	15,8
μ_4	9,69	13,8	17,9	8,84	12,8	17,4
μ_7	9,24	11,1	13,4	9,22	11,0	13,2
Δ_1	0,499	0,983	1,46	0,49	0,965	1,45
Δ_2	0,393	0,863	1,35	0,387	0,857	1,35
Δ_3	0,473	0,976	1,46	0,443	0,962	1,46
Δ_4	0,509	0,979	1,45	0,466	0,951	1,42
Δ_7	0,576	1,04	1,51	0,566	1,00	1,47
$\log v_{1L}$	3,72	4,59	5,35	3,52	4,42	5,21
$\log v_{2L}$	3,01	3,80	4,58	2,89	3,72	4,50
$\log v_{3L}$	2,18	3,30	4,49	2,98	4,02	4,95
$\log v_{4L}$	3,67	4,41	5,07	3,3	4,17	4,95
$\log v_{7L}$	2,97	3,55	4,14	2,85	3,44	4,02

Région du Pacifique

Tableau 2. Quantités dérivées de 3 000 échantillons regroupés provenant de trois valeurs a posteriori MCCM pour les années du modèle $t = 2020$ et $t = 2022$ d'après l'évaluation des stocks de 2019 et la mise à jour de l'évaluation de 2021, respectivement. Définitions : B_0 = biomasse féconde à l'équilibre non exploitée (femelles matures); V_0 = biomasse vulnérable à l'équilibre non exploitée (mâles et femelles); B_t = biomasse féconde au début de l'année t ; V_t = biomasse vulnérable au milieu de l'année $t-1$; u_{t-1} = taux d'exploitation (ratio de la prise totale et de la biomasse vulnérable) au milieu de l'année $t-1$, u_{max} = taux d'exploitation maximal; B_{RMD} = biomasse féconde à l'équilibre et au rendement maximal durable (RMD); u_{RMD} = taux d'exploitation à l'équilibre et au RMD; V_{RMD} = biomasse vulnérable à l'équilibre et au RMD. Les valeurs de la biomasse (et du rendement maximal durable, RMD) sont exprimées en tonnes. Les valeurs indiquent les médianes (50^e centile, colonnes grisées) et les intervalles de crédibilité à 90 % (5^e et 95^e centiles).

Année (t) Quantité dérivée	2020			2022		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
B_0	16 460	32 289	71 710	19 534	37 530	81 442
V_0 (chalut)	27 930	55 089	123 319	33 050	63 675	140 538
V_0 (autre)	27 286	53 564	119 116	32 380	62 317	135 280
B_t	552	899	1 655	7 348	13 080	25 740
V_t (chalut)	3 046	5 703	12 273	13 119	24 332	48 673
V_t (autre)	2 582	4 709	9 812	11 575	20 457	39 984
B_t / B_0	0,0132	0,0278	0,0578	0,176	0,357	0,633
V_t / V_0 (chalut)	0,0496	0,104	0,213	0,188	0,382	0,706
V_t / V_0 (autre)	0,0426	0,0875	0,175	0,165	0,336	0,598
u_{t-1} (chalut)	0,0121	0,025	0,0441	0,0149	0,030	0,0551
u_{t-1} (autre)	0,000467	0,00093	0,00161	0,000402	0,000781	0,00137
u_{max} (chalut)	0,0369	0,0588	0,0792	0,0377	0,0599	0,0808
u_{max} (autre)	0,00654	0,00968	0,0124	0,00667	0,00985	0,0127
RMD	703	1 461	3 623	1 067	2 118	4 818
B_{RMD}	4 134	9 462	22 469	3 814	8 948	21 622
$0,4B_{RMD}$	1 653	3 785	8 988	1 525	3 579	8 649
$0,8B_{RMD}$	3 307	7 570	17 976	3 051	7 159	17 298
B_t / B_{RMD}	0,0417	0,0963	0,234	0,625	1,500	3,42
B_{RMD} / B_0	0,225	0,291	0,353	0,183	0,238	0,286
V_{RMD}	7 858	17 554	41 876	7 470	16 959	41 936
V_{RMD} / V_0 (chalut)	0,252	0,319	0,378	0,211	0,269	0,319
V_{RMD} / V_0 (autre)	0,253	0,328	0,396	0,212	0,275	0,335
u_{RMD}	0,054	0,085	0,133	0,09	0,124	0,176
u_{t-1} / u_{RMD} (chalut)	0,116	0,291	0,664	0,106	0,240	0,487
u_{t-1} / u_{RMD} (autre)	0,00421	0,0109	0,0258	0,00266	0,00623	0,0134

Tableau 3. Total autorisé des captures (TAC) de bocaccio par la flotte de pêche au chalut et mortalité totale autorisée pour tous les secteurs (pêche commerciale au chalut du poisson de fond, pêche commerciale à la ligne et à l'hameçon du poisson de fond, pêche commerciale du saumon à la traîne, pêche récréative et pêches ASR). Valeurs extraites de cinq PGIP annuels. ASR = pêche à des fins alimentaires, sociales et rituelles pratiquée par les Premières Nations.

Premier jour de l'année de pêche	TAC pour le chalut (tonnes)	Plafond de la mortalité totale (tonnes)
21 février 2019	80	–
21 février 2020	300	363
21 février 2021	414	500
21 février 2023	1 486	1 800
21 février 2023	1 799	2 180

Tableau 4. Prises par secteur de pêche, selon l'année civile, utilisées dans le modèle d'évaluation des stocks.

Année du modèle	Prise au chalut (tonnes)	Prise par les autres engins (tonnes)	Prise totale (tonnes)
2019	113	3	116
2020	280	4	285
2021	578	8	587
2022	1 094	14	1 108
2023	1 393	21	1 414

Données utilisées pour la mise à jour de 2024

La mise à jour de l'évaluation des stocks en 2024 a prolongé l'analyse de 2021 en évaluant une population à l'échelle de la côte de la Colombie-Britannique récoltée par deux pêches commerciales : (1) une pêche au chalut qui combine le chalut de fond et de fond et le chalut flottant (figure 2, en haut) et (2) une pêche « autre » qui combine la palangre à flétan, le piège à morue charbonnière, la palangre à aiguillat/morue-lingue et les prises hauturières de sébaste à la ligne garnie d'un hameçon (figure 2, en bas). Les données sur les prises (somme des débarquements et des rejets, figure 2) de chaque pêche étaient actualisées, mais des données sur la fréquence selon l'âge, qui n'avaient pas été mises à jour, étaient disponibles uniquement pour la pêche au chalut.

Quatre autres points d'indice des relevés synoptiques ont été observés pour le bocaccio après la mise à jour de l'évaluation des stocks de 2021 : 2023 pour le bassin de la Reine-Charlotte (BRC), 2022 pour la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV), 2022 pour la côte ouest de Haida Gwaii (COHG) et 2023 pour le détroit d'Hécate (DH). Habituellement, les relevés dans le BRC et le DH ont lieu les années impaires et les relevés sur la COIV et la COHG les années paires; cependant, en raison de la COVID-19, le relevé de 2020 sur la COIV a été reporté en 2021.

De nouvelles données sur la fréquence selon l'âge (FA) étaient disponibles pour le relevé synoptique de 2021 dans le BRC, mais il n'a pas été possible de les utiliser en raison d'un biais apparent dans les lectures de l'âge. La cohorte de 2016 aurait dû être âgée de 5 ans dans le relevé de 2021, mais son âge n'avait pas été déterminé correctement (mode à 8 ans) et avec une imprécision considérable. Le directeur du laboratoire de scalimétrie a indiqué qu'il était « extrêmement difficile » de déterminer l'âge de cette espèce et a mentionné qu'un lecteur d'âge expérimenté l'avait trouvé difficile. Apparemment, les otolithes échantillonnés dans le BRC en 2021 ont fait l'objet de nombreuses vérifications sans que l'on parvienne à clairement identifier les anneaux de croissance. Les données disponibles sur la fréquence de longueur tirées de ce relevé (et de tous les autres relevés) ont confirmé que les distributions des fréquences de longueur étaient conformes à la croissance prévue de la cohorte de 2016 en tant que bocaccio d'âge 5 (voir la discussion à la page 9 ci-après).

La plateforme de modélisation Awatea utilisée dans l'évaluation des stocks de 2019 et la mise à jour de 2021 a été exécutée à l'aide des données mises à jour sur les prises et des relevés en 2024.

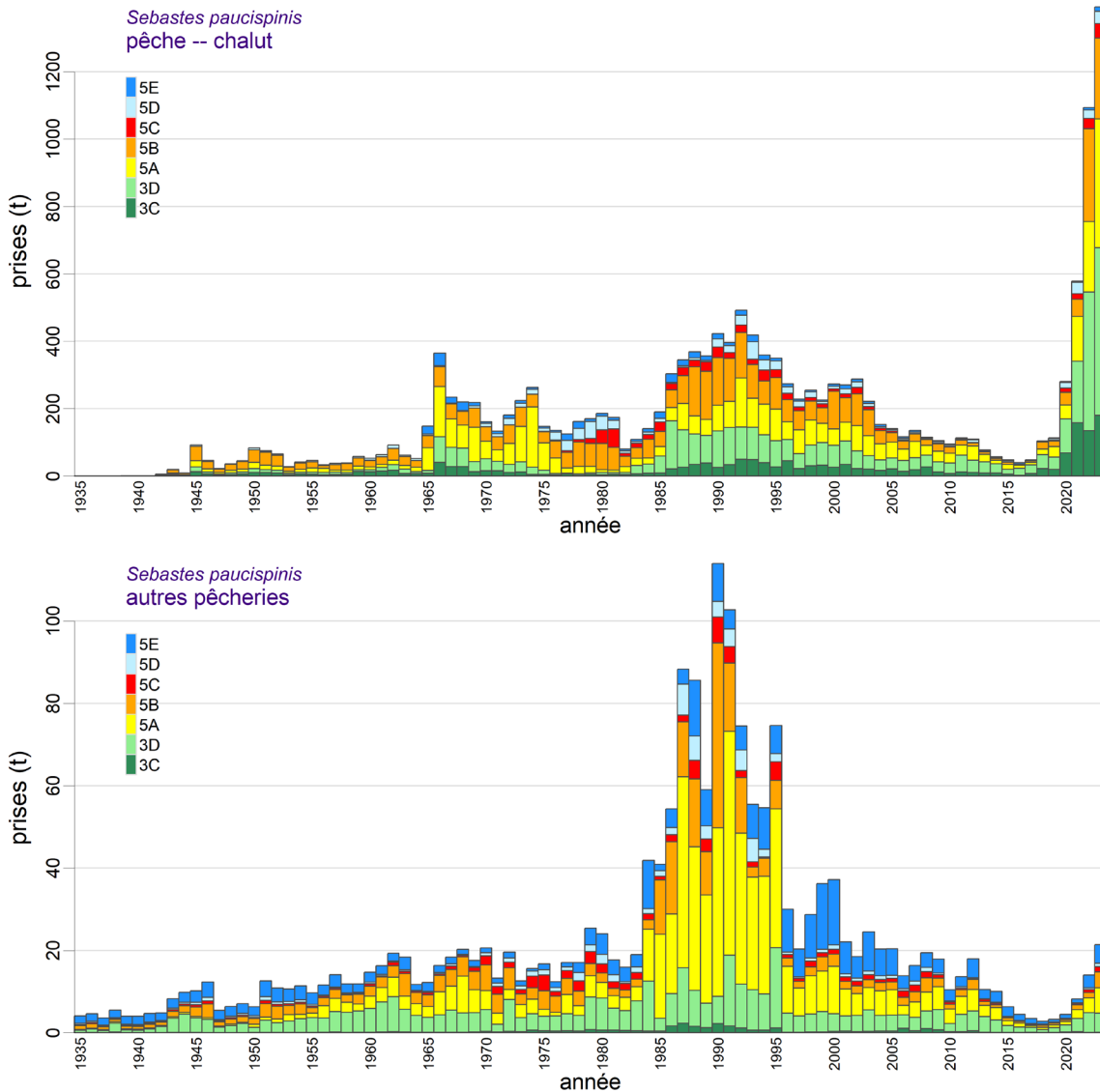


Figure 2. Reconstitution des prises de bocaccio de 1935 à 2023 pour la pêche au chalut (en haut) et les autres pêches (en bas) utilisées dans le modèle d'évaluation des stocks. Les prises au chalut et les autres prises de 2023 étaient disponibles jusqu'à la mi-décembre et ont été utilisées dans le modèle de 2023.

Analyse et réponse

Relevés et longueurs

Le modèle n'a pas eu de difficulté à ajuster chaque série de relevés, y compris les nouveaux indices de 2022 et de 2023 (figure 3). La capacité du modèle à ajuster les quatre nouveaux points d'indice du relevé a montré que ces nouvelles observations étaient cohérentes les unes avec les autres et avec les estimations modélisées de la force du recrutement pour la cohorte de 2016, comme on l'a également constaté dans les deux ajustements précédents du modèle (en 2019 et en 2021). La valeur de l'indice de 2019 pour le bassin de la Reine-Charlotte (BRC), que le modèle n'a pas pu intégrer dans l'évaluation de 2019 ou dans la mise à jour de 2021, est

demeurée une valeur aberrante dans les valeurs actualisées, tandis que la valeur de l'indice de 2023 correspondait à la trajectoire estimée du stock (figure 3). Ces valeurs raisonnables par rapport à la plupart des indices du relevé ont été obtenues en dépit du comportement semi-pélagique de cette espèce, qui passe beaucoup de temps loin du fond, ce qui fait que la surveillance de cette espèce au moyen de chaluts de fond est loin d'être idéale. Une erreur relative moyenne de 49,5 % sur 41 valeurs d'indice provenant de ces quatre relevés synoptiques, effectués de 2003 à 2021, témoigne de la faible pertinence apparente de cette méthodologie pour la surveillance de cette espèce. Cependant, l'utilisation de la CPUE pour suivre l'abondance du bocaccio après 2012 a été exclue en raison du comportement marqué d'évitement de la pêche par la flotte de chalutiers, ce qui fait de ces quatre relevés la seule source disponible de renseignements récents sur l'abondance de l'espèce.

Les données mises à jour sur la distribution des fréquences de longueur montrent que la cohorte de 2016 du bocaccio de la Colombie-Britannique est demeurée la seule classe d'âge dominante. Des distributions de fréquences de longueur étaient disponibles pour chaque relevé, corroborant de façon indépendante la présence dans cette cohorte et démontrant que l'abondance accrue du bocaccio dans chaque relevé était entièrement attribuable à cette cohorte. Le relevé le plus important pour cette espèce (relevé synoptique dans le bassin de la Reine-Charlotte) a montré une progression constante de la taille de la cohorte à mesure que les poissons vieillissaient, bien que la croissance ait ralenti après 2019. L'information disponible sur les fréquences de longueur indique que la cohorte de 2016 est passée de 40 cm environ en 2019 à 51-53 cm en 2021 et à 56-58 cm environ en 2022-2023 (figure 4). À titre de référence, Starr et Haigh (2022) présentent des valeurs L-infini de von Bertalanffy de 71 et 69 pour les femelles et les mâles, respectivement, tirées des données des relevés disponibles sur l'âge. Les trois relevés synoptiques effectués en 2021 ont également permis de détecter une cohorte beaucoup plus petite de poissons mesurant ~20 cm, la taille prévue des poissons d'un an, dénotant peut-être un nouveau recrutement (figures 4 et 5). Cette nouvelle cohorte était également présente dans trois des quatre relevés récents (2022 pour le relevé sur la COIV et 2023 pour les relevés dans le BRC et le DH). La progression de la cohorte de 2016 vers des tailles plus grandes est très claire lorsque toutes les données des relevés de recherche sont combinées (figure 6). La présence continue de la cohorte de 2016 est également corroborée dans les fréquences de longueur des prises des pêches commerciales disponibles, bien qu'il n'y ait pas de données pour 2021 (figure 6). La cohorte de 2020 n'apparaîtrait pas dans les données commerciales de 2021 en raison de sa petite taille et de l'utilisation de maillages plus grands dans le cul de chalut pour éviter de capturer les petits poissons. La cohorte de 2020 pourrait être visible dans les échantillons de la pêche commerciale de 2022 ou 2023, mais aucune donnée n'est disponible pour ces années à l'heure actuelle.

