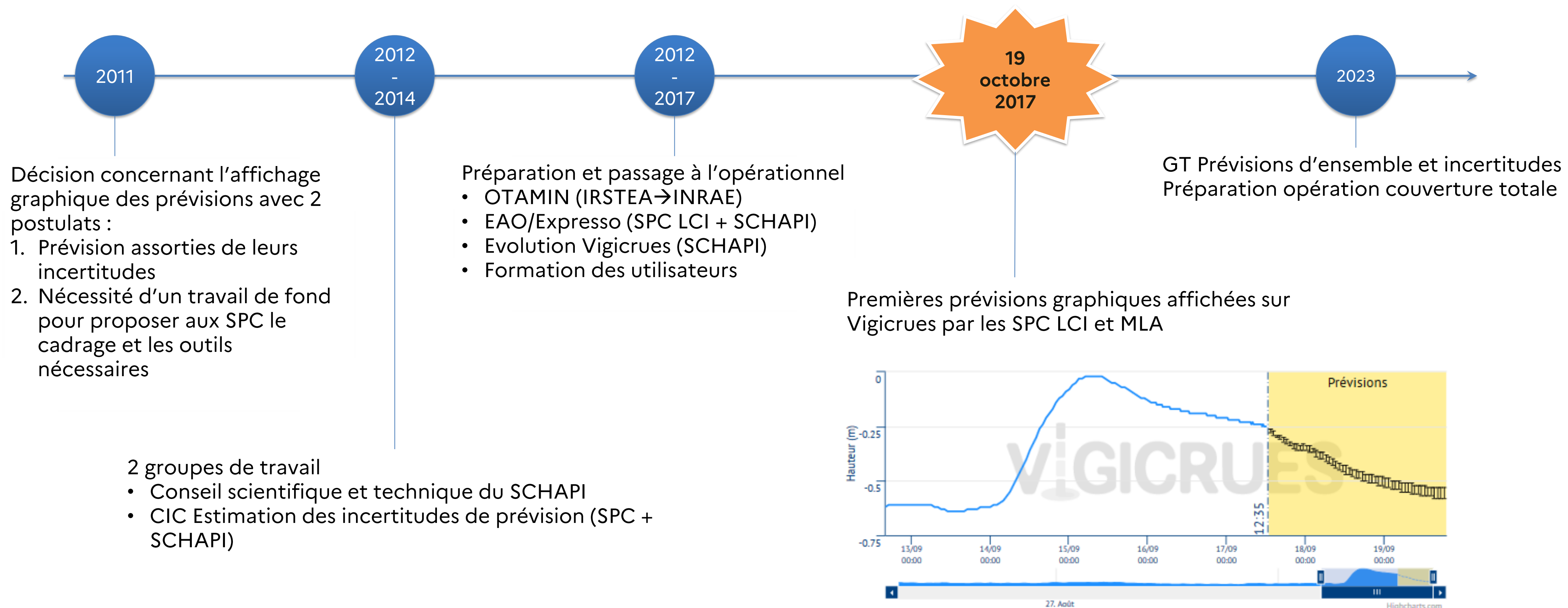


# VERS LA GENERALISATION DE PREVISION HYDROLOGIQUE PROBABILISTE AU SEIN DU RESEAU VIGICRUES : ESTIMATION, EVALUATION ET COMMUNICATION

BELLEUDY Anne, MARTY Renaud,  
LE PAPE Etienne, NARBAIS-JAUREGUY Didier, ZUBER Félicien


**30 novembre 2023**

# Contexte et historique




# Plan de la présentation

- Situation actuelle : estimation de l'incertitude et production de prévisions probabilistes au sein du réseau Vigicrues



# Région : Sud-Ouest

Bulletin émis le 9 juin 2023 à 13:15 lg.



