

Résultats des procédures de gestion potentielles (CMP) pour l'évaluation de la stratégie de gestion de l'espadon de l'Atlantique Nord (SWO-N MSE)

Introduction

La Commission devrait adopter une procédure de gestion (MP) pour l'espadon de l'Atlantique Nord en 2023. Pour aider la Commission dans sa prise de décision, le Comité a préparé plusieurs documents, une [page web](#) et une [plateforme interactive en ligne](#) (NSWO Shiny App) qui présentent le rapport final sur les performances de la CMP et les compromis par rapport à des mesures de performance prédéterminées. Un [document de spécification des essais](#) fournit une description détaillée des éléments techniques de cette MSE. Cet appendice fournit une brève description des résultats de la CMP.

Méthodes

Modèles opérationnels

Les modèles opérationnels de la MSE pour l'espadon du Nord étaient basés sur l'évaluation du stock de 2022 (Anon., 2022), réalisée avec le logiciel d'évaluation Stock Synthesis 3 (SS3). Les modèles opérationnels (OM) ont été classés en deux catégories : l'ensemble de référence, qui couvrait les principales incertitudes de l'évaluation du stock de 2022, et les OM de robustesse, un sous-ensemble de l'ensemble de référence qui a été modifié pour tenir compte d'incertitudes potentielles supplémentaires.

Modèles opérationnels de référence

Le taux de mortalité naturelle (M) et la pente de la relation stock-recrutement de Beverton-Holt (h) sont les axes d'incertitude inclus dans l'ensemble de référence des modèles opérationnels. Trois valeurs ont été sélectionnées pour chaque paramètre ($M=0,1, 0,2, 0,3$ et $h=0,69, 0,80, 0,88$), et neuf modèles opérationnels ont été conditionnés avec ces valeurs supposées. Un OM de l'ensemble de référence ($M=0,2$ & $h=0,88$) partageait des hypothèses identiques à celles de l'évaluation du stock de 2022.

Tests de robustesse

Un ensemble d'OM de robustesse a été développé pour évaluer l'impact d'incertitudes supplémentaires qui n'ont pas été prises en compte dans l'ensemble de référence. Cinq OM de robustesse ont été développés pour prendre en compte des incertitudes supplémentaires pour les périodes historiques et de projection. Le **tableau 1** présente un résumé des OM de robustesse.

Test du cycle de gestion

Toutes les CMP sont conçues avec un cycle de gestion de trois ans. Pour un sous-ensemble de CMP, un cycle de gestion de quatre ans a été testé et les performances ont été comparées à celles des versions de trois ans.

Test du seuil minimal de TAC

Les performances d'un sous-ensemble de CMP ont été testées dans le cadre d'un scénario selon lequel le TAC n'était pas modifié entre les cycles de gestion si la CMP recommandait une modification du TAC inférieure à 200 t.

Mesures des performances

La Sous-commission 4 a identifié 10 mesures des performances comme critères principaux pour comparer les performances des CMP (**tableau 2**).

Procédures de gestion potentielles

Un grand nombre de CMP ont été élaborés par le Comité, puis réduits à une liste restreinte à l'aide d'une procédure d'élimination approuvée par la Sous-commission 4. Cinq types de CMP, chacune adaptée à trois objectifs (51%, 60% et 70% de probabilité de se trouver dans le quadrant vert du diagramme de Kobe sur une courte période, années 1 à 10), ont été identifiés pour être inclus dans la liste restreinte. Pour chaque type de CMP, où la lettre "a" est ajoutée au nom de la CMP (par exemple "CE_a"), la CMP a été calibrée pour atteindre une probabilité de 51% de se trouver dans le quadrant vert du diagramme de Kobe sur une courte période (années 1 à 10). Les lettres "b" et "c" indiquent que la CMP a été calibrée pour atteindre une probabilité de 60% ou 70%, respectivement, de se trouver dans le quadrant vert du diagramme de Kobe, PGK, à court terme (années 1 à 10). Une description de chacune de ces CMP figure dans le **tableau 3**.

Résultats et discussion

Le **tableau 4** montre la performance des CMP par rapport aux 10 mesures des performances identifiées par la Sous-commission 4. Pour chacune des CMP, une série temporelle des tendances de la mortalité par pêche, de la biomasse et des TAC dans les projections a été tracée (un exemple de diagramme de série temporelle pour le CE_b est présenté à la **figure 1**).