Les stades de maturité des bocaccios femelles dans les six relevés synoptiques réalisés après 2019 sont résumés dans le tableau 5. Ces résumés, tronqués aux longueurs indiquées pour restreindre l'analyse à la classe d'âge de 2016, montrent que, en moyenne, moins de 5 % des bocaccios de cette classe d'âge ont été jugés « immatures » ou « en maturation » dans les six relevés. Étant donné que l'ogive de maturité utilisée dans le modèle supposait que 30 % des bocaccios d'âge 5 et 57 % des bocaccios d'âge 7 étaient matures, il est possible que les estimations des poissons matures aient été biaisées à la baisse et que les niveaux réels de génitrices étaient plus élevés que ce qui est indiqué dans cette évaluation des stocks. Toutefois, il convient de tempérer cette conclusion par l'observation selon laquelle les valeurs indiquées dans le tableau 5 pourraient être trompeuses, car il s'agit de poissons dont le stade de maturité a été déterminé visuellement et, dans certains cas, les poissons jugés « au repos » auraient dû être dans la catégorie « en maturation ».

Tableau 5. Pourcentage de bocaccios femelles (>30 cm de longueur totale en 2021 et ≥45 cm en 2022 et 2023) à chaque stade de maturité enregistré à partir des trois relevés synoptiques qui ont été effectués en 2021, 2022 et 2023 (bassin de la Reine-Charlotte [BRC], DH et côte ouest de l'île de Vancouver [COIV]; identifiants de voyage indiqués entre parenthèses).

	Bassin de la Reine-Charlotte		Détroit d'Hécate		Côte ouest de l'île de Vancouver	
	2021	2023	2021	2023	2021	2022
Année						
ID de voyage	85990	86850	85930	86910	85950	86390
Immature	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
En maturation	3,9	2,9	2,3	1,9	5,4	5,6
Mature	7,3	12,4	14,8	17,0	10,4	11,2
Ayant frayé	18,0	9,1	8,0	17,0	30,0	8,7
Au repos	70,8	75,2	75,0	64,2	54,2	74,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

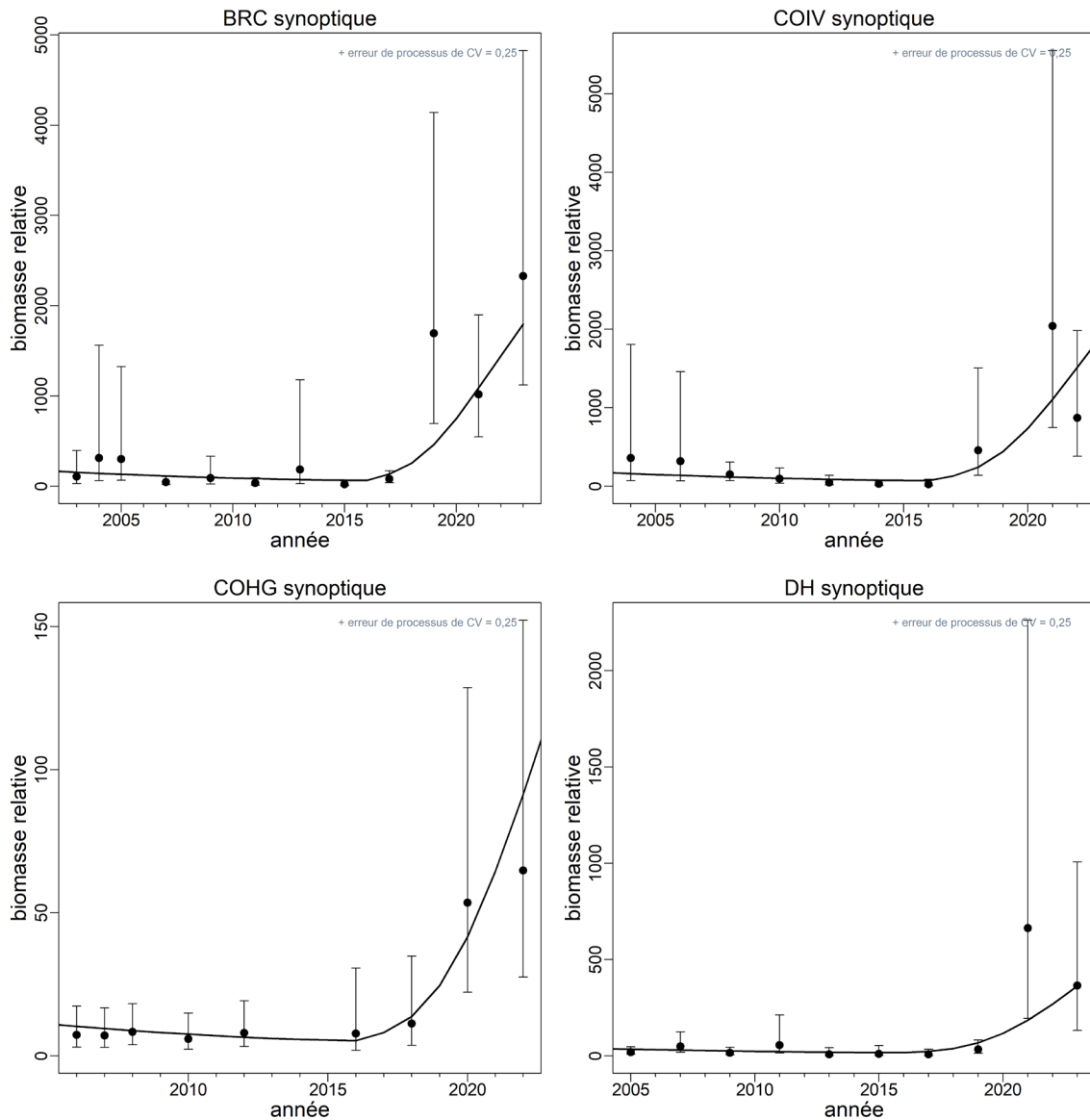


Figure 3. Cycle central ($M = 0,08$) : valeurs de l'indice du relevé (points) avec les intervalles de confiance à 95 % (barres) et les ajustements du modèle selon le mode de distribution a posteriori (courbes) pour la série de relevés synoptiques.

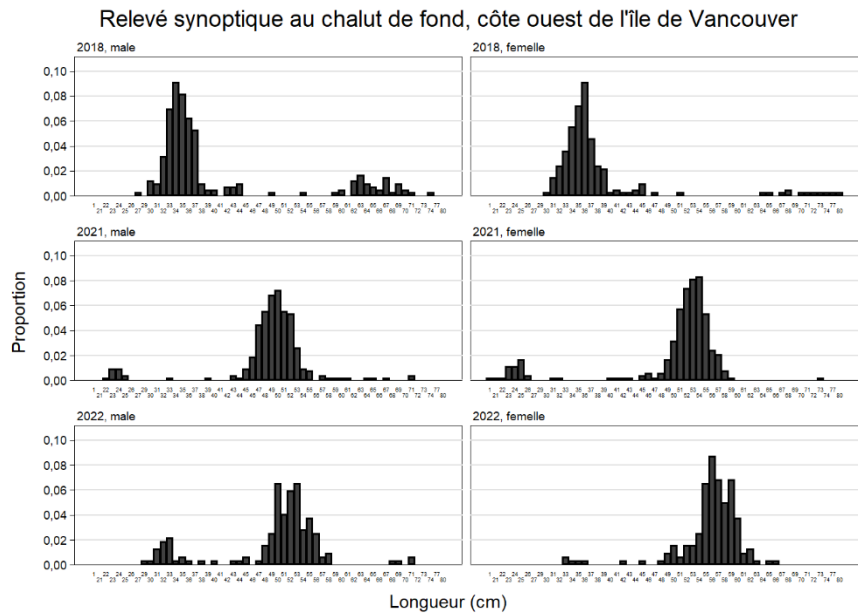
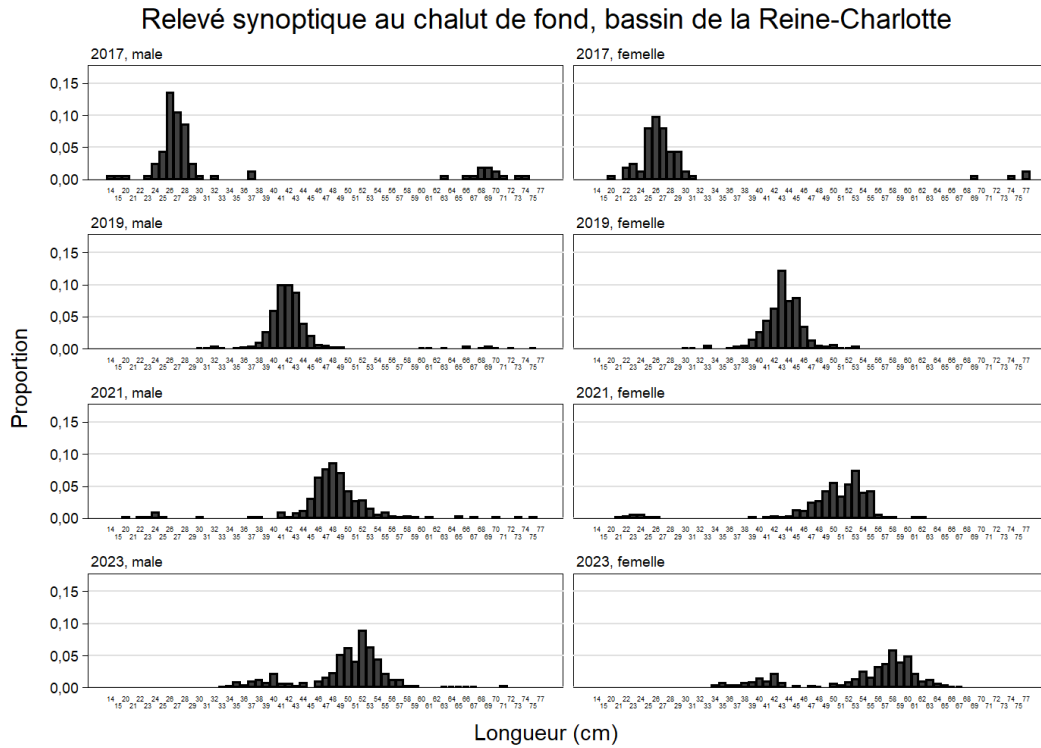


Figure 4. Distributions non pondérées des fréquences de longueur, selon l'année et le sexe, observées dans les séries de relevés synoptiques dans le bassin de la Reine-Charlotte (en haut) et sur la côte ouest de l'île de Vancouver (en bas).

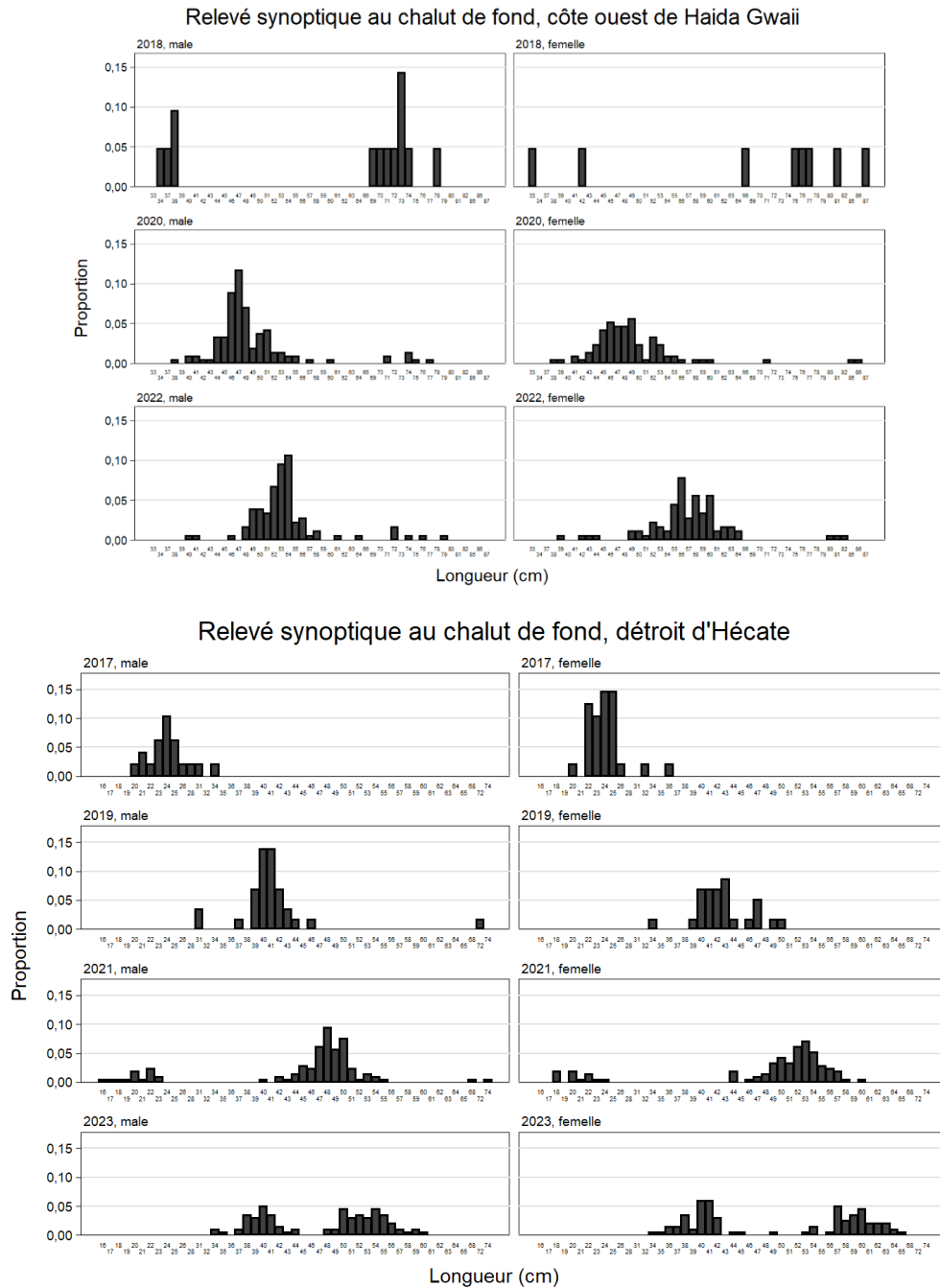


Figure 5. Distributions non pondérées des fréquences de longueur, selon l'année et le sexe, observées dans la série de relevés synoptiques sur la côte ouest de Haida Gwaii (en haut) et dans le détroit d'Hécate (en bas).

