



**HAL**  
open science

# **Que peut-on attendre d'une approche multi-modèle semi-distribuée pour la prévision des crues ? Évaluation sur le bassin du Rhône**

Cyril Thébault, Charles Perrin, Vazken Andréassian, Guillaume Thirel, Sébastien Legrand

## ► To cite this version:

Cyril Thébault, Charles Perrin, Vazken Andréassian, Guillaume Thirel, Sébastien Legrand. Que peut-on attendre d'une approche multi-modèle semi-distribuée pour la prévision des crues ? Évaluation sur le bassin du Rhône. Prévision des crues et des inondations – Avancées, valorisation et perspectives, Nov 2023, Toulouse, France. <hal-04320418>

**HAL Id: hal-04320418**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04320418v1>**

Submitted on 4 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Cyril Thébault <sup>a\*</sup>, Charles Perrin <sup>a</sup>, Vazken Andréassian <sup>a</sup>, Guillaume Thirel <sup>a</sup>, Sébastien Legrand <sup>b</sup>

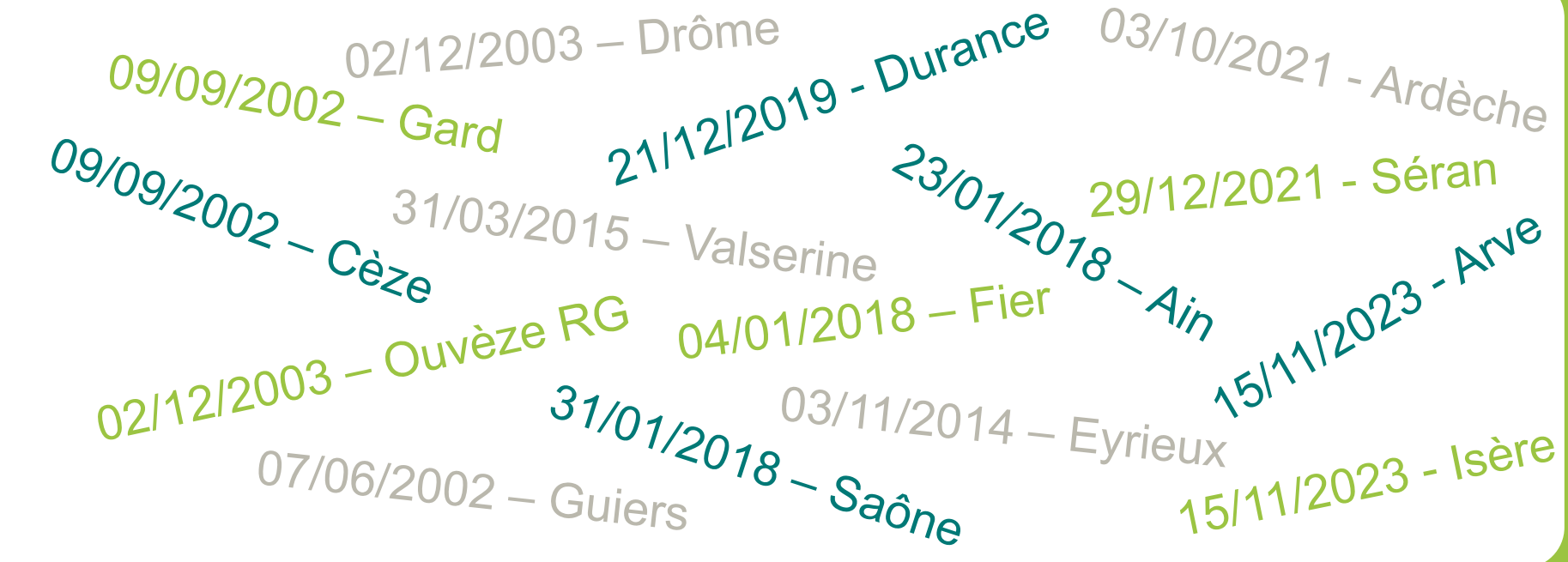
<sup>a</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, UR HYCAR, Antony, France ; <sup>b</sup> Compagnie nationale du Rhône, Lyon, France

\* Correspondance : [cyril.thebault@inrae.fr](mailto:cyril.thebault@inrae.fr)