Compte tenu des différences structurelles dans les CMP, leurs performances diffèrent selon les mesures. Les compromis entre les CMP sont présentés dans la **figure 2** pour l'ensemble de référence des OM. Cette figure montre les compromis dans la PGK par rapport au TAC moyen, la probabilité de ne pas dépasser le point de référence limite (LRP) par rapport au TAC moyen, ainsi que la variation moyenne du TAC (représentée par une valeur négative, de sorte que des valeurs plus faibles signifient une plus grande variabilité) par rapport au TAC. Les tests de robustesse dans la MSE pour l'espadon incluent des scénarios qui sont souvent plus difficiles pour les CMP. La **figure 3** présente le même ensemble de compromis que celui décrit ci-dessus, mais pour le scénario de robustesse 3b.

La variabilité du TAC entre les périodes de gestion dans les CMP est illustrée par un diagramme en violon (**figure 4**). Conformément à la demande de la Sous-commission 4, le Comité a testé les CMP avec et sans limite de variation maximale du TAC entre les cycles de gestion. La **figure 4** montre la distribution de la variation absolue du TAC pour les CMP. La largeur du diagramme en violon est proportionnelle à la fréquence de la variation absolue du TAC (c'est-à-dire que des zones plus larges signifient que la valeur est plus commune).

Toutes les CMP présélectionnées ont satisfait aux exigences minimales de performance identifiées par la Sous-commission 4. Notamment, toutes les CMP présélectionnées ont une très forte probabilité de ne pas dépasser le LRP de 0,4 B_{PME} (**tableau 4**). Dans tous les cas, les CMP ont atteint >95% de probabilité de ne pas dépasser le LRP sur l'ensemble de la période de projection et, dans la plupart des cas, >98% de probabilité de ne pas dépasser le LRP sur l'ensemble de la période de projection. La probabilité minimale acceptable de ne pas dépasser le LRP identifiée par la Sous-commission 4 est de 85%.

Outre la liste principale des scénarios de robustesse, le Comité a examiné un scénario dans lequel la durée du cycle de gestion était de quatre ans au lieu de trois (**tableau 5**). Les résultats ont montré que les cycles de gestion de quatre ans n'avaient qu'un faible impact sur les performances des CMP par rapport à l'intervalle de trois ans. Le Comité a également examiné un scénario dans lequel le TAC ne serait pas modifié entre les cycles de gestion si la CMP recommandait une modification du TAC inférieure à 200 t (**tableau 6**). Les résultats ont montré que la modification minimale de 200 t du TAC n'avait pas d'incidence sur les performances des CMP, étant donné que la modification du TAC entre les cycles de gestion était toujours supérieure à 200 t.

Ces résultats fournissent des informations qui, selon le Comité, aideront la Commission à choisir une MP pour la gestion du stock d'espadon de l'Atlantique Nord.

Tableau 1. Description des modèles opérationnels de robustesse (OM) développés pour la MSE de l'espadon de l'Atlantique Nord.

OM robustesse	de	Objectif
R0		OM de référence pour les tests de robustesse.
R1		Évaluation de l'impact d'une augmentation annuelle supposée de 1% de la capturabilité qui n'est pas prise en compte dans la standardisation des indices d'abondance (historiques et de projection)
R2		Identique à R2, mais uniquement pour la période historique
R3a		Évaluation de l'impact du schéma cyclique dans les écarts de recrutement au cours de la période de projection ; une approximation de l'impact du changement climatique sur la productivité des stocks.
R3b		Évaluation de l'impact des écarts de recrutement plus faibles que prévu pour les 15 premières années de la période de projection ; une approximation de l'impact du changement climatique sur la productivité des stocks.
R4		Évaluation de l'impact des captures illégales, non déclarées ou non réglementées Une surconsommation de 10% du TAC chaque année.

Tableau 2. Résumé des objectifs de gestion et des mesures de performance correspondantes (PM) développés pour la MSE de l'espadon de l'Atlantique Nord.

