

Peut-on prévoir les retours des saumons atlantiques (*Salmo salar*) une année à l'avance ?

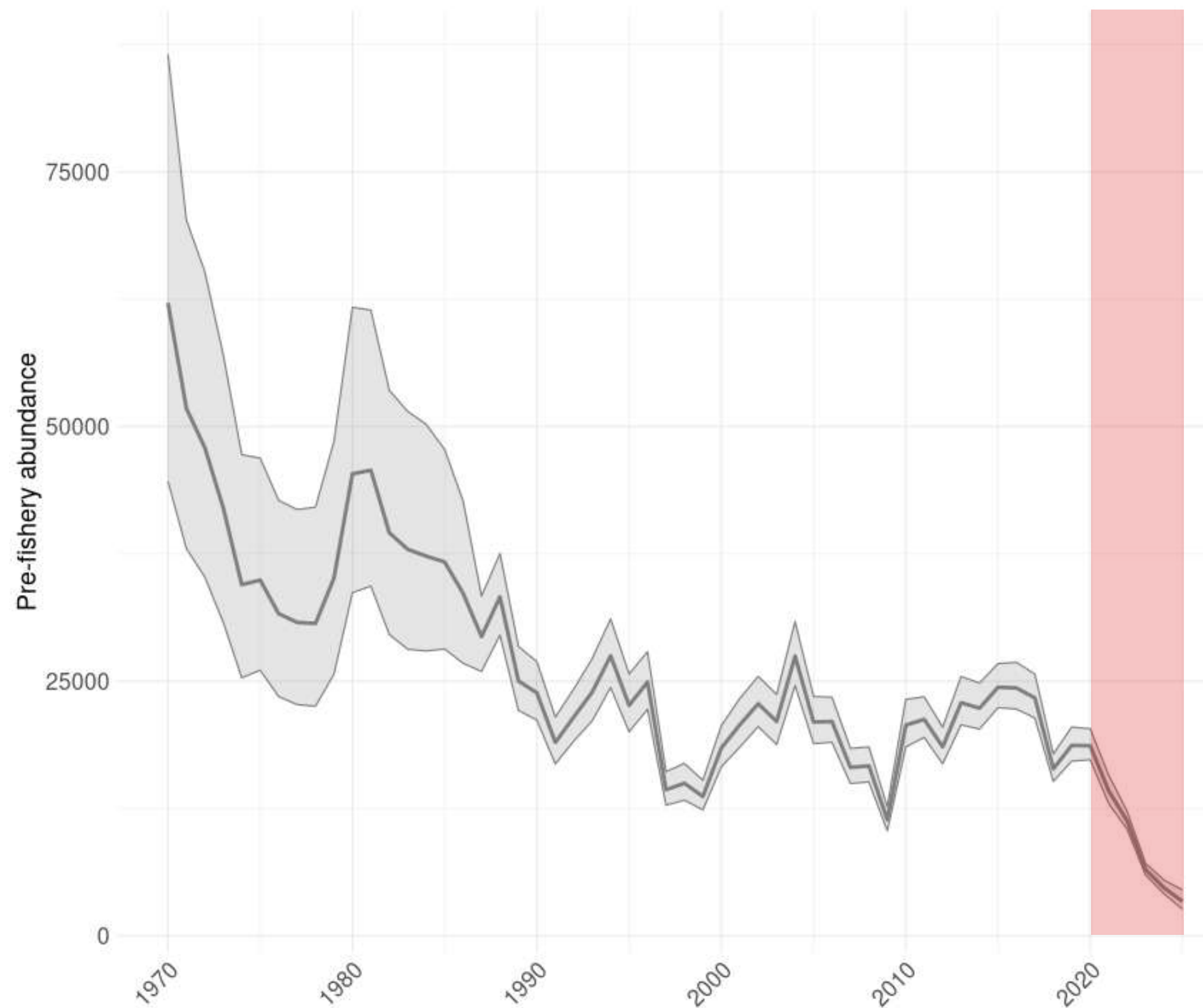
DELHALLE Margot^{1,2}, LEBOT Clément^{1,2}, BEAULATON Laurent^{2,3}, RIVOT Etienne^{1,2}

¹ DECOD (Ecosystem Dynamics and Sustainability), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes, Brittany, France

² MIAME- Management of Diadromous Fish in their Environment, OFB, INRAE, Institut Agro, UNIV PAU & PAYS ADOUR/E2S UPPA, Rennes, Brittany, France

³ Service Conservation et gestion durable des espèces exploitées, Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique, OFB, U3E, Rennes, France

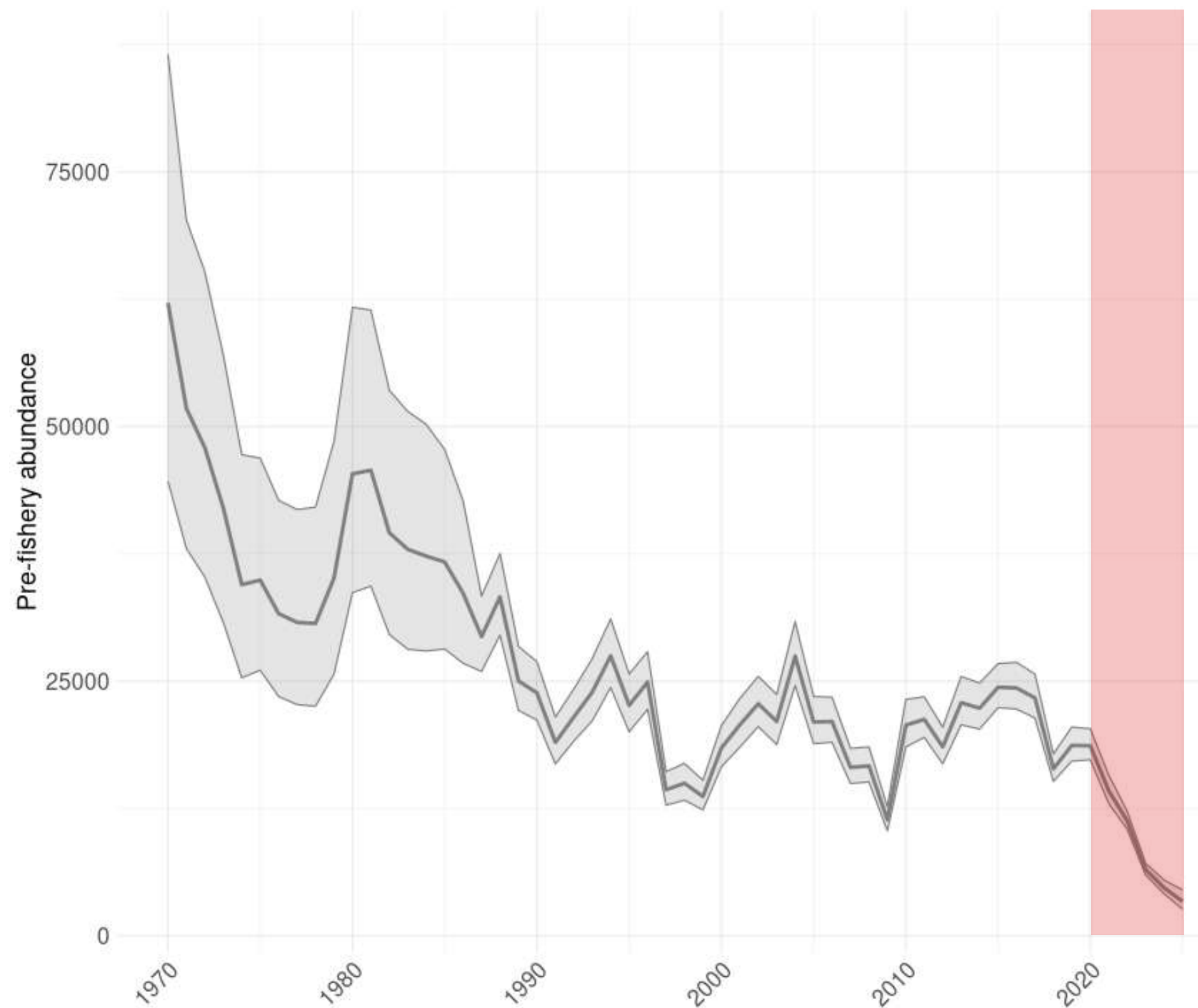
Déclin marqué des abondances



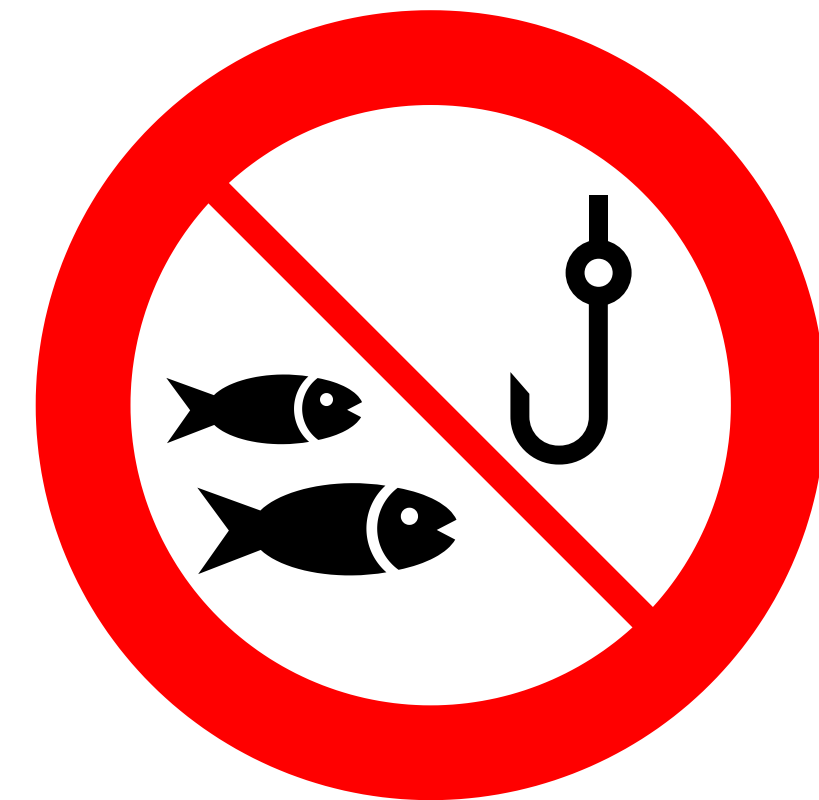
Série temporelle des retours de saumons adultes avant pêche en France.

Mise à jour de Lebot et al., 2025.

Déclin marqué des abondances



Fermeture de toute forme de
pêche par les COGEPOMI * en
2025 et jusqu'à nouvel ordre



Série temporelle des retours de saumons adultes avant pêche en France.

Mise à jour de Lebot et al., 2025.

* COGEPOMI = Comité de Gestion des Poissons Migrateurs

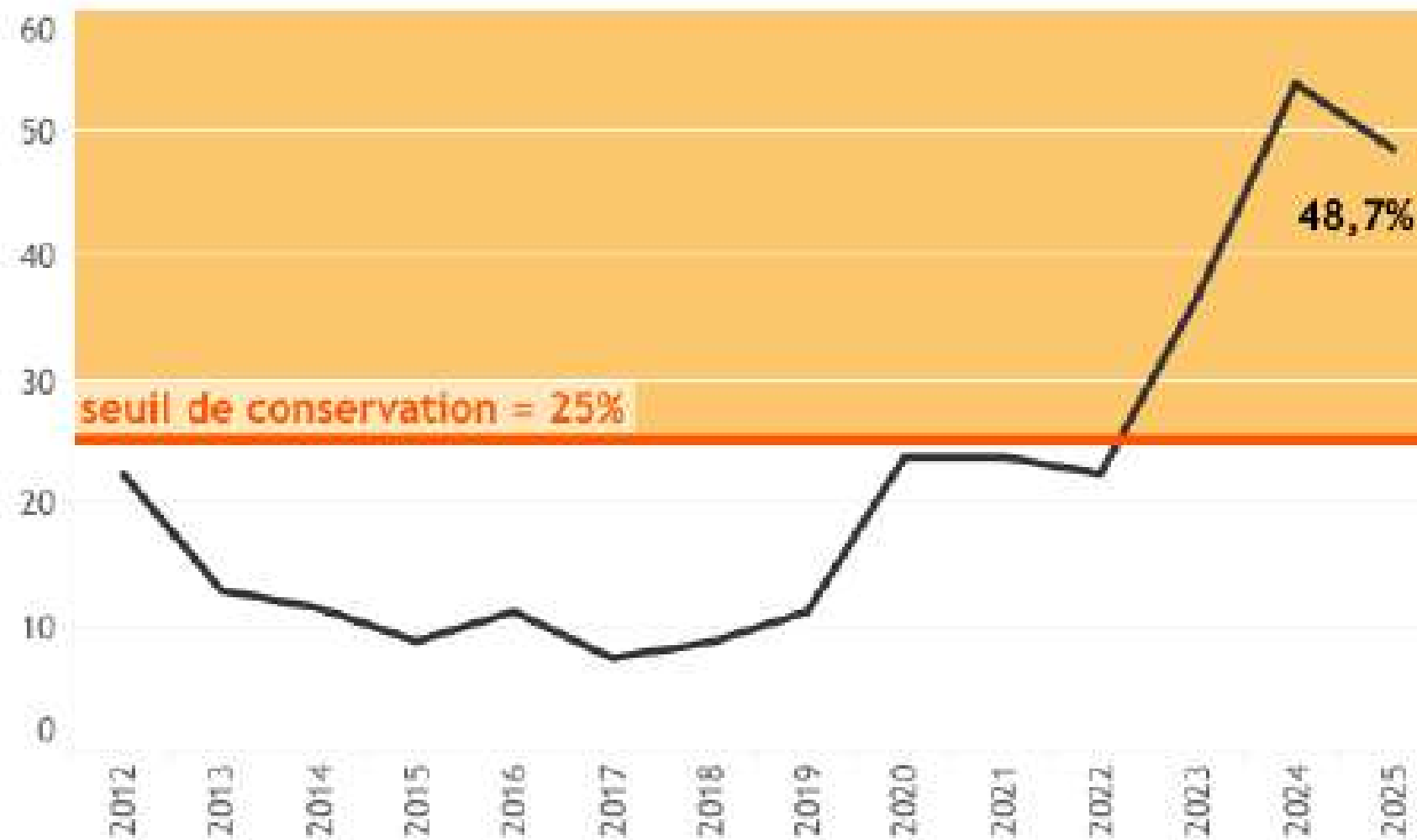
Suivre l'évolution de la situation



RENOSAUM

Indicateur régional de suivi de l'état de conservation des populations bretonnes

Proportion de rivières avec des recrutements inférieurs au seuil sur les 5 dernières années (%)



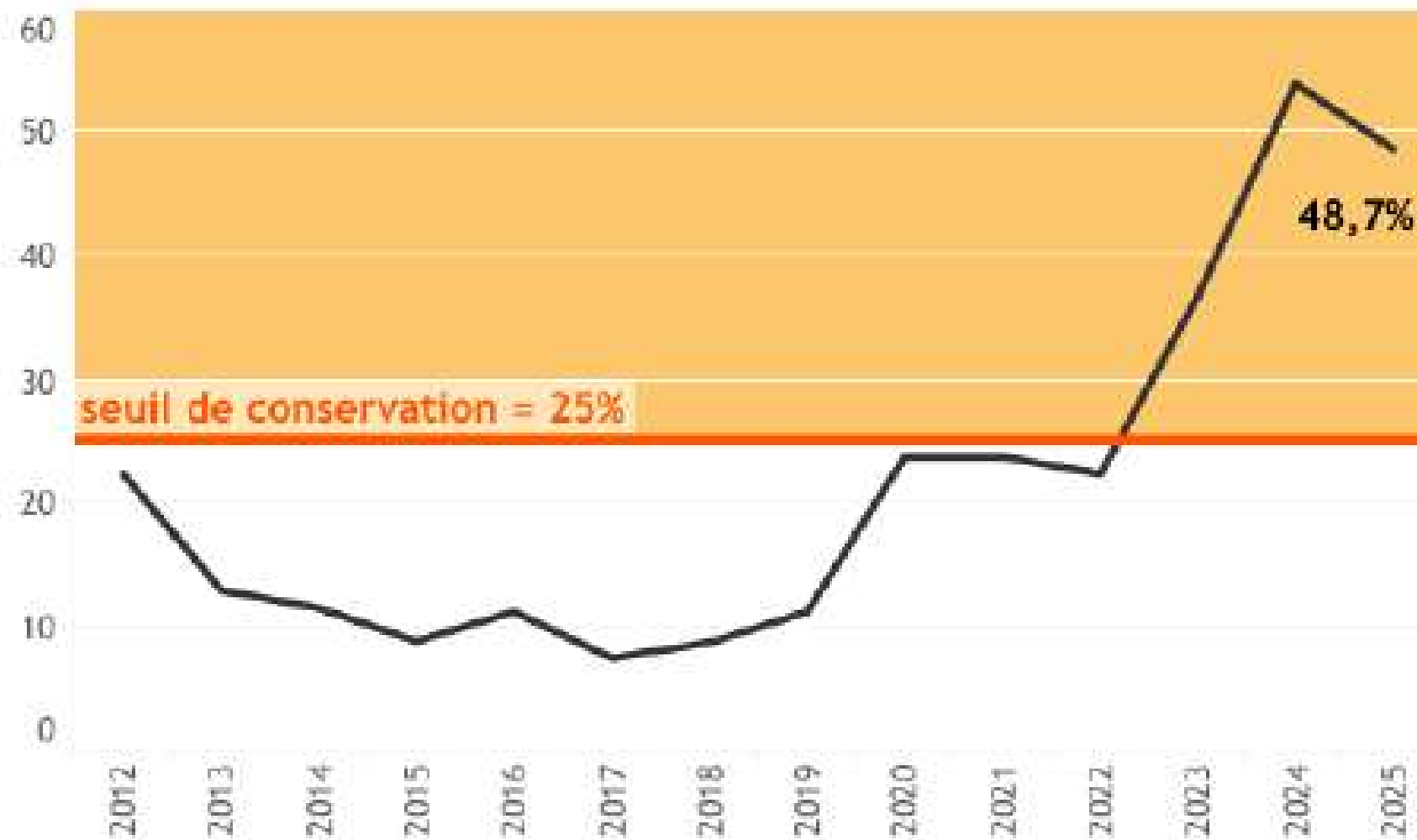
Suivre l'évolution de la situation



RENOSAUM

Indicateur régional de suivi de l'état de conservation des populations bretonnes

Proportion de rivières avec des recrutements inférieurs au seuil sur les 5 dernières années (%)



EXPRESS

Prédire les retours d'adultes une année à l'avance?



