

Proposition d'une nouvelle méthode d'estimation de l'incertitude des courbes de tarage déployable en masse avec les données hydrométriques issues de la base BAREME

Benjamin GRELIER – Didier FRANCOIS

Laboratoire LOTERR - Université de LORRAINE, Projet ANR : CIPRHES

Jérôme LE COZ

Unité de recherche RIVERLY – INRAE Lyon-Grenoble, Projet ANR : CIPRHES

Yohan SOLTERMANN

Unité hydrométrie Meuse Moselle – DREAL Grand Est

Journées de l'Hydrométrie 2022

INSP Strasbourg

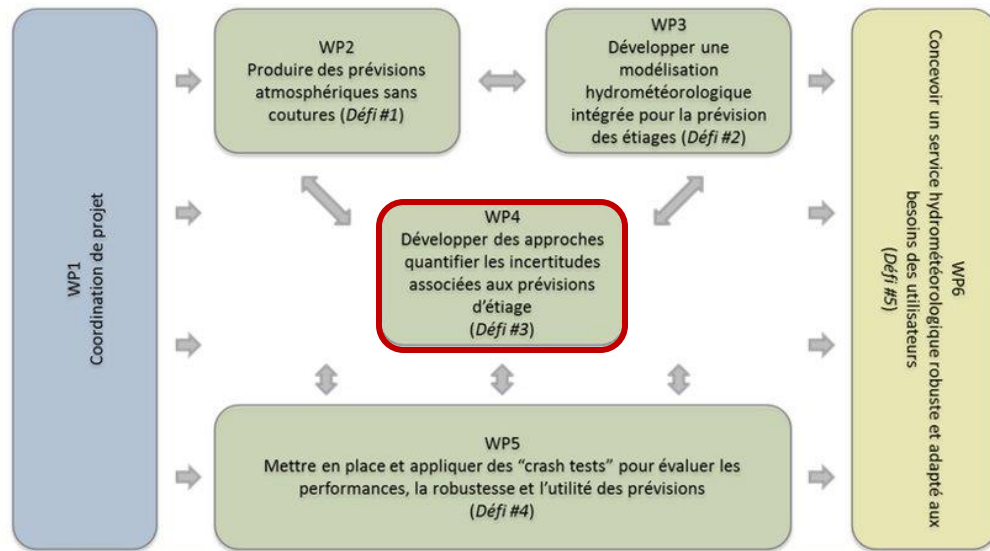
28 septembre 2022

CIPRHES

Contexte de ce travail

ANR **CIPRHES** : Chaîne Intégrée pour la **PR**évision Hydrométéorologique des **É**tiages et des **S**écheresses

Projet élaboré dans la continuité de PREMHYCE (plateforme opérationnelle - **PR**évision des **E**tiages par des **M**odèles **HY**drologiques, **C**omparaison et **E**valuation)



Organisation des groupes de travail du projet CIPRHES

Prise en compte de l'incertitude :

- des prévisions météorologiques
- des modèles hydrologiques
- des mesures hydrométriques



2 objectifs :

- estimer les incertitudes
- les intégrer aux procédures de prévision

3 aspects abordés :

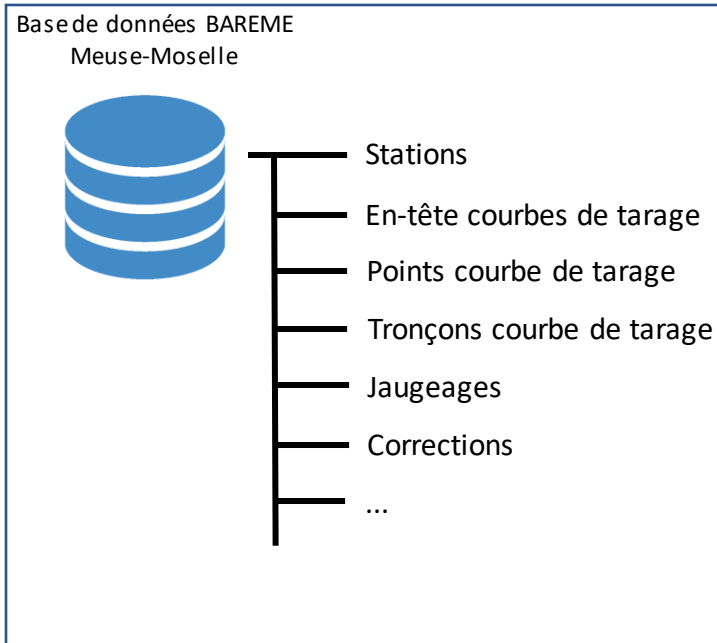
- les données utilisées
- la caractérisation des stations hydrométriques
- l'estimation d'un intervalle de confiance

1. Les données

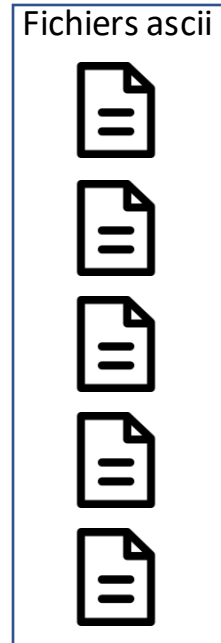
Les données proviennent :

- de la base de données BAREME de la DREAL Grand Est pour les bassins de la Meuse et de la Moselle
- des stations gérées par le laboratoire LOTERR

Données de la DREAL Grand Est



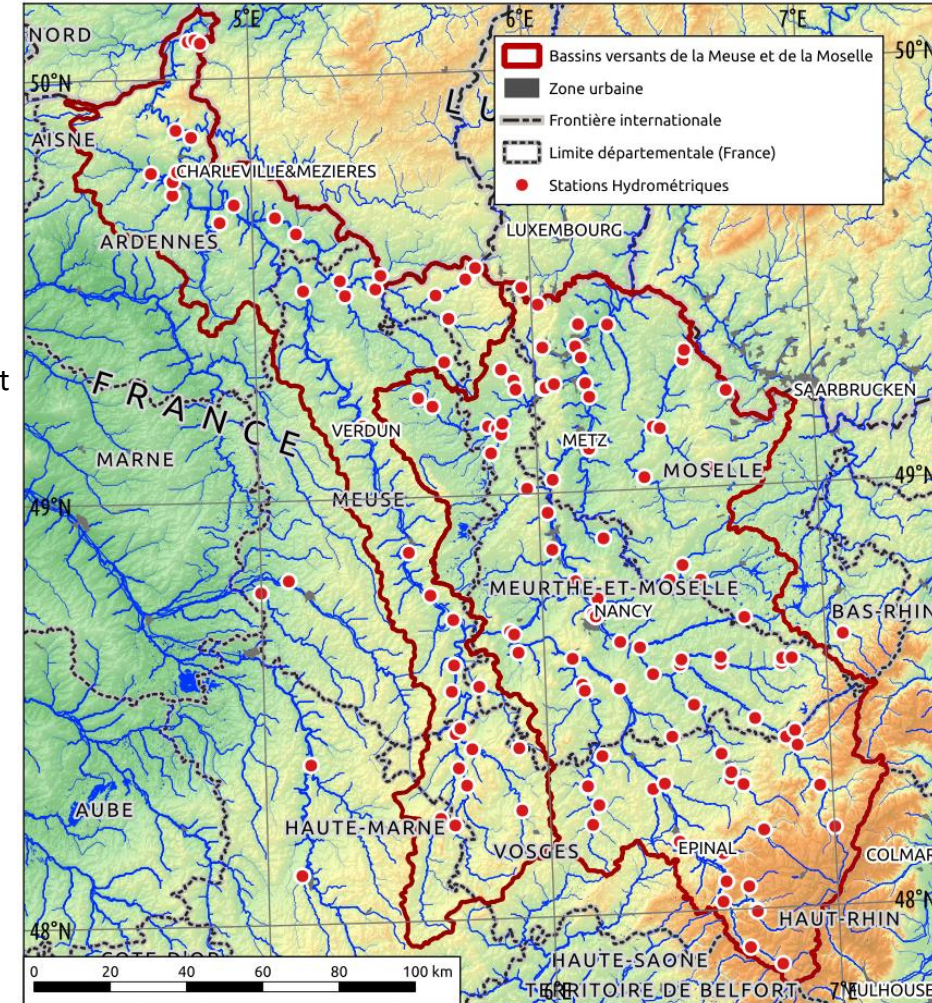
export



État de la base :

- 280 stations
- 21 000 km² de bassin versant
- 37 600 jaugeages
- 2 900 courbes de tarage

Application de méthodes "en masse"

