

Mise à jour de l'évaluation de la stratégie de gestion de l'espadon de la CTOI¹

5^e Session du CTPG de la CTOI - 13 & 14 mai 2022

État d'avancement des travaux de l'ESG

- Le modèle opérationnel de référence pour le stock d'espadon de l'océan Indien a été développé au cours des deux dernières années et a été approuvé par le comité scientifique de la CTOI. Le MO a été développé sur la base de l'évaluation SS3 du GTPP de 2019 et couvre la dynamique de l'espadon jusqu'à l'année 2018. Ce MO a été mis à jour jusqu'à l'année en cours, en réalisant une projection du stock sur la base des captures déclarées pour 2019 et 2020. Les choix effectués en 2019 pour la construction du MO par le chercheur précédent n'ont pas été révisés.
- Les développements ultérieurs de l'ESG de l'espadon comprenaient le développement et l'application de deux types de procédures de gestion (PG) candidates, l'une basée sur le modèle et l'autre sur les données, et l'ajustement de ces PG (c'est-à-dire la définition des paramètres de la PG qui permettent d'atteindre un certain objectif de gestion) pour une gamme d'objectifs de gestion au cours des 11 à 15 prochaines années.
- Des difficultés techniques ont été rencontrées lors de l'exécution des PG basées sur le modèle, et les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus à partir d'une simulation dans laquelle une l'évaluation de stock est supposée parfaite, au lieu du résultat de l'évaluation de stock proposée pour ce stock.
- La principale priorité en matière de retour d'information pour le CTPG05 est d'obtenir un accord sur la gamme de PG proposées à tester complètement, ainsi que sur les objectifs de gestion actuels à atteindre pour la procédure de réglage.

Orientation pour développement de la PG de l'espadon par le CTPG04 (2021)

Le CTPG A PRIS NOTE du maintien de l'application des valeurs actuelles pour les objectifs de réglage (50%, 60%, 70%) et des contraintes de la procédure de gestion de l'espadon (c'est-à-dire TAC fixé tous les 3 ans, contrainte de changement de TAC de 15% maximum, et décalage de 3 ans entre les données et la mise en œuvre du TAC), NOTANT que ceux-ci seront revus par le TCMP en 2022.

Procédures de gestion candidates

Les analyses d'ESG de l'espadon présentées ici ont évalué deux types de PG :

- Une approche basée sur un modèle, dans laquelle un modèle d'évaluation des stocks de production excédentaire fournit une estimation de l'état actuel du stock, en termes d'épuisement actuel de la biomasse, qui est ensuite utilisée dans une règle d'exploitation pour déterminer les prises conseillées.
- Un modèle basé sur les données dans lequel les prises conseillées sont basées sur la valeur et la tendance récente d'un indice de CPUE.

¹ Thomas Brunel, Iago Mosqueira. Wageningen Marine Research. Haringkade 1, Postbus 68, 1976CP, IJmuiden, Pays-Bas. thomas.brunel@wur.nl

Les deux types de PG sont présentés ci-dessous et ils ont en outre été mises en œuvre :

- avec un cycle d'avis de 3 ans (TAC fixé pour une période de 3 ans),
- avec une limite de variation interannuelle du TAC de 15 %, de sorte que lorsque la mise en œuvre de la PG entraîne une variation du TAC supérieure (en valeur absolue) à 15 %, le TAC appliqué est celui correspondant à la variation maximale de 15 % (augmentation ou diminution).
- En supposant que, pour une année donnée "y", lorsque des avis doivent être donnés pour les 3 années suivantes, y+1 à y+3, les données sont disponibles jusqu'à l'année précédente, y-1 (c'est-à-dire un décalage de données d'un an)

PG basées sur un modèle

- Définition

Les PG basées sur un modèle (figure 1) comportent deux étapes : 1) l'ajustement d'un modèle de production excédentaire pour estimer le taux d'épuisement actuel et 2) l'application d'une règle d'exploitation (HCR) aux estimations par le modèle de l'épuisement actuel. La forme de la HCR (crosse de hockey) est définie par trois paramètres de contrôle :

CP1 : niveau de stock minimum en dessous duquel aucune pêche (ou le moins possible) ne doit avoir lieu,

CP2 : niveau de stock de déclenchement en dessous duquel l'avis sur les captures doit être diminué proportionnellement à l'épuisement actuel,

CP3 : prise maximale qui peut être effectuée lorsque le stock est estimé être au-dessus du seuil de déclenchement.

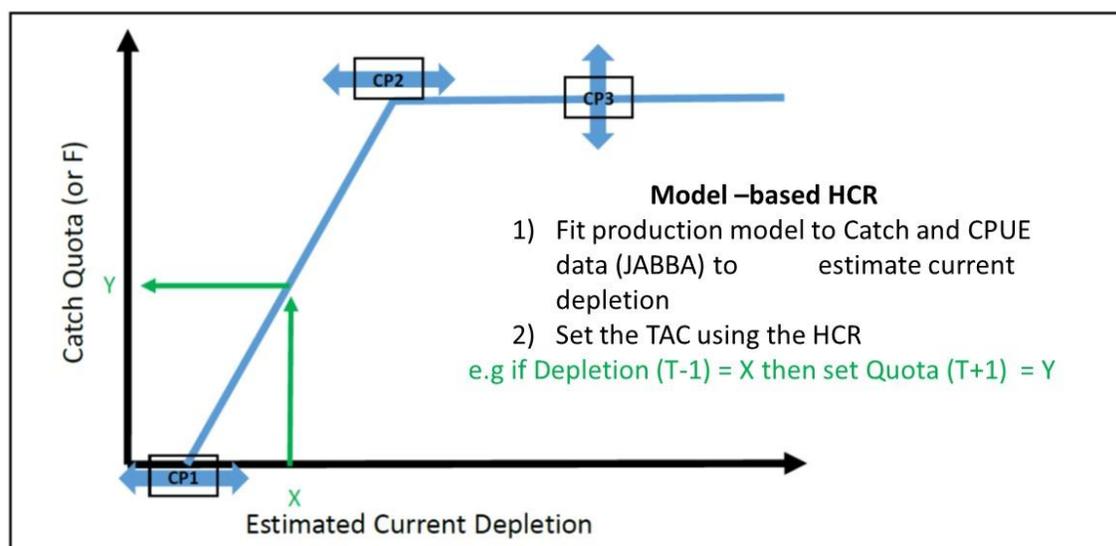


Figure 1. Règles d'exploitation utilisées dans la PG basée sur un modèle.