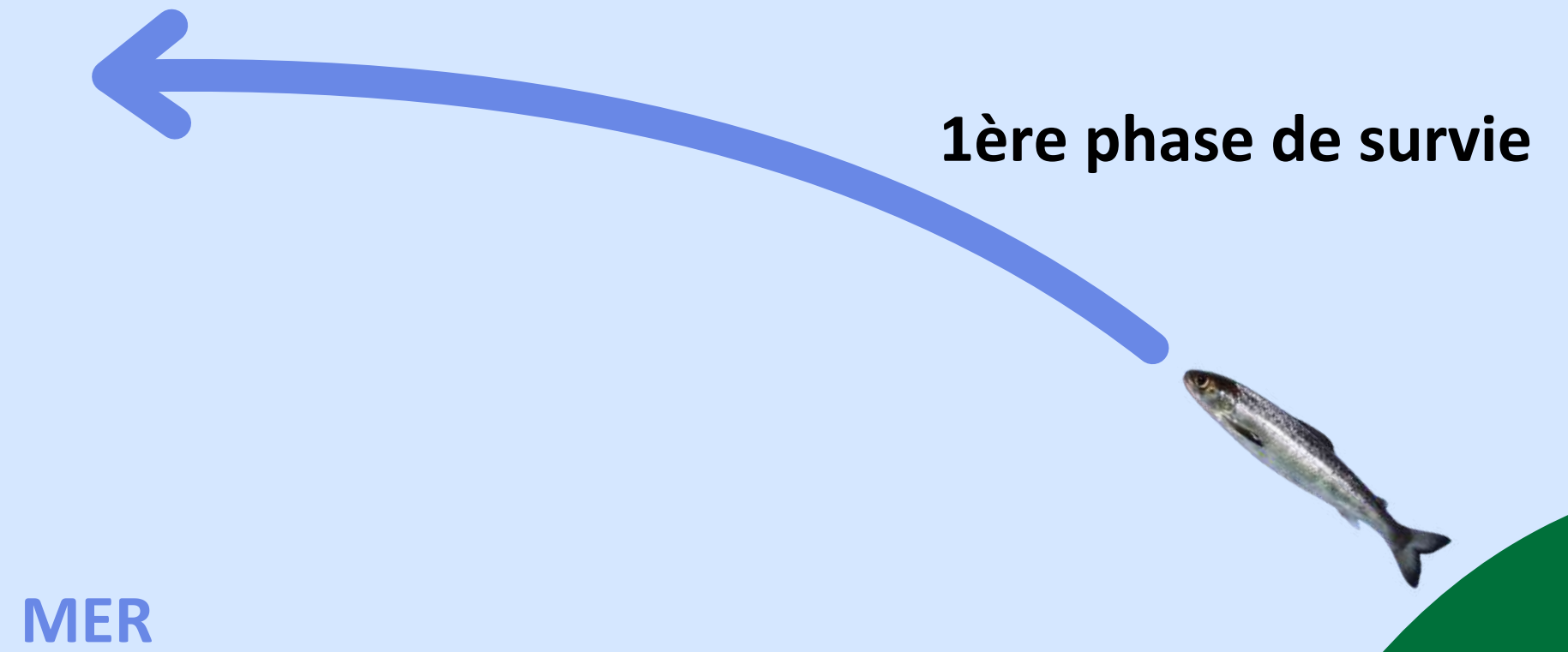
Phase marine du cycle de vie

MER



RIVIÈRE

Phase marine du cycle de vie



Phase marine du cycle de vie

p_{mat}

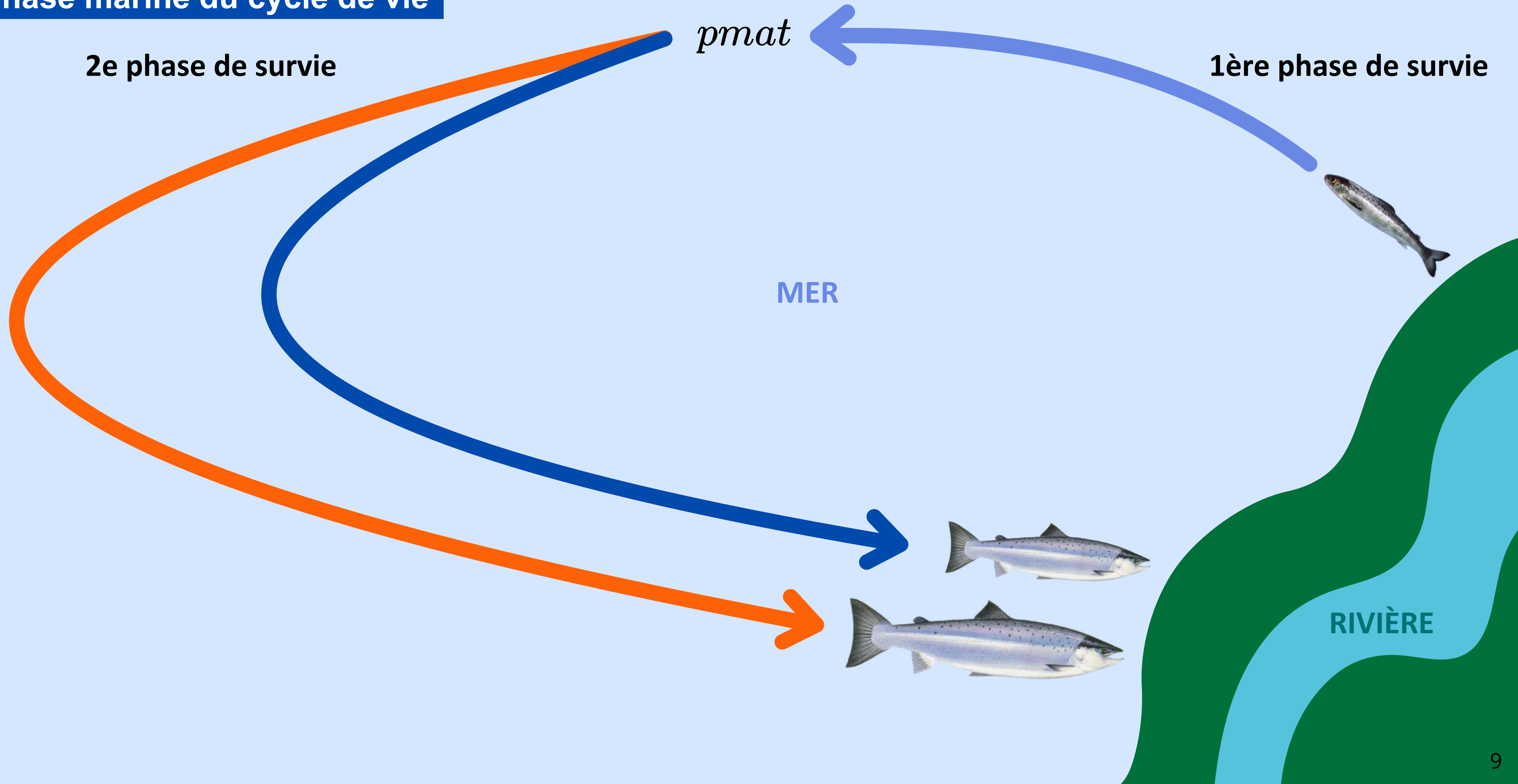
1ère phase de survie

MER

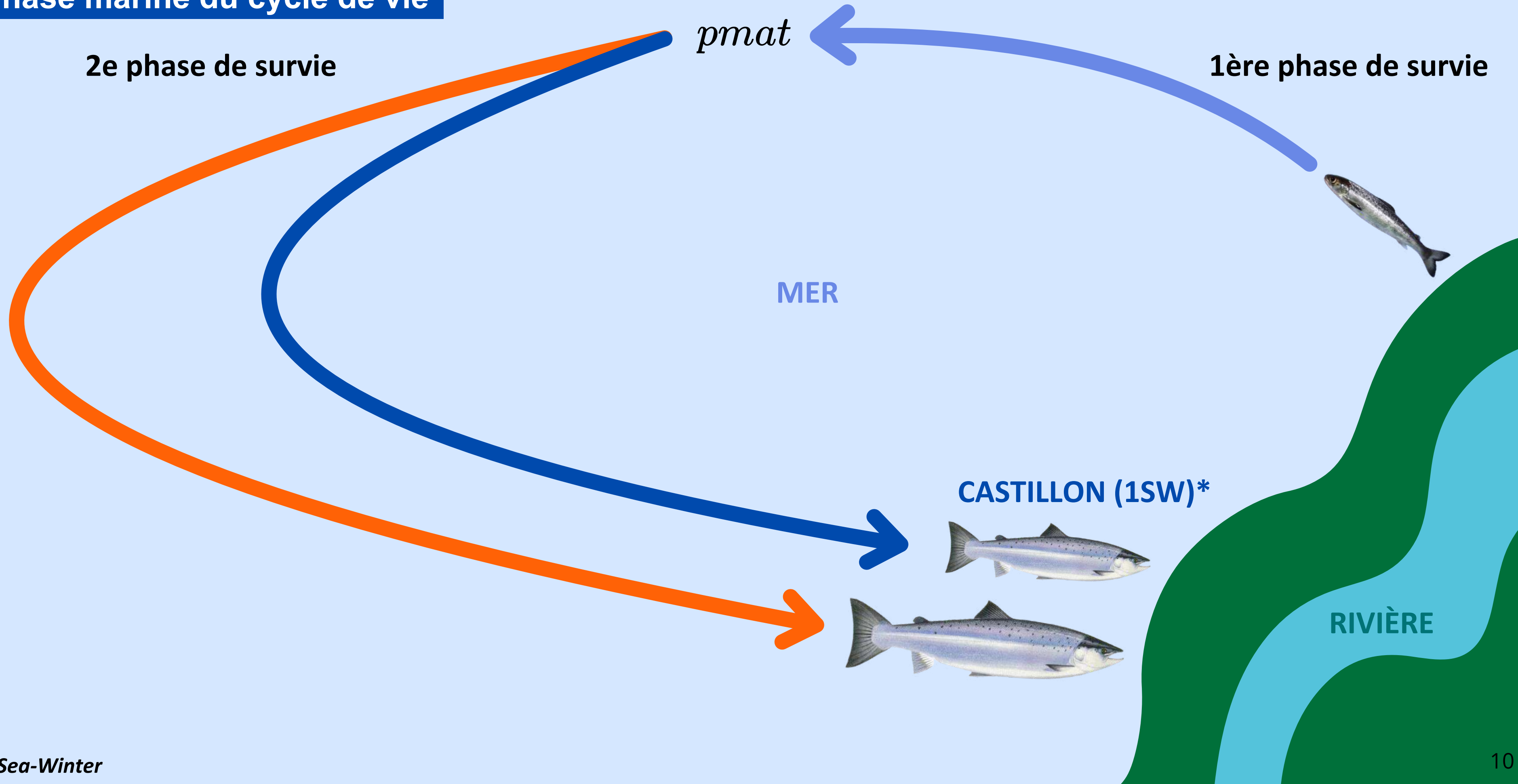
RIVIÈRE



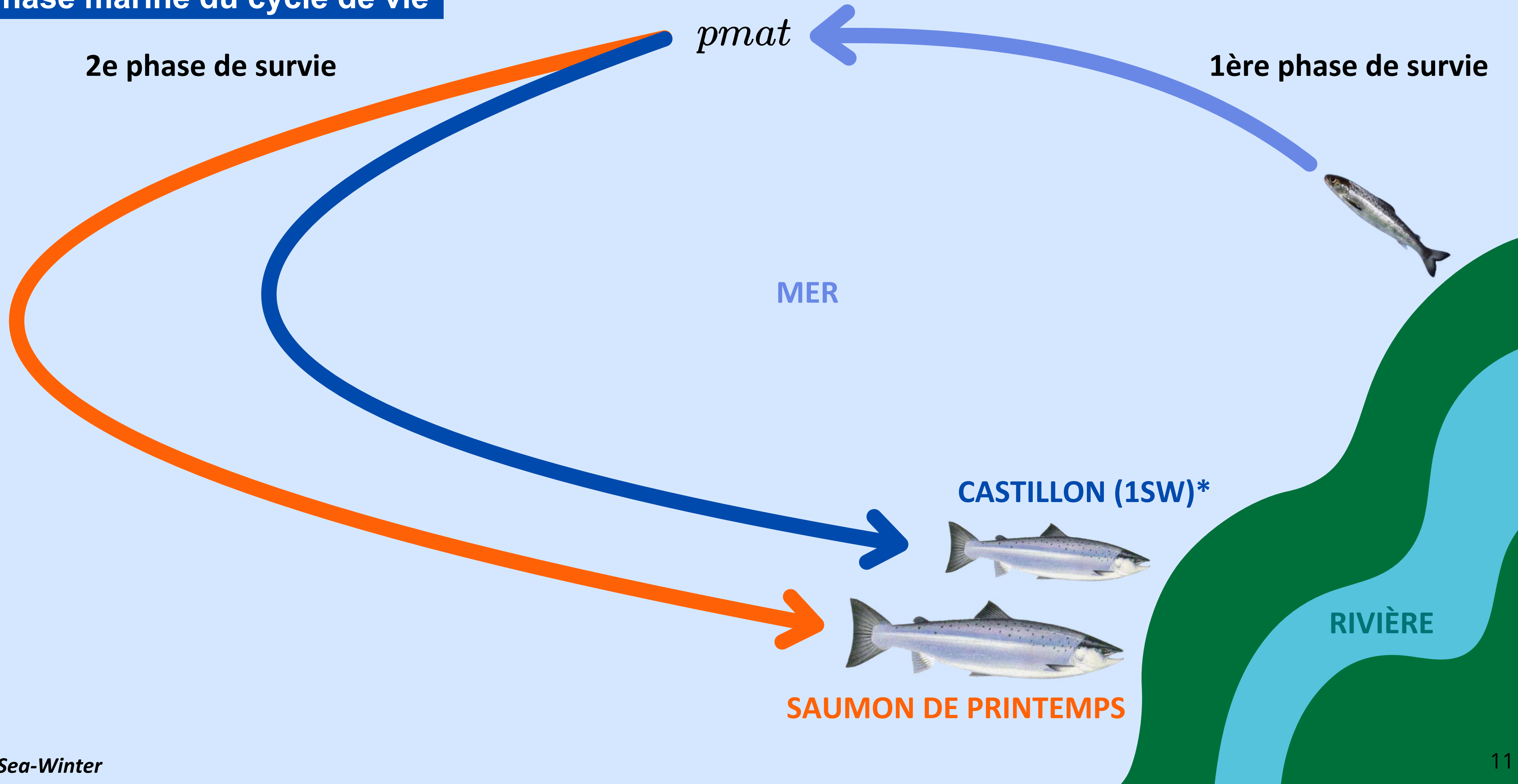
Phase marine du cycle de vie



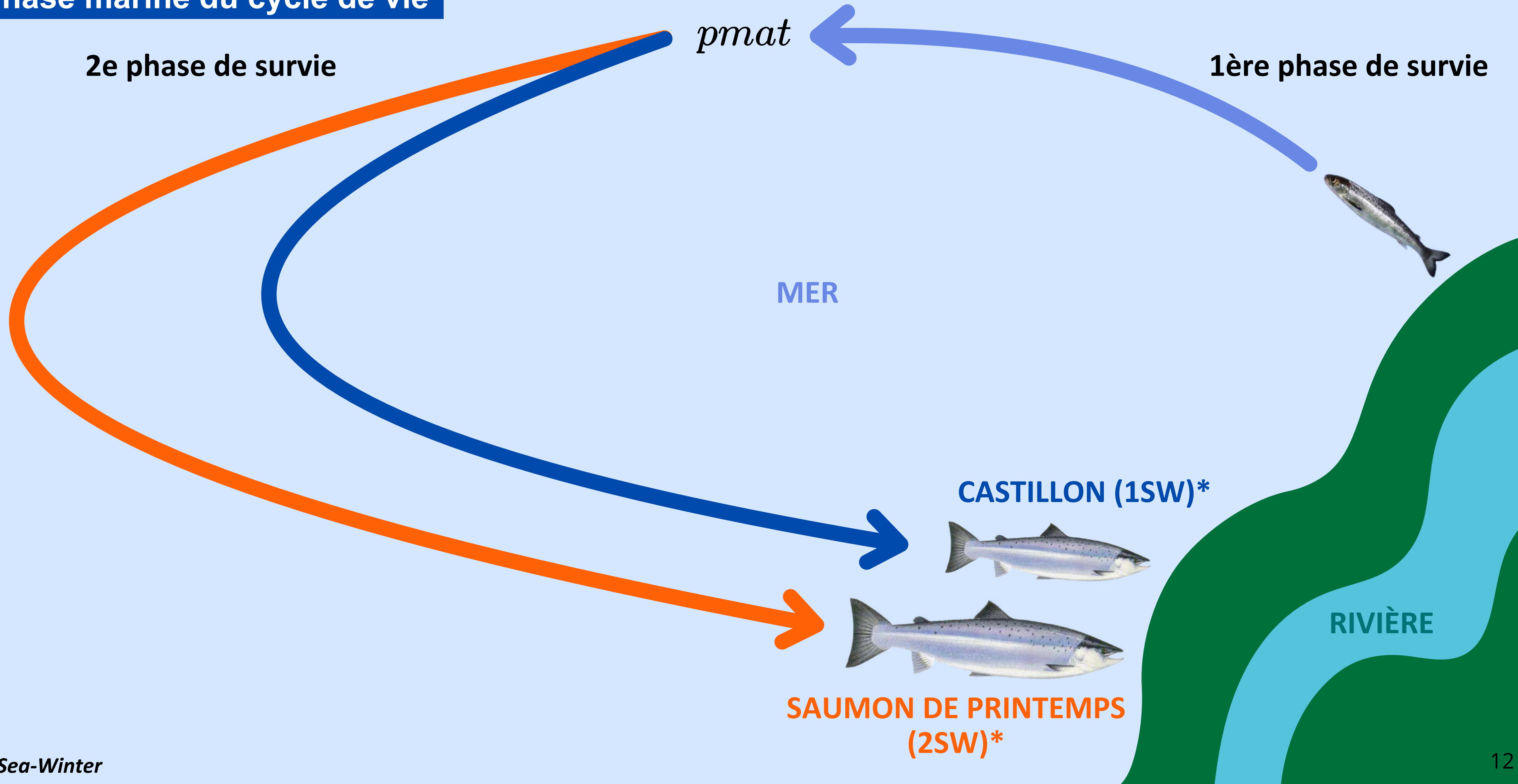
Phase marine du cycle de vie



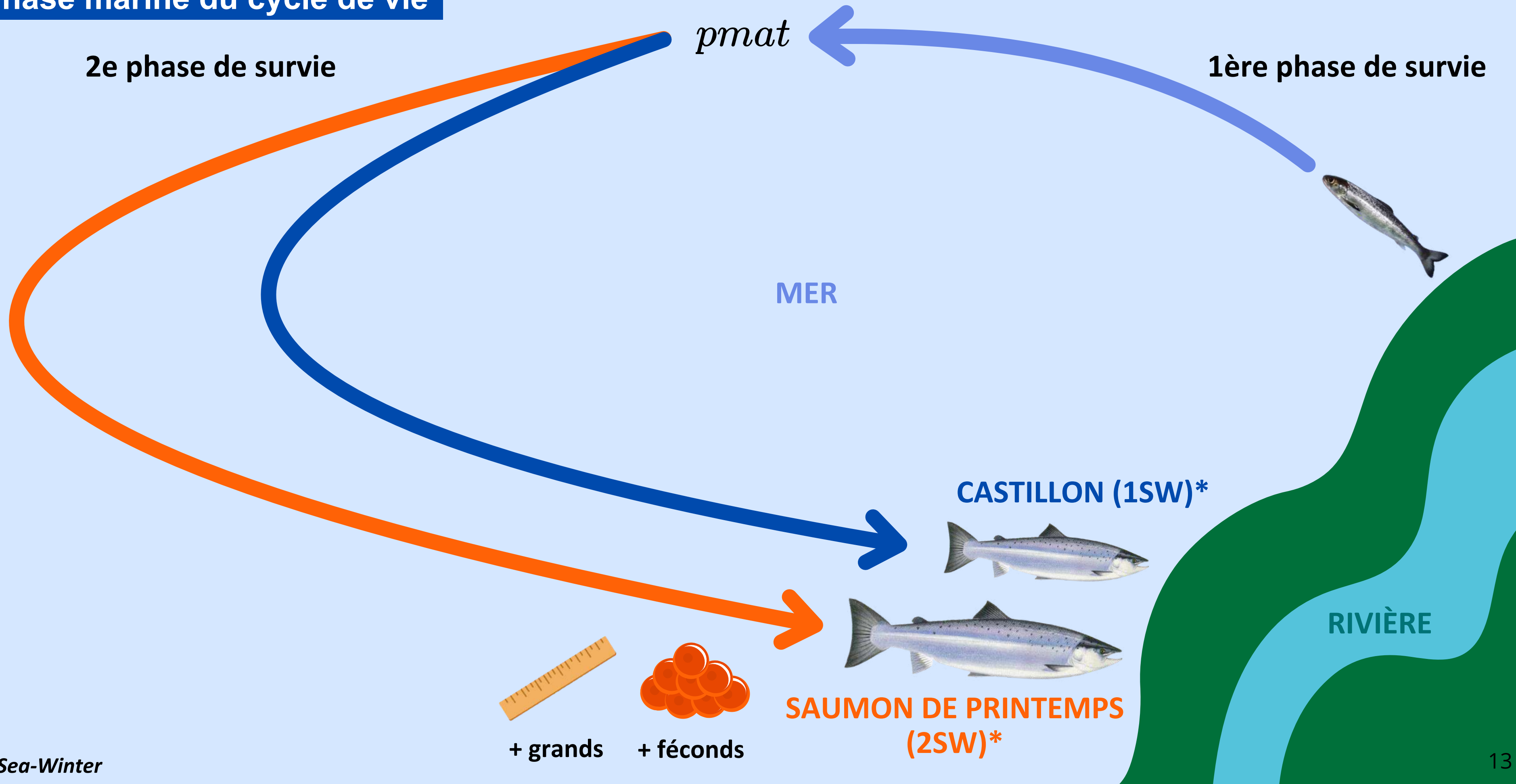
Phase marine du cycle de vie



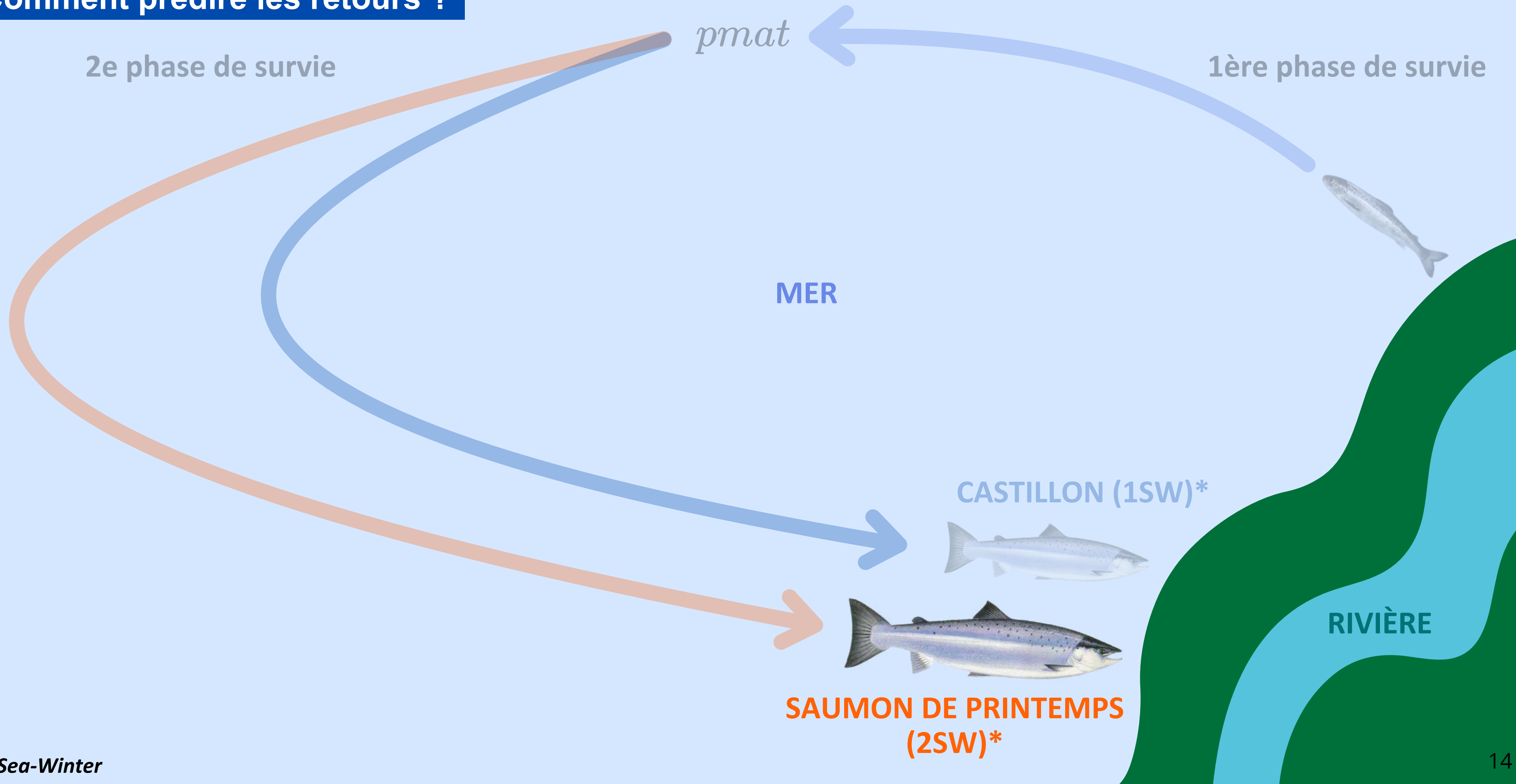
Phase marine du cycle de vie



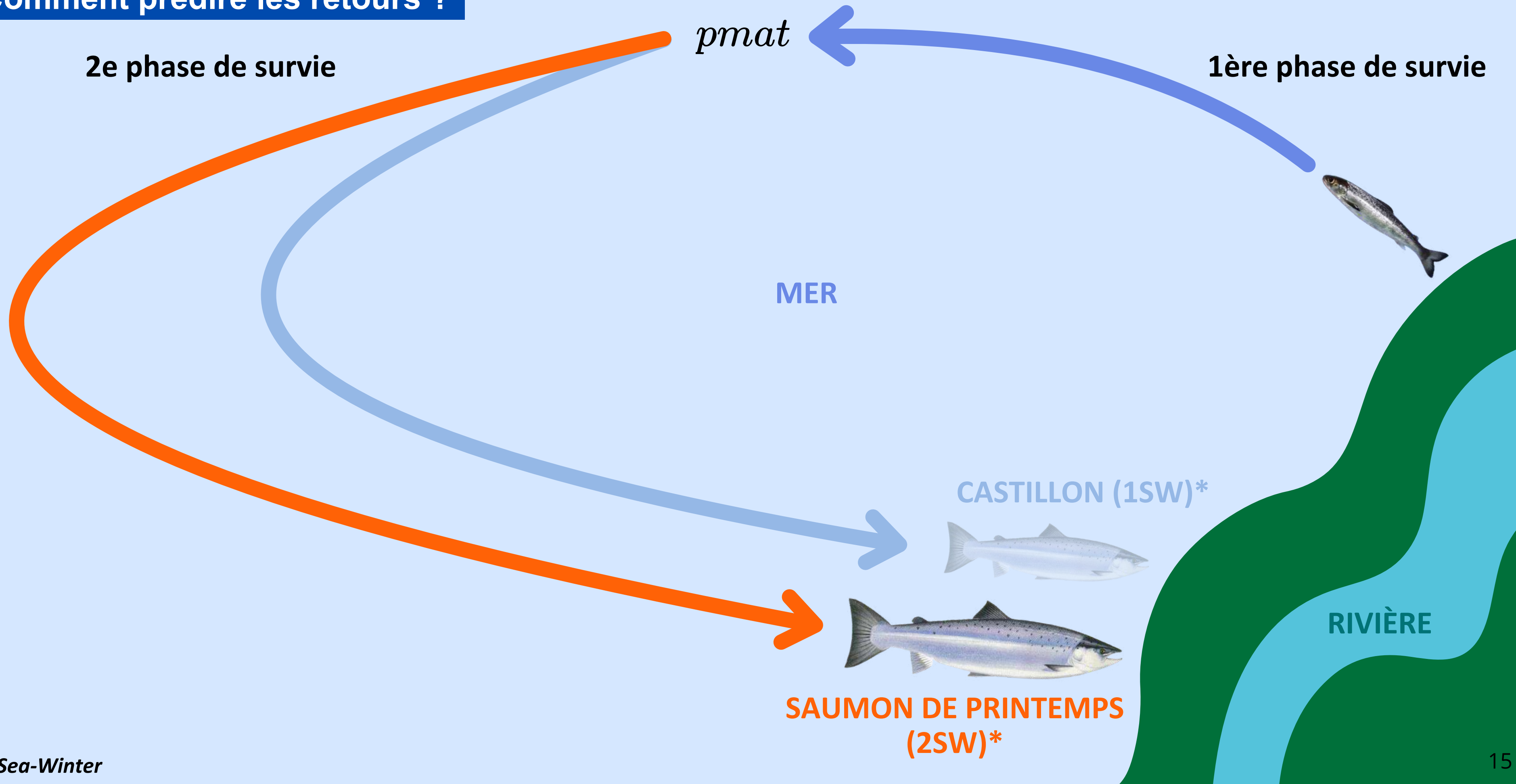
Phase marine du cycle de vie



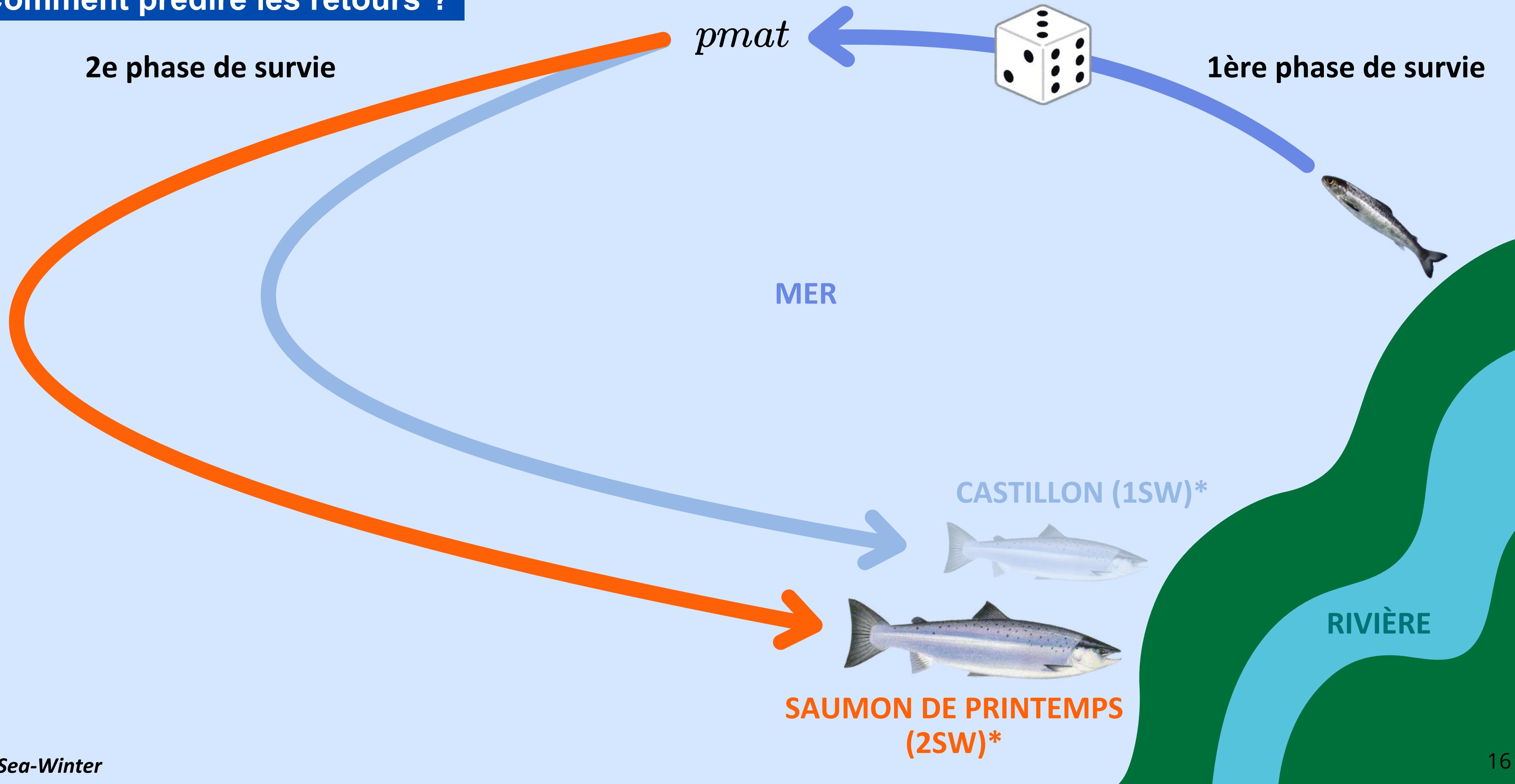
Comment prédire les retours ?



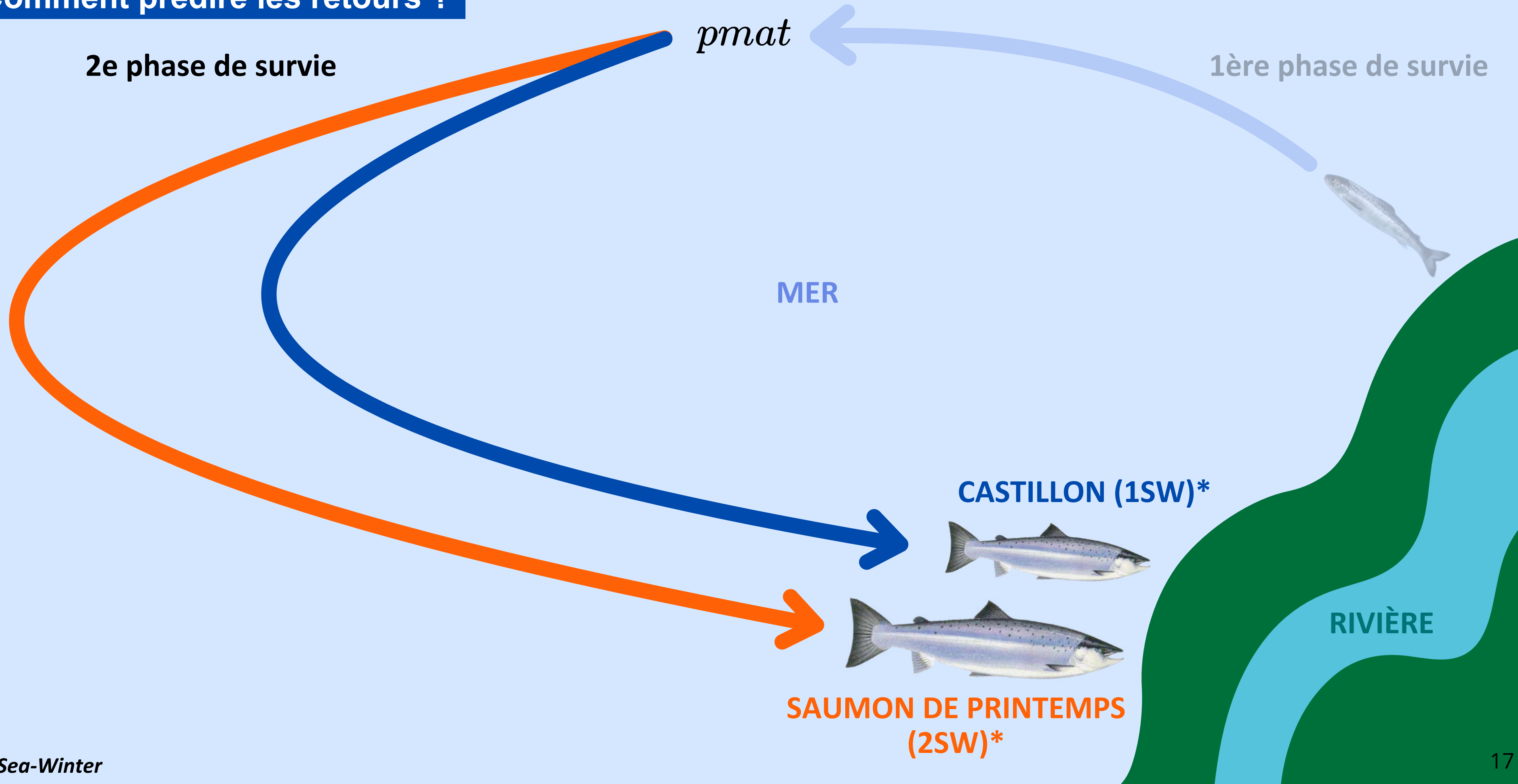
Comment prédire les retours ?



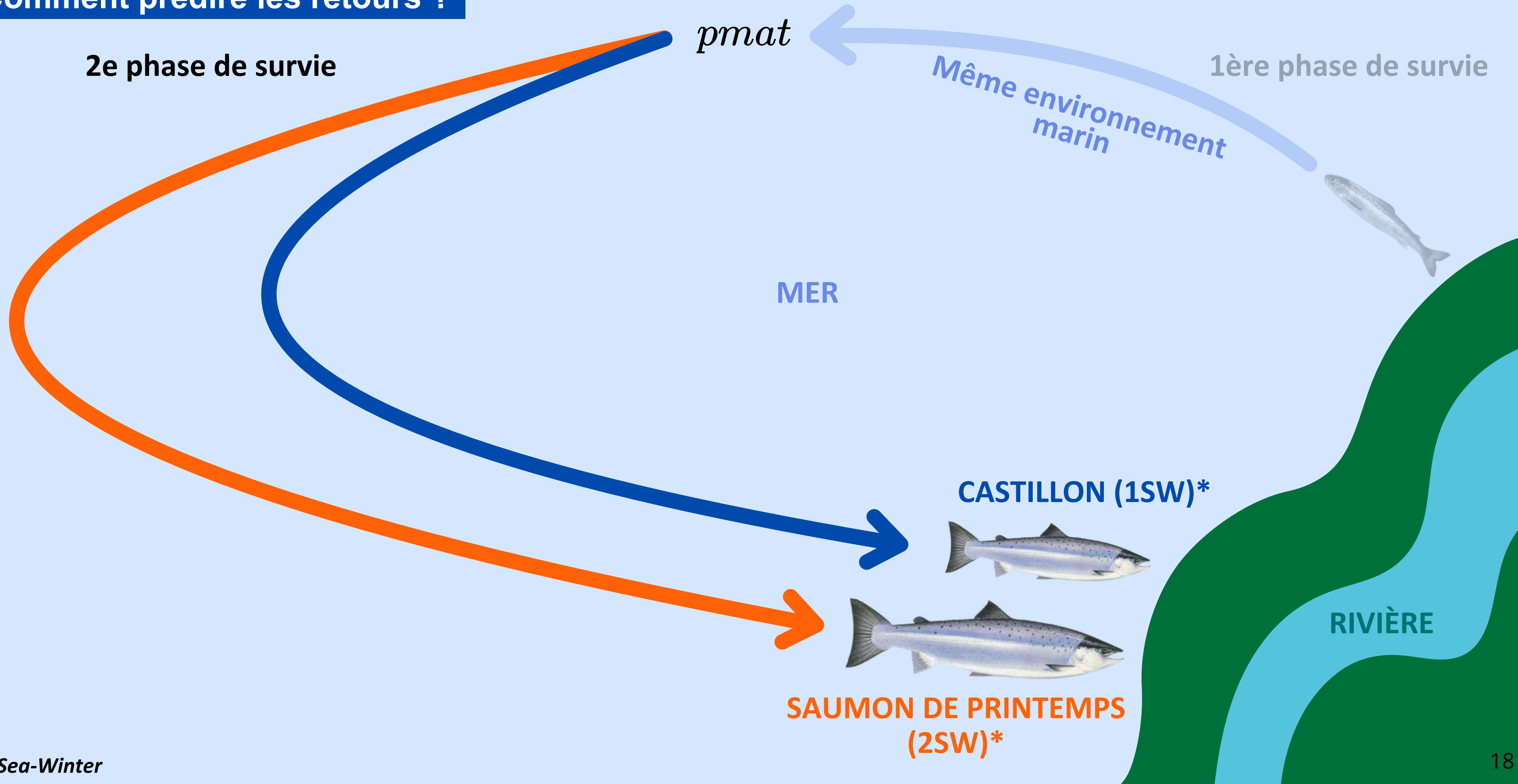
Comment prédire les retours ?



Comment prédire les retours ?



Comment prédire les retours ?



Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente ?

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente ?
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente ?
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?

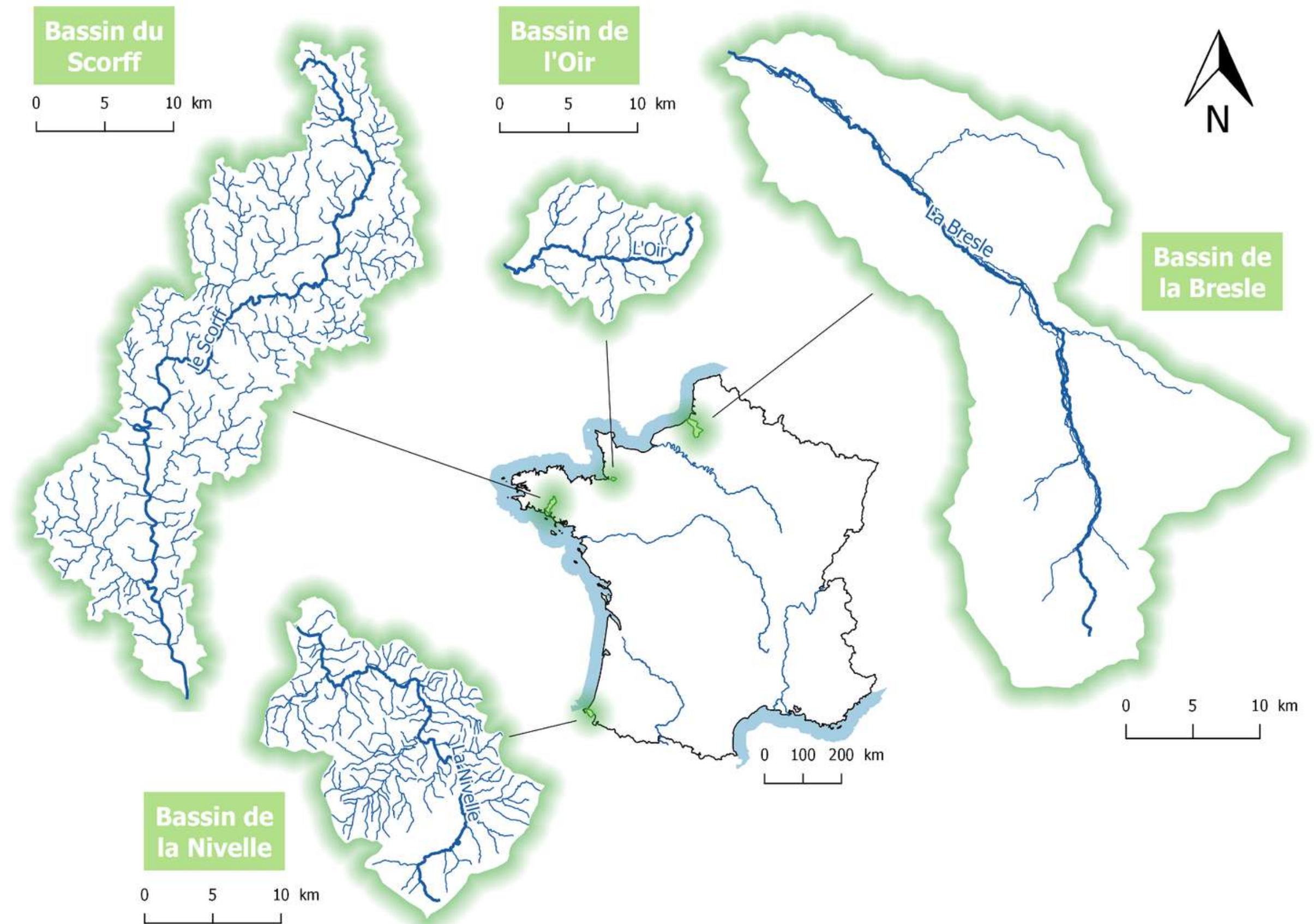
Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente ?
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
- Les prédictions sont-elles assez précises pour éclairer la gestion des populations de saumon atlantique ?

