



**HAL**  
open science

## De la sélection d'une liste de stations hydrométriques d'évaluation pour Explore2 au nettoyage des séries de débits : un exercice collectif

Guillaume Thirel, Laurent Strohmenger, Eric Sauquet, Charles Perrin

### ► To cite this version:

Guillaume Thirel, Laurent Strohmenger, Eric Sauquet, Charles Perrin. De la sélection d'une liste de stations hydrométriques d'évaluation pour Explore2 au nettoyage des séries de débits : un exercice collectif. Journée "Chroniques hydrométriques pour l'hydrologie", Mar 2024, Lyon, France. hal-04530264

**HAL Id: hal-04530264**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04530264>**

Submitted on 3 Apr 2024

**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.

## ➤ De la sélection d'une liste de stations hydrométriques d'évaluation pour Explore2 au nettoyage des séries de débits : un exercice collectif

Guillaume Thirel<sup>1</sup>, Laurent Strohmenger<sup>1</sup>, Eric Sauquet<sup>2</sup>, Charles Perrin<sup>1</sup>  
et le consortium Explore2

1 : INRAE, Université Paris-Saclay, HYCAR Research Unit, Antony, France

2 : INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France

**INRAE**

## Le projet Explore2

Objectifs

Sélection des stations

## > Explore2



### Organisation du projet

- Juin 2021 – juin 2024
- Cofinancé par le Ministère de la transition écologique, l'Office français de la biodiversité, les partenaires du projet

### Objectifs

- Actualiser les connaissances concernant l'impact du changement climatique sur l'hydrologie **naturelle** en France au cours du 21<sup>e</sup> siècle
- Accompagner les acteurs pour adapter leurs stratégies de gestion de la ressource en eau



Assistance à maîtrise  
d'ouvrage

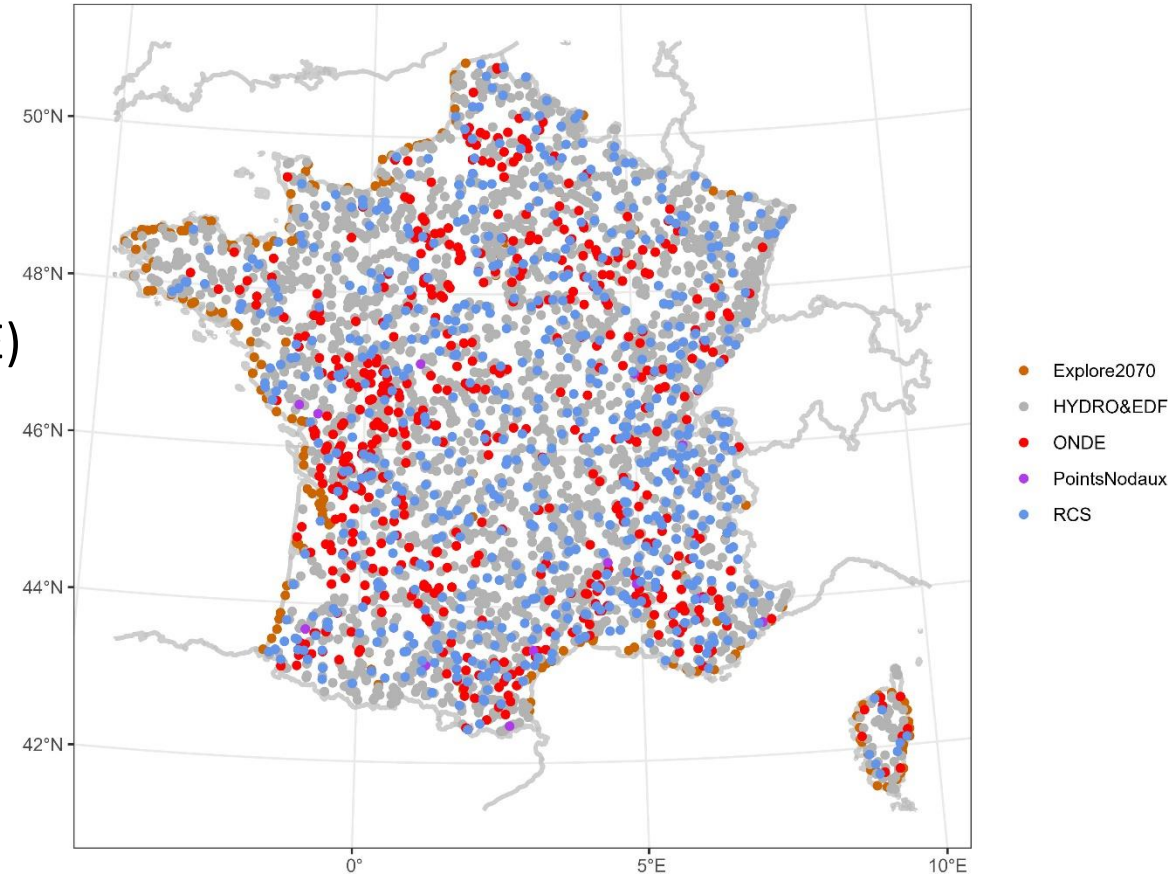


## ➤ Stations

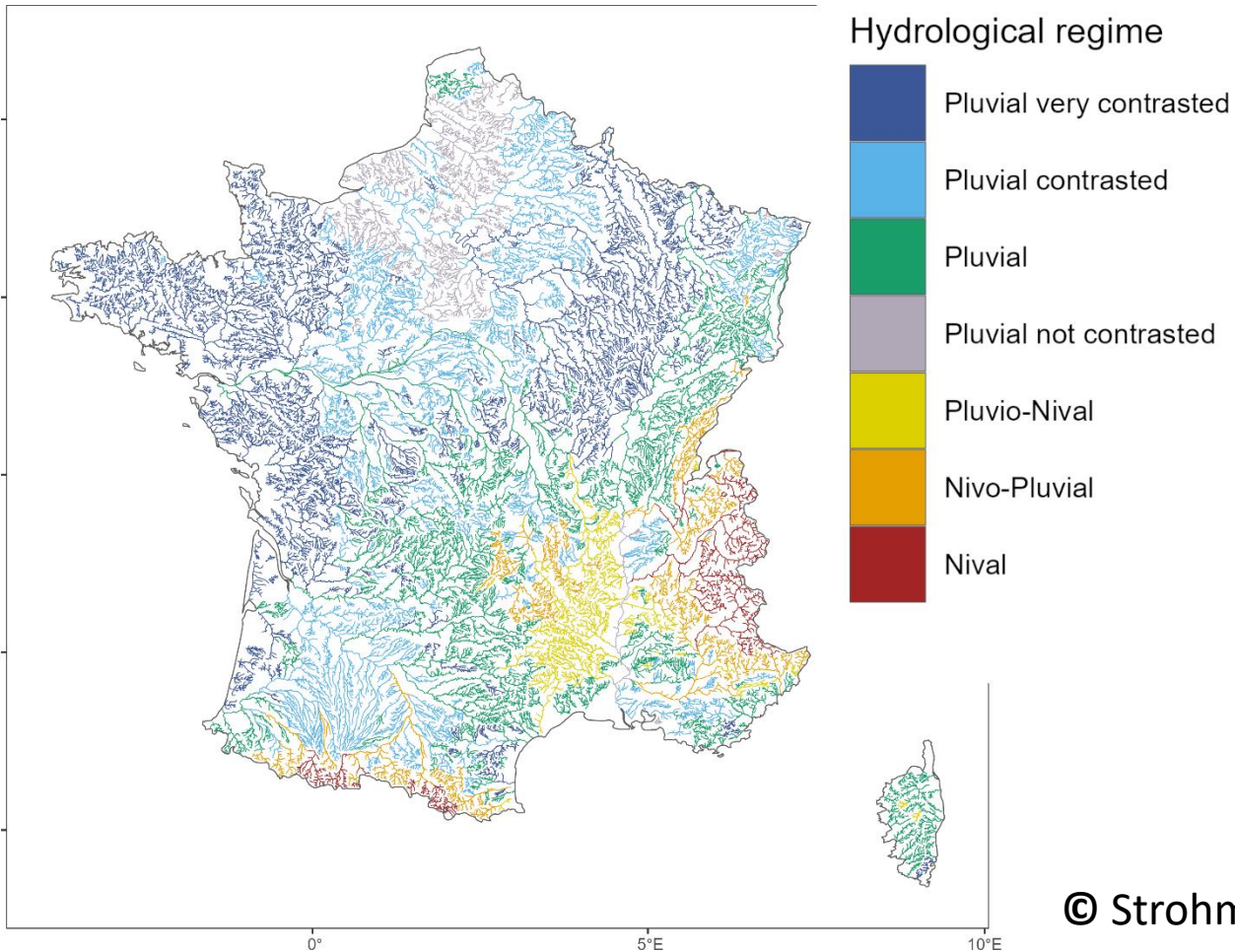
Objectif de simuler les débits futurs pour un nombre de stations aussi important que possible !

