

Impacts du changement climatique sur l'hydrologie du bassin de la Seine

J. Deman¹, J. Boé¹, N. Flipo², N. Gallois²

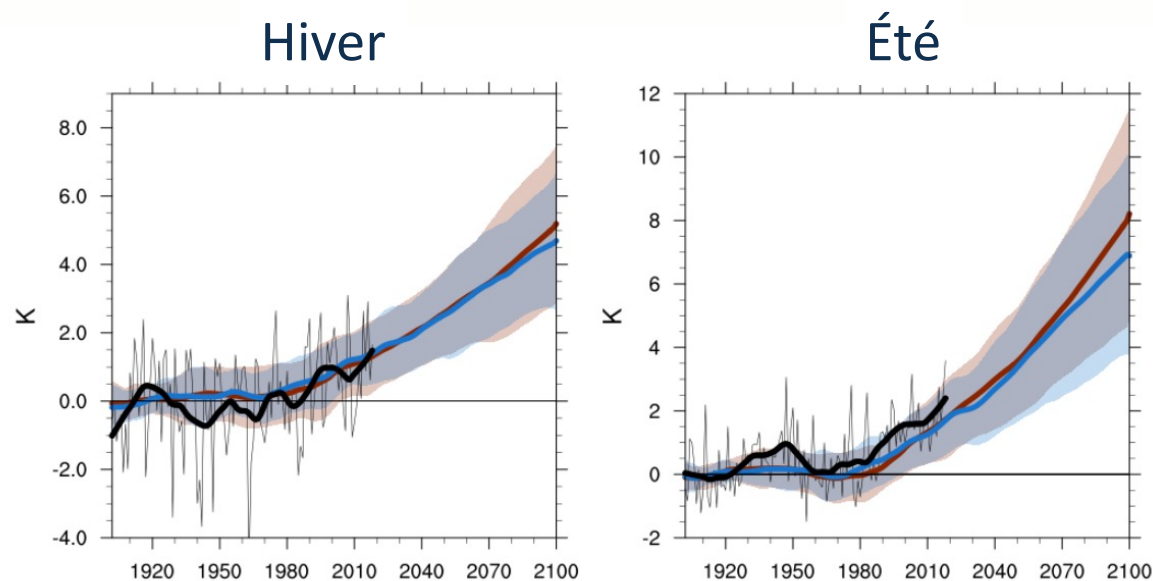
5 octobre 2023

¹ CECI, Université de Toulouse - CERFACS / CNRS

² Centre de Géosciences, Mines Paris - PSL Université / ARMINES

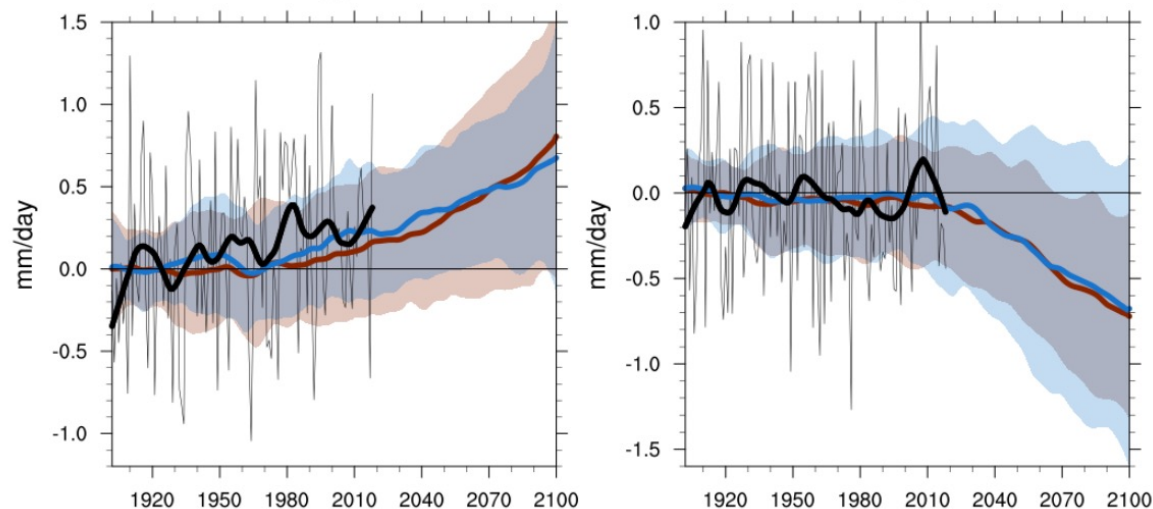
Changement climatique sur le bassin de la Seine