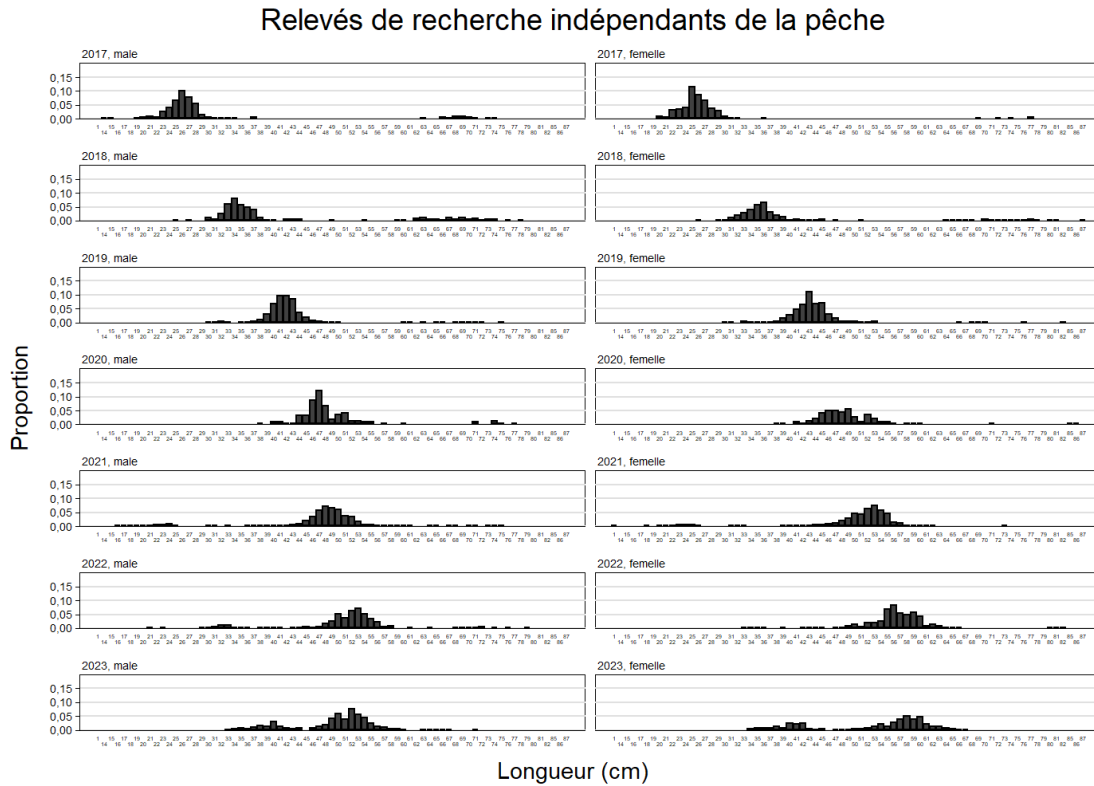
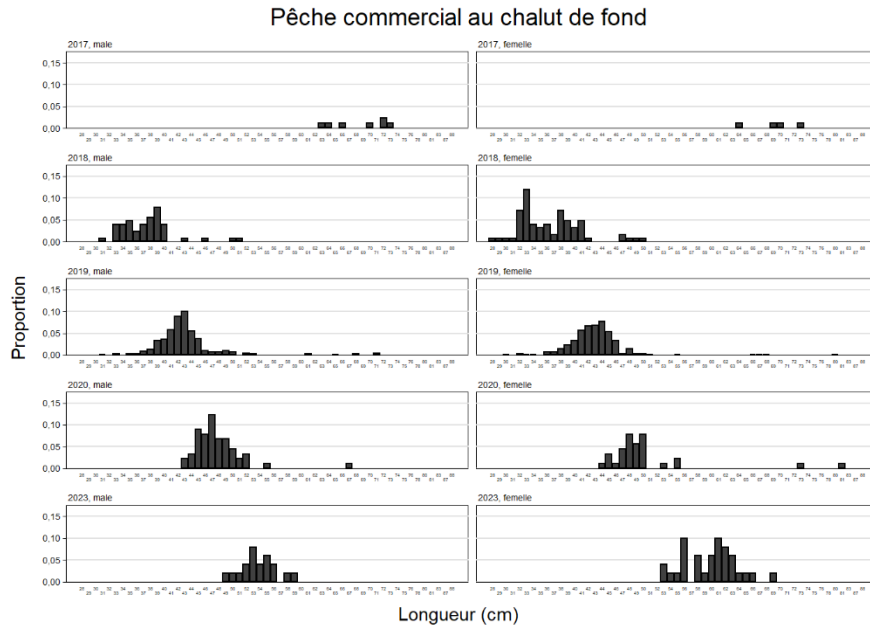


Figure 6. Distributions non pondérées des fréquences de longueur, selon l'année et le sexe, observées dans la pêche commerciale au chalut (en haut) et les relevés de recherche combinés (en bas).

Scénario de référence composite

La mise à jour du scénario de référence composite de 2019 pour le bocaccio comprenait trois simulations qui couvraient un axe important d'incertitude (M) pour cette évaluation du stock :

Région du Pacifique

- B1 (Run01) – M fixe = 0,07 pour les deux sexes et A défini = 50;
- B2 (Run02) – M fixe = 0,08 pour les deux sexes et A défini = 50;
- B3 (Run03) – M fixe = 0,09 pour les deux sexes et A défini = 50.

Pour chaque simulation connexe, 1 000 échantillons de la méthode de MCCM ont été regroupés (en 3 000 échantillons) afin de fournir une moyenne de la trajectoire du stock pour connaître l'état de la population et formuler un avis à l'intention des gestionnaires. L'évaluation des stocks de 2019 a conclu qu'il n'était pas possible d'estimer M étant donné l'incertitude des données sur l'âge et des indices de la biomasse des relevés, les estimations du mode de densité a posteriori (MDP) ne variant pas par rapport aux moyennes des valeurs a priori. De plus, les simulations qui estimaient M présentaient un comportement instable de la méthode de MCCM avec de mauvais diagnostics de convergence.

Les estimations actualisées de la médiane des paramètres dans le scénario de référence composite figurent dans le tableau 6 et les quantités dérivées à l'équilibre et associées au rendement maximal durable (RMD), dans le tableau 7. Les différences entre les simulations sont résumées par diverses figures :

- Figure 7 – Tracés de la méthode de MCCM de R_0 (recrutement à l'équilibre non exploité) pour les trois modèles initiaux;
- Figure 8 – Trois segments des chaînes pour chaque composante R_0 a posteriori;
- Figure 9 – Diagrammes d'autocorrélation pour chaque composante R_0 a posteriori;
- Figure 10 – Diagrammes de quartiles des estimations des paramètres à partir des trois modèles initiaux;
- Figure 11 – Diagrammes de quartiles de certaines quantités dérivées à partir des trois modèles initiaux.

Les trajectoires de modèles et l'état final des stocks pour le scénario de référence sont présentés sur les figures suivantes :

- Figure 12 – Estimations de la biomasse féconde par rapport à B_{RMD} (B_t/B_{RMD}) à partir des valeurs a posteriori regroupées du modèle, y compris des projections sur 10 ans à quatre niveaux de prise;
- Figure 13 – Estimations de la biomasse vulnérable V_t (tonnes) à partir des valeurs a posteriori regroupées du modèle;
- Figure 14 – Estimations du taux d'exploitation u_t à partir des valeurs a posteriori regroupées du modèle;
- Figure 15 – Estimations du recrutement reconstitué (de 1935 à 2024) et projeté (de 2025 à 2034) R_t (en milliers de poissons d'âge 1) à partir des valeurs a posteriori regroupées du modèle;
- Figure 16 – Diagramme de phase dans le temps de la médiane de B_t/B_{RMD} et de u_{t-1}/u_{RMD} par rapport aux points de référence selon l'approche de précaution (AP) du MPO;
- Figure 17 – Comparaison de l'épuisement du stock reproducteur (B_t/B_0) selon les mises à jour de l'évaluation des stocks (2024, 2021) à celui estimé dans l'évaluation des stocks de 2019;

- Figure 18 – Comparaison des estimations du recrutement pour les poissons d'âge 1 en 2017 par les ajustements de la plateforme Awatea en 2019, 2021 et 2024;
- Figure 19 – État du stock de bocaccio au début de 2024 pour la mise à jour de 2024, de 2022 pour la mise à jour de 2021 et de 2020 pour l'évaluation des stocks de 2019.

Dans le cadre de l'évaluation des stocks de 2019, on a déterminé que l'incertitude concernant M était la composante la plus importante de l'incertitude relative à cette évaluation du stock, surtout lorsqu'il n'était pas possible d'estimer ce paramètre de façon fiable. D'autres sources d'incertitude ont été explorées au moyen d'analyses de sensibilité (Starr et Haigh 2022), qui n'ont pas été répétées dans la présente mise à jour.

Les trois modèles initiaux décrits ci-dessus ont convergé avec des diagnostics de MCCM acceptables. Les figures 7 à 9 illustrent les diagnostics pour le paramètre R_0 pour chaque modèle, avec de bons tracés d'échantillons et une autocorrélation minimale pour chaque modèle. Les modèles présentaient des distributions a posteriori très similaires pour les paramètres de sélectivité (figure 10), tandis que les paramètres R_0 , h et q variaient avec M , avec une augmentation de R_0 et une diminution des estimations de h et q avec une augmentation de M .

Le scénario de référence composite, qui comprend trois simulations MCCM regroupées, a servi à calculer un ensemble d'estimations de paramètres (tableau 6, définitions des paramètres à l'annexe E de Starr et Haigh 2022), les valeurs à l'équilibre ainsi que les valeurs associées au rendement maximal durable (tableau 7). La trajectoire de la population dans le scénario de référence composite de 1935 à 2024 et la biomasse projetée jusqu'en 2034 indiquent que la biomasse médiane du stock et la limite de crédibilité à 5 % dépassaient le point de référence supérieur du stock (PRS) en 2024 et resteraient dans la zone saine pendant les 10 prochaines années pour tous les niveaux de prise prévus (figure 12).

Les diagrammes de la biomasse vulnérable pour chaque pêche montrent une forte réaction à la présence de la cohorte de 2016 (figure 13). Le diagramme du taux d'exploitation pour la pêche au chalut montre que l'exploitation a augmenté par rapport au creux de la période moderne (de 1996 à 2023) de $u_{2016} = 0,023$ (0,013, 0,035) à $u_{2023} = 0,043$ (0,020, 0,076), qui reste inférieur à u_{rmd} . On a estimé que la cohorte de 2016 était beaucoup plus nombreuse que toutes les classes d'âge précédentes (figure 15). On a estimé que pendant la période de reconstitution (de 1935 à 2023), le nombre médian de poissons d'un an en 2017 était 60 fois (50x, 68x) plus abondant que le recrutement annuel moyen².

Un diagramme de phase de l'évolution temporelle de la biomasse féconde et du taux d'exploitation dans les deux pêches modélisées dans l'espace du RMD porte à croire que le stock se trouvait dans la zone critique depuis la fin des années 1990, mais est rapidement revenu dans la zone saine en 2021 lorsque la grande cohorte de 2016 a pu contribuer à la biomasse du stock reproducteur femelle (figure 16). Le stock actuel (2024) se trouve largement dans la zone saine à $B_{2024}/B_{\text{RMD}} = 2,54$ (1,14, 6,43), $u_{2023}(\text{chalut})/u_{\text{RMD}} = 0,35$ (0,16, 0,72) et $u_{2023}(\text{autre})/u_{\text{RMD}} = 0,006$ (0,003, 0,013) (voir le tableau 7).

² Équations $\left\{ \begin{array}{l} \bar{R}_x = \frac{1}{N} \sum_{t=1935}^{2023} R_{xt} \quad \text{où } x = \text{échantillon MCCM, } N = 2023 - 1935 + 1 \\ r_x = R_{x,2017} / \bar{R}_x \quad \text{où } r_x = \text{ratios des échantillons du recrutement de 2016 et du recrutement moyen} \end{array} \right.$

Tableau 6. Quantiles 0,05, 0,5 et 0,95 pour les paramètres du modèle regroupés (voir les détails de la légende du tableau 1) d'après l'estimation selon la méthode de MCCM des trois simulations de référence.

Paramètre	5 %	50 %	95 %
R_0	835	2 099	5 116
h	0,683	0,792	0,923
q_1	0,0192	0,0363	0,0581
q_2	0,0214	0,0398	0,0645
q_3	0,00160	0,00298	0,00482
q_4	0,00485	0,00940	0,0158
q_5	0,0334	0,0601	0,0946
q_6	0,0132	0,0222	0,0352
q_7	0,000197	0,000338	0,000456
μ_1	7,40	10,9	15,3
μ_2	7,72	10,2	13,7
μ_3	8,25	11,7	15,9
μ_4	8,49	12,1	16,6
μ_7	9,26	11,1	13,3
Δ_1	0,463	0,945	1,43
Δ_2	0,410	0,879	1,37
Δ_3	0,471	0,964	1,46
Δ_4	0,446	0,939	1,43
Δ_7	0,555	1,01	1,47
$\log v_{1L}$	3,37	4,30	5,12
$\log v_{2L}$	3,11	3,91	4,76
$\log v_{3L}$	3,14	4,10	4,98
$\log v_{4L}$	3,18	4,06	4,81
$\log v_{7L}$	2,87	3,44	4,05

Tableau 7. Quantiles 0,05, 0,5 et 0,95 des quantités dérivées de la méthode de MCCM provenant de 3 000 échantillons regroupés à partir de trois valeurs de la méthode de MCCM a posteriori. Définitions : B_0 = biomasse féconde à l'équilibre non exploitée (femelles matures); V_0 = biomasse vulnérable à l'équilibre non exploitée (mâles et femelles); B_{2024} = biomasse féconde au début de 2024; V_{2024} = biomasse vulnérable au milieu de 2023; u_{2023} = taux d'exploitation (ratio de la prise totale et de la biomasse vulnérable) au milieu de 2023, u_{max} = taux d'exploitation maximal (calculé pour chaque échantillon comme le taux d'exploitation maximal de 1935 à 2023); B_{RMD} = biomasse féconde à l'équilibre et au rendement maximal durable (RMD); u_{RMD} = taux d'exploitation à l'équilibre et au RMD; V_{RMD} = biomasse vulnérable à l'équilibre et au RMD. Toutes les valeurs de la biomasse (et du RMD) sont exprimées en tonnes. À titre de référence, au cours des cinq dernières années (de 2019 à 2023), les prises moyennes ont été de 702 t.