### Simulation du débit pour > 4300 stations

- Croisement de réseaux d'observation
  - Banque HYDRO
  - EDF
  - Observatoire National Des Etiages (ONDE)
  - Points nodaux des SDAGE
  - Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS)
- Surface BV > 64 km<sup>2</sup>



## ➤ Une multiplicité de régimes hydrologiques (relation entre précipitation et débits) en France

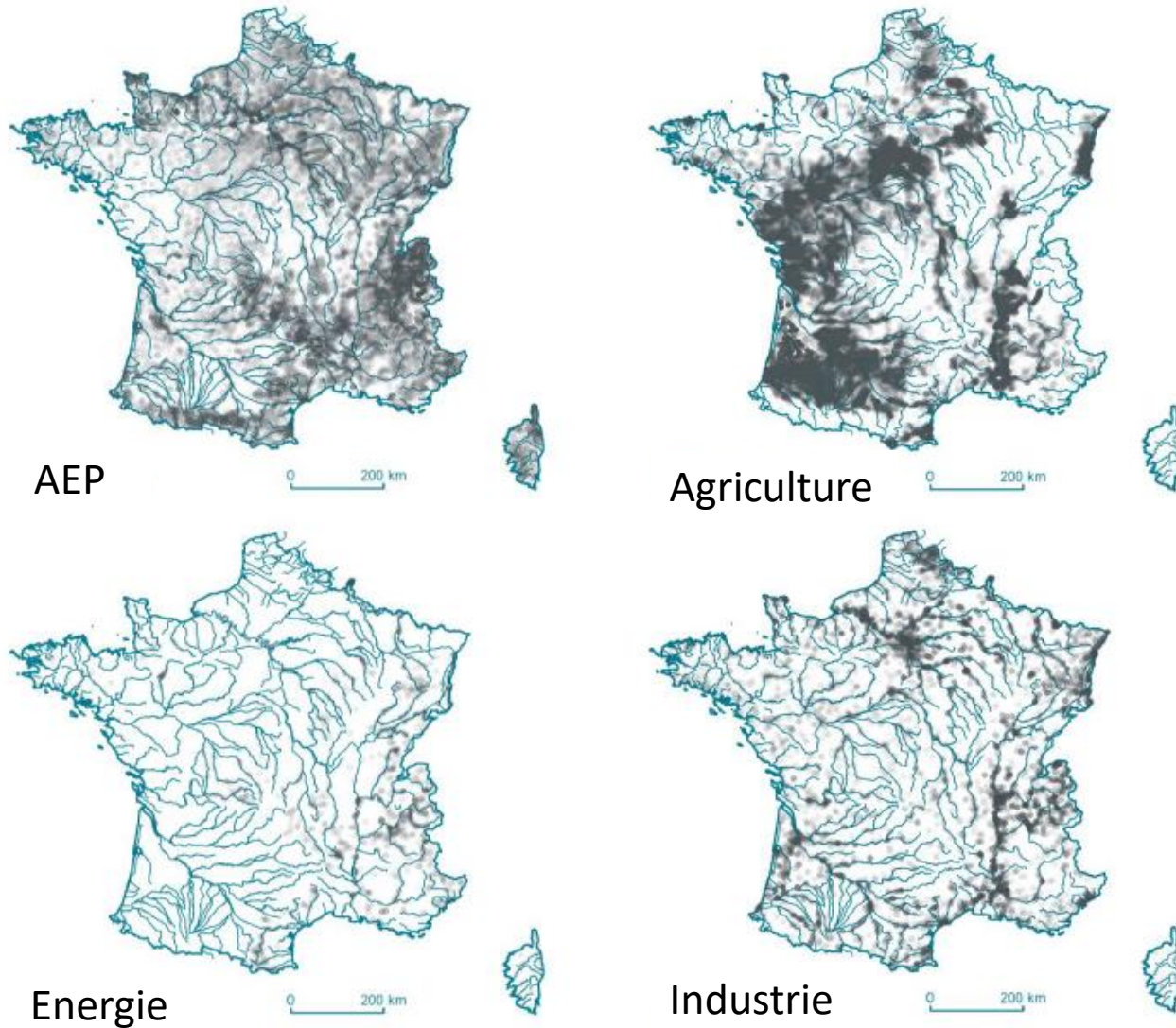


Nécessité de caler et/ou d'évaluer les modèles hydrologiques :

- Sur autant de stations que possible
- Sur des données aussi pertinentes que possible, i.e.:
  - Non influencées
  - Non erronées

© Strohmenger et al., to be submitted

## ➤ Etape 1 : Identification des influences connues



Volumes de prélèvements déclarés dans la BNPE entre 2012 et 2018 pour différents usages (117 000 points de prélèvements pour 834 milliards de m<sup>3</sup>, en 2018)

© Sauquet et al. (2022), rapport Explore2

Figure 2 : Points de prélèvements par usage (source BNPE, période 2008-2019)

## ➤ Etape 1 : Identification des influences connues

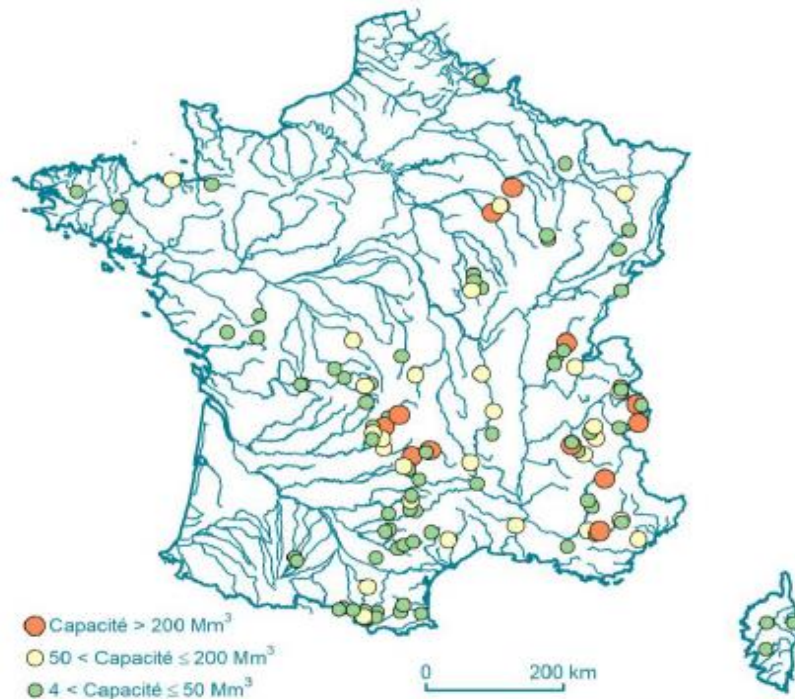


Figure 3 : Localisation et capacité des grands barrages en France métropolitaine selon AQUASTAT