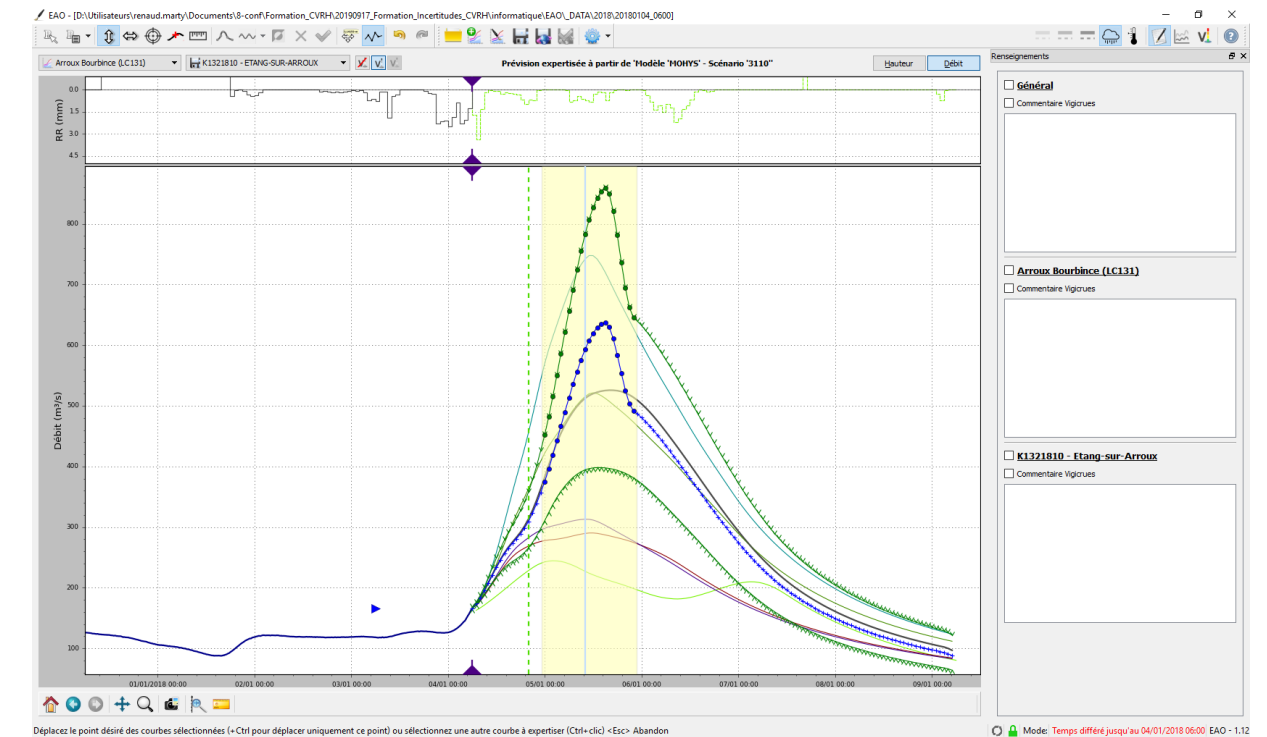
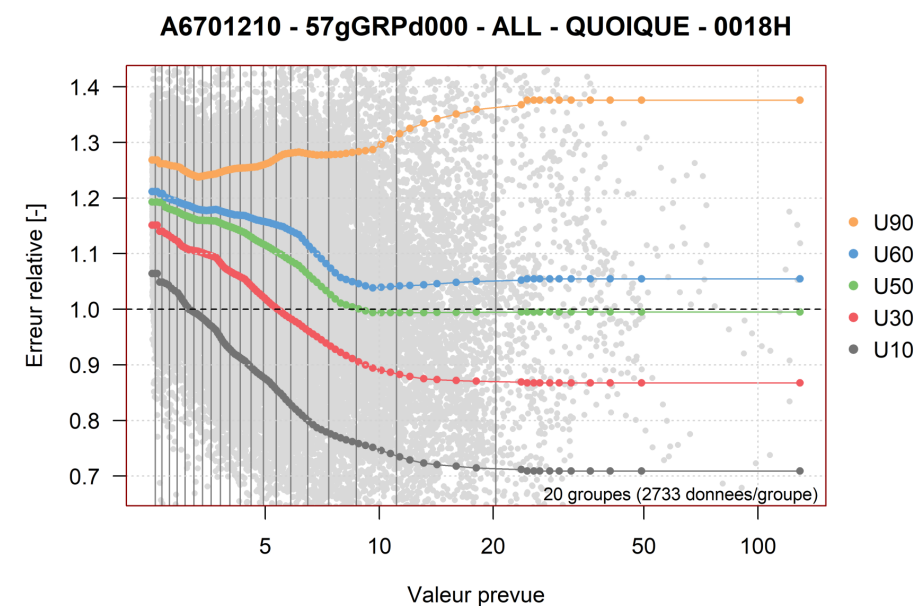
Origine : METEO-FRANCE CMIRSO / Bordeaux

1) Hauteurs de précipitations en mm

Données horaires Antilope présentes du 08/06 02h au 09/06 02h : 24/24

Données horaires Antilope présentes du 09/06 02h au 09/06 13h : 10/10

N°	Zones AP	AP	Observées		Prévises		Prévises		Prévises		Prévises	
			du 08/06 02h au 09/06 02h	du 09/06 13h au 09/06 02h	du 09/06 02h au 09/06 13h	du 10/06 02h au 11/06 02h	du 11/06 02h au 12/06 02h	Moyenne	Max	Moy	Max	Moyenne
SPC VIENNE-CHARENTE-ATLANTIQUE												
51207	Vienne amont		2	0	7/15	7/15	40	3/10				1/5
51211	Vienne mediane		5	0	7/15	7/15	40	3/10				1/5
51210	Clain		4	0	7/15	7/15	60	3/10				1/3
51209	Creuse amont		1	0	10/20	10/20	40	3/10				3/10