## Introduction

- Pourquoi améliorer la prévision des crues ?  
Difficultés à anticiper ce phénomène ayant des impacts socioéconomiques majeurs
- Comment améliorer la prévision des crues ?  
Amélioration des modélisations hydrologiques  
Mieux quantifier les incertitudes liées à la prévision

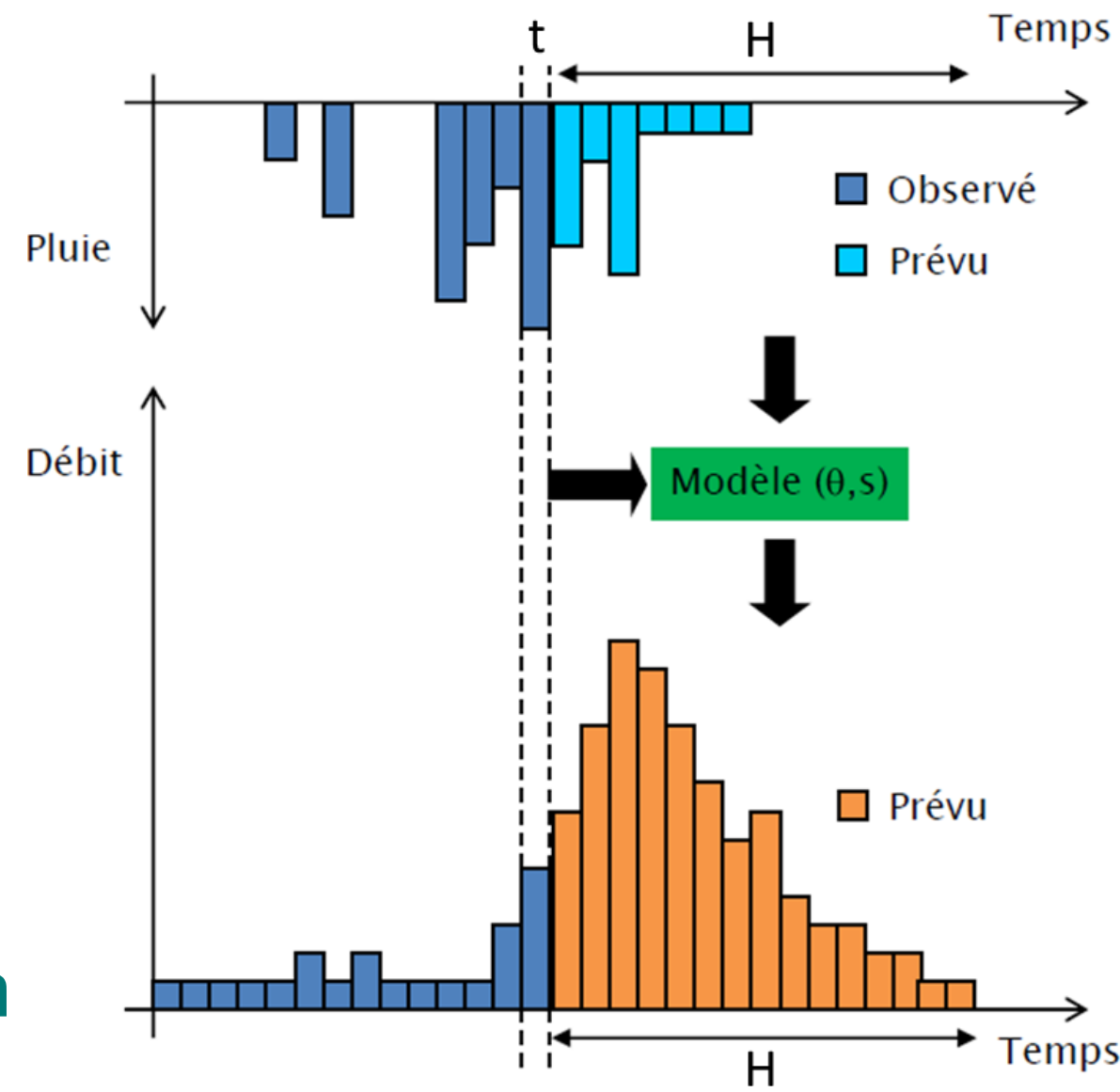
➔ **Test d'une approche de modélisation multi-modèle semi-distribuée pour la prévision des débits**