### Grands barrages français

© Sauquet et al. (2022), rapport Explore2

### Critères retenus pour la sélection finale :

- Ratio entre capacité des grands barrages et débit annuel < 5 %
- Conso annuelle / (conso annuelle + débit annuel) < 5 %,
- Conso JJAS / (conso JJAS + débit JJAS) < 5 %,
- Proportion du bassin en France > 90 %



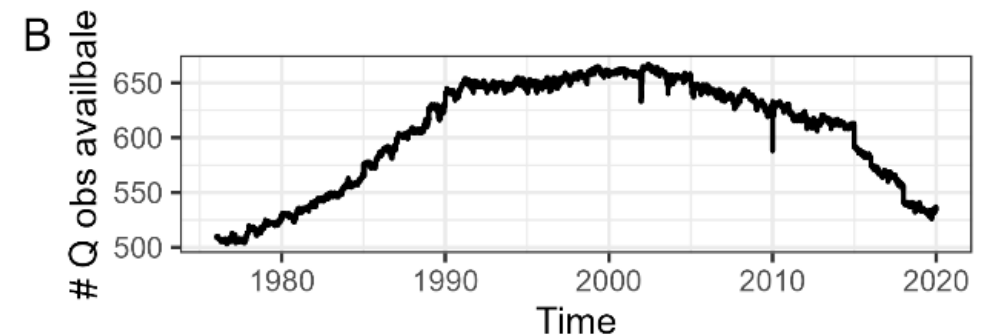
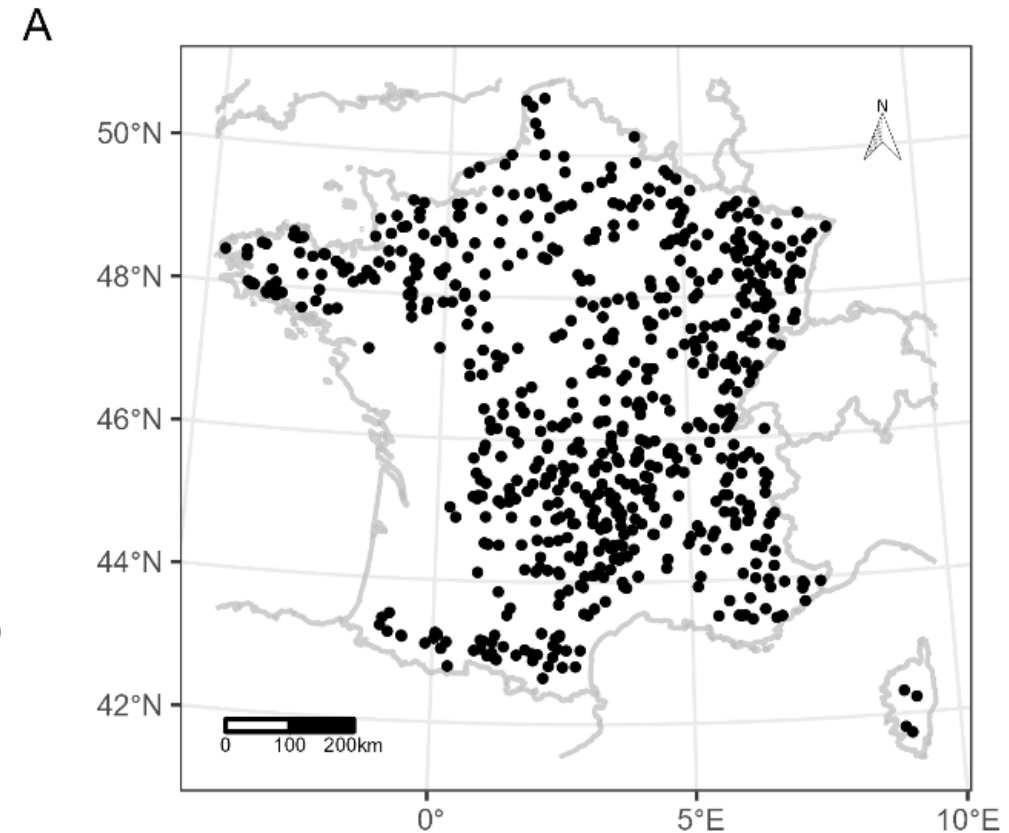
## ➤ Stations retenues dans un 1<sup>er</sup> temps

Evaluation

### 674 stations jaugées

- HYDRO et EDF naturalisées
- Peu d'influence anthropique
- Données dites de bonne qualité
- > 26 ans de débit journalier entre 1976-2019