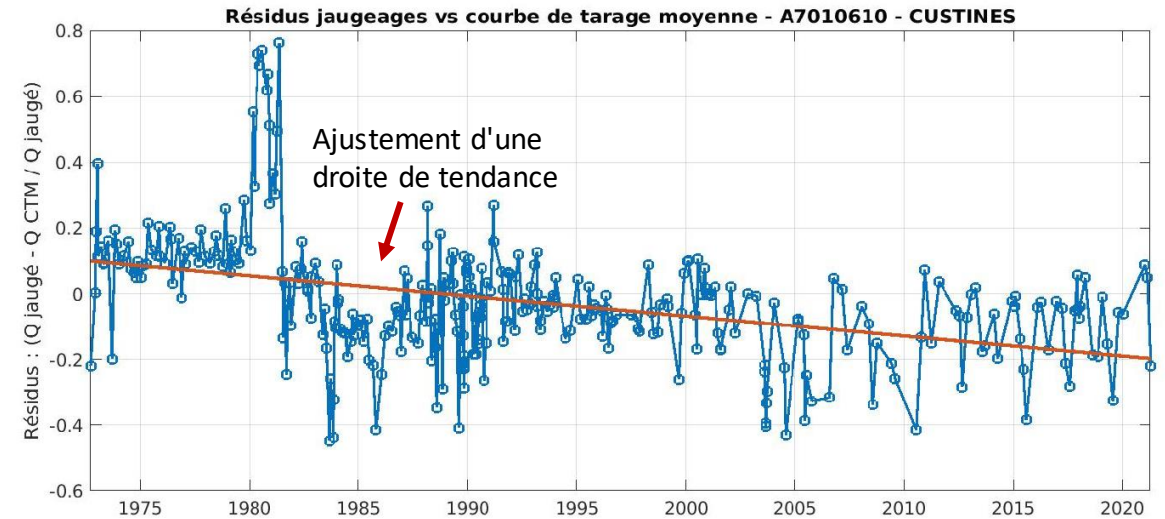
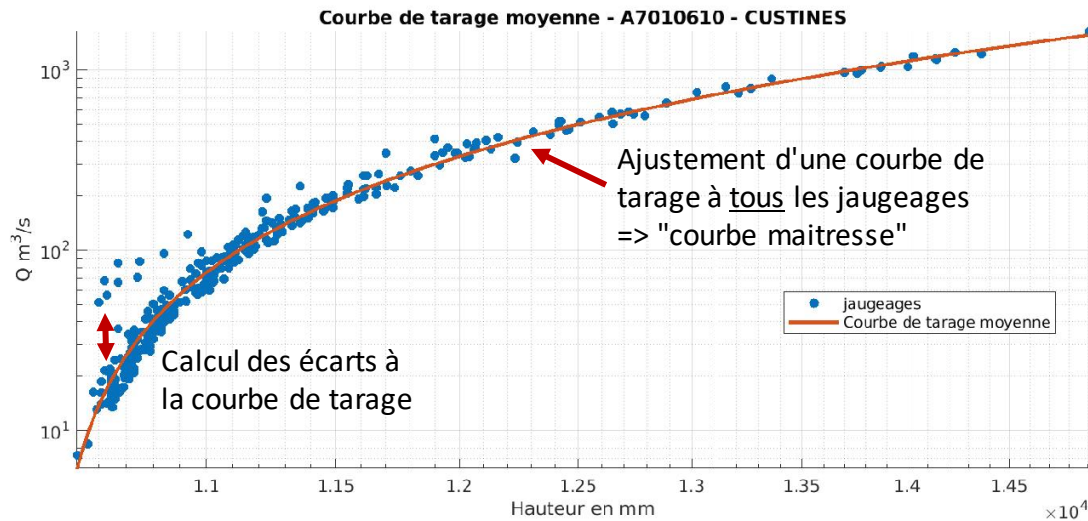


2. Caractérisation des stations

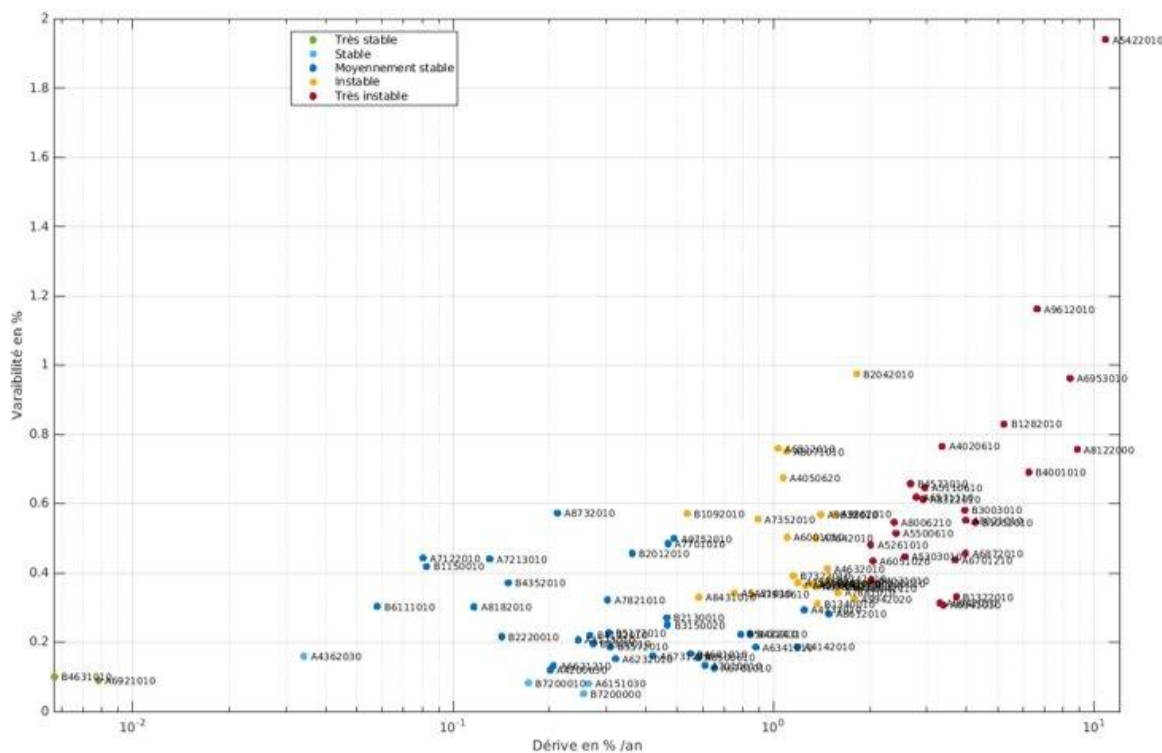
Critères qualitatifs appliqués aux stations pour les conditions de mesure en étiage :

- stabilité des courbes de tarage
 - précision des débits issus des courbes de tarage
 - sensibilité des courbes de tarage
- } Méthode GesDyn (Perret C. & al.)

2.1. Stabilité des courbes de tarage (1)



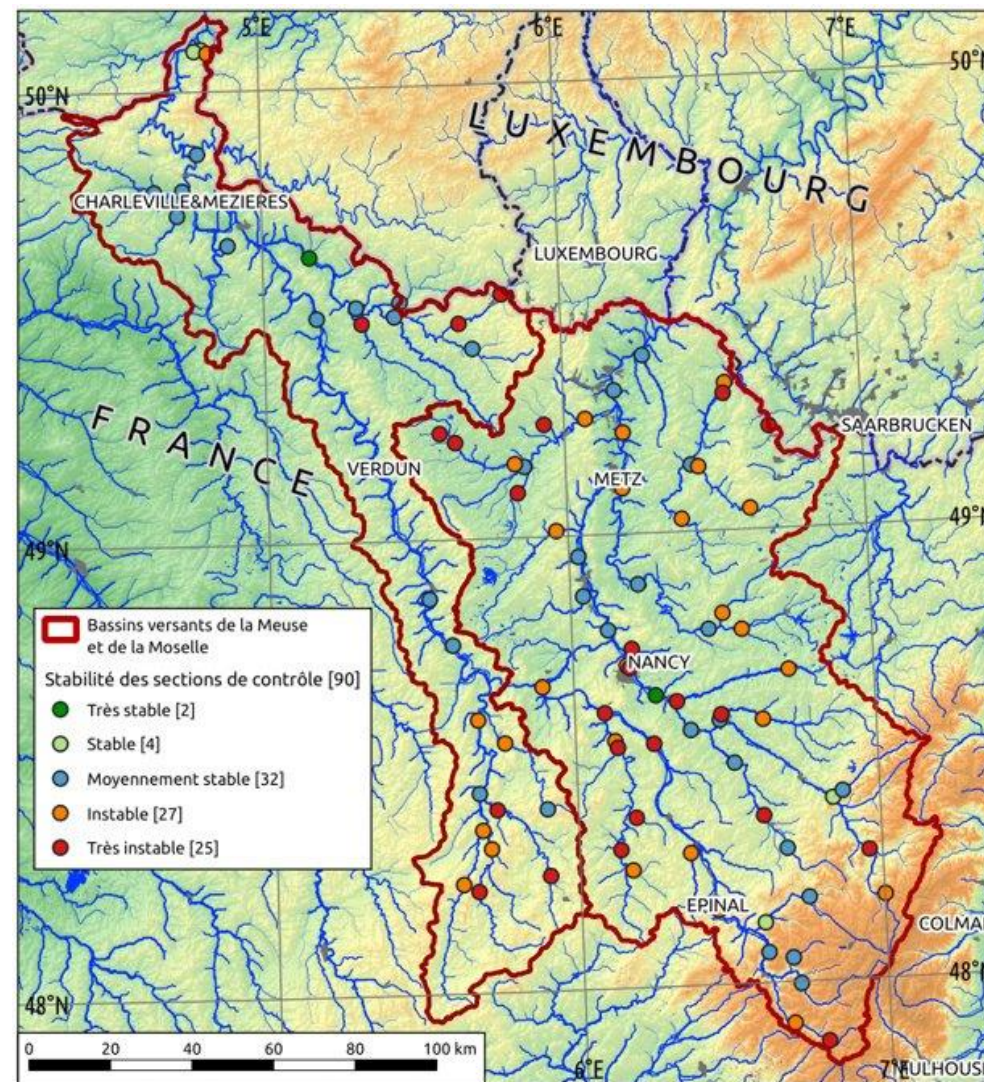
2.1. Stabilité des courbes de tarage (2)