## Prévision hydrologique

Traduction des observations et des prévisions météorologiques en estimations des débits futurs des rivières

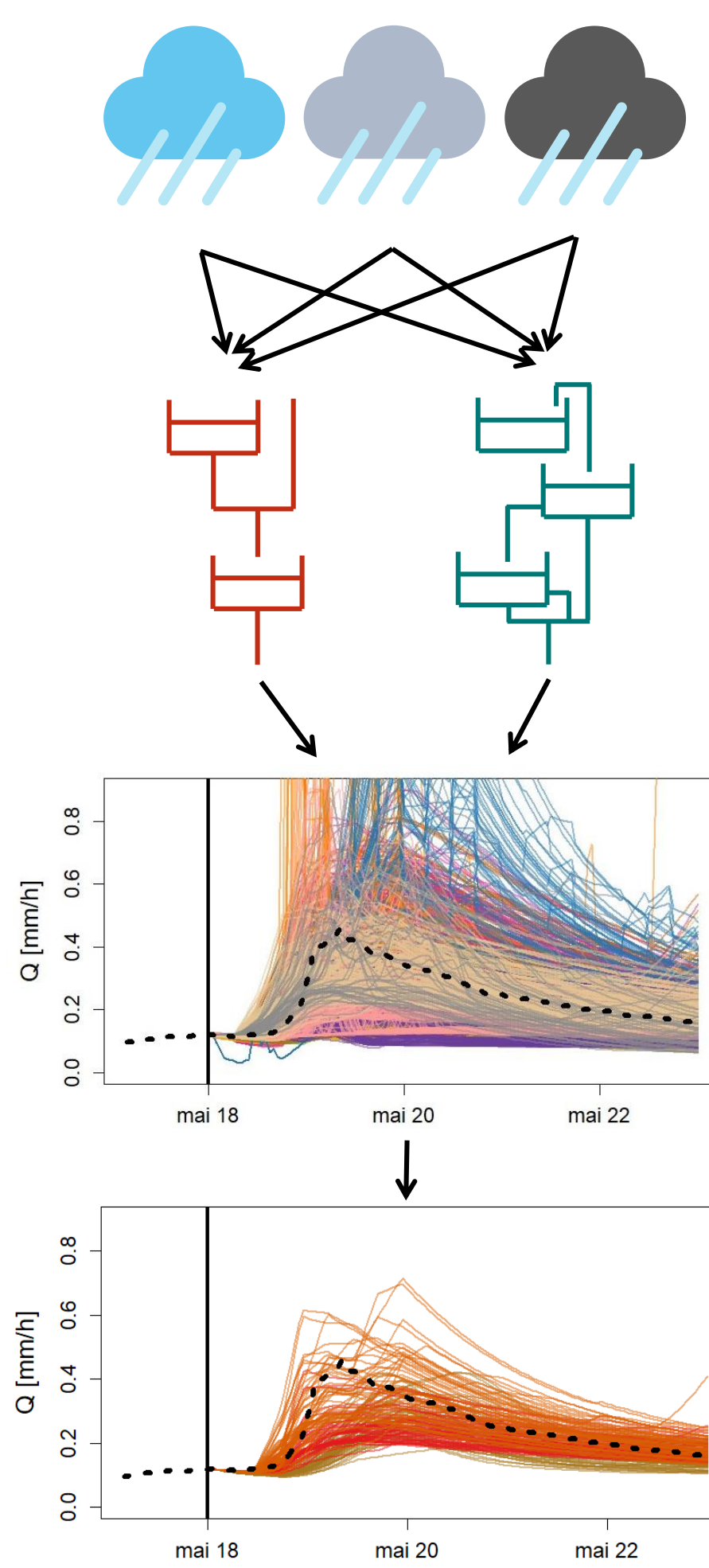
- Horizon de prévision (H)  
1 à 150 heures
- Instant de prévision (t)  
1 fois par jour (à minuit) de 2009 à 2018
- Mise à jour des sorties  
Correction par report de l'erreur à l'instant de prévision



## Multi-modèle

Utilisation ou combinaison de plusieurs modèles météorologiques et/ou hydrologiques