Quantité	5 %	50 %	95 %
B_0	19 784	39 328	79 227
V_0 (chalut)	33 466	66 950	135 819
V_0 (autre)	32 795	65 285	131 597
B_{2024}	13 549	23 789	48 165
V_{2024} (chalut)	23 951	43 158	90 618
V_{2024} (autre)	21 801	37 838	75 800
B_{2024}/B_0	0,315	0,627	1,22
V_{2024}/V_0 (chalut)	0,333	0,670	1,36
V_{2024}/V_0 (autre)	0,302	0,601	1,18
u_{2023} (chalut)	0,0202	0,0429	0,0763
u_{2023} (autre)	0,000381	0,000761	0,00130
u_{max} (chalut)	0,0374	0,0635	0,0884
u_{max} (autre)	0,00658	0,0103	0,0126
RMD	1 072	2 185	4 609
B_{RMD}	3 943	9 828	21 400
$0,4B_{RMD}$	1 577	3 931	8 560
$0,8B_{RMD}$	3 154	7 862	17 120
B_{2024}/B_{RMD}	1,14	2,54	6,43
B_{RMD}/B_0	0,187	0,246	0,287
V_{RMD}	7 636	18 474	41 232
V_{RMD}/V_0 (chalut)	0,215	0,274	0,319
V_{RMD}/V_0 (autre)	0,217	0,279	0,335
u_{RMD}	0,0920	0,120	0,167
u_{2023}/u_{RMD} (autre)	0,155	0,352	0,722
u_{2023}/u_{RMD} (autre)	0,00269	0,00628	0,0129

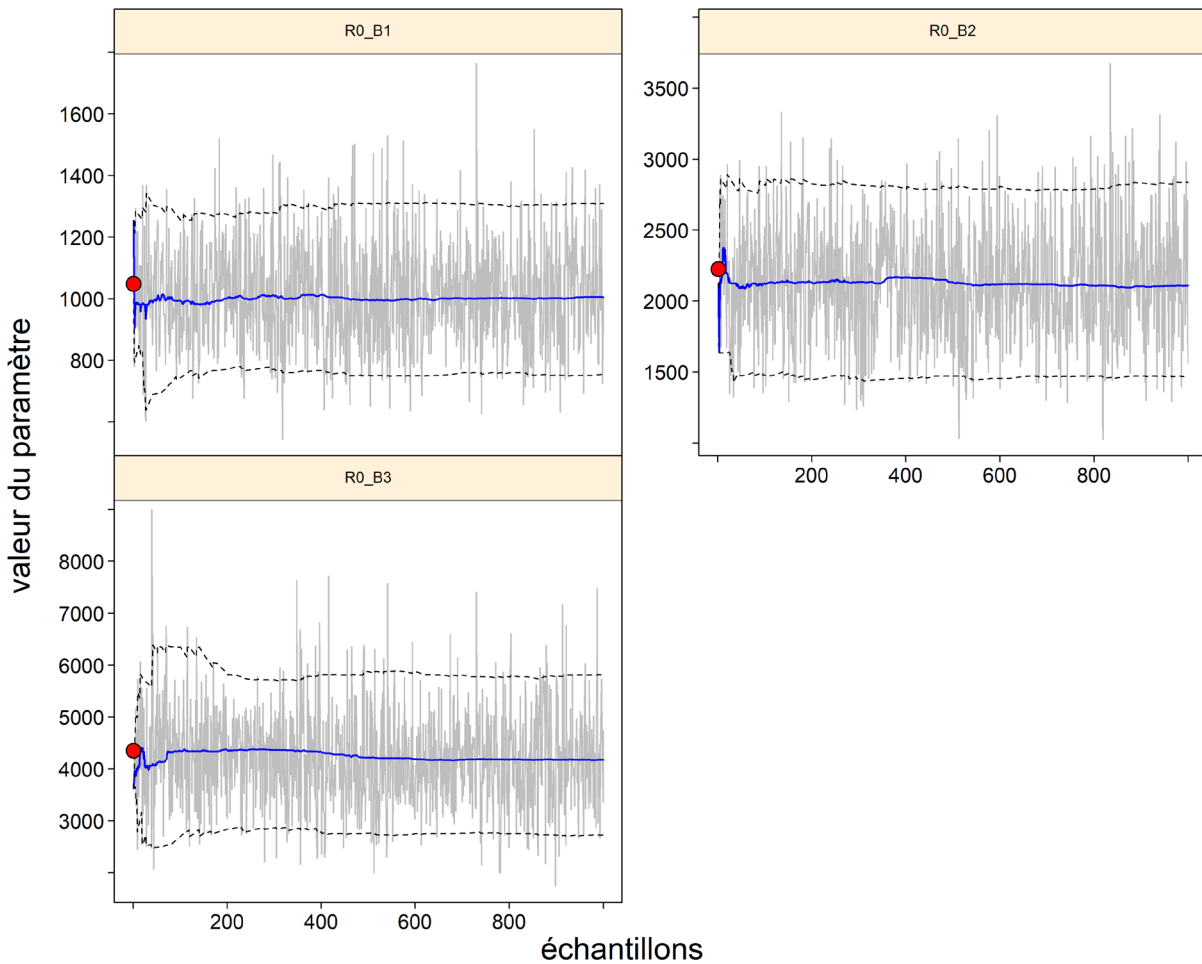


Figure 7. Composantes de référence : tracés MCMC de R_0 pour les trois simulations du scénario de référence. Les lignes grises montrent les 1 000 échantillons pour le paramètre R_0 , les lignes pleines indiquent la médiane cumulative (jusqu'à cet échantillon) et les lignes tiretées indiquent les quantiles cumulatifs 0,05 et 0,95. Les cercles rouges sont les estimations du MDP (mode de distribution a posteriori).

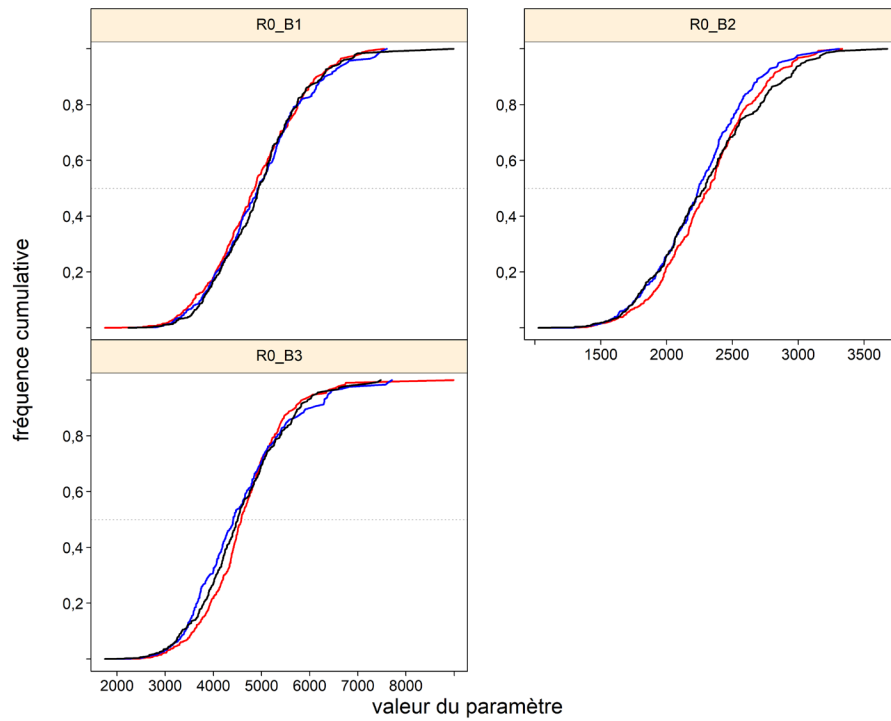


Figure 8. Composantes de référence : diagrammes de diagnostic obtenus par la division des chaînes MCMC de 1 000 échantillons MCMC de R_0 en trois segments et traçant les distributions cumulatives du premier segment (en rouge), du deuxième segment (en bleu) et du dernier segment (en noir).

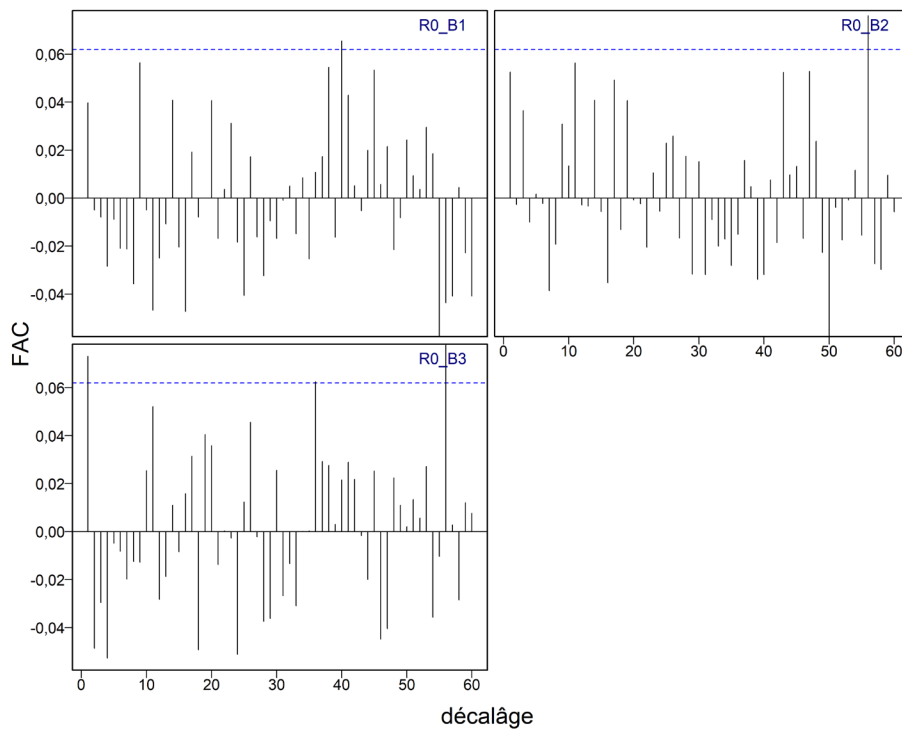


Figure 9. Composantes de référence : diagrammes d'autocorrélation pour les paramètres R_0 des composantes de référence provenant des résultats de la méthode de MCCM. Les lignes bleues horizontales en pointillé délimitent l'intervalle de confiance à 95 % pour l'ensemble de corrélations décalées de chaque paramètre.

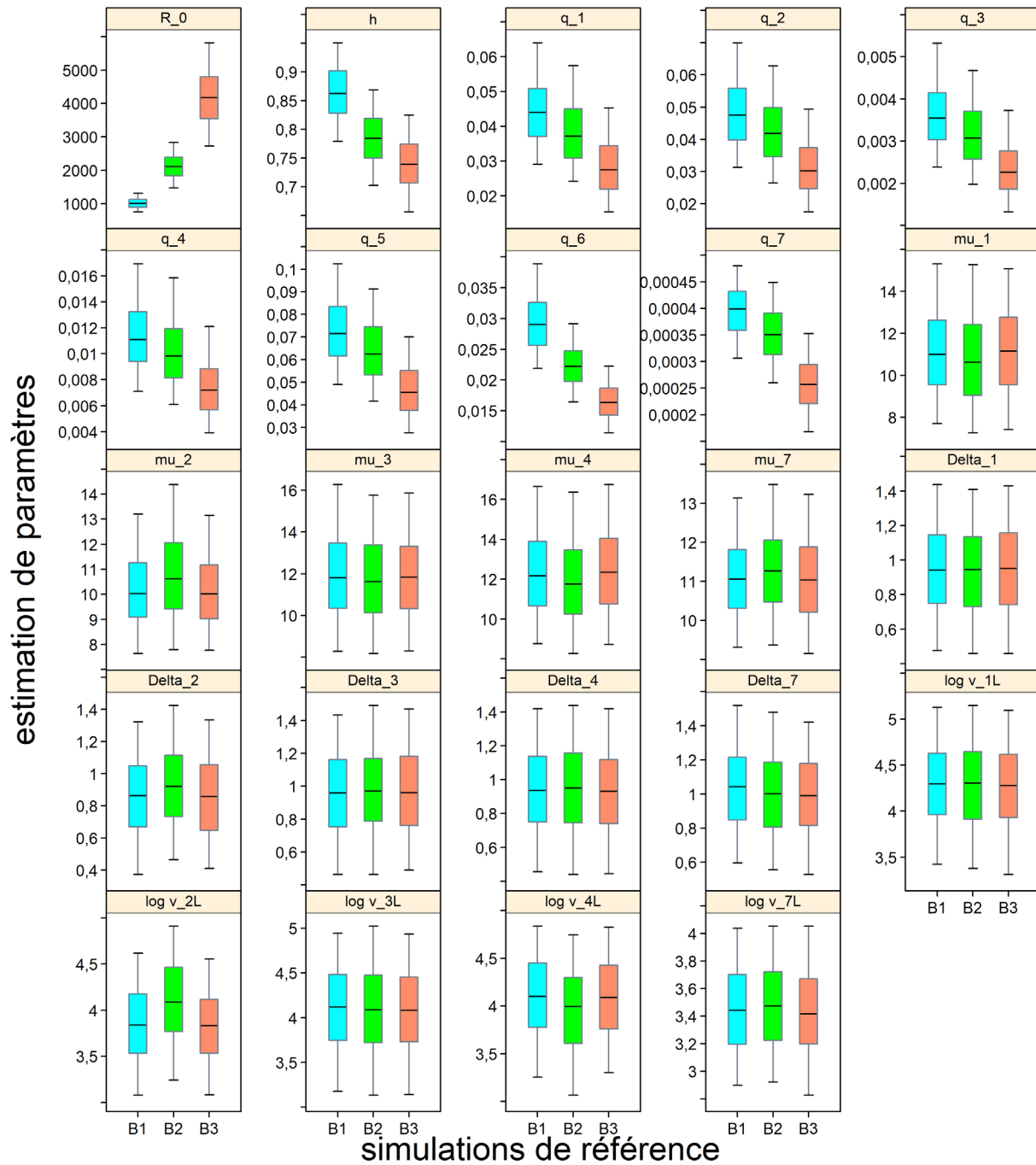


Figure 10. Composantes de référence : diagrammes de quartiles des paramètres estimés par trois simulations du scénario de référence, où les boîtes bleues indiquent $M=0,07$, les boîtes vertes indiquent $M=0,08$ et les boîtes rouges indiquent $M=0,09$. Les tracés en boîte délimitent les quantiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95.

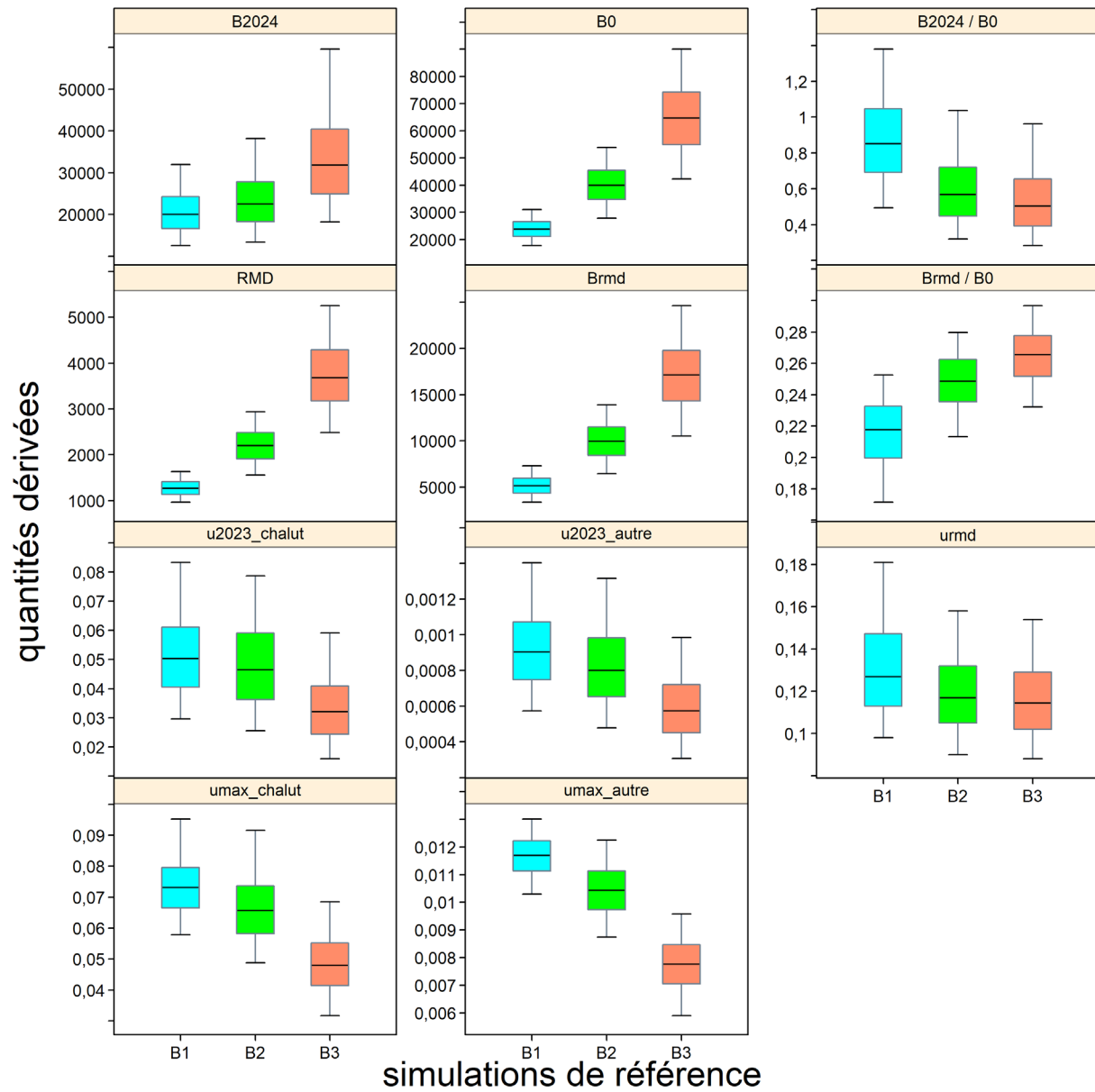


Figure 11. Composantes de référence : diagrammes de quartiles de certaines quantités dérivées (B_{2024} , B_0 , B_{2024}/B_0 , RMD , $BRMD$, $BRMD/B_0$, U_{2023} , $URMD$, U_{max}) à partir de trois simulations du scénario de référence, où les boîtes bleues indiquent $M=0,07$, les boîtes vertes indiquent $M=0,08$ et les boîtes rouges indiquent $M=0,09$. Les tracés en boîte délimitent les quantiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95.

