

# Mise à jour sur l'Évaluation de la Stratégie de Gestion pour l'espadon de la CTOI

7<sup>ème</sup> Session du CTPG de la CTOI – 19 et 20 février 2024

Thomas Brunel<sup>1</sup> et Iago Mosqueira<sup>1</sup>

## Situation des travaux sur l'ESG

- Le modèle opérationnel de référence pour le stock d'espadon de l'océan Indien a été développé ces trois 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 2020 et couvrait la dynamique de l'espadon jusqu'en 2018. Ce MO a été actualisé jusqu'en 2023, en projetant le stock vers l'avant en se fondant sur les captures déclarées pour 2019, 2020 et 2021 et en partant du principe que les captures de 2022 se situent au niveau de 2021. Une comparaison du MO avec les valeurs de sortie de la nouvelle évaluation du stock de 2023 montre que le MO est toujours approprié pour décrire la dynamique du stock d'espadon de l'océan Indien et son état actuel.
- Les autres développements de l'ESG de l'espadon incluaient le développement et l'application de deux types de PG candidates, une basée sur un modèle et l'autre basée sur des données, ainsi que le calibrage de ces PG (c.-à-d. la définition des paramètres des PG qui atteignent un certain but de gestion en moyenne) pour un ensemble d'objectifs de gestion au cours des 11 à 15 prochaines années.
- La principale priorité en matière de retour d'information pour le CTPG07 est de parvenir à un accord sur l'ensemble des PG proposées qui seront entièrement testées, ainsi que sur les objectifs de gestion actuels à atteindre pour la procédure de calibrage.

## Développement du Modèle Opérationnel

La situation du MO actuel pour l'espadon a été présentée au CTPG de 2023 ainsi qu'au Groupe de Travail sur les Poissons Porte-épée de 2023 et au Groupe de Travail sur les Méthodes de 2023. Le document de travail présenté au CTPG (CTOI 2023) incluait une révision de la grille du MO qui réduisait le nombre de facteurs pris en compte, en identifiant ceux n'ayant que peu d'impact sur l'état du stock initial et la productivité dans le MO. Cela a donné lieu à une nouvelle grille contenant 648 combinaisons, dont 175 ont été sélectionnées par l'optimisation du plan factoriel (contre 2 592 et 108, respectivement, pour le MO antérieur). L'évaluation du stock SS3 a été exécutée pour ces 175 combinaisons de paramètres et 130 scénarios ont finalement été considérés acceptables (sur la base de la convergence du modèle, de la

---

<sup>1</sup> Wageningen Marine Research, Haringkade 1, Postbus 68, 1976CP, IJmuiden, The Netherlands.  
[thomas.brunel@wur.nl](mailto:thomas.brunel@wur.nl) ; [iago.mosqueira@wur.nl](mailto:iago.mosqueira@wur.nl)

capacité de prédiction de l'indice de biomasse et de la crédibilité des estimations de  $B_0$ ) et utilisés comme base pour le MO (contre 67 pour le MO original).

Le MO est fondé sur les scénarios de SS3 basés sur l'évaluation du stock de 2020 pour le stock d'espadon de l'océan Indien qui couvrait le développement du stock jusqu'en 2018. Afin de réaliser les simulations commençant par un état du stock aussi proche que possible de l'état actuel, le MO a été projeté vers l'avant sur les années 2019-2022 en utilisant les estimations de captures de la CTOI pour les années 2019 à 2021, en supposant le maintien du statu quo pour la mortalité par pêche pour 2022 ( $F_{2022}=F_{2021}$ ).

Une évaluation SS3 actualisée a été présentée au GTPP de 2023. Elle se compose d'un ensemble de 47 scénarios de modèles SS3 couvrant une grille de paramètres d'entrée pour la principale incertitude liée aux hypothèses sur les options de configuration des PUE, la pente du stock-recrutement, les écarts du recrutement, la croissance et les tailles effectives des échantillons des données de composition par tailles. Les facteurs et niveaux inclus sont similaires à ceux utilisés pour élaborer la grille d'incertitude du MO de l'espadon.

La distribution des paramètres de la dynamique de la population issue de l'évaluation actualisée est plus étroite et se situe généralement dans la distribution des paramètres du MO (figure 1). De même, l'état du stock historique issu de l'évaluation de 2023 s'inscrit dans l'enveloppe du MO (figure 2). La distribution de la  $SB/SB_{PME}$  de l'évaluation dans sa dernière année, 2021, se situe dans le MO, alors que les valeurs de  $F/F_{PME}$  sont proches de la limite de l'enveloppe du MO mais restent toutefois dans la limite.

Par définition, on étudie des sources d'incertitude plus nombreuses lors de l'élaboration d'un MO pour une ESG que lors de l'assemblage des scénarios des modèles pour une évaluation du stock. Dans le cas de l'espadon, la grille d'incertitude structurelle pour le MO inclut 7 paramètres et le MO se base sur 130 scénarios de SS3, tandis que la grille pour l'évaluation étudie 5 paramètres conduisant à 48 combinaisons.

Dans l'ensemble, la nouvelle évaluation de 2023 ne change pas fondamentalement la perception de la dynamique et de l'état actuel du stock, et le MO élaboré sur la base de l'évaluation précédente est toujours considéré approprié pour décrire l'état du stock actuel et son incertitude associée, ainsi que l'incertitude entourant les paramètres de la dynamique du stock. Par conséquent, il ne sera pas nécessaire de reconditionner le MO.

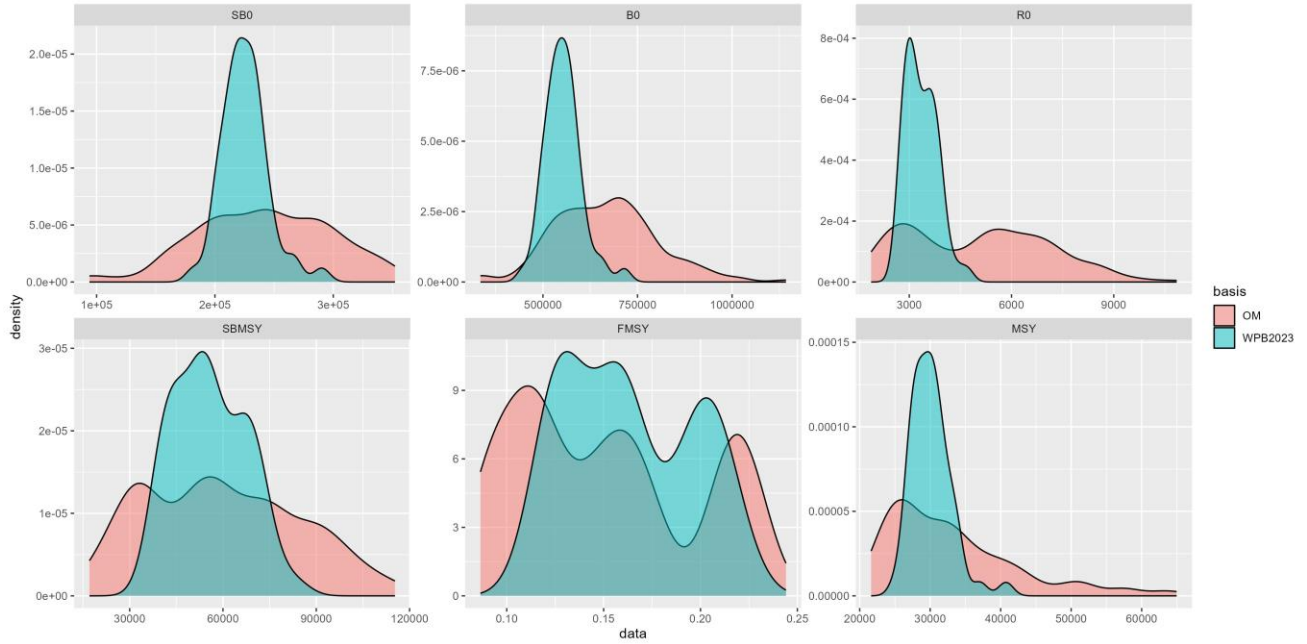


Figure 1. Comparaison des paramètres de la dynamique de la population issus de l'évaluation d'espadon du GTPP de 2023, et du Modèle opérationnel développé pour l'analyse de l'ESG de l'évaluation précédente.