- Mise en œuvre dans le cas de l'espadon

Pour l'ESG de l'espadon, le taux d'épuisement actuel est estimé par le modèle de production excédentaire JABBA, comme SB/SB_0 (SB_0 =biomasse vierge). Les taux d'épuisement limite et de déclenchement ont été fixés à $CP1=0,1$ (une approximation de $SB=B_{lim}$) et $CP2=0,4$ (une approximation de $SB=SB_{RMD}$). La prise maximale, $CP3$, a été obtenue en réglant la PG pour atteindre les objectifs de gestion spécifiques. Conformément à la décision prise par le CTPG03 (2018), la PG a été configurée pour trois objectifs de réglage correspondant à une probabilité d'être dans le quadrant vert du graphe de Kobe au cours de la période 2034-2039 respectivement d'exactly 50%, 60% et 70% (en moyenne sur toutes les répliques du stock).

- Problèmes techniques rencontrés et adaptation

L'incorporation de l'évaluation du stock JABBA dans le cadre méthodologique utilisé pour l'ESG de l'espadon est une tâche en cours dans le nouveau contrat couvrant le travail pour ce stock, qui a débuté en mars 2022. Les essais de l'ESG ont indiqué qu'il n'y avait aucun problème avec la mise en œuvre de JABBA comme estimateur, mais la procédure n'a pas réussi à ajuster le modèle dans un certain nombre de répliques. D'autres travaux sont en cours pour affiner le comportement de ce modèle qui servira de base aux PG basées sur le modèle de l'espadon. Afin d'obtenir une première approximation de la performance des PG basées sur la HCR en "crosse de hockey" pour l'espadon, des simulations ont été effectuées en supposant une évaluation parfaite, ce qui signifie que l'épuisement SB/SB_0 qui est utilisé dans la HCR n'est pas estimé par une méthode d'évaluation, mais directement observé sans erreur à partir du stock réel (MO). Les résultats présentés n'intègrent donc pas l'impact des erreurs dans l'évaluation du stock, qui peuvent également avoir un impact substantiel sur les performances de la PG. Les premiers tests du modèle indiquent toutefois que le biais dans l'estimation de l'épuisement est assez constant, ce qui serait facilement corrigé par la procédure de réglage.

Basées sur des données

- Définition

Les PG basées sur les données tentent de gérer la pêcherie pour atteindre une valeur cible des taux de capture sur une série de CPUE choisie. Le TAC suivant est augmenté par rapport au TAC actuel si les CPUE actuelles sont supérieures aux CPUE cibles et si la tendance des CPUE est à la hausse. Inversement, le TAC suivant est diminué par rapport au TAC actuel si les CPUE actuelles sont inférieures aux CPUE cibles et que la tendance des CPUE est à la baisse. Si la position de la CPUE par rapport à la cible et la pente de la CPUE sont dans des directions opposées, le changement de TAC pourrait être dans l'une ou l'autre direction, selon l'ampleur de ces indicateurs et les paramètres de contrôle associés. Les paramètres de contrôle comprennent : CP1) le nombre d'années dans le calcul de la pente de CPUE, CP2) la réactivité à la déviation par rapport à la CPUE cible, CP3) la réactivité à la pente de CPUE et CP4) la CPUE cible.

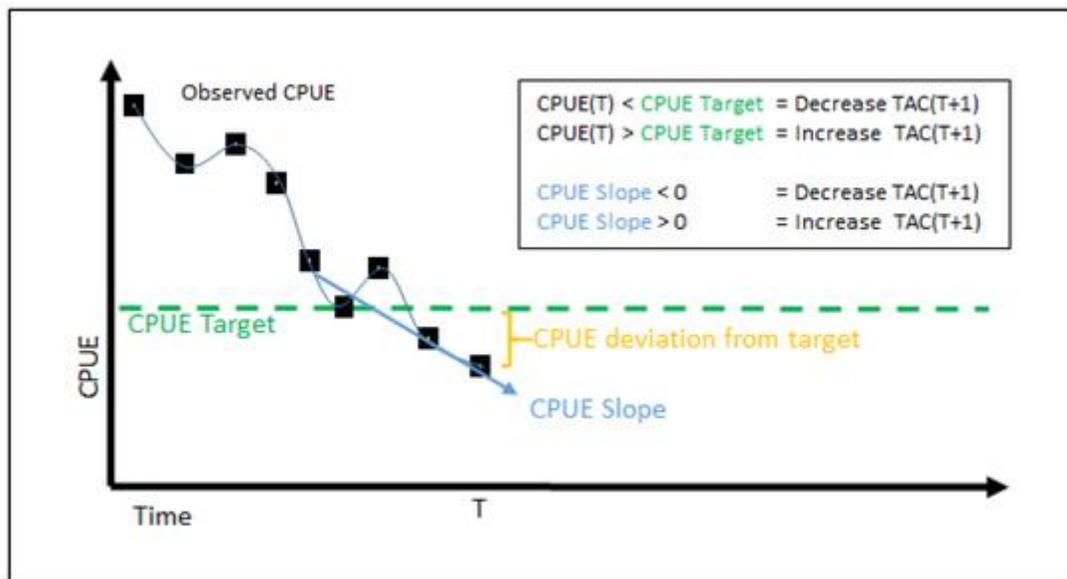


Figure 2 : illustration de la PG basée sur les données

- Mise en œuvre dans le cas de l'espadon

Les paramètres de contrôle définissant la réactivité de la PG à la fois à la distance actuelle à la CPUE cible et à la pente de la CPUE sur les dernières années ont tous été réglés. La PG a été réglée pour estimer la valeur de la CPUE cible pour les trois mêmes objectifs de gestion que pour les PG basées sur le modèle.

