



SÉCHERESSE ET ÉTIAGES 2022

Colloque SHF

8 et 9 mars 2023

Le jumeau numérique de bassin versant

Un outil au service de la gestion intégrée de la ressource en eau



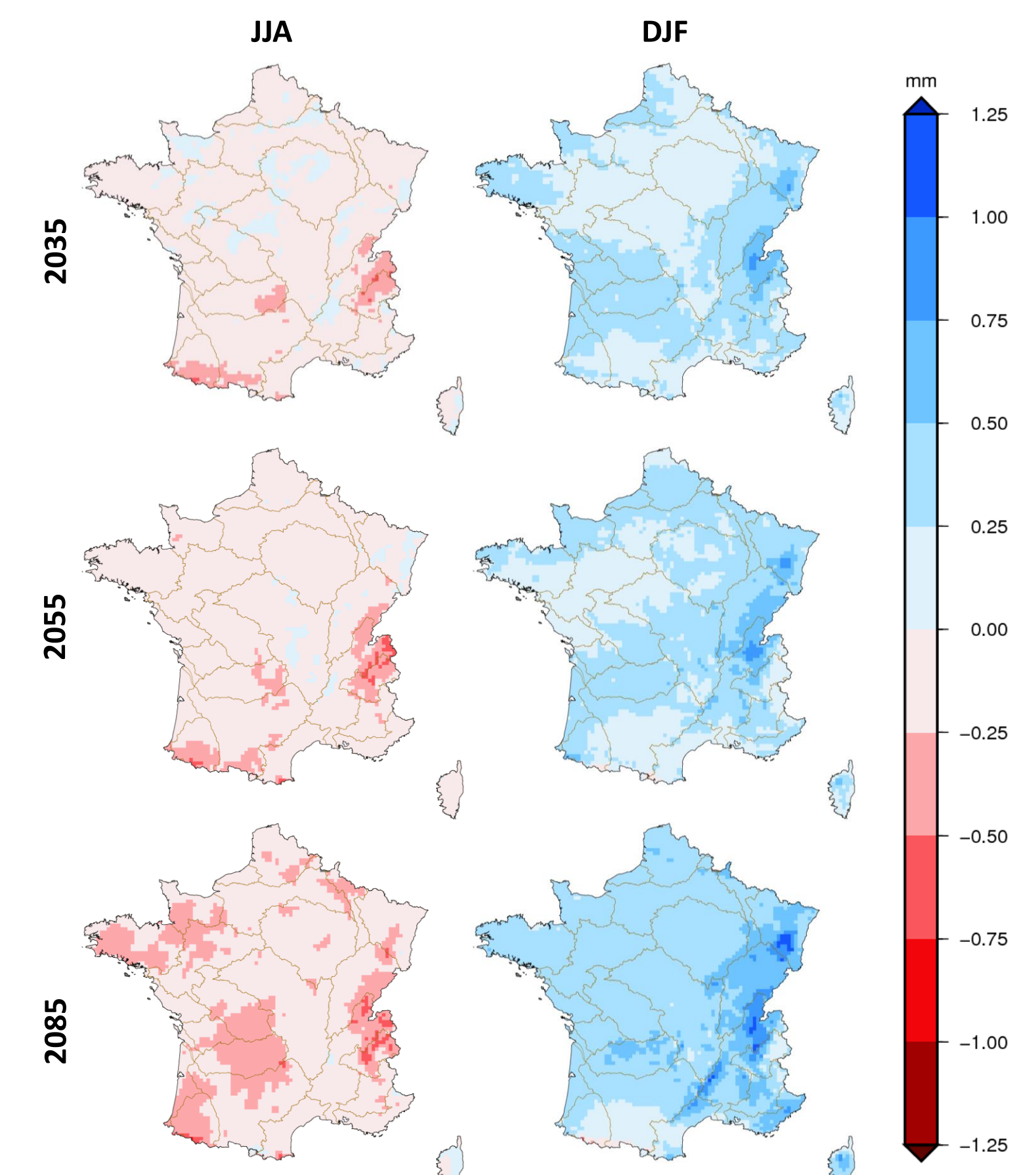
La ressource en eau en tension

Les tensions sur la ressource en eau et ses usages se développent. Les effets du changement climatique (modification du cycle de l'eau, étiages, crues sévères...), les évolutions des activités anthropiques (prélèvements, rejets industriels...) et la dégradation des milieux mettent en avant plusieurs difficultés à venir en lien avec le partage de la ressource. Pour EDF, le développement de ces tensions va affecter la disponibilité et la flexibilité des moyens de production d'électricité. L'anticipation du **contexte hydroclimatique** dans lequel évoluera le futur parc de production d'électricité est un enjeu majeur qui adresse la capacité à prévoir l'évolution de la ressource en eau en quantité et en qualité, à différentes échelles de temps et dans un contexte de changement climatique.