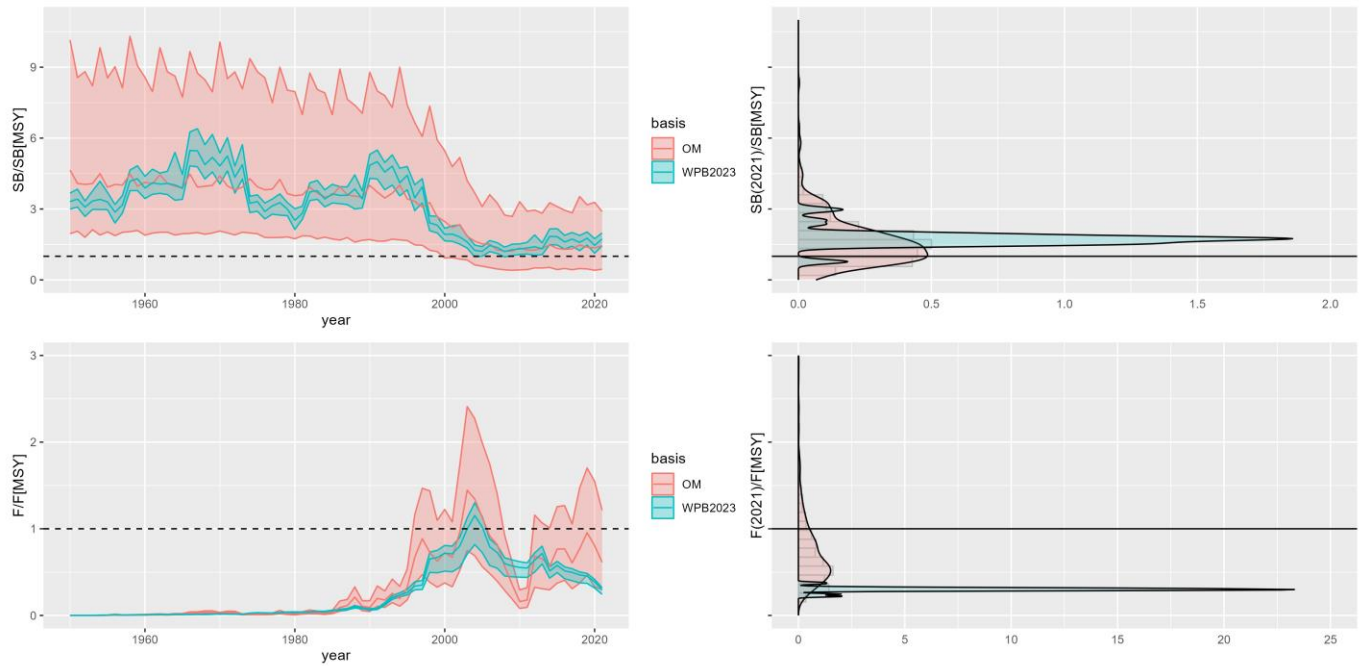


Figure 2. Comparaison du développement historique et de l'état du stock actuel issus de l'évaluation d'espadon du GTPP de 2023, et du Modèle opérationnel développé pour l'ESG.

## Procédures de Gestion candidates

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

- Une PG basée sur un modèle, dans laquelle un modèle de production excédentaire d'évaluation du stock fournit une estimation de l'état du stock actuel, en termes d'épuisement actuel de la biomasse, qui est ensuite utilisée dans une règle de contrôle de l'exploitation pour déterminer l'avis sur les captures.
- Une PG basée sur des données dans laquelle l'avis sur les captures se base sur la valeur et la tendance récente d'un indice de PUE.

Les deux types de PG sont présentés ci-dessous et ont, en outre, été appliqués :

- avec un cycle d'avis sur 3 ans (TAC fixé pour une période de 3 ans)
- avec une limite de variation interannuelle du TAC (ou stabilisateur du TAC) pour laquelle différentes options ont été testées :
  - 15-15 : l'augmentation et la réduction maximum du TAC est de 15%
  - 10-10 : l'augmentation et la réduction maximum du TAC est de 10%
  - 15-10 : l'augmentation maximum du TAC est de 15% et la réduction maximum du TAC est de 10%
- en supposant qu'au cours d'une année donnée,  $y$ , lorsque l'avis doit être donné pour les 3 années suivantes,  $y+1$  à  $y+3$ , les données sont disponibles jusqu'à l'année précédente,  $y-1$  (soit un décalage de données d'un an).

## PG basées sur un modèle

### Définition

Les PG basées sur un modèle (Figure 3) 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 de contrôle de l'exploitation (HCR) aux estimations de l'épuisement actuel produites par le modèle. La forme de la HCR (en crosse de hockey) est définie par trois paramètres de contrôle :
  - CP1 : niveau de stock minimum au-dessous duquel aucune pêche (ou le moins possible) ne doit avoir lieu,
  - CP2 : niveau de stock de déclenchement au-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 niveau de déclenchement.

### Mise en œuvre dans le cas de l'espadon

Le modèle de production excédentaire JABBA a été ajusté à la série temporelle des captures totales et à l'indice de PUE de la palangre japonaise. Il a fourni les estimations du taux d'épuisement, calculé comme

SB/SB<sub>0</sub> (SB<sub>0</sub> = biomasse vierge), la dernière année de la période d'évaluation. Les taux d'épuisement limite et de déclenchement ont été fixés à CP1 = 0,1 (une mesure de substitution pour SB=SB<sub>lim</sub>) et CP2 = 0,4 (une mesure de substitution pour SB=SB<sub>PME</sub>). La capture maximale, CP3, a été obtenue en calibrant la PG pour atteindre les objectifs de gestion particuliers.

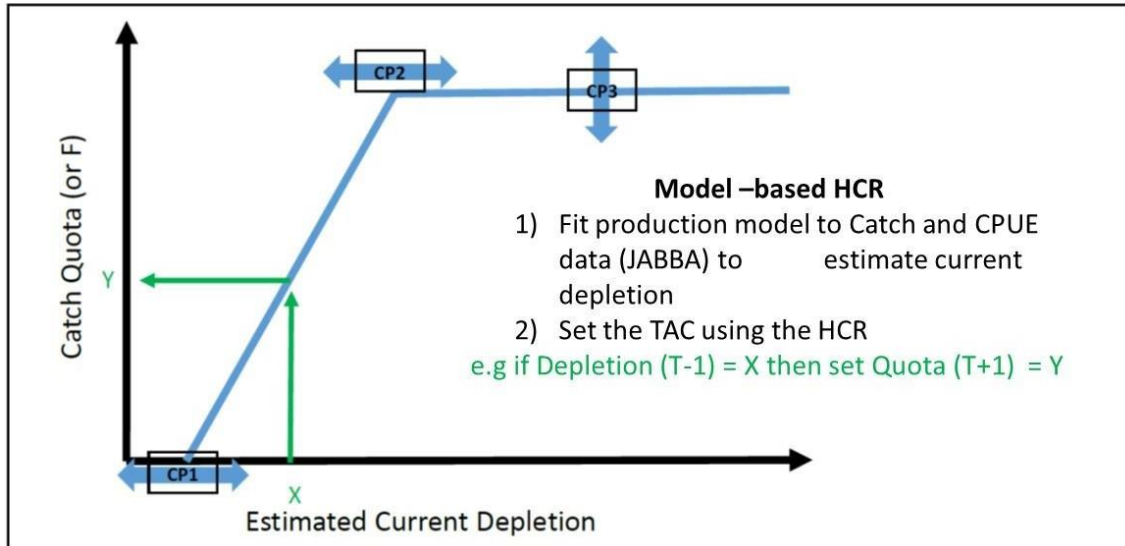


Figure 3. Règles de contrôle de l'exploitation utilisées dans la PG basée sur un modèle.