Objectif de les utiliser pour caler et évaluer les modèles hydrologiques



## ➤ Etape 2 : analyse visuelle

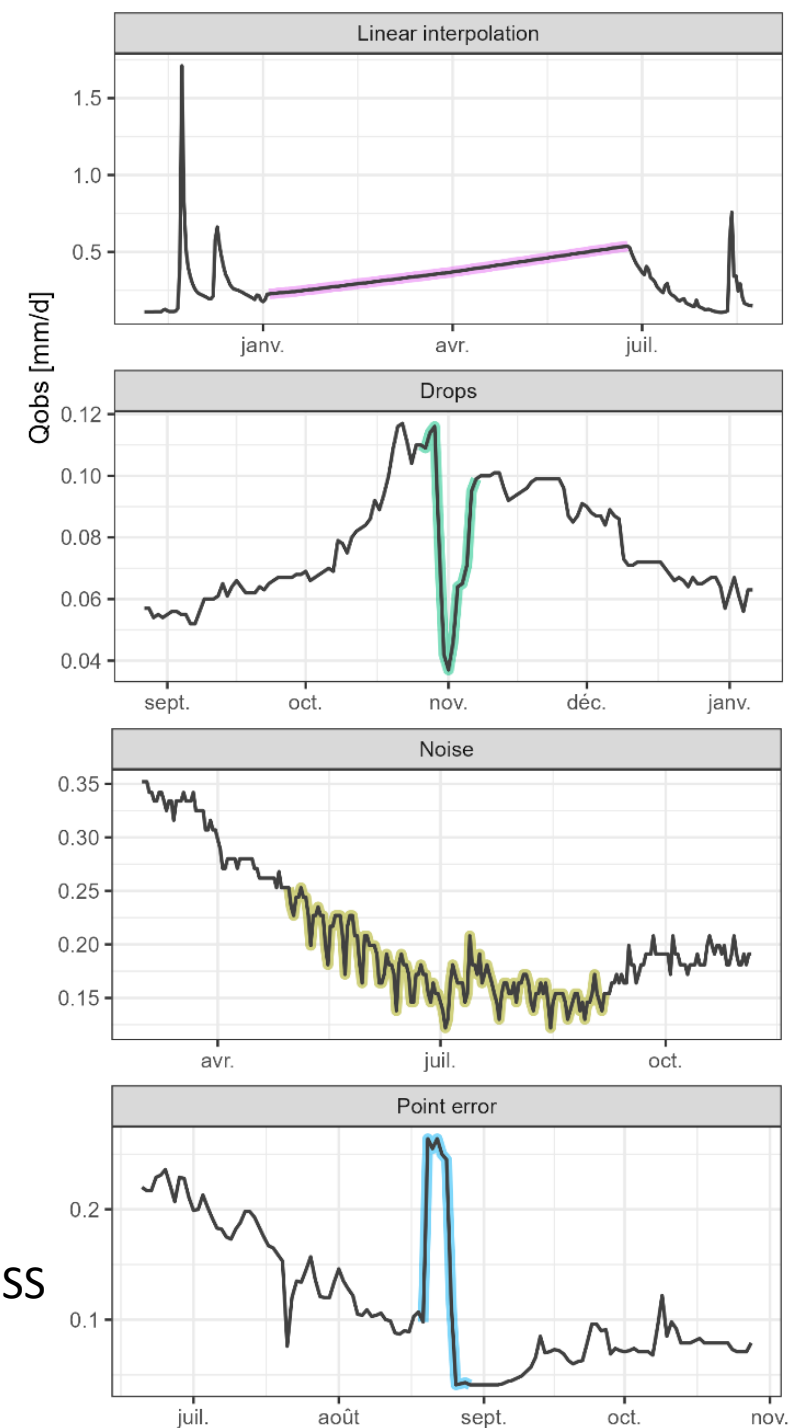
### Séries parfois douteuses

- Marqueurs de station influencée
- Reconstitutions erronées
- Erreurs de mesures

### Objectifs

- Identifier les stations non naturelles
- Identifier les périodes douteuses

© Strohmenger et al. (2023), article dans HESS



**INRAE**

Campagne d'analyse visuelle des chroniques



## ➤ Méthodes

### Organisation

### Séries de débit critiquées par deux personnes différentes

- $2 \times 674 = 1348$  séries temporelles à analyser

### Sessions organisées sur zoom

- Rappeler les objectifs
- Travailler en binômes
- Poser des questions

**Merci aux 43 hydrologues volontaires!**



# ➤ Méthodes

## Organisation

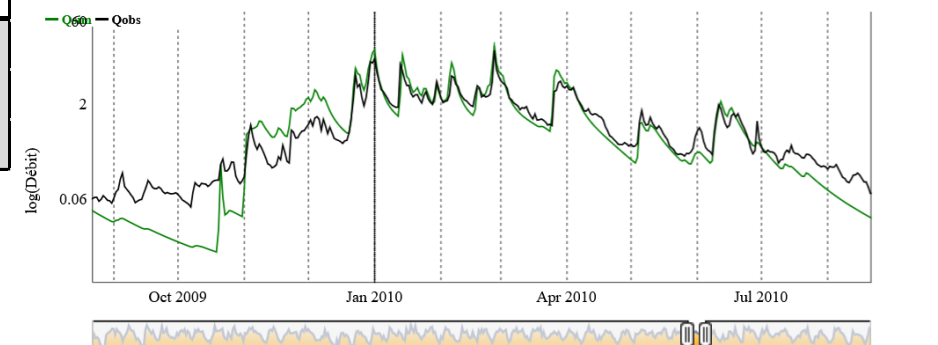
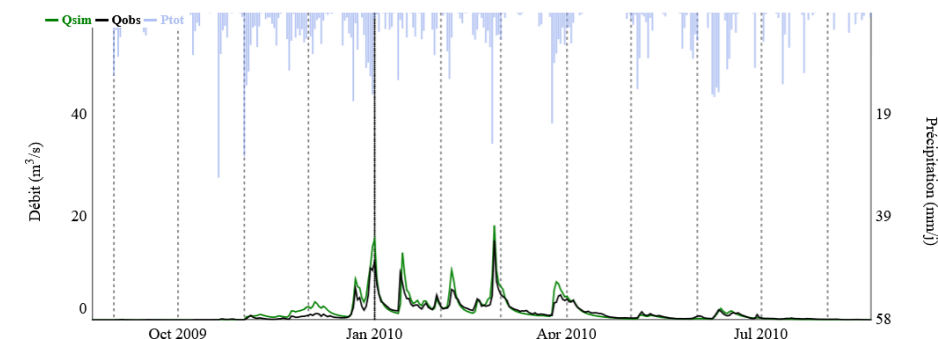
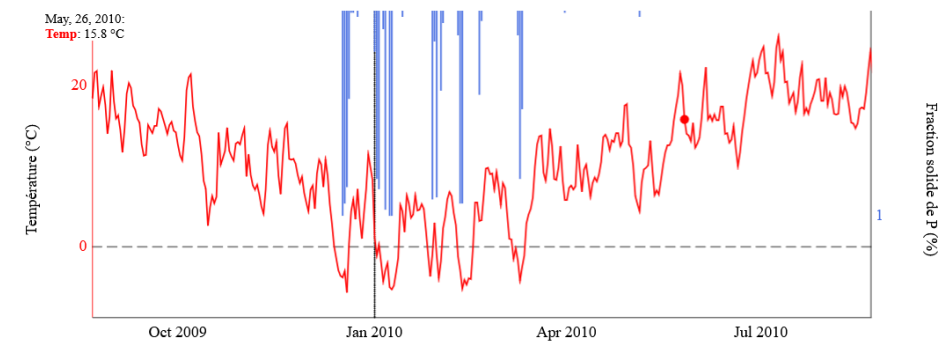
### Une fiche HTML

- Climat (P, T, fraction solide)
- Débits mesurés
- Echelles linéaires et log

### Un fichier Excel

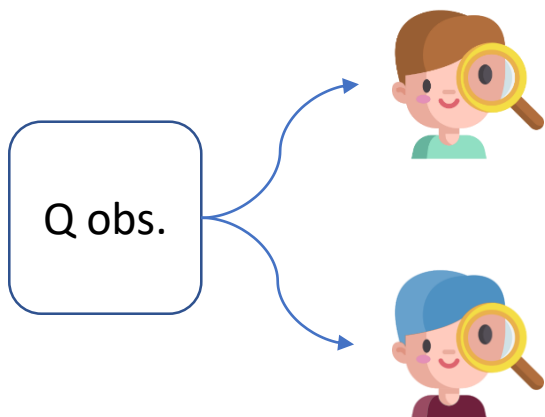
- 1 onglet par station

Date début	Date fin	Erreur détectée	Commentaires libres	Commentaire général
01/10/1977	01/10/1977	Erreur ponctuelle aberrante		Très belle station
14/10/1978	20/10/1978	Autre (précisez)	bosse inexplicquée par les pluies	
18/08/1989	29/08/1989	Interpolation linéaire		



## ➤ Méthodes

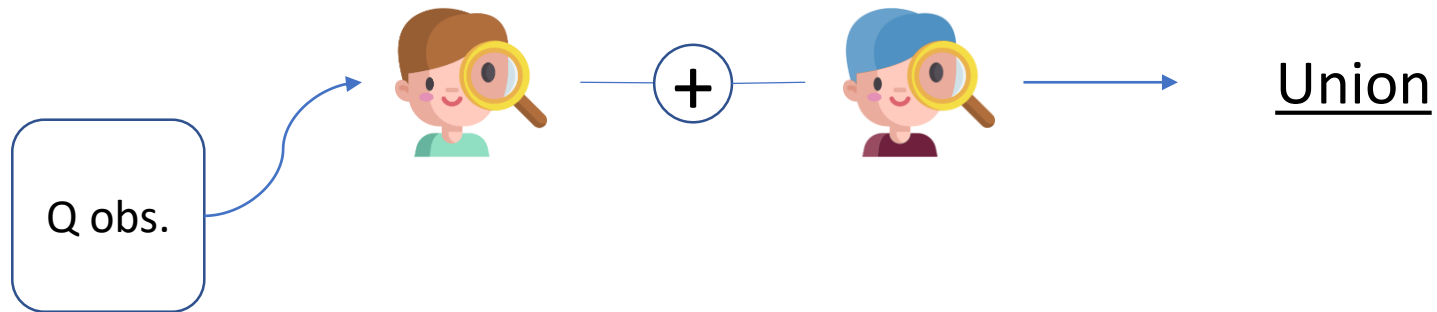
Croisement des résultats des observations



