



04 octobre 2024 à 14h

Intervenants :

- Nicolas Cornette, ingénieur de recherche au CNRS
- Jean-Raynald De Dreuzy, directeur de recherche au CNRS
- Alexandre Boisson, hydrogéologue au BRGM



CYDRE : un outil de prévision
saisonnnière des débits

? Les syndicats départementaux producteurs d'eau potable en Bretagne questionnent le Creseb sur l'impact du changement climatique sur les ressources en eau souterraines de Bretagne

Groupes de travail Eau & CC

Réflexions et échanges qui permettent d'aboutir à la convergence entre les besoins des syndicats et les possibilités de la recherche



4 RGT

2019

Projet Democlim

Guide méthodologique pour un Diagnostic Climatique Territorial

€ UR2/ MF/Creseb/ Région Bretagne 22 K€



Conf.

Publi. Sc.



2021



+ 6 RT
équipe projet

2022



Conf. Inter. ES & DD



CGLE Séminaire Creseb



Forum HCBC



RST

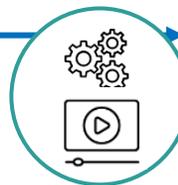
2023



3 ateliers

€ FEDER/CNRS/ BRGM/Région Bretagne 180 K€

2024



Mieux caractériser la disponibilité en eau (pluviométrie)

Mieux caractériser l'hydrologie des BV (Dynamique de recharge)



Pistes de recherche

Stage

€ UR2/Creseb/MF Région Bretagne 5 K€

Stage

€ UR1/BRGM/Creseb/ Région Bretagne 5 K€

2 mémoires Master

Thèse Eaux 2050

Caractérisation des propriétés hydrodynamiques pour l'études des impacts du changement climatique sur les ressources en eau

€ UR1/Creseb BRGM / Région Bretagne - 100 K€

Rapport intermédiaire

Publi. Sc.

Thèse

2 Stages

€ FEDER/CNRS/ BRGM/Région Bretagne

2 mémoires Master

7 années de co-construction interconnaissance acculturation commune enjeux Eau / CC

Présentation du projet CYDRE

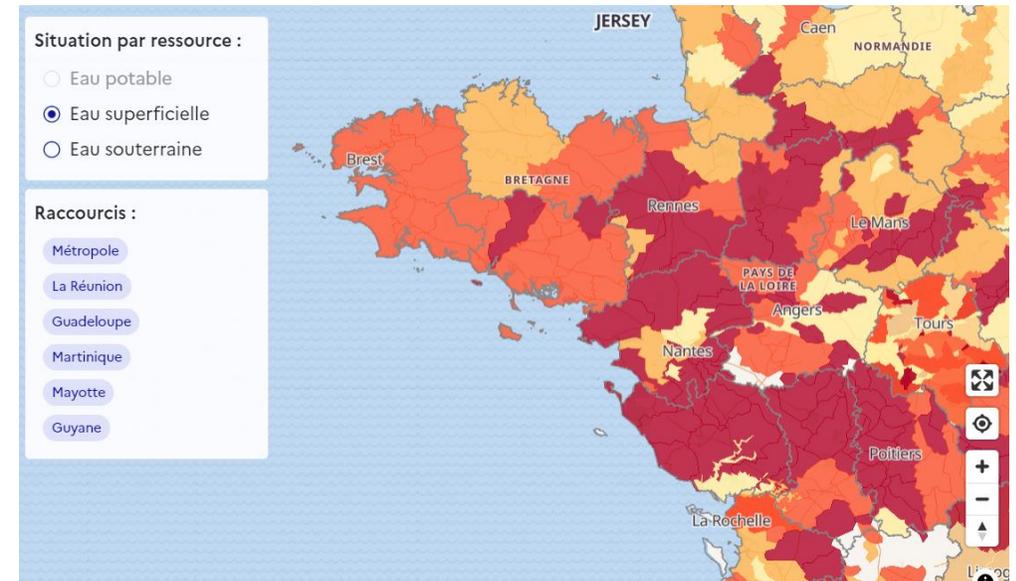
Éléments de contexte

Question cruciale liée au contexte de changement climatique

2018 GT Creseb > Questionnement des acteurs de l'eau en Bretagne > **Comment anticiper les évènements de sécheresses hydrologiques pour mieux gérer l'offre en AEP dans un contexte de changement climatique ?**

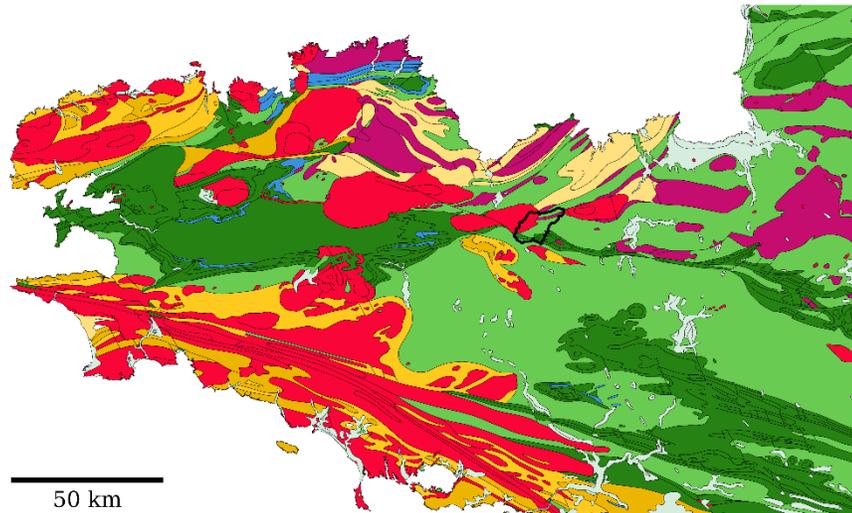


Le Trieux à Guingamp en 2022 (actu.fr)



Ressource en eau dans les milieux de socle cristallins

Vulnérabilité des territoires aux années sèches provient de la nature géologique



Socle cristallin : profil d'altération

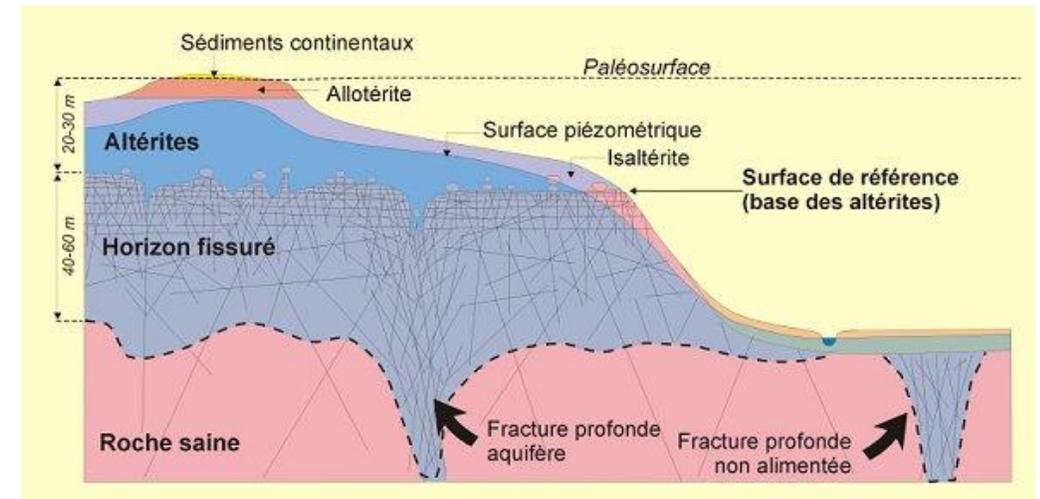


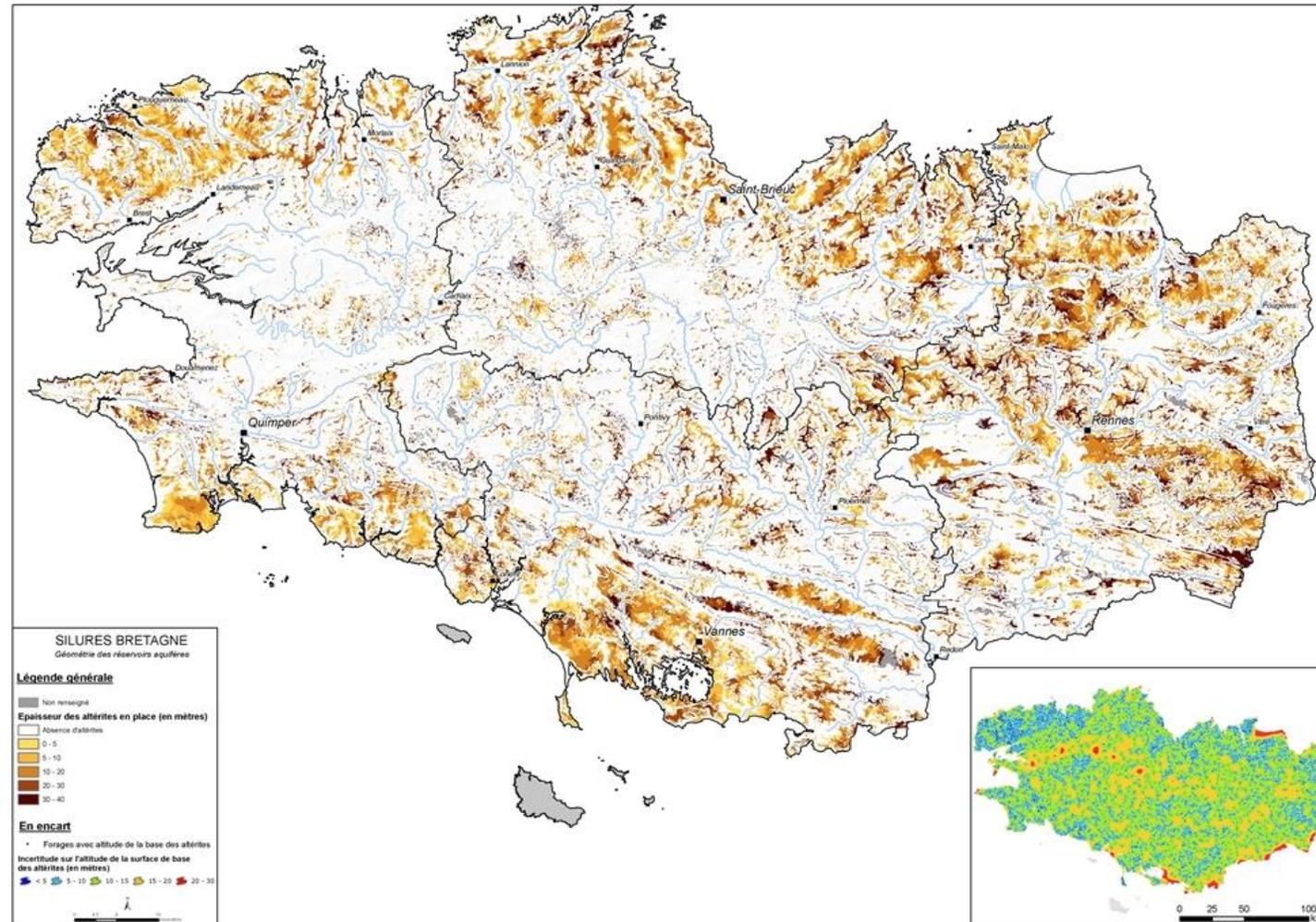
Schéma conceptuel du profil d'altération des aquifères de socle cristallins.
(Wyns, 2004)

- **Capacité de stockage** en eau souterraine **limitée**
- **Localisation des stocks** dans les horizons altérés et fissurés de subsurface.