## PG basées sur des données

### Définition

Les PG basées sur des données tentent de gérer la pêche pour atteindre une valeur cible des taux de captures sur une série de PUE choisie. Le TAC suivant est accru par rapport au TAC actuel si la PUE actuelle se situe au-dessus de la PUE cible et si la tendance de la PUE est à la hausse. À l'inverse, le TAC suivant est réduit par rapport au TAC actuel si la PUE actuelle se situe en-deçà de la PUE cible et si la tendance de la PUE est à la baisse. Si la position de la PUE par rapport à la cible et la pente de la PUE 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. Officiellement, le futur TAC est calculé comme une partie,  $TAC_{mult}$ , du TAC actuel, ce qui est défini comme suit :

$$TAC_{mult} = 1 + k_a Sl + k_b D$$

avec

$$k_a = k_1 \text{ if } Sl > 0 \vee k_a = k_2 \text{ if } Sl \leq 0$$

et

$$k_b = k_3 \text{ if } D > 0 \vee k_b = k_4 \text{ if } D \leq 0$$

où  $Sl$  est la pente de la PUE logarithmique sur les 5 dernières années,  $D$  est la différence entre la valeur de la PUE récente (moyenne sur les 3 dernières années) et la valeur de la PUE cible, et  $k_a$  et  $k_b$  sont les paramètres de la pondération relative attribuée aux deux quantités précédentes (Figure 4), contrôlant la réactivité de la PG. Les paramètres de contrôle comprennent : CP1) la réactivité à la pente de la PUE ( $k_1$  et  $k_2$ ), CP3) la réactivité à l'écart par rapport à la PUE cible ( $k_3$  et  $k_4$ ) et CP4) la valeur de la PUE cible

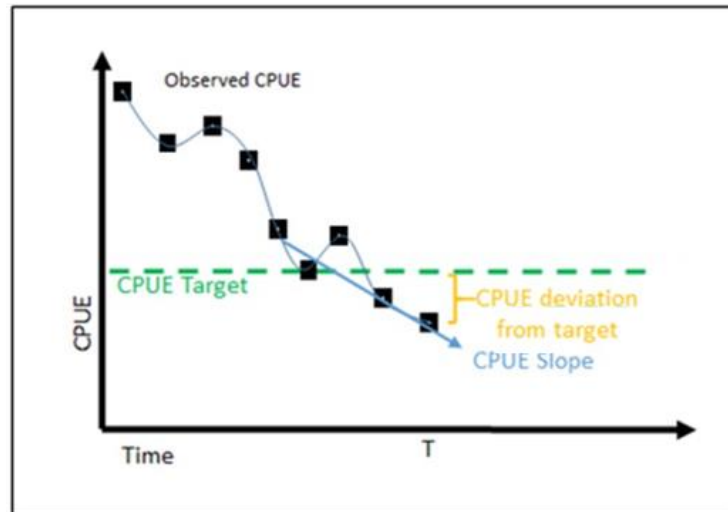


Figure 4 : La règle de la PUE se base sur la pente récente de l'indice de PUE et la distance jusqu'à la valeur de l'indice cible.

### Mise en œuvre dans le cas de l'espadon

L'indice de PUE utilisé pour cette règle était l'indice de PUE de la palangre japonaise. Les paramètres de contrôle définissant la réactivité de la PG à la distance actuelle par rapport à la PUE cible ainsi qu'à la pente de la PUE sur les dernières années ont tous été définis.

En se fondant sur les analyses présentées au dernier CTPG (CTOI, 2023), il a été démontré que les objectifs de gestion pourraient être atteints pour une gamme de combinaisons de valeurs de  $k$  ( $k_1$ -4), correspondant à un ensemble de PG réagissant plus ou moins rapidement aux changements de l'indice de PUE d'une année sur l'autre. Le choix de ces valeurs de  $k$  avait un impact sur les différentes mesures de performance des PG autres que les critères de calibrage (par ex. variabilité des captures). Afin de proposer deux options de PG basées sur des données contrastantes, deux mises en œuvre des PG basées sur la PUE sont proposées, ayant respectivement des paramètres de réactivités bas ( $k_1$  et  $k_2 = 0,1$  et  $k_3$  et  $k_4 = 0,3$ ) et élevés ( $k_1$  et  $k_2 = 2,1$  et  $k_3$  et  $k_4 = 1,2$ ).

Les PG ont été calibrées pour estimer la valeur de la PUE cible pour les trois mêmes objectifs de gestion que pour les PG basées sur un modèle.

### Liste des scénarios

En se fondant sur les demandes du CTPG et du Groupe de travail sur les Méthodes de 2023, la liste des scénarios suivante a été définie.

## PG calibrées

Les PG pour lesquelles un calibrage devrait être réalisé couvrent les deux types de PG : PG basée sur un modèle et PG basée sur des données (avec une réactivité lente et rapide). Le calibrage de ces PG devrait être réalisé pour deux objectifs de calibrage, à savoir la probabilité de 60% et de 70% de se situer dans le quadrant vert du graphe de Kobe pour la période 2034-2038 (c.-à-d. 11 à 15 ans dans la période de simulation). Différentes options sont également étudiées pour le stabilisateur du TAC. Le Tableau 1 présente la liste des PG calibrées.

Tableau 1 : Liste des PG candidates proposées pour l'espadon de l'océan Indien.

Nom de la PG	Descripteur	Type de PG	Objectif de calibrage P(vert)=	Stabilisateur du TAC (max. à la hausse - max. à la baisse)
MP1	Modelbased_60%_15-15	Basé sur un modèle	60%	15-15
MP2	Modelbased_60%_10-10	Basé sur un modèle	60%	10-10
MP3	Modelbased_60%_15-10	Basé sur un modèle	60%	15-10
MP4	Modelbased_70%_15-15	Basé sur un modèle	70%	15-15
MP5	Modelbased_70%_45575	Basé sur un modèle	70%	10-10
MP6	Modelbased_70%_15-10	Basé sur un modèle	70%	15-10
MP7	CPUE_Slow_60%_15-15	CPUE_Slow	60%	15-15
MP8	CPUE_Slow_60%_10-10	CPUE_Slow	60%	10-10
MP9	CPUE_Slow_60%_15-10	CPUE_Slow	60%	15-10
MP10	CPUE_Slow_70%_15-15	CPUE_Slow	70%	15-15
MP11	CPUE_Slow_70%_10-10	CPUE_Slow	70%	10-10
MP12	CPUE_Slow_70%_15-10	CPUE_Slow	70%	15-10
MP13	CPUE_Fast_60%_15-15	CPUE_Fast	60%	15-15
MP14	CPUE_Fast_60%_10-10	CPUE_Fast	60%	10-10
MP15	CPUE_Fast_60%_15-10	CPUE_Fast	60%	15-10
MP16	CPUE_Fast_70%_15-15	CPUE_Fast	70%	15-15
MP17	CPUE_Fast_70%_10-10	CPUE_Fast	70%	10-10
MP18	CPUE_Fast_70%_15-10	CPUE_Fast	70%	15-10

## Tests

### - Erreur de mise en œuvre

Des scénarios supplémentaires seront réalisés en vue de tester la robustesse des PG calibrées face à différents scénarios concernant un possible dépassement des TAC générés par la PG. Deux scénarios sont à l'étude :

- Une erreur de mise en œuvre maximum de 15% pour un seul cycle de gestion, ou trois ans
- Une erreur de mise en œuvre de 10% sur une période plus longue.

### - Stabilisateur du TAC

Le sous-ensemble de PG sera calibré une nouvelle fois pour une situation dans laquelle le stabilisateur du TAC est désactivé lorsque la biomasse tombe en-deçà de certaines valeurs de sécurité. Leur performance sera comparée aux PG avec le stabilisateur du TAC toujours appliqué.

## Résumé de la performance des PG candidates pour l'espadon

Faute de temps, seul un sous-ensemble de PG candidates a été calibré jusqu'à présent (cf. Tableau 2).