Température



- CMIP5 (ancienne génération)
- CMIP6 (nouvelle génération)
- Observations (Cru-TS)

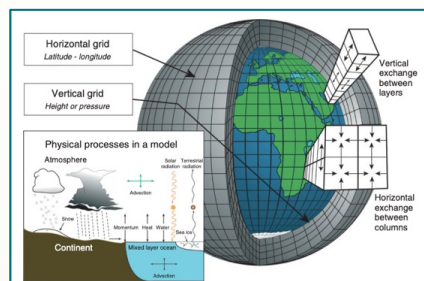
Précipitations



anomalies de P et Tas
période de référence 1902-1931
scénario d'émission SSP5-8.5

Méthodes et données

4 modèles CMIP6



Eyring et al., 2016

CMCC-ESM2
CNRM-CM6-1
EC-Earth3-Veg
MPI-ESM1-2-LR

Simulations climatiques
(température, précipitations,
humidité, vent, rayonnement)
1951-2100

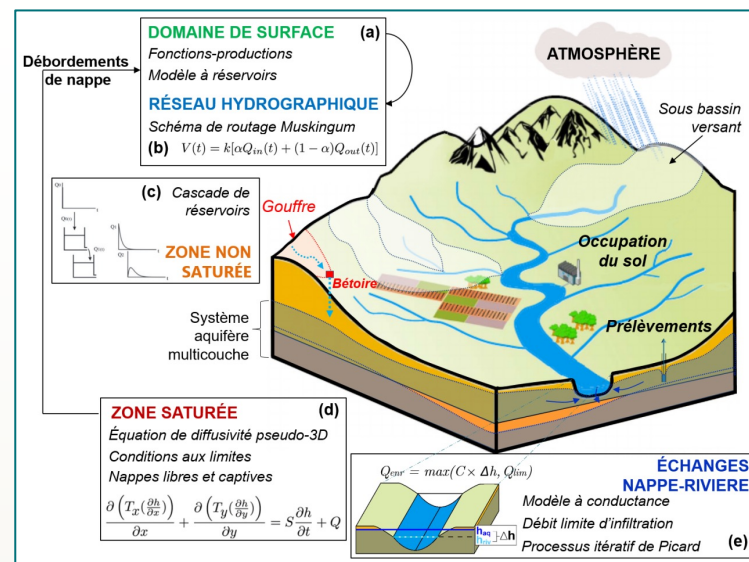
Désagrégation hybride et correction de biais