<b>date</b>	<b>Critique 1</b>	<b>Critique 2</b>
0	anomalie A	anomalie A
1	anomalie B	anomalie A
2	anomalie A	-
3	-	anomalie A
4	-	-

## ➤ Méthodes

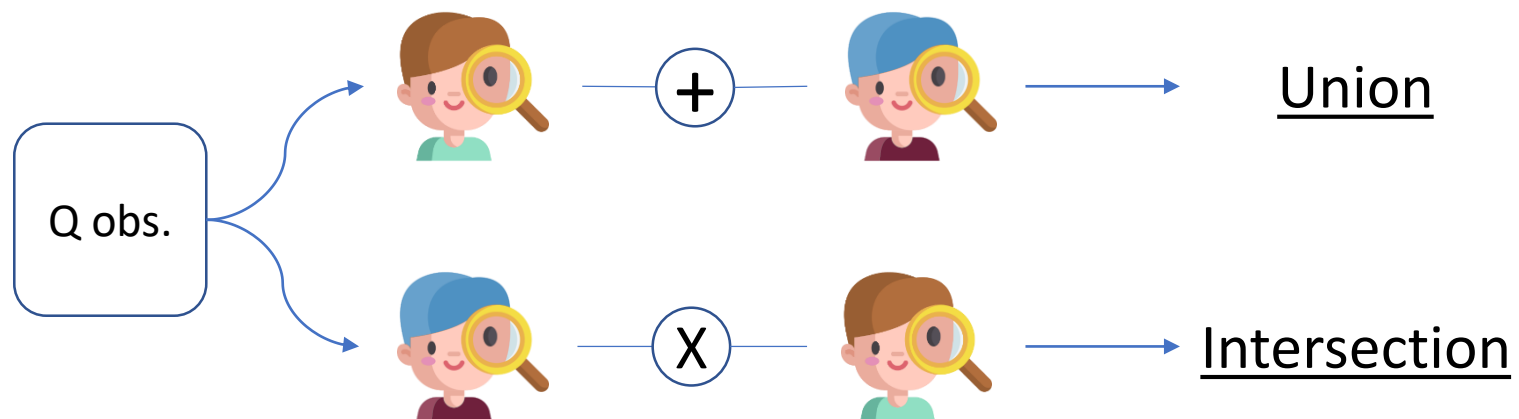
Croisement des résultats des observations



date	Critique 1	Critique 2	Union
0	anomalie A	anomalie A	anomalie A
1	anomalie B	anomalie A	anomalie (désaccord)
2	anomalie A	-	anomalie A
3	-	anomalie A	anomalie A
4	-	-	-

## ➤ Méthodes

Croisement des résultats des observations

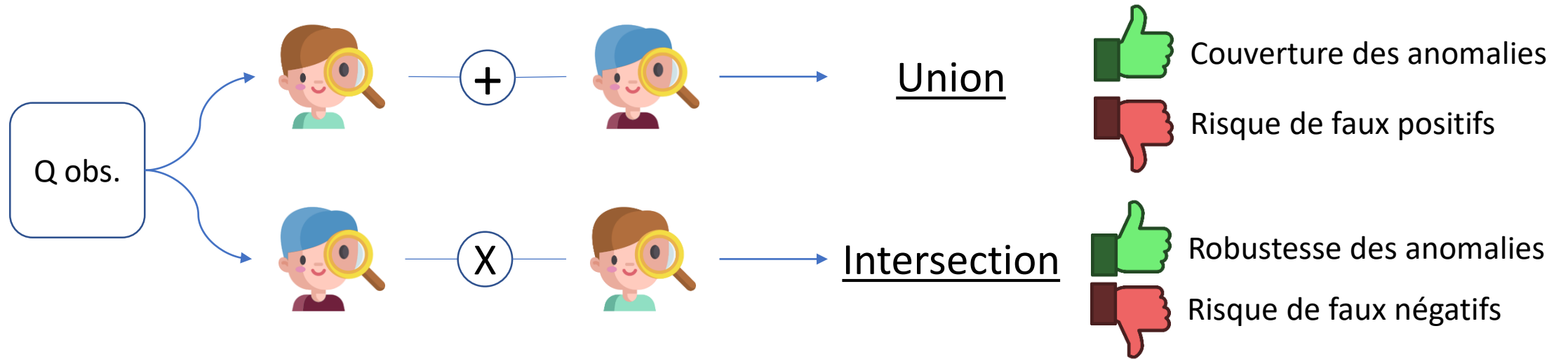


date	Critique 1	Critique 2	Union	Intersection
0	anomalie A	anomalie A	anomalie A	anomalie A
1	anomalie B	anomalie A	anomalie (désaccord)	anomalie (désaccord)
2	anomalie A	-	anomalie A	-
3	-	anomalie A	anomalie A	-
4	-	-	-	-



# ➤ Méthodes

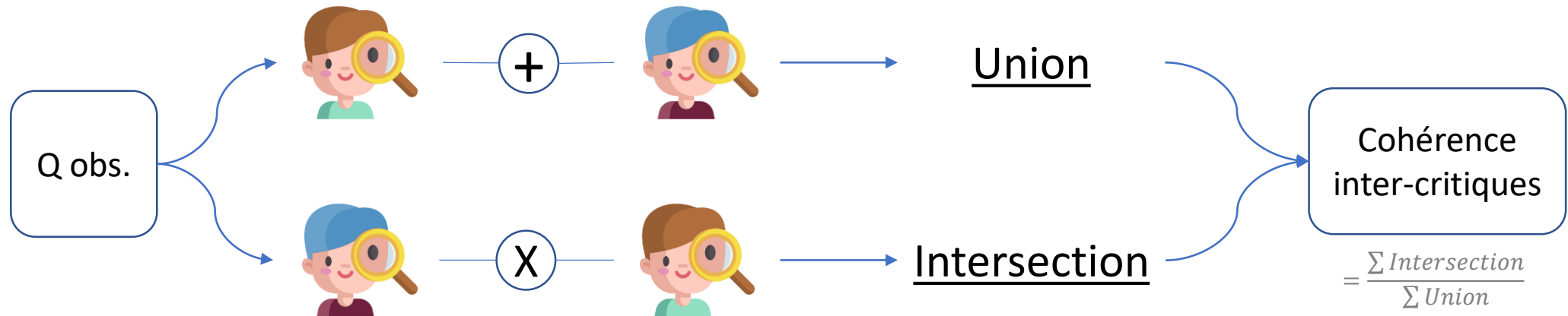
## Croisement des résultats des observations



date	Critique 1	Critique 2	Union	Intersection
0	anomalie A	anomalie A	anomalie A	anomalie A
1	anomalie B	anomalie A	anomalie (désaccord)	anomalie (désaccord)
2	anomalie A	-	anomalie A	-
3	-	anomalie A	anomalie A	-
4	-	-	-	-

# ➤ Méthodes

## Croisement des résultats des observations



date	Critique 1	Critique 2	Union	Intersection
0	anomalie A	anomalie A	anomalie A	anomalie A
1	anomalie B	anomalie A	anomalie (désaccord)	anomalie (désaccord)
2	anomalie A	-	anomalie A	-
3	-	anomalie A	anomalie A	-
4	-	-	-	-

INRAE

Quelles différences entre les individus ?