Les classements des PG par rapport aux indicateurs de performance clés sont présentés au Tableau 2 et les Figs. 5-11 illustrent leurs caractéristiques de performance. L'Appendice 2 inclut des tableaux de performance plus détaillés (résumés sur différentes fenêtres temporelles). Nous soulignons les points clés suivants :

- Les deux types de PG ont donné lieu à des niveaux de biomasse reproductrice similaires (pour un objectif de calibrage donné). La PG basée sur un modèle a également conduit à une distribution plus large des valeurs dans les itérations de la simulation. Aucune différence notable n'a été constatée entre les PG basées sur des données à réactivité lente et rapide.
- Pour toutes les PG calibrées, la probabilité que le stock demeure au-dessus de  $SB_{lim}$  pendant la période de calibrage était très élevée (valeurs moyennes supérieures à 99%).
- Les PG basées sur des données (MP7-10 et MP13-16) ont conduit à des captures moyennes plus élevées que la PG basée sur un modèle, mais avec une distribution plus large des valeurs dans les itérations de la simulation. Les PG basées sur des données à réactivité rapide ont donné lieu à des captures légèrement supérieures par rapport aux PG à réactivité lente (sauf lorsqu'un stabilisateur du TAC de 10% était appliqué). Les PG basées sur des données à réactivité rapide ont également donné lieu à une plus grande incertitude quant aux futures captures par rapport aux PG à réactivité lente. En ce qui concerne les PG basées sur un modèle, la capture moyenne est uniforme dans les itérations (pas de variabilité des valeurs futures), reflétant le fait qu'elle est la plupart du temps égale au plateau de la règle de contrôle de l'exploitation en crose de hockey.
- Cela a également entraîné un faible changement interannuel des captures pour les PG basées sur un modèle. En ce qui concerne les PG basées sur des données, les PG à réactivité lente (MP7-10) ont un changement interannuel des captures plus faible que les PG à réactivité rapide. En ce qui concerne les PG à réactivité rapide, la PG avec un stabilisateur du TAC de 10% maximum à la hausse et à la baisse avait une variabilité interannuelle des captures plus faible que les autres. Dans tous les cas, la variabilité des captures est faible en raison de l'application de stabilisateurs du TAC et du fait que l'avis est donné pour une période de trois ans.
- Les objectifs de calibrage sont atteints ( $P(Kobe=vert)$  moyenne à 0,6 ou 0,7) mais il existe une grande variabilité de cette probabilité entre les itérations de la simulation (l'intervalle des 25<sup>e</sup>-75<sup>e</sup> quantiles va de 0 à 1). Ce point spécifique a été analysé pour le GTPP de 2022. Il s'expliquait par le fait que la plupart des itérations de la simulation commençant dans un quadrant du diagramme de Kobe donné restent dans ce même quadrant tout au long de la période de simulation, malgré la mise en œuvre d'une PG. Cela est dû à plusieurs facteurs. Tout d'abord, le MO a une vaste fourchette de conditions de départ initiales, avec de nombreuses itérations se situant bien au-delà ou bien en-deçà de  $SB_{PME}$ . Pour que ces itérations changent de quadrant au cours de la période de calibrage, une PG imposant un fort changement de la taille du stock serait nécessaire. Cela n'est probablement pas le cas dans la situation actuelle, dans laquelle l'état initial pour le stock se situe à  $p(Kobe=vert)=73%$ , à proximité des objectifs de calibrage. En outre, en raison de la grande longévité du stock (31 classes d'âge), la SB est très stable, ce qui réduit les possibilités de changer de quadrant au cours de la période de calibrage, notamment car la période de calibrage est relativement courte (5 ans).



Le principal compromis (Figure 6) entre les PG testées semble être entre le type de PG, avec des captures plus élevées mais une variation interannuelle (et une incertitude globale) plus importante pour la PG basée sur des données, et des captures plus faibles mais très stables pour la PG basée sur un modèle. Ce même compromis est également rencontré entre les PG basées sur des données à réactivité lente et rapide, mais avec de plus petites différences par rapport au compromis entre les types de PG.

Tableau 2: Performance des PG candidates par rapport aux mesures de performance clés (mise à la moyenne sur la période 2034-2038).

PG	prob(SB>SB <sub>limite</sub> )	Variabilité des captures	prob(vert)	Capture moyenne	SB/SB <sub>PME</sub>
MP1	1,0 (1,0-1)	3,4	0,6	30652 (25633-30652)	1,6
MP4	1,0 (1,0-1)	2,3	0,71	26820. (26249-26821)	1,8
MP7	1,0 (1,0-1)	4,6	0,6	34514. (25185-44188)	1,7
MP9	1,0 (1,0-1)	4,6	0,6	34514. (25185-44188)	1,7
MP8	1,0 (1,0-1)	4,3	0,6	34159. (26171-39626)	1,7
MP10	1,0 (1,0-1)	4,3	0,7	32212 (23338-42297)	1,7
MP14	1,0 (1,0-1)	4,8	0,59	34343 (25087-41100)	1,7
MP15	1,0 (1,0-1)	5,7	0,6	36129 (23835-47534)	1,6
MP13	1,0 (1,0-1)	5,4	0,59	35709 (22703-47996)	1,6
MP16	1,0 (1,0-1)	5,4	0,71	33528 (20718-46394)	1,8

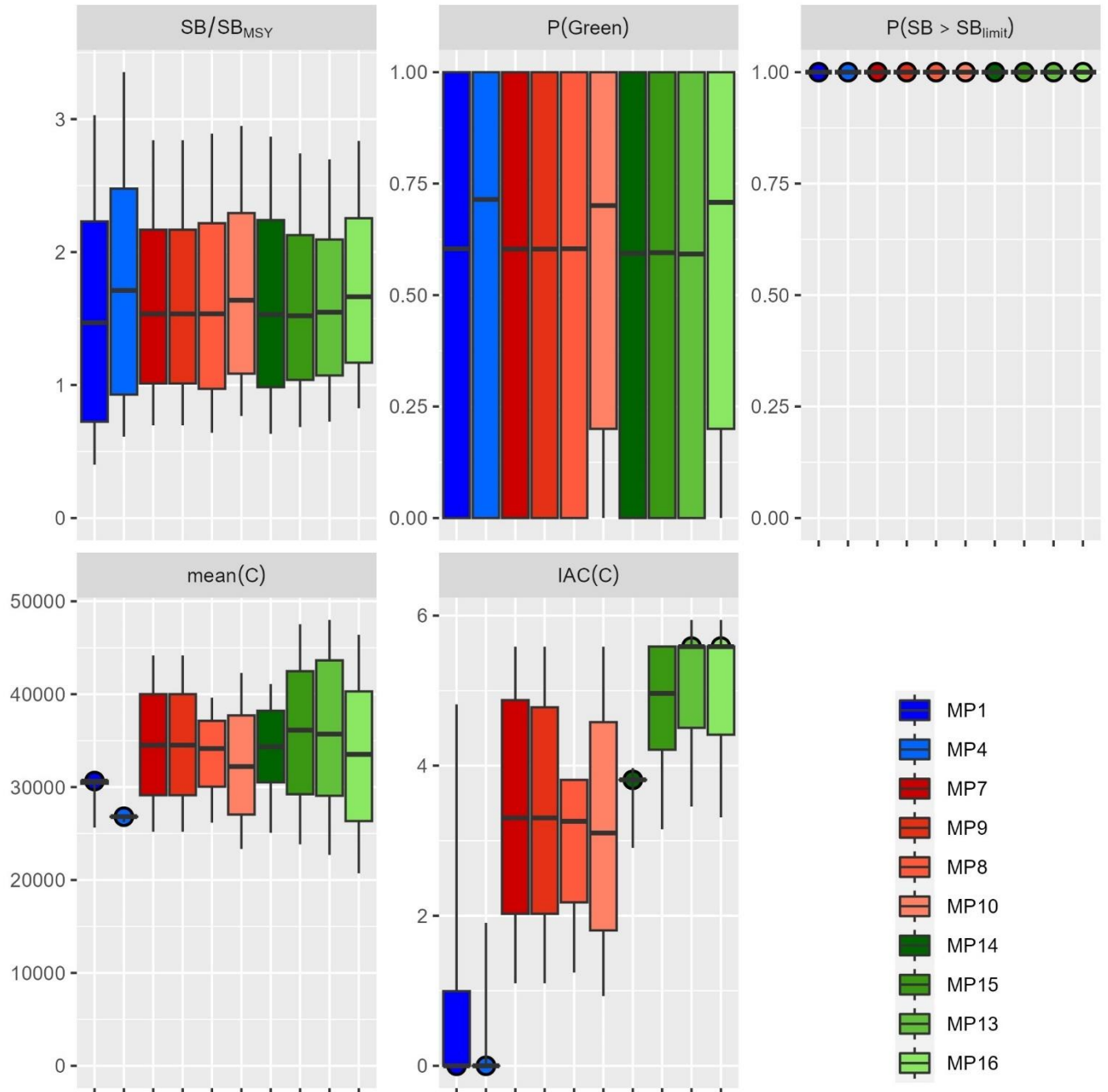


Figure 5. Diagrammes en boîte à moustaches comparant les PG candidates par rapport aux mesures de performance clés (mis à la moyenne sur la période 2034-2038). La ligne horizontale est la médiane (moyenne pour P(vert)), les cases représentent les 25<sup>e</sup> - 75<sup>e</sup> centiles, les lignes fines représentent les 10<sup>e</sup> - 90<sup>e</sup> centiles. Les PG basées sur des données sont représentées en bleu et les PG basées sur un modèle sont représentées en rouge (à réactivité lente) et en vert (à réactivité rapide).