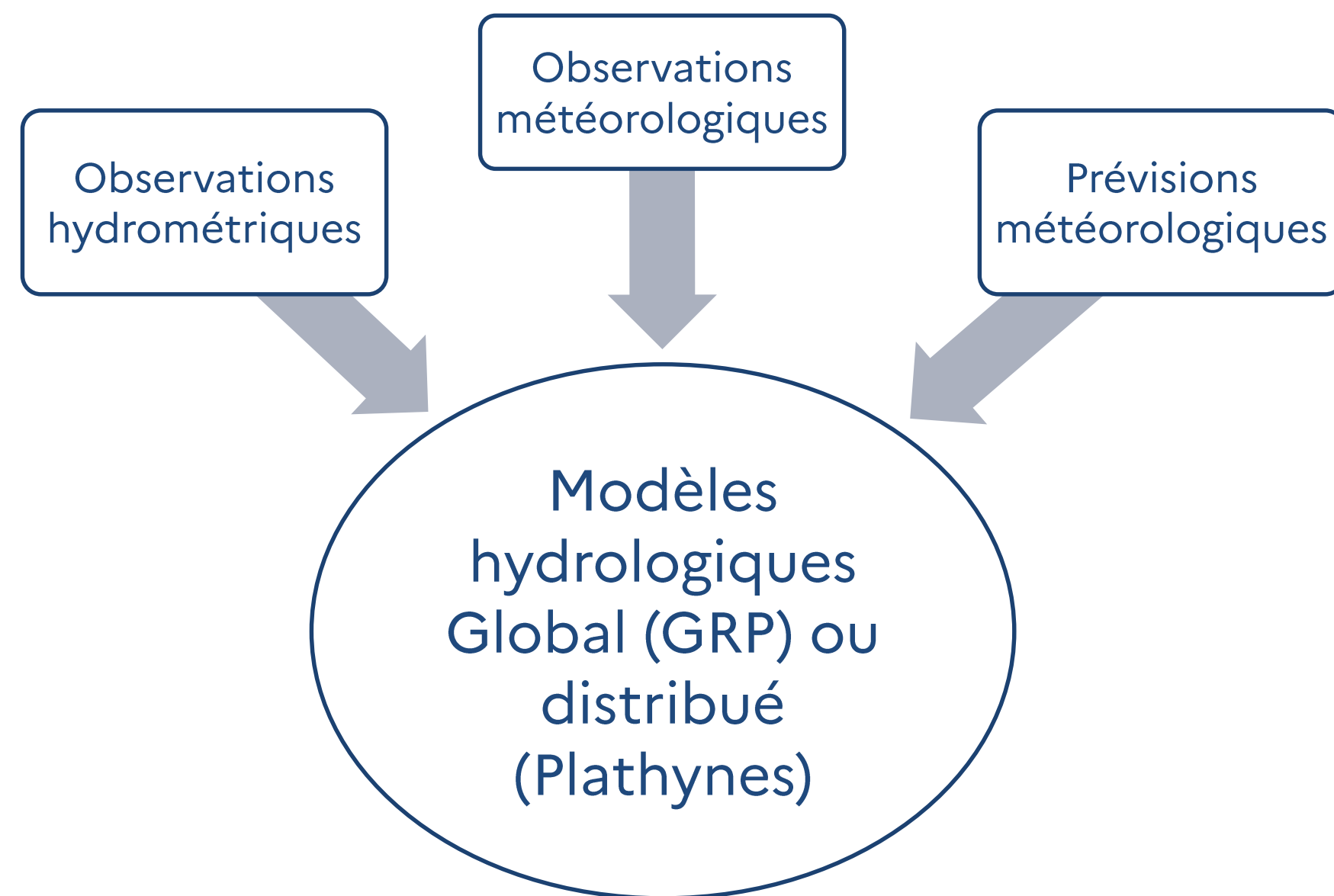
- Perspectives d'évolution pour une généralisation des prévisions hydrologiques probabilistes

# Situation actuelle : estimation de l'incertitude et production de prévisions probabilistes au sein du réseau Vigicrues

- Recommandations chantier 2012-2014
  - Dissociation production de prévisions probabilistes et usage par les gestionnaires de crise
  - 3 tendances 10% - 50% - 90%
  - intégration de l'information probabiliste dans les outils des gestionnaires de crise;
  - construction d'outils d'estimation des incertitudes, production de prévision, même hors périodes de crues et évaluation systématique
- Principales sources d'incertitude
  - Forçages météorologiques
  - Modélisation
- Caractérisées indépendamment l'une de l'autre et prises en compte par le prévisionniste pour l'élaboration de prévisions expertisées