Autres indicateurs de stabilité :

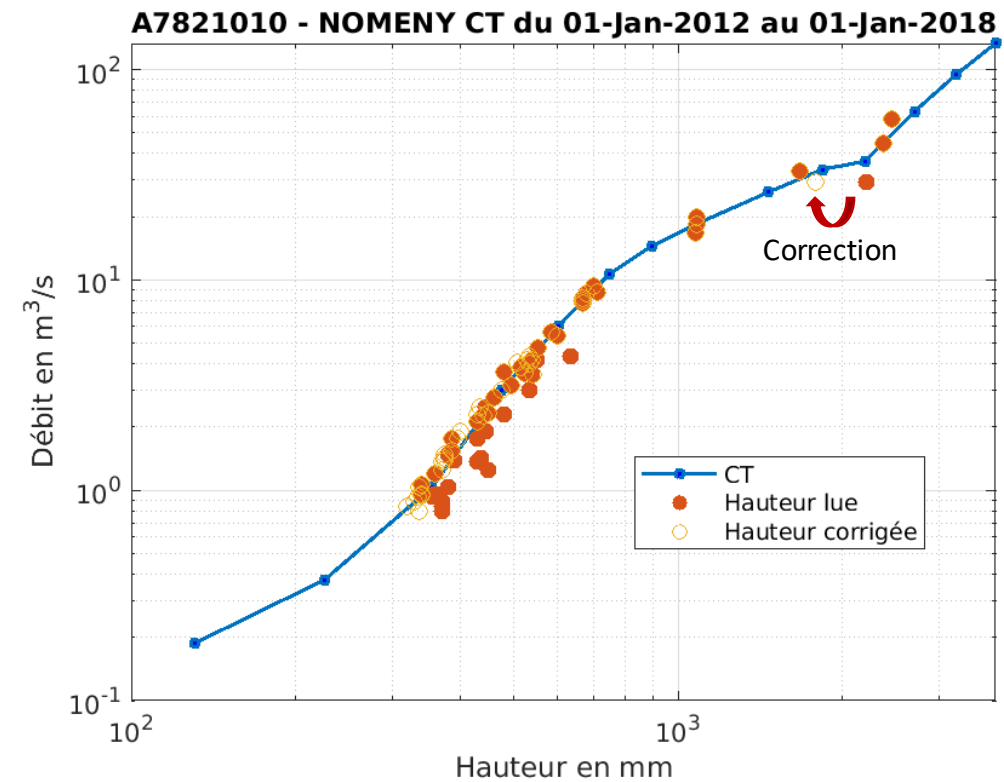
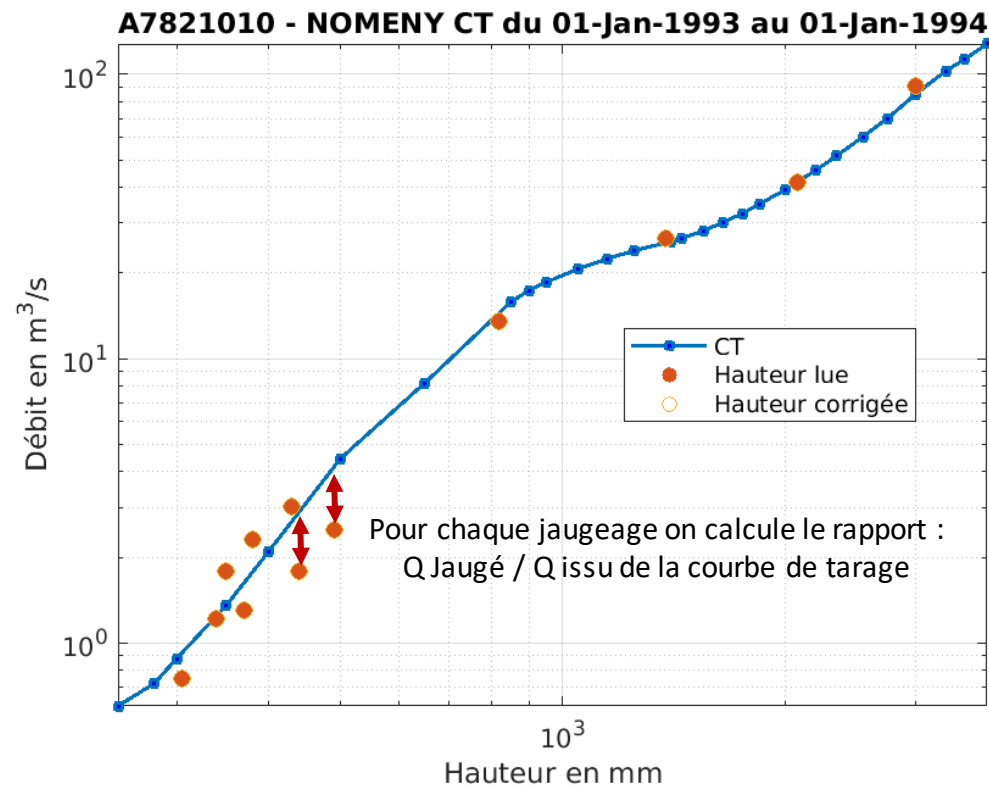
- nombre des courbes de tarage
- durée moyenne des courbes de tarages

• ...
 Pour la prévision : station instable peut produire des débits "temps réel" éloignés de la réalité.