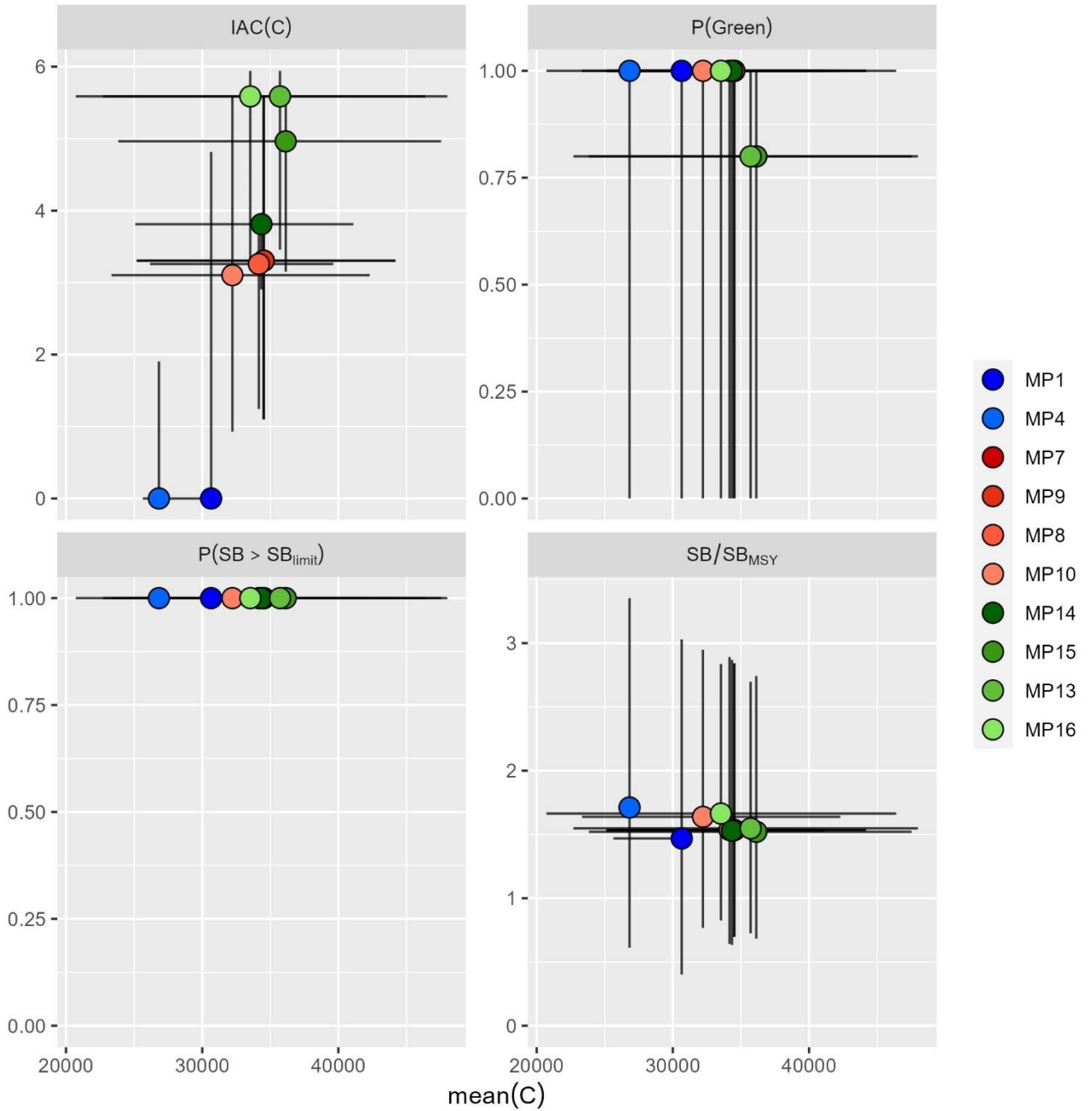


Figure 6. Diagrammes de compromis comparant les PG candidates par rapport aux captures de l'axe des X et à 4 autres mesures de performance clés sur l'axe des Y, chacune d'entre elles mise à la moyenne sur la période 2034-38. Le cercle est la médiane, les lignes représentent les 10<sup>e</sup> - 90<sup>e</sup> centiles.

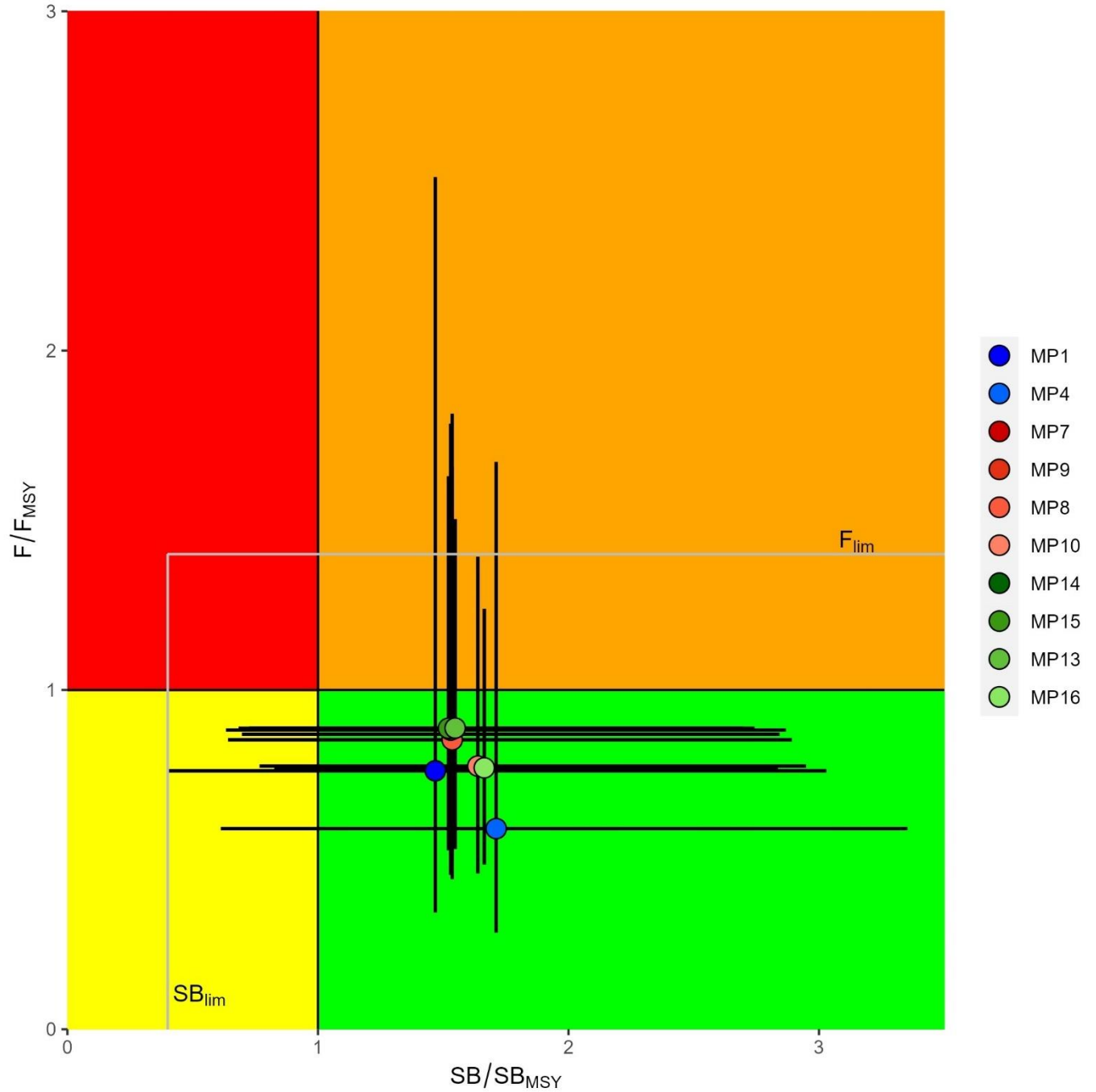


Figure 7. Diagramme de Kobe comparant les PG candidates sur la base de la performance moyenne escomptée en 2034-2038. Le cercle est la médiane, les lignes représentent les 10<sup>e</sup> - 90<sup>e</sup> centiles.