**Définir une estimation juste de l'incertitude totale propre à la prévision diffusée sur le site Vigicrues.**

# Forçages météorologiques



## Bulletins précipitation (BP)

- Pas de temps quotidien
- J, J+1 et J+2
- Prévisions de pluies moyennes sur des zones prédéfinies
- Intervalle minimum/maximum + minimum/maximum locaux
- Pas une estimation fiable de l'incertitude

## Alpha

- Prévisions spatialisées
- Remplacent Symposium depuis mi-novembre 2023
- Elaborées à partir de modèles de prévision déterministes et ensemblistes.
- Intégration pas de temps 3h

## Modèles météorologiques déterministes

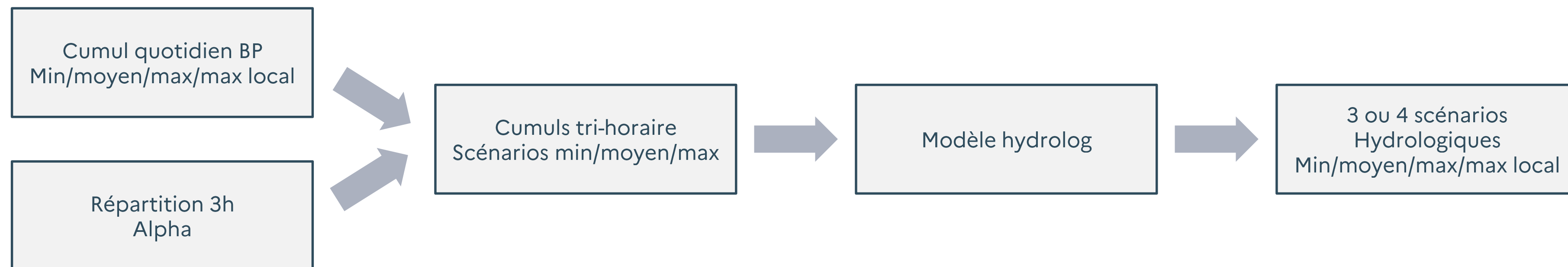
- AROME/ARPEGE → pas de temps horaire
- PIAF/AROME PI → pas de temps 15 minutes

## Analogues

- SPC Loire Allier Cher Indre et Alpes du Nord → voir présentation Renaud Marty



# Forçages météo : en pratique



- Largeur des intervalles BP prédéfinie et dépend de la valeur prévue → pas une quantification statistiquement fiable de l'incertitude
- Même chronologie

# Région : Sud-Ouest

Bulletin émis le 9 juin 2023 à 13:15 lég.