Catégorie	Objectif de gestion	Nom de la PM	Description
Statut	Le stock devrait avoir une probabilité égale ou supérieure à [51, 60, 70] % de se situer dans le quadrant vert de la matrice de Kobe.	PGK _{short} :	Probabilité de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe ($SB > SB_{PME}$ et $F < F_{PME}$) au cours des années 1 à 10 (2024-2033)
		PGK _{med}	Probabilité de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe ($SB > SB_{PME}$ et $F < F_{PME}$) au cours des années 11 à 20 (2034-2043)
		PGK _{long} :	Probabilité de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe ($SB > SB_{PME}$ et $F < F_{PME}$) au cours des années 21 à 30 (2044-2053)
		PGK	Probabilité de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe ($SB > SB_{PME}$ et $F < F_{PME}$) au cours de toutes les années (2024-2053)
		PNOF	Probabilité d'absence de surpêche ($F < F_{PME}$) pour toutes les années (2024-2053)
Sécurité	Il conviendrait que la probabilité soit égale ou inférieure à [5, 10, 15] % que le stock chute en dessous de B_{LIM} ($0,4 * B_{PME}$) à tout moment au cours de la période d'évaluation de 30 ans.	LRP	Probabilité de dépassement du point de référence limite ($SB < 0,4 SB_{PME}$) au cours de quelconque année (2024-2053)
Production	Maximiser les niveaux de captures globaux.	TAC1	TAC (t) au cours de la première année de la mise en œuvre (2024)
Stabilité	Toute augmentation ou diminution du TAC entre les périodes de gestion devrait être inférieure à [25] %. [test également sans limitation de stabilité]	AvTAC _{short}	Médiane du TAC (t) au cours des années 1-10 (2024-2033)
		AvTAC _{med}	Médiane du TAC (t) au cours des années 11-20 (2034-2043)
		AvTAC _{long}	Médiane du TAC (t) au cours des années 21-30 (2044-2053)
		VarC	Variation moyenne du TAC (%) entre les cycles de gestion au cours de toutes les années et simulations

Table 3. Résumé des procédures de gestion potentielles présélectionnées qui ont été élaborées et testées pour la MSE de l'espadon de l'Atlantique Nord.

<i>Nom</i>	<i>Type</i>	<i>Indicateur d'abondance</i>	<i>Description</i>
CE	Empirique	Indice combiné	Tentative de maintien d'un taux d'exploitation constant au cours de la période de projection, sur la base du taux d'exploitation moyen au cours des dernières années historiques.
MCC5	Empirique	Indice combiné	L'objectif principal de la « prise presque toujours constante » 5 (<i>Mostly Constant Catch</i> , MCC) est d'essayer de fournir un TAC stable. Pour ce faire, elle utilise un TAC de base qui a la possibilité d'augmenter d'un niveau et de diminuer de deux niveaux. Ces niveaux sont sélectionnés en fonction de la valeur de la moyenne actuelle sur trois ans de l'indice combiné par rapport à une moyenne historique sur trois ans (2017-2019). Le TAC minimal est fixé à 4.000 t lorsque la moyenne actuelle de l'indice combiné sur trois ans est inférieure à la moitié de la moyenne historique sur trois ans.
MCC7	Empirique	Indice combiné	L'objectif principal de la « prise presque toujours constante » 7 (<i>Mostly Constant Catch</i> , MCC) est d'essayer de fournir un TAC stable. Pour ce faire, elle utilise un TAC de base qui a la possibilité d'augmenter de quatre petits niveaux et de diminuer de deux niveaux. Ces niveaux sont sélectionnés en fonction d'une valeur de la moyenne actuelle sur trois ans de l'indice combiné par rapport à une moyenne historique sur trois ans (2017-2019). Le TAC minimal est fixé à 50% du TAC de base lorsque la moyenne actuelle de l'indice combiné sur trois ans est inférieure à la moitié de la moyenne historique sur trois ans. Lorsque la moyenne triennale de l'indice combiné est calculée, un lisseur est utilisé pour réduire sa variabilité d'une année sur l'autre.
SPSSFox	Modèle	Indice combiné	Un modèle de production excédentaire de Fox avec une règle de contrôle de l'exploitation qui réduit F lorsque la biomasse estimée est inférieure au niveau cible.
FX4	Empirique	Indice combiné	L'indice combiné est soumis à un lissage médian de longueur 3, puis les déciles de l'indice lissé sont comparés à la moyenne des trois dernières années de données afin de trouver l'intervalle percentile approprié et le pourcentage de variation du TAC associé. Le pourcentage de variation du TAC ajuste un TAC de base qui varie en fonction de l'objectif de calibrage PGK_short.