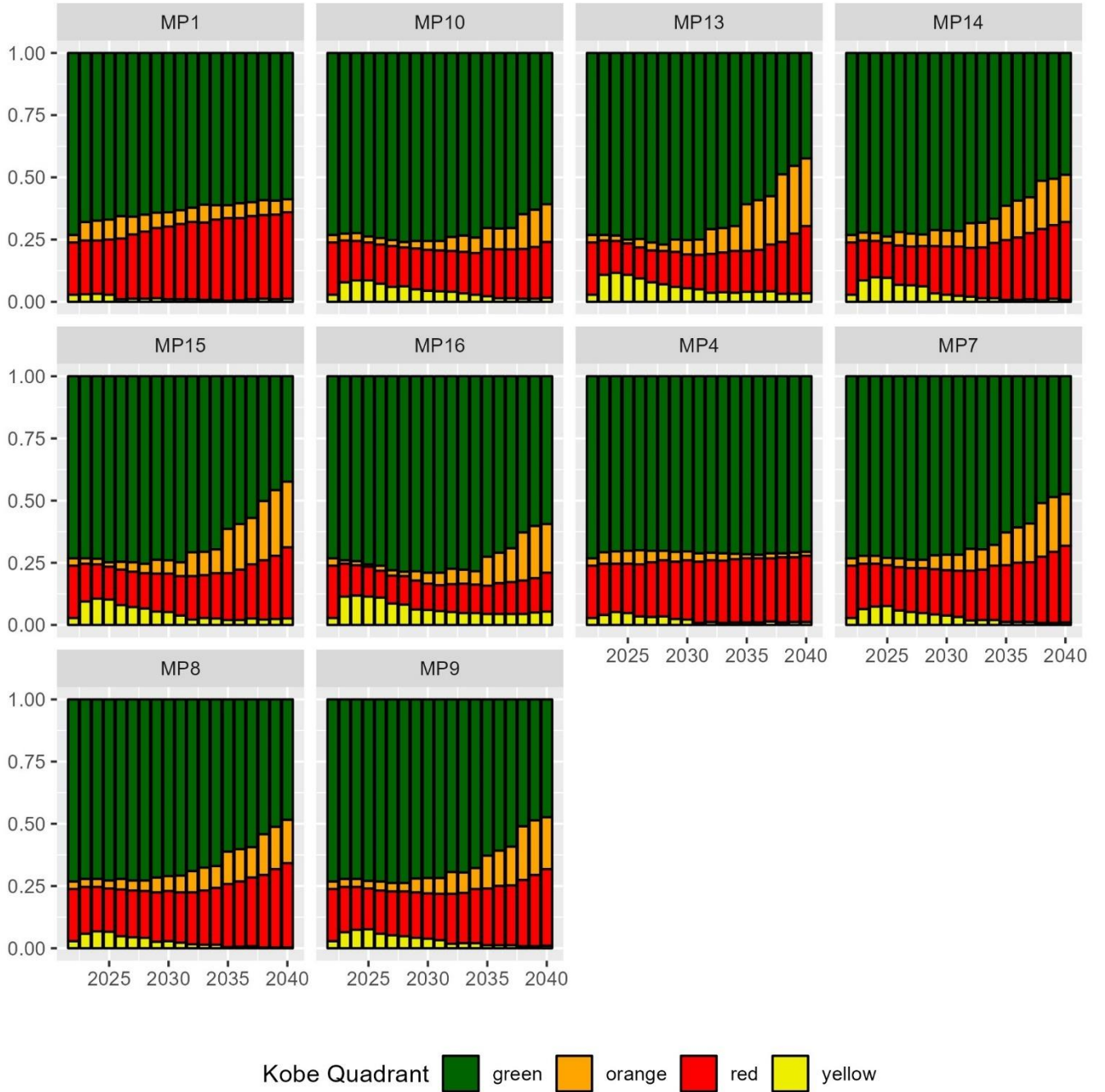


Figure 8. Proportion des simulations dans chacun des quadrants de Kobe au fil du temps, pour chacune des PG candidates.

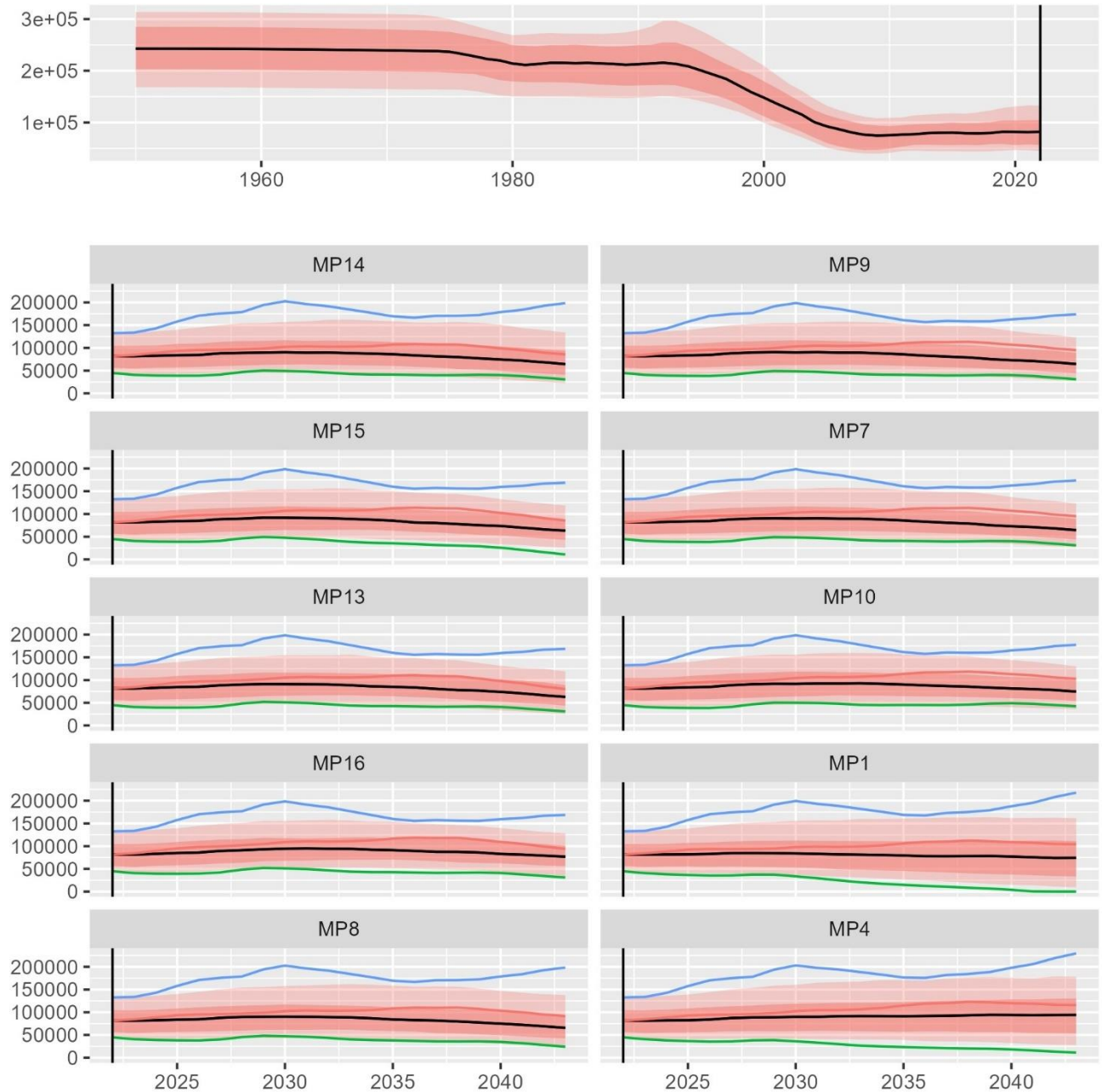


Figure 9. Série temporelle de la taille du stock reproducteur pour les PG candidates. Le panneau supérieur représente les estimations historiques du modèle opérationnel de référence et les tracés inférieurs représentent la période de projection. La ligne pleine verticale représente la dernière année utilisée dans le conditionnement historique. La médiane est représentée par la ligne noire épaisse, la bande ombrée rouge plus foncée représente les 25<sup>e</sup> - 75<sup>e</sup> centiles, la bande ombrée rouge plus claire représente les 10<sup>e</sup> - 90<sup>e</sup> centiles. Les 3 fines lignes en couleur 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 du stock.