Origine : METEO-FRANCE CMIRSO / Bordeaux

## 1) Hauteurs de précipitations en mm

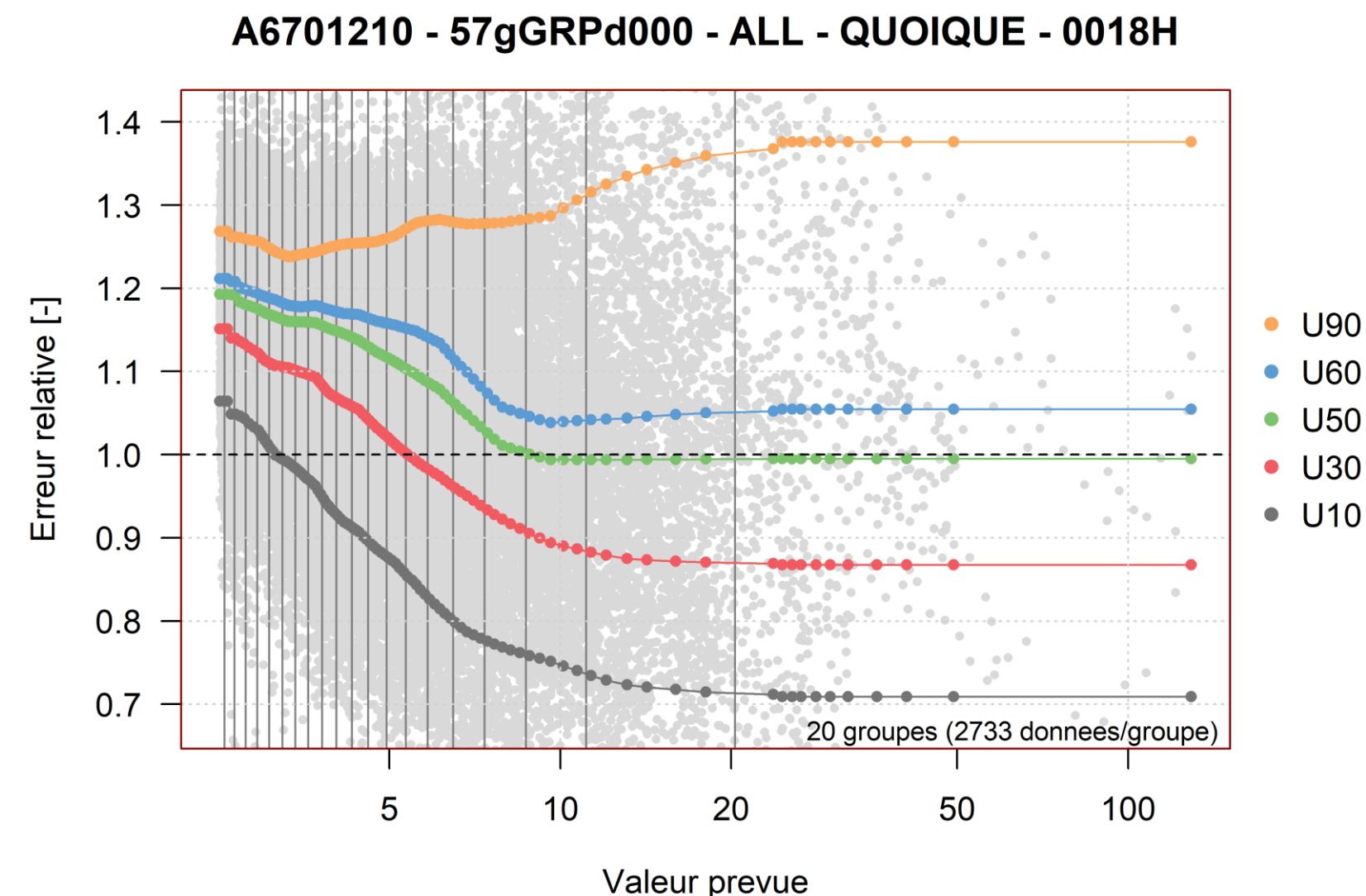
Données horaires Antilope présentes du 08/06 02h au 09/06 02h : 24/24

Données horaires Antilope présentes du 09/06 02h au 09/06 13h : 10/10

N°	Zones AP	AP	Observées	Observées	Prévues	Prévues		Prévues		Prévues
			du 08/06 02h au 09/06 02h	du 09/06 02h au 09/06 13h	du 09/06 13h au 10/06 02h	du 09/06 02h au 10/06 02h		du 10/06 02h au 11/06 02h		du 11/06 02h au 12/06 02h
			Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moy.	Max.	Moy.	Max.	Moyenne
SPC VIENNE-CHARENTE-ATLANTIQUE										
51207	Vienne amont		2	0	7/15	7/15	40	3/10		1/5
51211	Vienne mediane		5	0	7/15	7/15	40	3/10		1/5
51210	Clain		4	0	7/15	7/15	60	3/10		Tr/3
51209	Creuse amont		1	0	10/20	10/20	40	3/10		3/10

# Estimation statistique de l'incertitude de modélisation par le logiciel Otamin

- Méthode d'estimation des incertitudes non paramétrique
  - Méthode QUOIQUE
  - Régression Quantile
- ➔ **Estimation des quantiles d'erreur de prévision**
- Statistiques d'erreurs additives ou multiplicatives
- Peut s'appliquer aux débits ou aux hauteurs
- Introduction de conditionnements supplémentaires pour affiner les intervalles de prévision (prédicteurs externes)

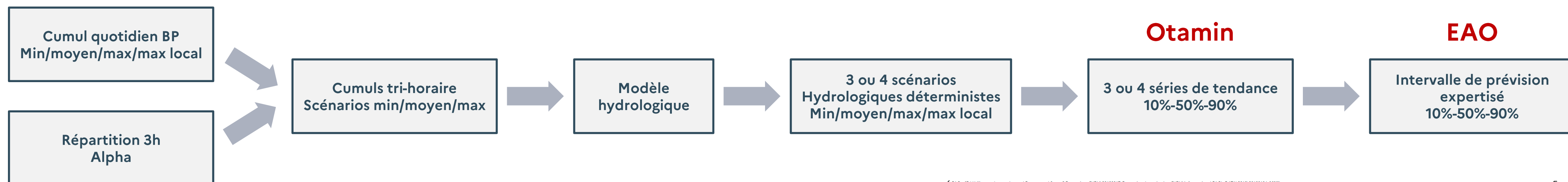


➔ **Application aux débits prévus pour obtenir des tendance 10%-50%-90%**

➔ Voir poster « GRP et OTAMIN, deux outils pour la prévision de crue opérationnelle et la quantification des incertitudes associées » *Tilmant, Bourgin et al.*