Séries chronologiques

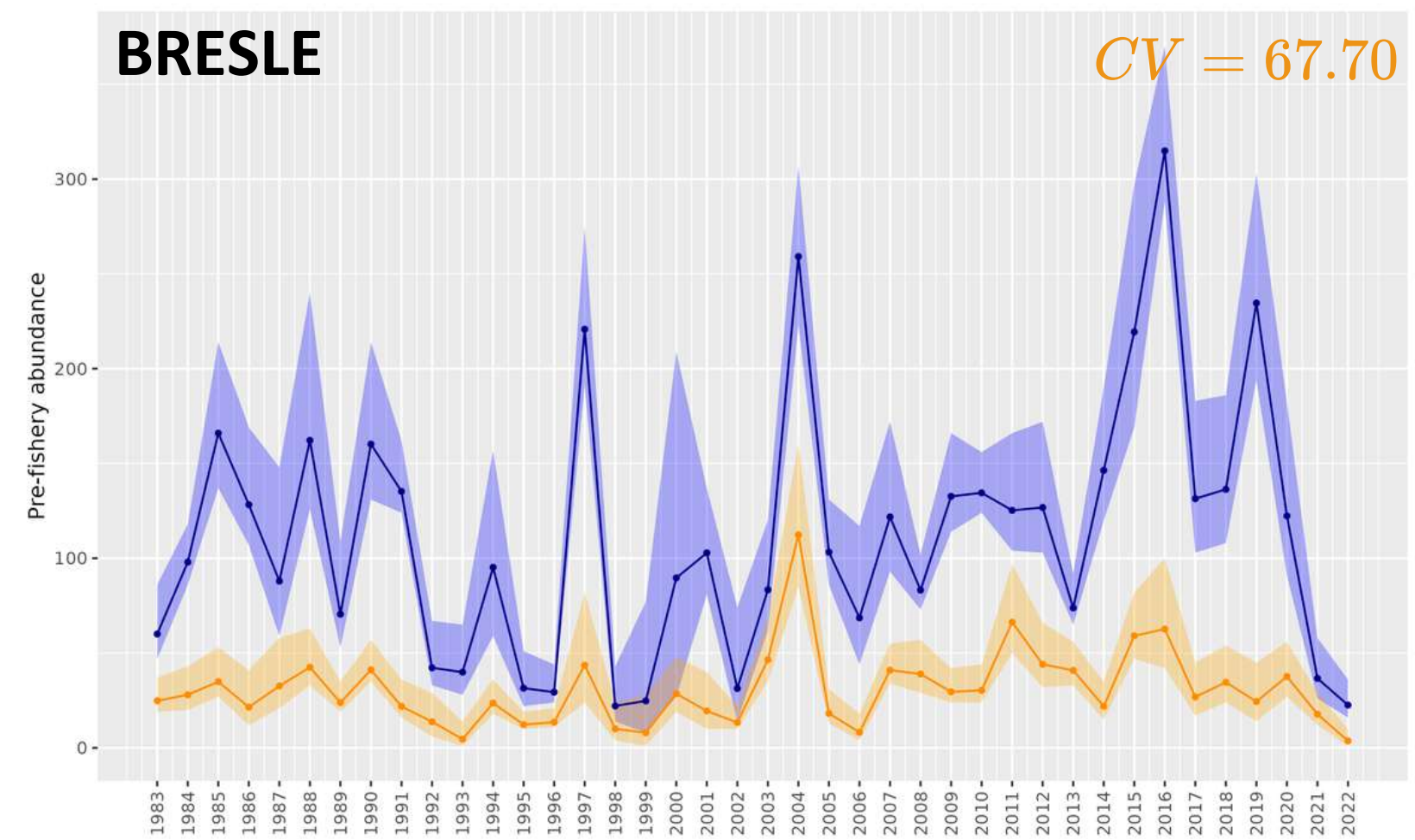
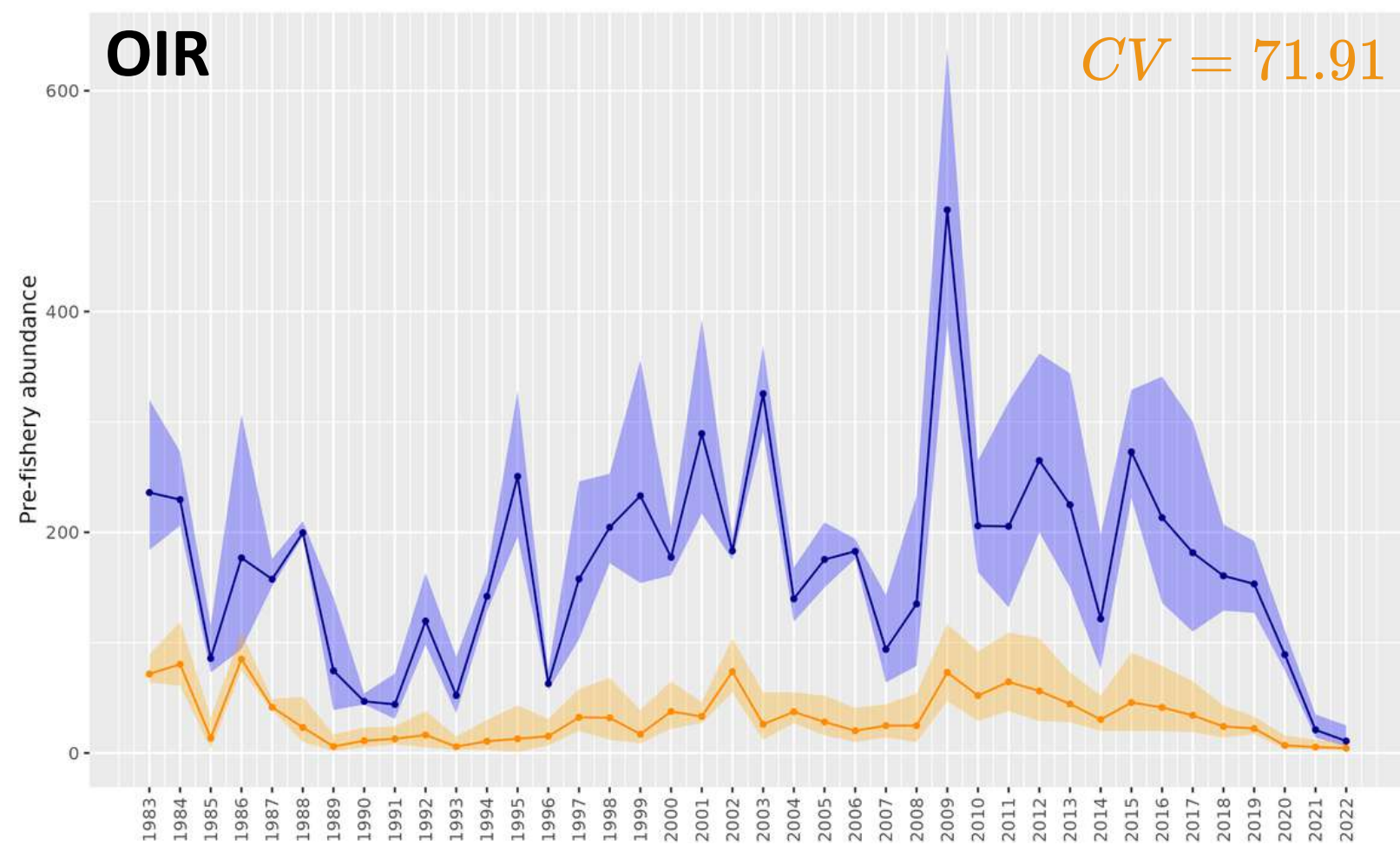
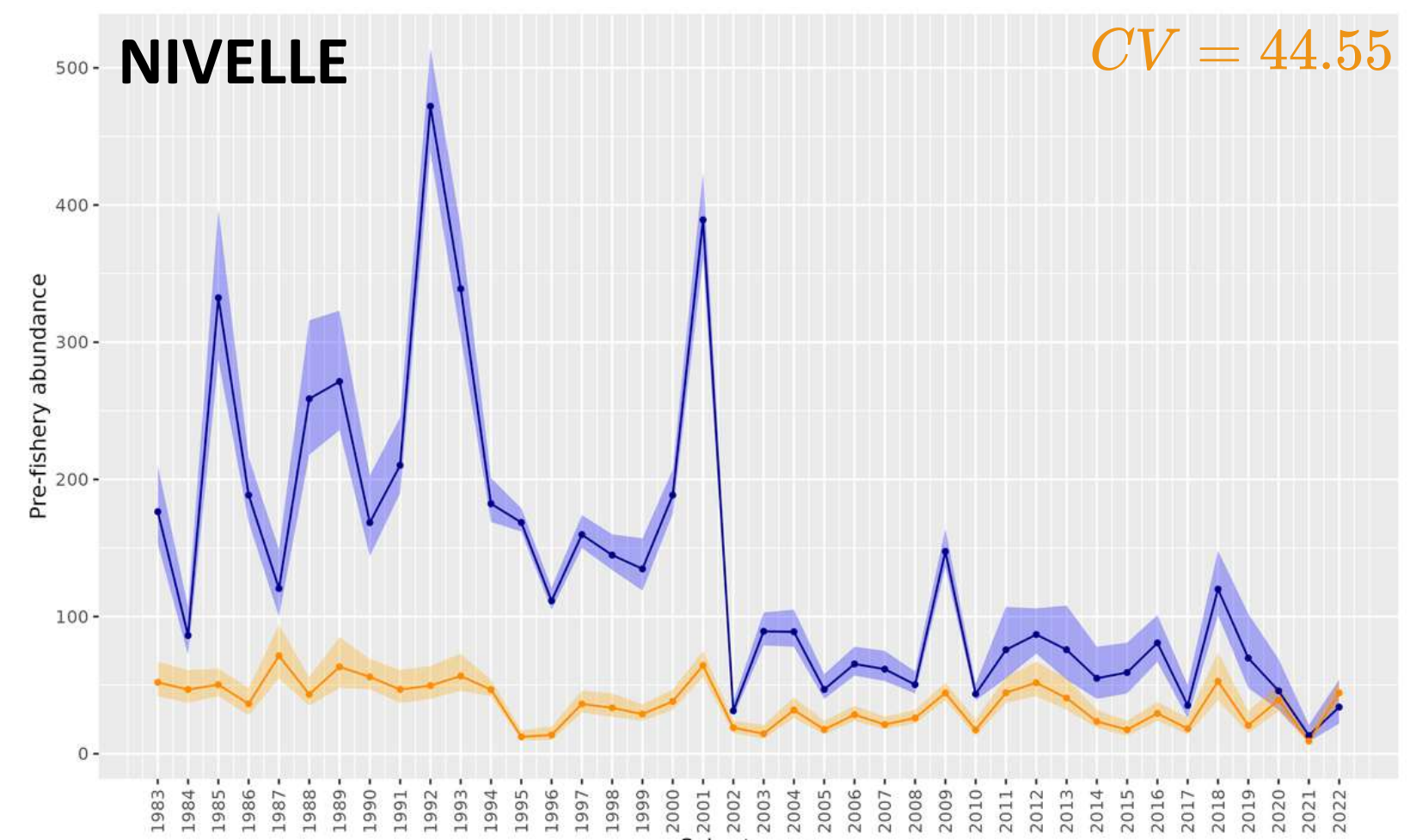
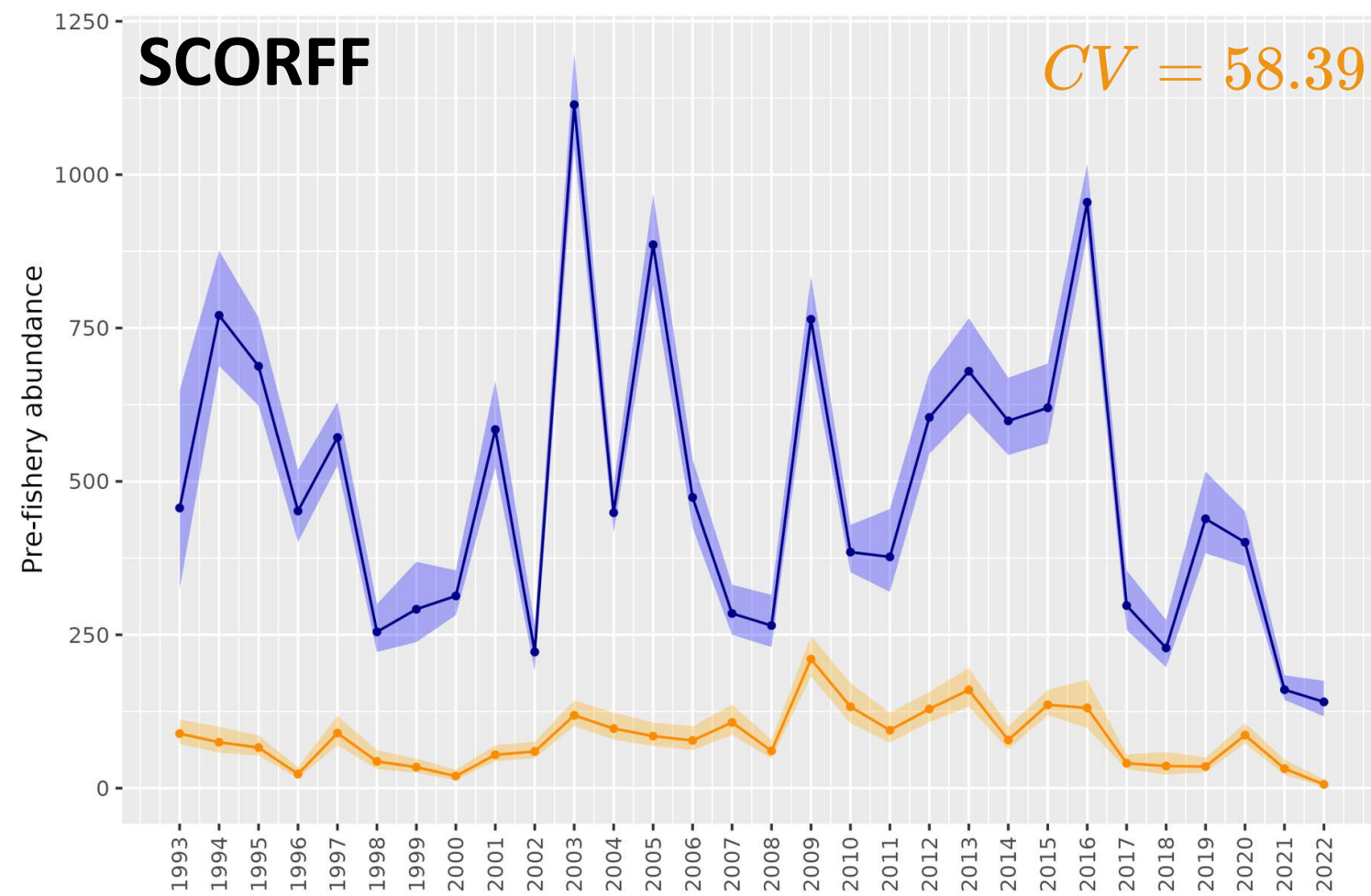
ORE DiaPFC

Observatoire de recherche
en environnement
sur les poissons diadromes
dans les fleuves côtiers

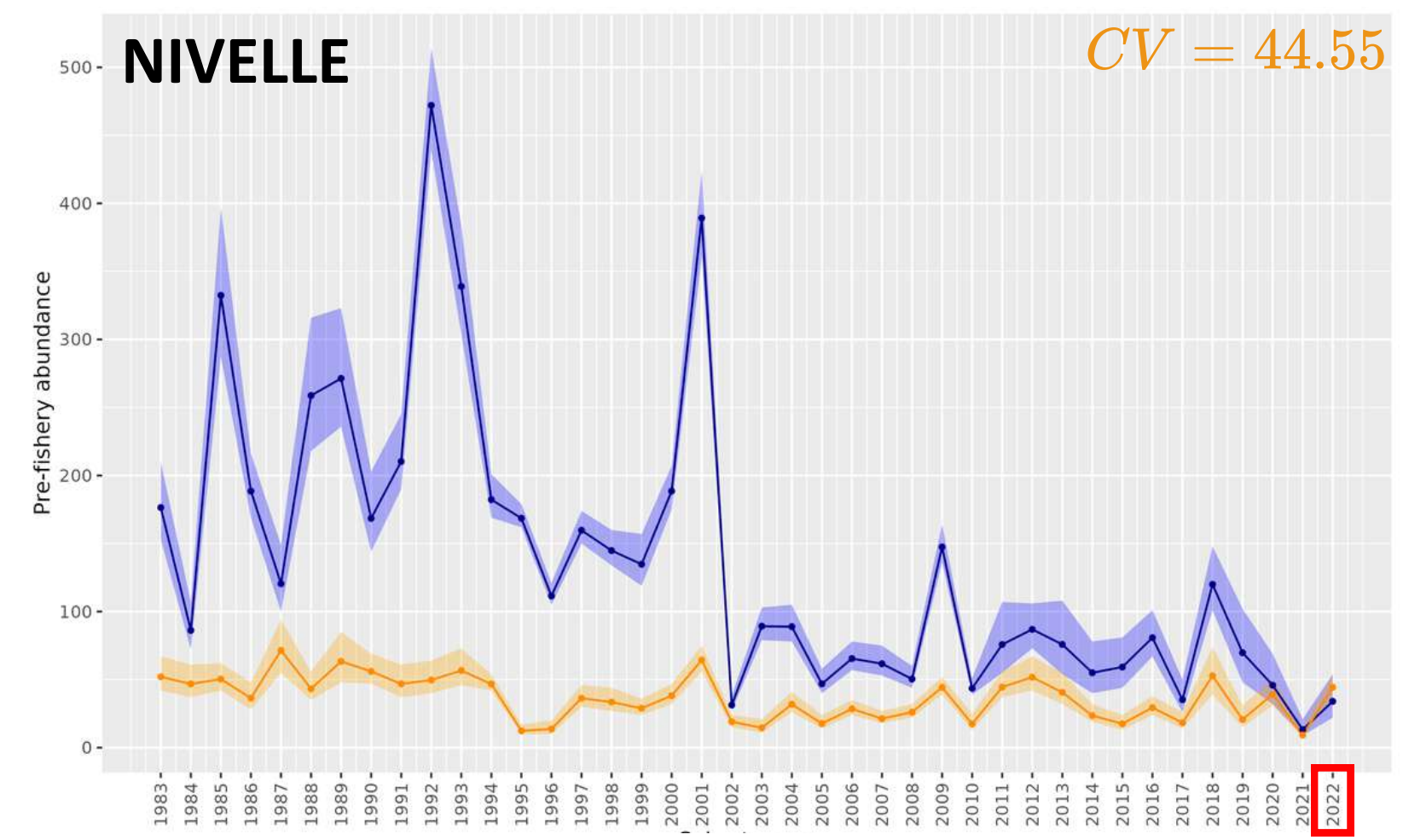
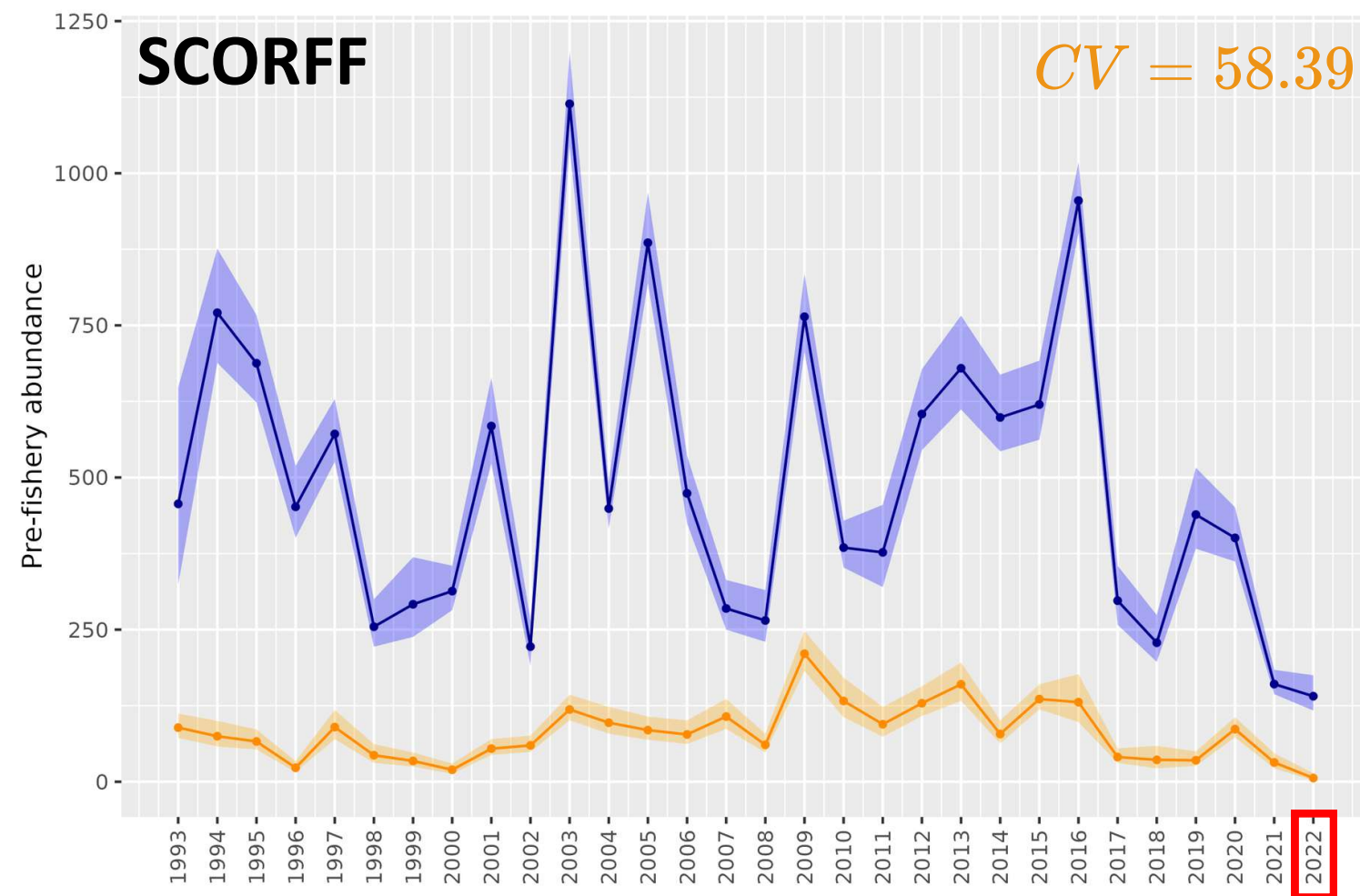


Carte des observatoires de l'ORE DiaPFC.

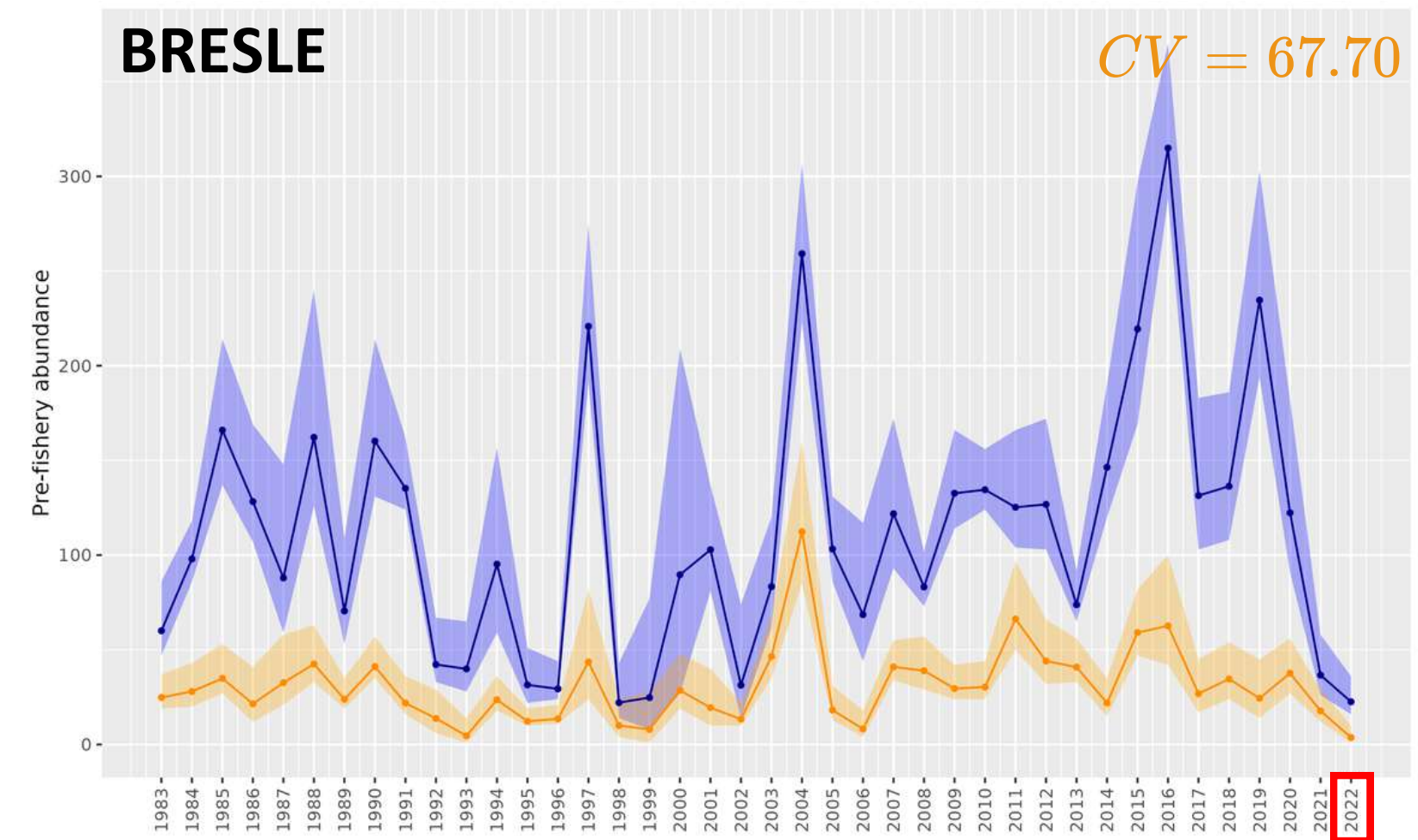
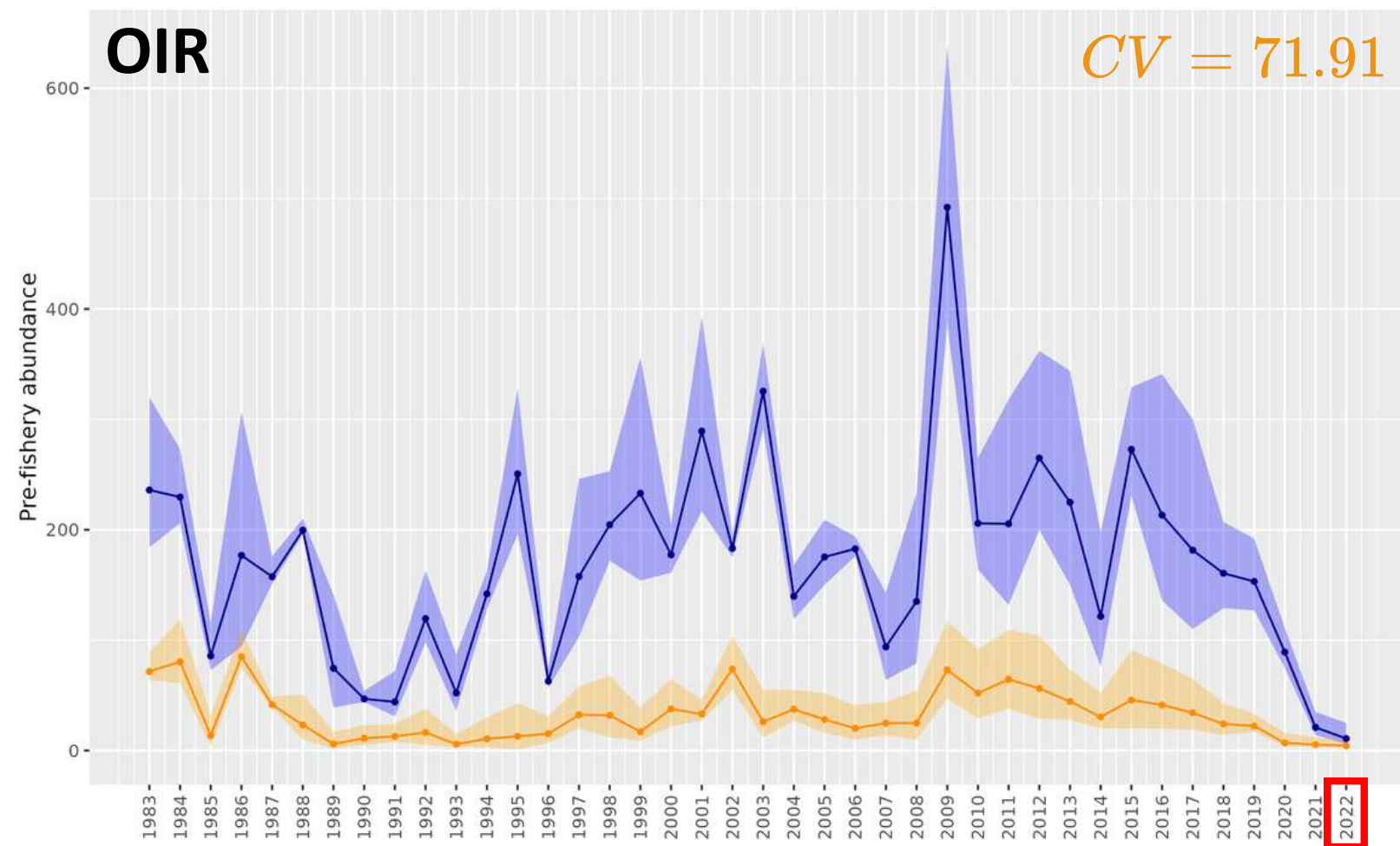
Josset et al., 2018.

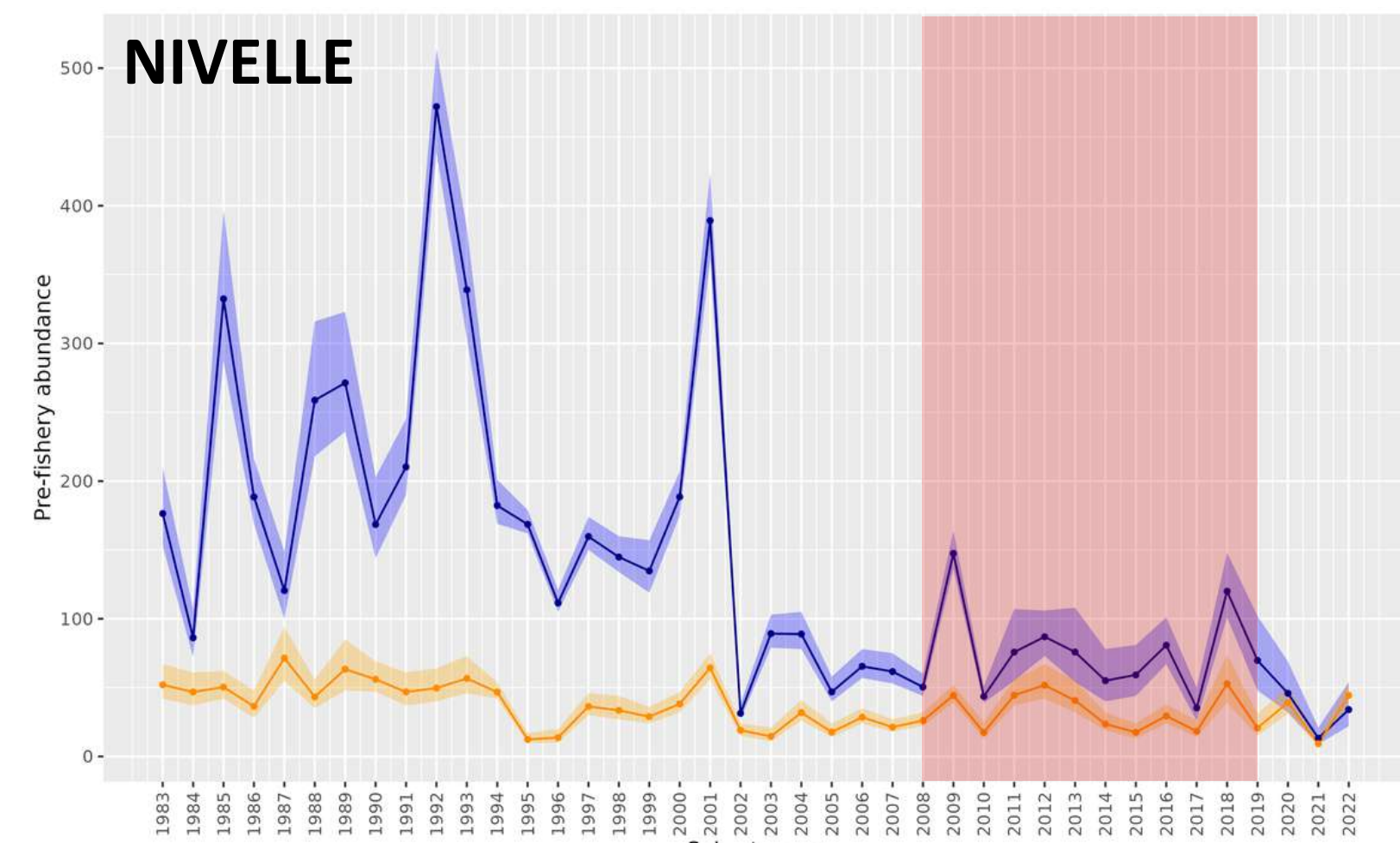
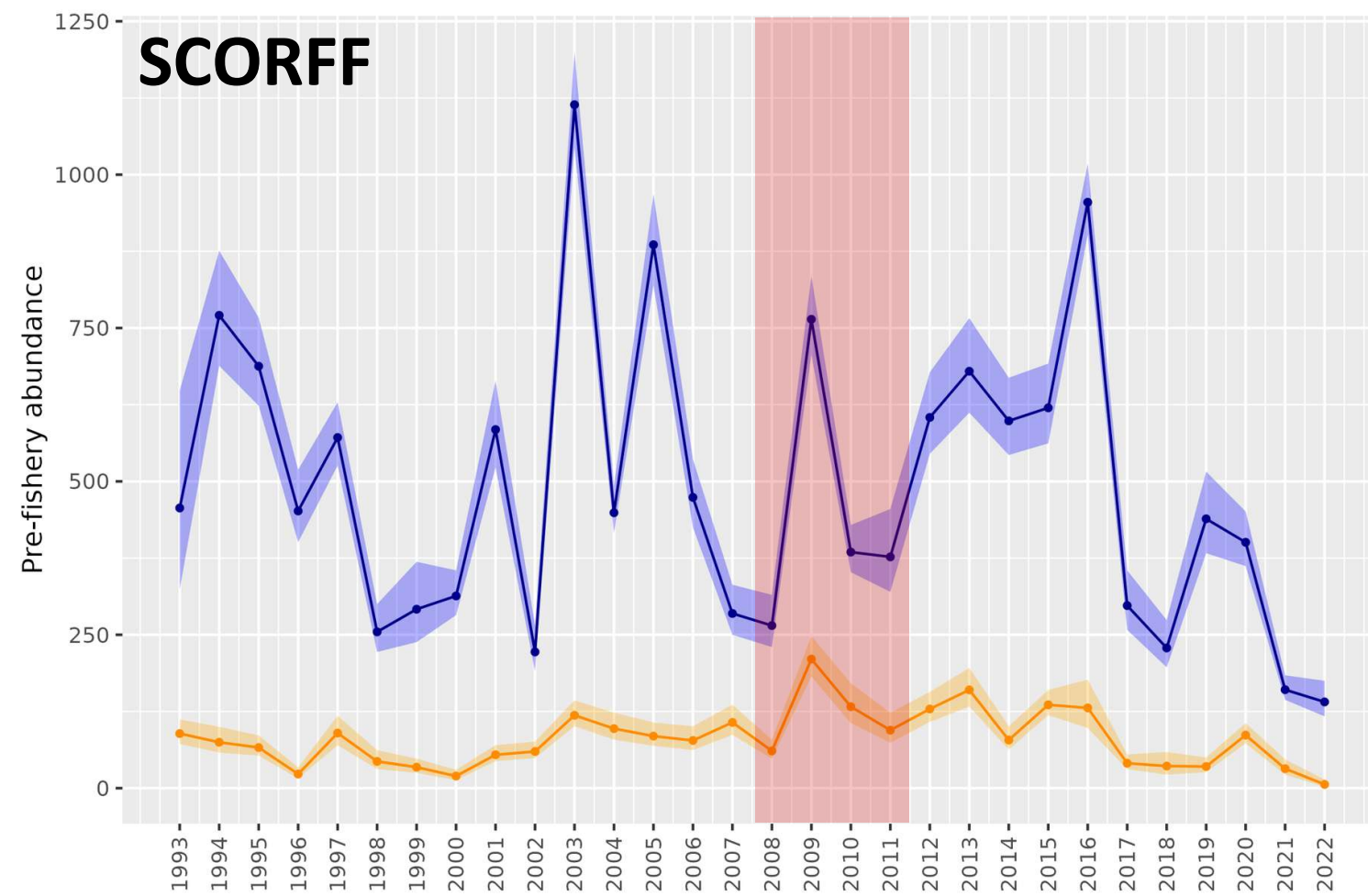