Résumé de la performance des procédures de gestion candidates pour l'espadon

Le classement des PG par rapport aux indicateurs clés de performance est présenté dans le tableau 1 et les fig. 3-9 illustrent leurs caractéristiques de performance. Des tableaux de performance plus détaillés sont inclus dans l'annexe 1 (résumés sur différentes fenêtres temporelles). Nous soulignons les points clés suivants :

- Le type de PG mis en œuvre (basées sur un modèle ou sur les données) a été plus important pour déterminer certains des critères de performance (probabilité d'être au-dessus de SB_{lim} , prise moyenne et variation interannuelle de la prise) que l'objectif de réglage.
- La PG basée sur les données a conduit à une biomasse reproductrice moyenne légèrement supérieure à celle des PG basées sur le modèle (pour un objectif de réglage donné), mais avec une distribution plus large des valeurs et par conséquent une probabilité plus élevée de $SB < SB_{limite}$. On s'attend à ce que la mise en œuvre d'une évaluation réelle du stock dans la PG basée sur le modèle entraîne une distribution plus large des valeurs du stock reproducteur, car la PG réagirait alors non seulement aux changements de la taille du stock, mais aussi aux erreurs d'évaluation et à la variabilité.

- Les PG basées sur les données ont conduit à des captures légèrement inférieures, avec une distribution des valeurs plus étroite que les PG basées sur le modèle. La variabilité interannuelle des captures était cependant plus élevée pour les PG basées sur les données.
- Dans tous les cas, l'augmentation de l'objectif de réglage pour $P(\text{Kobe}=\text{vert})$ a entraîné une taille de stock plus importante, a réduit la probabilité de tomber en dessous de SB_{lim} et a conduit à la fois à des captures plus faibles et à une variabilité interannuelle des captures plus faible.

Les objectifs d'ajustement sont atteints ($P(\text{Kobe}=\text{vert})$ moyenne à 0,5, 0,6 ou 0,7) mais il existe une grande variabilité de cette probabilité entre les itérations de la simulation (c'est-à-dire que l'intervalle des 25^e -75^e quantiles va de 0 à 1). Cela s'explique par le fait que les choix effectués lors de l'assemblage du MO (c'est-à-dire la grille d'hypothèses d'évaluation des stocks utilisée) ont donné lieu à une très large gamme de dynamique et d'état initial du stock. La plupart des simulations commencent dans le quadrant rouge (ou vert) du graphe de Kobe et restent dans le même quadrant pendant toute la période de simulation, malgré la mise en œuvre d'une PG. La procédure de réglage est en mesure d'atteindre son objectif en trouvant une PG qui modifie la proportion des simulations qui changent de quadrant sur le graphe de Kobe (et affecte ainsi la $P(\text{Kobe}=\text{vert})$ moyenne). Cependant, la plupart des itérations de simulation ont une probabilité de 0 ou 1 et seule une petite fraction a une valeur proche de l'objectif de réglage.

Ces conclusions appellent à une révision des bases de cet OM, qui sera effectuée pour être présentée et examinée par le GTM en octobre 2022.

Retours attendus du CTPG

Les points suivants sont fournis pour suggérer le type de feedback qui serait le plus utile aux scientifiques pour la prochaine itération :

- 1) Les développeurs accueilleraient volontiers tout commentaire sur les 2 types de PG proposées, et aimeraient savoir si la commission leur demande de tester d'autres PG.
- 2) Les objectifs de réglage convenus lors des CTPG précédents sont-ils toujours considérés comme pertinents ?
- 3) Dans le cadre de la HCR en "crosse de hockey", devrait-il y avoir une prise minimale autorisée lorsque le taux d'épuisement est inférieur à CT_1 , pour prendre en compte, par exemple, les pêcheries de subsistance, et si oui, quelle devrait être la base pour fixer cette prise minimale.
- 4) La simulation pourrait-elle être effectuée en supposant que le décalage total de 3 ans mentionné lors du CTPG04 (2021) pourrait se transformer en un décalage de deux ans, si une PG adoptée doit avoir une application directe, comme c'est le cas pour la HCR actuelle du listao ?

Tableau 1 : performance des PG candidates par rapport aux principales mesures de performance (moyenne sur la période 2034-2039).

PG	prob(SB> SB _{lim})	Variabilité des captures	prob(Vert)	Capture moyenne	SB/SB _{RMD}
MP1	>0,99	5,3	0,51	29874,0 (23380,1-34802)	1,1 (0,2-3)
MP2	>0,99	4,5	0,60	26782,4 (22260,5-31179)	1,3 (0,3-3)
MP3	>0,99	4,2	0,70	22503,1 (19175,2-26392)	1,5 (0,6-3)
MP4	>0,99	3,8	0,49	29869,5 (18518,4-45759)	1,1 (0,5-2)
MP5	>0,99	3,5	0,58	29014,4 (17937,3-41833)	1,2 (0,6-2)
MP6	>0,99	3,2	0,69	28196,5 (17554,1-37500)	1,4 (0,7-3)