## ➤ Résultats

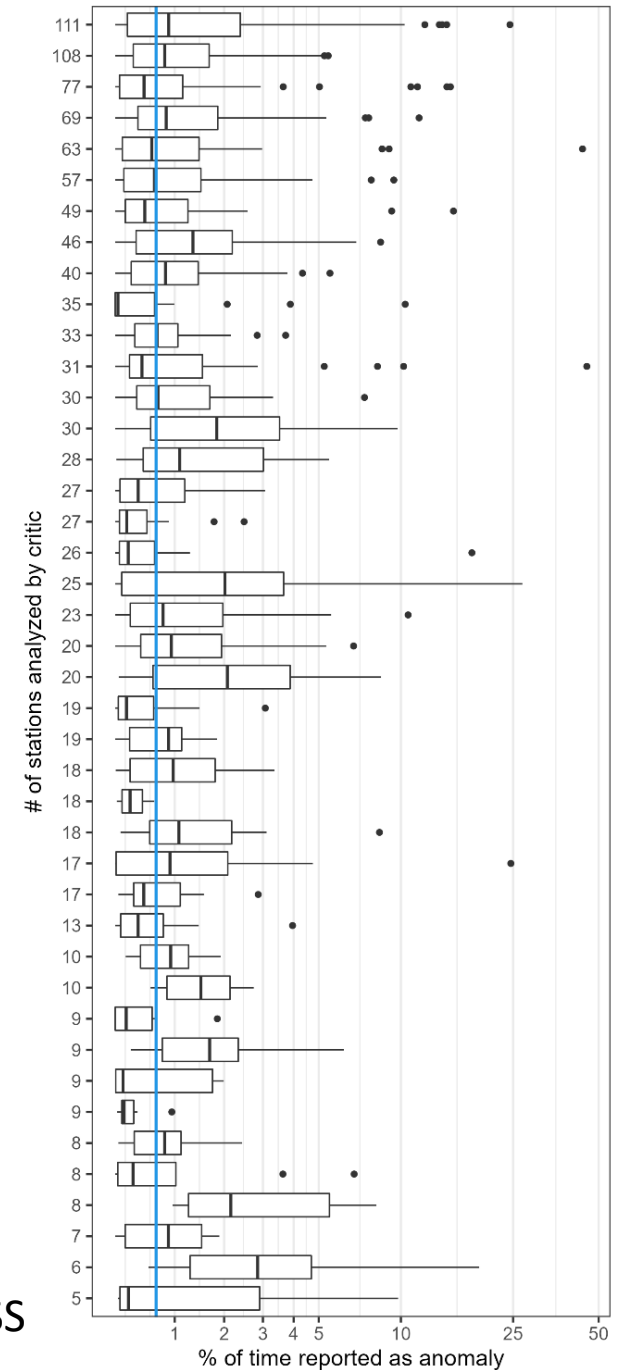
Statistiques individuelles – durées des anomalies reportées

### Proportions d'anomalie par chronique par critique

- Varie entre 0 et 45 %
- Médiane à 0.7 % (3 mois, ligne bleue sur la figure)
- Moyenne de 2.7 % (1 an)

### Hétérogénéité liée à

- Qualité des stations à analyser ?
- Exigences des personnes ?



## ➤ Résultats

Statistiques individuelles – cohérence inter-critiques

$$\textit{Agreement} = \frac{\sum \textit{Intersection}}{\sum \textit{Union}} \textit{ par station}$$

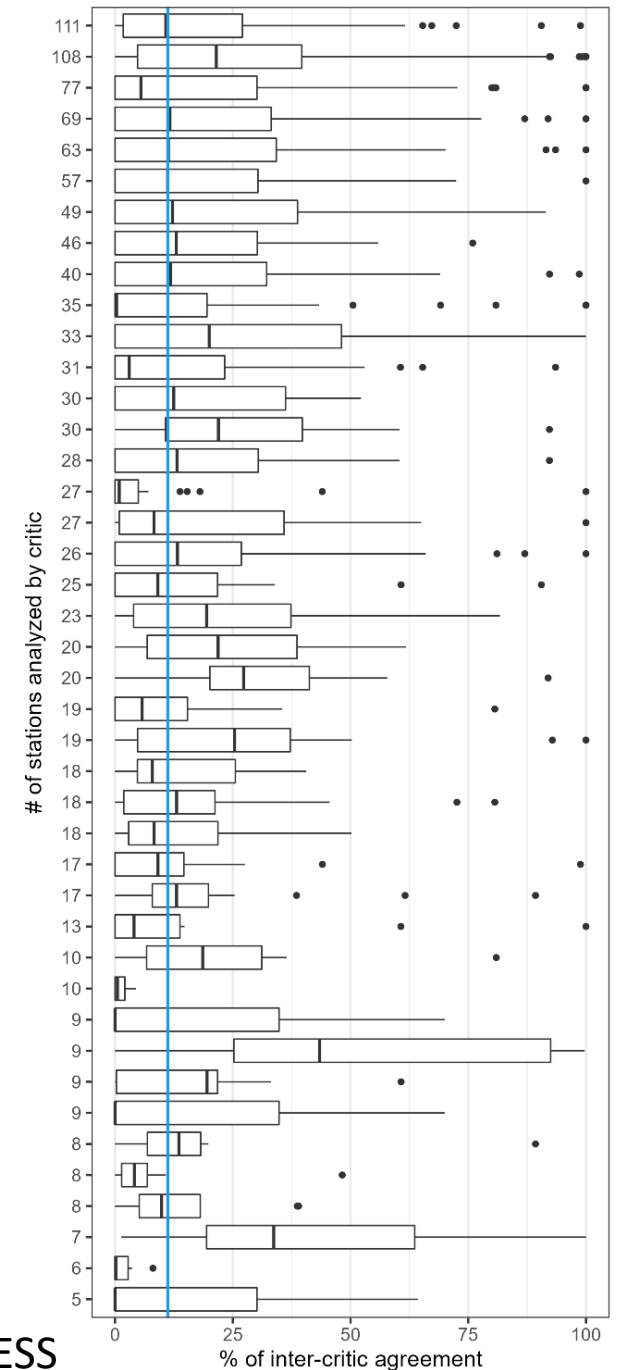
### Faible accord inter-critiques

- Moyenne de 12 %
- Médiane de 10.5 % (ligne bleue sur la figure)

### Subjectivité élevée sur ce qu'est une anomalie

- Expertise de chaque individu ?

Décision de **prendre en compte l'union des anomalies** (vs l'intersection) pour « nettoyer » les chroniques



INRAE

Quelles proportions et temporalité des anomalies?



