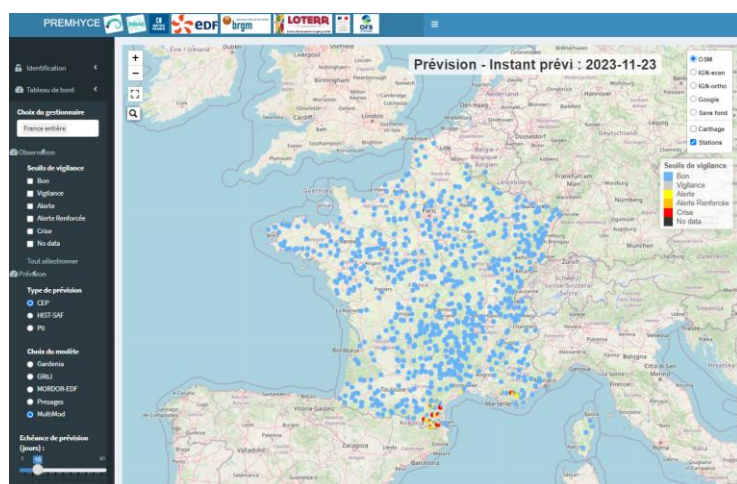


## Vers une chaîne intégrée pour la prévision hydrométéorologique des étiages et des sécheresses

### Les activités du projet CIPRHES en 2022-2023

#### 1. Des produits météorologiques pour la prévision saisonnière sans couture

Plusieurs jeux de données atmosphériques sans coutures, rassemblant la prévision météorologique d'ensemble du Centre Européen CEPMMT (1 à 15 jours d'échéance) et la prévision saisonnière de Météo-France (jusqu'à 7 mois) ont été produits et évalués.



Interface de la plateforme PREMHYCE

#### 2. La mise en place de modélisations adaptées aux étiages

Une analyse approfondie des calages des modèles hydrologiques de la plateforme PREMHYCE a été menée. Des approches semi-distribuées à partir des modèles conceptuels ont été développées, ce qui a permis aux équipes d'identifier les similarités et différences actuellement existantes dans la mise en place de leurs approches spatialisées et les convergences envisageables dans un cadre de modélisation multi-modèle.

#### 3. Enquête auprès des producteurs de données hydrométriques

Dans le but de contribuer aux travaux de quantification des incertitudes associées aux prévisions d'étiage, cette enquête a permis de recueillir des informations sur les pratiques de production des données hydrométriques par les acteurs opérationnels, en se focalisant sur la donnée collectée en période d'étiages.

De plus, l'analyse des réponses reçues a permis d'évaluer dans quelle mesure l'incertitude associée à la production des données en étiage est une thématique traitée dans la chaîne opérationnelle de production des débits.



## Les activités du projet CIPRHES en 2022-2023

### 4. La base de données BDD CIPRHES

Un travail de croisement de différentes bases de données nationales et de critique des données a permis de constituer la BDD CIPRHES: plus de 400 bassins versants naturels ou faiblement influencés couvrant le territoire français. Ce jeu de données permettra une évaluation exhaustive des chaînes de prévision.

Un deuxième jeu de données, limité à quelques grandes vallées hydrographiques (bassins de la Loire et de la Meuse), permettra d'enrichir le protocole d'évaluation sur des aspects ciblés (prévisions sur sites non jaugés et influencés, apport et simulation des niveaux piézométriques, etc.).

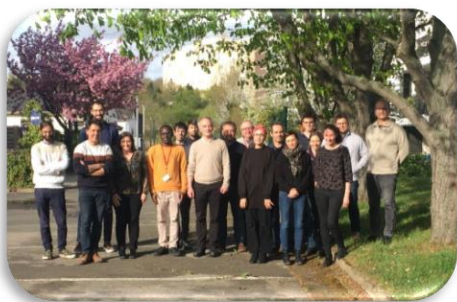


### 5. Des nouveautés en lien avec la plateforme PREMHYCE

Un protocole d'évaluation de la chaîne de prévisions d'étiages, pour différentes configurations, a été développé : il définit les modalités de test, les critères d'évaluation, et les variables et échéances cibles. Il sera testé courant 2024.

## Rencontres marquantes

1<sup>ère</sup> Assemblée générale :  
Antony, 8 avril 2022



2<sup>ème</sup> Assemblée générale :  
Metz, 10-11 mai 2023



Les deux Assemblées générales du projet ont permis de réunir les équipes pour :

- faire un point sur les travaux réalisés au cours des années écoulées du projet,
- échanger sur des questions d'actualité liées à la sécheresse, et
- discuter des perspectives pour la suite.