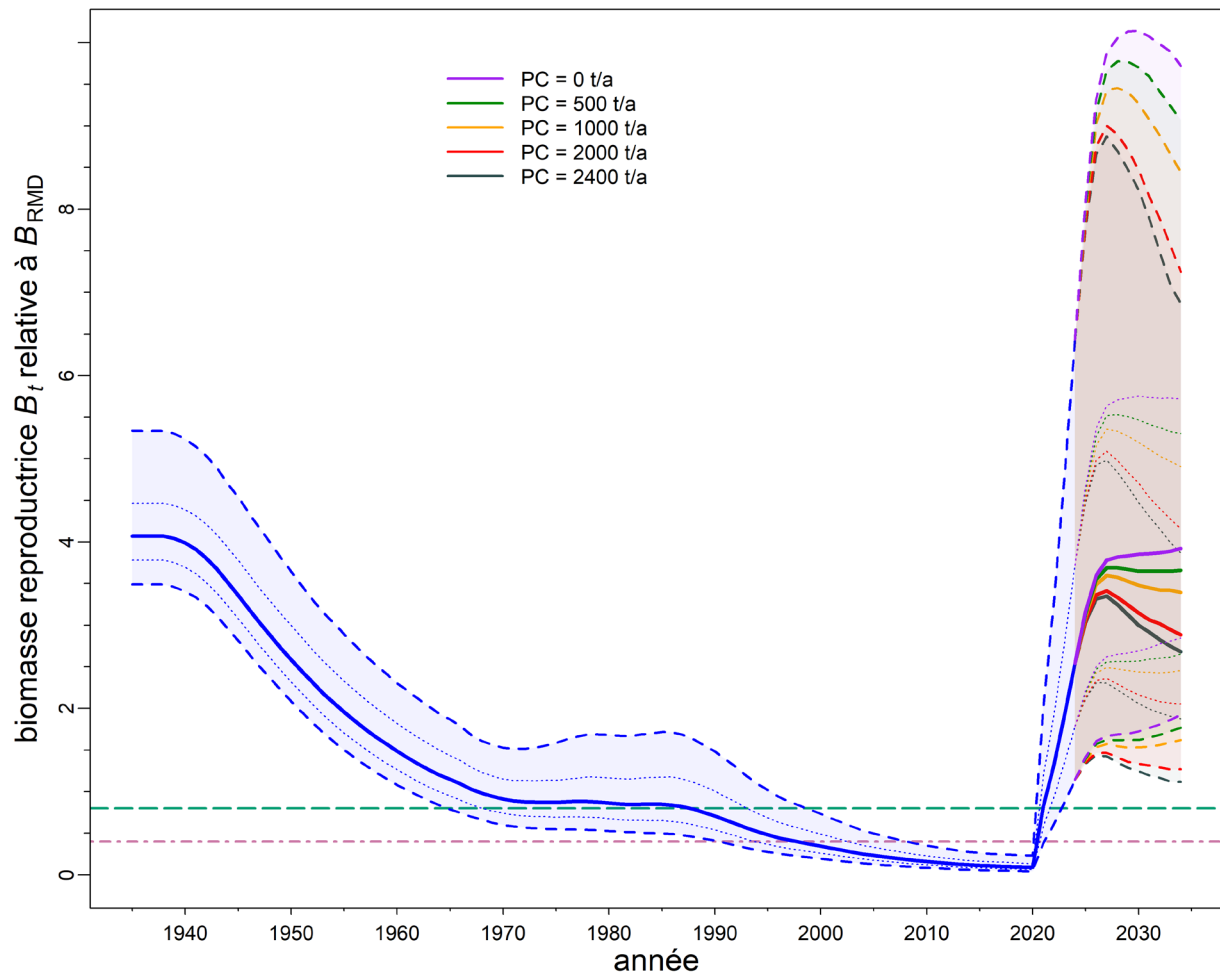


Figure 12. Composantes de référence : estimations de la biomasse féconde B_t par rapport à B_{RMD} à partir des valeurs a posteriori regroupées du modèle. La trajectoire médiane de la biomasse apparaît comme une courbe pleine entourée d'une enveloppe de crédibilité à 90 % (quantiles : 0,05–0,95) en bleu clair et délimitées par des lignes tiretées pour les années $t = 1935:2024$; la biomasse projetée pour les années $t = 2025:2034$ apparaît comme les couleurs spécifiées dans la légende. L'intervalle de crédibilité à 50 % (quantiles : 0,25–0,75) est également représenté, délimité par des lignes en pointillés. Les lignes horizontales indiquent le PRL ($0,4B_{RMD}$; tiret-point) et le PRS ($0,8B_{RMD}$; tiret). Les politiques sur les prises présumées figurent dans la légende, où PC = prises constantes (tonnes/année).

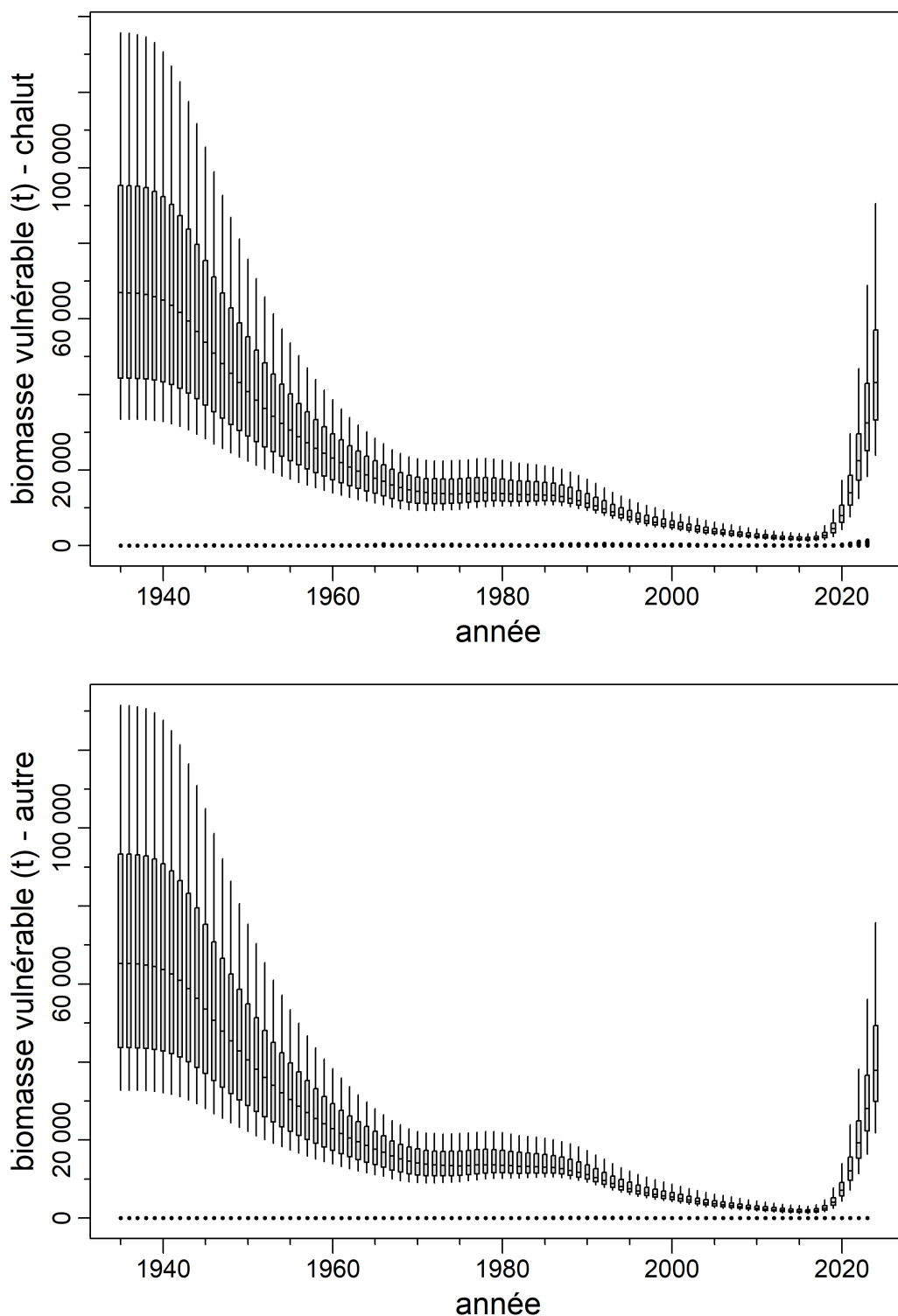


Figure 13. Composantes de référence : estimation de la trajectoire de la biomasse vulnérable pour les deux pêches (tracés en boîte) et historique des prises commerciales (barres verticales), en tonnes. Les tracés en boîte montrent les quantiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95 des résultats de la méthode de MCM.

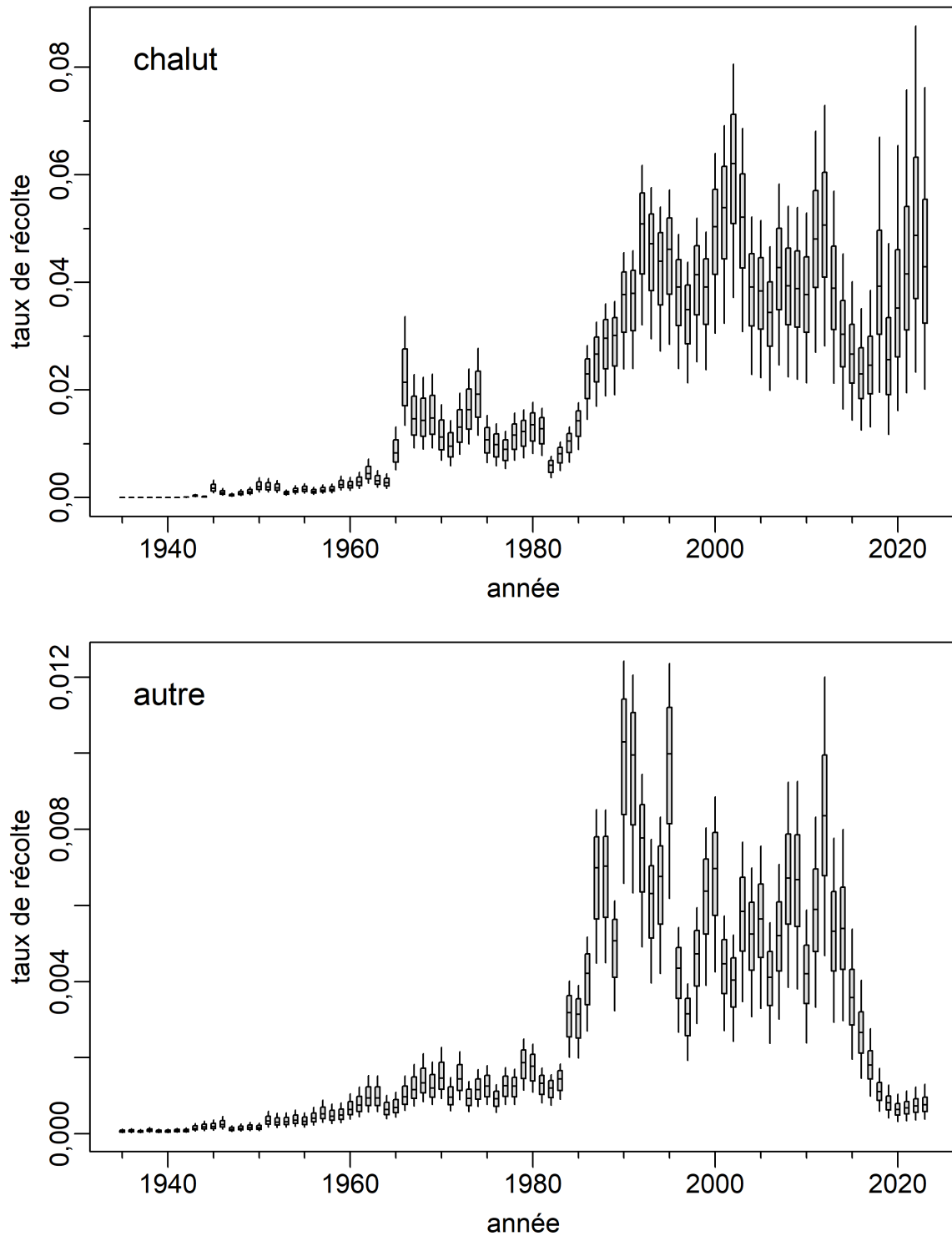


Figure 14. Composantes de référence : distribution a posteriori de la trajectoire du taux d'exploitation pour les deux pêches, par année. Les diagrammes de quartiles montrent les quantiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95 des résultats de la méthode de MCCM.

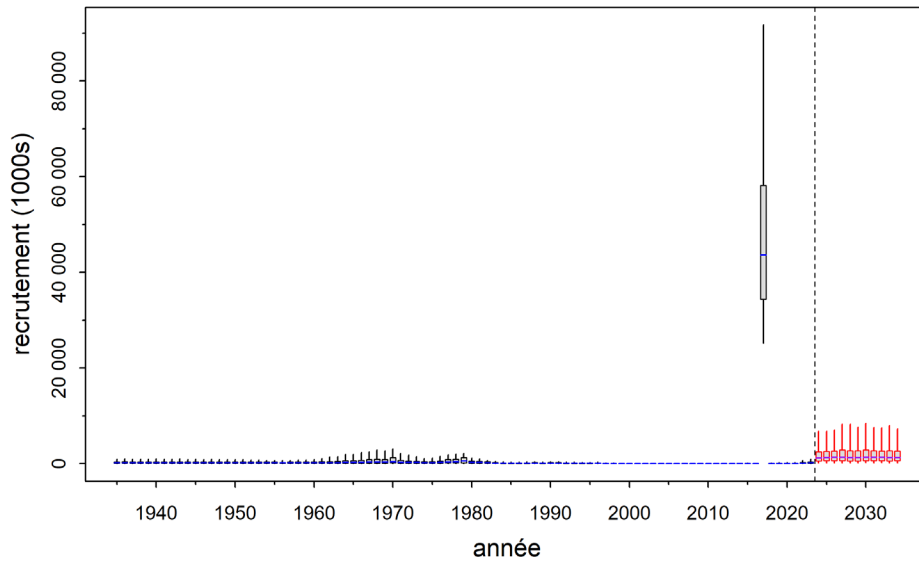


Figure 15. Composantes de référence : distribution a posteriori du recrutement, par année (reconstituée : de 1935 à 2024, projetée : de 2025 à 2034) en milliers de poissons d'âge 1.