2.2. Précision des débits (1)

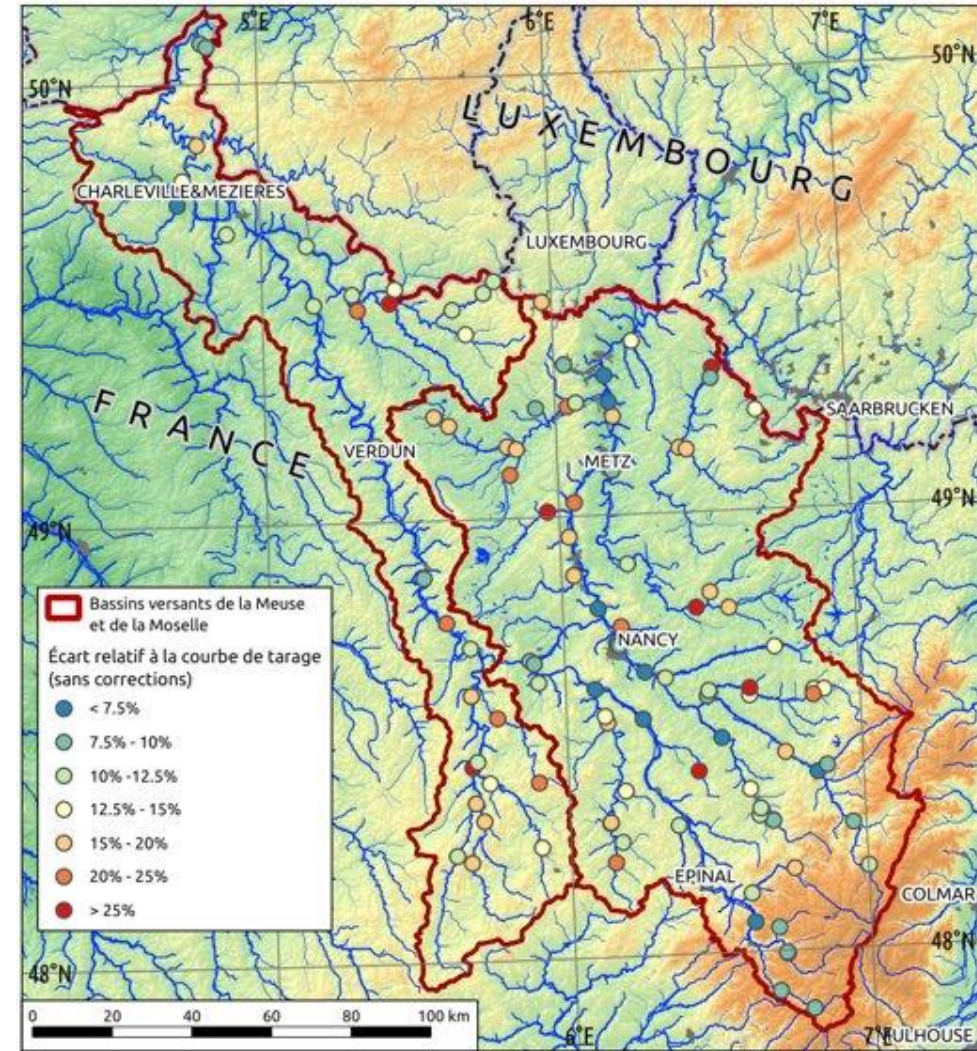
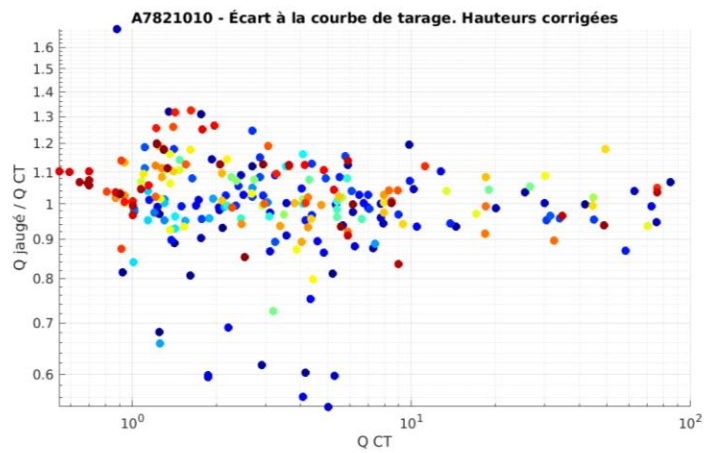
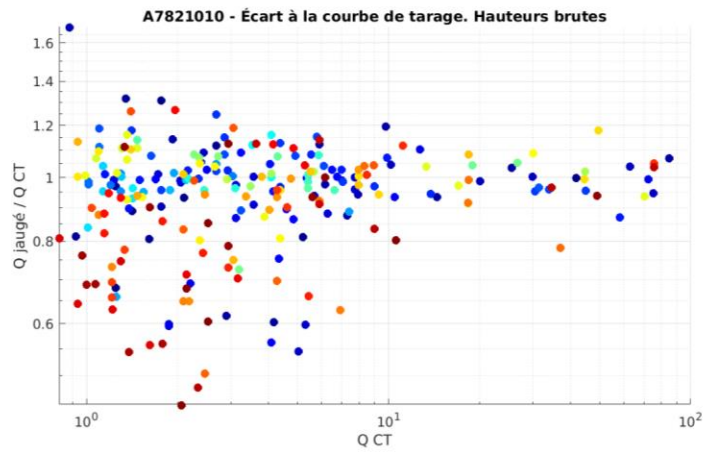
Pour chaque courbe de tarage, sélection de tous jaugeages réalisés pendant la période de validité



Prise en compte des corrections

2.2. Précision des débits (2)

Q jaugé / Q Courbe de tarage

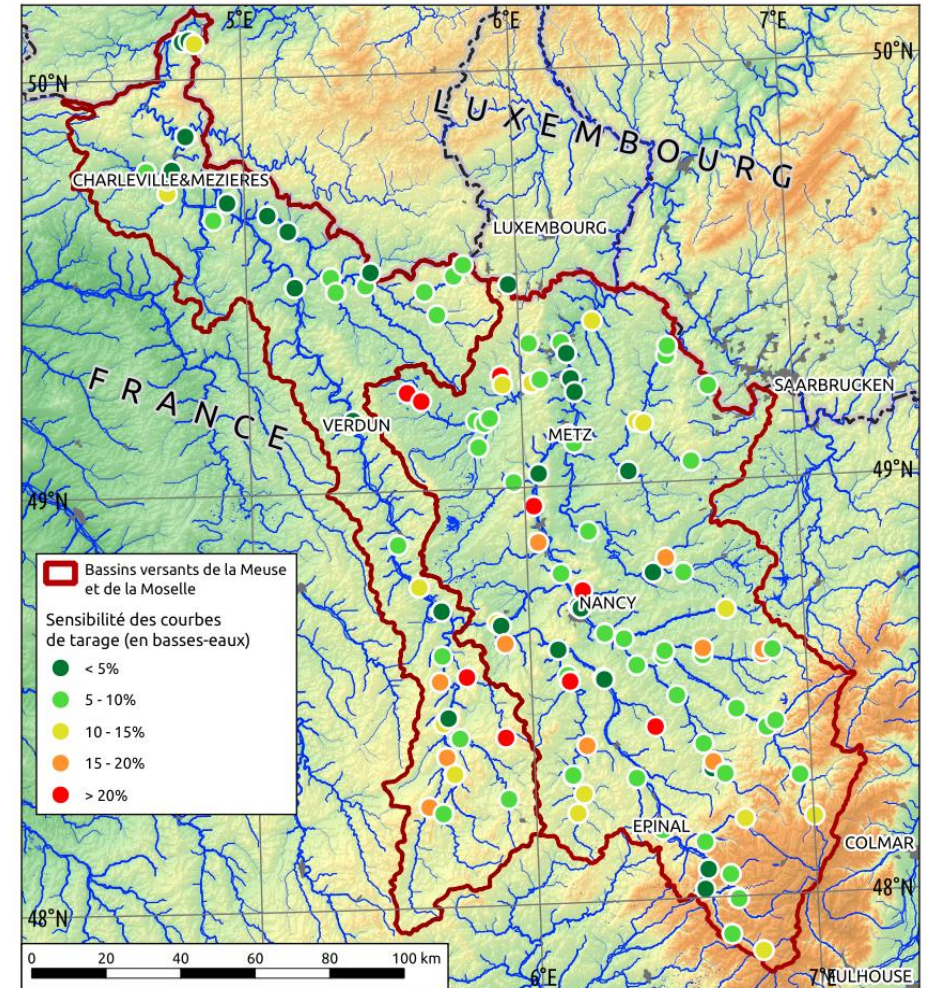
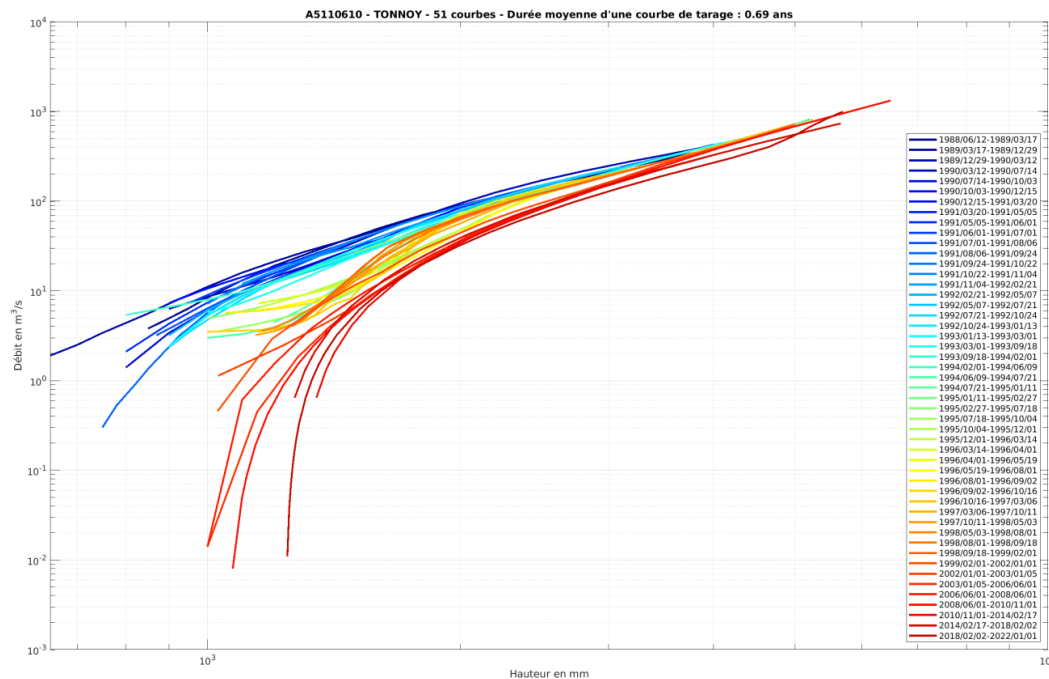