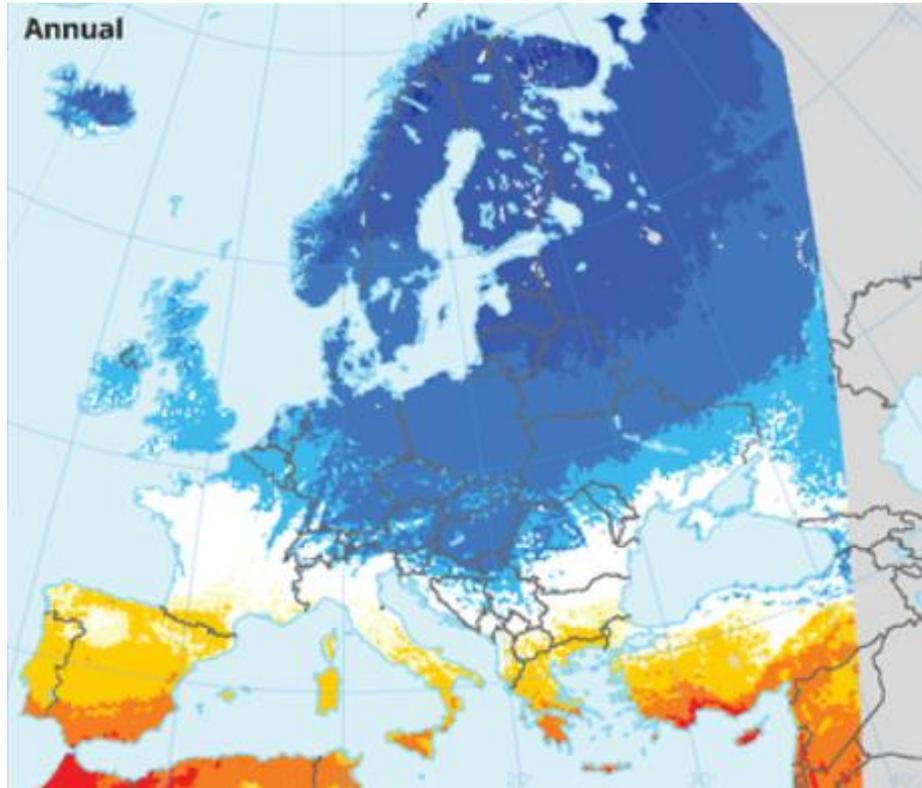
Ressource en eau dans les milieux de socle cristallins

L'utilisation de modèles prospectifs nécessite une meilleure connaissance des ressources souterraines

Cartographie de l'épaisseur des altérites (SILURES, BRGM)



Incertitudes sur les projections climatiques



Projections des précipitations annuelles à l'échelle de l'Europe à l'horizon 2100. Programme EURO-CORDEX. (Jacob, 2013)

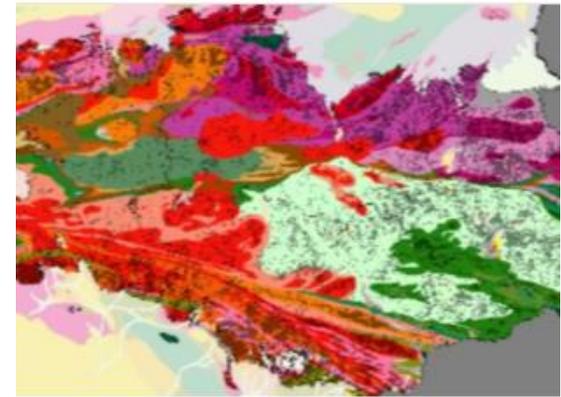
Evolutions attendues en Bretagne :

- Augmentation des précipitations hivernales.
- **Diminution de la recharge** hivernale.
- Diminution des précipitations estivales.
- **Augmentation de la fréquence** et de **l'intensité des sécheresses** hydrologiques.

Projet DEMOCLIM (Amiot, 2020), Bulletin HCBC.

- /!\ Les modèles ne convergent pas tous sur les mêmes tendances.
- /!\ Résultats donnés sur les moyennes qui masquent les extrêmes.

Projet de recherche EAUX2050



Recherche action

EAUX 2050

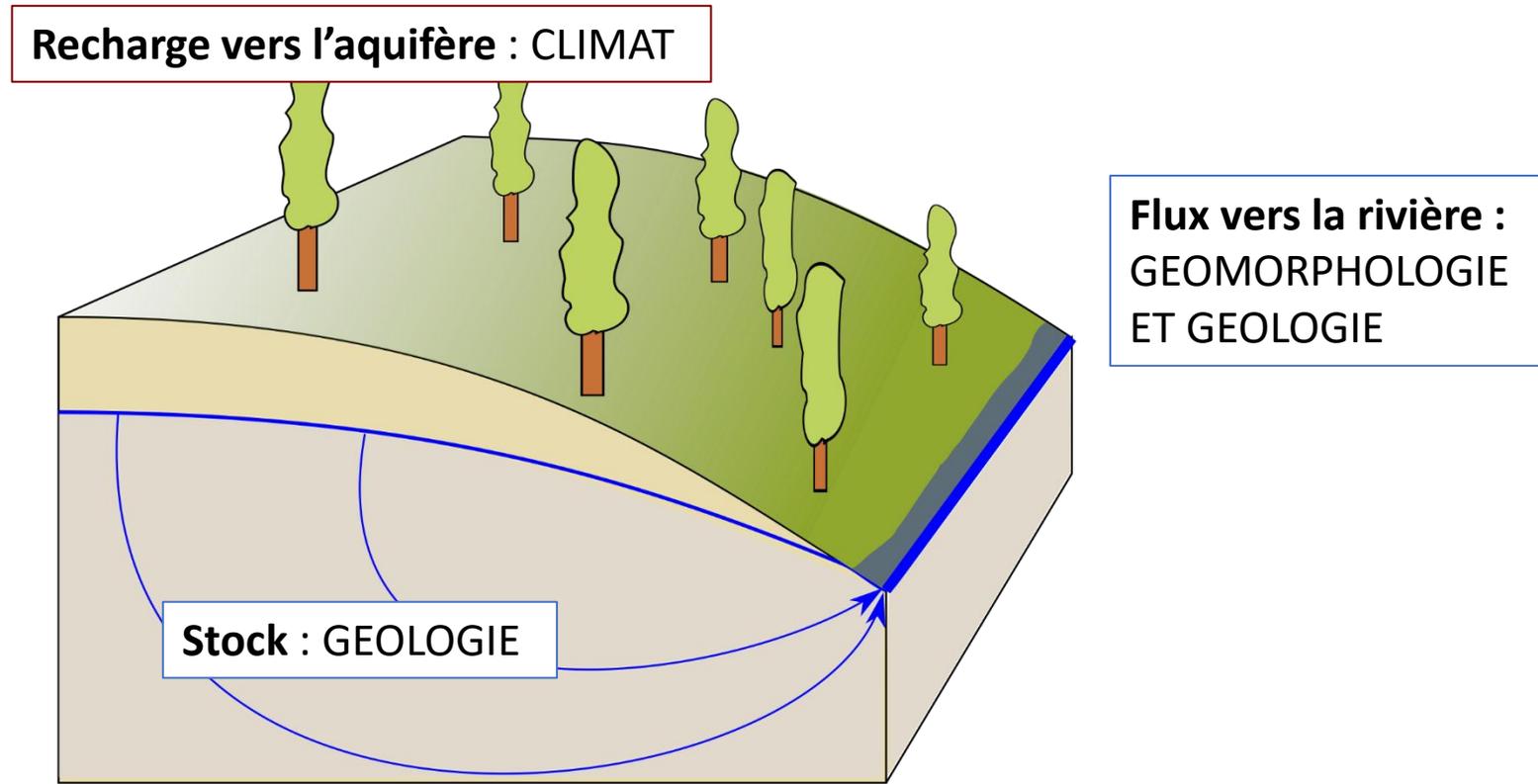
Impact du changement climatique sur les ressources en eau souterraine (proche subsurface) à l'horizon 2050-2100

- Période : **2019-2022** (3 ans)
- Financement : Cofinancé par le **BRGM** et la **Région Bretagne**.
- Objectifs:
 - **Acquérir des connaissances sur les eaux souterraines à l'échelle régionale.**
 - **Développer des modèles** pour réaliser des projections de la ressource en eau.
 - **Evaluer l'impact d'un changement climatique** sur la disponibilité des eaux souterraines.

Projet de recherche EAUX2050

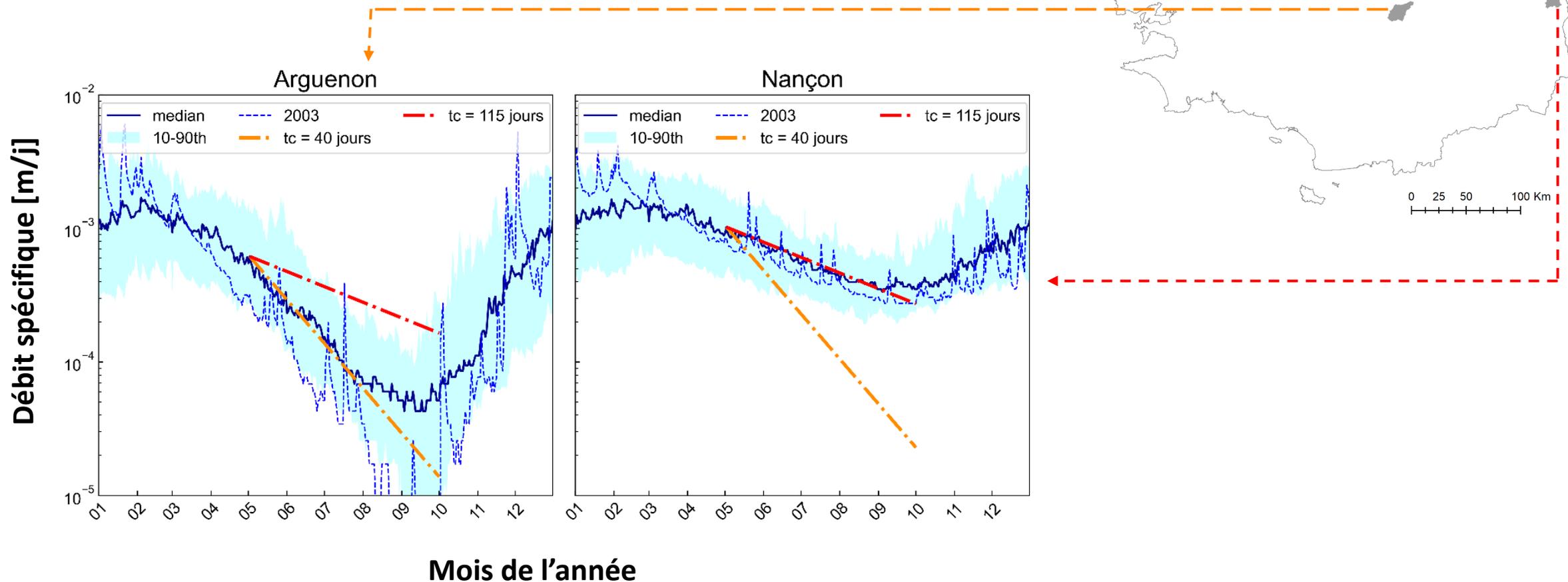
Modèles basés sur les relations: recharge – stock – flux