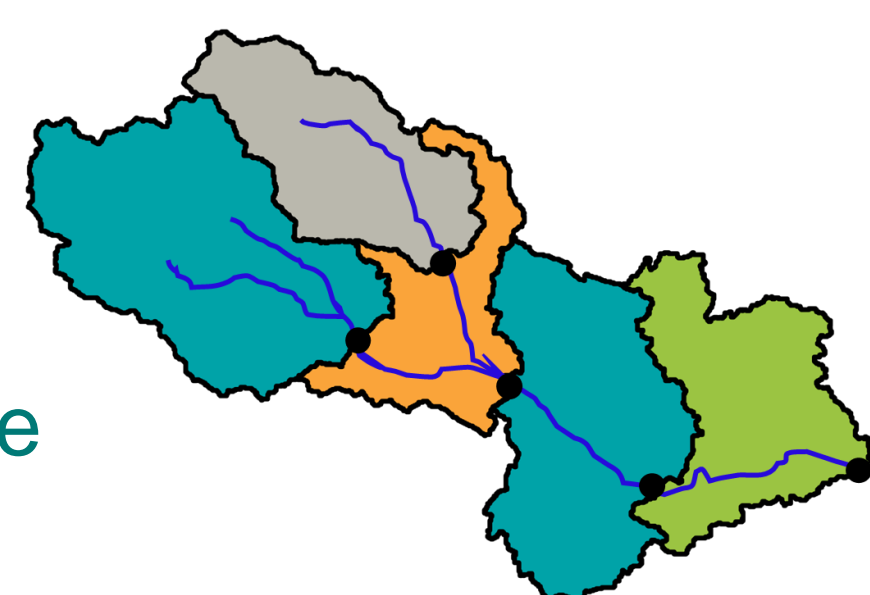
- Multi-modèle météorologique  
Système de prévision d'ensemble<sup>1</sup> (50 membres météorologiques) débiaisé (EMOS-ECC)<sup>2</sup> **ECMWF**
- Multi-modèle hydrologique  
40 modèles hydrologiques<sup>3</sup> (**airGR**) (issus de 14 structures différentes)
- Super-ensemble  
Combinaison entre le multi-modèle météorologique et hydrologique (2000 scénarios de débits)
- Réduction des scénarios de débits  
En fonction des complémentarités en simulation (150 scénarios de débits)



## Semi-distribution

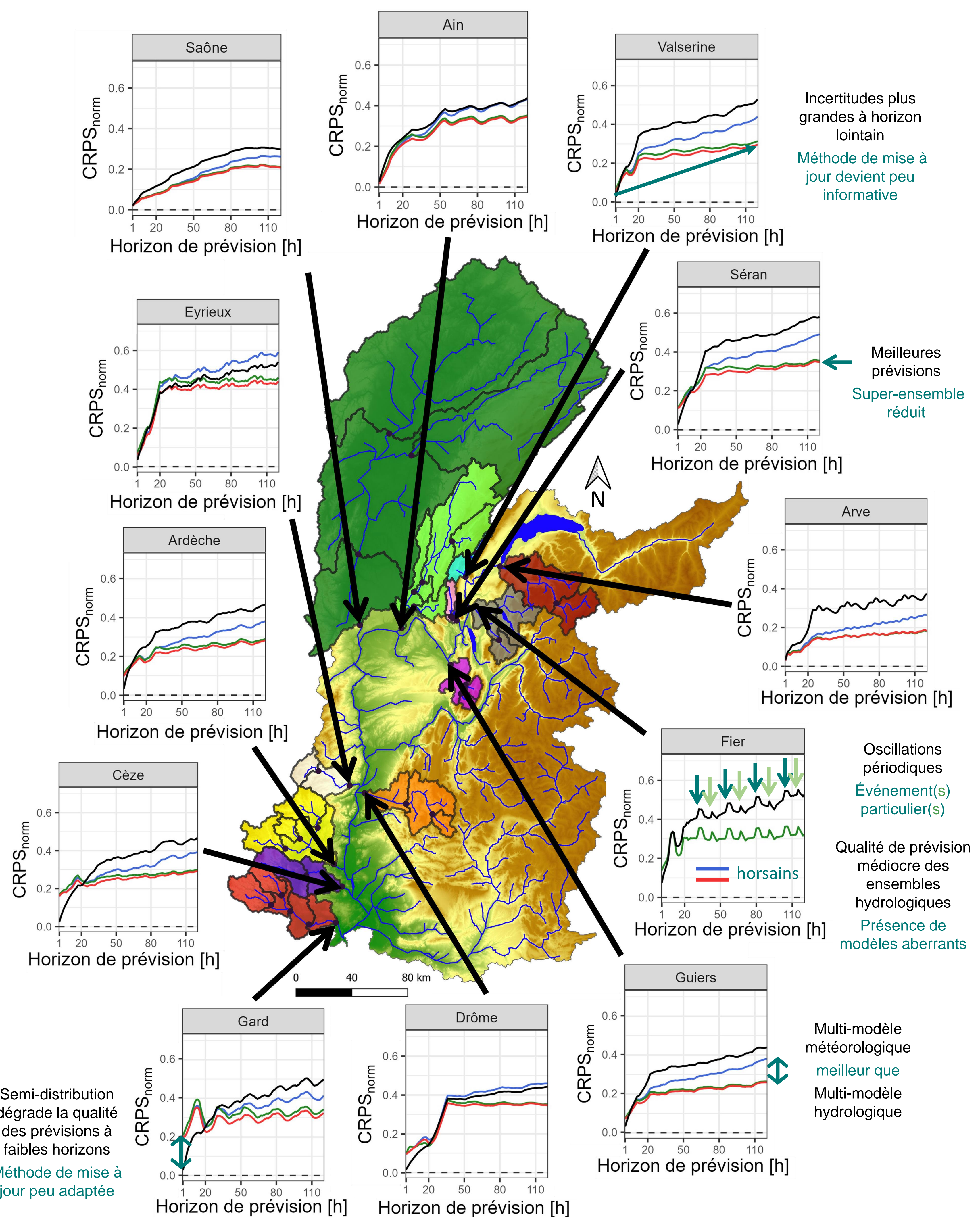
Discretisation spatiale d'un bassin en plusieurs sous-bassins.