2.3. Sensibilité des courbes de tarage

Important pendant les périodes d'étiage

Mode de calcul :

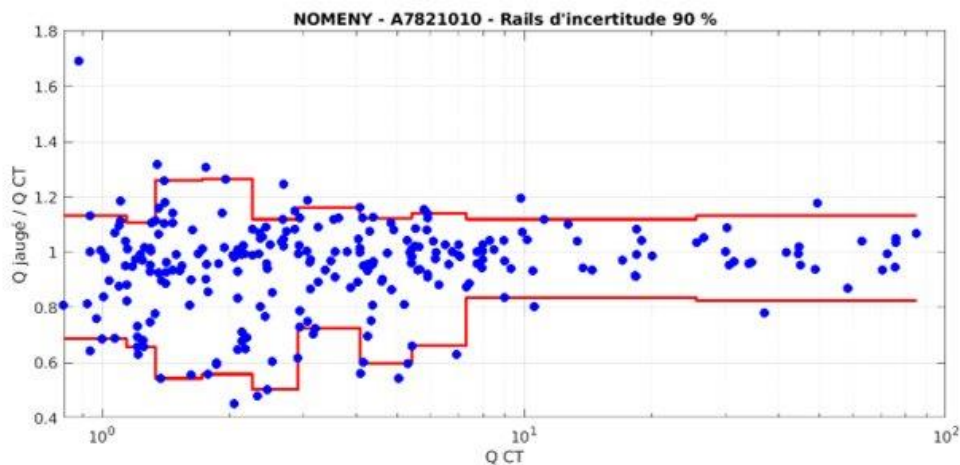
- Détermination d'un seuil pour les débits d'étiage (Q70 = limite haute de la portion de courbe de tarage prise en compte)
- Pour chaque courbe extraire la valeur de débit la plus faible utilisée pendant sa période de validité (limite basse)
- Sur la plage de courbe ainsi définie extraire les pentes moyennes et maximums



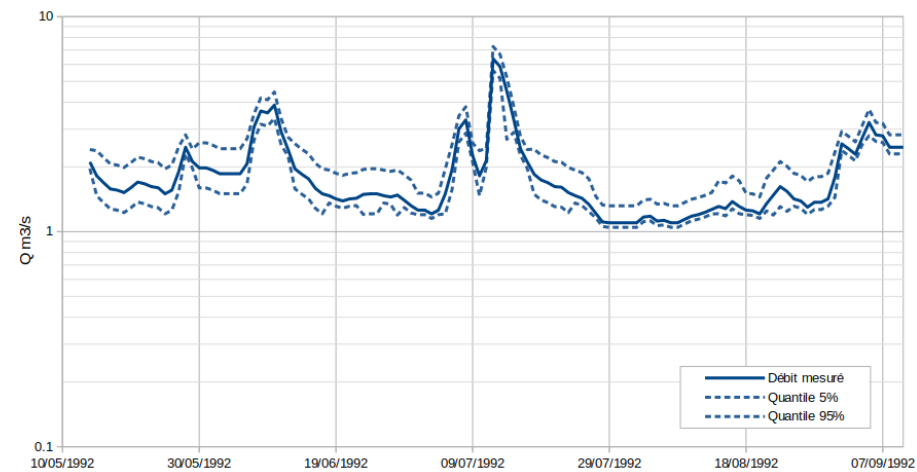
Synthèse des critères permet de déterminer des stations "fiables" en étiage (à confirmer par les services gestionnaires)

3. Construction d'un rail d'incertitude

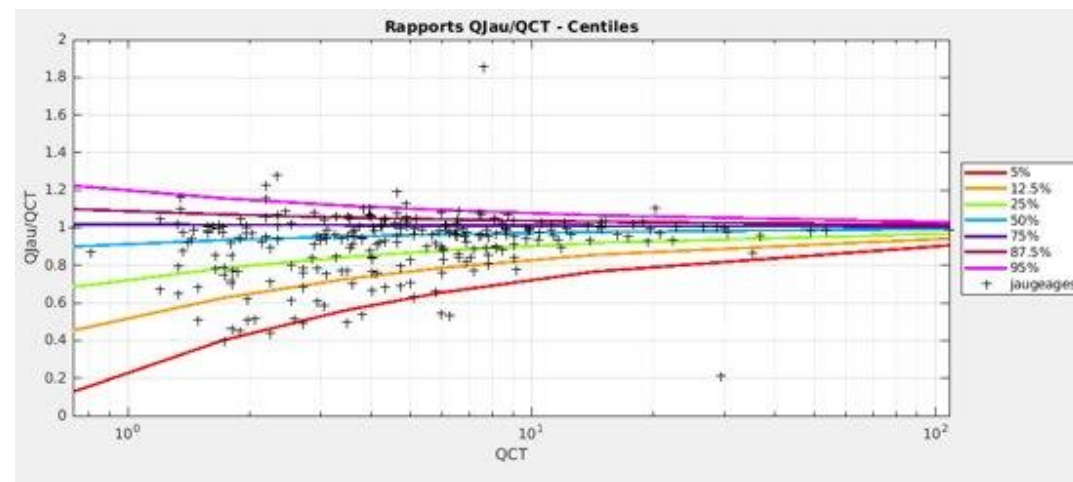
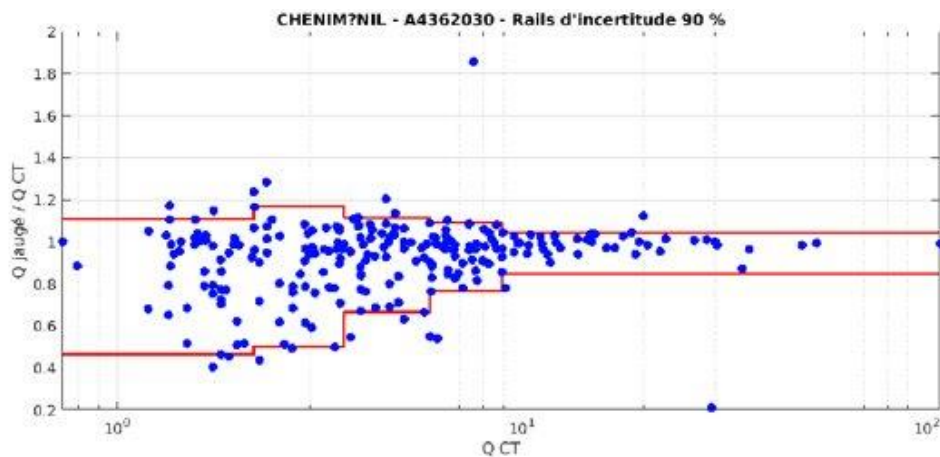
Extractions des quantiles de Q_{Jau}/Q_{CT} par classe de 50 jaugeages :
90% des jaugeages dans cet intervalle



Application des rapports Q_{Jau}/Q_{CT}
par classe de débits pour une
incertitude donnée



Inconvénient de la méthode : classes discrètes => passage parfois brutal de l'incertitude entre 2 classes de débit => Utilisation de *GAMLSS*



4. Comparaison de méthodes

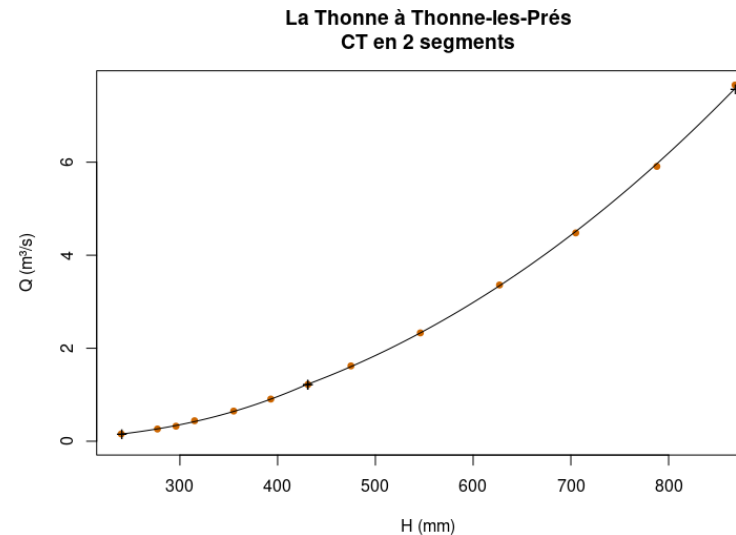
La méthode décrite précédemment est comparée avec d'autres méthodes existantes :