Cycle de l'eau local à l'échelle de la saison



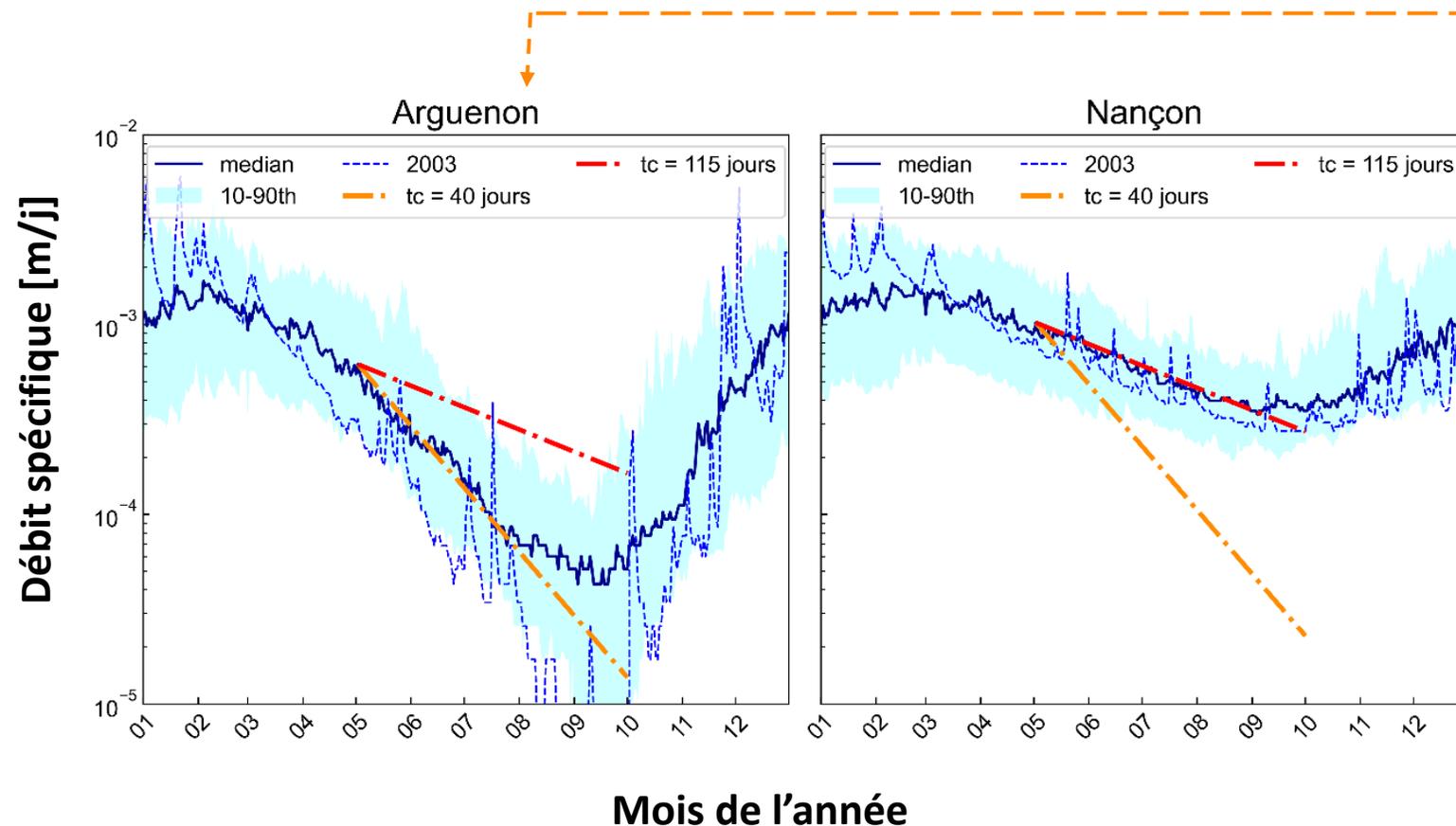
Projet de recherche EAUX2050

Caractérisation des propriétés hydrodynamiques par l'analyse des débits



Projet de recherche EAUX2050

Caractérisation des propriétés hydrodynamiques par l'analyse des débits



Journal of Hydrology xxx (xxxx) 127992

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol

Research papers

Hillslope-scale exploration of the relative contribution of base flow, seepage flow and overland flow to streamflow dynamics

Nicolas Cornette ^{a, b, *}, Clément Roques ^{a, c}, Alexandre Boisson ^b, Quentin Courtois ^d, Jean Marçais ^d, Josette Launay ^e, Guillaume Pajot ^{e, f}, Florence Habets ^g, Jean-Raynald de Dreuzay ^{a, f}

^a Univ. Rennes, CNRS, Géosciences Rennes - UMR 6118, F-35000 Rennes, France
^b BRGM - DAT Bretagne, Rennes, France
^c Centre for Hydrology and Geomatics (CHYG), Université de Neuchâtel, Neuchâtel, Switzerland
^d INRAE, UR Ecoverly, F-09435 Villavieille, France
^e CRESEB, Rennes, France
^f Univ. Rennes, CNRS, OSUR - UMS 3343, F-35000 Rennes, France
^g CNRS UMR 8538, Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, PSL Research University, 75005 Paris, France

ARTICLE INFO

ABSTRACT

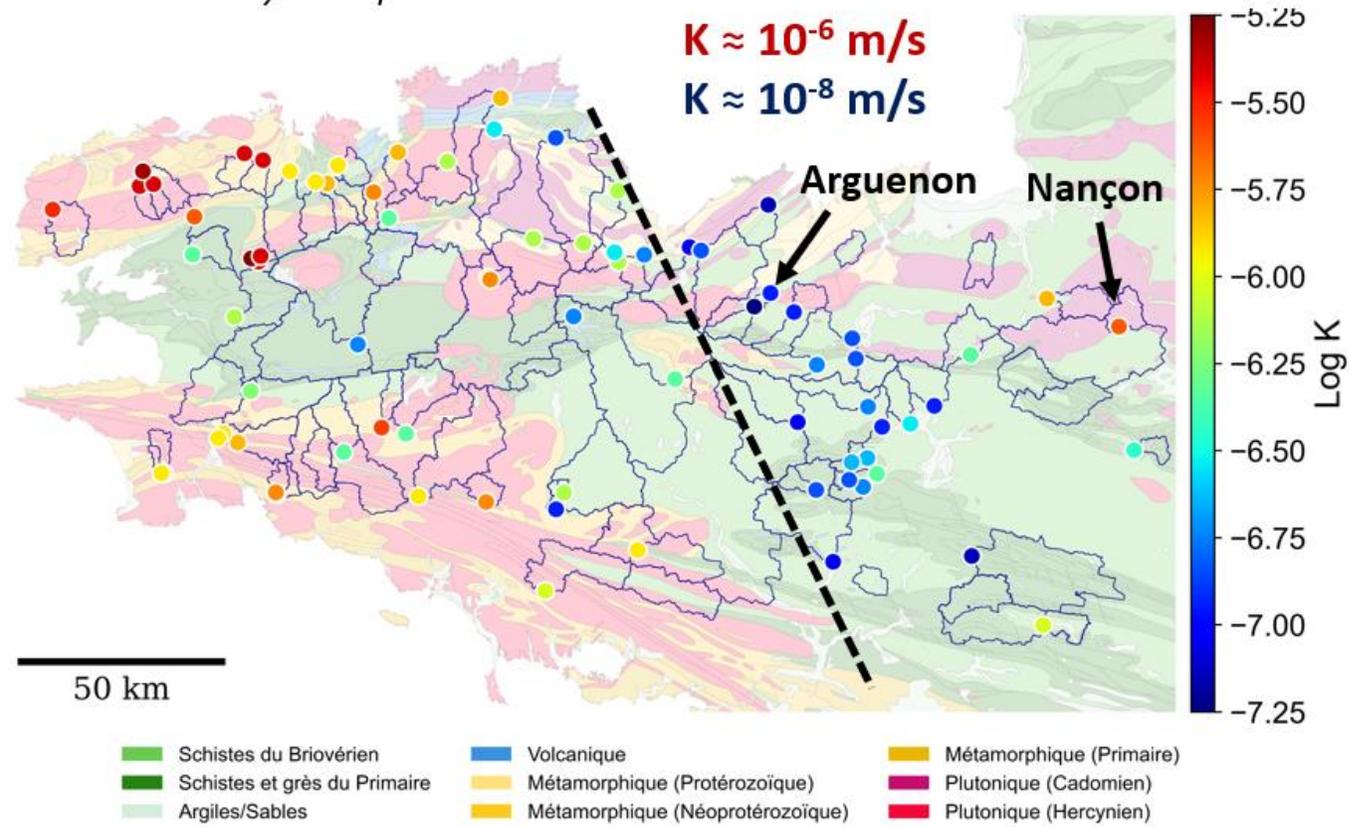
This manuscript was handled by Corrado Corradini, Editor-in-Chief, with the assistance of Renato Morbidelli, Associate Editor

Surface and subsurface flows interact at different spatial and temporal scales through the development of saturated areas occurring when the aquifer reaches the surface. While this interaction exerts a strong control in the partitioning of water between base flow, seepage flow and overland flow, its quantification remains a challenge.

Projet de recherche EAUX2050

Caractérisation des propriétés hydrodynamiques par l'analyse des débits

Ex : conductivité hydraulique



Projet CYDRE



Recherche action

Projet CYDRE

Cycle hYdrologique,
Disponibilité de la Ressource
et Évolution

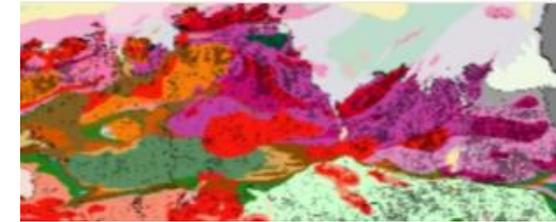
- Période : **avril 2023 – octobre 2024** (18 mois)
- Financement : Cofinancé par l'**Union Européenne (fonds FEDER)** et la **Région Bretagne**.
- Objectifs:
 - **Valoriser les connaissances acquises** pendant le projet de thèse EAUX2050.
 - **Développer un outil opérationnel de prévision saisonnière** à courte échéance **des débits** de cours d'eau (échéance de l'ordre de la semaine à quelques mois).

Projet CYDRE : Calcul des tendances d'évolution des débits

Utilisation des tendances passées comme scénarios d'évolutions des débits

- 1. Anticiper les prochain(e)s semaines/mois à partir des débits passés.**
 - Connaissance des relations forçage climatique – stock – réponse hydrologique.
 - Incertitude fortes sur les projections des précipitations après 1 semaine ce qui complique l'utilisation d'un modèle mécaniste dans un fonctionnement opérationnel.
- 2. Extraire les périodes/années les plus cohérentes.**
 - Périodes (années) où l'on retrouve des tendances de débits, de forçages climatiques et de niveaux piézométriques équivalents, ou proche, aux conditions actuelles.
- 3. Extraire les débits provenant de différents bassins versants.**
 - On étend la recherche aux bassins versants partageant des propriétés hydrogéologiques similaires pour élargir la base de données.

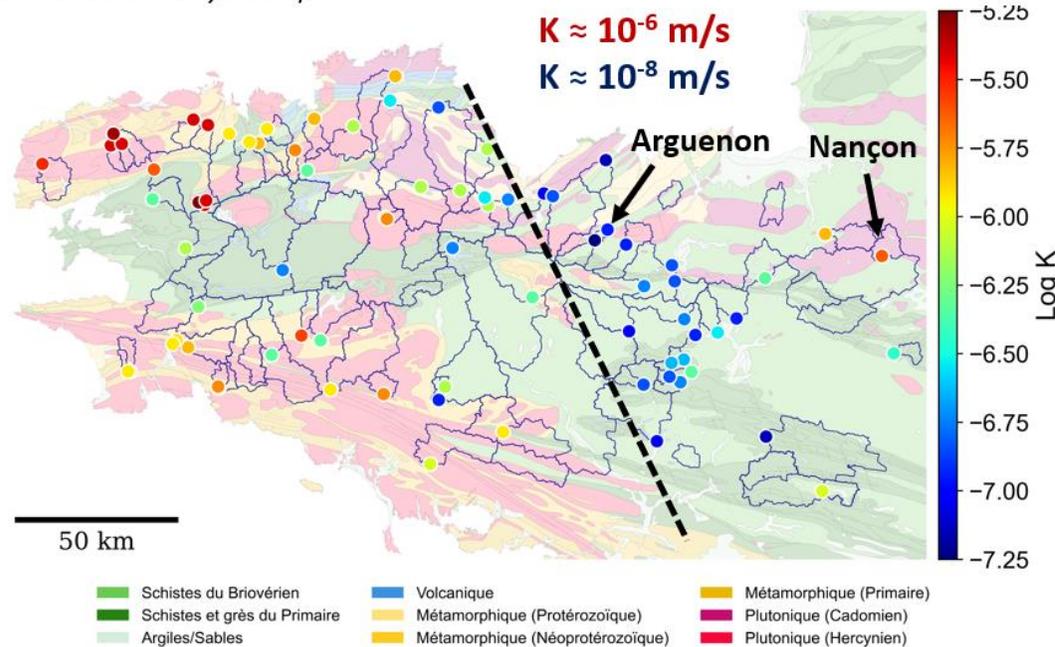
Projet CYDRE : Typologie de bassins versants