Tableau 4. Diagramme de type patchwork indiquant les valeurs des mesures de performance pour chacune des CMP présélectionnée. Une version interactive de ce tableau est disponible dans l'[application Shiny dédiée à la MSE de l'espadon du Nord](#). Ce tableau présente 12 configurations de CMP (lignes) et 10 mesures de performance (colonnes). La sélection des CMP et des mesures de performance peut être personnalisée dans l'application Shiny. Les cellules sont ombrées pour indiquer la gamme de valeurs, les couleurs plus foncées indiquant des résultats plus souhaitables pour les différentes mesures de performance. Dans ce tableau, le TAC1 est estimé à partir des OM. La valeur finale du TAC1 sera calculée avec la mise à jour de l'indice combiné.

	MP	AvTAC_long	AvTAC_med	AvTAC_short	nLRP	PGK	PGK_med	PGK_short	PNOF	TAC1	VarC
	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
1	CE_a	11655.14	11387.05	13446.71	0.96	0.53	0.51	0.51	0.68	13462.5	0.16
2	CE_b	11651.06	11292.16	12768.65	0.97	0.61	0.59	0.6	0.74	12858.27	0.15
3	CE_c	11555.8	11218.02	12158	0.98	0.69	0.68	0.7	0.79	12247.38	0.15
4	FX4_b	12324.66	12632.78	12940.89	0.99	0.6	0.57	0.6	0.71	12940.89	0.1
5	FX4_c	12084.33	12379.07	12379.07	1	0.71	0.7	0.7	0.82	12379.07	0.1
6	MCC5_b	11188.4	11188.4	13426.08	0.99	0.58	0.56	0.6	0.68	13426.08	0.06
7	MCC5_c	12854.07	12854.07	12854.07	1	0.7	0.68	0.7	0.8	12854.07	0.06
8	MCC7_b	11564.15	11564.15	13141.08	1	0.59	0.57	0.6	0.71	13141.08	0.09
9	MCC7_c	12505.21	12005	12505.21	1	0.7	0.69	0.7	0.81	12505.21	0.09
10	SPSSFox_a	11792.19	11819.34	13462.5	0.97	0.53	0.51	0.51	0.67	13462.5	0.17
11	SPSSFox_b	11680.82	11603.5	12753.58	0.99	0.63	0.62	0.6	0.75	13292.91	0.16
12	SPSSFox_c	11571.51	11473.42	12189.85	1	0.72	0.7	0.7	0.82	12521.77	0.15

Tableau 5. Résultats des tests d'une autre durée de cycle de gestion. Les CMP CE, FX4 et MCC7 ont été testées avec un cycle de gestion de 4 ans et comparées à l'intervalle de gestion par défaut de 3 ans.

MP	Intervalle	PGK	Débarquements moyens	VarC
CE	3	0,43	10955	0,18
CE	4	0,44	11074	0,18
FX4	3	0,56	11027	0,09
FX4	4	0,56	11020	0,11
MCC7	3	0,47	11226	0,1
MCC7	4	0,47	11199	0,12

Tableau 6. Les CMP CE, FX4 et MCC7 ont été testées avec une modification minimale du TAC de 200 t et comparées à la valeur par défaut où il n'y avait pas de valeur minimale pour l'ajustement du TAC.

CMP	Modification minimale du TAC	PGK	Débarquements moyens	VarC
CE	Aucune	0,43	10955	0,18
CE	200 t	0,43	10955	0,18
FX4	Aucune	0,56	11027	0,09
FX4	200 t	0,56	11027	0,09
MCC7	Aucune	0,47	11226	0,1
MCC7	200 t	0,47	11226	0,1