Qu'attendre d'un jumeau numérique ? De bassin versant ?

Un jumeau numérique fournit une représentation d'un objet à l'aide d'une connexion à des réseaux de capteurs ou à des bases de données. Il construit en continu une analyse du système grâce à l'utilisation d'algorithmes d'optimisation ou d'intelligence artificielle programmés pour adresser un ensemble de questions données. Le jumeau numérique de bassin versant valorisera ces caractéristiques en fournissant des **diagnostics et des prévisions relatifs à la quantité et la qualité d'eau** du bassin cible :

- l'hydrologie des cours d'eau est simulée en prenant en compte les consommations ou les stockages d'eau liés aux activités anthropiques présentes sur le bassin (prélèvements pour l'agriculture, l'AEP, gestion des ouvrages hydrauliques...),
- l'état des masses d'eau (thermique, biogéochimique) est évalué à l'aide de différents modèles physiques représentant la qualité des eaux à l'échelle des lacs, des retenues et du bassin versant, la communication entre ces modèles étant en partie basée sur l'analyse du fonctionnement hydrologique du bassin.



Ecart de précipitations moyennes [mm] simulées par rapport à l'année 1970, scénario RCP4.5 (stabilisation des concentrations en CO₂). Moyenne estivale (gauche) et moyenne hivernale (droite) – source : données multi-modèles Drias 2020

La collecte d'informations issues de la télédétection ou les capacités d'analyse et de bancarisation tirées des technologies Cloud et Big Data sont autant d'innovations qui marquent des différences entre un jumeau numérique et un modèle physique de bassin versant

Construire une vision intégrée sur l'eau en quantité et en qualité

L'ensemble des phénomènes physiques et anthropiques à considérer est fortement hétérogène : climatologie, hydrologie, modélisation des prélèvements et des usages, interactions avec les nappes souterraines, modèles de transferts biogéochimiques, ... La construction d'un modèle agrégateur ambitionne la mise à disposition d'un simulateur mobilisable pour :