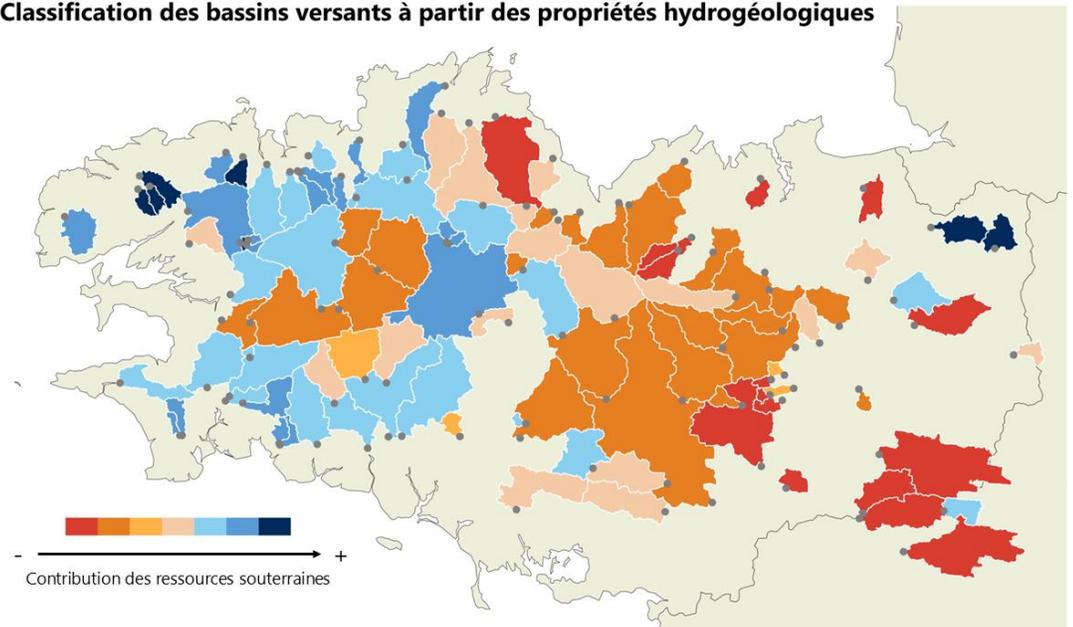
Propriétés hydrogéologiques

➤ Typologie des bassins versants selon la valeur des propriétés hydrogéologiques

Ex : conductivité hydraulique



Classification des bassins versants à partir des propriétés hydrogéologiques



Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques



Hydrométrie

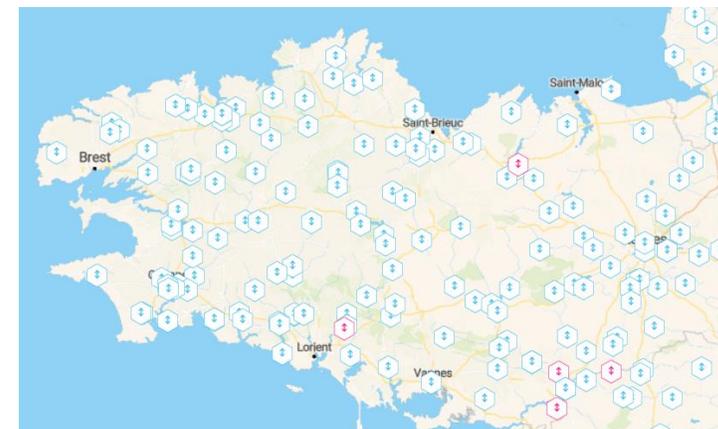
+ de 100 stations actualisées tout les jours (DREAL)



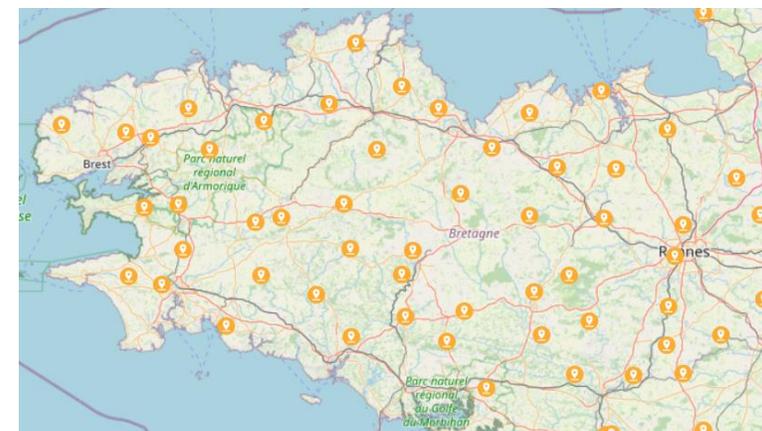
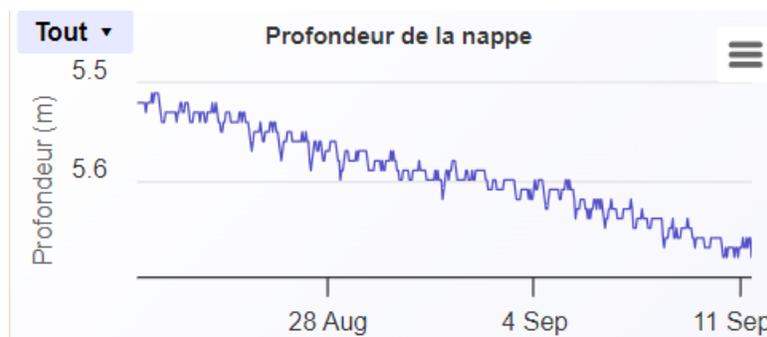
Piézométrie

+ de 50 stations actualisées tout les jours (ADES)

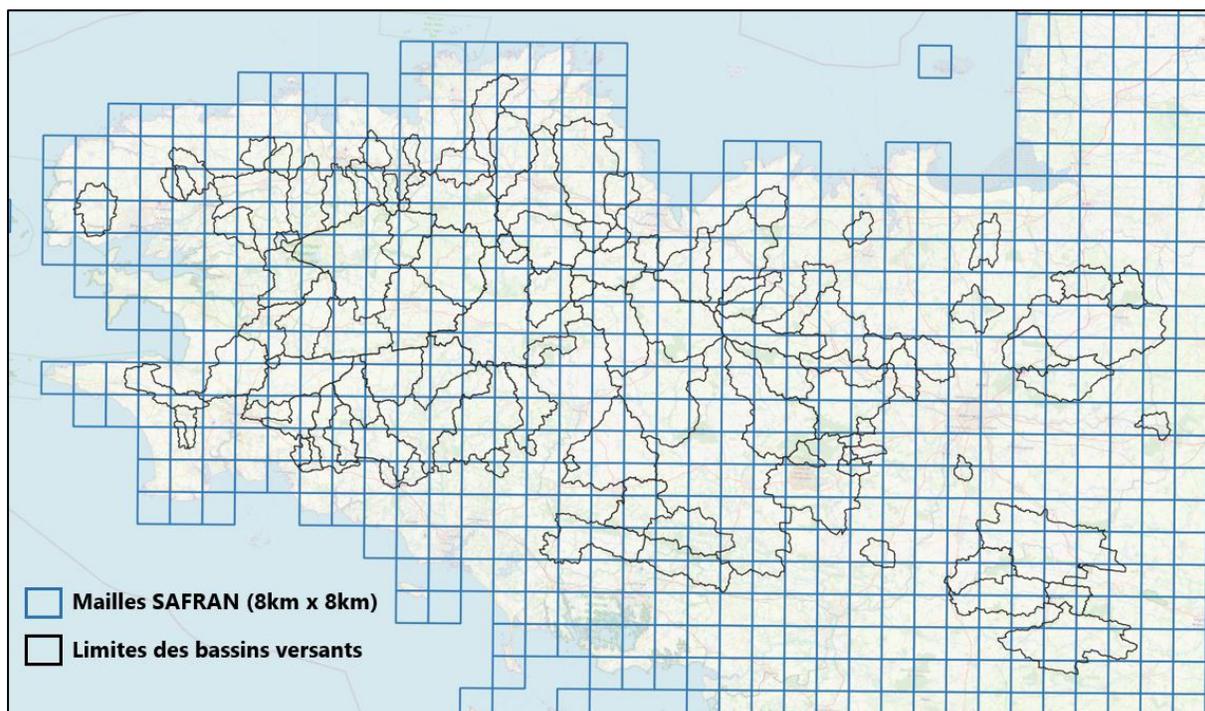
Exemple avec la station du Nançon à Lécousse (figure extraite du visualiseur en ligne de hubeau.eaufrance.fr)



Exemple avec la station de la barre de Bleron à Louvigné (figure extraite du visualiseur en ligne de hubeau.eaufrance.fr)



Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques



Réanalyse SAFRAN

1958 - 2024

Précipitation

Évapotranspiration

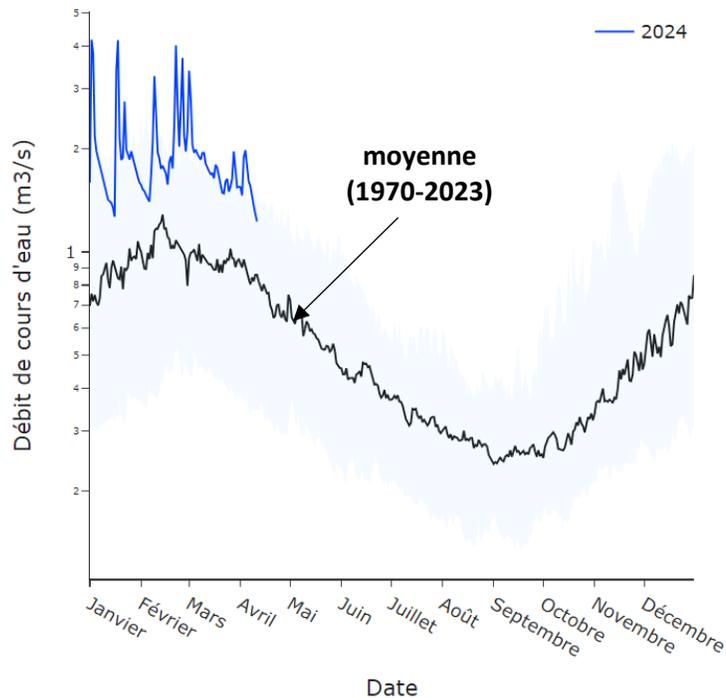
Mailles de 8km x 8km

Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques

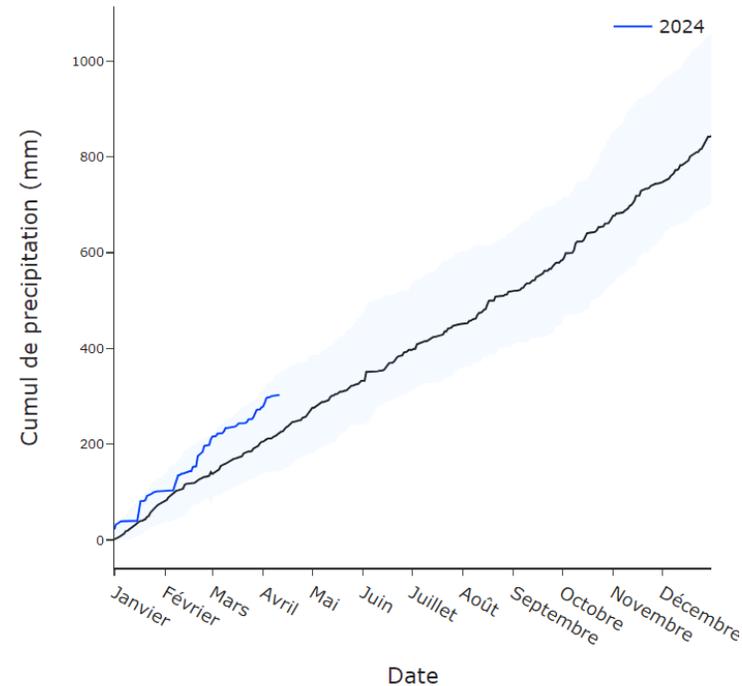
Quand, et où, a-t-on retrouvé dans le passé des conditions similaires sur les débits, le climat et la piézométrie aux données enregistrées le 12 avril 2024 à la station du Nançon à Lécousse ?



