

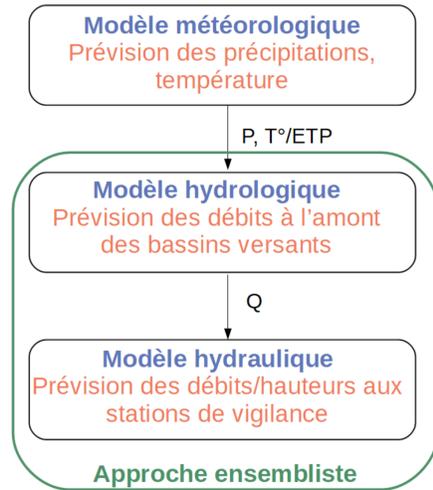
# PRÉVISIONS D'ENSEMBLE HYDRAULIQUES POUR LA VIGILANCE CRUES

Journées estuaires – Brest – 19 octobre 2022

Journées  
**REFMAR**.shom.fr  
Réseaux marégraphiques français

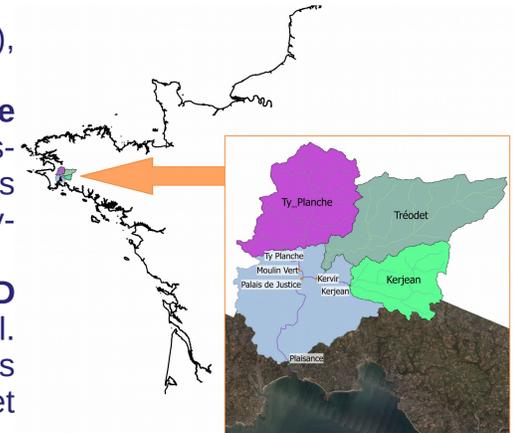
Au sein du réseau Vigicrues, la prévision est réalisée entre autres grâce à l'utilisation de modèles numériques généralement lancés de manière **déterministe** : prévisions de pluie et de débit hydrologique ou hydraulique. Des outils de post-traitement des prévisions déterministes ont été mis en place en opérationnel afin de diffuser l'incertitude prédictive.

L'objectif du travail présenté est d'étudier plus généralement l'apport d'une **prévision d'ensemble** pour appréhender les incertitudes.



## Bassin d'étude

- Bassin de l'Odet (720 km<sup>2</sup>), Finistère
- Modélisation **hydrologique** MORDOR-TS sur les 3 sous-bassins amont (exutoires Tréodet, Kerjean et Ty-Planche)
- Modélisation **hydraulique 1D MASCARET** sur la partie aval. Trois stations de vigilance dans Quimper : Kervir, Moulin-Vert et Palais de Justice.



## Deux méthodologies développées

Au préalable, une étude de sensibilité globale (GSA) est réalisée pour estimer les paramètres les plus significatifs pour les débits/hauteurs d'eau simulés par les modèles.

**Calibration statistique d'ensembles bruts par la méthode Quantile Regression Forests (QRF) [Breiman, 2001].** Les ensembles bruts sont générés par perturbation des paramètres significatifs mis en évidence par la GSA. L'échantillon d'apprentissage est scindé selon les valeurs prises par des prédicteurs : statistiques relatives à la variable à calibrer ou à d'autres variables.

**Assimilation de données par un filtre de Kalman d'ensemble [Evensen, 1994, Burgers, 1998].** Les paramètres significatifs mis en évidence par la GSA sont corrigés. La propagation des membres corrigés sur la fenêtre de prévision opérationnelle forme une prévision d'ensemble.

## Résultats - Prévisions d'ensemble hydrologiques

Les deux méthodologies améliorent les prévisions par rapport à une prévision d'ensemble brute et une prévision déterministe. La meilleure stratégie est la génération de prévisions d'ensemble hydrologiques par **calibration statistique QRF**.

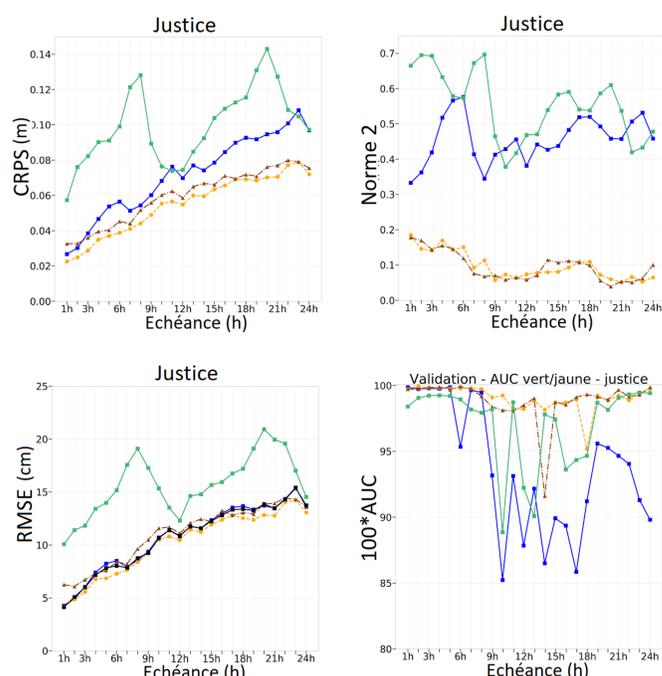
## Résultats à Justice – Station estuarienne Prévision des pics de marée haute

- Les ensembles bruts ont des caractéristiques similaires quel que soit l'ensemble hydrologique utilisé, brut ou calibré (non montré ici) ;
- La calibration statistique améliore les scores ensemblistes par rapport à ceux de l'ensemble brut ;
- Il n'y a pas d'amélioration de la RMSE par rapport à celle de la prévision déterministe ;
- Les ensembles QRF obtenus avec et sans prédicteurs issus de l'ensemble brut ont des caractéristiques semblables → il est donc **possible de se passer de modèle hydraulique** ;
- L'assimilation de données présente des performances cycliques en fonction de la phase de la marée. Cette méthode dégrade les scores par rapport à ceux de l'ensemble brut et par rapport à la prévision déterministe.

**Ensemble hydraulique** ← X<sub>Y</sub> → **Forçage hydrologique**

DA : data assimilation  
R : brut  
Q : calibré  
QNE : calibré sans ensemble

R : brut  
Q : calibré  
Md : modèle MORDOR-TS déterministe



**R<sub>R</sub>**

**Q<sub>R</sub>**

**QNE<sub>Md</sub>**

**DA<sub>Q</sub>**

**Prévision déterministe**

CRPS, Norme 2, RMSE : scores à minimiser, AUC : score à maximiser (max = 1)

## Résultats à Kervir et Moulin-Vert - Stations fluviales

- Les RMSE des ensembles bruts, calibrés et obtenus par assimilation de données sont améliorés par rapport celles de la prévision déterministe ;
- Les ensembles calibrés QRF présentent de meilleures performances ensemblistes que les ensembles bruts correspondants ;
- Les ensembles hydrauliques sont meilleurs s'ils sont forcés par un ensemble hydrologique calibré plutôt que brut ;
- Les ensembles obtenus en utilisant des prédicteurs issus du modèle hydraulique présentent de meilleures performances ;
- A Kervir, la meilleure stratégie est la mise en place d'**assimilation de données** pour la correction des Strickler, en utilisant un forçage hydrologique obtenu par calibration statistique ;
- A Moulin-Vert, les scores sont du même ordre de grandeur pour les deux méthodologies sauf pour la fiabilité. La meilleure fiabilité est obtenue par les ensembles obtenus par **calibration statistique**.

## PARTENAIRES