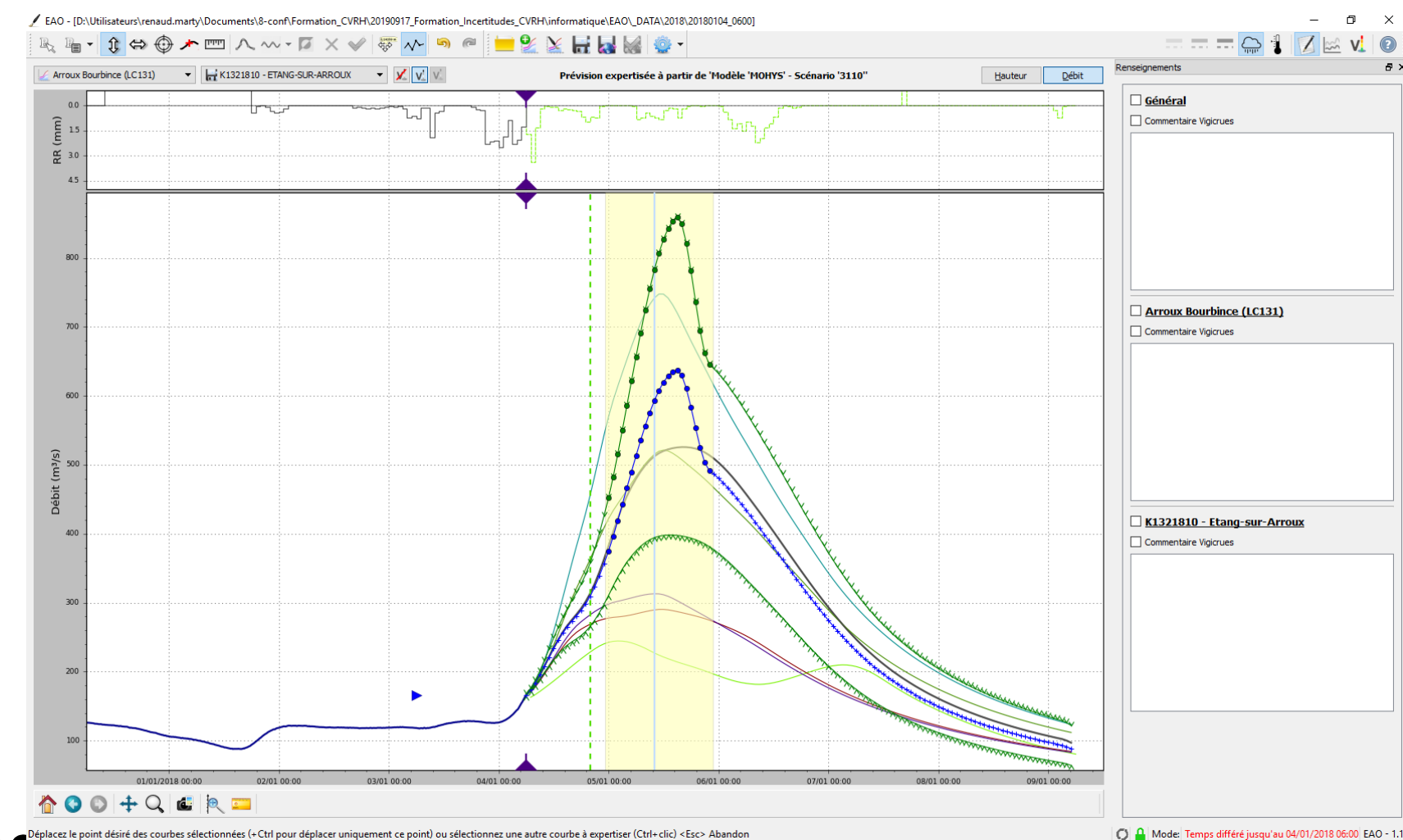


# L'expertise du prévisionniste - EAO



- Outil d'Expertise Assisté par Ordinateur
  - ➔ **Objectif = faciliter l'expression de la vision du prévisionniste sur la situation actuelle et son évolution**
  - Combine les principales sources d'incertitudes
  - Possibilité de tenir compte d'éléments extérieurs au système
  - Possibilité de modifier graphiquement une ou plusieurs tendances