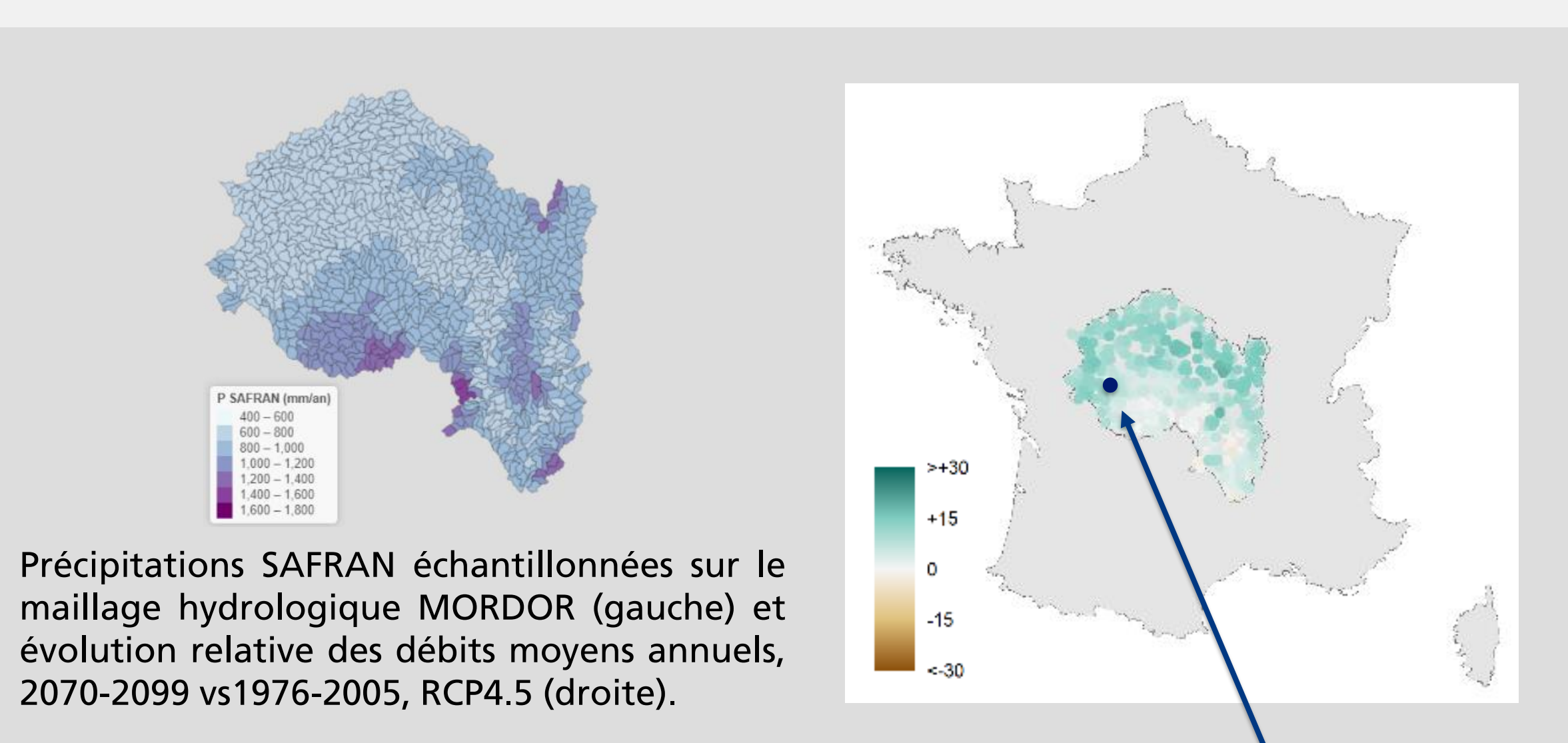
- quantifier les vulnérabilités à court ou moyen terme de l'anthropo-hydrosystème, liés à une évolution de la disponibilité de la ressource et d'une évolution de ses usages,
- évaluer les interactions entre la ressource en eau et le parc d'ouvrages de production d'électricité présents sur le bassin (nucléaire et hydraulique). Quelles évolutions de la productivité des installations sont à attendre ? Quelles modes de gestion demeurent compatibles avec la préservation des milieux et de l'environnement ?