1SW
2SW

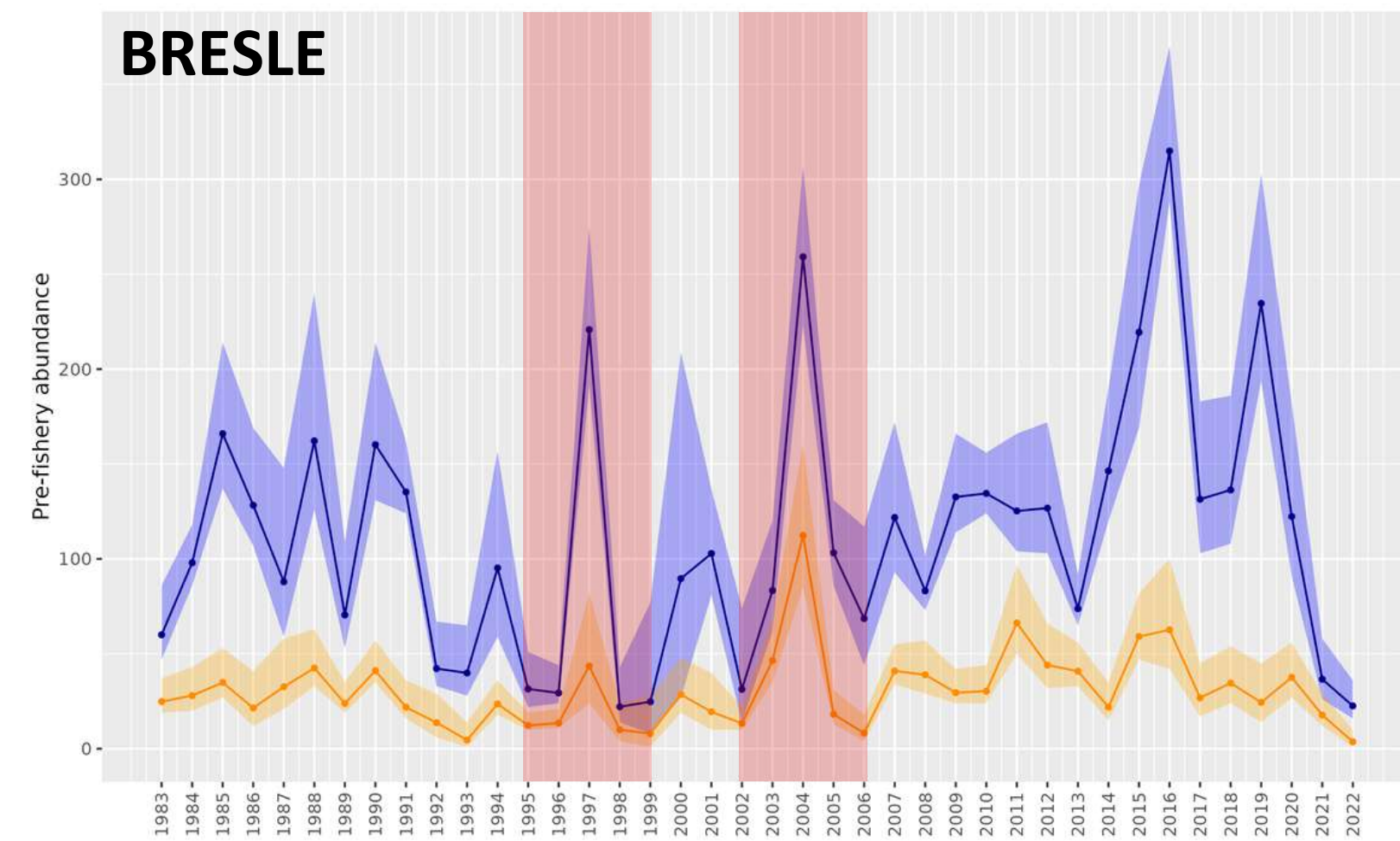
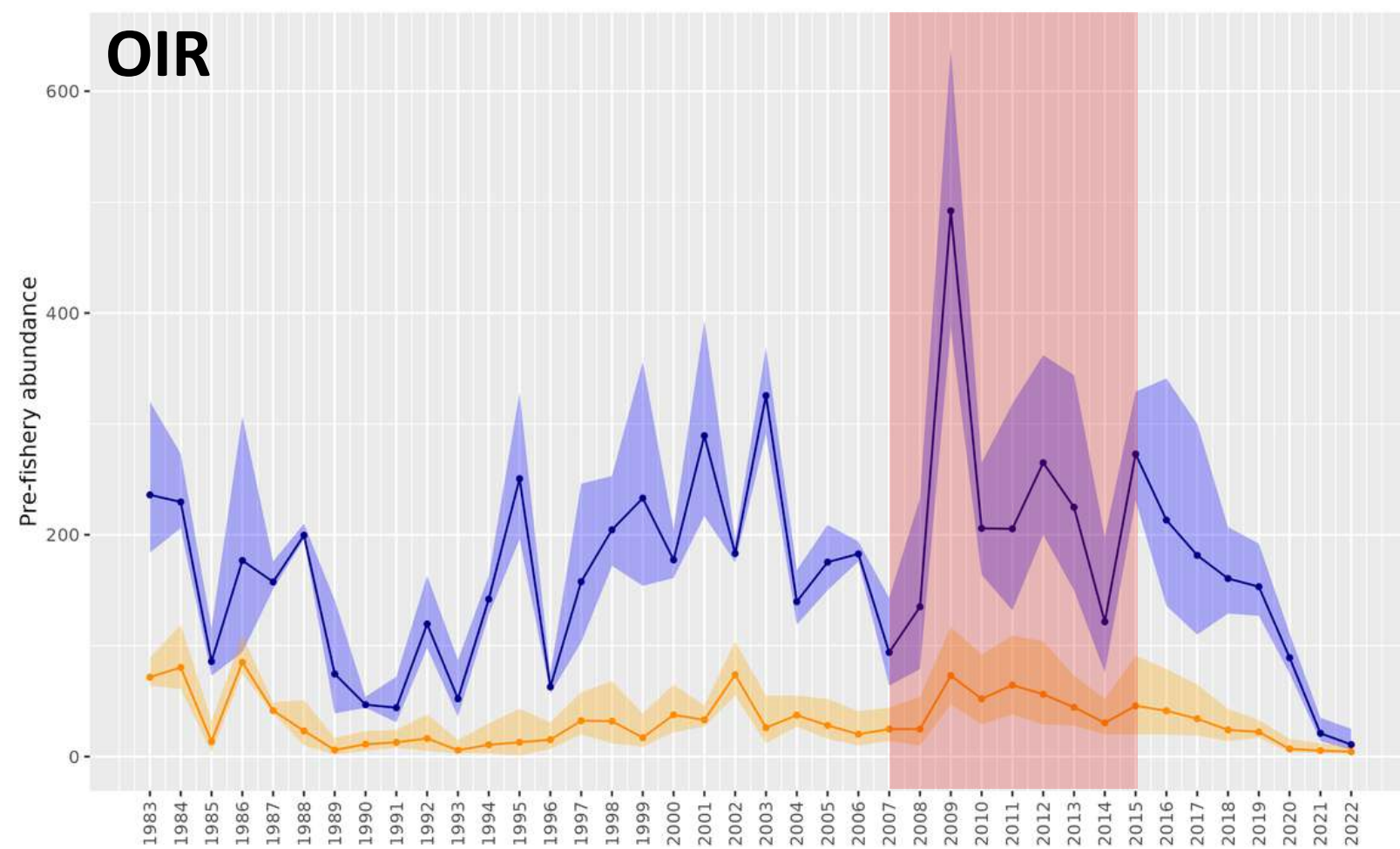


1SW
2SW



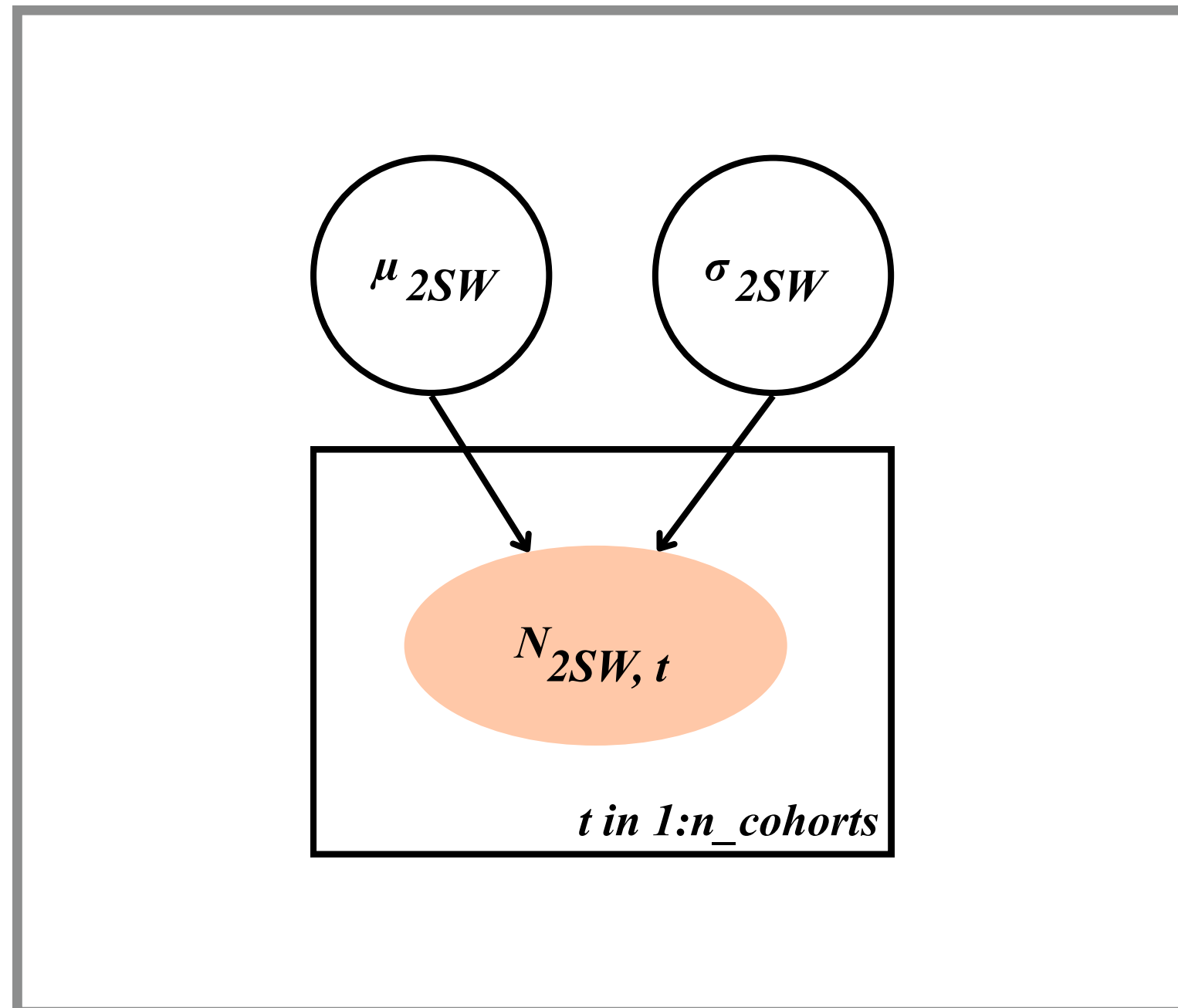


1SW
2SW

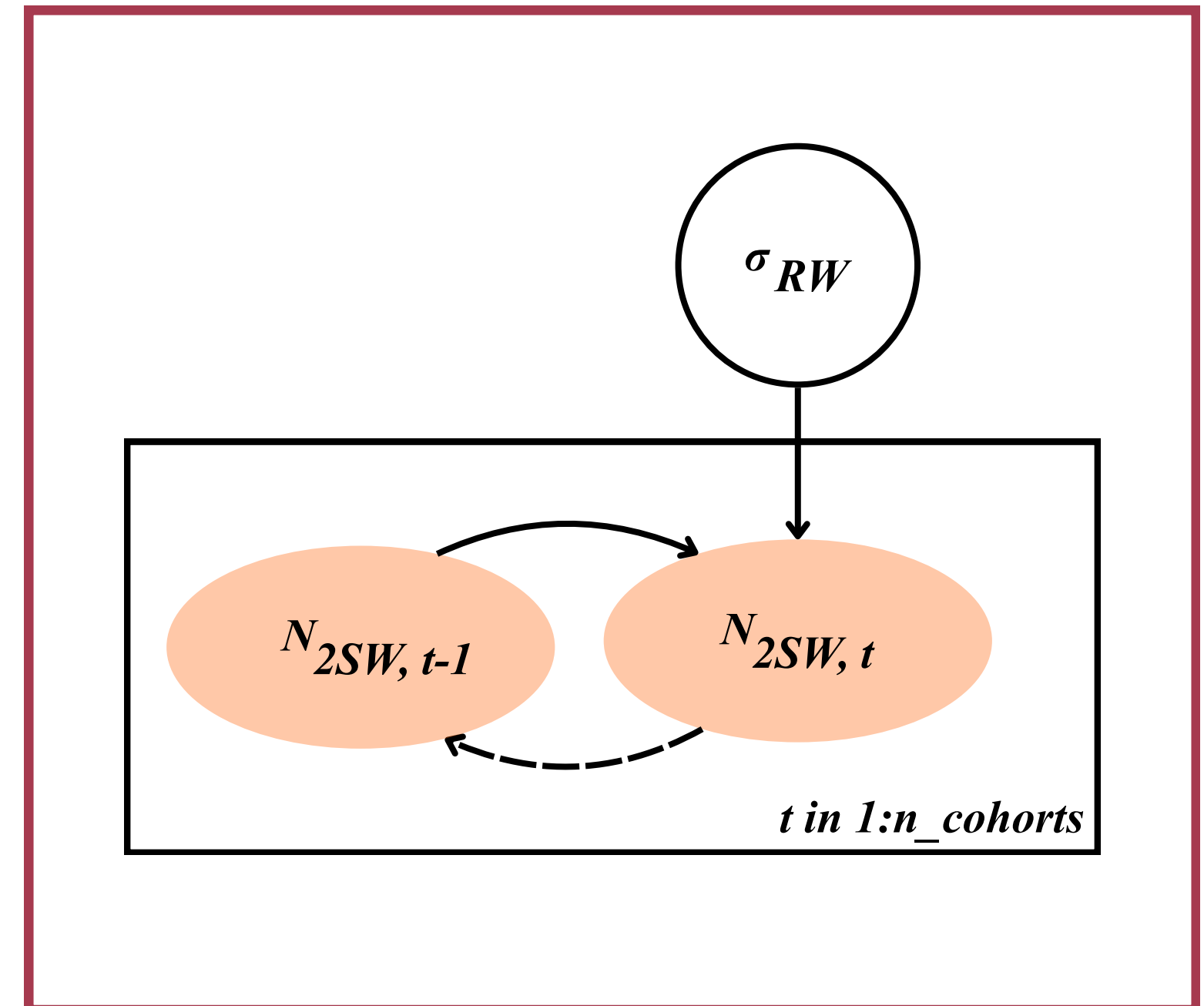


Modèles avec les retours de saumons de printemps uniquement

null

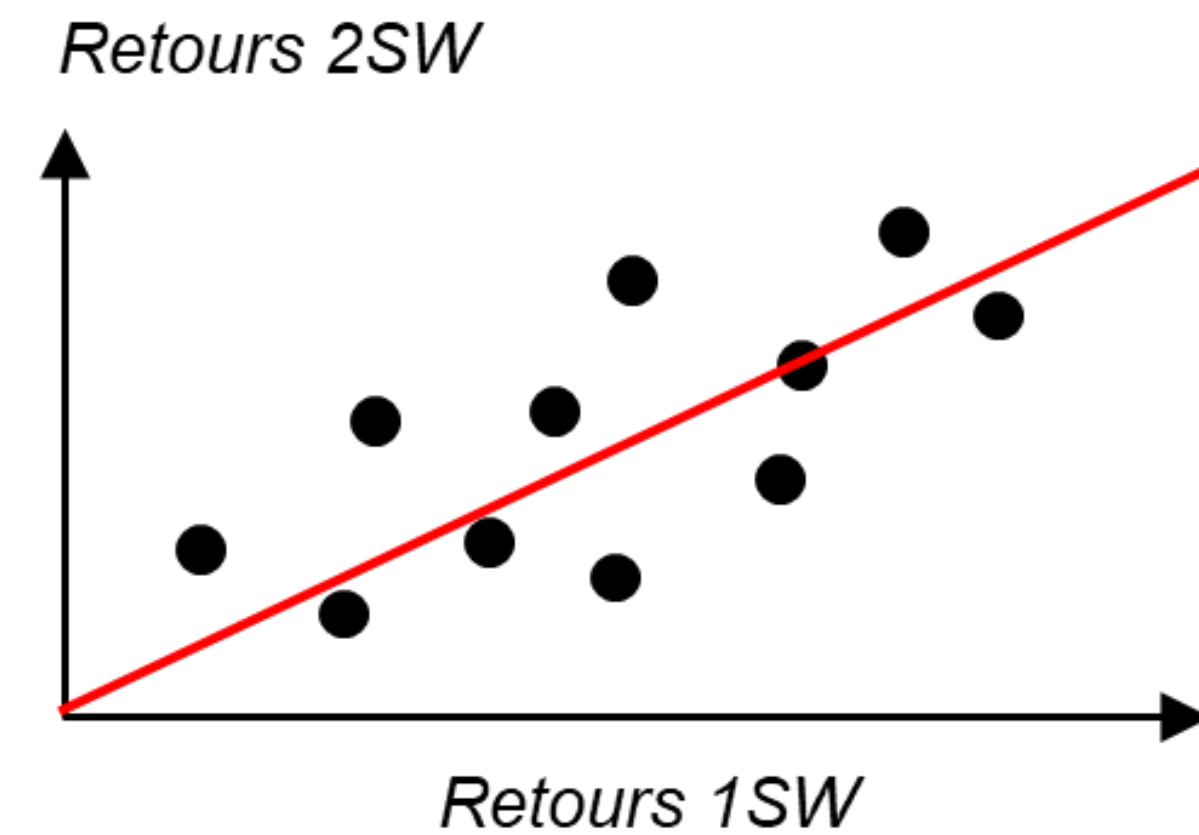
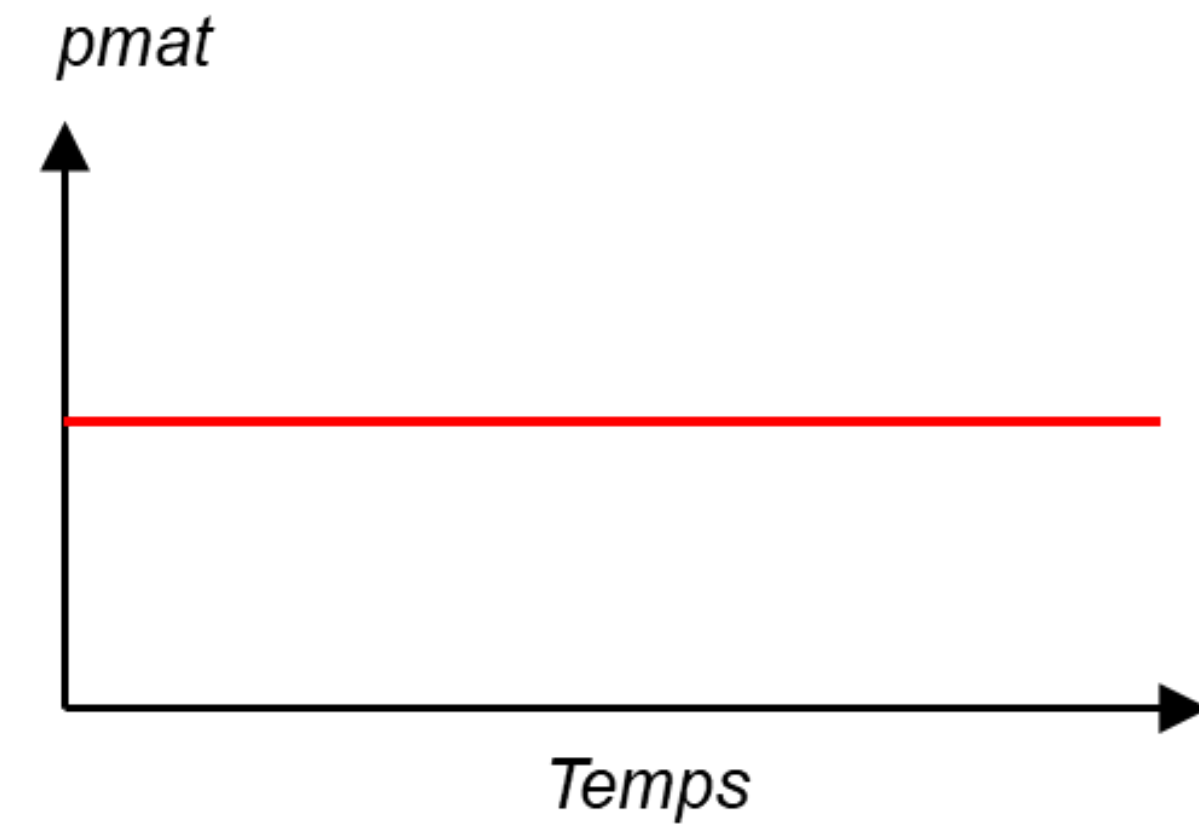
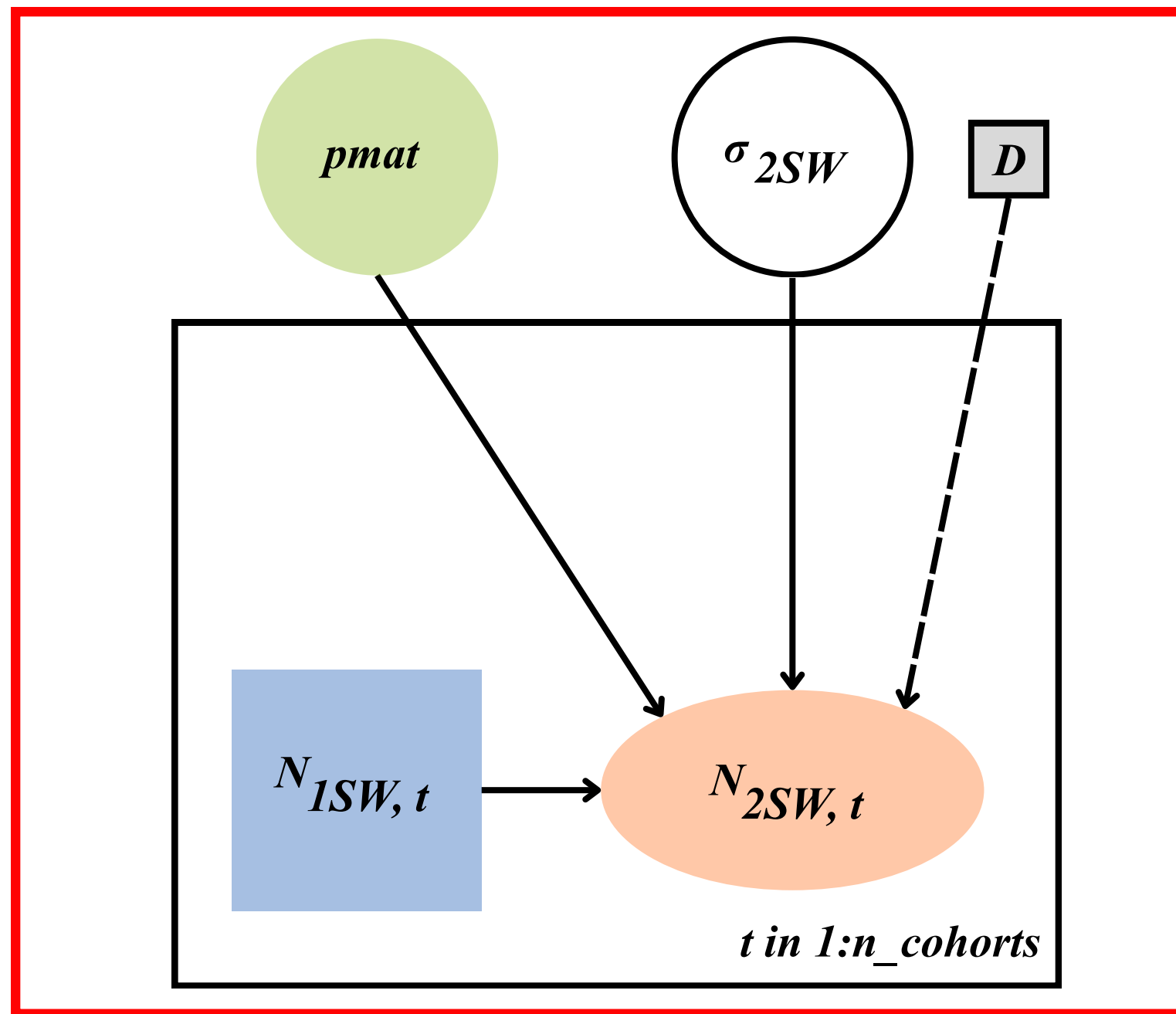


nullRW



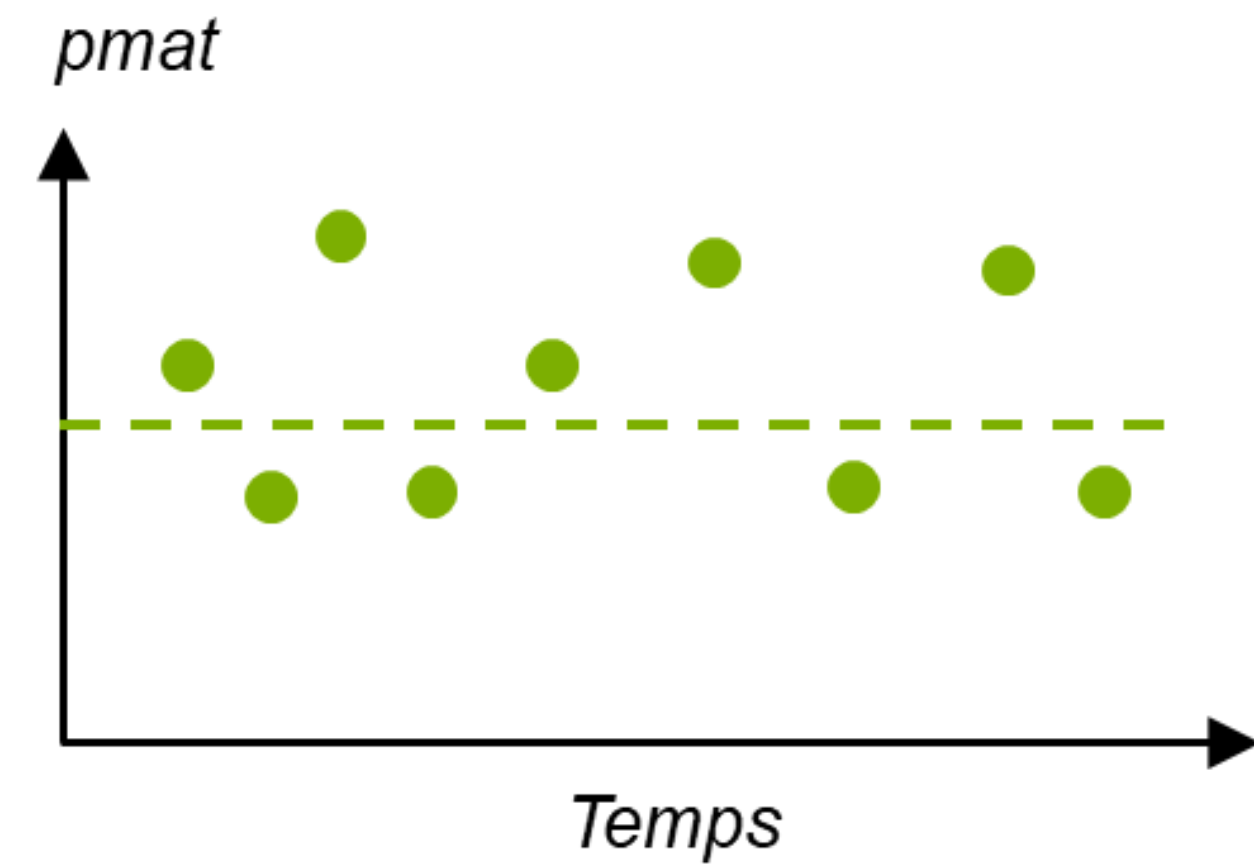
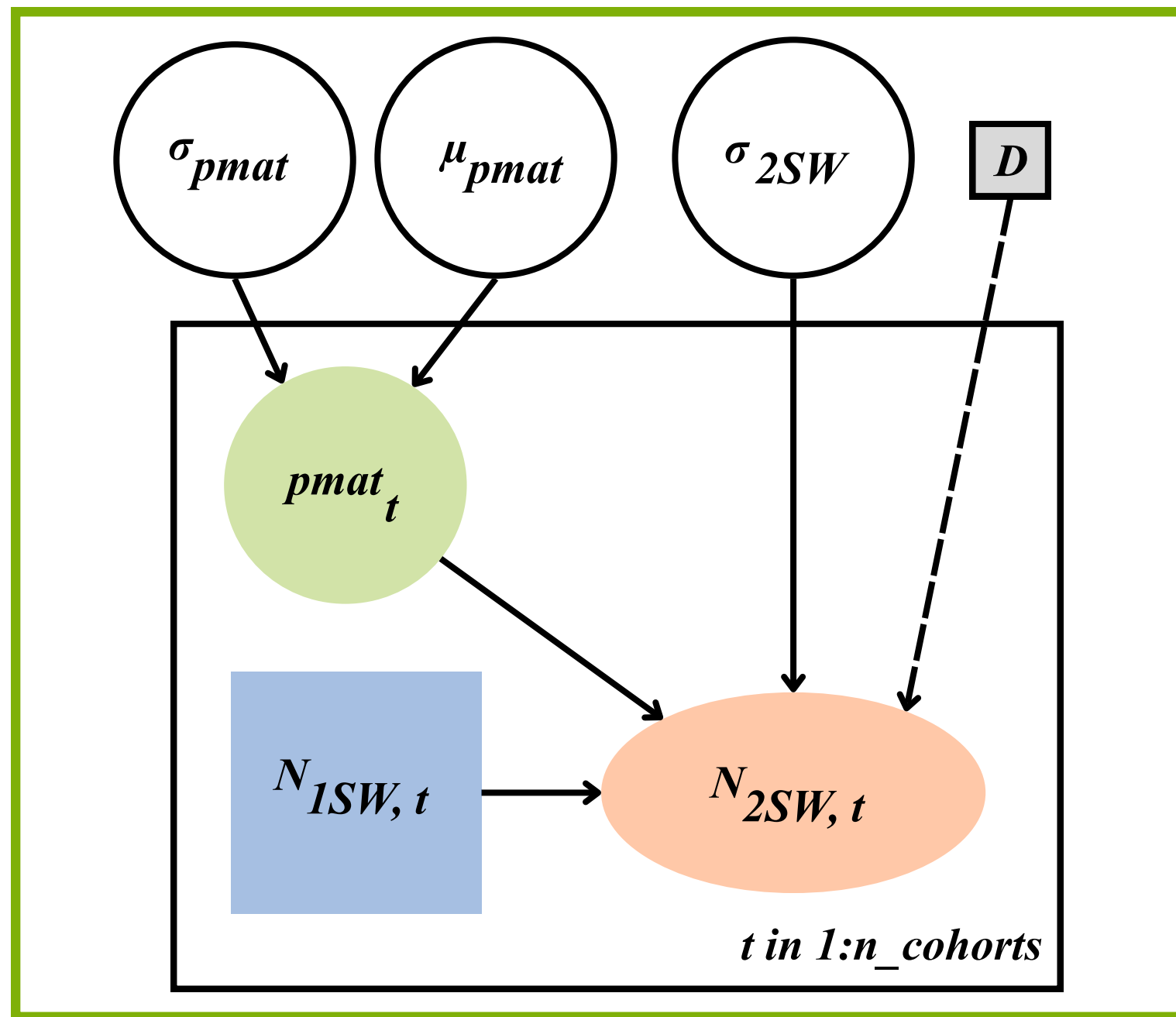
Prise en compte des castillons

p_{mat}M



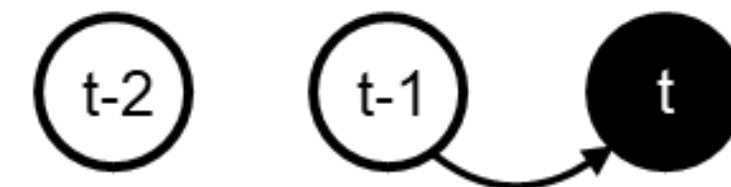
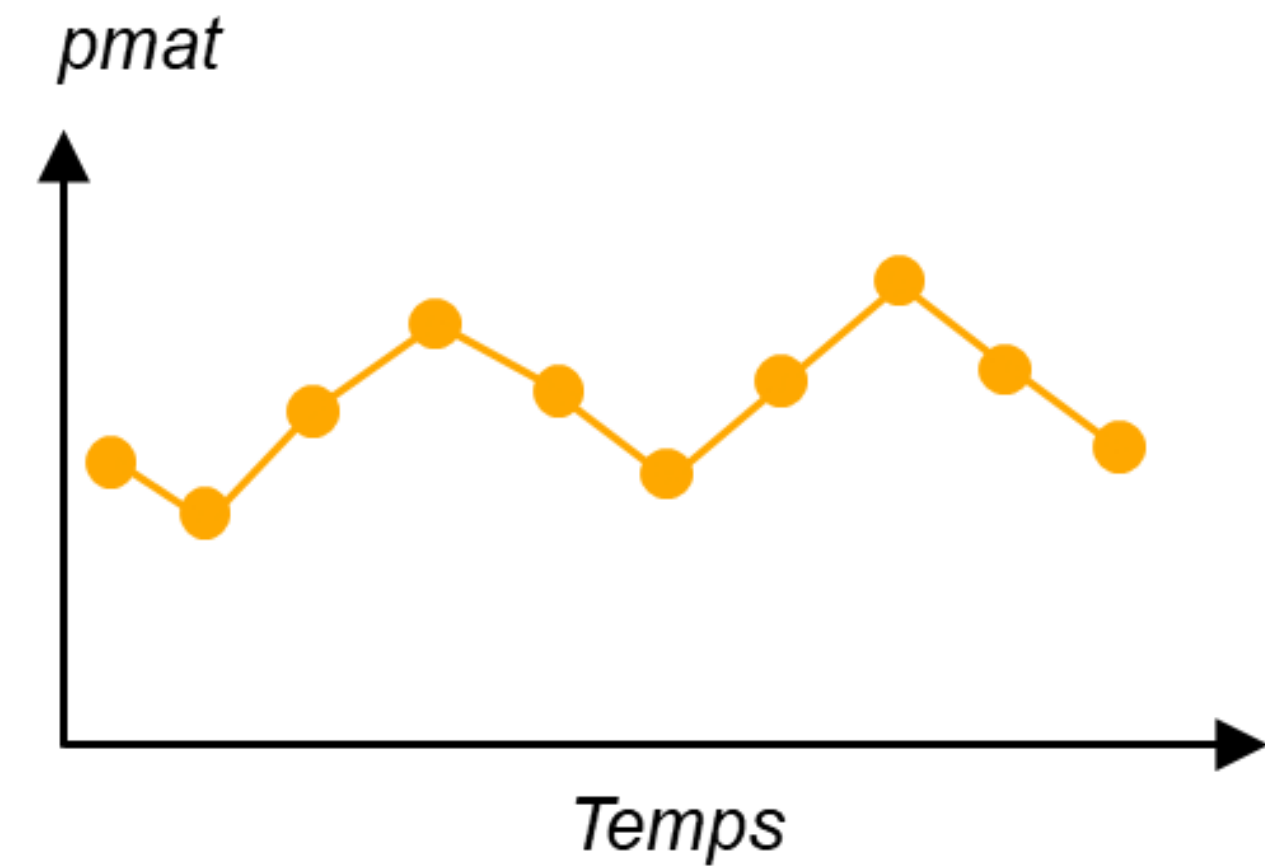
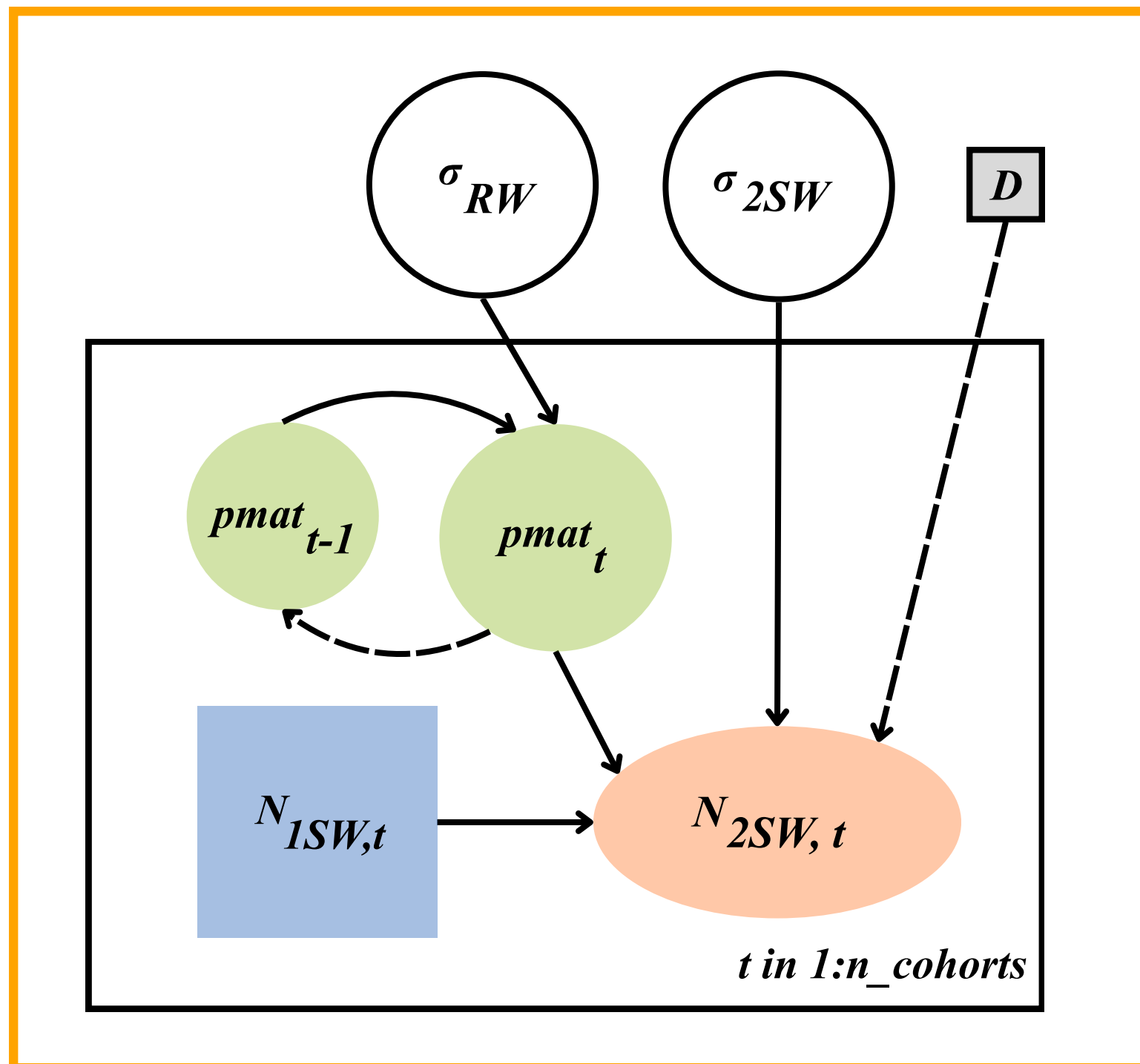
Prise en compte de la variabilité temporelle de pmat