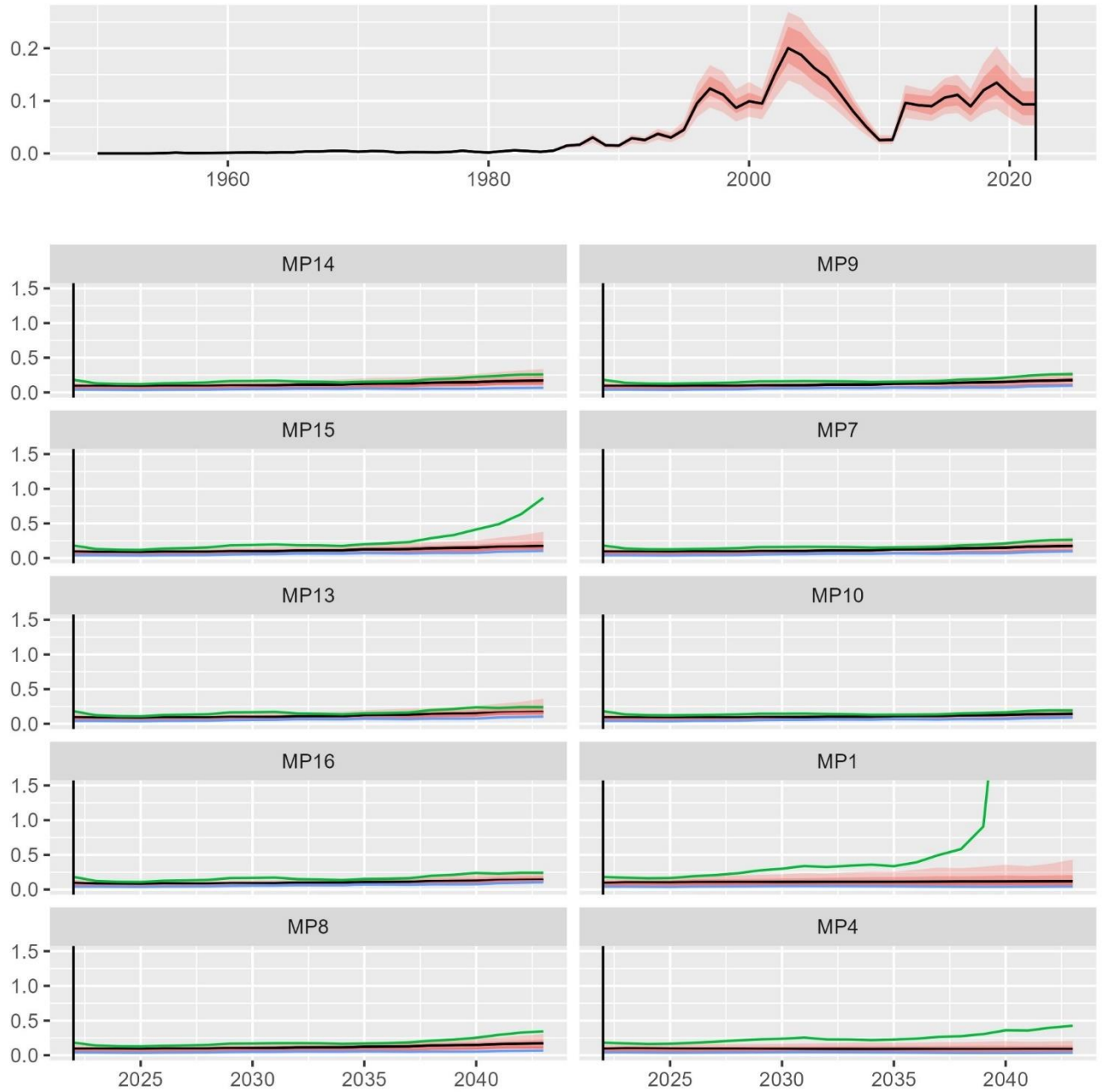


Figure 10. Série temporelle de l'intensité de pêche pour les PG candidates.

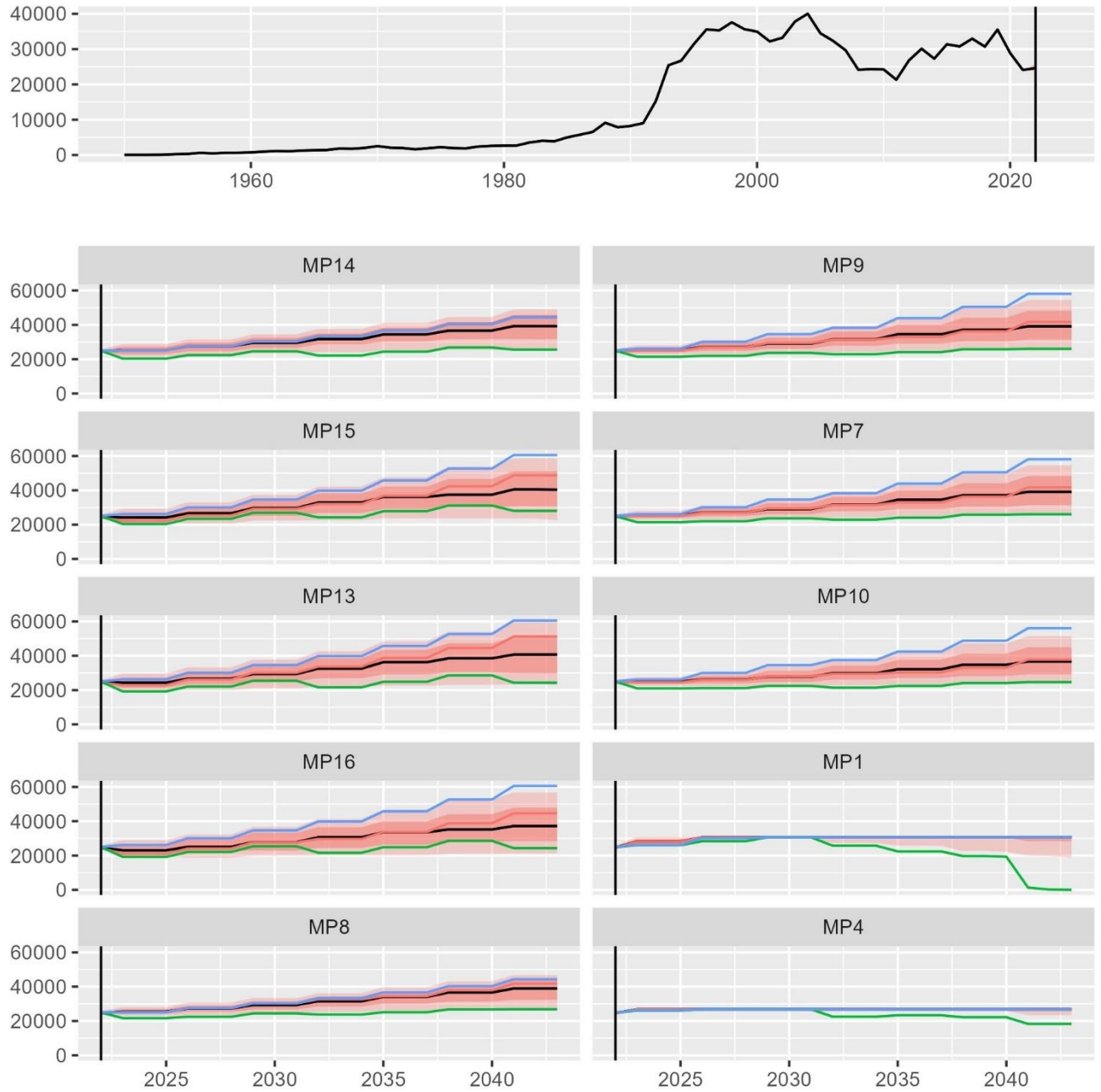


Figure 11. Série temporelle de captures pour les PG candidates.



## Scénarios des tests

Les scénarios permettant de tester la robustesse des PG face à une erreur de mise en œuvre et de tester la suppression du stabilisateur du TAC à un faible niveau de biomasse n'ont pas encore été effectués.

Les tests précédents de l'impact d'une erreur de mise en œuvre, présentés au GTM de 2023, ont été considérés peu concluants suite à la détection d'une erreur de codage dans l'outil de simulation. Cette erreur a été corrigée.