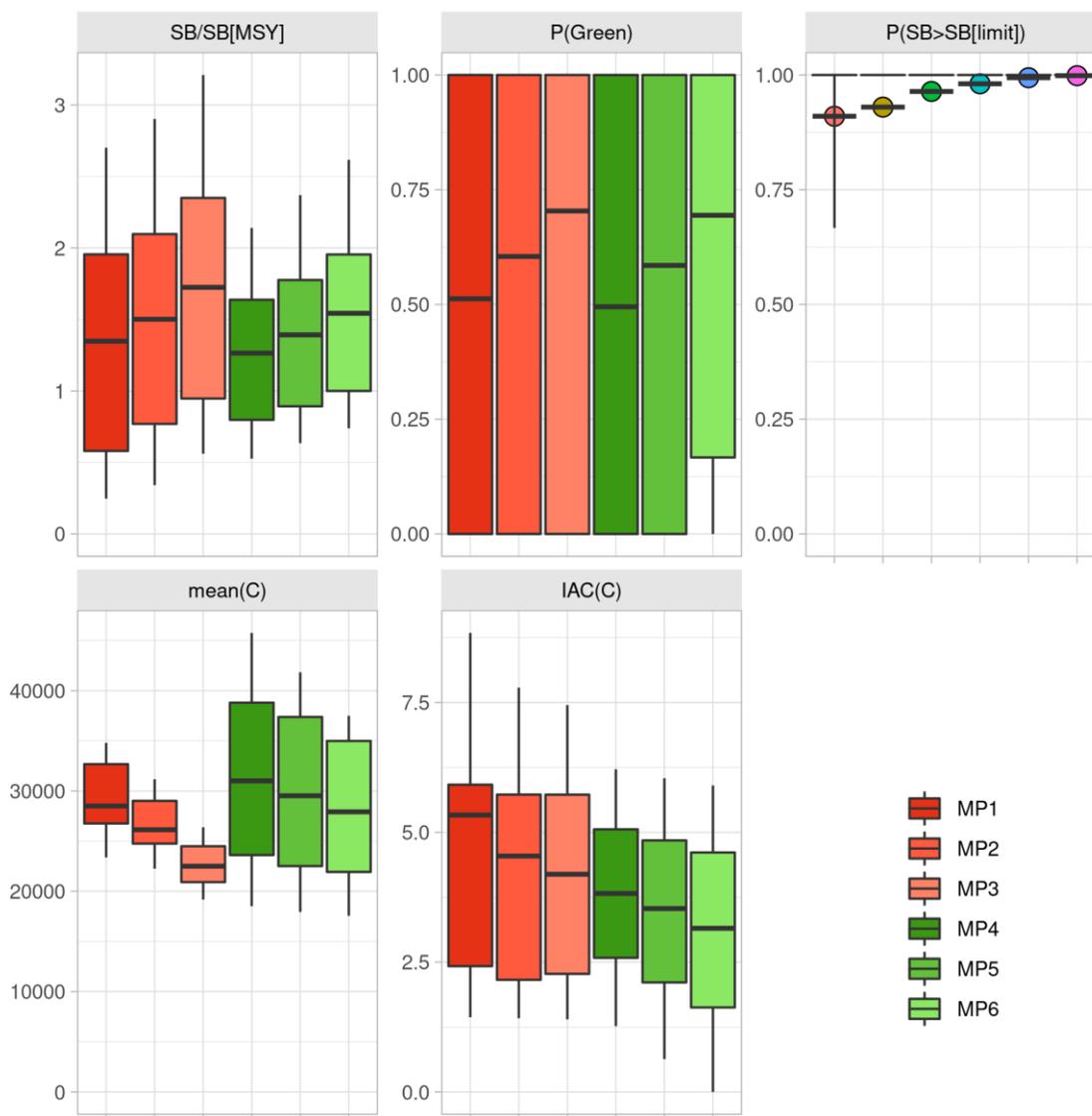


Figure 3. Boîtes à moustaches comparant les PG candidates par rapport aux mesures de performance clés, moyennées sur la période 2034-2039. La ligne horizontale représente la moyenne, les cases représentent les 25^e - 75^e percentiles, les lignes fines représentent les 10^e - 90^e percentiles. Les PG basées sur les données sont représentés en rouge et les PG basées sur le modèle sont représentés en vert