1. méthode BaRatin (Le Coz et al. 2014)
2. méthode Voting point (VPM – McMillan & Westerberg, 2015)

Station de la Thonne à Thonne-les-Prés (affluent de la Chiers)

- Gérée par le LOTERR
- 71 jaugeages de 2012 à 2022
- Incertitudes des jaugeages données par le gestionnaire des stations
- Courbe de tarage 'en points' transformée pour les besoins de l'analyse en CT en tronçons

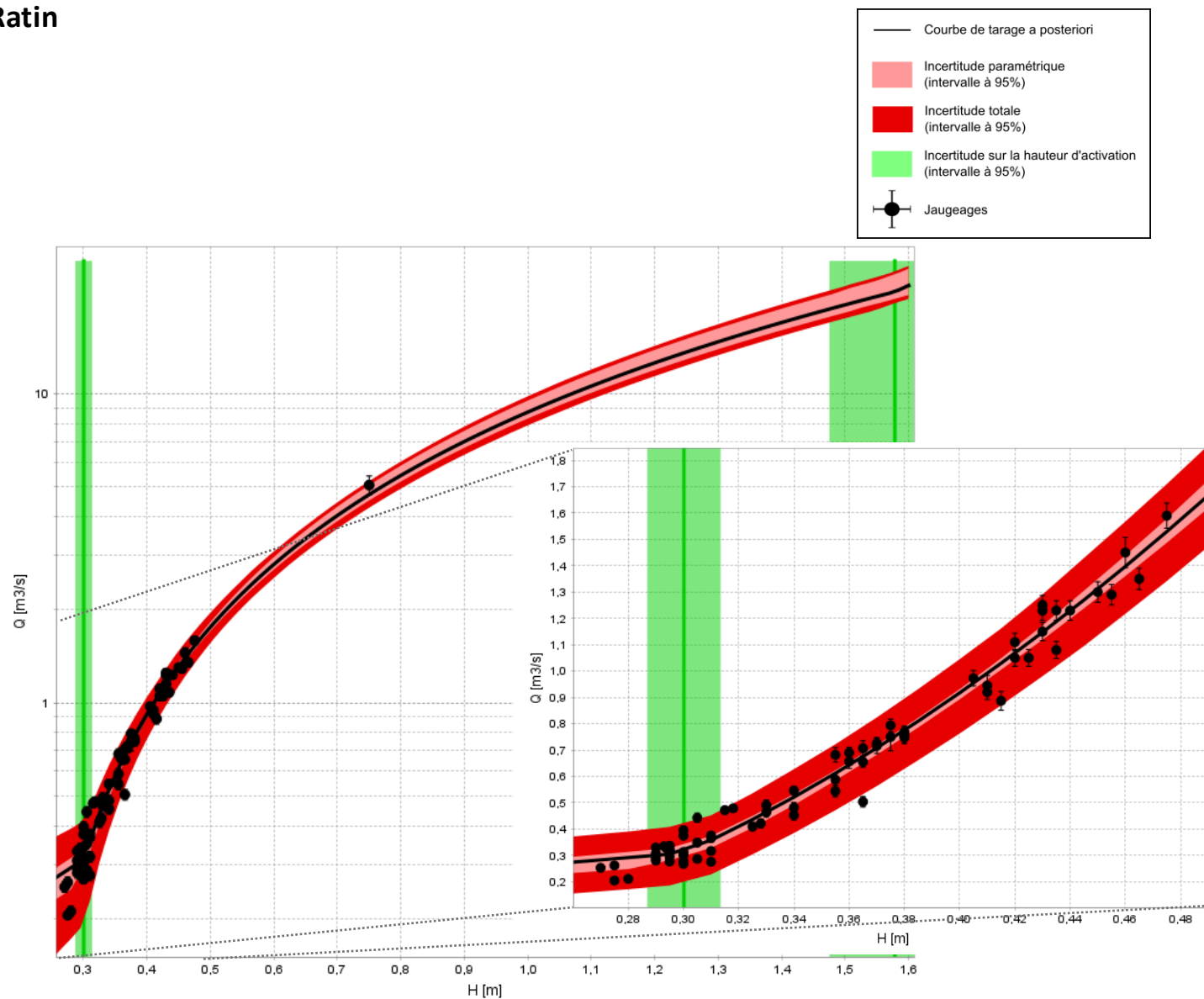
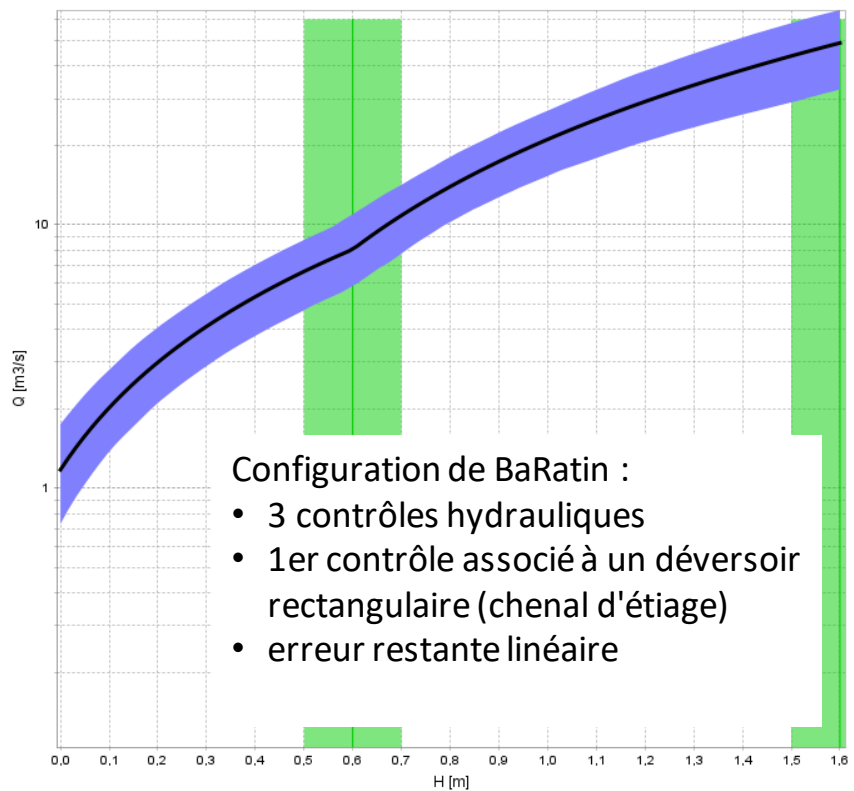
(ajustement d'une fonction puissance
 $Q = a \cdot (H - H_0)^b$ aux points de la CT)
→ 2 tronçons



4.1 BaRatin

Méthode :

- connaissance de la station (contrôles hydrauliques)
- jaugeages
- logiciel
- station par station