## ➤ Résultats

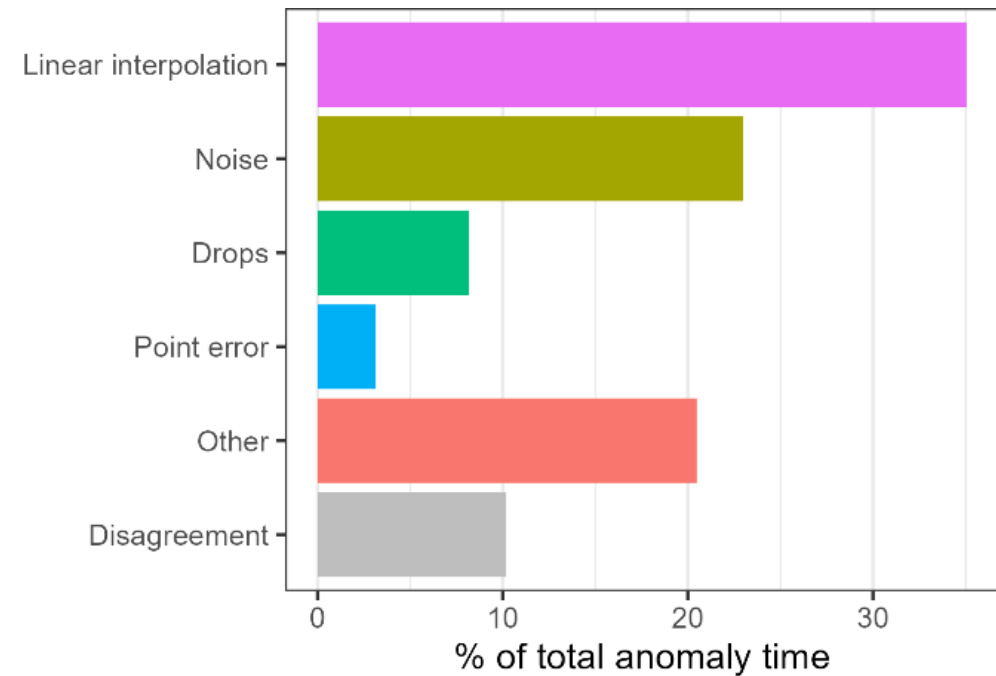
Proportion des types d'anomalie

### Interpolation (35 %) et Bruits (23 %)

- Faciles à repérer ?
- Durée plus longue (22 et 73 jours en moy.)

### Autre (21 %) et Désaccord (10 %)

- Confusion ou superposition de types d'erreurs



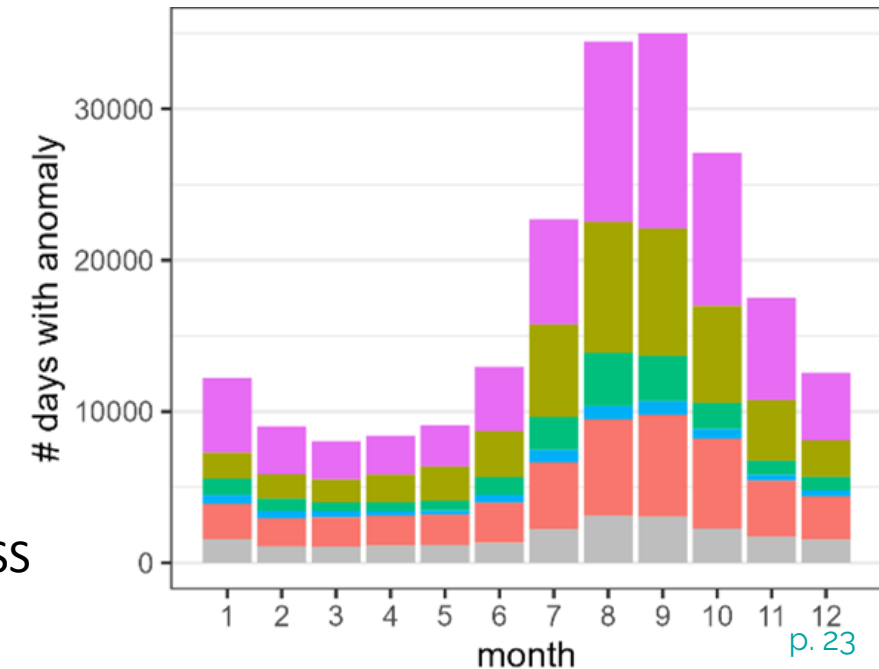
© Strohmenger et al. (2023), article dans HESS

## ➤ Résultats

Saisonnalité des types d'anomalie

### Anomalies plus fréquentes en été

- Particulièrement pour interpolations et bruit
- Bas débits plus difficile à mesurer ?
- Influences anthropiques plus visibles ?
- Suivi des stations moins assidu ?
- Effet de l'échelle log sur les figures fournies ?



© Strohmenger et al. (2023), article dans HESS



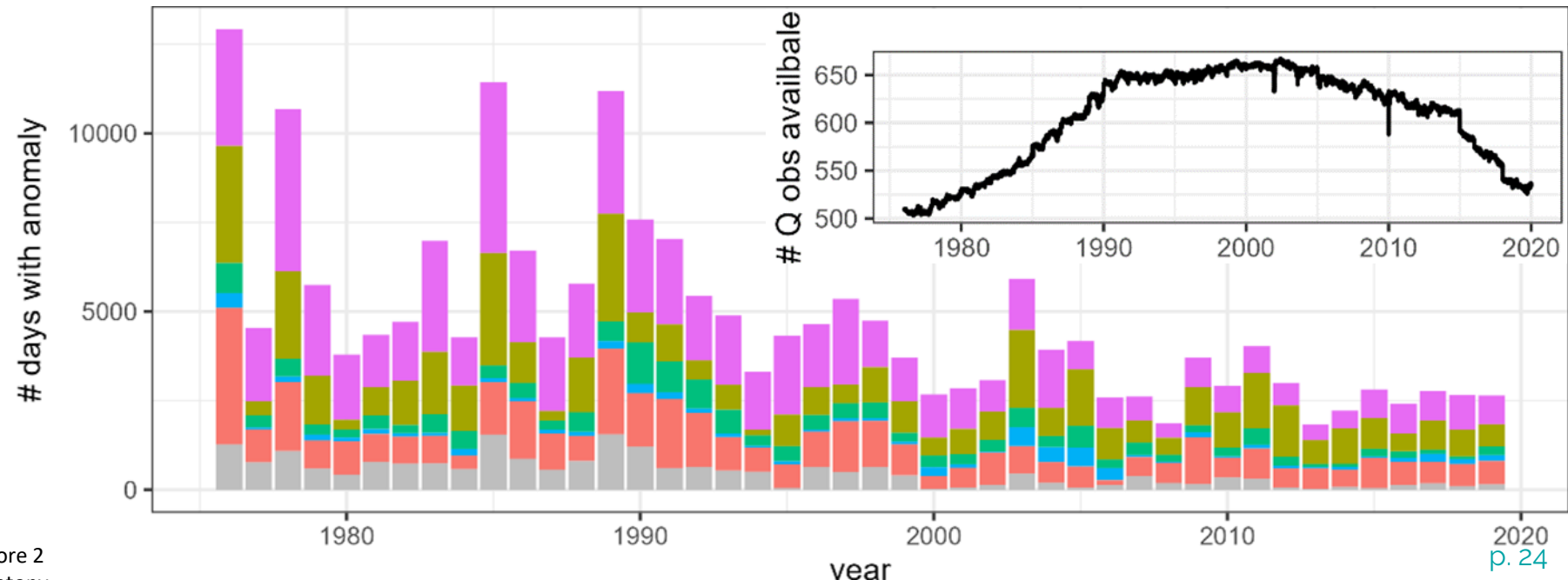
## ➤ Résultats

Evolution long terme des types d'anomalie

### Diminution de la fréquence des anomalies

- Amélioration de la qualité des stations ?
- Diminution de l'attention des critiques ?