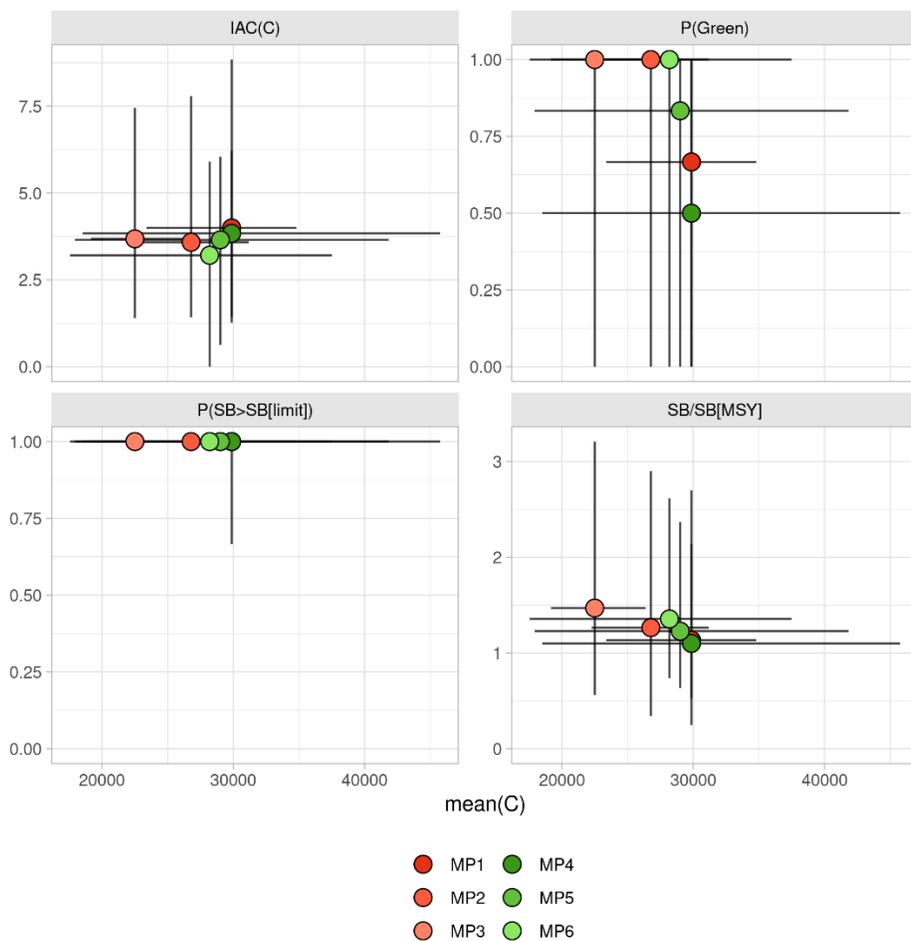


Figure 4. Graphes de compromis comparant les PG candidates en ce qui concerne les captures sur l'axe des X et 4 autres mesures de performance clés sur l'axe des Y, chacune d'elles étant moyennée sur la période 2034-39. Le cercle représente la médiane, les lignes représentent les percentiles 10^e-90^e

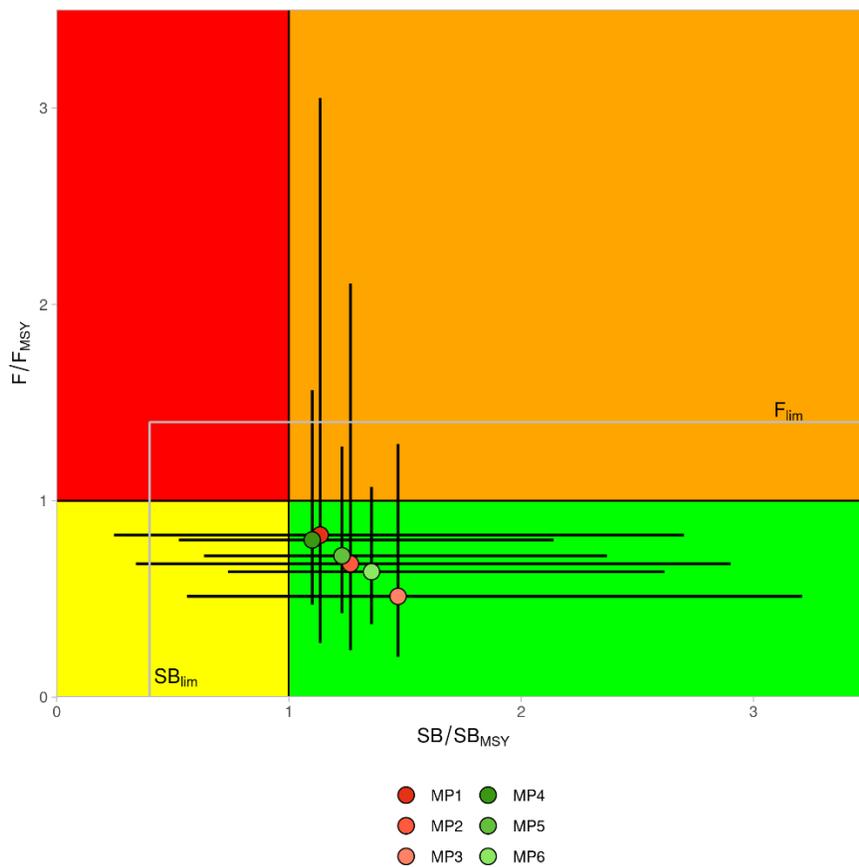


Figure 5. Graphe de Kobe comparant les PG candidates sur la base de la performance moyenne attendue pour 2034-2039. Le cercle représente la médiane, les lignes représentent les 10^e-90^e percentiles.

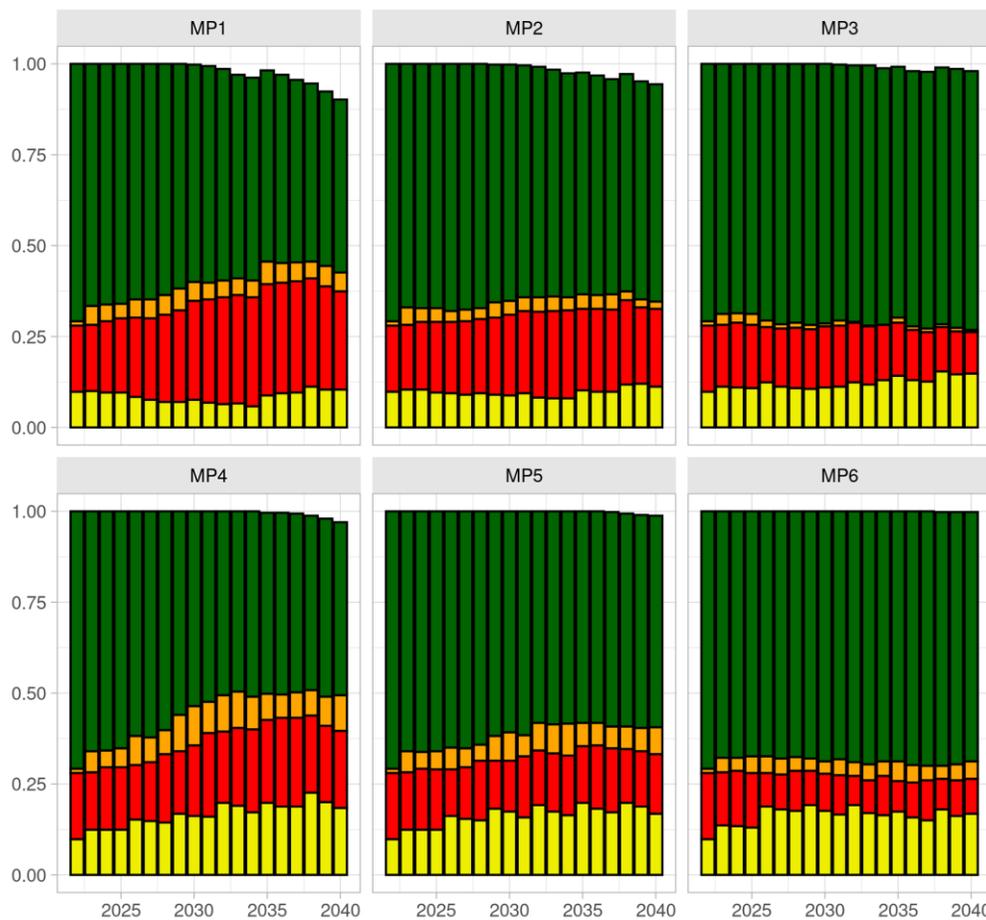


Figure 6. Proportion de simulations dans chacun des quadrants de Kobe au fil du temps, pour chacune des PG candidates.