pmatT



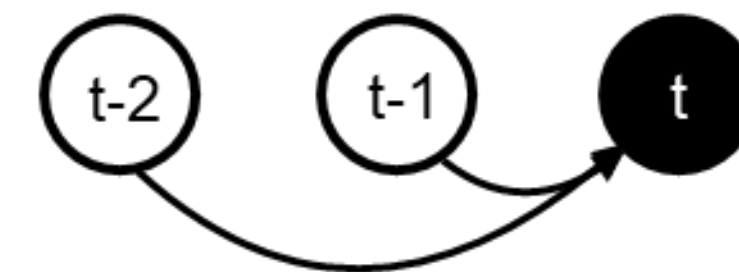
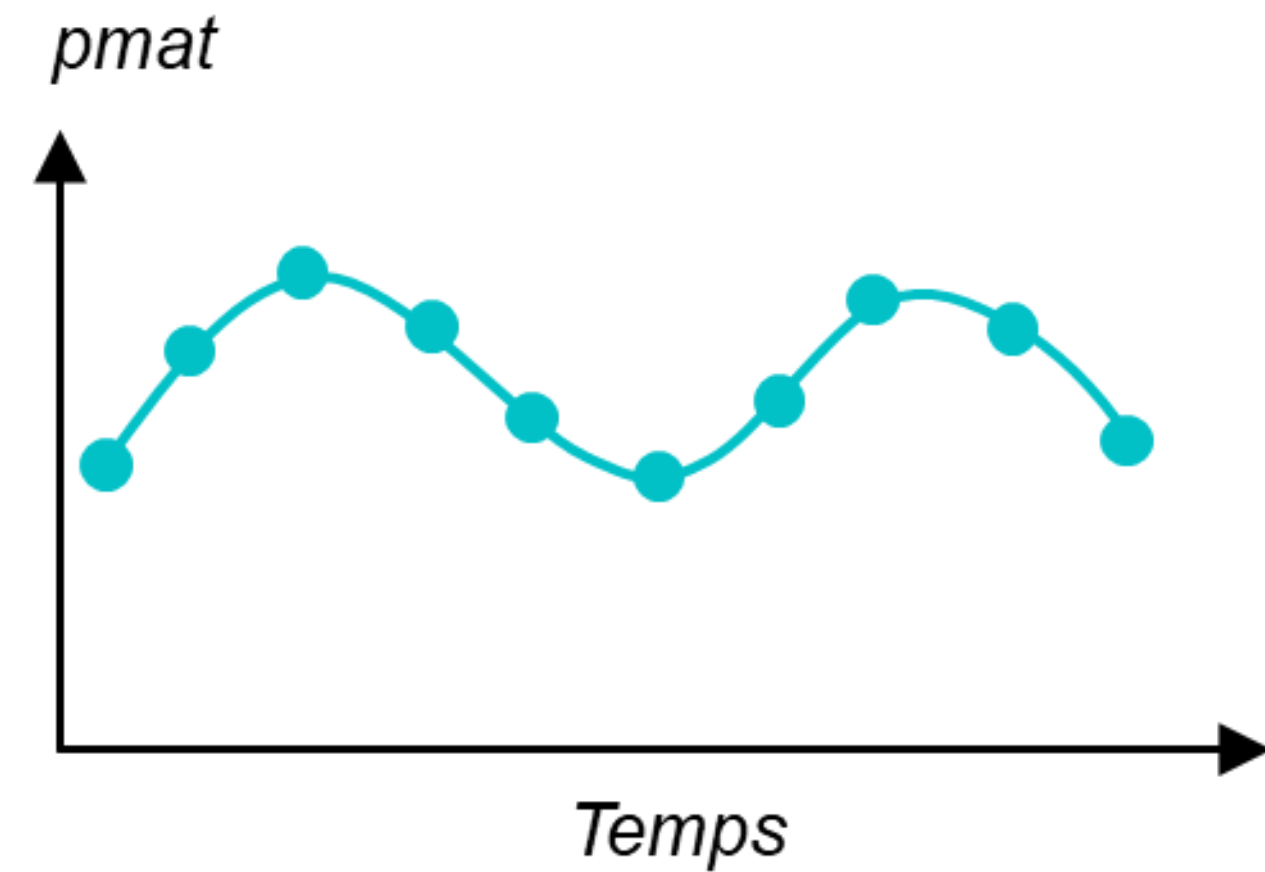
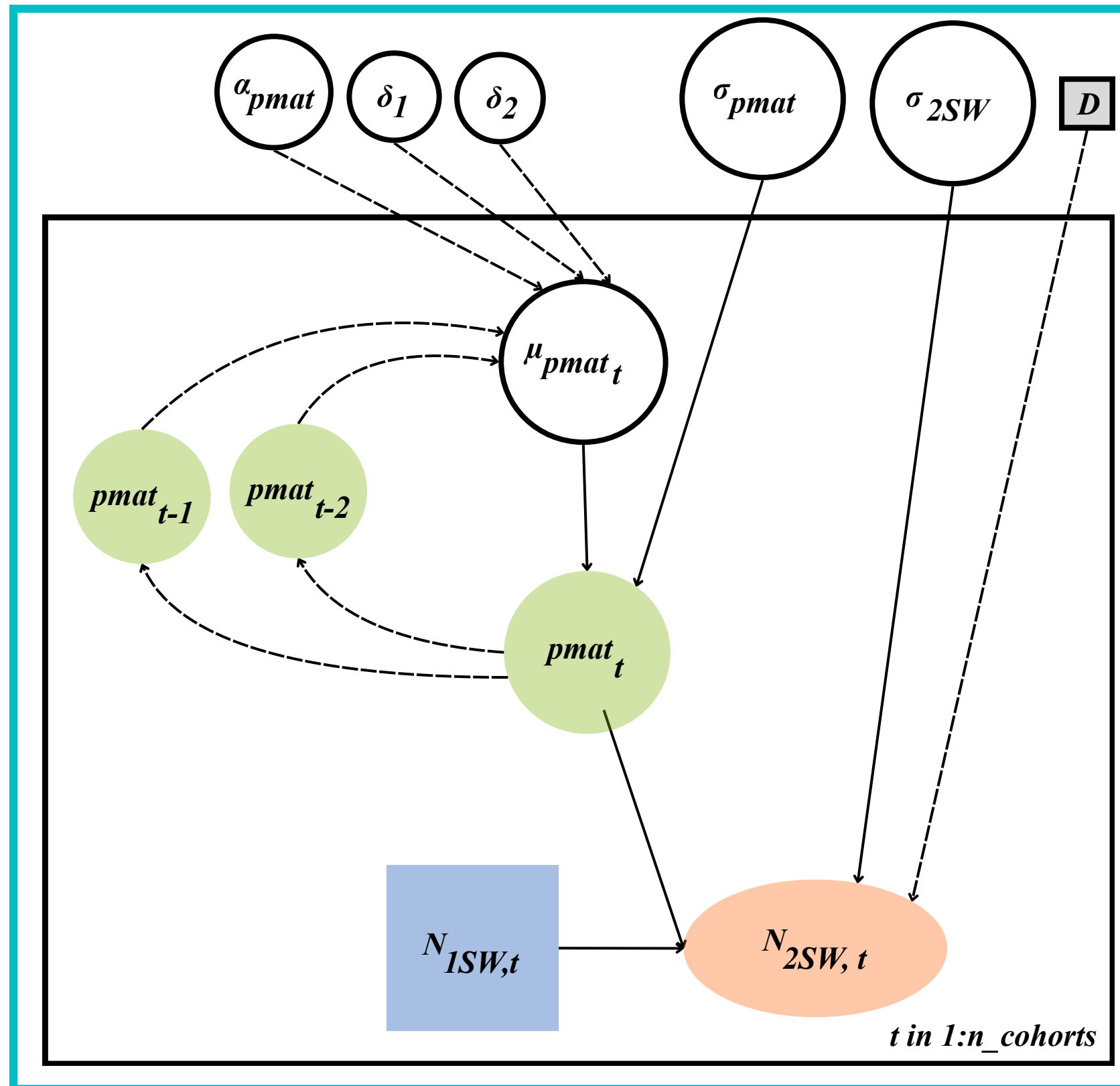
Dépendance temporelle entre les pmat

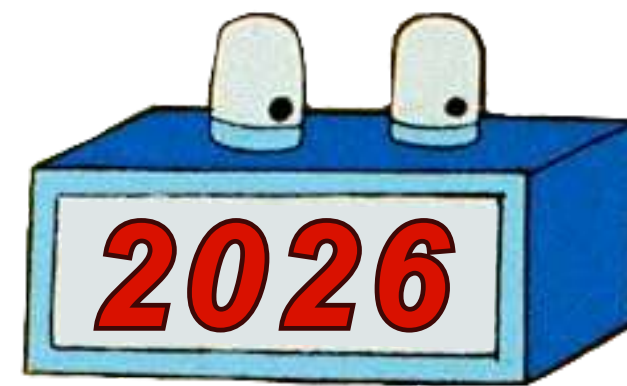
pmatRW

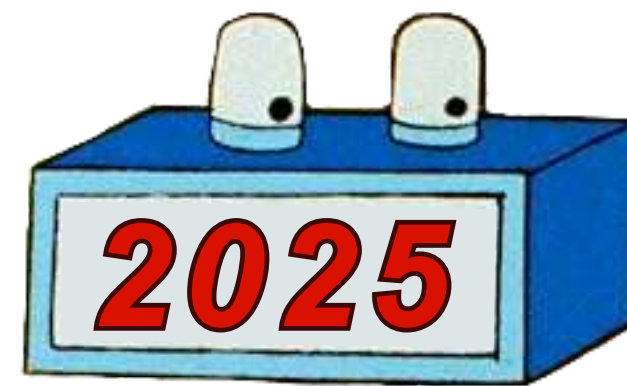


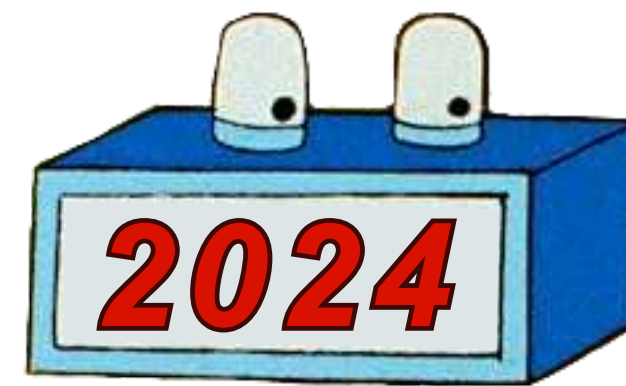
Dépendance temporelle entre les pmat

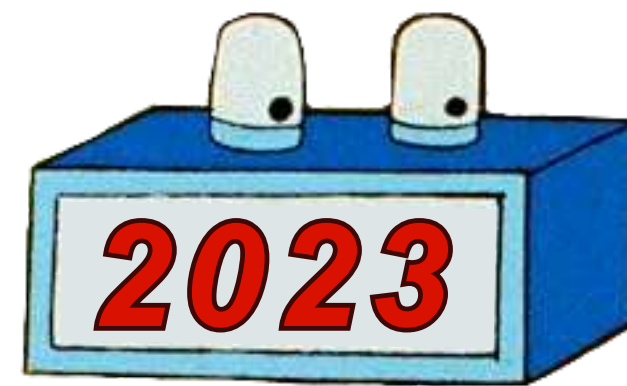
pmatAR2

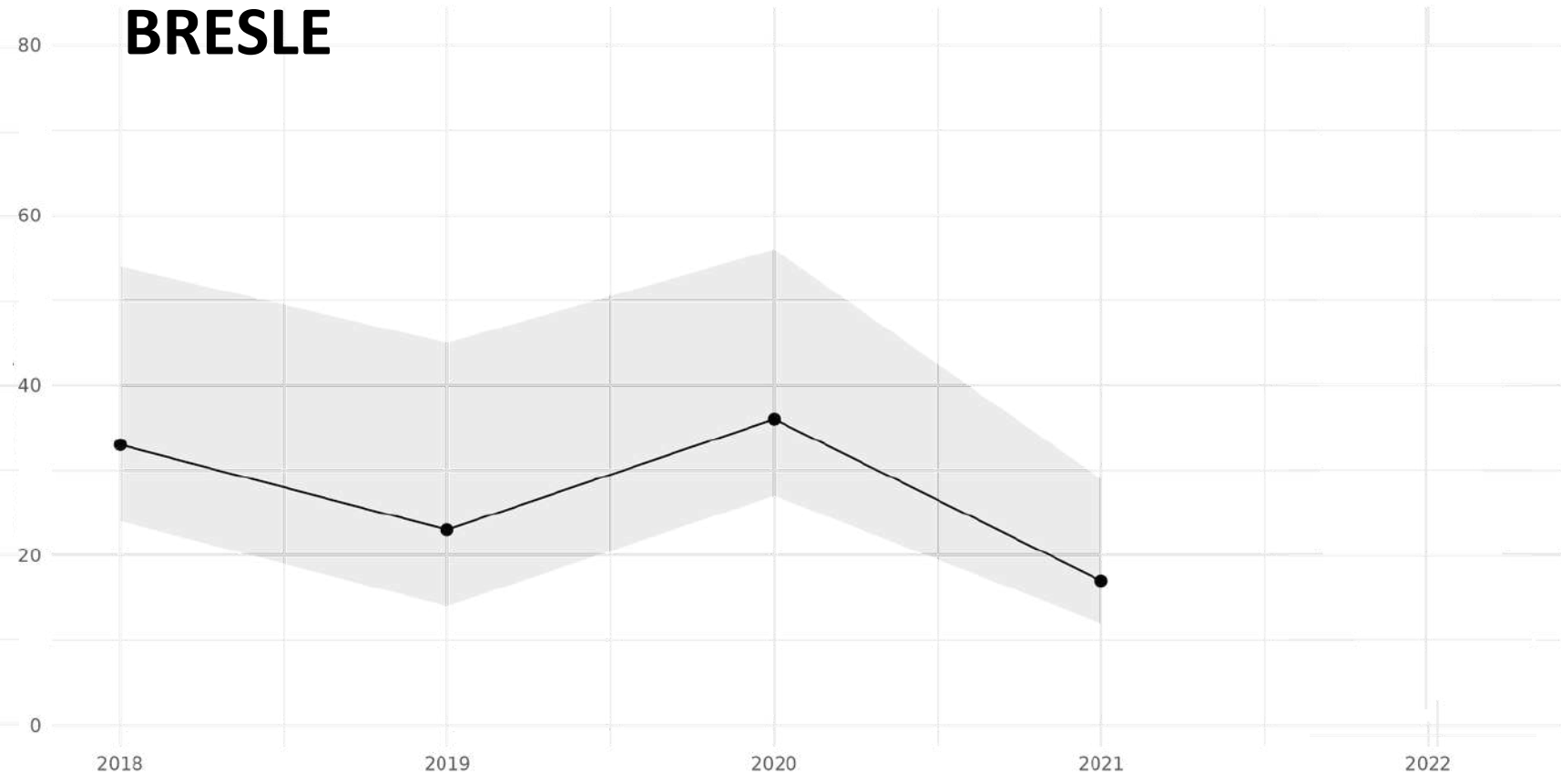
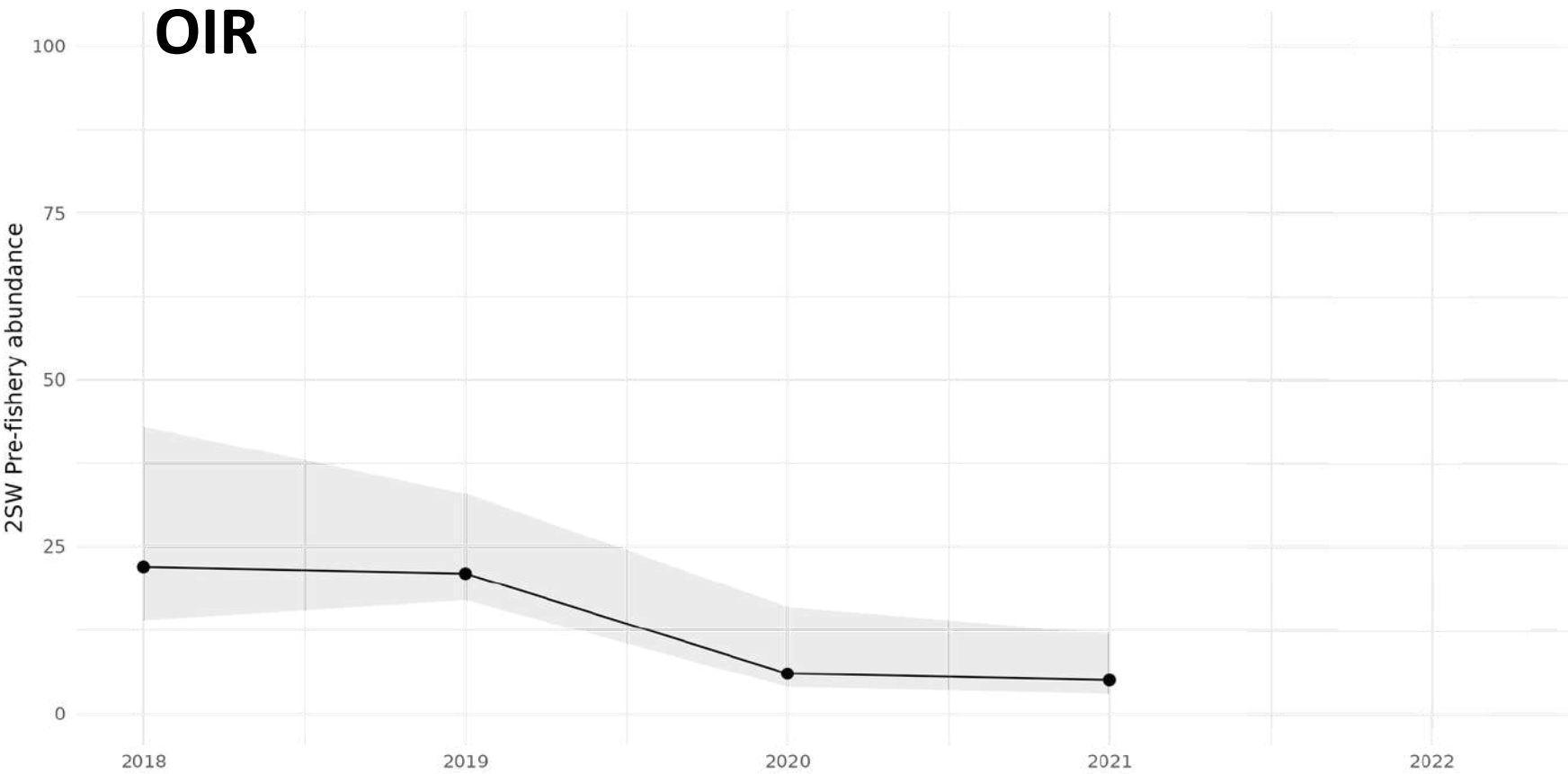
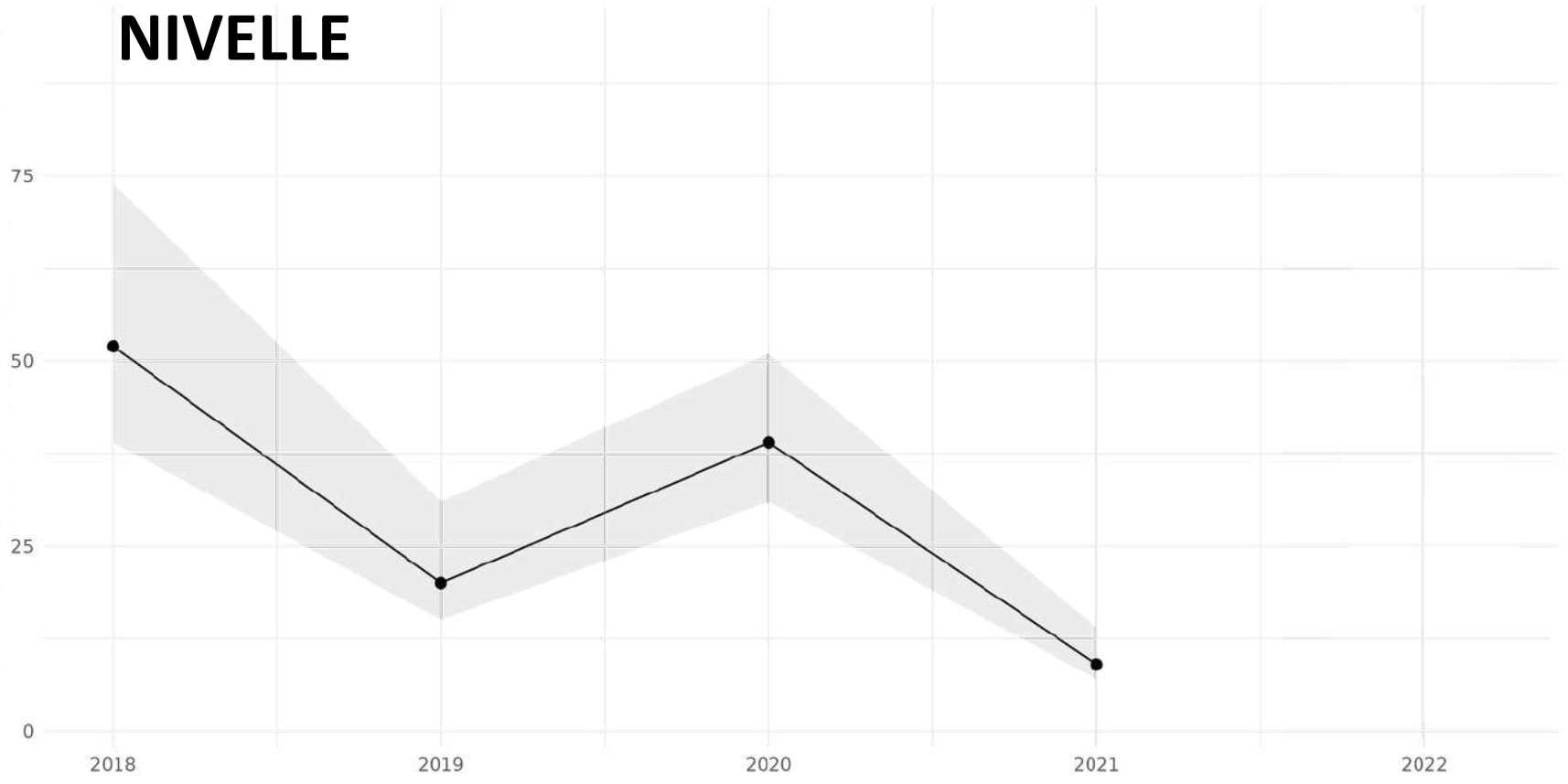
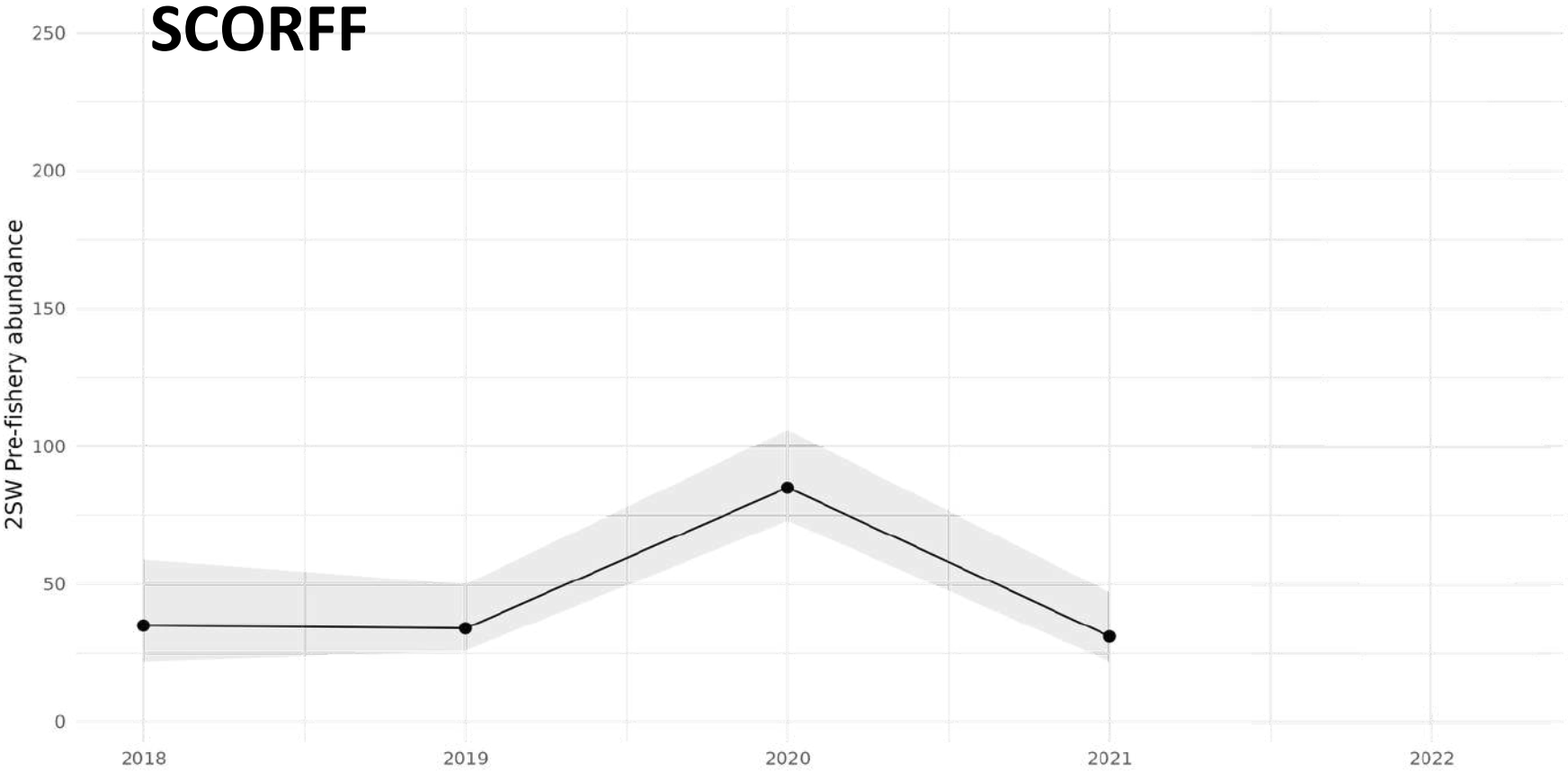