### Quelques années atypiques (1976, 1978, 1985, 1989, 2003)



**INRAE**

Quelles influences de ces anomalies?



## ➤ Résultats

Indicateurs hydrologiques - Q saisonnier

$Q_{\text{clean}}$  moyen mensuel /  $Q_{\text{ini}}$  moyen mensuel

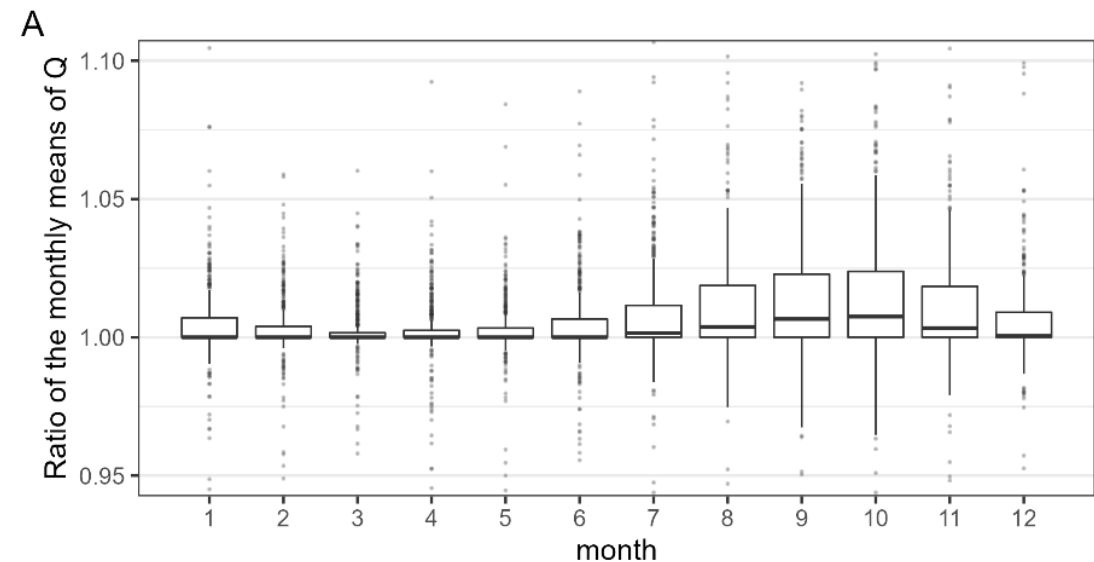
Peu d'effet sur le régime saisonnier

- Très souvent proche de 1

Anomalies surtout identifiées en bas débits

- Peu de stations avec ratio < 1
- Ratio plus élevé en étiage

Des stations avec des ratios « outliers »



© Strohmenger et al. (2023), article dans HESS

**INRAE**

Recommandations et perspectives



## ➤ Recommandations et perspectives

### Pour les producteurs de données

- Données disponibles de bonne qualité, en amélioration depuis 1976
- /!\ Diminution progressive du nombre de stations suivies depuis 2005
- Les périodes de basses eaux sont très impactées par les anomalies

## ➤ Recommandations et perspectives

### Pour les producteurs de données

- Données disponibles de bonne qualité, en amélioration depuis 1976
- /!\ Diminution progressive du nombre de stations suivies depuis 2005
- Les périodes de basses eaux sont très impactées par les anomalies

### Pour les utilisateurs

- Subjectivité de la critique de la donnée
- Faible impact des anomalies sur les indicateurs hydrologiques
- /!\ quelques stations outliers : attention aux études sur peu de stations

## ➤ Recommandations et perspectives

### Pour les producteurs de données

- Données disponibles de bonne qualité, en amélioration depuis 1976
- /!\ Diminution progressive du nombre de stations suivies depuis 2005
- Les périodes de basses eaux sont très impactées par les anomalies

### Pour les utilisateurs

- Subjectivité de la critique de la donnée
- Faible impact des anomalies sur les indicateurs hydrologiques
- /!\ quelques stations outliers : attention aux études sur peu de stations

### Pour les organisateurs de campagne de critiques de données

- Réduire le nombre de types d'anomalie
- Ajouter un indice de confiance en plus du type d'anomalie
- /!\ aux échelles log sur les figures fournies aux critiques



**INRAE**

Décision par rapport au projet Explore 2





## ➤ Résultats

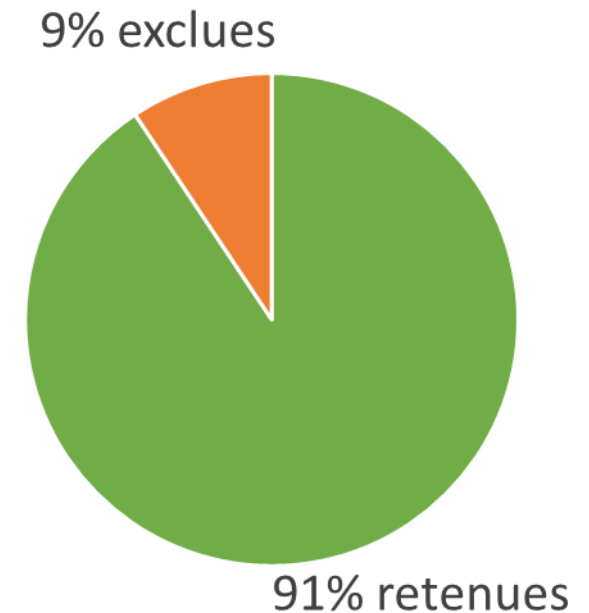
Décision par rapport au projet Explore 2

Sur les 674 stations critiquées

- 611 à garder
- 63 à exclure

Qu'a-t-on fait des périodes d'anomalie reportées ?

- Mise en lacune de l'union des anomalies
- Peu de perte de données



## ➤ Ressources

### **Rapport Explore2:**

Sauquet, E., Vergnes, J.-P., Thirel, G., Strohmenger, L. IDENTIFICATION DE STATIONS HYDROMETRIQUES ET PIEZOMETRES POUR L'ÉVALUATION DES MODELISATIONS HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES.

<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>

### **Article dans HESS :**

Strohmenger, L., Sauquet, E., Bernard, C., Bonneau, J., Branger, F., Bresson, A., Brigode, P., Buzier, R., Delaigue, O., Devers, A., Evin, G., Fournier, M., Hsu, S.-C., Lanini, S., de Lavenne, A., Lemaitre-Basset, T., Magand, C., Mendoza Guimarães, G., Mentha, M., Munier, S., Perrin, C., Podechard, T., Rouchy, L., Sadki, M., Soutif-Bellenger, M., Tilmant, F., Tramblay, Y., Véron, A.-L., Vidal, J.-P., and Thirel, G.: On the visual detection of non-natural records in streamflow time series: challenges and impacts, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 27, 3375–3391,

<https://doi.org/10.5194/hess-27-3375-2023>, 2023.

### **Pas de temps signalés en anomalie et type d'anomalie :**

<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.57745/SO2WOV>

# ➤ Exemple d'erreur

## A9001050 : inversion du débit de février à novembre 1990



### La Sarre Blanche Ã Laneuveville-lÃs-Lorquin

Station : A9001050 Superficie : 71.46 [km<sup>2</sup>]  
X = 995185 [m] ; Y = 6846879 [m] (Lambert 2 étendu) ; Z = 268 [m]

- BH: Indice de validité Banque HYDRO
- 5: estimé
  - I: inconnu faible
  - S: inconnu fort
  - 8: reconstitué bon
- Débites
- Qobs
  - Qsim (CemaNeigeGR5J)