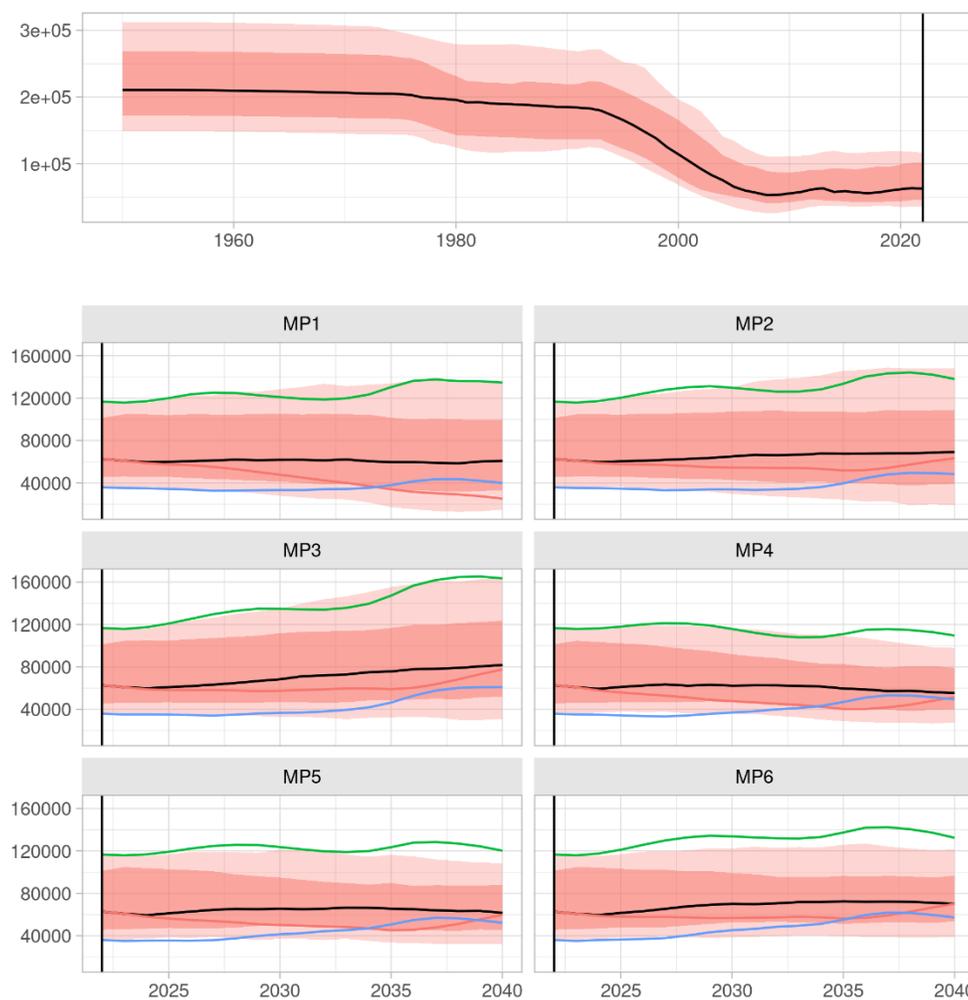


Figure 7. Série temporelle de la taille du stock reproducteur pour les PG candidates. Le panneau supérieur représente les estimations historiques du modèle opérationnel du cas de référence et les tracés inférieurs représentent la période de projection. La ligne verticale pleine représente la dernière année utilisée dans le conditionnement historique. La médiane est représentée par la ligne noire en gras, le ruban ombré rouge foncé représente les 25^e-75^e percentiles, le ruban ombré rouge clair représente les 10^e-90^e percentiles. Les 3 lignes fines colorées représentent des exemples de réalisations individuelles (les mêmes scénarios de MO pour toutes les PG et toutes les mesures de performance), afin d'illustrer la gamme des réalisations attendues dans la trajectoire des stocks.