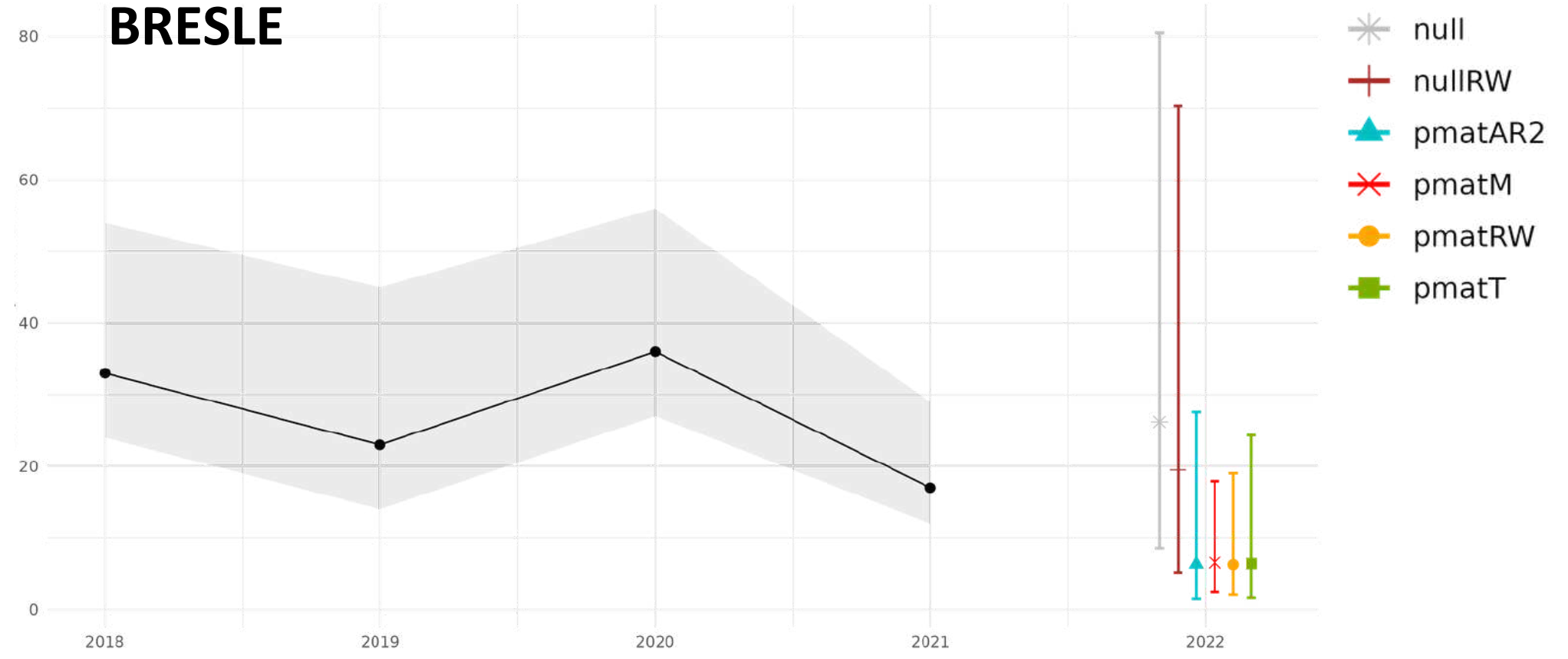
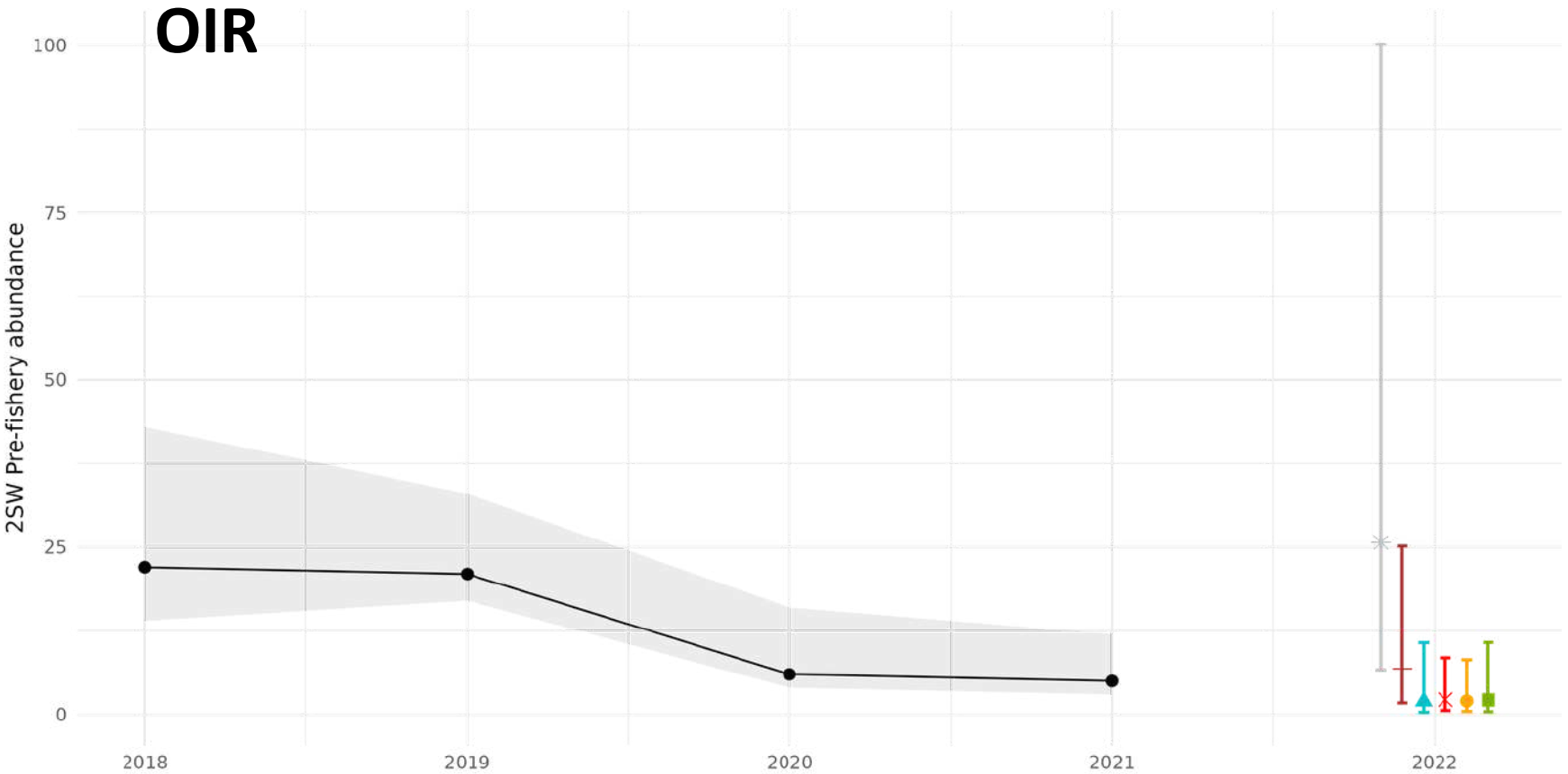
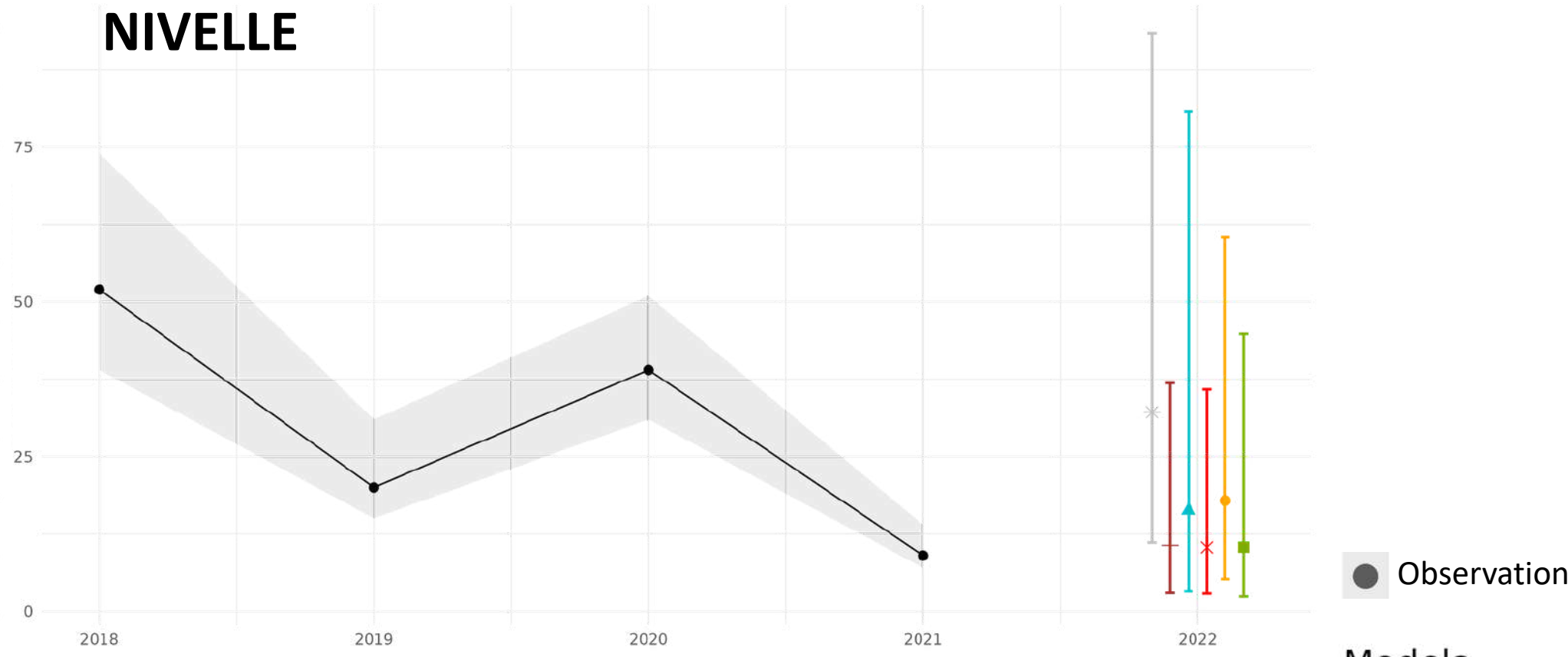
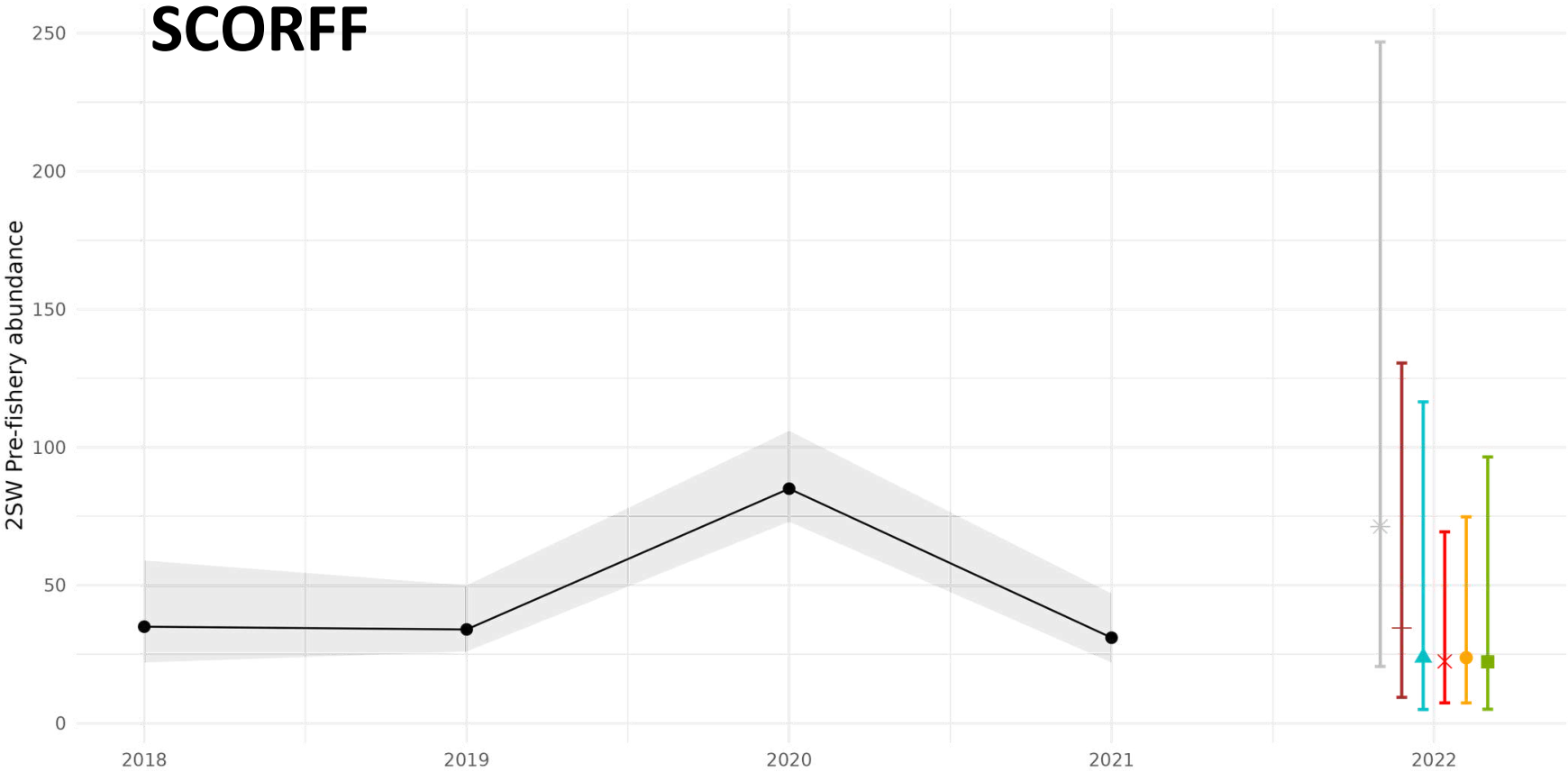




● Observation

Prédictions des retours de saumons de printemps pour la cohorte 2022.

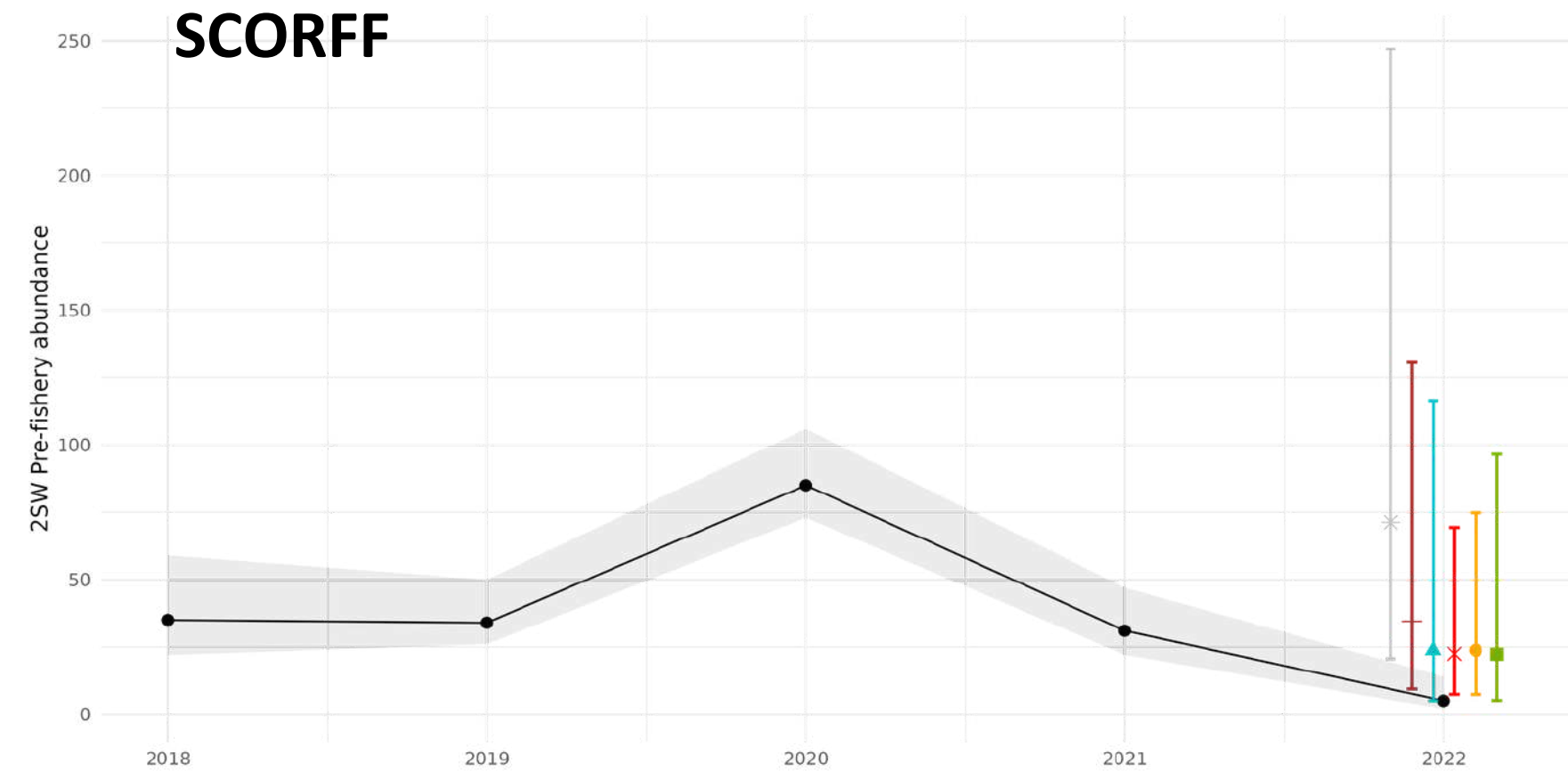
Les médianes sont indiquées par des points et les intervalles de crédibilité sont représentés par l'enveloppe et les barres.



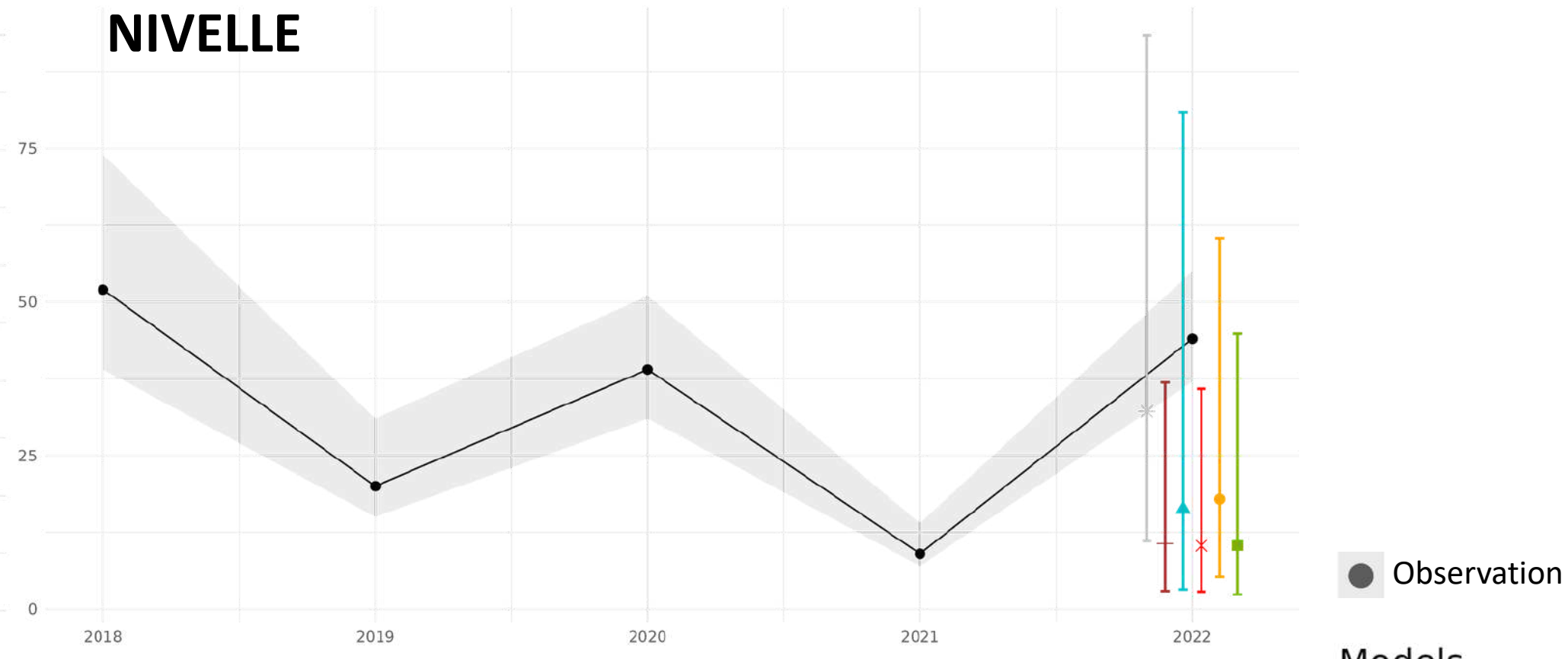
Prédictions des retours de saumons de printemps pour la cohorte 2022.

Les médianes sont indiquées par des points et les intervalles de crédibilité sont représentés par l'enveloppe et les barres.

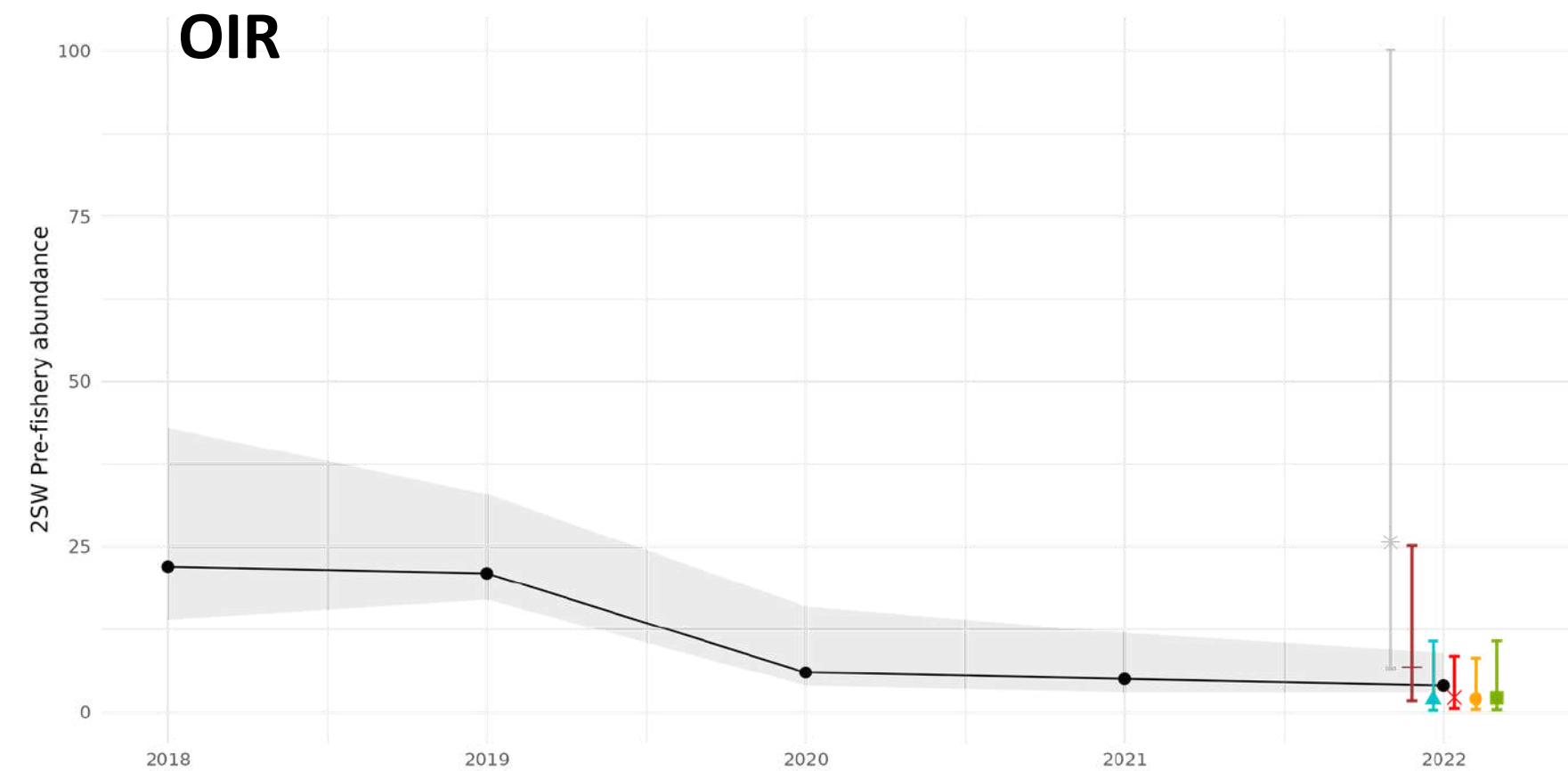
SCORFF



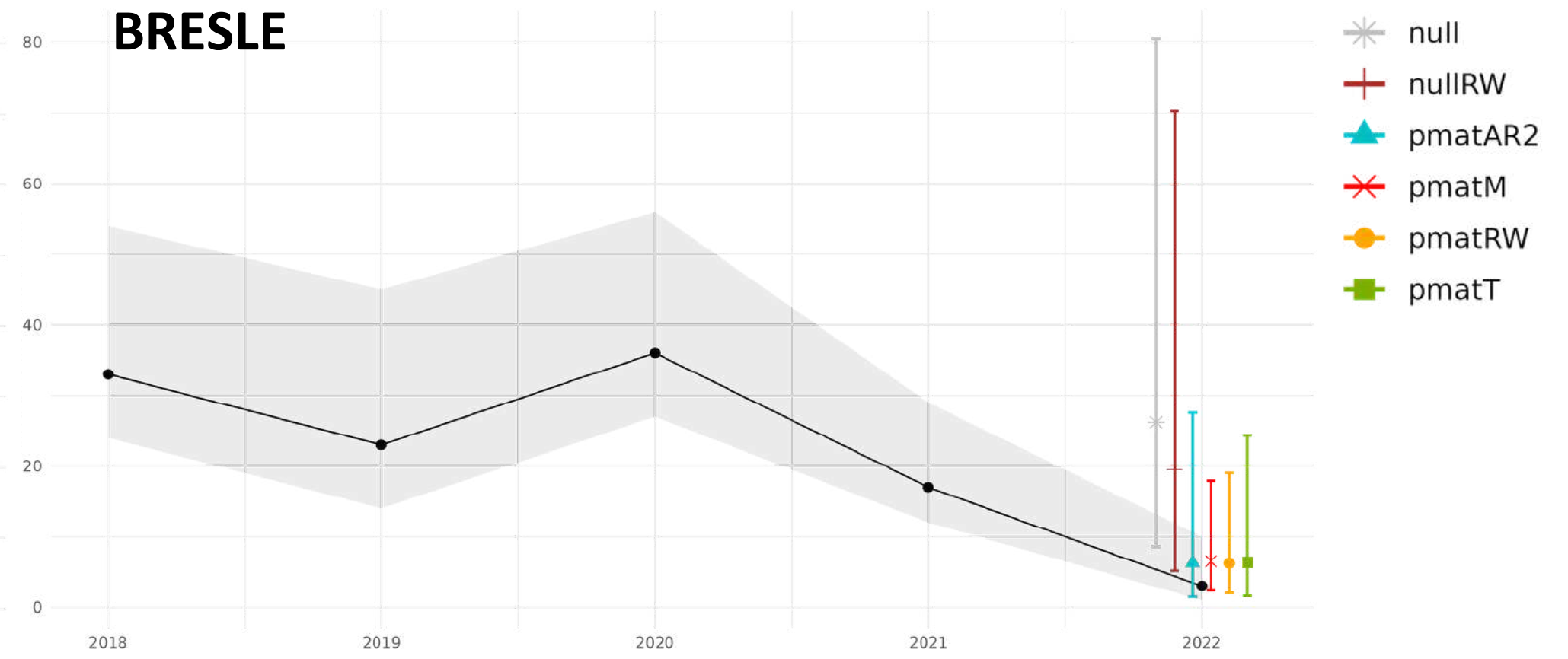
NIVELLE



OIR



BRESLE



● Observation

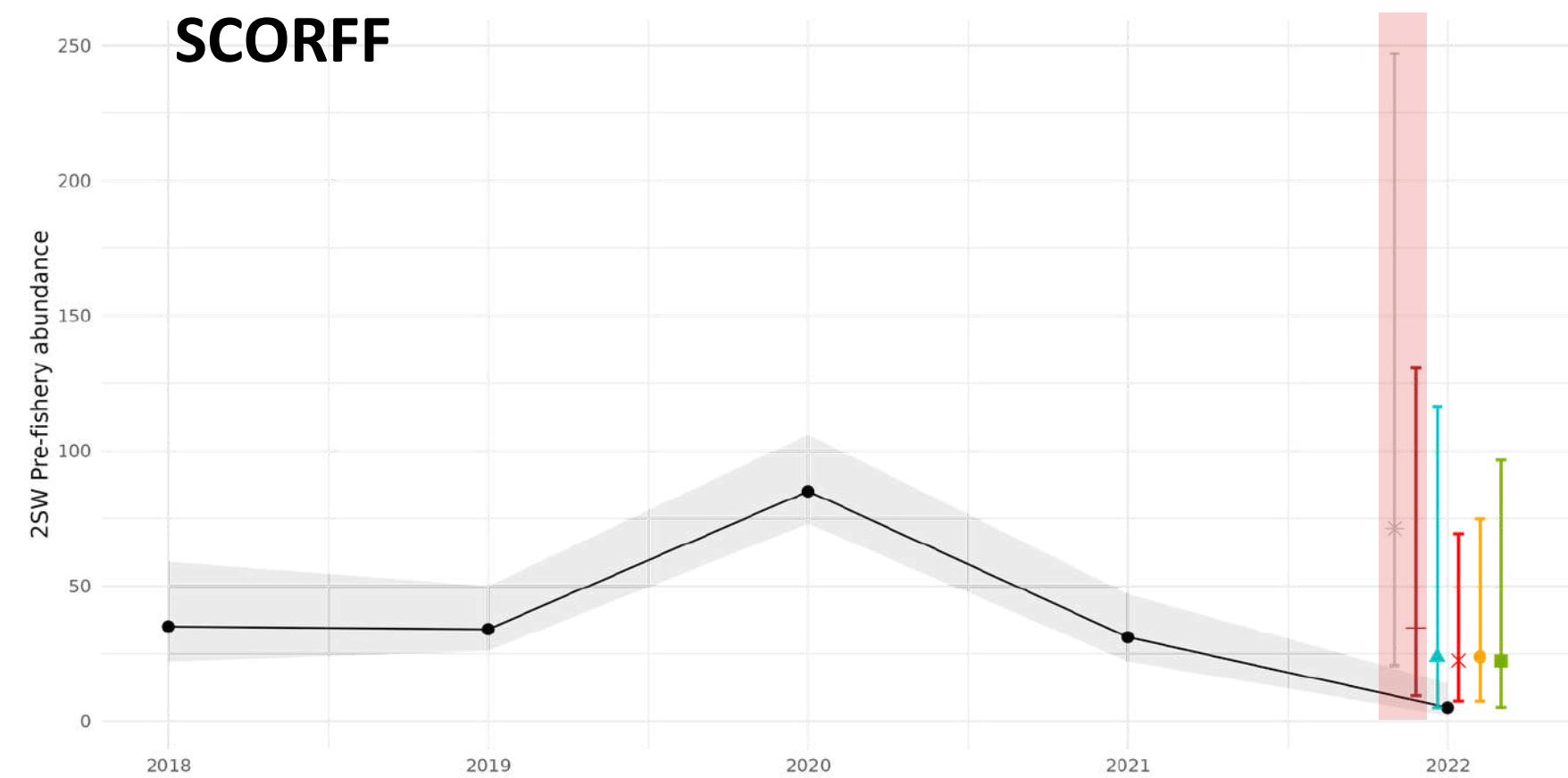
Models

- * null
- + nullRW
- ▲ pmatAR2
- × pmatM
- pmatRW
- pmatT

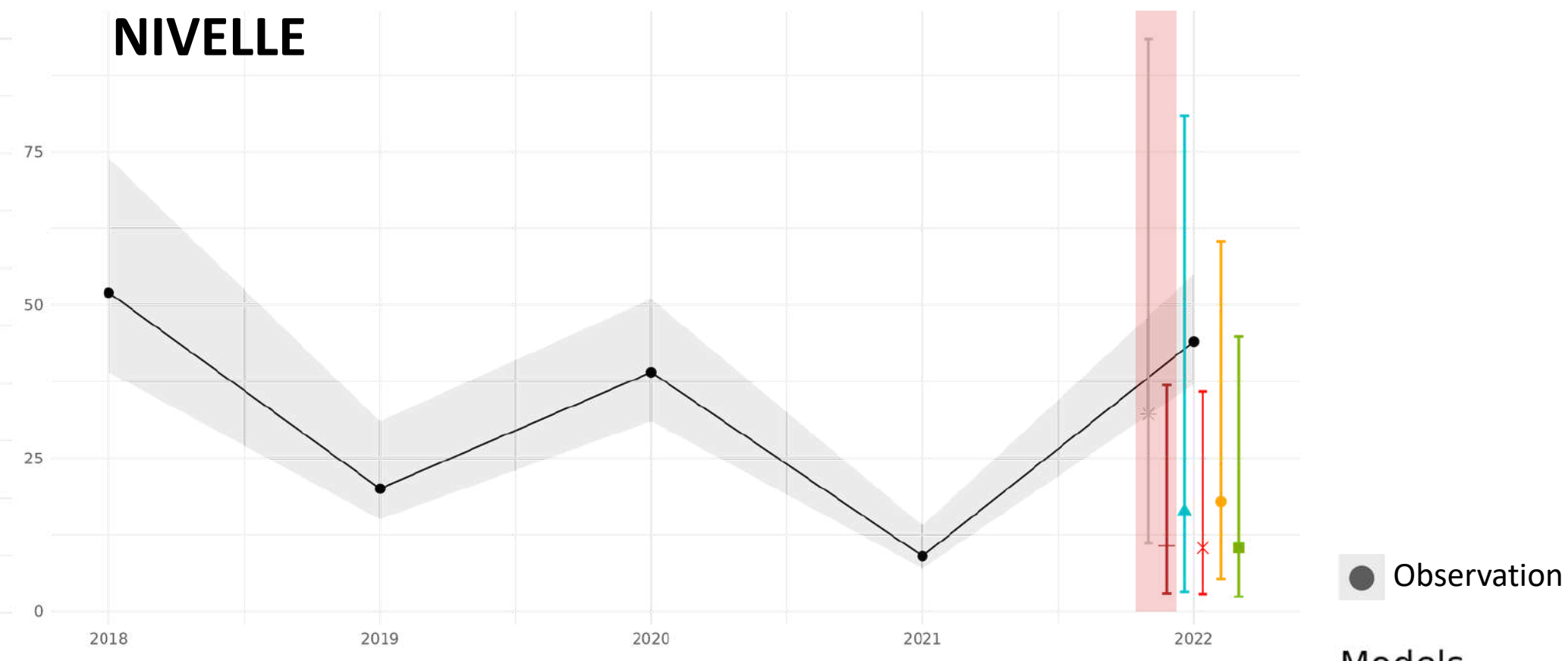
Prédictions des retours de saumons de printemps pour la cohorte 2022.

Les médianes sont indiquées par des points et les intervalles de crédibilité sont représentés par l'enveloppe et les barres.