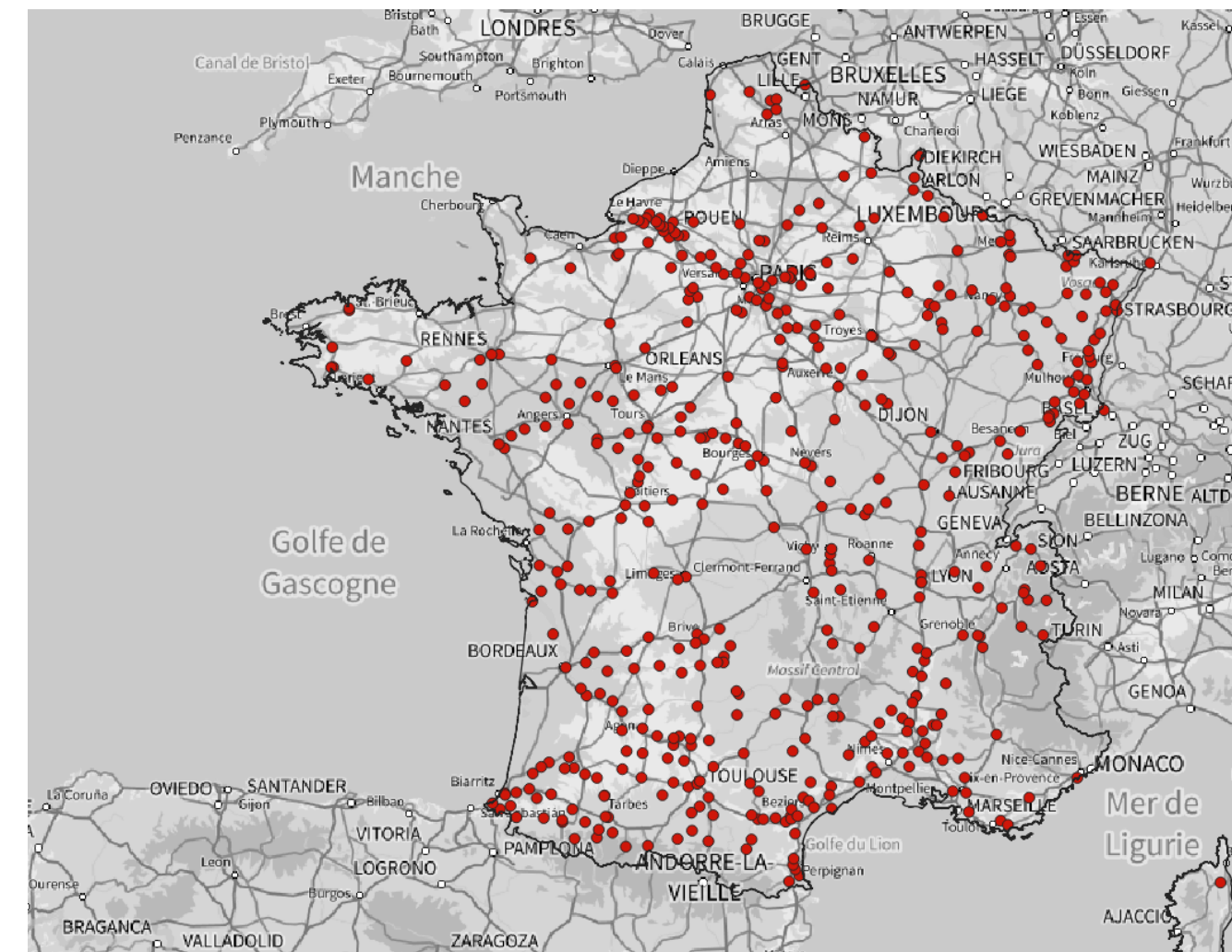
➔ **Production par le prévisionnistes de tendances 10%-50%-90% expertisées publiées sur Vigicrues**



# Perspectives d'évolution pour une généralisation des prévisions hydrologiques probabilistes

# Objectifs stratégiques

- Service renforcé sur les secteurs à **fort enjeu** :  
**publication de prévisions quantitatives à 24 heures lors des épisodes de crue**
    - Y compris sur les cours d'eau dont le temps de réaction est inférieur à 24 heures
    - Avec un pas de temps suffisamment fin pour représenter la dynamique de la crue
- ➔ Construction de chaînes de prévision ensemblistes
- ➔ Amélioration de la quantification des incertitudes liées à l'hydrométrie et à la modélisation hydrologique
- ➔ Réflexion sur la place de l'expertise, le rôle du prévisionniste et la communication des incertitudes