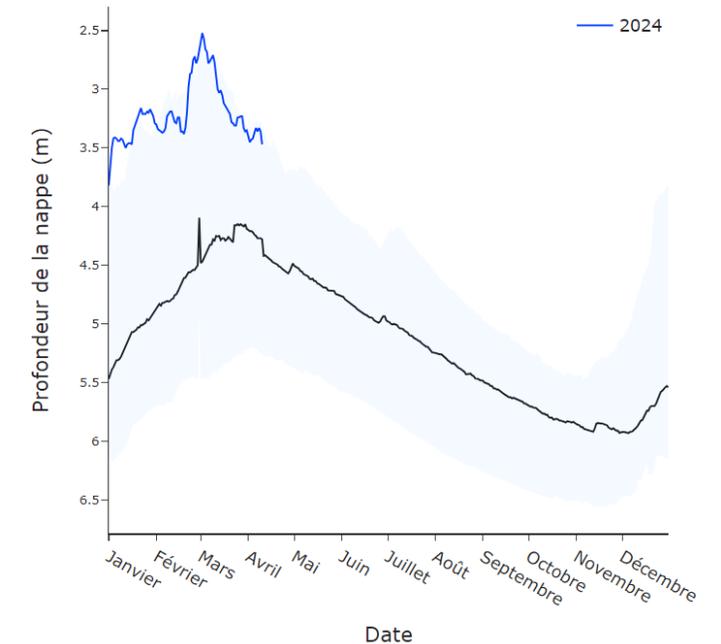
Débits de cours d'eau (J0014010)



Cumul de précipitations

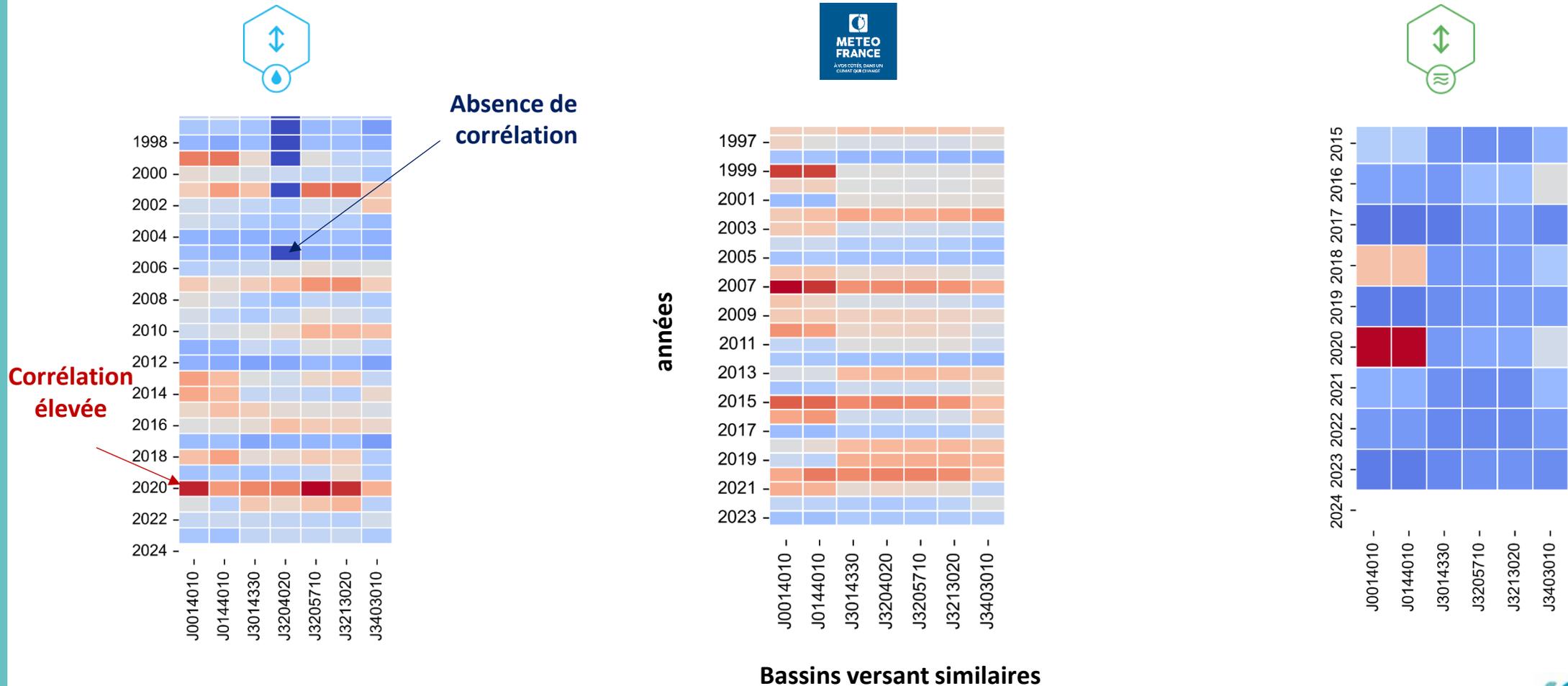


Profondeur de nappe (BSS000TRGE)



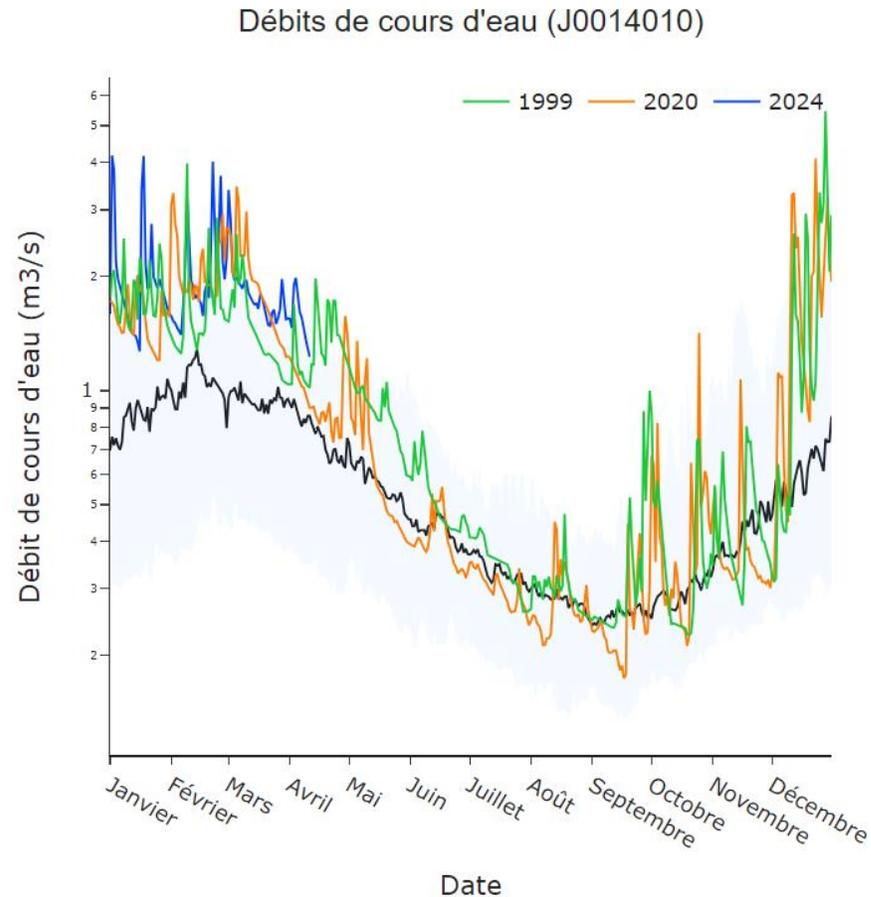
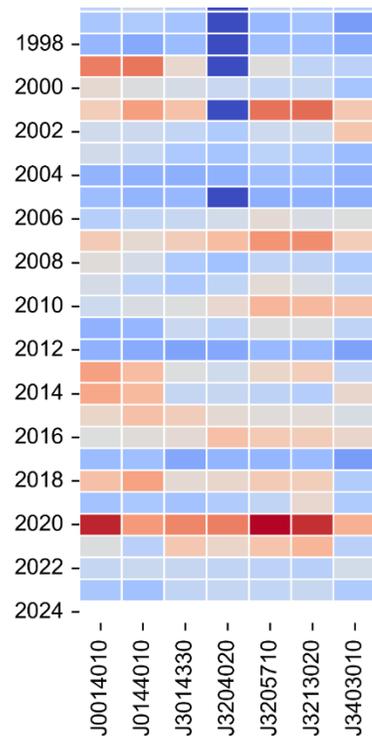
Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques

Quand, et où, a-t-on retrouvé dans le passé des conditions similaires sur les débits, le climat et la piézométrie aux données enregistrées le 12 avril 2024 à la station du Nançon à Lécousse ?



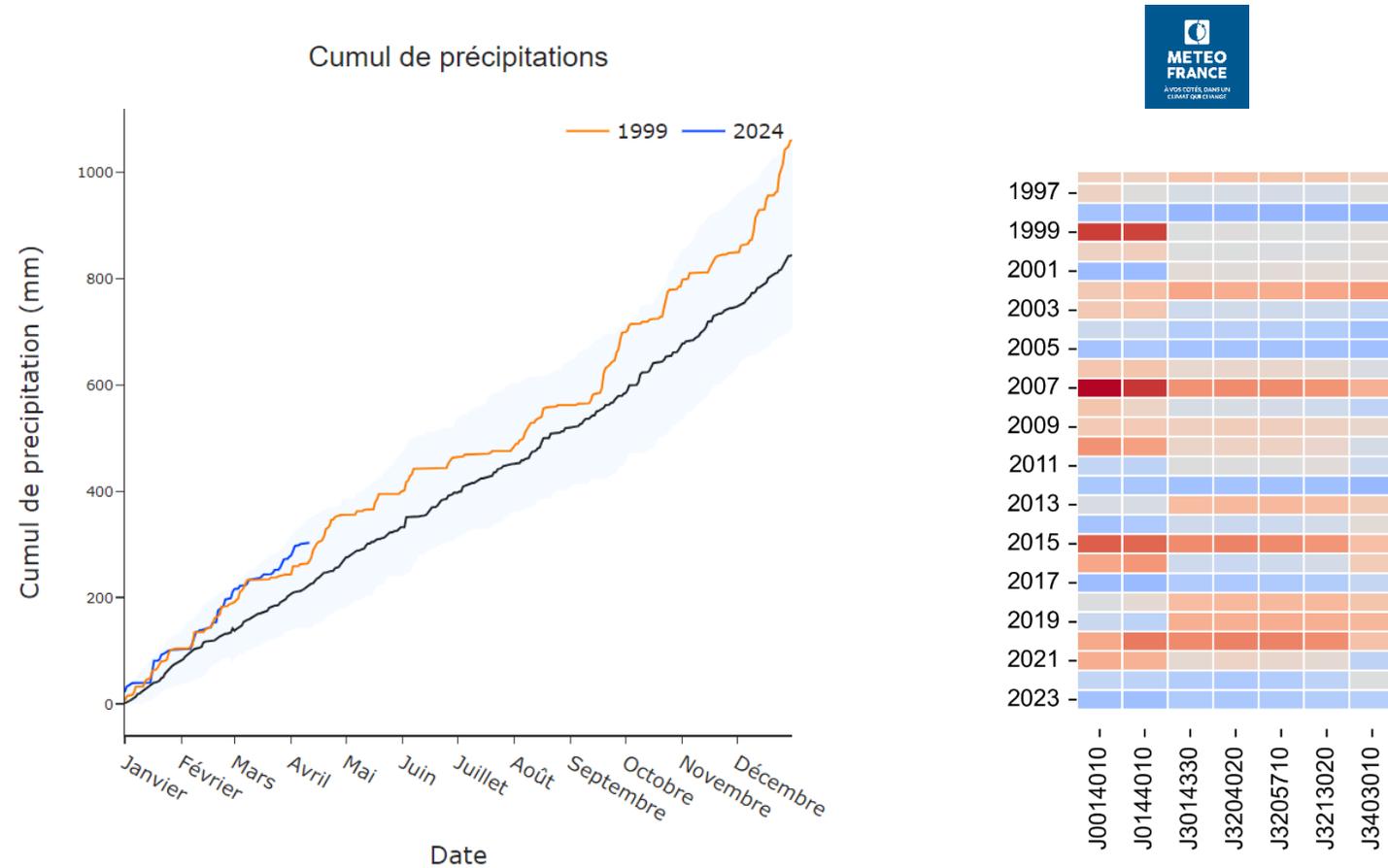
Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques

Quand, et où, a-t-on retrouvé dans le passé des conditions similaires sur les débits, le climat et la piézométrie aux données enregistrées le 12 avril 2024 à la station du Nançon à Lécousse ?