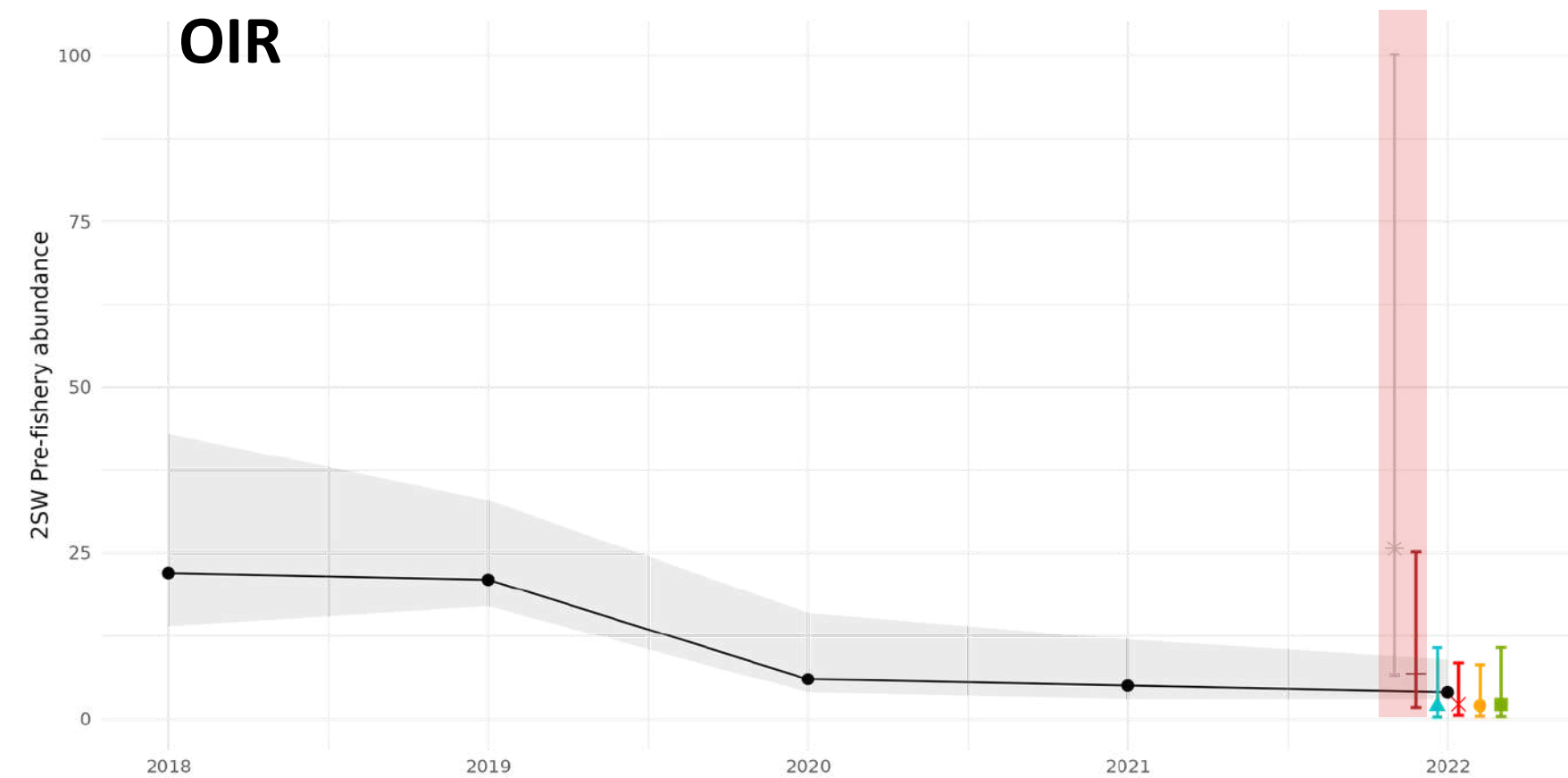
SCORFF



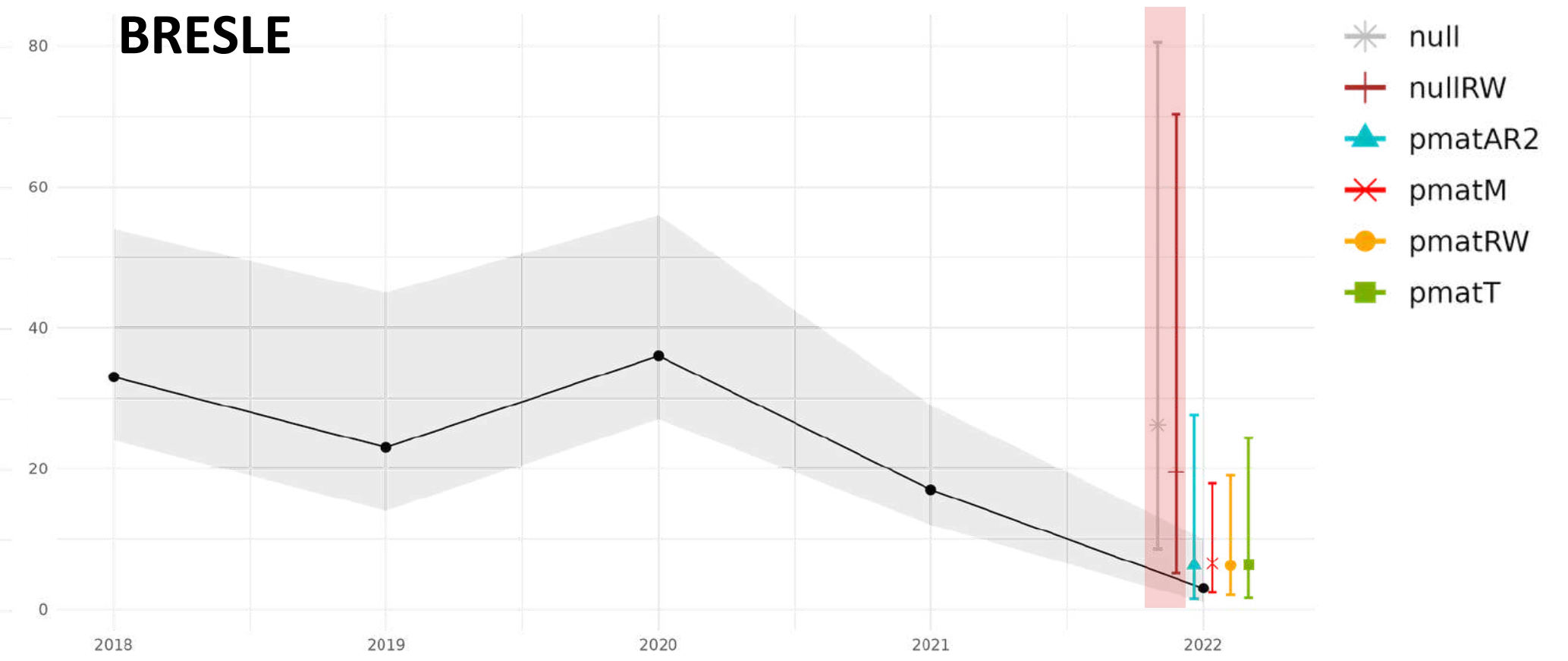
NIVELLE



OIR



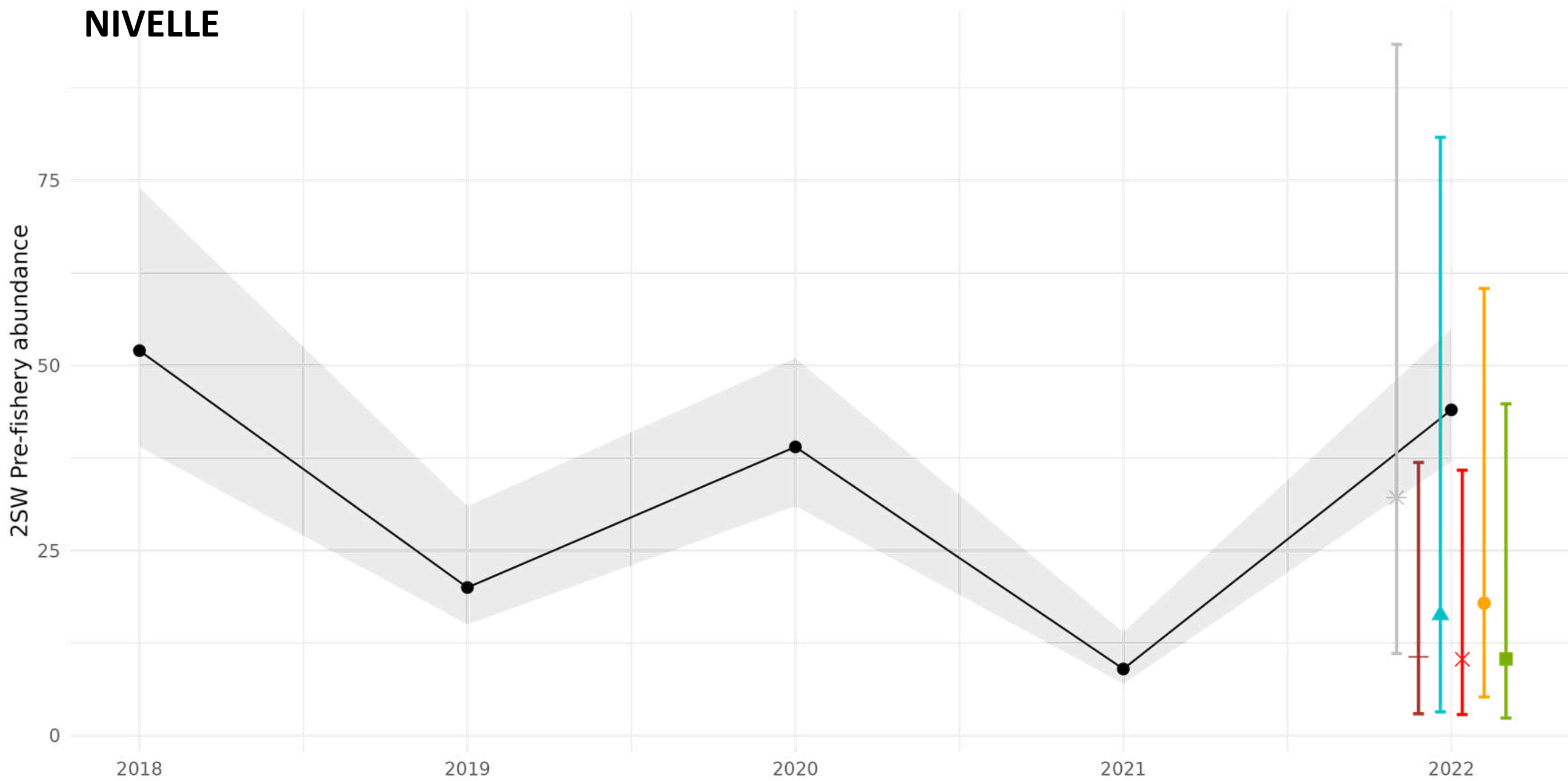
BRESLE



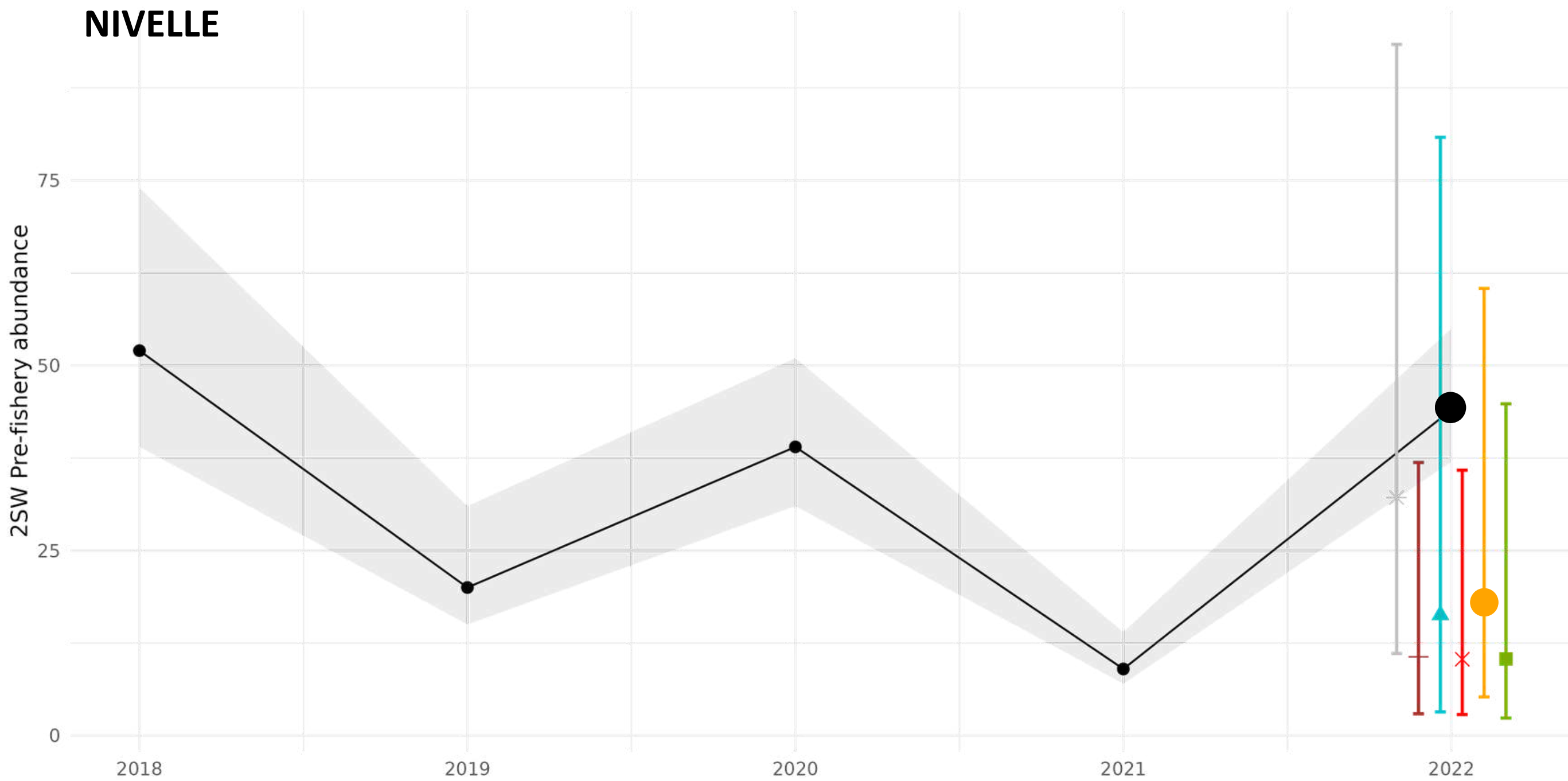
Prédictions des retours de saumons de printemps pour la cohorte 2022.

Les médianes sont indiquées par des points et les intervalles de crédibilité sont représentés par l'enveloppe et les barres.

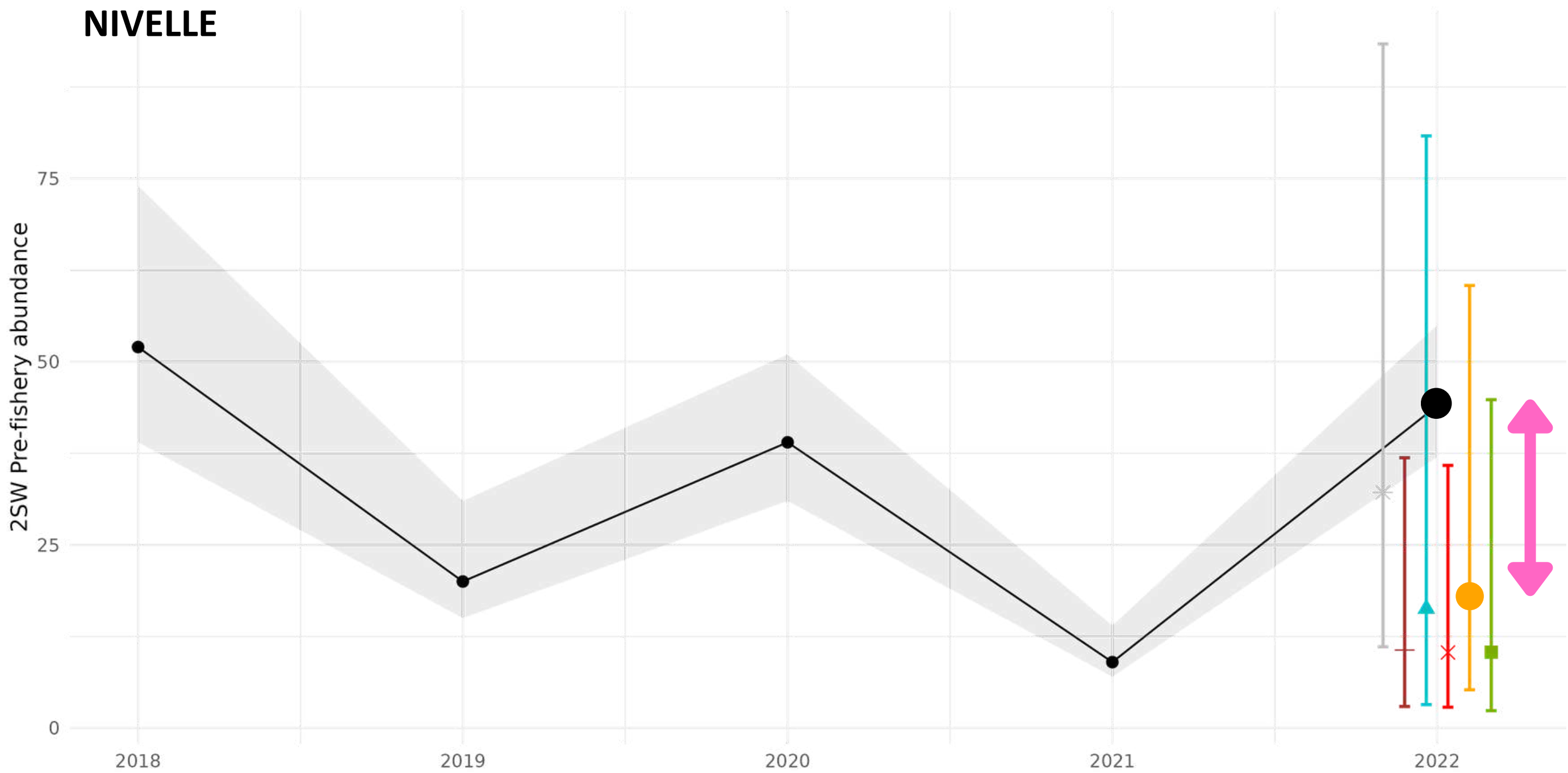
Évaluation des capacités prédictives



Évaluation des capacités prédictives



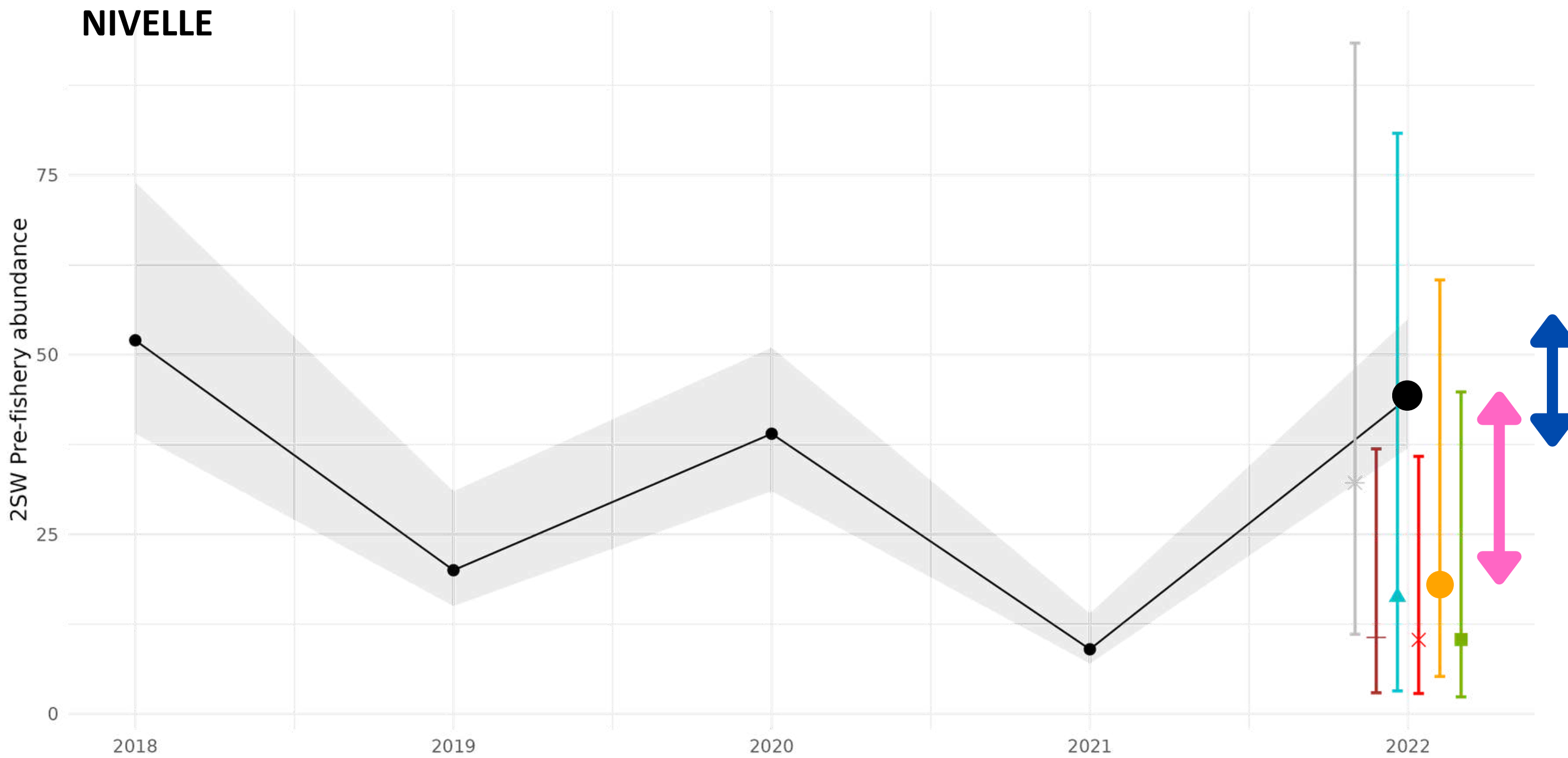
Évaluation des capacités prédictives



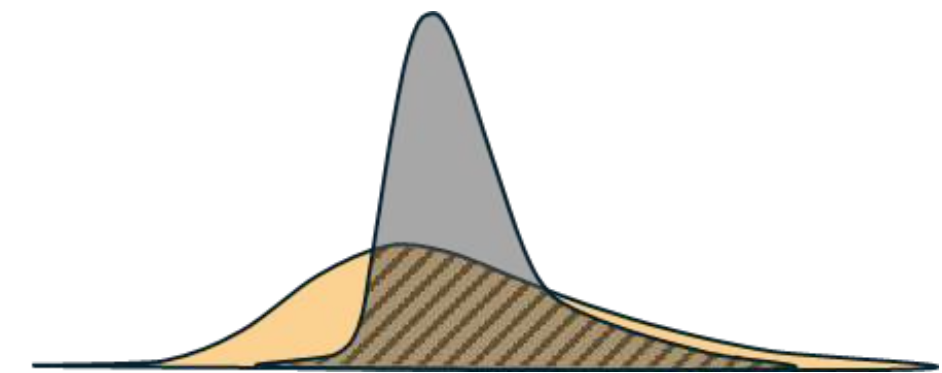
ÉCART RELATIF ABSOLU

$$\left| \frac{med_{pred} - med_{obs}}{med_{obs}} \right|$$

Évaluation des capacités prédictives



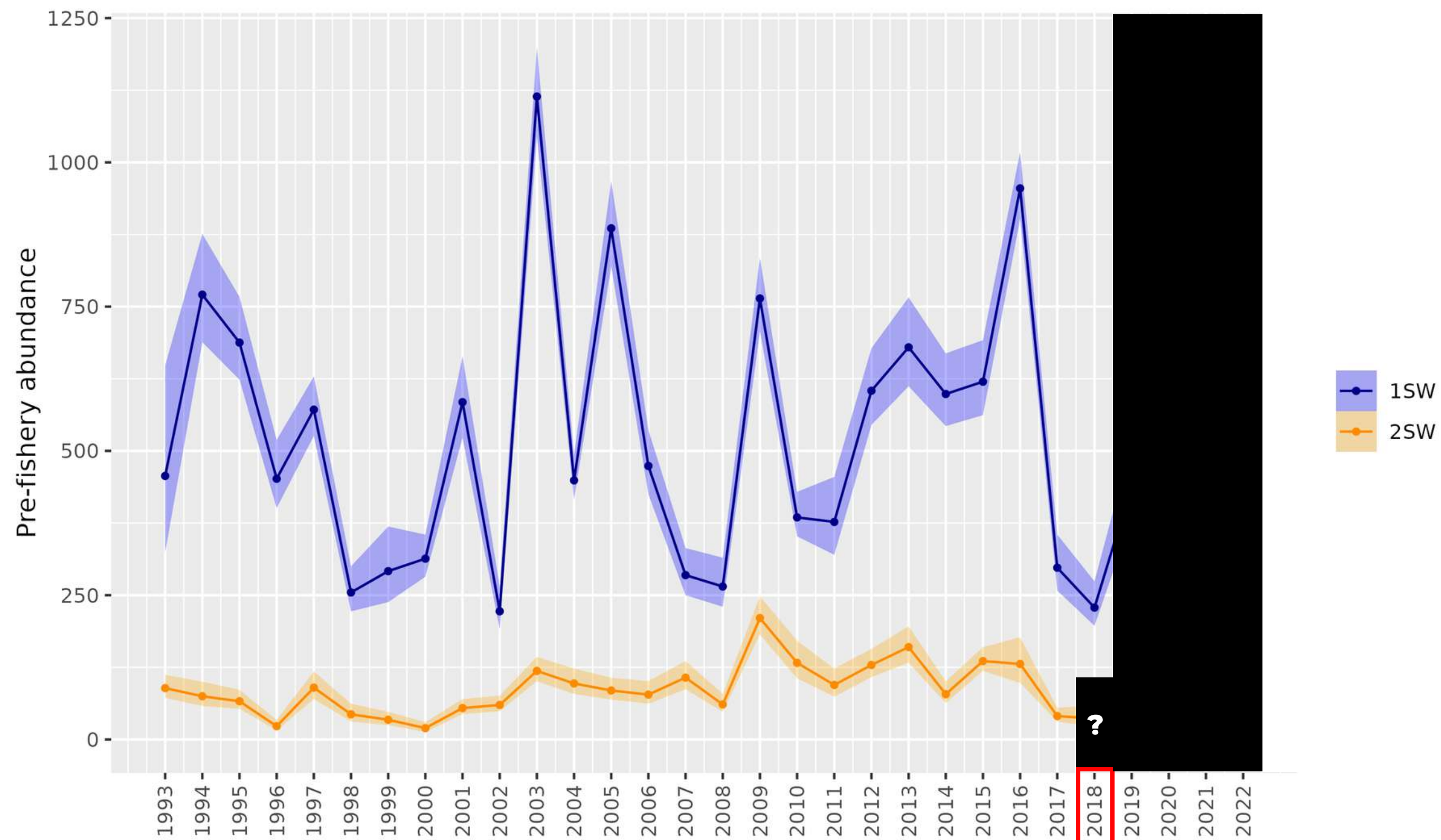
RECOUVREMENT



ÉCART RELATIF ABSOLU

$$\left| \frac{med_{pred} - med_{obs}}{med_{obs}} \right|$$

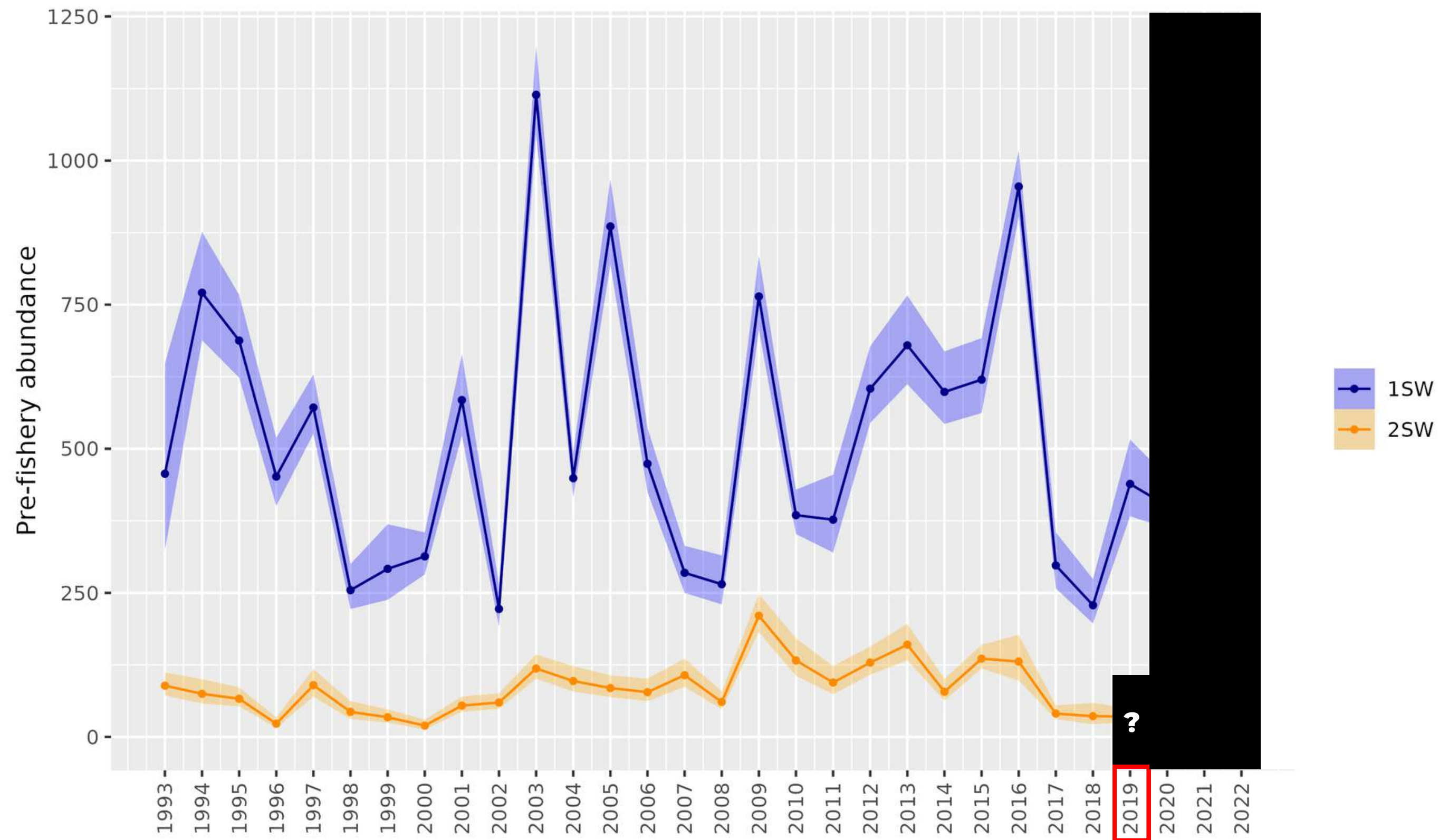
Évaluation des capacités prédictives



Série chronologique des retours de 1SW et 2SW pour le Scorff.

À partir de Buoro et al., 2019.

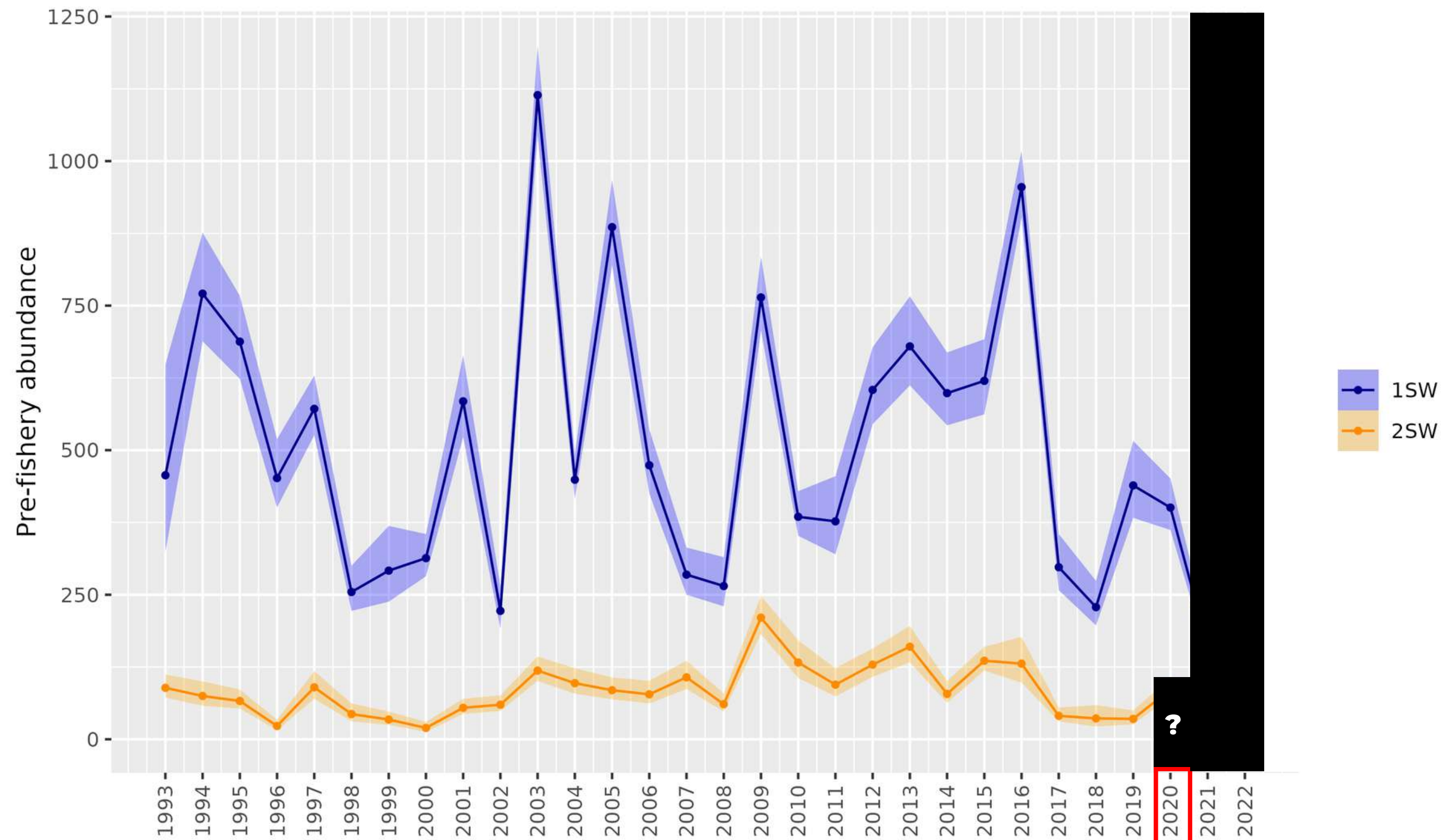
Évaluation des capacités prédictives



Série chronologique des retours de 1SW et 2SW pour le Scorff.

À partir de Buoro et al., 2019.

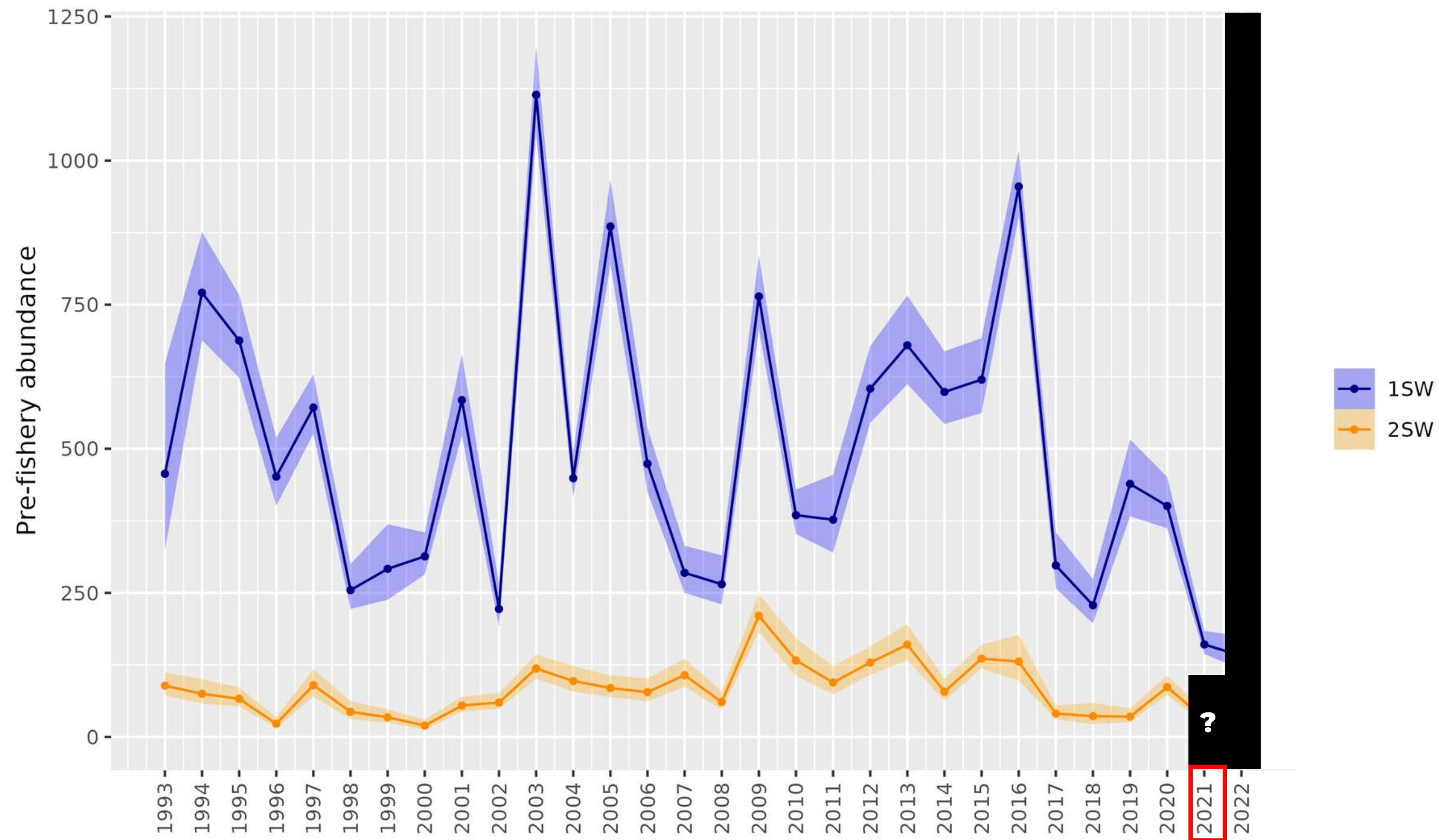
Évaluation des capacités prédictives



Série chronologique des retours de 1SW et 2SW pour le Scorff.

À partir de Buoro et al., 2019.