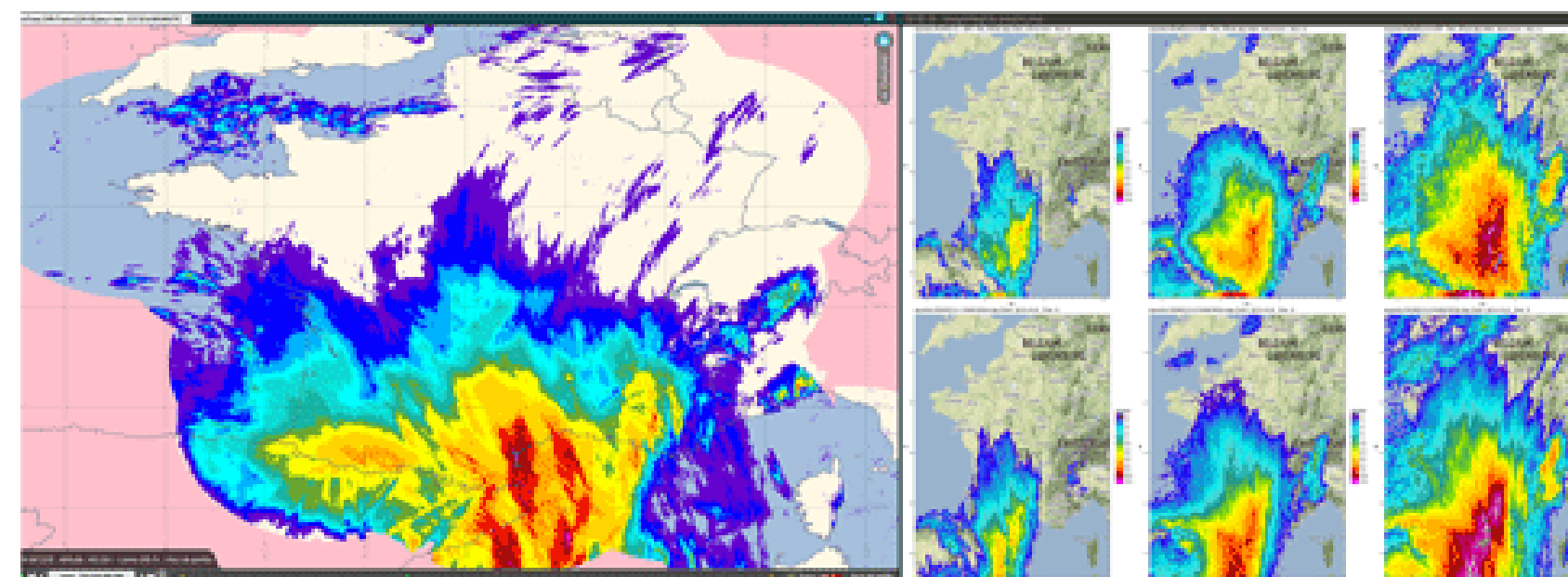
# Forçage météorologiques

- Intégration systématique de **prévisions météorologique d'ensemble**
  - Ensemble de scénarios cohérents spatialement et temporellement
  - Représentation statistiquement fiable de l'incertitude des conditions météorologiques à venir
  - Echelle kilométrique et pas de temps horaire, au moins 24h d'échéance
  - Idéalement : prévisions expertisées

➔ PEARP

➔ PE-AROME

} Calibration statistique (*Taillardat et al. 2020*) ➔ membres calibrés





## Mesure hydrométrique

- BaRatin (*le Coz 2014*)
- Composante hydrométrique de l'incertitude de prévision

## Pluie/neige et fonte

- Cohérence précipitation/température

## Initialisation des modèles événementiels

- Perturbation HU2

## Post-traitement statistique des incertitudes de prévision

- *Tiberi et al.*



# Vers un nouveau cadre d'expression de l'expertise du prévisionniste

## Assurer la cohérence

- D'un bassin à un autre
- D'un cycle de prévision à un autre
- ➔ Reconstruction de scénarios *Bellier et al. 2018*

## Multiplication des scénarios d'entrée

- ➔ Mieux accompagner le prévisionniste dans la priorisation des expertises
- Voir poster « Un outil de pilotage des prévisions expertisées pour le prévisionniste de crues » *Ollivier et al.*

Comment le prévisionniste (météo ou hydro) peut produire une information expertisée tout en conservant la fiabilité statistique des prévisions?

Comment concilier l'information météo ensembliste et la prévision météorologique expertisée?

La publication de prévisions assortie d'un large intervalle d'incertitudes est-elle acceptable ?

Le prévisionniste doit-il essayer d'affiner cet intervalle, au détriment de la fiabilité ?

Une approche strictement probabiliste et mathématique de l'incertitude est-elle suffisante ?

**Apport de l'expertise humaine = aider l'utilisateur à avoir une meilleure compréhension de la situation et de ses incertitudes**

- Mise en œuvre opérationnelle large des recommandations du GT incertitudes 2012-2014
  - Estimation statistique de l'incertitudes : OTAMIN
  - Expertise par le prévisionniste : EAO
  - Publication régulière de prévisions expertisées depuis 2017
- Objectifs stratégiques ambitieux concernant la publication de prévisions
  - Estimation de l'incertitude liées aux forçages météorologiques → prévision d'ensemble
  - Amélioration de l'estimation des incertitudes provenant d'autres sources
  - Construction d'un nouveau cadre d'expression de l'expertise du prévisionniste