Atelier Utilisateurs CIPRHES :  
en ligne, 24 juin 2022

Organisé dans le cadre conjoint des projets CIPRHES et PREMHYCE, l'atelier a réuni une cinquantaine de participants. Le but était de :

- faire connaître la plateforme à un panel élargi d'utilisateurs,
- recueillir les besoins et avis des utilisateurs sur l'outil et ses sorties, et
- discuter des perspectives d'évolution.

Les acquis serviront à guider les prochains développements de la plateforme de prévision.

# Zoom sur l'Atelier Utilisateurs CIPRHES 2022

Des utilisateurs venant d'horizons divers (DREAL, DDT, EPTB, compagnies d'aménagement, VNF, OFB, etc.) ont participé à cette rencontre en 2022, qui s'est articulée en deux ateliers :

- Un premier atelier a été réalisé pour mieux comprendre les attentes et besoins en matière de prévision des étiages.

Différents aspects ont été discutés : échelle spatiale, échelle temporelle et échéance de prévision, choix du modèle hydrologique, seuils de vigilance, traitement des incertitudes et probabilités de prévision, et objectifs d'usage.

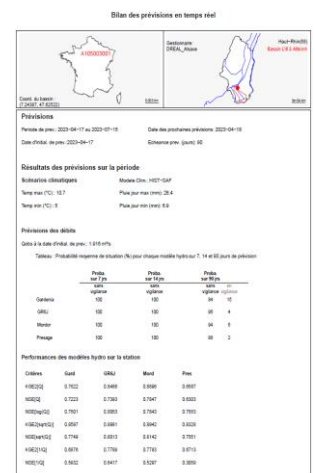
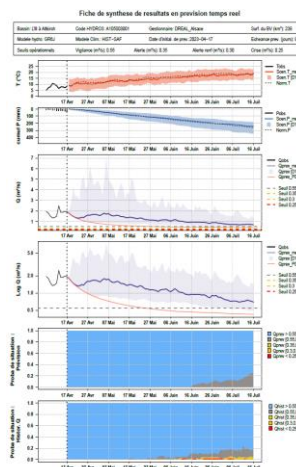
- Un second atelier sur les supports de communication a été réalisé afin de définir un cahier des charges pour faire évoluer les sorties actuelles de la plateforme PREMHYCE.

Les utilisateurs ont été invités à naviguer sur l'interface web à l'aide d'un tutoriel et à remplir un questionnaire pour donner leur ressenti et proposer des pistes d'amélioration.

Ensuite, un questionnaire sur les fiches prévision produites par la plateforme PREMHYCE a été proposé pour mieux définir les évolutions souhaitées.



Provenance des participants à l'atelier



Fiches de prévision issues de la plateforme PREMHYCE



### Objectifs d'usage

- Quels sont les enjeux d'utilisation des prévisions ?
- Quels sont les utilisateurs des prévisions ? Est-ce que tous les utilisateurs ont les mêmes besoins ?
- L'ensemble des utilisateurs ont-ils toutes les clés pour l'utilisation et l'interprétation des prévisions ? Quels sont les différents niveaux d'expertise nécessaire ?
- La communication des prévisions entraîne-t-elle des responsabilités ? Lesquelles ?

### Seuil de vigilance

- Comment bien définir un seuil de vigilance pour vos applications ? Faut-il en avoir un ou plusieurs ?
- Les seuils doivent-ils être actualisés avec l'acquisition des nouvelles observations ? Comment ?
- Le choix d'un seuil a-t-il un impact dans vos activités et prises de décision ? Le quel (ex., communication, aspects réglementaires et juridiques) ?

### Echelle spatiale

- Quelles sont les échelles spatiales qui vous intéressent le plus pour avoir des bonnes prévisions (ex., point de rivière, bassins versants, départements, etc.) ?
- Et pour communiquer avec les décideurs ?
- Quelles informations sont les plus utiles et à quelles échelles spatiales ?

### Choix du modèle hydrologique

- Comment choisir un bon modèle ?
- Faut-il en utiliser un ou plusieurs ?
- Comment évaluer si on peut faire confiance à un modèle hydrologique de prévision ?

### Echéances de prévision et échelle temporelle

- Quelles sont les échéances de prévision les plus importantes pour vos applications ? Est-ce qu'il y en a une seule ou plutôt plusieurs ?
- Comment établissez-vous l'état initial à l'instant t, juste avant une prévision (échéance 0) ? Quel rôle il joue sur la prévision des étiages ?
- A quelle fréquence avez-vous besoin de consulter une nouvelle prévision pour vous aider dans vos décisions ?