Boé et al., 2022

**Simulations désagrégées
et corrigées**

Switanek et al., 2017

CaWaQS



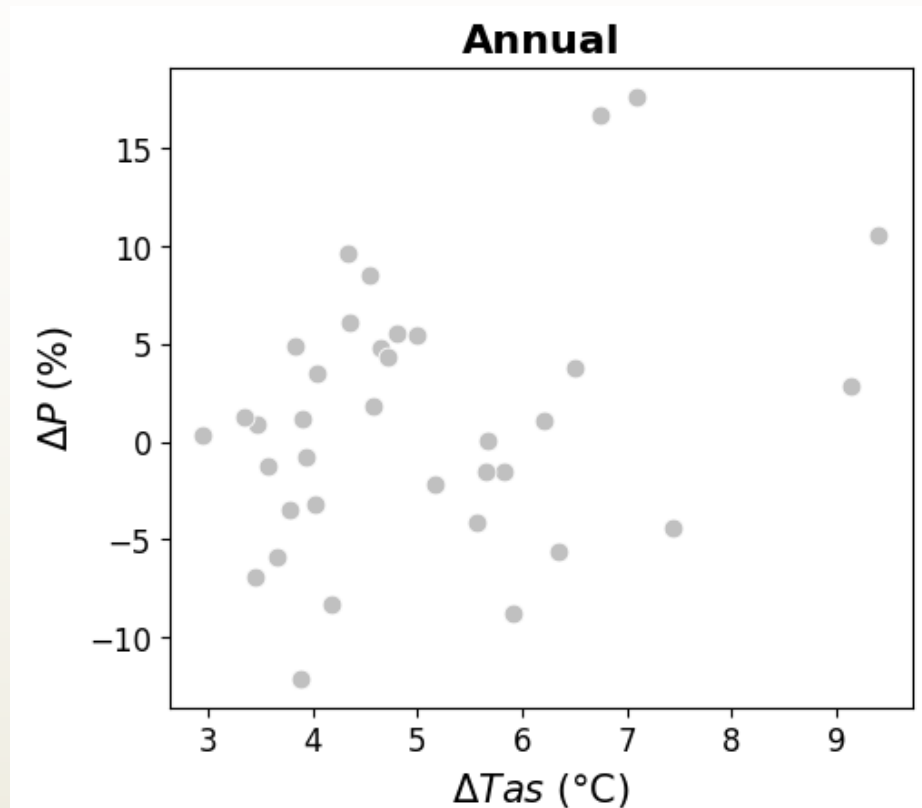
Flipo et al., 2022

**Débits et niveaux
piézométriques sur le
bassin de la Seine,
1951-2100**

Méthodes et données

- Choix des modèles CMIP6

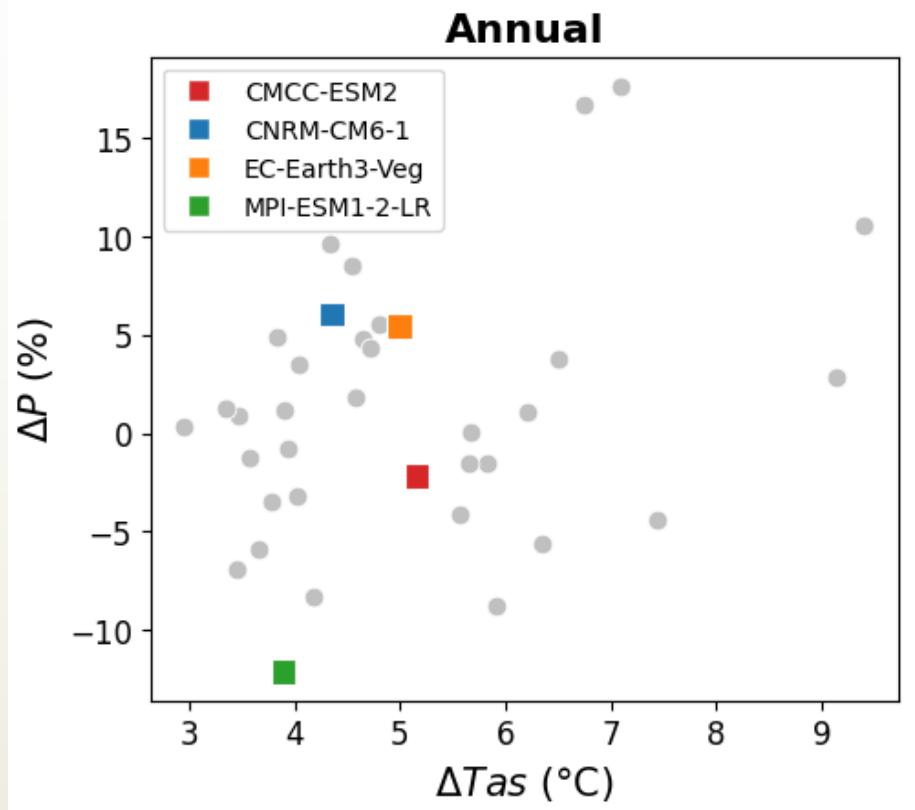
36 modèles, 2070-2099 vs 1971-2100, SSP5-8.5