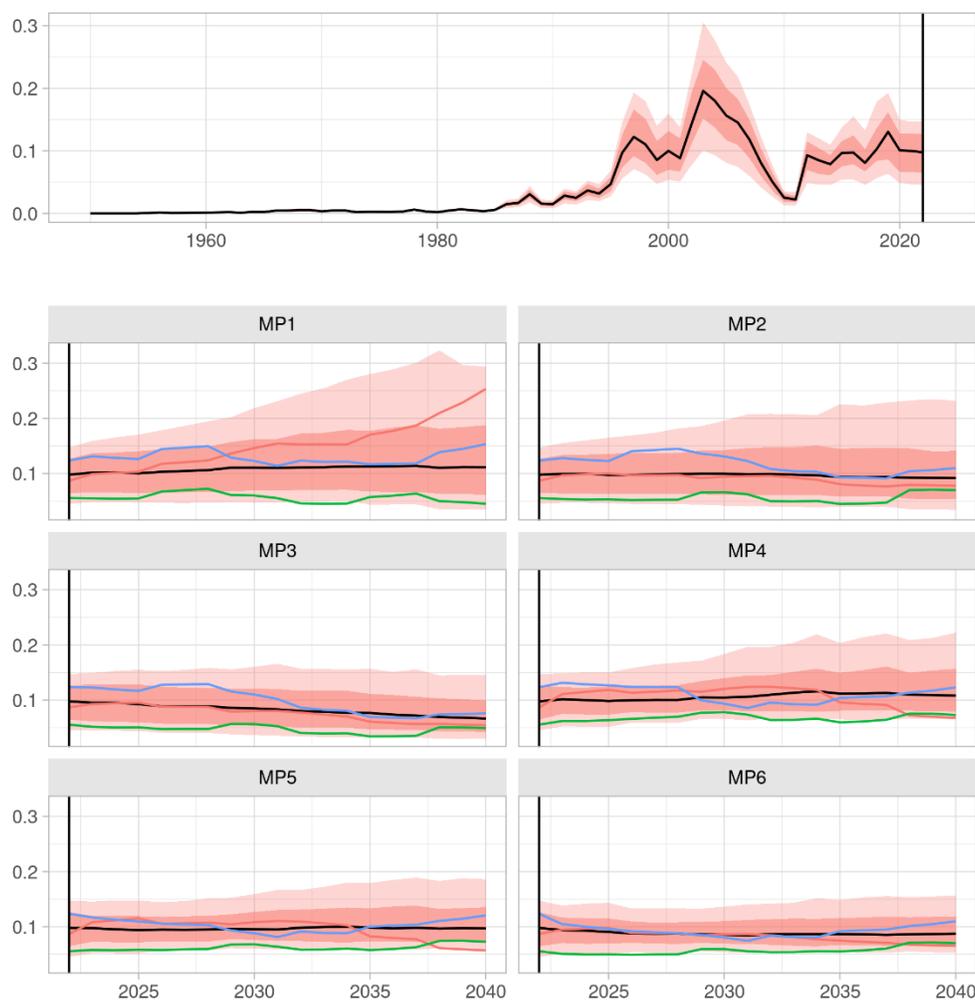


Figure 8. Série temporelle de l'intensité de la pêche pour les PG candidates. Le panneau supérieur représente les estimations historiques du modèle opérationnel du cas de référence et les tracés inférieurs représentent la période de projection. La ligne verticale pleine représente la dernière année utilisée dans le conditionnement historique. La médiane est représentée par la ligne noire en gras, le ruban ombré rouge foncé représente les 25^e-75^e percentiles, le ruban ombré rouge clair représente les 10^e-90^e percentiles. Les 3 lignes fines colorées représentent des exemples de réalisations individuelles (les mêmes scénarios de MO pour toutes les PG et toutes les mesures de performance), afin d'illustrer la gamme des réalisations attendues dans la trajectoire des stocks.

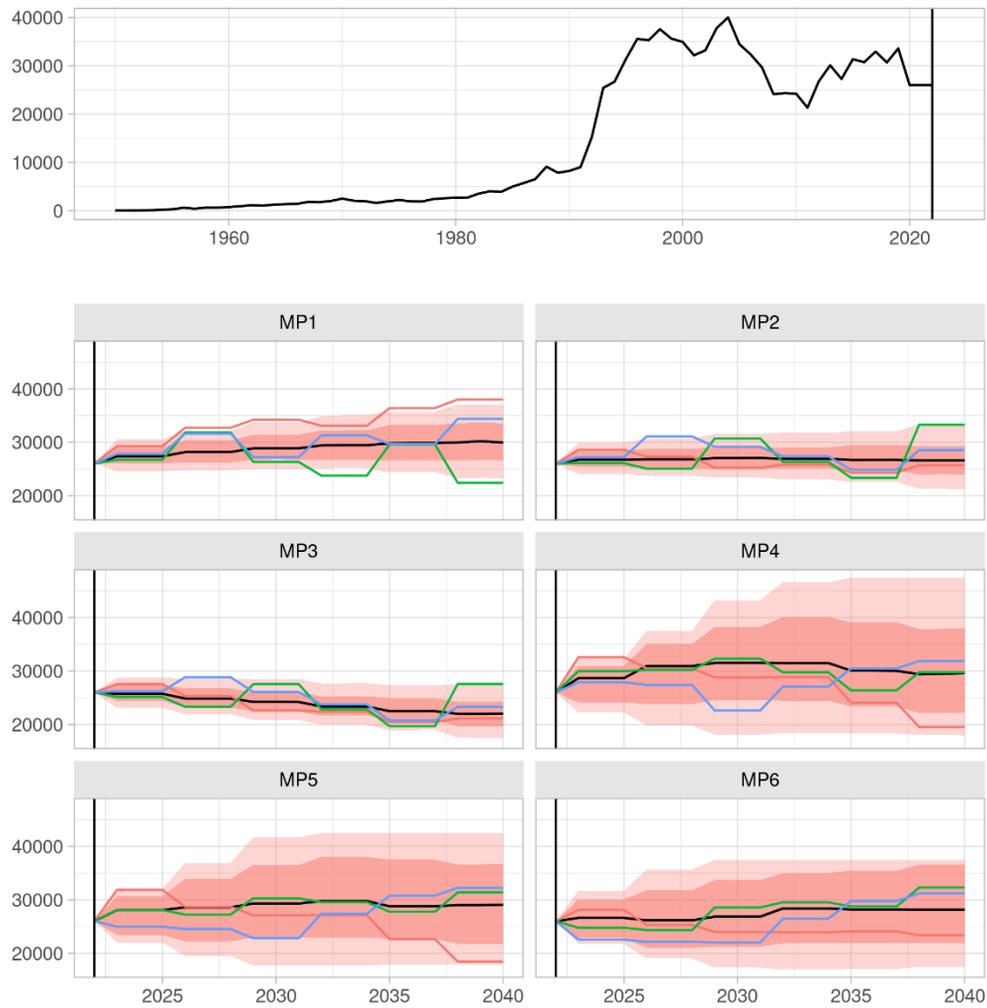


Figure 9. Série temporelle des captures pour les PG candidates. Le panneau supérieur représente les estimations historiques du modèle opérationnel du cas de référence et les tracés inférieurs représentent la période de projection. La ligne verticale pleine représente la dernière année utilisée dans le conditionnement historique. La médiane est représentée par la ligne noire en gras, le ruban ombré rouge foncé représente les 25^e-75^e percentiles, le ruban ombré rouge clair représente les 10^e-90^e percentiles. Les 3 lignes fines colorées représentent des exemples de réalisations individuelles (les mêmes scénarios de MO pour toutes les PG et toutes les mesures de performance), afin d'illustrer la gamme des réalisations attendues dans la trajectoire des stocks.