La suppression de la clause de stabilité n'a pas encore été testée mais les développeurs du modèle ont besoin d'une certaine orientation de la part du CTPG afin de configurer ce test (se reporter à la section ci-dessous).

## Demande de feedback au 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 la liste des PG proposées (tableau 1) et quant à savoir si elle est considérée pertinente pour tester deux versions des PG basées sur des données (à réactivité lente et rapide).
- 2) Les objectifs de calibrage convenus lors des CTPG précédents sont-ils toujours considérés pertinents ?
- 3) Les tests de robustesse face à une erreur de mise en œuvre (dépassement du TAC) sont-ils considérés pertinents? Le CTPG a-t-il des directives concernant les années (quel cycle de gestion) auxquelles l'erreur de mise en œuvre de 15% devrait être appliquée ?
- 4) Lors du test de la suspension de la clause de stabilité, le CTPG a-t-il des suggestions concernant le niveau de biomasse au-dessous duquel la clause devrait être levée ?

En ce qui concerne la PG basée sur un modèle, les valeurs candidates pourraient être un taux d'épuisement estimé par JABBA de 0,40 (point de déclenchement actuel de la règle en crose de hockey) ou de 0,10 (point limite actuel).

En ce qui concerne la PG basée sur des données, la valeur devrait être une valeur de l'indice de PUE qui est considérée correspondre à un faible niveau de biomasse.

## Références

**IOTC, 2023.** Mise à jour sur l'Évaluation de la Stratégie de Gestion pour l'espadon de la CTOI, 6<sup>ème</sup> Session du GTPG de la CTOI – 5 et 6 mai 2023 IOTC-2023-TCMP06-09

## Appendice 2. Tableaux de synthèse des performances des Procédures de Gestion candidates pour un ensemble de périodes (agrégées par régions et pêcheries)

Tableau 2a. Performance des PG candidates pour les mesures de performance standards de la CTOI pour 2023-2027.

Mesures de performance	nom	MP1	MP10	MP13	MP14	MP15	MP16	MP4	MP7	MP8	MP9
Captures moyennes au fil des ans	moyenne(C)	27787,72	25198,18	25022,64	25451,9	25180,18	24398,96	26158,91	25643,71	25719,53	25643,88
Mortalité par pêche moyenne par rapport à $F_{PME}$	$F/F_{PME}$	0,84	0,73	0,7	0,73	0,71	0,68	0,78	0,74	0,75	0,74
Mortalité par pêche moyenne par rapport à la cible	$F/F_{cible}$	0,84	0,73	0,7	0,73	0,71	0,68	0,78	0,74	0,75	0,74
Proportion moyenne de la PME	$C/PME$	0,89	0,8	0,79	0,81	0,8	0,77	0,84	0,82	0,82	0,82
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la biomasse vierge	$SB/SB_0$	0,34	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à $SB_{PME}$	$SB/SB_{PME}$	1,54	1,56	1,56	1,56	1,56	1,57	1,55	1,56	1,56	1,56
Biomasse reproductrice minimale par rapport à la biomasse vierge	$\min(SB/SB_0)$	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,33	0,33	0,33
Pourcentage de changement interannuel des captures	$IAC(C)$	4,06	2,65	4,96	3,63	4,43	5,01	1,81	2,88	2,73	2,88
Probabilité de se situer dans le quadrant vert de Kobe	P(vert)	0,68	0,73	0,74	0,73	0,74	0,75	0,71	0,73	0,73	0,73
Probabilité de se situer dans le quadrant rouge de Kobe	P(rouge)	0,22	0,17	0,15	0,16	0,15	0,14	0,2	0,18	0,19	0,18
Probabilité de fermeture de la pêcherie	P(fermeture)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à 20% de $SB_{[0]}$	$P(SB > 0,20 \times SB_0)$	0,9	0,91	0,92	0,91	0,91	0,92	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	1	1	1	1

Tableau 2b. Performance des PG candidates pour les mesures de performance standards de la CTOI pour 2023-2032.

Mesures de performance	nom	MP1	MP10	MP13	MP14	MP15	MP16	MP4	MP7	MP8	MP9
Captures moyennes au fil des ans	moyenne(C)	28889,35	26250,9	26775,19	26902,81	26902,3	25761,25	26366,8	27028,76	26977,51	27029,57
Mortalité par pêche moyenne par rapport à $F_{PME}$	$F/F_{PME}$	1,05	0,79	0,73	0,79	0,77	0,7	0,86	0,84	0,86	0,84
Mortalité par pêche moyenne par rapport à la cible	$F/F_{cible}$	1,05	0,79	0,73	0,79	0,77	0,7	0,86	0,84	0,86	0,84
Proportion moyenne de la PME	$C/PME$	0,93	0,83	0,84	0,85	0,85	0,81	0,85	0,86	0,86	0,86
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la biomasse vierge	$SB/SB_0$	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à $SB_{PME}$	$SB/SB_{PME}$	1,58	1,65	1,65	1,64	1,65	1,67	1,63	1,64	1,64	1,64
Biomasse reproductrice minimale par rapport à la biomasse vierge	$\min(SB/SB_0)$	0,3	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Pourcentage de changement interannuel des captures	$IAC(C)$	2,35	2,07	3,68	2,7	3,39	3,73	1,07	2,28	2,14	2,28
Probabilité de se situer dans le quadrant vert de Kobe	$P(\text{vert})$	0,66	0,74	0,75	0,72	0,74	0,77	0,71	0,73	0,72	0,73
Probabilité de se situer dans le quadrant rouge de Kobe	$P(\text{rouge})$	0,25	0,17	0,14	0,17	0,15	0,12	0,22	0,18	0,19	0,18
Probabilité de fermeture de la pêcherie	$P(\text{fermeture})$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à 20% de $SB_{[0]}$	$P(SB > 0,20 \times SB_0)$	0,88	0,92	0,92	0,91	0,92	0,92	0,9	0,91	0,91	0,91
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à $SB_{lim}$	$P(SB > SB_{limite})$	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Tableau 2c. Performance des PG candidates pour les mesures de performance standards de la CTOI pour 2023-2042.

Mesures de performance	nom	MP1	MP10	MP13	MP14	MP15	MP16	MP4	MP7	MP8	MP9
Captures moyennes au fil des ans	moyenne(C)	28821,21	29061,02	30917,55	29999,6	30888,25	29304,96	26147,75	30417,81	29793,06	30419,28
Mortalité par pêche moyenne par rapport à $F_{PME}$	$F/F_{PME}$	1,72	1,04	0,92	1,12	1,07	0,84	1,24	1,16	1,24	1,17
Mortalité par pêche moyenne par rapport à la cible	$F/F_{cible}$	1,72	1,04	0,92	1,12	1,07	0,84	1,24	1,16	1,24	1,17
Proportion moyenne de la PME	$C/PME$	0,92	0,91	0,96	0,94	0,96	0,9	0,84	0,95	0,94	0,95
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à la biomasse vierge	$SB/SB_0$	0,34	0,37	0,36	0,36	0,36	0,38	0,37	0,36	0,36	0,36
Biomasse reproductrice moyenne par rapport à $SB_{PME}$	$SB/SB_{PME}$	1,59	1,69	1,64	1,65	1,64	1,71	1,72	1,64	1,65	1,64
Biomasse reproductrice minimale par rapport à la biomasse vierge	$\min(SB/SB_0)$	0,27	0,3	0,28	0,28	0,28	0,3	0,3	0,29	0,29	0,29
Pourcentage de changement interannuel des captures	$IAC(C)$	1,93	2,44	3,91	2,96	3,71	3,92	0,95	2,63	2,42	2,63
Probabilité de se situer dans le quadrant vert de Kobe	P(vert)	0,64	0,72	0,67	0,66	0,67	0,73	0,71	0,67	0,66	0,67
Probabilité de se situer dans le quadrant rouge de Kobe	P(rouge)	0,29	0,18	0,16	0,21	0,18	0,13	0,24	0,21	0,23	0,21
Probabilité de fermeture de la pêcherie	P(effondrement)	0,02	0,01	0	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à 20% de $SB_{[0]}$	$P(SB > 0,20 \times SB_0)$	0,82	0,91	0,91	0,89	0,91	0,93	0,88	0,9	0,89	0,9
Probabilité que la biomasse reproductrice soit supérieure à $SB_{lim}$	$P(SB > SB_{limite})$	0,97	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98