Méthodes et données

- Choix des modèles CMIP6

36 modèles, 2070-2099 vs 1971-2100, SSP5-8.5

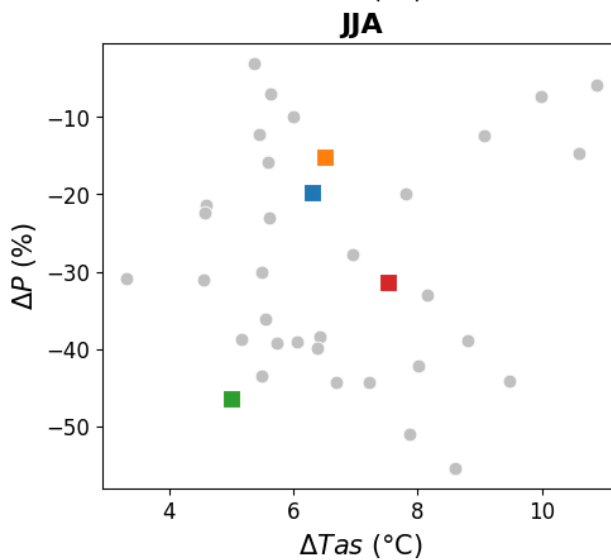
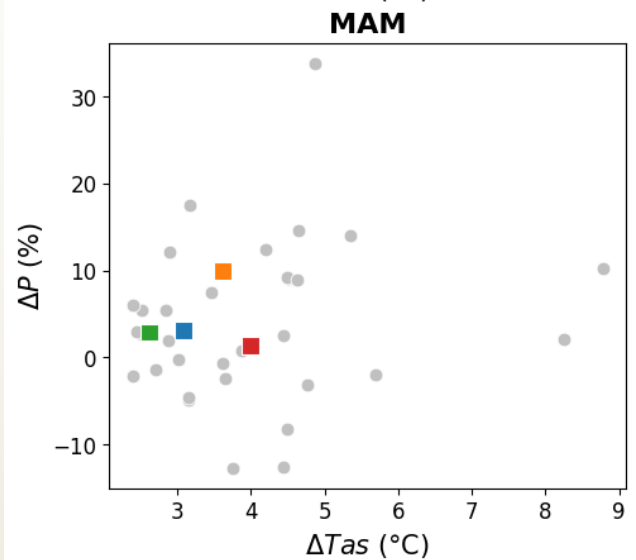
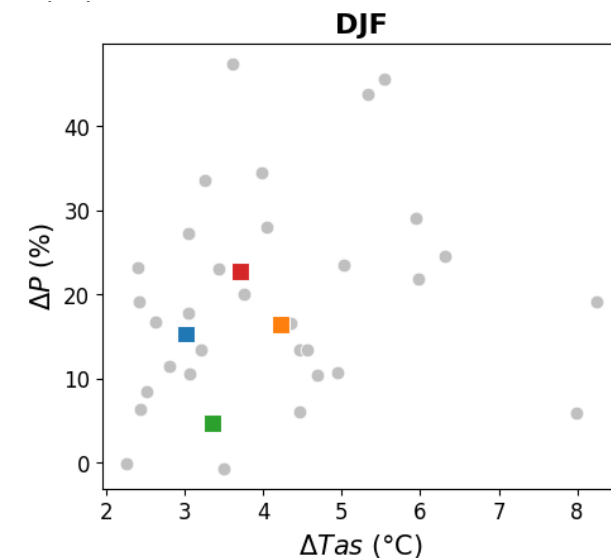
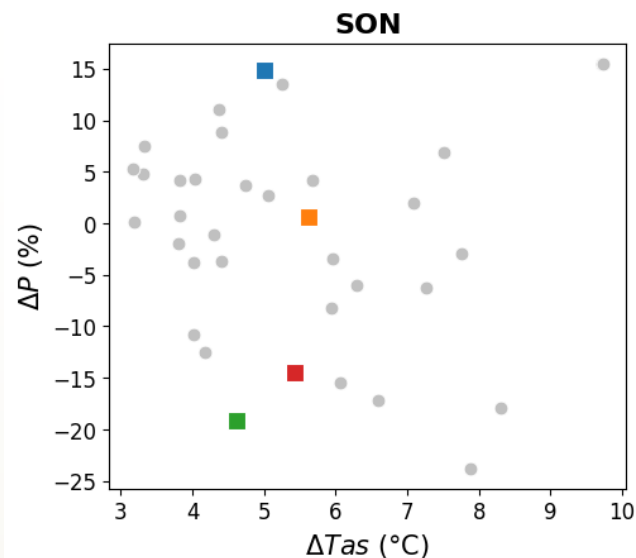
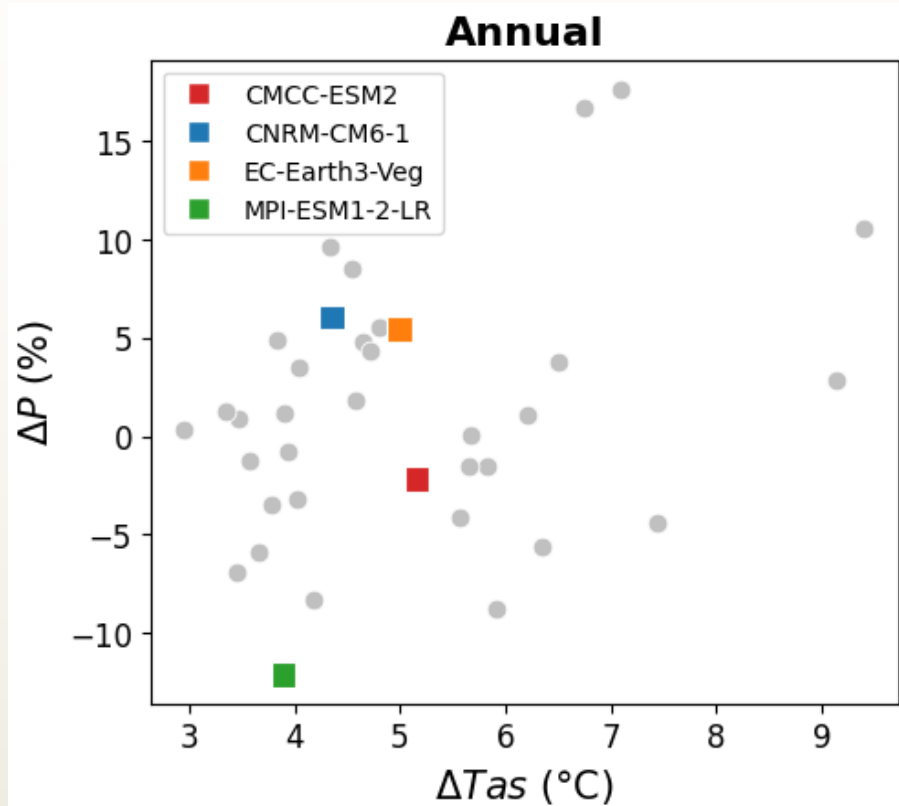


- Sélection parmi les modèles présentant des changements de température en France les plus réalistes, évalués à partir d'une méthode de contraintes observationnelles (Ribes et al., 2022)
- Disponibilité des données (6 variables, pas de temps journalier)
- Dispersion des changements de précipitations des 4 modèles représentative de l'ensemble CMIP6