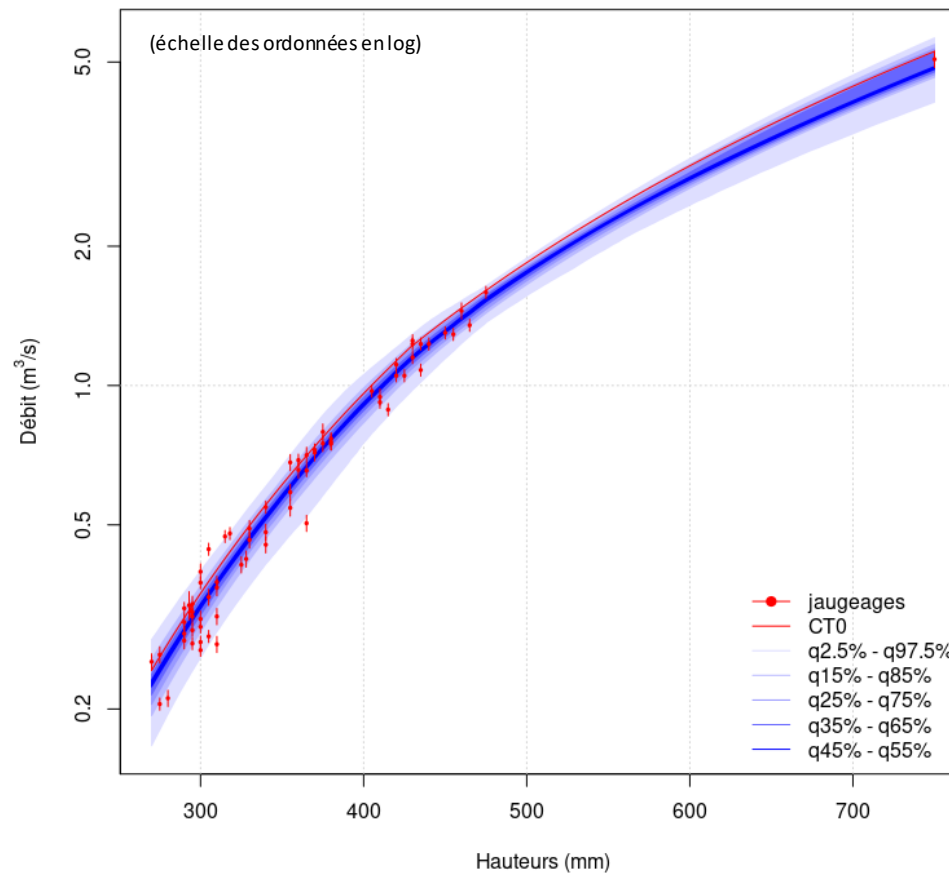
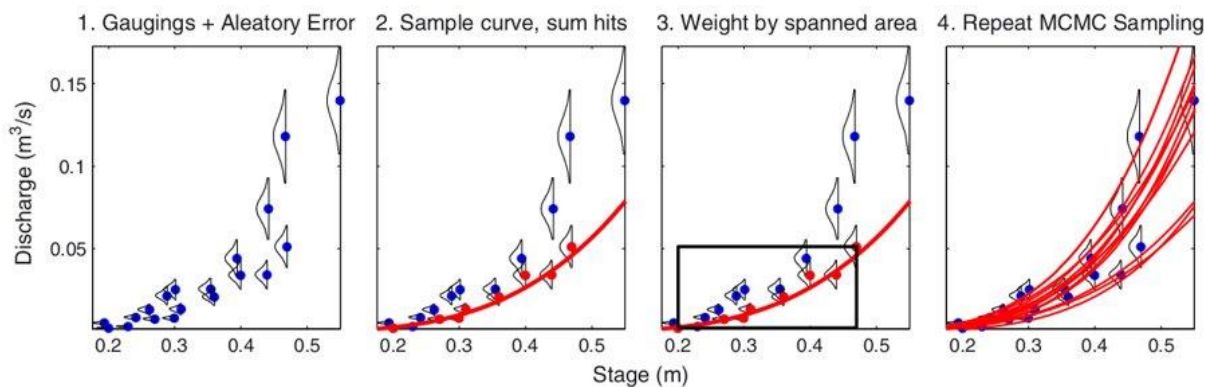
4.2 VPM (Voting point method)

Méthode :

- pseudo-bayésien - méthode Monte-Carlo par chaîne de Markov
- courbe de tarage initiale
- jaugeages
- scripts
- potentialité de déploiement en masse

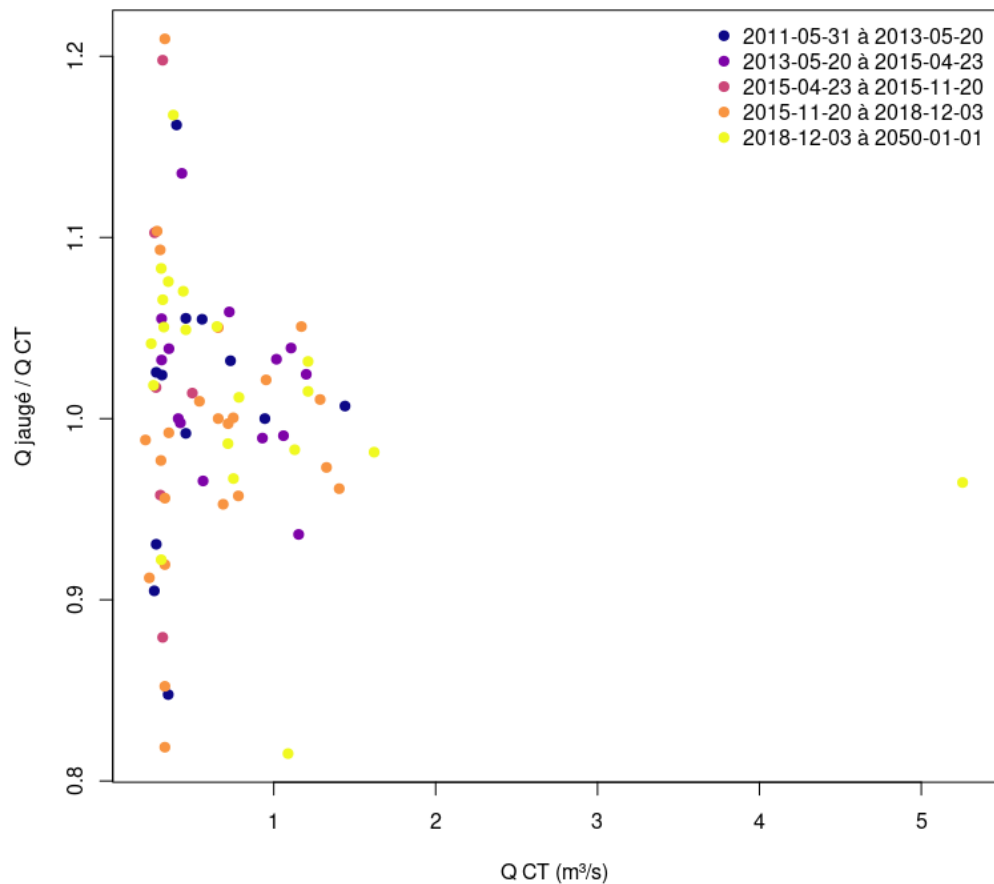
200 000 itérations dans la procédure de MCMC

- puis 1er tiers écarté ('burn in')
- puis 1/10 jeu de paramètres de CT retenus
→ 13 334 jeux de paramètres