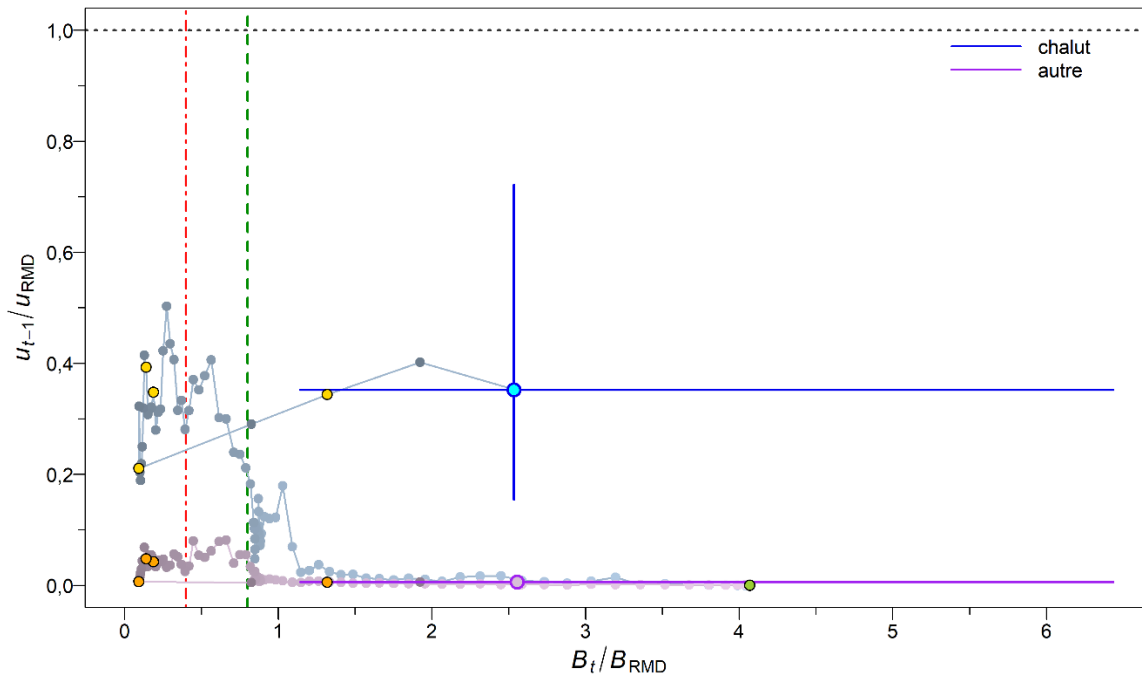


Figure 16. Composantes de référence : diagramme de phase dans le temps des médianes des rapports B_t/B_{RMD} (biomasse féconde de l'année t par rapport à B_{RMD}) et u_{t-1}/u_{RMD} (le taux d'exploitation de l'année $t-1$ par rapport à u_{RMD}) pour les deux pêches (chalut/autre). Le cercle plein vert est l'année de début (1935). Les années passent ensuite d'une ligne à l'autre, du bleu pâle au violet. La fin de la dernière année (2024) est représentée par un cercle plein cyan ou violet; les lignes bleues/violettes transversales représentent les quantiles 0,05 et 0,95 des distributions a posteriori pour la dernière année. Les années du modèle dans les évaluations précédentes (2008, 2012, 2020 et 2022) sont indiquées par des cercles dorés ou oranges. Les lignes tiretées verticales rouges et vertes indiquent les points de référence limite et supérieur du stock selon l'approche de précaution (0,4, 0,8 B_{RMD}) et la ligne horizontale grise pointillée indique u au RMD.

Comparaison avec les évaluations précédentes

La mise à jour de 2024 de l'évaluation des stocks de bocaccio de 2021 a estimé des niveaux plus faibles d'épuisement des stocks (B_t/B_0) que la mise à jour de 2021 pour les mêmes années, mais est restée à des niveaux supérieurs à ceux estimés par l'évaluation initiale (figure 17). Une comparaison des trajectoires composites de l'épuisement de la biomasse féconde dans les trois évaluations a montré une diminution un peu plus importante sur la période de la reconstitution avant les deux mises à jour (2021 et 2024), mais a convergé avant 2020 avec l'arrivée de la cohorte de 2016 dans la population reproductrice. Il est à noter qu'il y a un bon chevauchement entre les enveloppes de crédibilité a posteriori des trois évaluations des stocks, dénotant une bonne concordance entre les trois analyses.

Les deux mises à jour étaient presque identiques les années de chevauchement, bien que celle de 2024 ait estimé un niveau d'épuisement des stocks moins élevé au début de 2024 que celle de 2021 parce que les prélèvements réels en 2022 et 2023 ont dépassé les 500 t/an prévues utilisées pour la mise à jour de 2021 sur la figure 17 (tableau 4). Compte tenu des résultats des mises à jour de 2021 et 2024 des évaluations des stocks, l'évaluation des stocks de 2019 semble avoir sous-estimé le taux de rétablissement réel. En effet, les deux mises à jour ont estimé une cohorte de 2016 plus importante que l'évaluation des stocks de 2019 (indiquée par des millions de poissons d'âge 1 en 2017, figure 18) : 2024 : $R_{2017} = 44$ (25, 92), 2021 : $R_{2017} = 47$ (25, 96) et 2019 : $R_{2017} = 25$ (12, 59) millions de poissons d'âge 1.

En 2019, l'évaluation des stocks de bocaccio prévoyait que la biomasse féconde de 2022 et de 2024 se trouverait dans la zone saine ($>0,8B_{RMD}$), avec des probabilités de 48 % et de 85 %, respectivement, pour une prise constante projetée de 200 t/an de 2020 à 2023. Il convient de noter que les prises réelles pour ces années étaient beaucoup plus élevées que celles utilisées pour les projections de 2019 (tableau 4). La mise à jour de 2021 estimait que la biomasse féconde de 2022 avait une probabilité de 87 % d'être dans la zone saine et projetait que la biomasse de 2024 (pour une prise = 500 t/an) avait une probabilité de >99 % d'être dans la zone saine. Cependant, les prises réelles de 2022 et de 2023 étaient beaucoup plus élevées que les 500 t/an utilisées dans cette projection (tableau 4). Néanmoins, malgré les prises plus élevées observées en 2022 et 2023, la mise à jour de 2024 a estimé que la biomasse féconde de 2024 avait une probabilité de 99 % de se trouver dans la zone saine (tableau 9, figure 19).

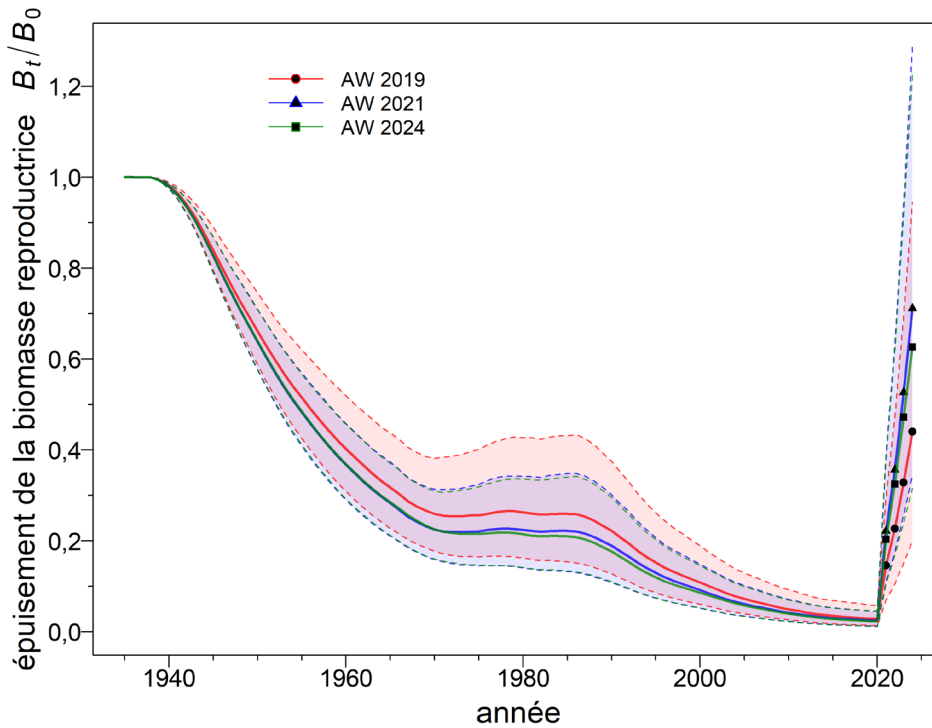


Figure 17. Composantes de référence : comparaison des estimations de la méthode de MCCM de l'épuisement des stocks reproducteurs (B_t/B_0) de la mise à jour actuelle (2021) de 1935 à 2024 pour les mises à jour de l'évaluation des stocks en 2024 (en vert) et 2021 (en bleu) et l'évaluation des stocks de 2019 (en rouge). Les quatre dernières années du modèle (de 2021 à 2024) sont représentées sous forme de carrés pour la mise à jour de 2024, de triangles pour la mise à jour de 2021 (comprend deux années de projection à 500 t/an) et de cercles pour l'évaluation de 2019 (comprend quatre années de projection à 200 t/an). Les enveloppes de crédibilité (lignes tiretées) délimitent les quantiles 0,05 et 0,95.

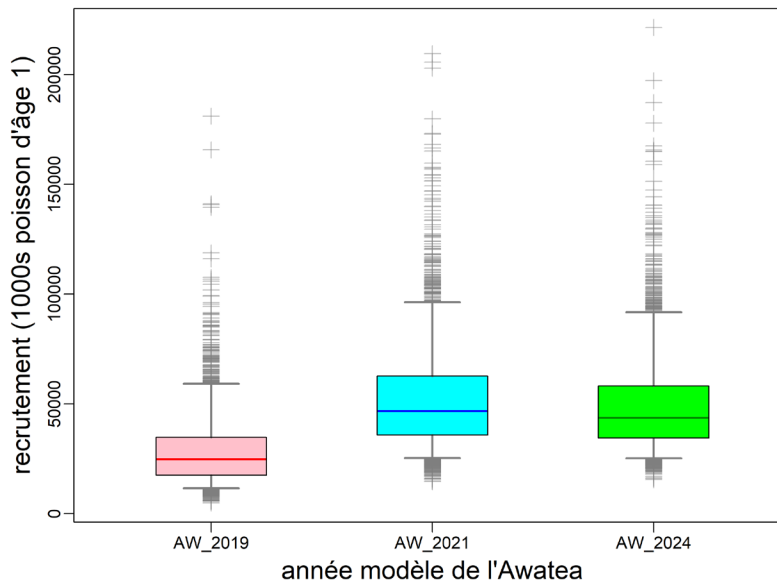


Figure 18. Composantes de référence : comparaison des estimations de la méthode de MCCM du recrutement pour les poissons d'âge 1 en 2017 par les ajustements de la plateforme Awatea en 2019 (en rouge), 2021 (en bleu) et 2024 (en vert).

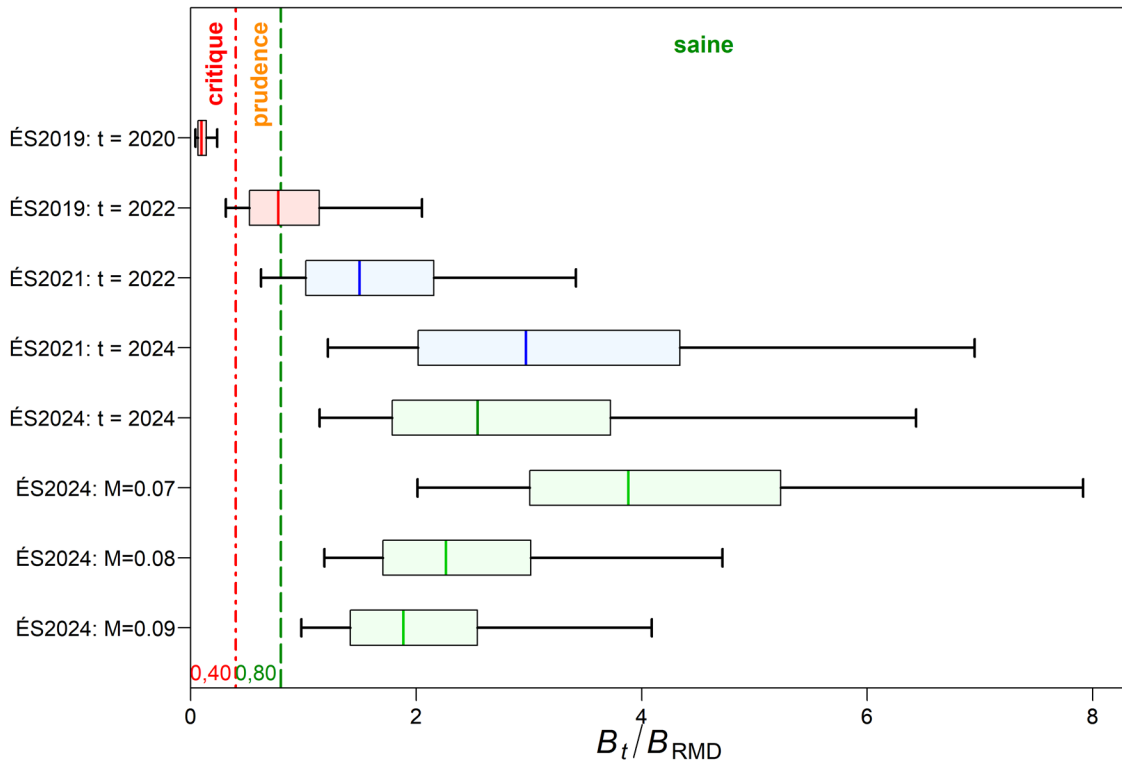


Figure 19. Scénario de référence composite : état du stock au début de l'année du modèle $t = 2020$ dans l'évaluation des stocks de 2019 (barre 1), 2022 dans l'évaluation des stocks de 2021 (barre 3) et 2024 dans l'évaluation des stocks de 2024 (barre 5). Les projections sur deux ans pour l'évaluation des stocks de 2019 à 200 t/an (barre 2) et l'évaluation des stocks de 2021 à 500 t/an (barre 4) sont représentées afin de les comparer aux estimations du scénario de référence pour l'évaluation des stocks de 2021 et l'évaluation des stocks de 2024, respectivement. Les trois dernières barres indiquent l'état des stocks pour les exécutions de l'évaluation des stocks de 2024 qui contribuent au scénario de référence (barre 5). Les diagrammes de quartiles montrent les quantiles 0,05, 0,25, 0,5, 0,75 et 0,95 des valeurs a posteriori de la méthode de MCCM.