Méthodes et données

- Choix des modèles CMIP6

36 modèles, 2070-2099 vs 1971-2100, SSP5-8.5



➤ 4 trajectoires hydrologiques pour le SSP5-8.5 (2 « humides » et 2 « sèches »)

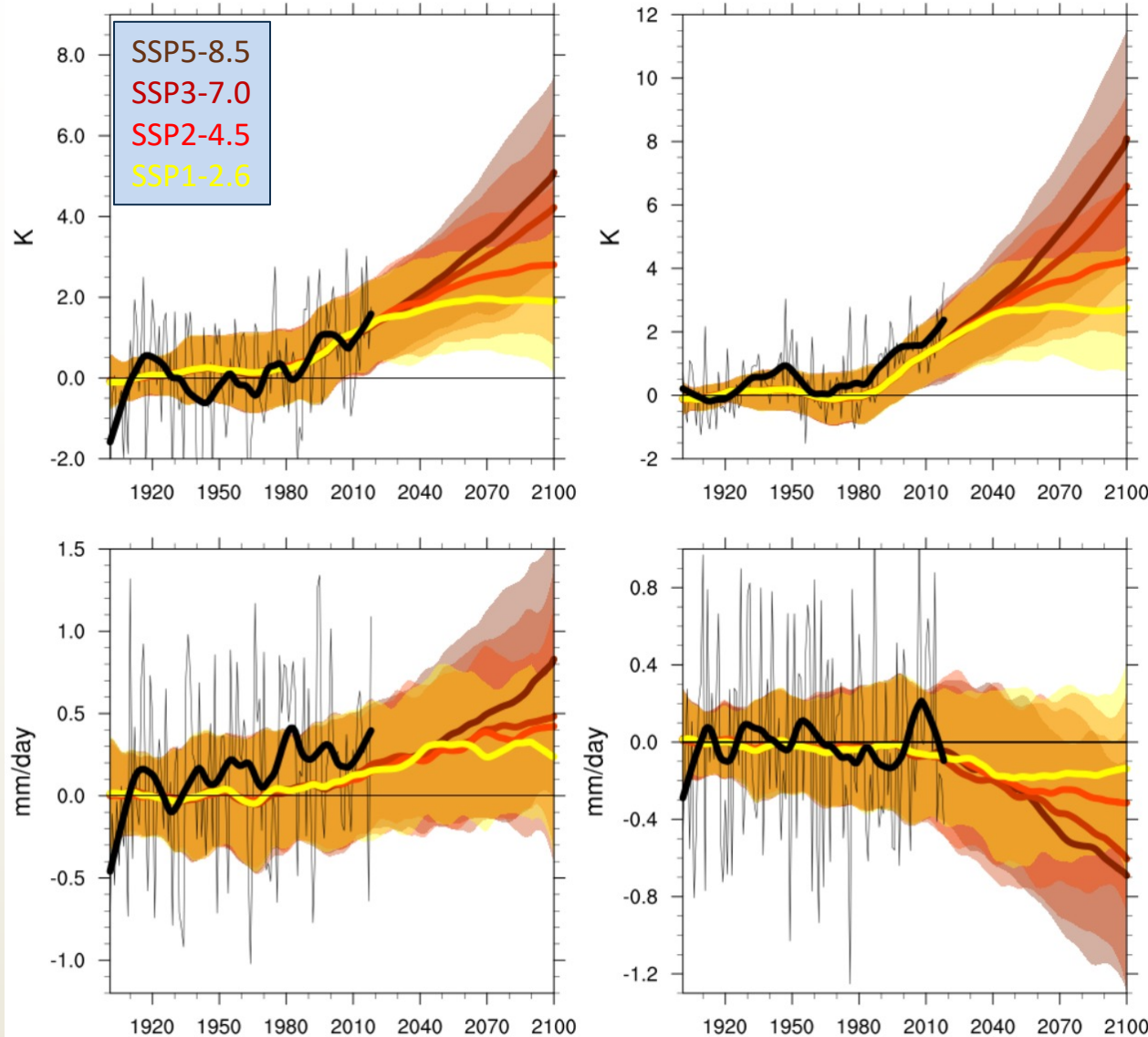
Méthodes et données

- Choix des scénarios

hiver

été

Température :