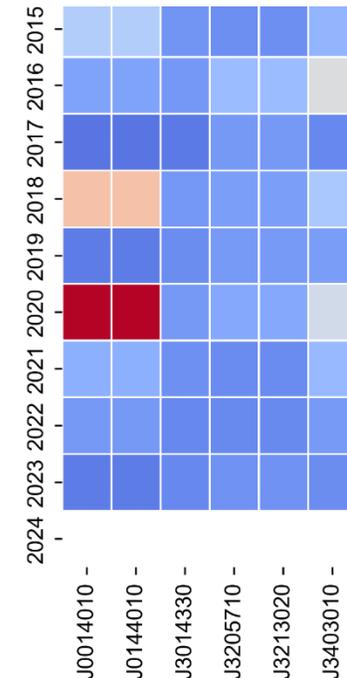
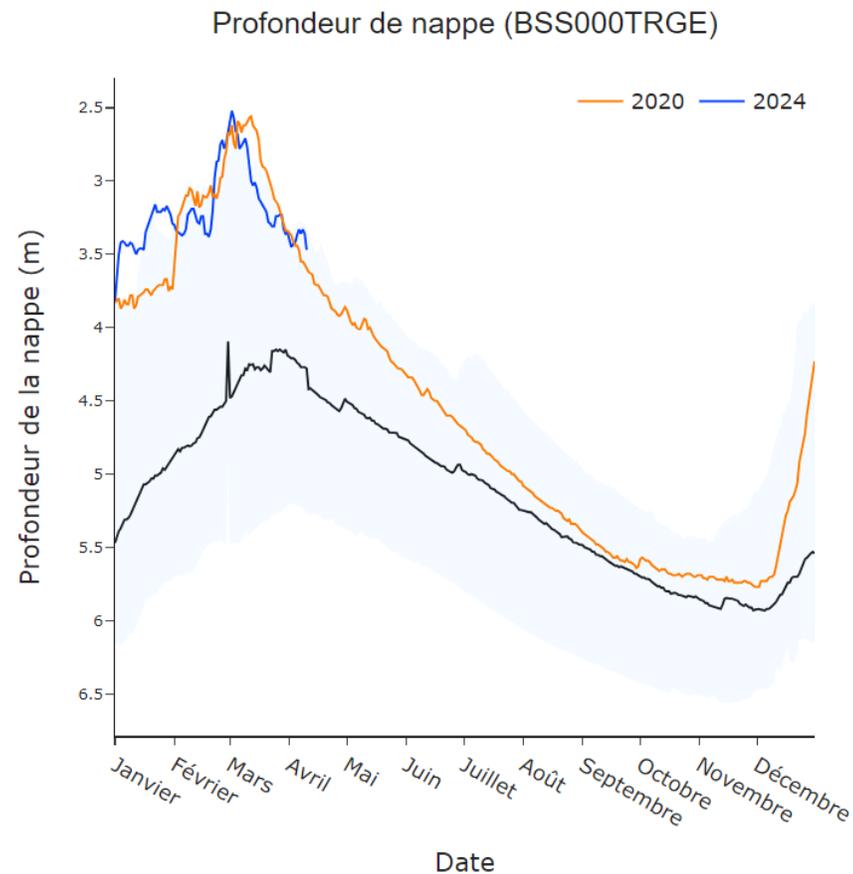
Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques

Quand, et où, a-t-on retrouvé dans le passé des conditions similaires sur les débits, le climat et la piézométrie aux données enregistrées le 12 avril 2024 à la station du Nançon à Lécousse ?



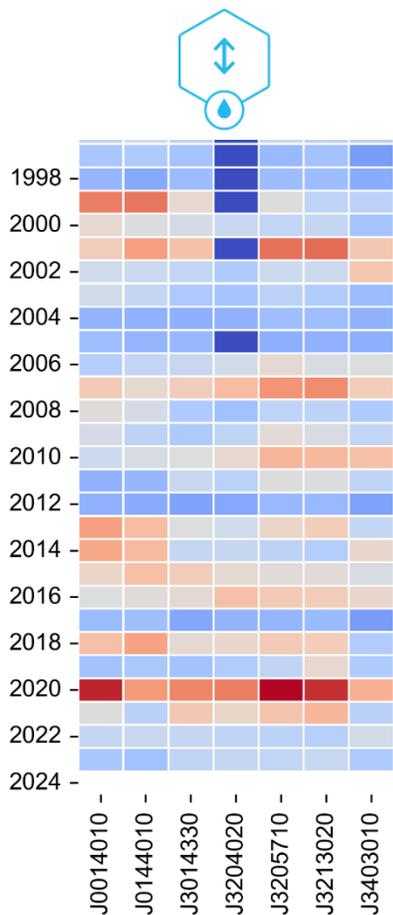
Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques

Quand, et où, a-t-on retrouvé dans le passé des conditions similaires sur les débits, le climat et la piézométrie aux données enregistrées le 12 avril 2024 à la station du Nançon à Lécousse ?

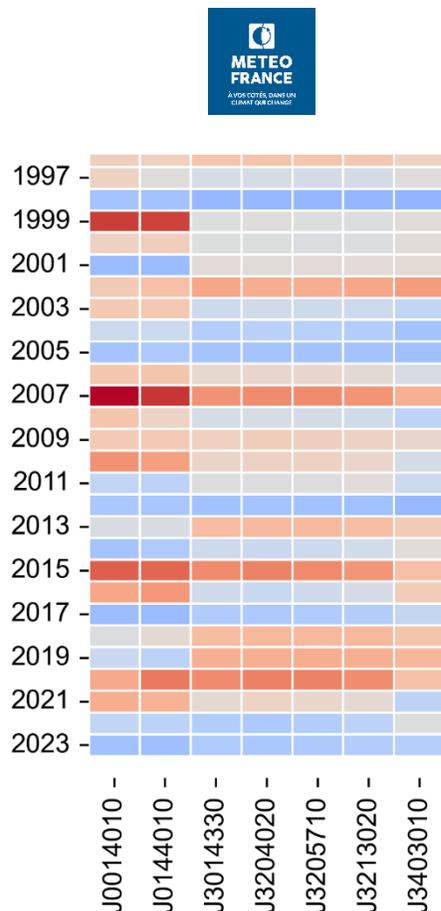


Projet CYDRE : Analyse corrélative des séries historiques

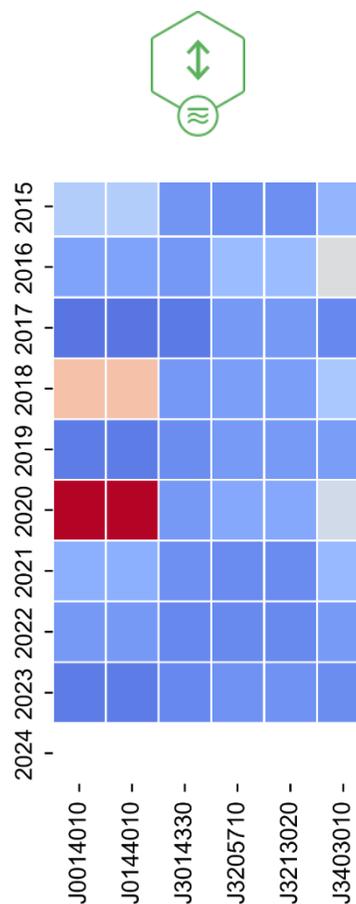
Quand, et où, a-t-on retrouvé dans le passé des conditions similaires sur les débits, le climat et la piézométrie aux données enregistrées le 12 avril 2024 à la station du Nançon à Lécousse ?



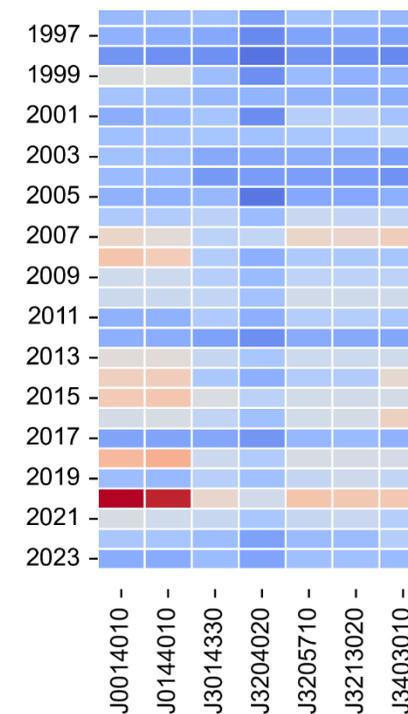
X



X



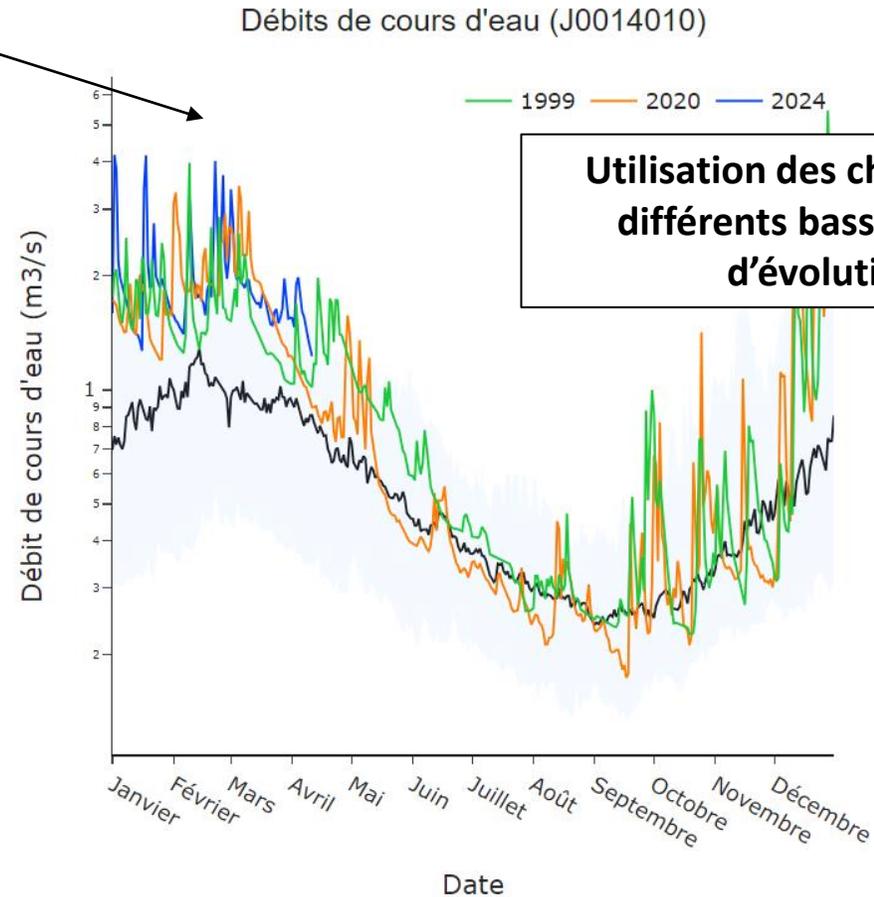
Croisement des matrices pour identifier les événements passés les plus proches



Projet CYDRE : Tendances saisonnières des débits

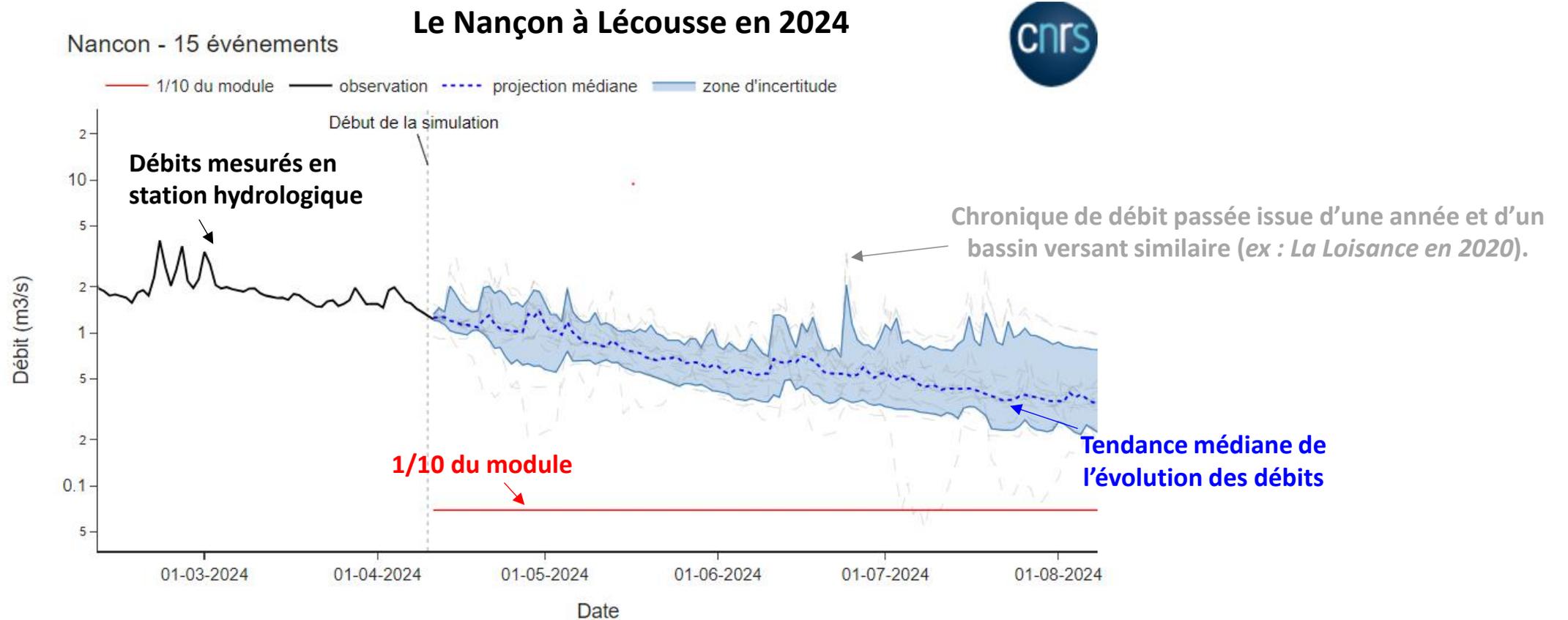
Comment passe-t-on des tendances passées aux tendances d'évolution des débits ?