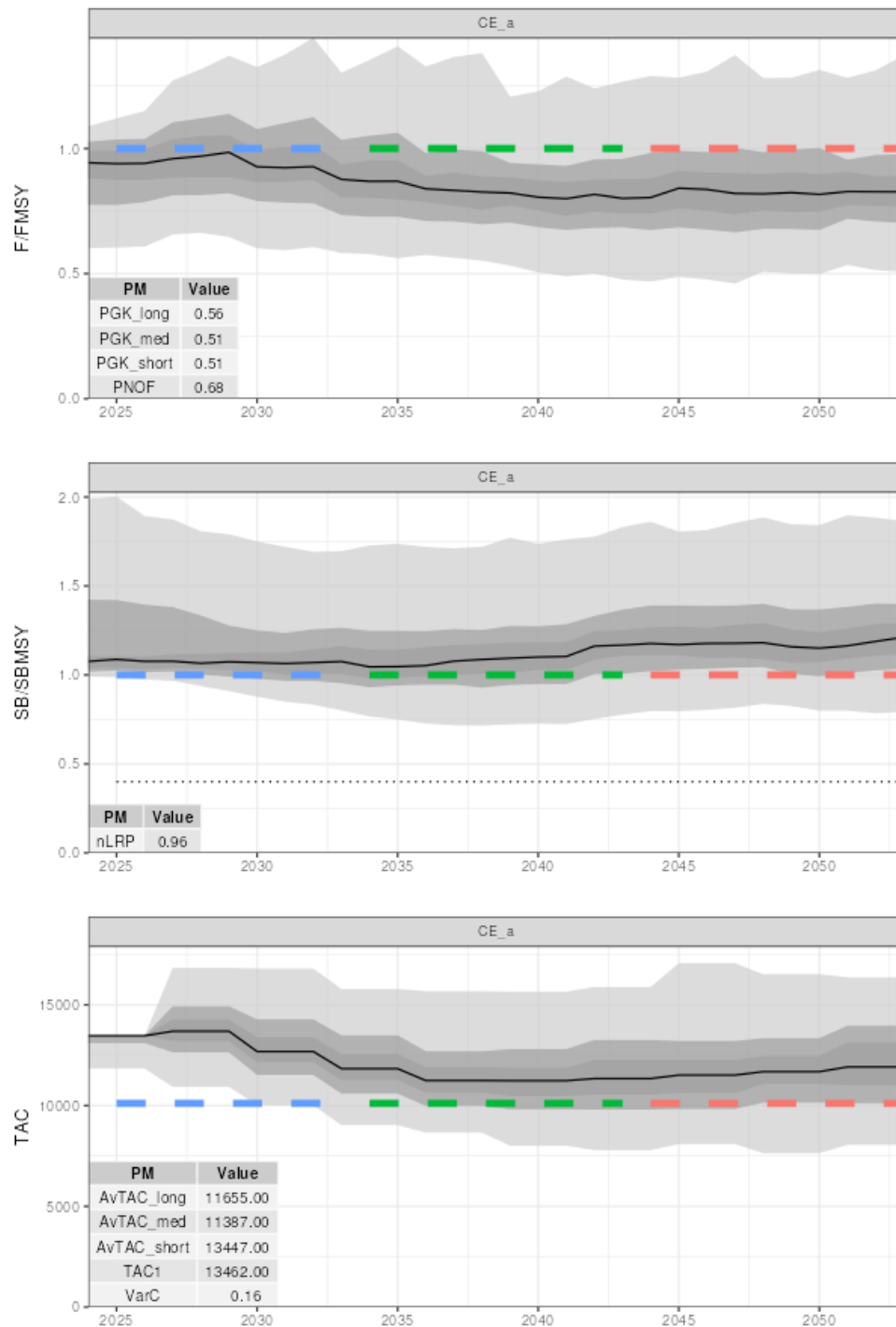


Figure 1. Diagrammes de séries temporelles pour une configuration de l'une des CMP (CE_a), montrant la médiane (ligne noire), les percentiles 60, 70 et 90 (tons de gris de plus en plus clairs respectivement) pour F/F_{PME} (en haut), SB/SB_{PME} (au centre) et le TAC (en bas) sur la période de projection de 30 ans. Ce diagramme montre les résultats pour les neuf modèles opérationnels de référence. D'autres diagrammes sont disponibles pour les modèles de robustesse dans l'application Shiny. Les mesures de performance associées à cette configuration de la CMP CE_a sont présentées dans les tableaux en bas à gauche de chaque diagramme. Les lignes pointillées colorées illustrent les intervalles courts (bleu), moyens (rouge) et longs (vert) utilisés dans les mesures de performance.