Annexe 1. Tableaux récapitulatifs des performances des procédures de gestion candidates pour une série de périodes (agrégées par régions et pêcheries).

Tableau A1a. Performance des PG candidates pour les mesures de performance standard de la CTOI pour 2022-2026.

Mesures de la performance	nom	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6
Capture moyenne sur les années	(C) moyenne	27410	26770	25780	27822	27260	26453
Mortalité par pêche moyenne par rapport à F_{RMD}	F/F_{RMD}	0,77	0,75	0,72	0,75	0,73	0,7
Mortalité par pêche moyenne par rapport à la cible	F/F_{cible}	0,77	0,75	0,72	0,75	0,73	0,7
Proportion moyenne du RMD	C/RMD	0,97	0,95	0,91	0,97	0,95	0,92
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la biomasse non pêchée	SB/SB_0	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la SB_{RMD}	SB/SB_{RMD}	1,4	1,4	1,41	1,4	1,4	1,41
Biomasse reproductrice minimale par rapport à la biomasse non pêchée	$\min(SB/SB_0)$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pourcentage de changement interannuel dans les captures	$IAC(C)$	3,46	3,17	3,24	5,25	5,04	4,67
Probabilité d'être dans le quadrant vert de Kobe	$P(\text{Vert})$	0,67	0,68	0,7	0,66	0,67	0,68
Probabilité d'être dans le quadrant rouge de Kobe	$P(\text{Rouge})$	0,2	0,19	0,17	0,17	0,16	0,14
Probabilité de fermeture de la pêcherie	$P(\text{fermeture})$	0	0	0	0	0	0
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à 20% de $SB[0]$	$P(SB > 0,20 \times SB_0)$	0,89	0,89	0,9	0,91	0,91	0,91
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à SB_{lim}	$P(SB > SB_{limite})$	1	1	1	1	1	1

Tableau A1b. Performance des PG candidates pour les mesures de performance standard de la CTOI pour 2022-2031.

Mesures de la performance	nom	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6
Capture moyenne sur les années	(C) moyenne	28129	26972	25235	29240	28146	26739

Mortalité par pêche moyenne par rapport à F_{RMD}	F/F_{RMD}	0,86	0,81	0,72	0,79	0,74	0,69
Mortalité par pêche moyenne par rapport à la cible	F/F_{cible}	0,86	0,81	0,72	0,79	0,74	0,69
Proportion moyenne du RMD	C/RMD	0,99	0,95	0,89	1,01	0,97	0,92
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la biomasse non pêchée	SB/SB_0	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,33
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la SB_{RMD}	SB/SB_{RMD}	1,42	1,44	1,48	1,41	1,43	1,46
Biomasse reproductrice minimale par rapport à la biomasse non pêchée	$\min(SB/SB_0)$	0,24	0,24	0,23	0,27	0,28	0,29
Pourcentage de changement interannuel dans les captures	$IAC(C)$	2,74	2,55	2,66	3,76	3,61	3,33
Probabilité d'être dans le quadrant vert de Kobe	$P(\text{Vert})$	0,64	0,67	0,7	0,61	0,65	0,68
Probabilité d'être dans le quadrant rouge de Kobe	$P(\text{Rouge})$	0,23	0,2	0,17	0,18	0,15	0,12
Probabilité de fermeture de la pêcherie	$P(\text{fermeture})$	0	0	0	0	0	0
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à 20% de $SB[0]$	$P(SB > 0,20 \times SB_0)$	0,85	0,86	0,88	0,9	0,91	0,91
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à SB_{lim}	$P(SB > SB_{limite})$	1	1	1	1	1	1

Tableau A1c. Performance des PG candidates pour les mesures de performance standard de la CTOI pour 2022-2041.

Mesures de la performance	nom	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6
Capture moyenne sur les années	(C) moyenne	28578	26792	24081	30160	28833	27287
Mortalité par pêche moyenne par rapport à F_{RMD}	F/F_{RMD}	1,08	0,94	0,73	0,89	0,78	0,69
Mortalité par pêche moyenne par rapport à la cible	F/F_{cible}	1,08	0,94	0,73	0,89	0,78	0,69
Proportion moyenne du RMD	C/RMD	1	0,94	0,85	1,03	0,99	0,93
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la biomasse non pêchée	SB/SB_0	0,31	0,33	0,35	0,3	0,32	0,34
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la SB_{RMD}	SB/SB_{RMD}	1,4	1,47	1,59	1,35	1,42	1,5
Biomasse reproductrice minimale par rapport à la	$\min(SB/SB_0)$	0,24	0,24	0,23	0,27	0,28	0,29

biomasse non pêchée							
Pourcentage de changement interannuel dans les captures	IAC(C)	3,56	3,27	3,29	3,75	3,52	3,22
Probabilité d'être dans le quadrant vert de Kobe	P(Vert)	0,59	0,64	0,71	0,56	0,62	0,69
Probabilité d'être dans le quadrant rouge de Kobe	P(Rouge)	0,26	0,21	0,15	0,2	0,16	0,11
Probabilité de fermeture de la pêcherie	P(fermeture)	0,02	0,01	0	0	0	0
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à 20% de SB[0]	$P(SB > 0,20 \times SB_0)$	0,77	0,81	0,86	0,84	0,88	0,92
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à SB_{lim}	$P(SB > SB_{limite})$	0,97	0,98	0,99	0,99	1	1