- Approche multi-modèle appliquée à chaque sous-bassin
- Chaque sous-bassin a ses propres forçages climatiques et son propre modèle (structure et paramètres)



## Résultats sur le bassin du Rhône

- Évaluation à horizon fixe avec le score probabiliste CRPS normalisé par le débit moyen  
Un score de 0 correspond à une prévision « parfaite » **evalhyd**<sup>5</sup>
- Comparaison de différentes approches multi-modèles dans un cadre semi-distribué  
L'approche globale (le bassin est considéré comme une unique entité) déterministe (une prévision unique et un seul modèle) servira de référence



## Conclusion

Apports 😊

- Propagation de l'incertitude avec le super-ensemble  
Tant météorologique qu'hydrologique
- Amélioration de la qualité prédictive  
Notamment pour les horizons les plus lointains

Limites 😞

- Interactions entre les mises à jour des différents sous-bassins  
Sur-corrrections à l'aval
- Problèmes d'équifinalité  
Notamment sur les (multi-) modèles hydrologiques

## Bibliographie

- 1 Molteni, F., Buizza, R., Palmer, T. N., & Petrolia, G. (1996). The ECMWF Ensemble Prediction System: Methodology and validation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 122(529), 73-119. <https://doi.org/10.1002/qj.49712252905>
- 2 Bellier, J. (2018). *Prévisions hydrologiques probabilistes dans un cadre multivarié : Quels outils pour assurer fiabilité et cohérence spatio-temporelle?* Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes (ComUE). <http://www.theses.fr/2018GREAU029>
- 3 Coron, L., Perrin, C., Delaigue, O., & Thirel, G. (2022). *airGRplus: Additional Hydrological Models to the « airGR » Package*. R package version 0.9.14.7.9001.
- 4 Epstein, E. S. (1969). A Scoring System for Probability Forecasts of Ranked Categories. *Journal of Applied Meteorology* (1962-1982), 8(6), 985-987. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1969\)008<0985:assfp>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1969)008<0985:assfp>2.0.co;2)
- 5 Hallouin, T., Bourgin, F., Perrin, C., Ramos, M.-H., & Andréassian, V. (2023). evalhyd v0.1.1: A polyglot tool for the evaluation of deterministic and probabilistic streamflow predictions. *EGU sphere*, 1-23. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-1424>

## Remerciements

Financement : **CNR INRAE** Données : **METEO FRANCE** **HydrPortail** **EDF**