### Incertitudes et probabilités

- Quels sont les sources d'incertitude (ou d'erreurs) les plus importantes de la prévision pour vos applications ?
- Comment faut-il gérer les incertitudes ?
- A qui et sous quelle forme faut-il les communiquer ? (probabilité, scénario médian, pire scénario, etc.)

Suite à l'atelier, deux cahiers des charges ont été réalisés : interface web et fiches prévision. Une première évolution des fiches prévision a déjà été réalisée et sera soumise au prochain atelier utilisateurs, pour alimenter la réflexion sur l'évolution des supports de communication.

Questions posées lors de l'Atelier Utilisateurs sur différents aspects liés à la prévision

## Zoom sur la sécheresse 2022

Le territoire français métropolitain a connu en 2022 une sécheresse exceptionnelle par sa durée, son intensité et son emprise spatiale. Cette sécheresse a affecté tous les compartiments du cycle de l'eau, avec des impacts multiples sur les écosystèmes et les usages de l'eau.

Plusieurs membres du projet CIPRHES ont participé au colloque « Sécheresse et étiages 2022 » organisé par la Société Hydrotechnique de France (SHF) en mars 2023. Le but du colloque a été de mieux comprendre le phénomène de sécheresse, de partager des retours d'expérience sur ses conséquences et sa gestion, d'en tirer des enseignements et d'identifier des perspectives de travaux futurs.

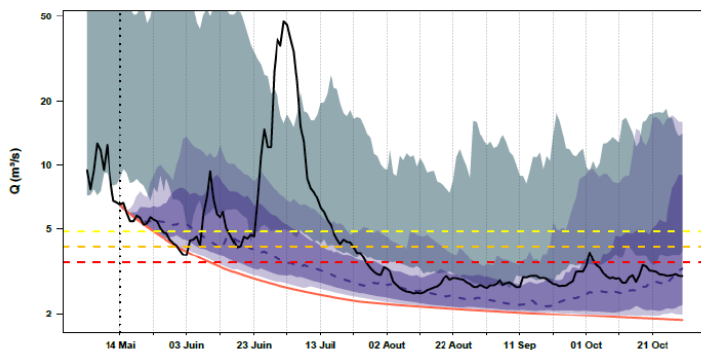


© Claire Delus, 2022, LOTERR

Lac-réservoir de Bouzey, 3 septembre 2022

Des présentations ont été consacrées à la caractérisation de la sécheresse, en mobilisant les réseaux nationaux de mesure et d'observation, ainsi qu'à l'analyse de sorties de modèles de prévision.

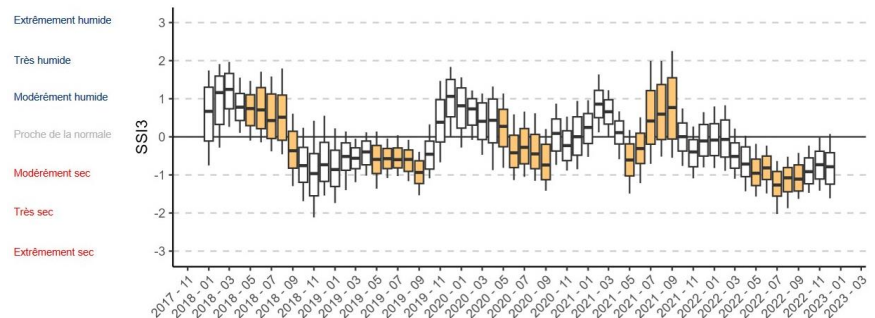
- Jean-Michel Soubeyrou (Météo-France) et François Bourgin (INRAE) ont présenté une analyse croisée sur la prévision météorologique, hydrologique et hydrogéologique, et ont montré que la prévision saisonnière a remarquablement anticipé les conditions chaudes et sèches du printemps et de l'été 2022.



- François Tilmant (INRAE) a illustré le potentiel de la plateforme PREMHYCE à prévoir les étiages et l'anticipation que les prévisions peuvent fournir aux utilisateurs et gestionnaires des cours d'eau.

*Prévision pour le bassin du Cher à Vierzon émise le 15/05/2022 par la plateforme PREMHYCE (scénarios issus de la prévision saisonnière)*

- Didier François (LOTERR) a illustré la sévérité de l'étiage de 2022 sur les bassins français de la Meuse et du Rhin : pour certaines stations, cet étiage a constitué un minimum absolu depuis 1971.