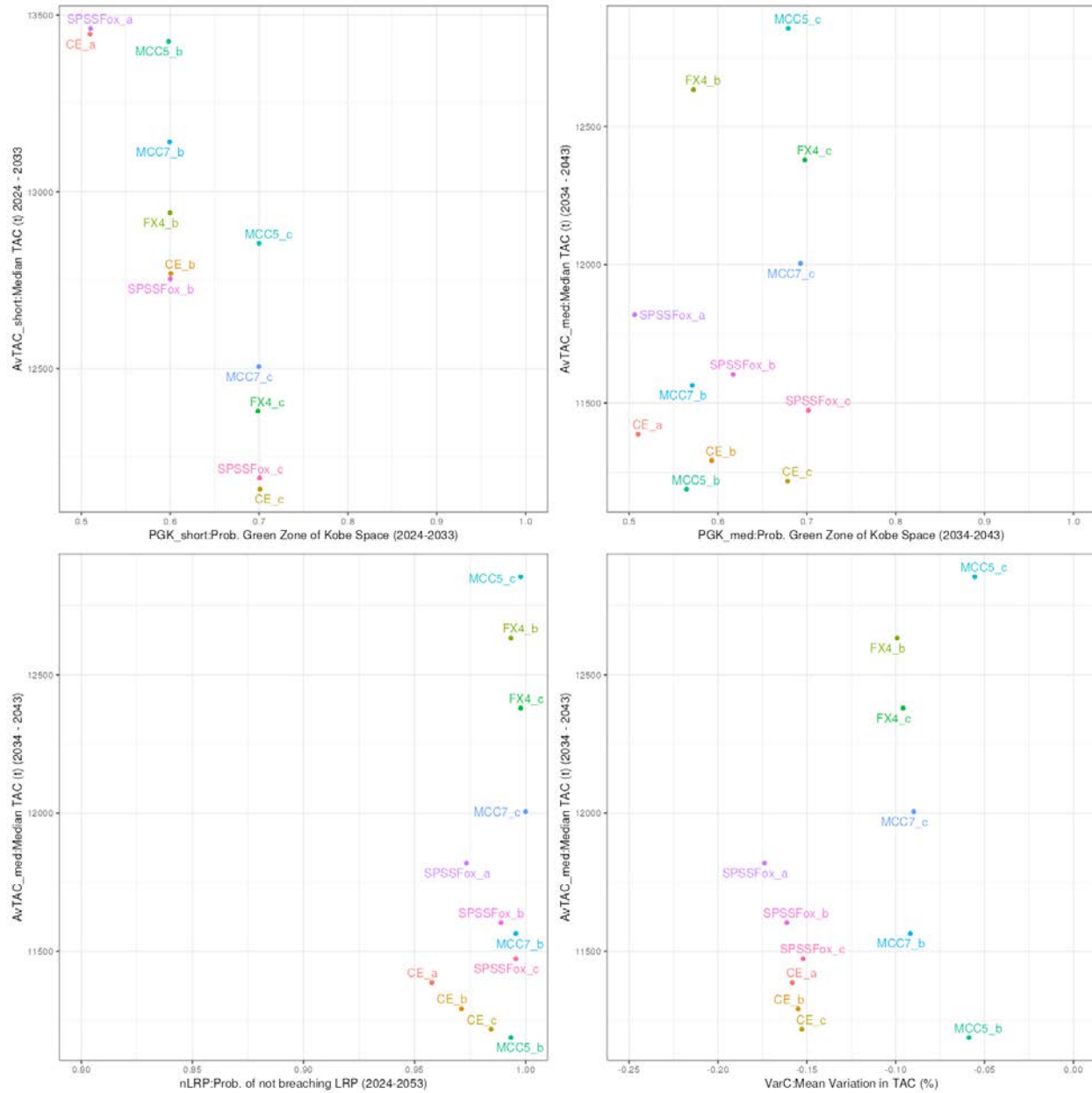


Figure 2. Exemple d'un ensemble de diagrammes de compromis montrant les résultats de 12 configurations de 5 CMP pour les modèles opérationnels de référence. Les diagrammes montrent les compromis entre la probabilité de situer le stock dans le quadrant vert de la matrice de Kobe (PGK) au cours des 10 premières années de la période de projection par rapport au TAC moyen au cours de cette même période (en haut à gauche), la PGK au cours des années 11 à 20 par rapport au TAC moyen au cours de cette même période (en haut à droite), la probabilité de ne pas dépasser le point de référence limite par rapport au TAC moyen au cours des années 11 à 20 (en bas à gauche) et la variation moyenne du TAC (représentée par une valeur négative, de sorte que des valeurs plus faibles signifient une plus grande variabilité) par rapport à la médiane du TAC au cours de la période moyenne (en bas à droite).