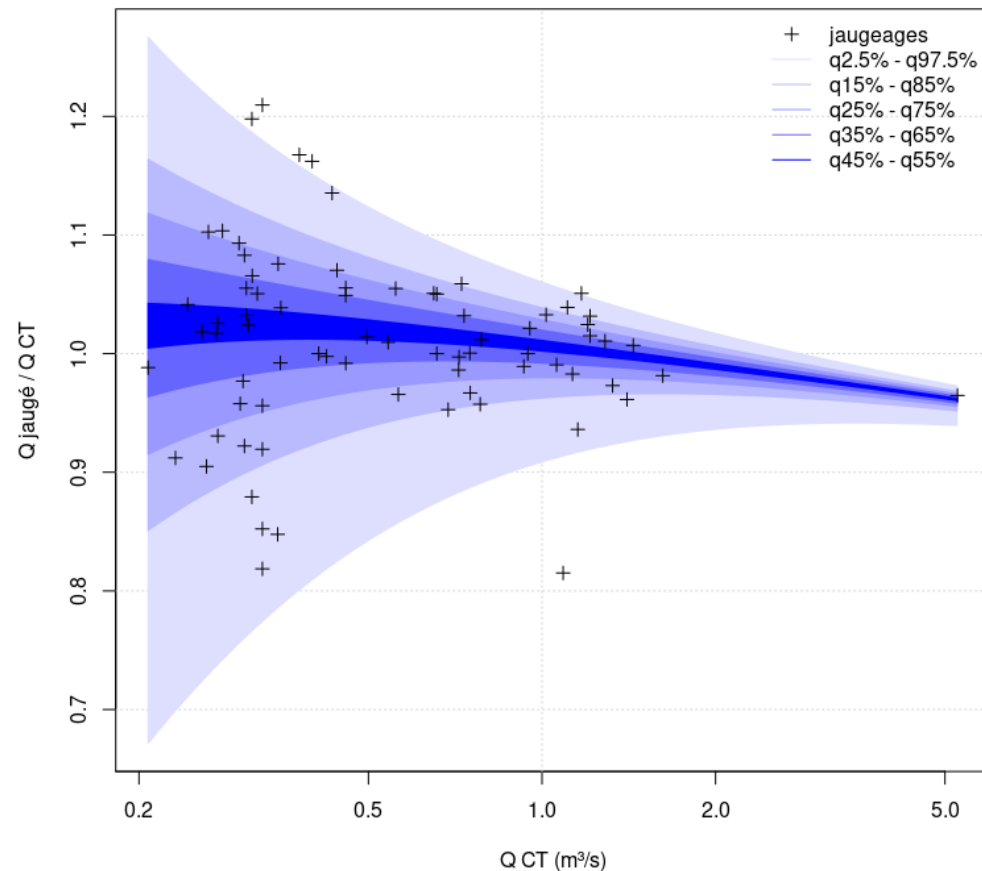


4.3 GAMLSS sur rapport $Q_{\text{jauge}}/Q_{\text{CT}}$

5 CTs sur la période retenue



Ajustement GAMLSS suivant une loi Weibull



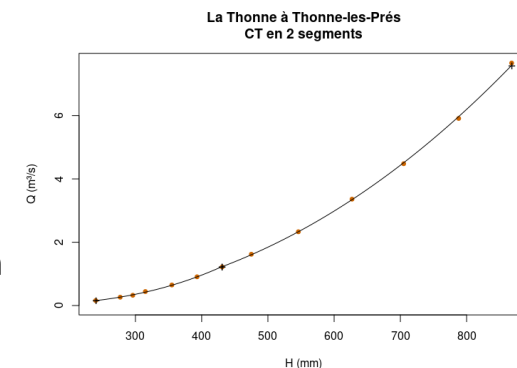
4.4 Comparaison de l'incertitude

Préalable : transformation des incertitudes des méthodes VPM et BaRatin

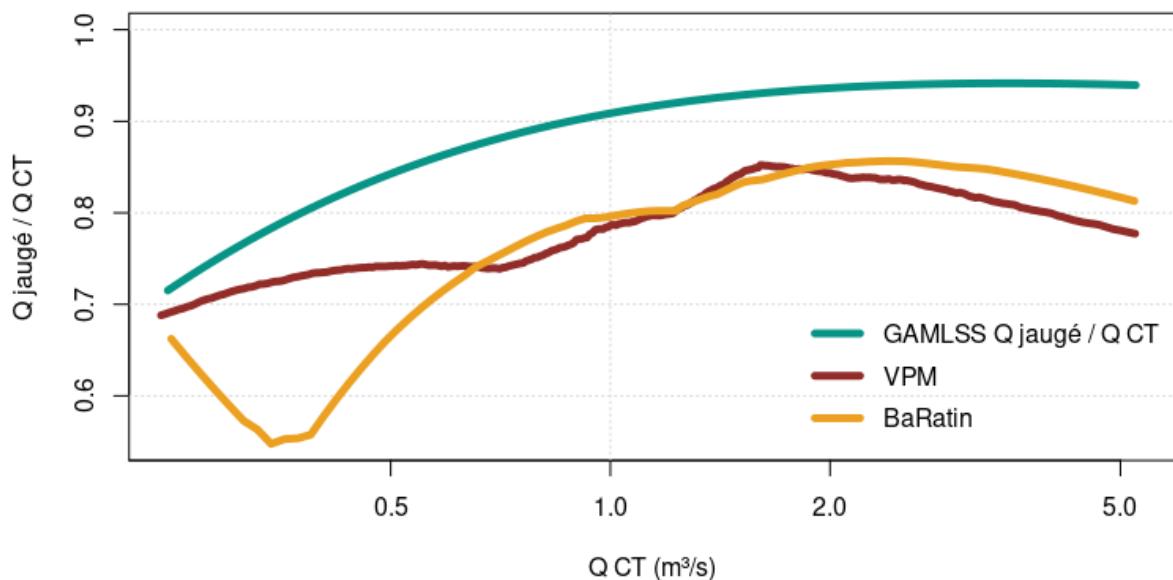
$$Q = f(H) \quad \rightarrow \quad Q_{\text{jaugé}}/Q_{\text{CT}} = f(Q_{\text{CT}})$$



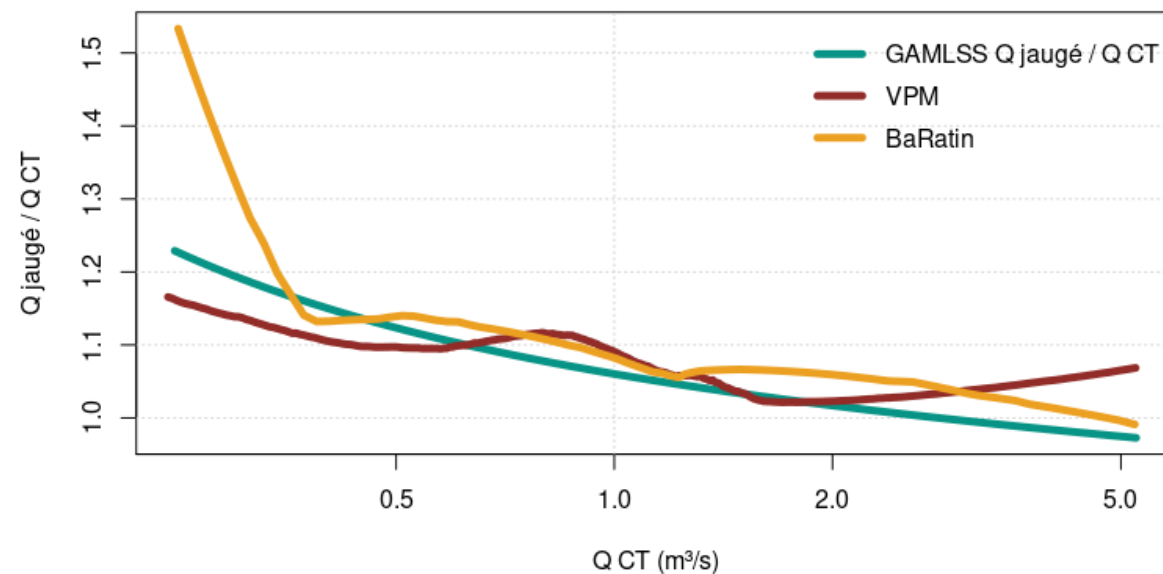
en utilisant la CT0 en tronçons utilisée pour le VPM
(à tester avec courbe 'MAXPOST'-BaRatin ou centile 50%-VPM)



Centile 2.5 %



Centile 97.5 %



5. Bilan et perspectives

Bilan

Développement d'une nouvelle méthode pour obtenir l'incertitude de la courbe de tarage

- Approche qualitative :
 - Analyse de la stabilité des stations
 - Analyse de la sensibilité
- Approche quantitative :
 - $Q_{\text{jauge}}/Q_{\text{CT}}$ (concordance temporelle entre jaugeages et courbes de tarage)
 - Ajustement GAMLSS
 - 1ers résultats encourageants

Apport d'autres méthodes pour comparaison et/ou déploiement

- Méthodes : VPM et BaRatin
- 1ères comparaisons en cours

À approfondir

- Affiner la méthode GAMLSS (ex. choix des stations, choix des lois d'ajustement)
- Affiner les scripts de déploiement du VPM sur la base Bareme (ex. CT en points/trançons, incertitude des jaugeages basée sur la vitesse)
- Étendre et préciser la comparaison des méthodes (autres stations, choix de la CT pour rapport $Q_{\text{jauge}}/Q_{\text{CT}}$)
- Se focaliser sur les débits d'étiage

Perspectives

- Traitement en masse de stations
- Propagation de l'incertitude de la courbe de tarage à l'hydrogramme
- Retours d'expertise du questionnaire sur la production et gestion des données hydrométriques en étiage (réalisé début d'été 2022)



0. Enquête sur la production et la gestion des données hydrométriques en étiage

Projet **CIPRHES**

Partenaires



INRAE, Météo France, EDF, le BRGM et l'Université de Lorraine sont associés dans un programme de recherche, financé par l'Agence Nationale de la Recherche, désigné par l'acronyme **CIPRHES** pour Chaîne Intégrée pour la Prédiction Hydrométéorologique des Étiages et des Sécheresses. Ce programme élabore dans la continuité de **PREMHYCE** vise à mettre en œuvre une nouvelle plateforme pour la prévision des débits en période d'étiage en approfondissant les aspects liés aux prévisions météorologiques, la spatialisation des modèles et la prise en compte des incertitudes et des influences.

L'équipe de CIPRHES tient à associer au programme les fournisseurs des données hydrométriques pour la prise en compte de l'incertitude des mesures dans la chaîne de prévision. Lors des réunions du groupe des utilisateurs de **PREMHYCE**, des gestionnaires nous ont clairement signalé la nécessité de tenir compte du caractère provisoire des données produites en temps réel et de la fragilité de certaines données en période d'étiage.

Merci de votre
attention

CIPRHES