*L'évolution de l'Indice standardisé de suivi des débits, évalué sur les bassins PREMHYCE, montre l'état sec à très sec des rivières en 2022 (INRAE)*

Pour plus de détails, retrouvez les résumés et les supports de présentation sur le site du colloque : <https://www.shf-hydro.org/colloques/archives-manifestations-2/secheresse-et-etiages-2022/>

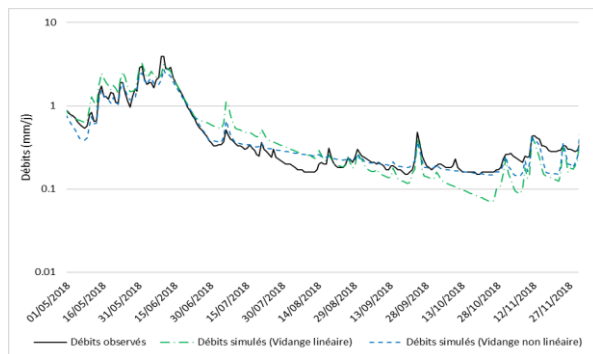
# Focus sur les jeunes chercheuses et chercheurs CIPRHES

Sur le volet « données » :

- Le post-doctorat de **Talardia Gbangou (CNRM/Météo-France)** a permis de construire des prévisions météorologiques sans couture.
- Le post-doctorat de **Benjamin Grelier (LOTERR)** s'est intéressé aux incertitudes hydrométriques.

Sur le volet « modélisation hydrologique » :

- La thèse de **Hajar El Khalfi (LOTERR)** se concentre sur l'impact du choix de la fonction objectif sur les performances du modèle en étiage, évaluées à travers des critères numériques et visuels (hydrogrammes et courbes des débits classés). Les recherches portent également sur la modification de la structure du modèle PRESAGES en substituant la loi de vidange linéaire actuellement employée pour le réservoir souterrain par une loi de vidange non linéaire.



Hydrogrammes observés et simulés (01/05 au 30/11/2018) pour la Moselle à St-Nabord

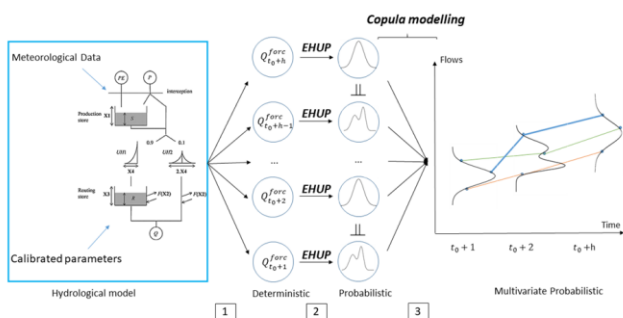


Diagramme conceptuel de la chaîne de modélisation de prévisions probabilistes multivariées copules

- La thèse de **Taha El Ouahabi (INRAE)** porte sur la quantification des incertitudes hydrologiques avec des méthodes d'apprentissage. Un modèle statistique de copules de Vines a été utilisé pour restituer les dépendances temporelles naturellement présentes dans les débits. Les résultats montrent des prévisions plus cohérentes, robustes et flexibles à travers plusieurs horizons de prévision.
- La thèse de **Malak Sadki (CNRM/Météo-France)** s'intéresse à la prise en compte des facteurs anthropiques dans le modèle ISBA (SURFEX).
- La thèse de **Shu-Chen Hsu (INRAE)** concerne le modèle semi-distribué GRSD et l'amélioration du calage du paramètre d'échanges souterrains entre bassins versants.

## Exemples de participation CIPRHES en conférences, communications scientifiques et techniques :

- Conférence SimHydro, Chatou, 8-10 novembre 2023 : Hajar El Khalfi et al., *Which framework for optimal low flow modelling in a warming climate ?*
- Conférence AISH, 28ème AG IUGG, Berlin, 11-20 juillet 2023 : Taha A. El Ouahabi et al.: *Investigating the hidden patterns: A data-driven approach for temporal correlation estimation of errors in rainfall-runoff models*
- Journées Hydrométrie, Strasbourg, 27-29 septembre 2022 : Benjamin Grelier et al., *Proposition d'une nouvelle méthode d'estimation de l'incertitude des courbes de tarage.*
- XIème Assemblée Scientifique de l'AISH, Montpellier, 29 mai - 3 juin 2022 : Charles Perrin et al., *Integrated chain for the hydrometeorological forecasting of low flows and droughts in France* ; Talardia Gbangou et al., *Seamless meteorological forecast production and evaluation towards hydrological decision-making in France* ; Hajar El Khalfi et al., *Low flow characterization and forecasting in a non-stationary context* ; François Tilmant et al., *Low-flow forecasting in France using the PREMHYCE operational platform: recent advances and perspectives.*