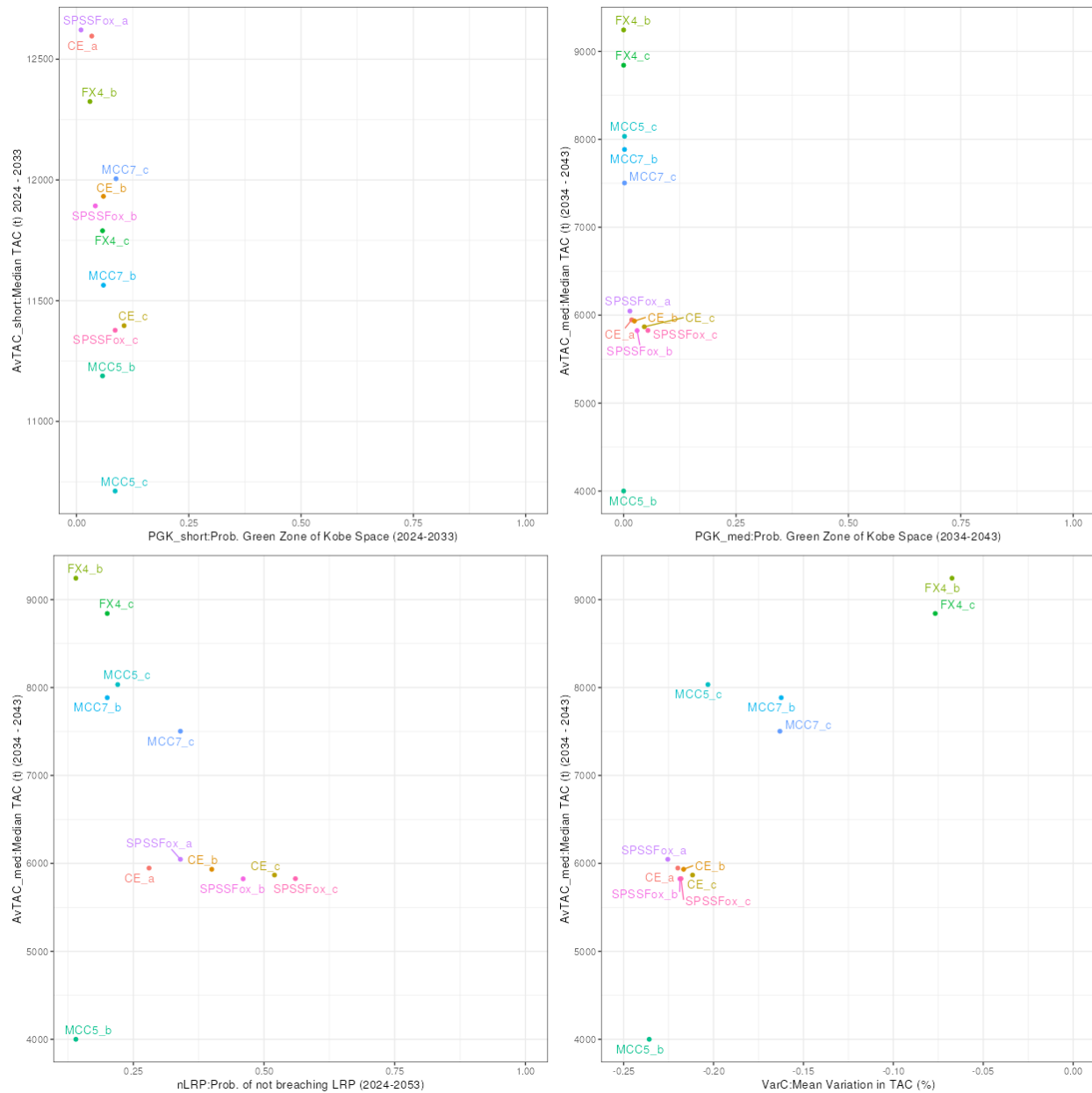


Figure 3. Exemple d'un ensemble de diagrammes de compromis montrant les résultats de 12 configurations de 5 CMP pour le modèle opérationnel de robustesse 3b (changement climatique). Les diagrammes montrent les compromis entre la probabilité de situer le stock dans le quadrant vert de la matrice de Kobe (PGK) au cours des 10 premières années de la période de projection par rapport au TAC moyen au cours de cette même période (en haut à gauche), la PGK au cours des années 11 à 20 par rapport au TAC moyen au cours de cette même période (en haut à droite), la probabilité de ne pas dépasser le point de référence limite par rapport au TAC moyen au cours des années 11 à 20 (en bas à gauche) et la variation moyenne du TAC (représentée par une valeur négative, de sorte que des valeurs plus faibles signifient une plus grande variabilité) par rapport à la médiane du TAC au cours de la période moyenne (en bas à droite).