Le bassin de la Loire, un premier territoire atelier

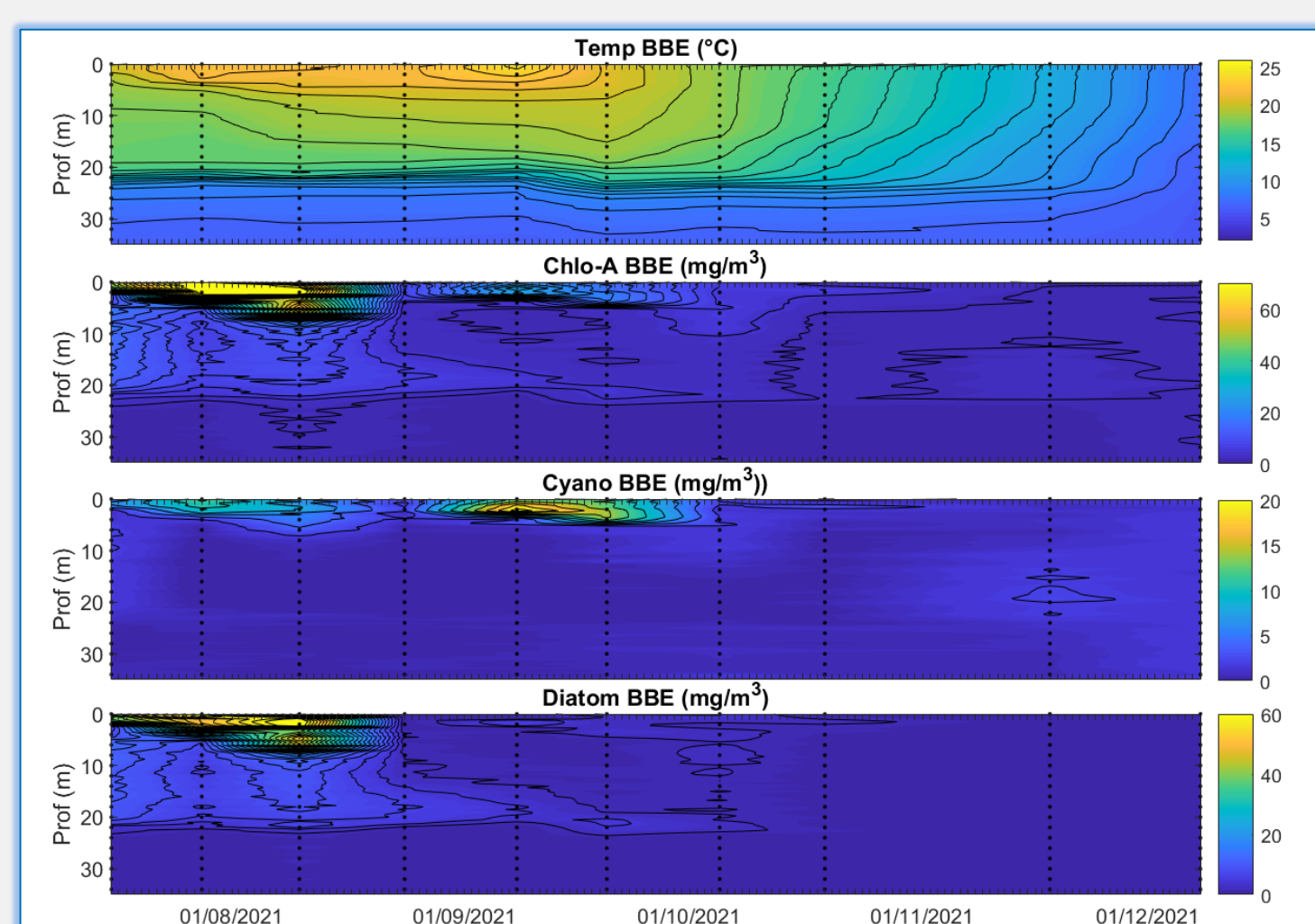
Après une implication dans une série de travaux sur le volet quantitatif (IMAGINE2030, RIVER2030, R2D2 2050) autour des bassins de la Garonne et de la Durance, le projet VisiEau de la R&D d'EDF a retenu les bassins de la Loire et de la Vienne comme un premier territoire atelier pour développer une vision intégrée de la ressource en eau en quantité et en qualité.

Cette réflexion est alimentée par plusieurs travaux récents de la R&D d'EDF :

- La participation au **projet Explore2** [1] dédié à l'actualisation des connaissances sur l'impact du changement climatique sur l'hydrologie à l'échelle du territoire hexagonal (utilisation des données climatiques fournies par le projet CMIP).
- La mise en place d'une **plate-forme métrologique** sur la retenue d'Eguzon [2] consacrée au suivi des processus biogéochimiques (anoxie, eutrophisation). Ce suivi est un prérequis à la calibration d'un modèle numérique 3D (Telemac3D/AED2) de la retenue.
- Les travaux de thèse de Sarah Manteaux [3] sur la **modélisation du transfert et de la régulation des contaminants** au sein du bassin de la Vienne [3]. Le couplage construit entre le modèle biogéochimique de réseau hydrographique RIVE et le modèle hydro-agro-environnemental à base physique SWAT contribue à la mise en place de modèles descriptifs de la qualité d'eau à l'échelle du bassin versant.



Précipitations SAFRAN échantillonnées sur le maillage hydrologique MORDOR (gauche) et évolution relative des débits moyens annuels, 2070-2099 vs 1976-2005, RCP4.5 (droite).



Partenaires associés au suivi métrologique de la retenue et premiers jeux de données collectés (depuis juillet 2021).

Retenue d'Eguzon et plate-forme métrologique



[1] : informations et mise à disposition publique des résultats du projet Explore2 sur la page <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>
[2] : Caffin M., Hurtado J.V., Le Brun M., Zaoui F., Guénand Y., Nogaro G., Garyga C., Morel S., Françoise S., Chanudet V., Hendrickx F., Combining modelling and automated monitoring at the hydroelectric reservoir of Eguzon to predict the evolution of water quality and algae blooms, SIL conference, Berlin, 2022
[3] : Manteaux S., Sauvage S., Samie R., Monteil C., Sánchez-Pérez J.-M. Using SWAT model to study suspended sediments and nitrates régulation by wetlands in the Vienne watershed. IS River conférence, Lyon, 2022



Contact :
raphael.lamoureux@edf.fr
frederic.hendrickx@edf.fr