Projections d'un recrutement faible

L'incertitude entourant la force de la cohorte de 2016 a été explorée dans l'évaluation des stocks de 2019 en extrayant des échantillons du composite a posteriori qui correspondaient au 5^e centile inférieur des estimations du recrutement de poissons d'âge 1 pour R_{2017} afin de mettre à l'essai la robustesse de la reconstitution projetée en utilisant la composante la moins productive de la distribution a posteriori. Cette projection d'un recrutement faible a été répétée dans l'évaluation de la mise à jour de 2024. Il en a résulté 150 échantillons : 109 échantillons de la simulation B1 ($M = 0,07$), 39 échantillons de la simulation B2 ($M = 0,08$) et deux échantillons de la simulation B3 ($M = 0,09$). Cet ensemble d'échantillons a posteriori à faible productivité, avec une M effective comprise entre 0,07 et 0,08, a réduit l'estimation de la médiane de R_{2017} à 23 (19, 25) millions de recrues contre 44 (25, 92) millions si on utilise l'estimation a posteriori complète, soit une baisse d'environ la moitié des recrutements prévus (voir le panneau du haut, figure 20). Lorsque ce sous-ensemble de la distribution a posteriori a été projeté sur 10 ans à une prise constante de 0, 500, 1 000 et 2 000 t/an (panneau inférieur, figure 20), le stock a continué d'augmenter en 2025 et 2026 (à l'exception de la trajectoire de 2 000 t/an qui a affiché une légère baisse en 2026). Les trajectoires divergeaient après 2026, la trajectoire de 0 t/an continuant d'augmenter, celle de 500 t/an restant plate et les trois trajectoires restantes

diminuant jusqu'à la fin de la période de projection. Il convient toutefois de noter que le 5^e centile de la projection de 2 000 t/an demeurait dans la zone saine à la fin de la période de projection (figure 20).

Les grands épisodes occasionnels de recrutement sont typiques des espèces d'eaux profondes de *Sebastes*; de tels épisodes ont été observés tous les 10 à 25 ans chez d'autres espèces de ce genre. Le bocaccio semble être une espèce aberrante, avec une seule grande cohorte observée en plus de 60 ans. Selon cette mise à jour du modèle, la grande cohorte de 2016 a mené à un rétablissement complet de la population de bocaccio de l'ensemble de la côte, même si les estimations modélisées de l'état dans la dernière partie des années 2010 indiquaient que la population se situait à moins de 5 % de la biomasse à l'équilibre non exploitée. De même, la population de bocaccio du sud de la Californie a connu plusieurs bons recrutements récents qui ont mené au rétablissement de cette population (Starr et Haigh 2022).

Des observations anecdotiques de jeunes bocaccios apparaissant en 2016 ont déjà été signalées dans Starr et Haigh (2022), mais il vaut la peine de les répéter ici. Des pêcheurs amateurs et des membres de la flotte de pêche commerciale ont remarqué la présence de bocaccios juvéniles en 2016 et 2017. Les pêcheurs commerciaux se plaignaient de plus en plus du fait qu'il était difficile de respecter les plafonds de prises alloués tout en pêchant d'autres espèces à cause de ce nouveau recrutement du bocaccio. De plus, des relevés indépendants des jeunes de l'année le long de la côte centrale de la Colombie-Britannique (Alejandro Frid, [Central Coast Indigenous Resource Alliance](#), comm. pers. 2019) et de la côte de la Californie (John Field, [Southwest Fisheries Science Center](#), NOAA, comm. pers. 2019) avaient détecté un nombre important de bocaccios juvéniles en 2016 et les années suivantes. En 2023, de grandes quantités de bocaccios ont été capturées, comparables à celles des principales espèces de sébastes, dans le cadre d'un nouveau programme de bioéchantillonnage commercial (Norm Olsen, Station biologique du Pacifique, MPO, comm. pers. 2024).

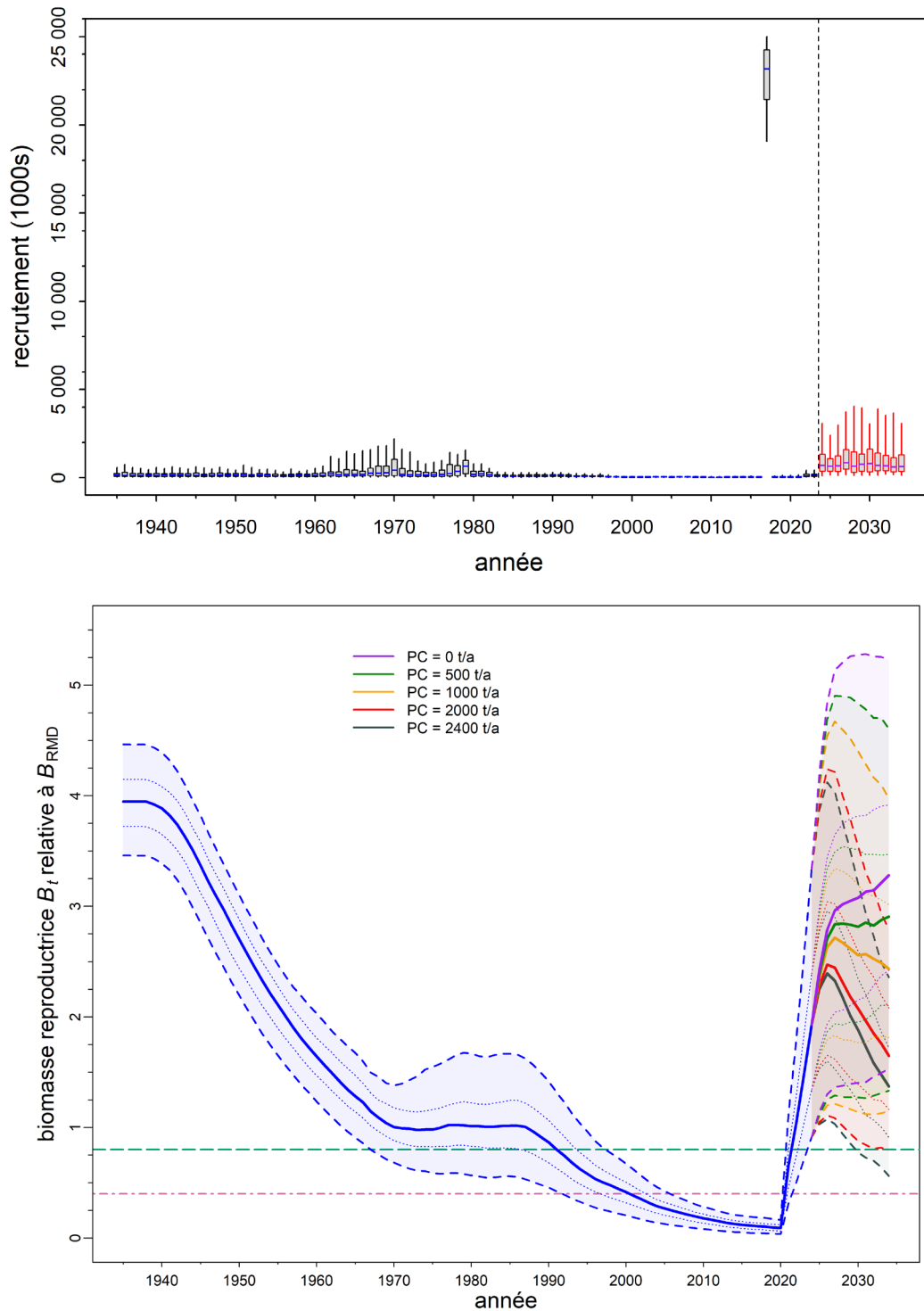


Figure 20. Extraction de recrutement faible : (en haut) distribution a posteriori marginale de la trajectoire de recrutement chez 1 000 poissons d'âge 1 (voir plus de détails dans la légende de la figure 15); (en bas) estimations de la biomasse féconde B_t par rapport à B_{RMD} à partir de 150 des échantillons regroupés a posteriori du modèle qui représentent les échantillons ayant les estimations de recrutement les plus faibles R_{2017} de poissons d'âge 1 (voir plus de détails dans la légende de la figure 12).

Indicateurs de l'état des stocks

Les tableaux de décision pour le scénario de référence composite fournissent un avis à l'intention des gestionnaires, qui est exprimé sous forme de probabilités que la biomasse actuelle ou projetée B_t ($t = 2024, \dots, 2034$) dépasse les points de référence fondés sur la biomasse (ou que le taux d'exploitation projeté u_t devienne inférieur aux points de référence fondés sur les prises) avec des politiques de prise constante. Il convient de noter que les années pour les points de référence fondés sur la biomasse désignent le début des années, tandis que les années pour les points de référence fondés sur la récolte désignent les années avant le début (~milieu de l'année). Pour interpréter les tableaux de décision en ce qui concerne le PRL ($0,4B_{\text{RMD}}$) et le PRS ($0,8B_{\text{RMD}}$) du MPO, la probabilité d'être i) dans la zone saine est de $P(B_t > \text{PRS})$, ii) dans la zone de prudence est de $P(B_t > \text{PRL}) - P(B_t > \text{PRS})$ et iii) dans la zone critique est de $1 - P(B_t > \text{PRL})$. Les tableaux de décision dans le document (tous assujettis à une politique de prise constante) sont les suivants :

- Tableau 8 – probabilité que B_t dépasse le PRL : $P(B_t > 0,4B_{\text{RMD}})$
- Tableau 9 – probabilité que B_t dépasse le PRS : $P(B_t > 0,8B_{\text{RMD}})$
- Tableau 10 – probabilité que B_t dépasse la biomasse au RMD : $P(B_t > B_{\text{RMD}})$;
- Tableau 11 – probabilité que u_t tombe sous le taux de récolte au RMD : $P(u_t < u_{\text{RMD}})$;
- Tableau 12 – probabilité que B_t dépasse la biomasse de l'année en cours : $P(B_t > B_{2024})$;
- Tableau 13 – probabilité que u_t tombe sous le taux de récolte de l'année en cours : $P(u_t < u_{2023})$;
- Tableau 14 – probabilité que B_t dépasse une « limite non critique » ne provenant pas du MPO : $P(B_t > 0,2 B_0)$;
- Tableau 15 – probabilité que B_t dépasse une biomasse « cible » ne provenant pas du MPO : $P(B_t > 0,4 B_0)$.

En plus des tableaux fondés sur le PRL et le PRS, des résultats sont fournis en comparant la biomasse projetée à B_{RMD} et à la biomasse féconde actuelle B_{2024} , ainsi que le taux de récolte projeté au taux de récolte actuel u_{2023} .

Les points de référence fondés sur le RMD qui sont estimés au moyen d'un modèle d'évaluation du stock peuvent être très sensibles aux hypothèses du modèle concernant la mortalité naturelle et la dynamique de la relation stock-recrutement (Forrest *et al.* 2018). Ainsi, d'autres pays utilisent des points de référence qui sont exprimés sous la forme de B_0 plutôt que de B_{RMD} (p. ex. N.Z. Min. Fish. 2011), parce que B_{RMD} est souvent mal estimée, car elle dépend de paramètres estimés et d'une pêche uniforme (bien que nombre de ces mêmes problèmes s'appliquent également à B_0). C'est pourquoi les points de référence de $0,2B_0$ et $0,4B_0$ sont aussi présentés ici.

Il s'agit des valeurs par défaut utilisées en Nouvelle-Zélande respectivement comme une « limite non critique » en deçà de laquelle il faut prendre des mesures de gestion, et comme une biomasse « cible » pour les stocks peu productifs, à savoir une moyenne près de laquelle on s'attend à voir varier la biomasse. La « limite non critique » est équivalente au point de référence supérieur du stock (PRS, $0,8B_{\text{RMD}}$) dans le Cadre pour la pêche durable du MPO (CPD, MPO 2009), mais le Cadre pour la pêche durable ne définit pas de biomasse « cible ».

L'indicateur A1 du COSEPAC est réservé aux espèces dont les causes de la réduction sont clairement réversibles, comprises et éliminées. L'indicateur A2 est utilisé lorsque la réduction de la population peut ne pas être réversible, ne pas être comprise ou ne pas avoir cessé.

L'évaluation du potentiel de rétablissement du sébaste à bouche jaune réalisée en 2011 (Edwards *et al.* 2012) a placé le sébaste à bouche jaune dans la catégorie A2b (où le « b » indique que la désignation était fondée sur « un indice de l'abondance approprié pour le taxon »). Si une espèce se trouve dans la catégorie A2, on considère qu'elle est en voie de disparition ou menacée si son déclin est supérieur ou égal à 50 % ou à 30 % de B_0 , respectivement.

Tableaux supplémentaires à court terme pour le critère A2 du COSEPAC :

- Tableau 16 – probabilité que B_t dépasse le statut « en voie de disparition » : $(P(B_t > 0,5B_0))$;
- Tableau 17 – probabilité que B_t dépasse le statut « menacée » : $(P(B_t > 0,7B_0))$.

Région du Pacifique

Tableau 8. Table de décision (côte de la Colombie-Britannique) concernant le point de référence limite de $0,4B_{RMD}$ dans les projections sur 1 à 10 ans pour une fourchette de stratégies de prises constantes (en tonnes). Les valeurs sont $P(B_t > 0,4B_{RMD})$, c.-à-d. la probabilité que la biomasse féconde (femelles matures) au début de l'année t soit supérieure au point de référence limite. Les probabilités sont la proportion (à deux décimales près) des 3 000 échantillons de la méthode de MCCM pour lesquels $B_t > 0,4B_{RMD}$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 400	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 600	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 700	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 800	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 900	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99
2 300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99
2 400	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99

Tableau 9. Table de décision (côte de la Colombie-Britannique) concernant le point de référence supérieur du stock de $0,8B_{RMD}$ dans les projections sur 1 à 10 ans pour une fourchette de stratégies de prises constantes (en tonnes), de sorte que les valeurs soient $P(B_t > 0,8B_{RMD})$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	1	1	1	1	1	1
500	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 000	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 200	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 300	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 400	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 500	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 600	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 700	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 800	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 900	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
2 000	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99
2 100	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99
2 200	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2 300	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2 400	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98

Région du Pacifique

Tableau 10. Table de décision (côte de la Colombie-Britannique) concernant le point de référence B_{RMD} dans les projections sur 1 à 10 ans pour une fourchette de stratégies de prises constantes (en tonnes), de sorte que les valeurs soient $P(B_t > B_{RMD})$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	0,97	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
500	0,97	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 000	0,97	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 200	0,97	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 300	0,97	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 400	0,97	0,99	0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1 500	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1 600	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1 700	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1 800	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
1 900	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98
2 000	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
2 100	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
2 200	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97
2 300	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
2 400	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96

Tableau 11. Table de décision (côte de la Colombie-Britannique) permettant de comparer le taux d'exploitation projeté à celui au RMD, pour une fourchette de stratégies de prises constantes (en tonnes), de sorte que les valeurs soient $P(u_t < u_{RMD})$, c.-à-d. la probabilité que le taux d'exploitation au milieu de l'année t soit inférieur à celui au RMD. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 200	>0,99	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 300	>0,99	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 400	>0,99	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99
1 500	>0,99	>0,99	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 600	>0,99	>0,99	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 700	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99
1 800	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99
1 900	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
2 000	0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97
2 100	0,98	0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96
2 200	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95
2 300	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,94	0,93
2 400	0,96	0,98	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92

Région du Pacifique

Tableau 12. Table de décision (côte de la Colombie-Britannique) permettant de comparer la biomasse projetée à la biomasse actuelle pour une fourchette de stratégies de prises constantes selon les probabilités que $P(B_t > B_{2024})$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 200	0	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99
1 300	0	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	0,99
1 400	0	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	0,99	0,99
1 500	0	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	0,99	0,97
1 600	0	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	0,99	0,98	0,95
1 700	0	1	1	1	1	1	>0,99	0,99	0,98	0,96	0,93
1 800	0	1	1	1	1	>0,99	>0,99	0,99	0,97	0,94	0,90
1 900	0	1	1	1	1	>0,99	0,99	0,98	0,95	0,92	0,86
2 000	0	1	1	1	1	>0,99	0,99	0,97	0,94	0,88	0,82
2 100	0	1	1	1	>0,99	>0,99	0,98	0,95	0,91	0,85	0,78
2 200	0	1	1	1	>0,99	0,99	0,97	0,94	0,88	0,81	0,73
2 300	0	1	1	1	>0,99	0,99	0,96	0,92	0,85	0,76	0,68
2 400	0	1	1	1	>0,99	0,98	0,95	0,89	0,81	0,72	0,62