Période de l'analyse
corrélative



Projet CYDRE : Tendances saisonnières des débits

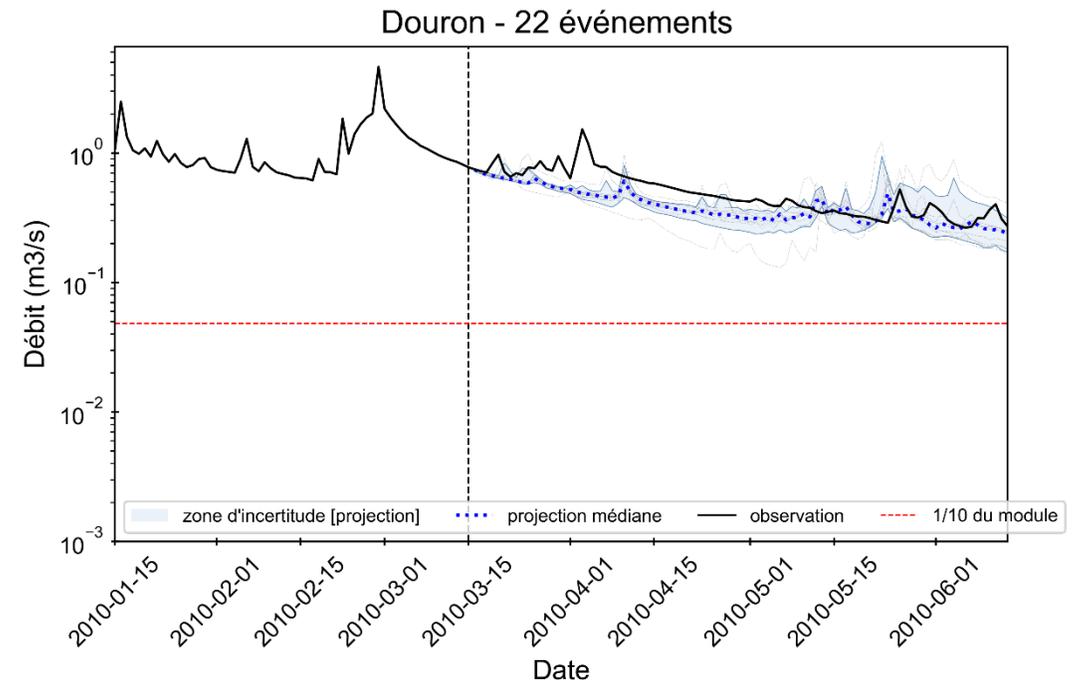
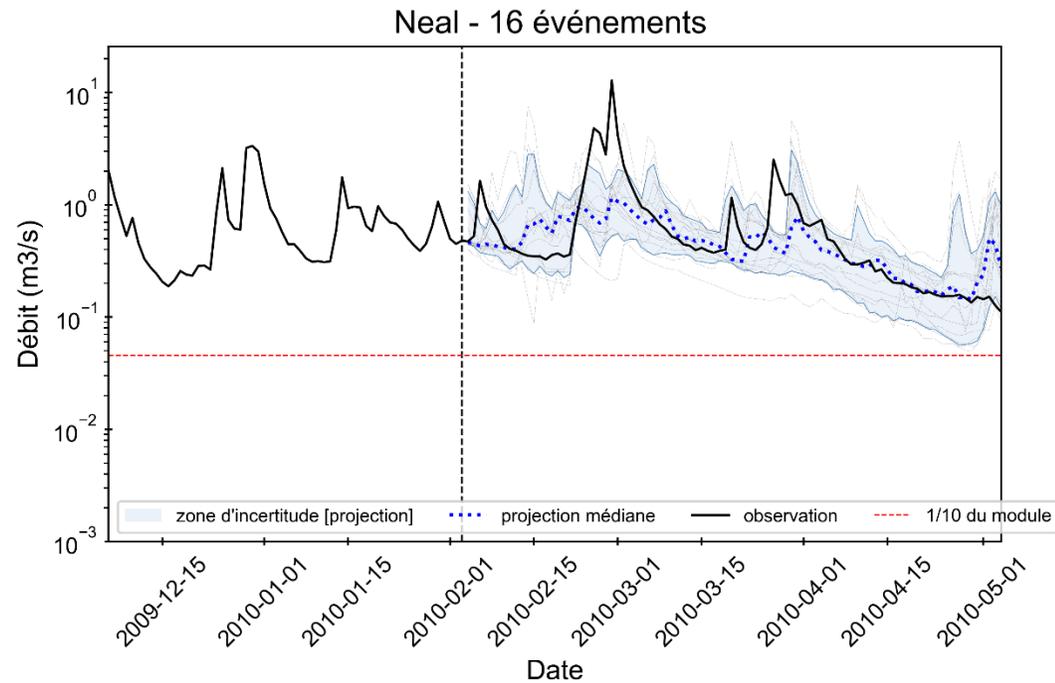
Comment passe-t-on des tendances passées aux tendances d'évolution des débits ?



Projet CYDRE : Comparaison des tendances avec les observations passées

Quelle est la qualité des prévisions ?

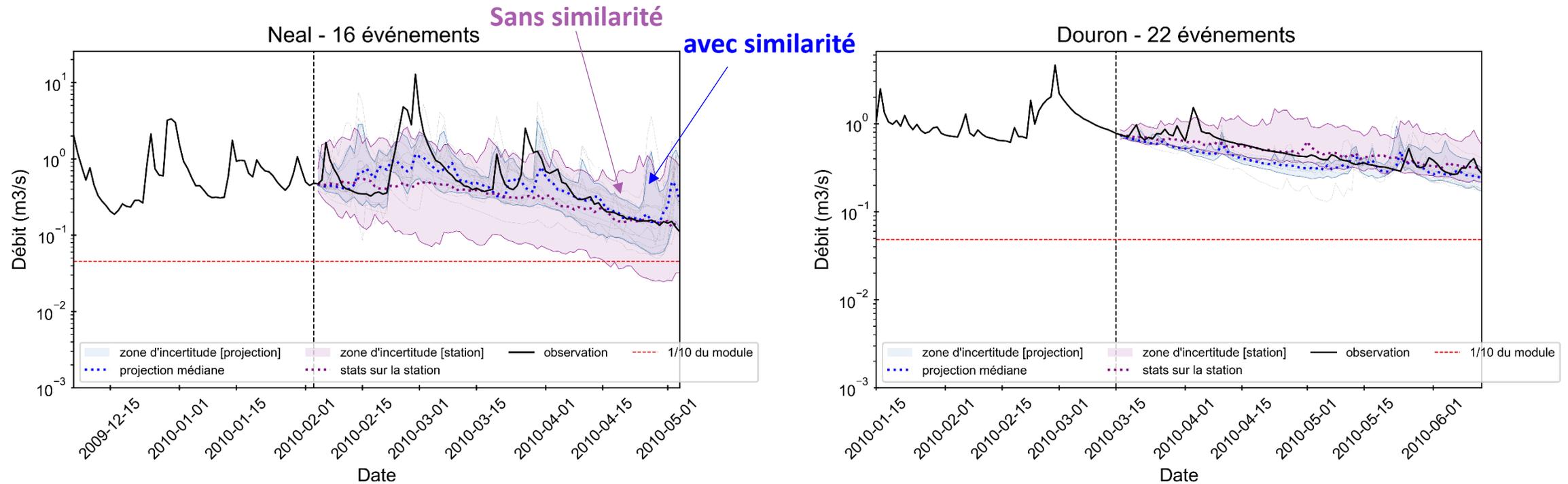
**Capacité à reproduire les tendances saisonnières
mais pas les réactions aux événements de pluies.**



Projet CYDRE : Comparaison des tendances avec les observations passées

Quelle est l'apport de la similarité spatiale et temporelle sur la qualité des prévisions ?

Diminution de l'incertitude lors de l'ajout de la similarité



Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Interface co-construit avec les acteurs de l'eau en Bretagne au sein d'ateliers

Objectif :

Développer une plateforme commune pour faciliter l'accès et la visualisation des données, diffuser une partie des résultats du projet de recherche EAUX2050 et permettre l'utilisation de modèles développés par les scientifiques.

Groupes de travail pour :

- Définir les attentes et besoins opérationnels.
- Tester l'outil développé et identifier les bugs et améliorations nécessaires.
- Partager les retours d'expériences.

Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Interface co-construit avec les acteurs de l'eau en Bretagne au sein d'ateliers

Site hébergé sur les serveurs de l'Université de Rennes et accessible à cette adresse : <https://cydre.univ-rennes.fr/>

The screenshot displays the CYDRE web platform interface. At the top, the CYDRE logo is on the left, and navigation links for 'FICHE DE SITE', 'SIMULATEUR', and 'SE CONNECTER' are in the center. On the right, there are logos for the European Union and the Région Bretagne, along with a help icon. The main header features a dark background with the text 'Tableau de bord des données utilisées pour la prévision.' Below this, a section titled 'Sélection de la station hydrologique de référence' includes an information icon and a dropdown menu currently showing 'J0014010 - Le Nançon à Lécousse'. To the right of the dropdown are logos for 'HydroPortail' and 'ades'. A dark bar below this section is labeled 'Localisation du bassin versant'. The bottom part of the interface shows two maps: a regional map of Brittany with numerous black dots representing hydrological stations, and a zoomed-in map of the selected basin with a pink dot indicating the station location. The zoomed map includes navigation controls like a zoom-in (+) and zoom-out (-) button, and a layer management icon.

Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Interface co-construit avec les acteurs de l'eau en Bretagne au sein d'ateliers

Site hébergé sur les serveurs de l'Université de Rennes et accessible à cette adresse : <https://cydre.univ-rennes.fr/>

The screenshot displays the CYDRE web platform interface. At the top left is the CYDRE logo with the tagline "Carte Hydrologique, Disponibilité de la Ressource et Évaluation". To the right are navigation buttons: "FICHE DE SITE" and "SIMULATEUR" (both highlighted with red boxes), and "SE CONNECTER". Further right are logos for the European Union, the Région Bretagne, and a help icon. The main header features a dark background with the text "Tableau de bord des données utilisées pour la prévision." Below this is a section titled "Sélection de la station hydrologique de référence" with an information icon. A dropdown menu shows "Choix d'une station" with "J0014010 - Le Nançon à Lécousse" selected. Logos for "HydroPortail" and "ades" are visible. The bottom section, "Localisation du bassin versant", contains two maps: a regional map of Brittany with a red dot indicating the location, and a detailed map of the catchment area with a pink dot and a road labeled "D 177".

Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Onglet « Fiches de site » dédié à la présentation des données

Sélection de la station hydrologique de référence ⓘ

Choix d'une station

Sélectionner une station

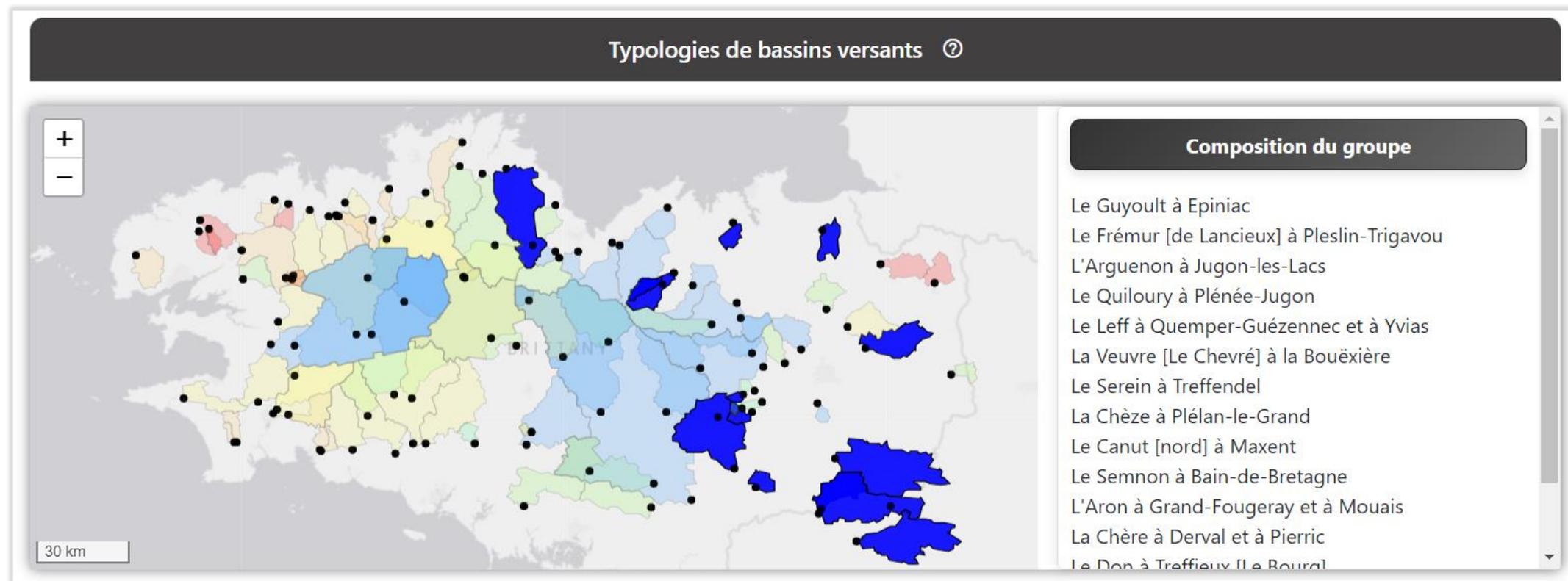
- J7364220 - La Chèze à Plélan-le-Grand
- J7373110 - La Vaunoise à Saint-Gilles**
- J7483010 - La Seiche à Bruz et à Pont-Péan
- J7513010 - Le Canut [nord] à Maxent
- J7633010 - Le Semnon à Bain-de-Bretagne
- J7803020 - La Chère à Châteaubriant [Béré]

HydrPortail ades

20 km

Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Onglet « Fiches de site » dédié à la présentation des données



Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Onglet « Simulateur » dédié à la prévision saisonnière

Sélection de la station hydrologique de référence ⓘ

Choix d'une station

J1103010 - L'Arguenon à Jugon-les-Lacs

HydrPortail 

Conditions de la prévision ⓘ

Echéance de la prévision (jours) ⓘ ⚠

0 20 40 60 80 100 120

Date de la simulation

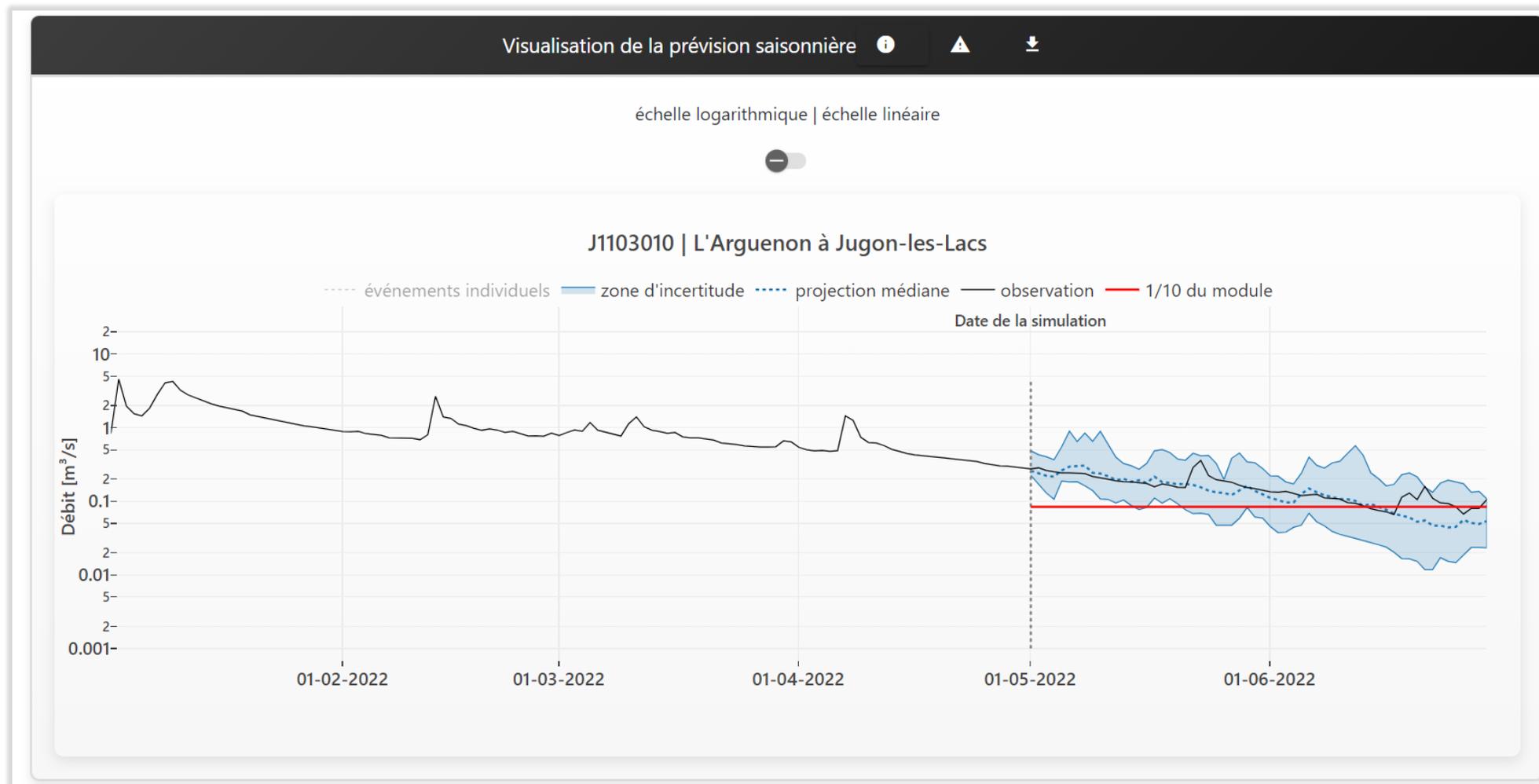
01/05/2022 📅

Par défaut la date de simulation est la date du jour. Il est possible d'effectuer des prévisions à des dates antérieures, notamment pour évaluer la qualité des projections avec les données d'observations.

▶ Lancer la simulation ⚠

Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Onglet « Simulateur » dédié à la prévision saisonnière



Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Onglet « Simulateur » dédié à la prévision saisonnière

Définition des seuils ⓘ

1/10 du module 0,084 [m³/s]

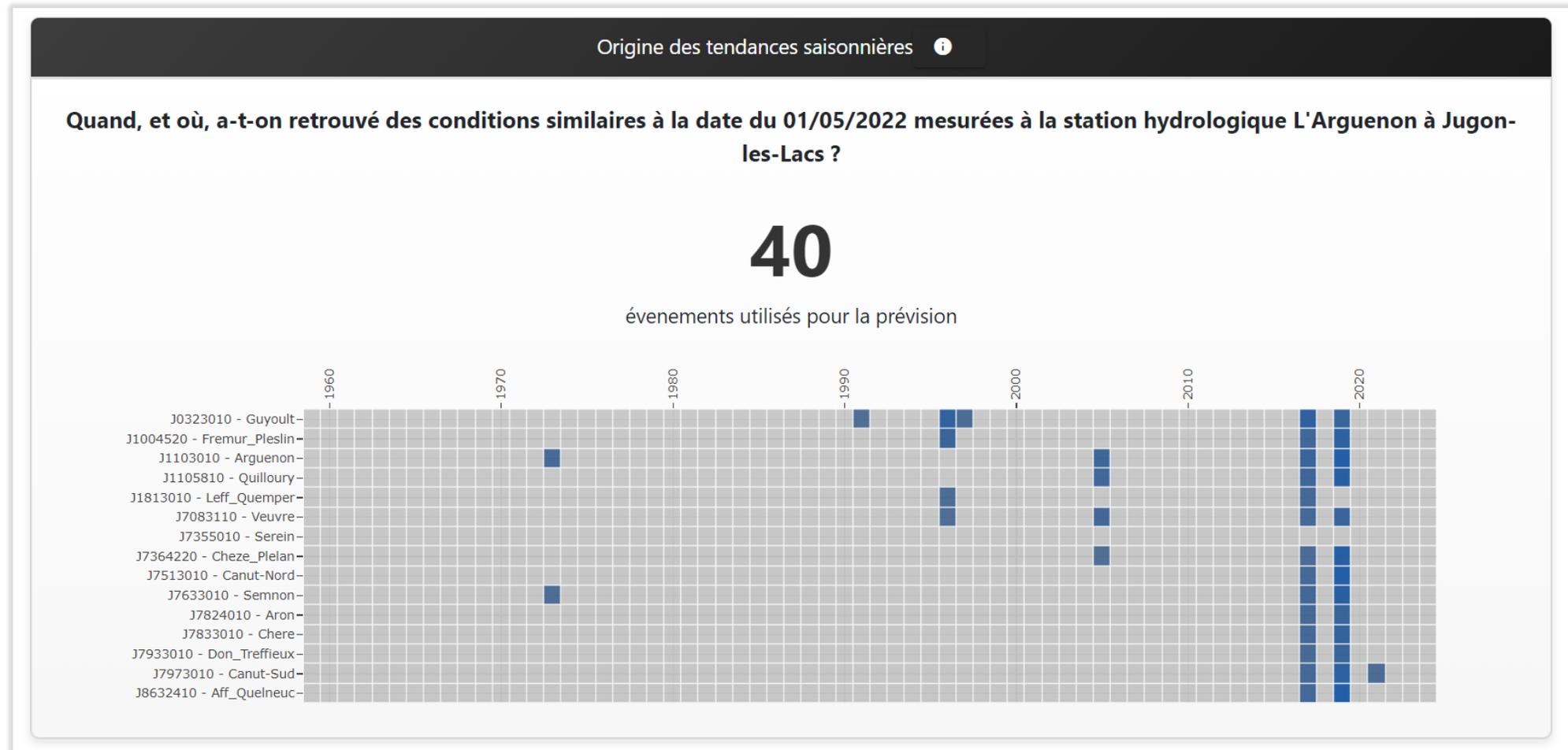
+ Actualiser les indicateurs

Indicateurs opérationnels [1/10 du module]

Indicateur	Valeur	Plage
Estimation du débit	0.054 m ³ /s	[0.023 - 0.109]
Jours jusqu'au seuil	46 jours	[0 - 14]
Cumul des jours sous le seuil	14 jours	[0 - 42]
% d'événements sous le seuil	77.5 %	-
Volume sous le seuil	32671 m ³	[0 - 152795]

Projet CYDRE : Présentation de la plateforme web

Onglet « Simulateur » dédié à la prévision saisonnière



Conclusions et perspectives

- Co-construction d'un outil opérationnel pour répondre aux besoins des acteurs de l'eau.
- L'outil se base sur les données passées pour générer les tendances saisonnières d'évolution des débits.
- Valorisation des travaux de thèse à partir de la carte de typologie des bassins versants issues des propriétés hydrogéologiques.
- L'outil a vocation à évoluer en intégrant de nouveaux modèles.



Place aux échanges



Nos prochains RDV

- **08/11/2024** | Temps d'échanges autour du projet **OBTAINER** - Intermittence des cours d'eau
- **10/01/2025** | Retour sur les projets **ClimatVeg** et **Fermadapt** - Adaptation de l'agriculture au changement climatique

www.creseb.fr



Quoi de neuf ?

Abonnez-vous à notre Newsletter afin de rester informé sur l'avancée des travaux du Creseb et sur les parutions et actualités dans le domaine de l'eau.

RESTEZ CONNECTÉ

 twitter.com/Creseb_Bretagne

 CRESEB Vidéotheque



283 avenue du Général Patton
CS 21101 - 35711 RENNES Cedex 7

• Contact Cellule d'animation

Tél. : 02 99 27 11 62
Email : creseb@bretagne.bzh