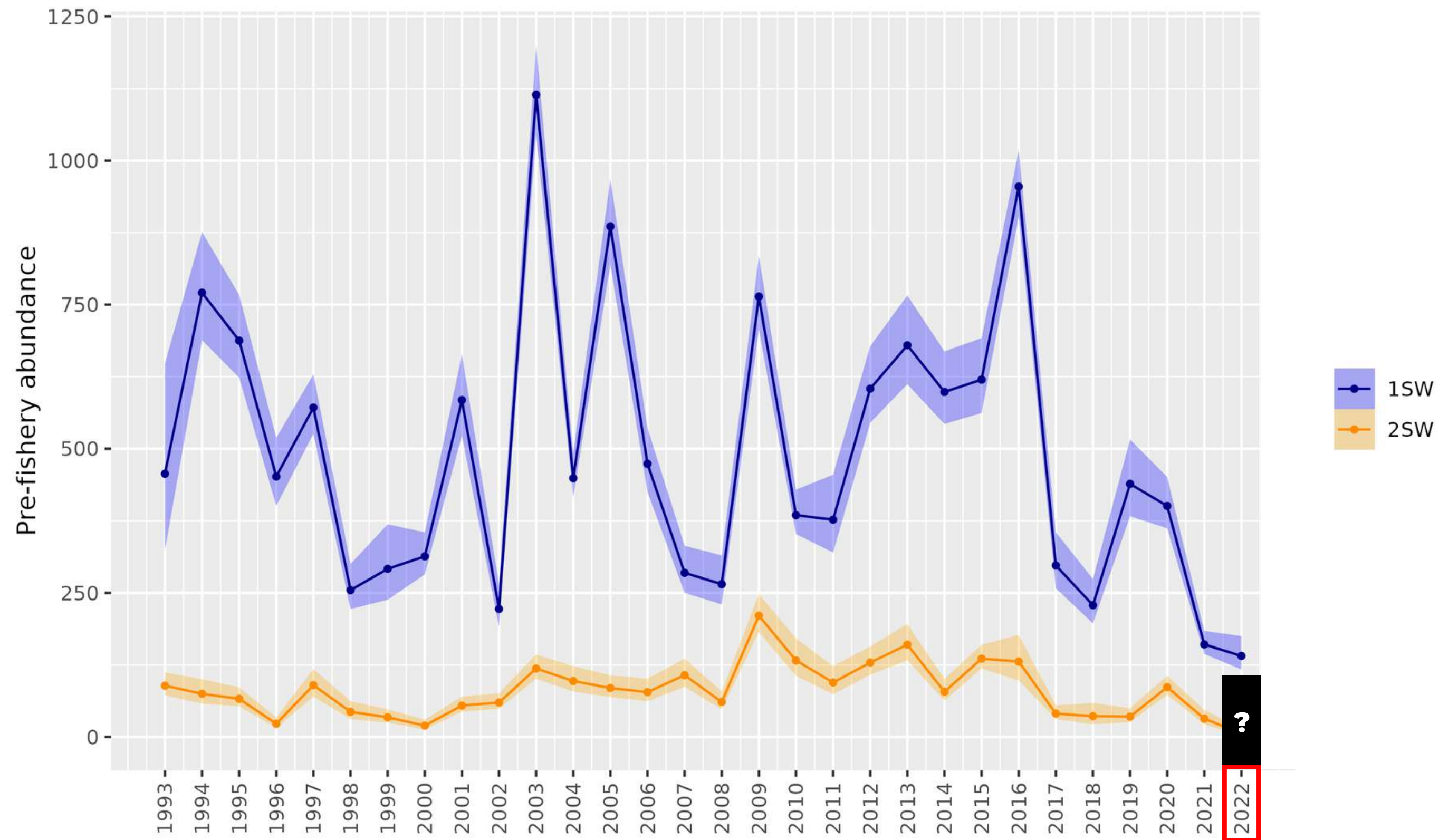
Évaluation des capacités prédictives



Série chronologique des retours de 1SW et 2SW pour le Scorff.

À partir de Buoro et al., 2019.

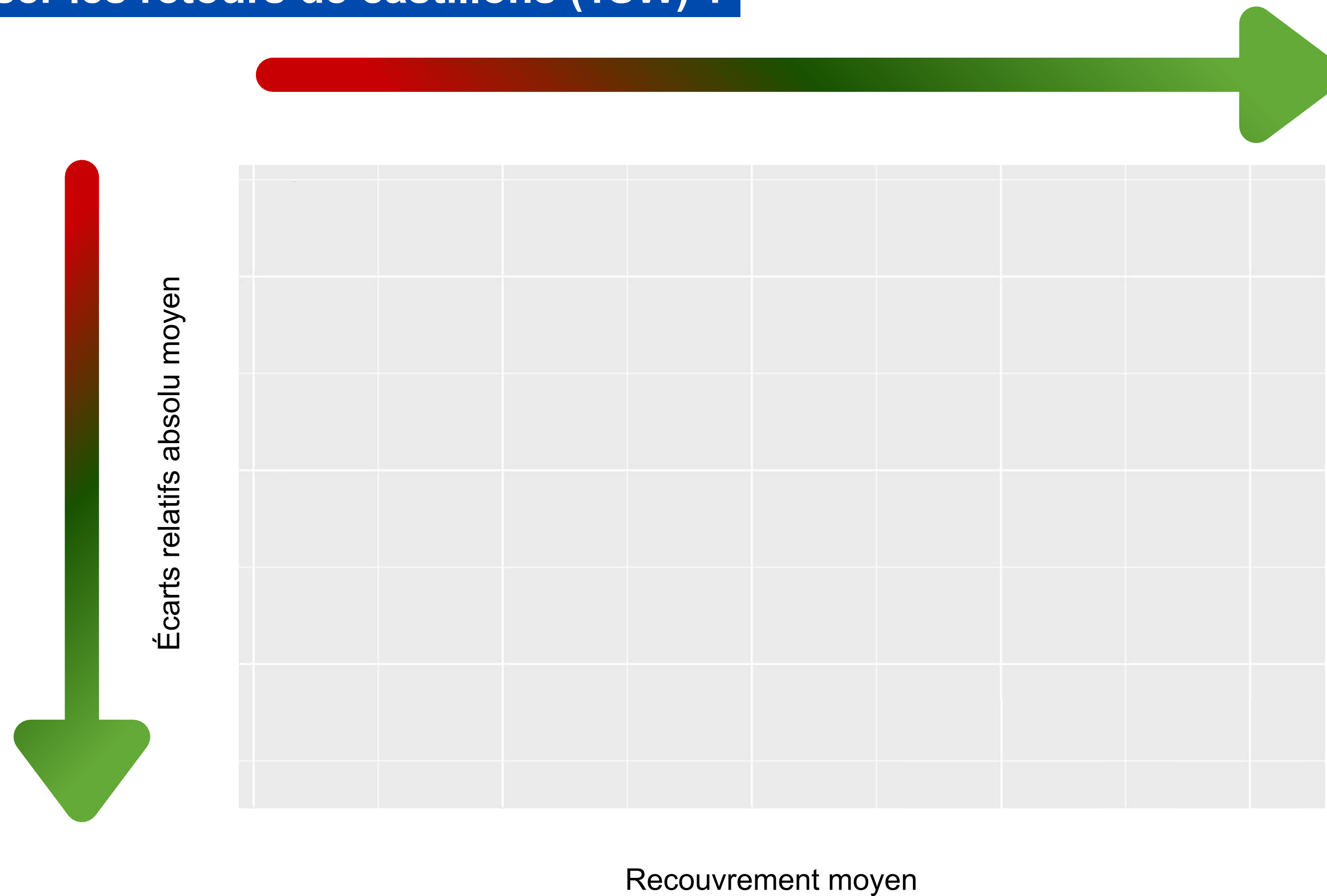
Évaluation des capacités prédictives



Série chronologique des retours de 1SW et 2SW pour le Scorff.

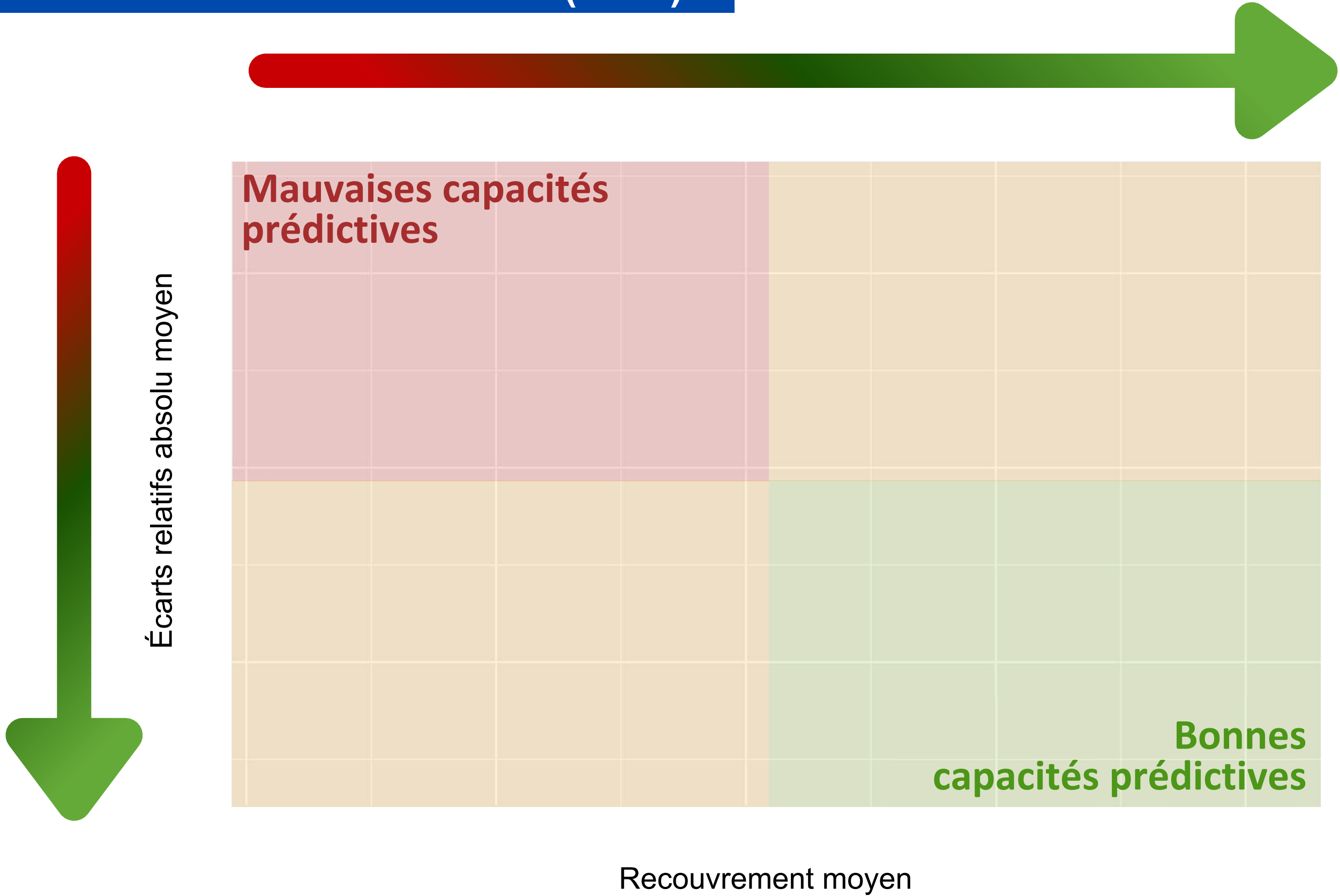
À partir de Buoro et al., 2019.

Faut-il utiliser les retours de castillons (1SW) ?



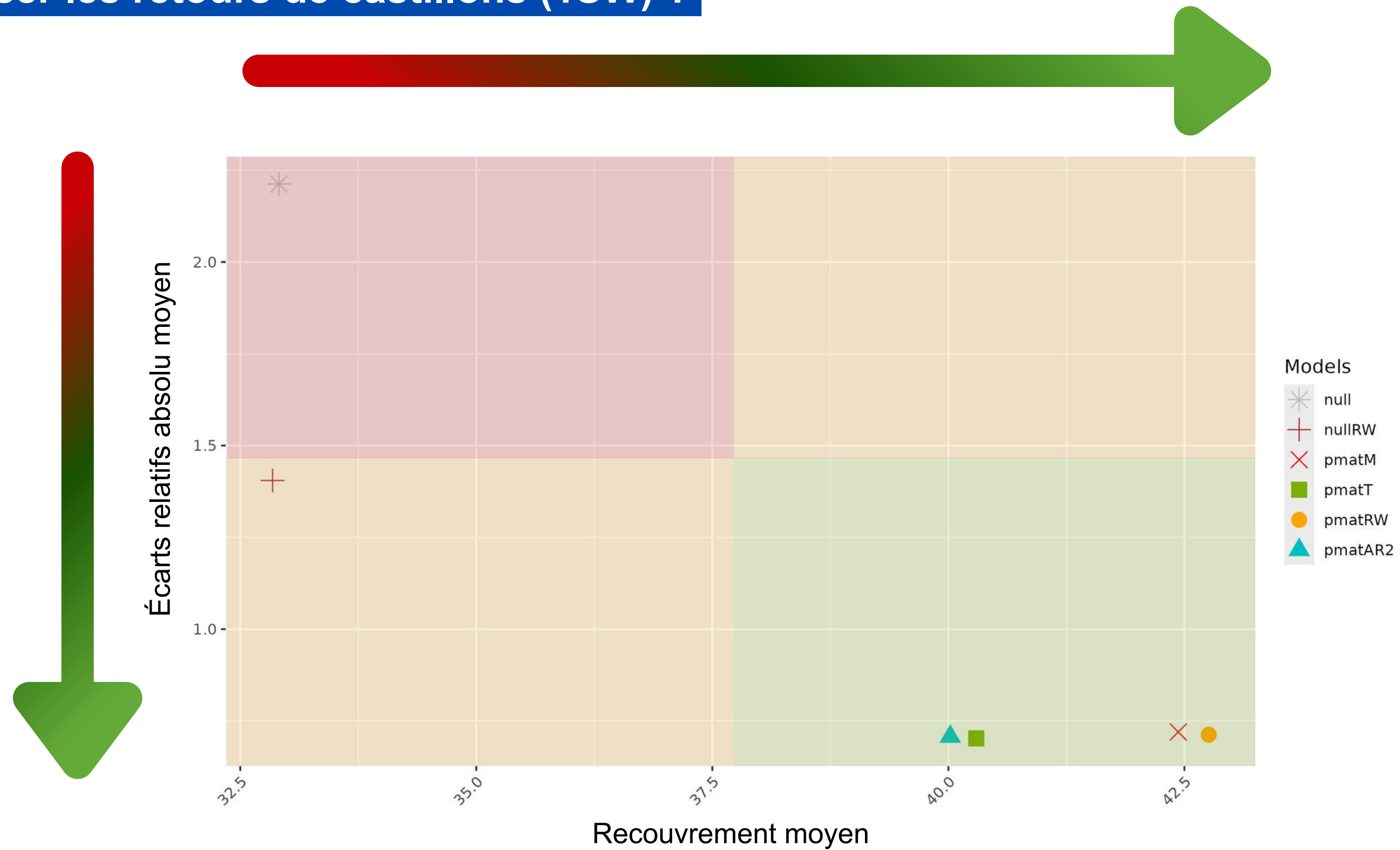
Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen des modèles.

Faut-il utiliser les retours de castillons (1SW) ?



Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen des modèles.

Faut-il utiliser les retours de castillons (1SW) ?



Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen des modèles.

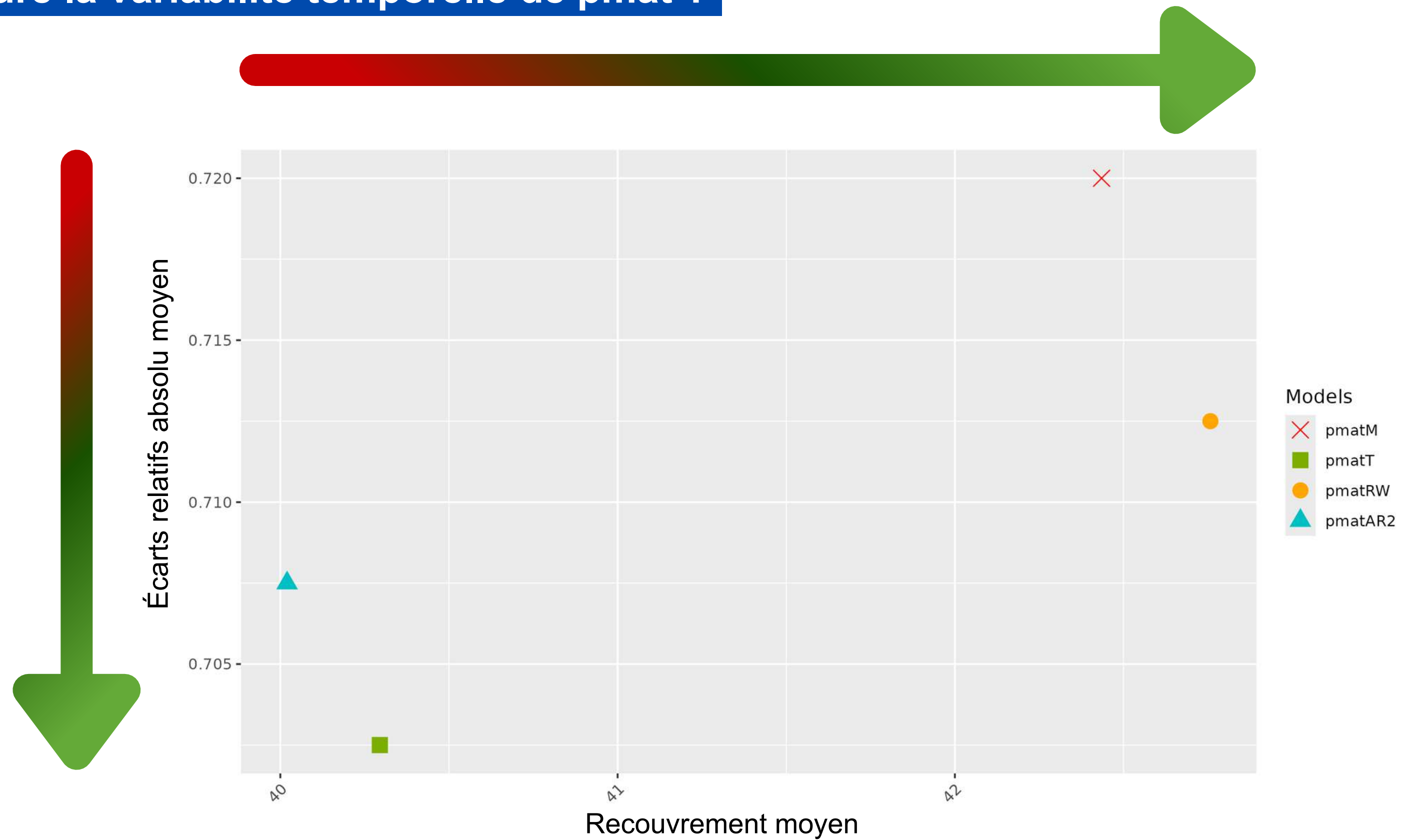
Faut-il utiliser les retours de castillons (1SW) ?

✓ OUI



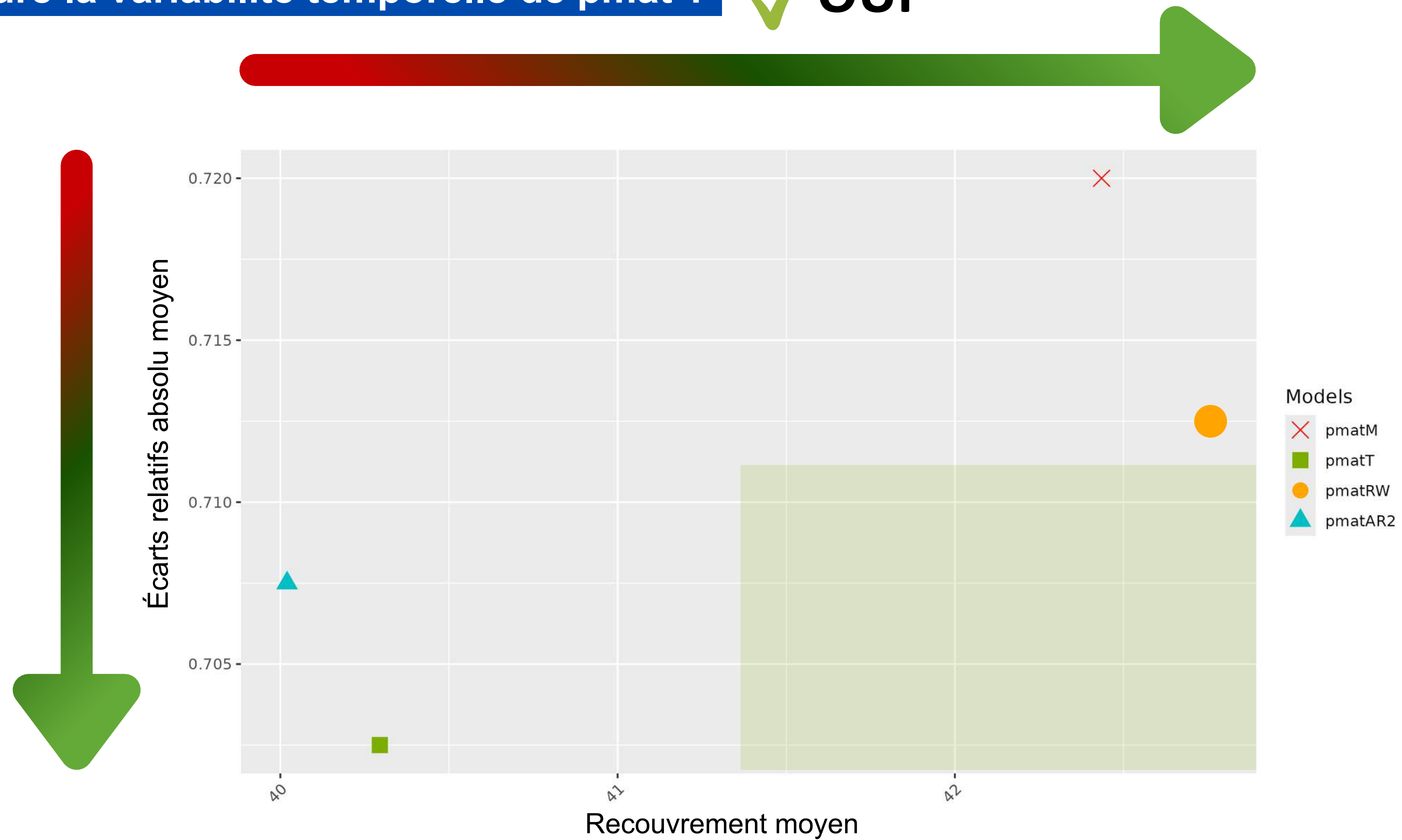
Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen des modèles.

Faut-il inclure la variabilité temporelle de pmat ?



Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen des modèles utilisant pmat.

Faut-il inclure la variabilité temporelle de pmat ? **OUI**



Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen des modèles utilisant pmat.

Peut-on utiliser pmatRW pour la gestion ?



Écarts relatifs absolu moyen en fonction du recouvrement moyen de pmatRW selon les rivières.

Peut-on utiliser pmatRW pour la gestion ?



Écart relatif absolu moyen en fonction du recouvrement moyen de pmatRW selon les rivières.

Peut-on utiliser pmatRW pour la gestion ?



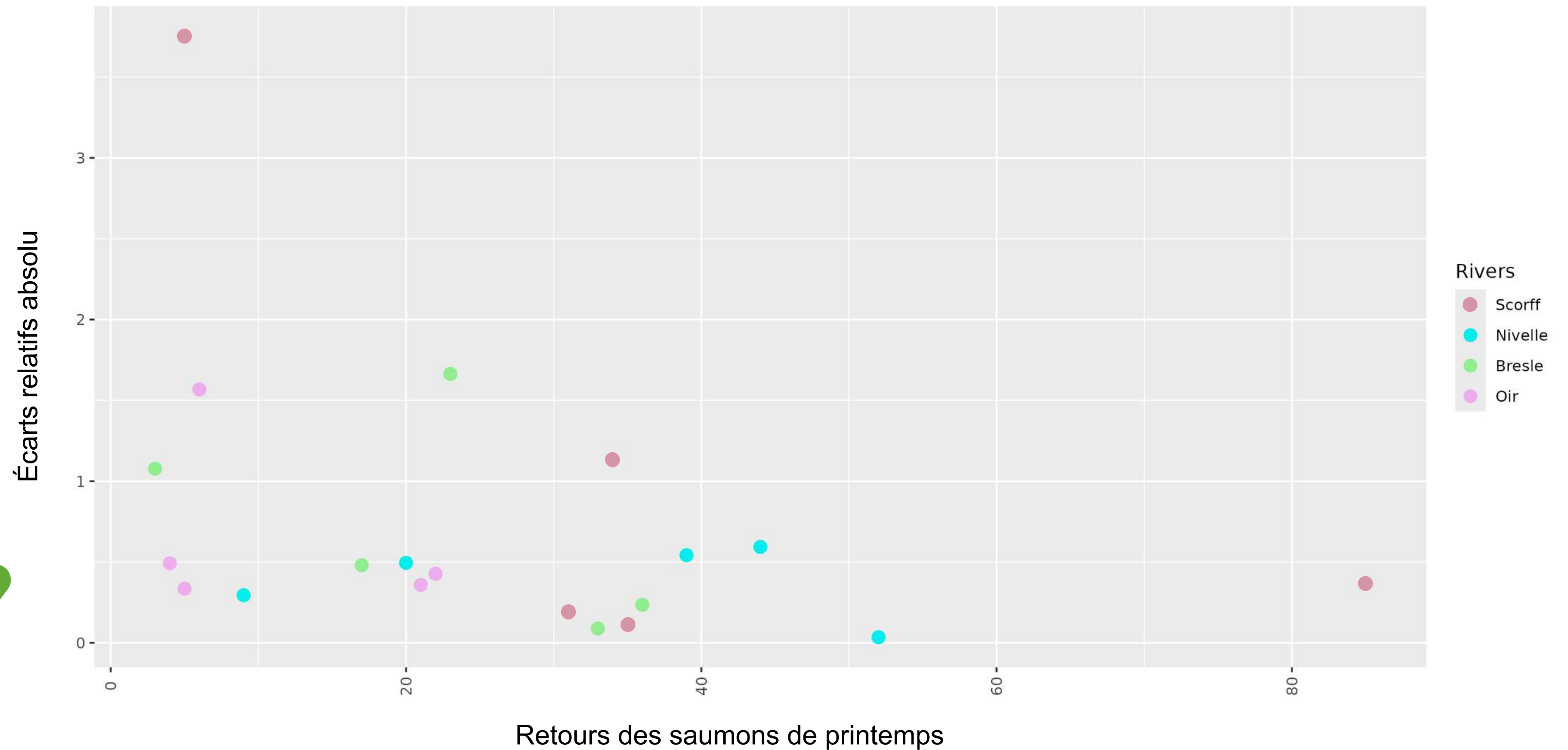
Écarts relatifs absolu moyen en fonction du recouvrement moyen de pmatRW selon les rivières.

Peut-on utiliser pmatRW pour la gestion ?



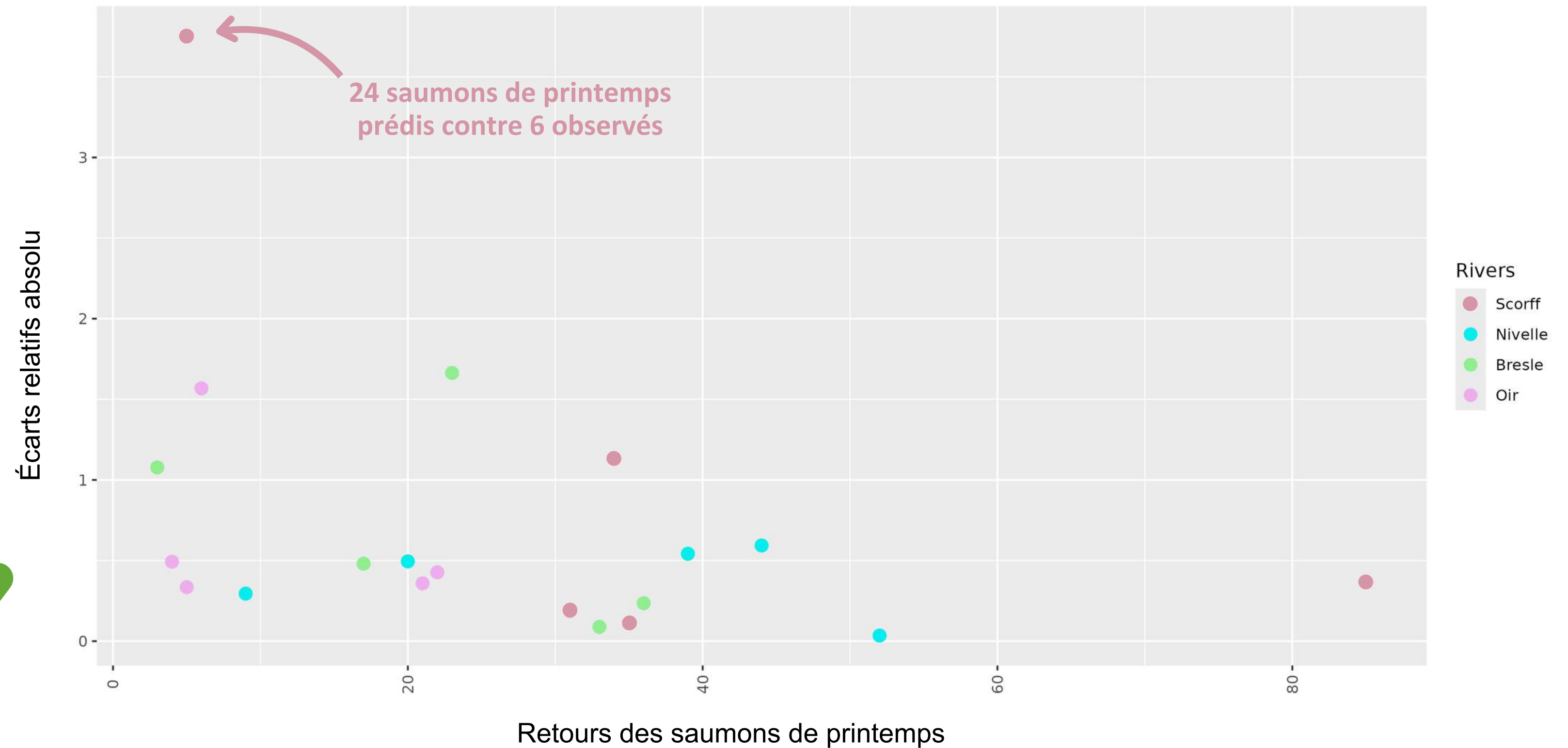
Écarts relatifs absolu moyen en fonction du recouvrement moyen de pmatRW selon les rivières.

Peut-on utiliser pmatRW pour la gestion ?



Écarts relatifs absolus moyen en fonction des retours de saumons de printemps selon les rivières pour le modèle pmatRW.

Peut-on utiliser pmatRW pour la gestion ?



Écarts relatifs absolu moyen en fonction des retours de saumons de printemps selon les rivières pour le modèle pmatRW.

En résumé

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente?
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
- Les prédictions sont-elles assez précises pour éclairer la gestion des populations de saumon atlantique ?

En résumé

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente?
 **OUI**
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
- Les prédictions sont-elles assez précises pour éclairer la gestion des populations de saumon atlantique ?

En résumé

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente?
 **OUI**
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 **OUI**
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
- Les prédictions sont-elles assez précises pour éclairer la gestion des populations de saumon atlantique ?

En résumé

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente?
 **OUI**
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 **OUI**
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?

LA MARCHE ALEATOIRE

- Les prédictions sont-elles assez précises pour éclairer la gestion des populations de saumon atlantique ?

En résumé

Peut-on prédire précisément les retours des saumons de printemps une année à l'avance ?

- Quels facteurs prendre en compte pour prédire les retours de saumons de printemps :
 - Les **retours de castillons** de l'année précédente?
 **OUI**
 - La **variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?
 **OUI**
 - Une **structure particulière de la variabilité temporelle** de la probabilité de maturation ?

LA MARCHE ALEATOIRE

- Les prédictions sont-elles assez précises pour éclairer la gestion des populations de saumon atlantique ?

PRÉDICTIONS PRÉCISES SAUF LORSQUE RETOURS DE 2SW TRÈS FAIBLES

Vers le développement d'un indicateur ?

1. Mieux intégrer les déterminants de la maturation en mer
2. Attendre un contexte démographique plus favorable
3. Changement d'échelle : de la rivière à la région



A brown trout is shown swimming upstream in a turbulent, fast-moving stream. The water is white and frothy with rapids, and the riverbed is composed of dark, wet rocks. The fish is positioned in the lower-left quadrant of the frame, angled towards the upper-right.

Merci pour
votre
attention !

- Buoro Mathieu, Servanty Sabrina, Beaulaton Laurent, & Prévost Etienne. (2019, July 9). Estimation and standardisation of Atlantic salmon abundance time series on DiaPFC ORE rivers (Version v1.0). <http://doi.org/10.5281/zenodo.3275148>
- Clément Lebot, Etienne Rivot, Laurent Beaulaton, Mathieu Buoro, Marie Nevoux, et al. 2025. PastSatAb - Reconstruction of historical time series of salmon abundance and exploitation rates in France. Pôle OFB-INRAE-Institut Agro-UPPA pour la gestion des migrateurs amphihalins dans leur environnement. , 86 p. [hal-05128036](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-05128036)
- Lennox, R. J., Alexandre, C. M., Almeida, P. R., Bailey, K. M., Barlaup, B. T., Bøe, K., ... & Vollset, K. W. (2021). The quest for successful Atlantic salmon restoration: perspectives, priorities, and maxims. *ICES Journal of Marine Science*, 78(10), 3479–3497. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab201>
- Bagliniere J.L., Beall E., Jeannot N., Jouanin C., Legentil J., Porcher J.P., Marchand F., Perrier C., Prevost E., Richard A., Rivot E., Roussel J.M., and Tremblay J., 2008. Caractéristiques biologiques et écologiques des populations de Saumon atlantique (*Salmo salar*) en France. Les Rencontres Migrateurs LOGRAMI. UMR INRA, Agrocampus Rennes Ecologie et Santé des Ecosystèmes, Orléans.
- NIMBLE Development Team. 2026. NIMBLE: MCMC, Particle Filtering, and Programmable Hierarchical Modeling. doi: 10.5281/zenodo.1211190. R package version 1.4.2, <https://cran.r-project.org/package=nimble>
- R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>