Tableau 13. Tableau de décision (côte de la Colombie-Britannique) permettant de comparer le taux d'exploitation projeté à celui de 2023 pour une fourchette de stratégies de prises constantes, de sorte que les valeurs soient $P(u_t < u_{2023})$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 300	1	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99
1 400	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,98
1 500	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96
1 600	0,98	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,90
1 700	0,72	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,92	0,89	0,85	0,80
1 800	0,27	0,96	0,98	0,97	0,95	0,92	0,89	0,84	0,79	0,74	0,70
1 900	0,05	0,89	0,95	0,94	0,91	0,86	0,80	0,74	0,67	0,63	0,56
2 000	<0,01	0,71	0,90	0,88	0,84	0,77	0,69	0,62	0,56	0,49	0,44
2 100	<0,01	0,49	0,80	0,81	0,75	0,67	0,58	0,50	0,42	0,37	0,33
2 200	0	0,28	0,66	0,70	0,65	0,56	0,47	0,37	0,31	0,26	0,24
2 300	0	0,14	0,51	0,59	0,53	0,44	0,34	0,27	0,21	0,18	0,16
2 400	0	0,06	0,37	0,47	0,42	0,34	0,25	0,18	0,14	0,12	0,11

Région du Pacifique

Tableau 14. Table de décision pour le point de référence limite de recharge $0,2B_0$ pour les projections sur 1 à 10 ans pour une fourchette de stratégies de prises constantes, de sorte que les valeurs soient $P(B_t > 0,2B_0)$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	>0,99	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	>0,99	>0,99	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 000	>0,99	>0,99	1	1	1	1	1	1	1	>0,99	1
1 200	>0,99	>0,99	1	1	1	1	1	1	>0,99	>0,99	>0,99
1 300	>0,99	>0,99	1	1	>0,99	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 400	>0,99	>0,99	1	1	>0,99	1	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 500	>0,99	>0,99	1	1	>0,99	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 600	>0,99	>0,99	1	1	>0,99	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 700	>0,99	>0,99	1	>0,99	>0,99	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 800	>0,99	>0,99	1	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
1 900	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
2 000	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
2 100	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
2 200	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99
2 300	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99
2 400	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	>0,99	0,99	0,99

Tableau 15. Table de décision concernant le point de référence supérieur de recharge du stock $0,4B_0$ pour les projections sur 1 à 10 ans pour une fourchette de stratégies de prises constantes, de sorte que les valeurs soient $P(B_t > 0,4B_0)$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constantes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	0,85	0,94	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
500	0,85	0,94	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98
1 000	0,85	0,94	0,96	0,97	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97
1 200	0,85	0,94	0,96	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
1 300	0,85	0,94	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96
1 400	0,85	0,94	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,96
1 500	0,85	0,94	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
1 600	0,85	0,93	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
1 700	0,85	0,93	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,94	0,94
1 800	0,85	0,93	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93
1 900	0,85	0,93	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92
2 000	0,85	0,93	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91
2 100	0,85	0,93	0,95	0,95	0,94	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90
2 200	0,85	0,93	0,95	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89
2 300	0,85	0,93	0,95	0,95	0,94	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,87
2 400	0,85	0,93	0,95	0,95	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86

Région du Pacifique

Tableau 16. Table de décision concernant le critère de référence $0,5B_0$ pour les projections sur 10 ans et pour une fourchette de stratégies de prises constantes, de sorte que les valeurs soient $P(B_t > 0,5B_0)$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constan tes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	0,70	0,85	0,91	0,93	0,93	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97
500	0,70	0,84	0,90	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94
1 000	0,70	0,83	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91
1 200	0,70	0,83	0,89	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,89	0,89
1 300	0,70	0,83	0,89	0,90	0,89	0,88	0,88	0,87	0,88	0,88	0,88
1 400	0,70	0,83	0,89	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
1 500	0,70	0,83	0,88	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
1 600	0,70	0,83	0,88	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85
1 700	0,70	0,82	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84
1 800	0,70	0,82	0,88	0,88	0,87	0,86	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82
1 900	0,70	0,82	0,88	0,88	0,87	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81
2 000	0,70	0,82	0,87	0,87	0,86	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
2 100	0,70	0,82	0,87	0,87	0,86	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78
2 200	0,70	0,82	0,87	0,87	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77
2 300	0,70	0,82	0,87	0,87	0,85	0,83	0,80	0,79	0,78	0,76	0,75
2 400	0,70	0,82	0,86	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73

Tableau 17. Table de décision concernant le critère de référence $0,7B_0$ pour les projections sur 10 ans et pour une fourchette de stratégies de prises constantes, de sorte que les valeurs soient $P(B_t > 0,7B_0)$. À titre de référence, les prises moyennes pour les cinq dernières années (de 2019 à 2023) étaient de 702 t et le TAC pour la pêche commerciale au chalut était de 1 800 t.

Prises constan tes	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
0	0,41	0,60	0,71	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,79	0,80
500	0,41	0,59	0,69	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75
1 000	0,41	0,58	0,67	0,70	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67
1 200	0,41	0,58	0,67	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64
1 300	0,41	0,57	0,66	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,63	0,63
1 400	0,41	0,57	0,66	0,68	0,67	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61
1 500	0,41	0,57	0,66	0,67	0,66	0,65	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
1 600	0,41	0,57	0,66	0,67	0,66	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,58
1 700	0,41	0,57	0,65	0,67	0,65	0,63	0,61	0,60	0,58	0,57	0,57
1 800	0,41	0,56	0,65	0,66	0,65	0,63	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55
1 900	0,41	0,56	0,65	0,66	0,64	0,62	0,60	0,57	0,56	0,55	0,54
2 000	0,41	0,56	0,65	0,65	0,63	0,61	0,59	0,56	0,55	0,53	0,52
2 100	0,41	0,56	0,65	0,65	0,63	0,60	0,58	0,55	0,54	0,52	0,50
2 200	0,41	0,56	0,64	0,65	0,62	0,59	0,57	0,54	0,52	0,51	0,49
2 300	0,41	0,56	0,64	0,64	0,61	0,59	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47
2 400	0,41	0,56	0,63	0,64	0,60	0,58	0,55	0,52	0,50	0,47	0,45

Conclusions

Bien que la taille estimée de la classe d'âge de 2016 semble sans précédent, surtout parce qu'elle est le résultat de la fraie d'un stock comportant un très faible niveau de femelles matures, il s'agit de la réponse indiquée par les données compte tenu de l'augmentation constante du signal d'abondance provenant des quatre relevés synoptiques (figure 3). Les graphiques des fréquences de longueur donnaient à penser que le signal était entièrement attribuable à la cohorte de 2016 (figures 4 à 6). La réalité de l'augmentation de la biomasse ne fait guère de doute, et a été confirmée par deux mises à jour de l'évaluation des stocks en 2021 et 2024. De plus, l'échantillonnage systématique à quai des sébastes réalisé à Ucluelet, à Port Hardy et à Prince Rupert de mars 2023 à février 2024 a indiqué que le bocaccio était présent dans ces échantillons à des concentrations semblables à celles d'espèces abondantes comme la veuve, le sébaste canari et le sébaste à longue mâchoire, apportant une confirmation indépendante d'une augmentation considérable de l'abondance relative apparente du bocaccio (N. Olsen, MPO, comm. pers. 2024). Les participants régionaux à l'examen par les pairs en 2019 n'étaient pas certains de l'ampleur absolue de l'augmentation de la biomasse, mais les données continuent de montrer une progression constante de la cohorte de 2016 à mesure qu'elle vieillit. Certaines données indiquent qu'une cohorte importante, mais probablement plus petite, est née en 2020.

Les données supplémentaires sur l'âge (relevé synoptique de 2021 dans le bassin de la Reine-Charlotte) n'ont pas été utilisées dans cette mise à jour en raison du manque d'exactitude et de la faible précision des âges dans les échantillons. Les données sur l'âge étaient centrées sur l'âge 8, contredisant l'âge connu de 5 ans en 2021. Les communications avec le [laboratoire de scalimétrie](#) (SCL) ont indiqué que l'âge d'un grand nombre de ces otolithes avait été déterminé par des techniciens inexpérimentés. Il est toujours difficile de déterminer l'âge du bocaccio en raison de sa croissance rapide. De nombreux « témoins » (faux anneaux de croissance causés par l'hyalinisation interannuelle, Wischniowski et Loher 2010) apparaissent dans les premiers stades biologiques du bocaccio (âges 1 à 4, Audrey Ty, SBP, comm. pers. 2024). Une mauvaise classification de l'âge chez les très jeunes poissons a une plus grande incidence sur l'exactitude et la précision de l'âge observé que chez les poissons plus âgés, en supposant qu'il est plus facile de délimiter les âges plus avancés.

Il faut corriger l'écart entre les âges réels et les âges observés avant de pouvoir utiliser les futures lectures de l'âge pour le bocaccio dans la prochaine évaluation des stocks. Les lecteurs expérimentés ont pris leur retraite ou la prendront bientôt. Il est recommandé de poursuivre la formation de nouveaux membres du personnel du laboratoire de scalimétrie et d'évaluer régulièrement leurs progrès. Le laboratoire de scalimétrie a besoin de plus de soutien sur le plan du financement, du mentorat et des échanges inter-laboratoires pour soutenir les nouveaux employés. À court terme, il faudra envoyer les échantillons du relevé synoptique de 2021 dans le bassin de la Reine-Charlotte à un autre laboratoire de scalimétrie, de préférence dans le nord-ouest du Pacifique américain, aux fins de validation et de comparaison.

Le personnel scientifique doit examiner la disponibilité des échantillons d'âge (otolithes) prélevés dans le cadre du programme de bioéchantillonnage commercial et présenter des demandes d'âge chaque année au lieu d'attendre qu'une détermination de l'âge soit requise pour une évaluation. Il faut un engagement ferme de poursuivre l'échantillonnage des sébastes à quai qui a commencé en 2023. Ce programme assure un échantillonnage systématique de toutes les espèces importantes de sébastes, notamment du bocaccio, dans les trois principaux ports de la Colombie-Britannique.

Il faut éviter d'utiliser les données sur la longueur dans les plateformes actuelles d'évaluation des stocks, même dans Stock Synthesis. En effet, ces modèles utilisent la croissance moyenne

prévue à chaque âge pour convertir les données sur la longueur en données sur le pseudo-âge, qui constituent au mieux une approximation et ne modélisent pas correctement l'existence d'individus à croissance rapide et lente dans une cohorte. Pour inclure correctement les données sur la longueur dans un modèle structuré selon l'âge, le modèle doit suivre la structure des longueurs pour les poissons à croissance rapide et lente en dehors de la distribution de croissance moyenne prévue, ce qui peut s'avérer exigeant à la fois en matériel et en données. Nous soulignons que les données sur la longueur sont utilisées de façon qualitative pour identifier la cohorte de 2016 et les cohortes successives possibles (p. ex. voir la figure 4, la figure 5 et la figure 6).

Compte tenu de la similitude des estimations modélisées de cette mise à jour avec celles de la mise à jour de 2021, ainsi que de l'évaluation continue de l'état des stocks qui place les stocks dans la zone saine, il n'est pas recommandé d'effectuer d'autres mises à jour au moyen de la plateforme Awatea. Le stock de bocaccio devrait plutôt faire l'objet d'une évaluation complète au plus tard en 2029 à l'aide de la plateforme de modélisation Stock Synthesis 3 (SS3), qui a été adoptée pour les trois dernières évaluations des stocks de sébaste de la côte extérieure. La plateforme SS3 est mieux en mesure d'intégrer les erreurs de détermination de l'âge et fournit des diagnostics de modèle non disponibles dans Awatea. On pourrait utiliser la surveillance des indices de l'abondance dans les relevés synoptiques pour déclencher une évaluation avant 2029 si l'on détecte des preuves d'un déclin crédible de l'abondance. Une évaluation plus précoce pourrait être nécessaire s'il n'y a pas de recrutement supplémentaire et que l'importante cohorte de 2016 est réduite en raison de la pêche et de la mortalité naturelle.

Collaborateurs

Contributeurs à la réponse des Sciences. Un astérisque * indique les auteurs principaux.

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Finney, Jessica	Secrétariat canadien des avis scientifiques, région du Pacifique
Fisch, Nick	Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Haigh, Rowan*	Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Haggarty, Dana	Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Mose, Brian	Regroupement commercial du secteur industriel (pêche au chalut)
Muirhead-Vert, Yvonne	Secrétariat canadien des avis scientifiques, région du Pacifique
Richardson-Deranger, Lindsay	Gestion des pêches du MPO, région du Pacifique
Rickaby, Rachel	Gestion des pêches du MPO, région du Pacifique
Starr, Paul J.*	Canadian Groundfish Research and Conservation Society
Turris, Bruce	Canadian Groundfish Research and Conservation Society

Approuvé par

Andrew Thomson
Directeur régional
Direction des sciences, région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

Le 25 juin 2024

Sources de renseignements

- DFO. 2023. [Groundfish Integrated Fisheries Management Plan 2023/24](#). 23-2236. 337 p.
- Edwards, A.M., Haigh, R. and Starr, P.J. 2012. [Stock assessment and recovery potential assessment for Yellowmouth Rockfish \(*Sebastes reedi*\) along the Pacific coast of Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/095. iv + 188 p.
- Forrest, R.E., Holt, K.R. and Kronlund, A.R. 2018. [Performance of alternative harvest control rules for two Pacific groundfish stocks with uncertain natural mortality: bias, robustness and trade-offs](#). Fish. Res. 206. 259–286.
- MPO. 2009. [Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution](#).
- MPO. 2020. [Évaluation du stock de bocaccio \(*Sebastes paucispinis*\) de la Colombie-Britannique en 2019 et lignes directrices relatives à l'élaboration de plans de rétablissement](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/025.
- MPO. 2022. [Mise à jour de l'évaluation du stock de bocaccio \(*Sebastes paucispinis*\) 2019 pour la Colombie-Britannique en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2022/001.
- N.Z. Min. Fish. 2011. [Operational Guidelines for New Zealand's Harvest Strategy Standard](#). Ministry of Fisheries, New Zealand.
- Stanley, R.D., McAllister, M., Starr, P. and Olsen, N. 2009. [Stock assessment for bocaccio \(*Sebastes paucispinis*\) in British Columbia waters](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/055. xiv + 200 p.
- Starr, P. J. et Haigh, R. 2022. [Évaluation du stock de bocaccios \(*Sebastes paucispinis*\) de la Colombie-Britannique en 2019 et lignes directrices relatives à l'élaboration de plans de rétablissement](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/001. vii + 324 p.
- Wischniowski, S. and Loher, T. 2010. [Detecting, interpreting, and measuring both true and false annuli in pacific halibut ages one to four: project update](#). IPHC Report of Assessment and Research Activities, 325–328.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7

Courriel : DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

ISBN 978-0-660-73180-3 N° cat. Fs70-7/2024-033F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Mise à jour de 2024 de l'évaluation du stock de bocaccio (*Sebastes paucispinis*) de la Colombie-Britannique de 2019. Secr. can. des avis. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2024/033.

Also available in English:

DFO. 2024. Update of the 2019 Bocaccio (*Sebastes Paucispinis*) Stock Assessment for British Columbia in 2024. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2024/033.