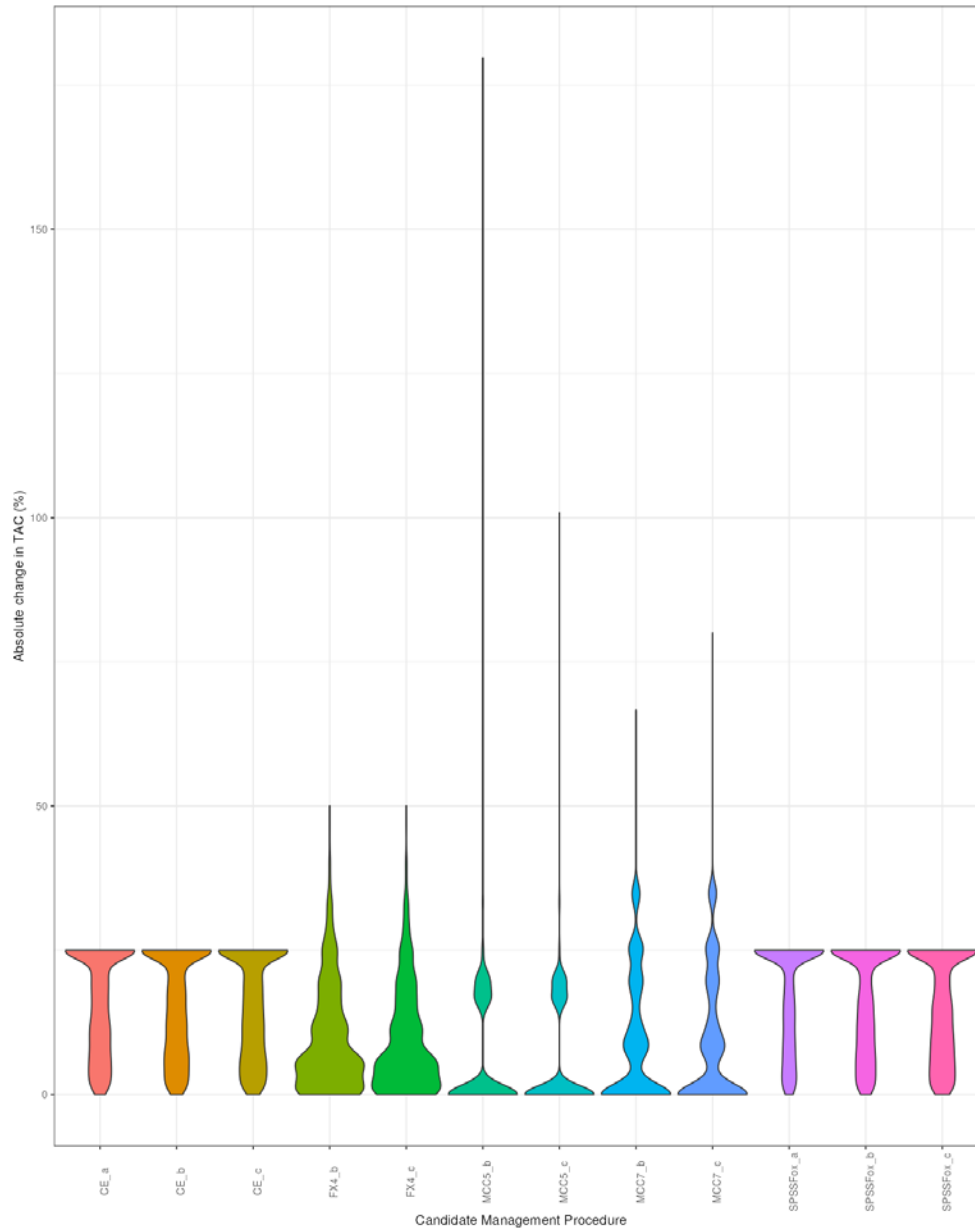


Figure 4. Exemple de diagramme en forme de violon montrant la distribution du changement absolu du TAC (axe des y) pour cinq configurations de CMP (axe des x). La largeur du diagramme en forme de violon est proportionnelle à la fréquence de la variation absolue du TAC (c'est-à-dire que des zones plus larges signifient que la valeur est plus courante).