Précipitations :

- 3 scénarios d'émission:
SSP1-2.6: « accord de Paris »,
SSP2-4.5: « intermédiaire »,
SSP5-8.5: « le plus sévère »



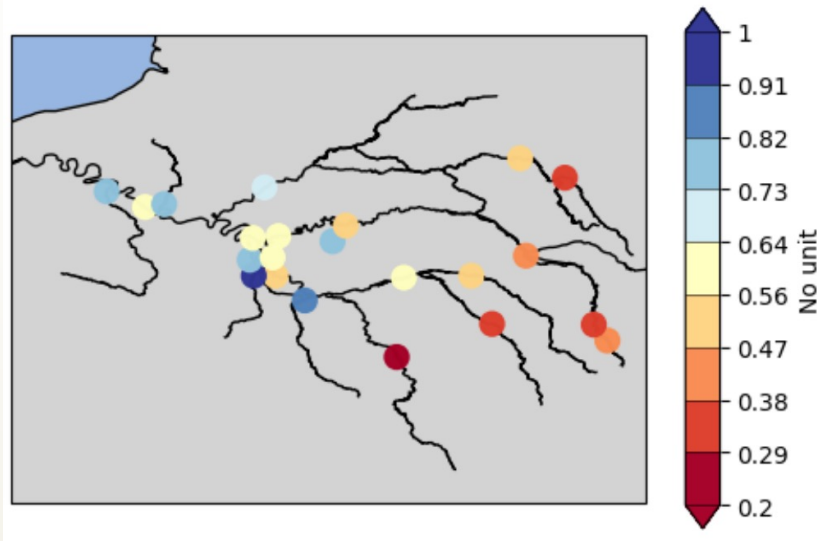
Changements futurs de l'hydrologie du bassin de la Seine

- I. Rôle des aquifères et évolution future

- II. Résultats des projections CaWaQS
 1. Réponse moyenne
 2. Évènements extrêmes

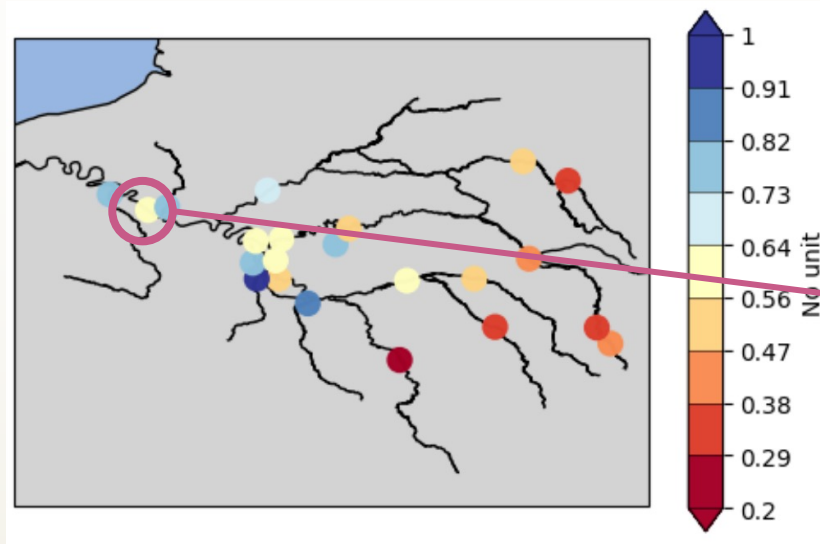
Rôle des aquifères et évolution future

- Contribution relative des aquifères aux débits, sur la période 1971-2000:

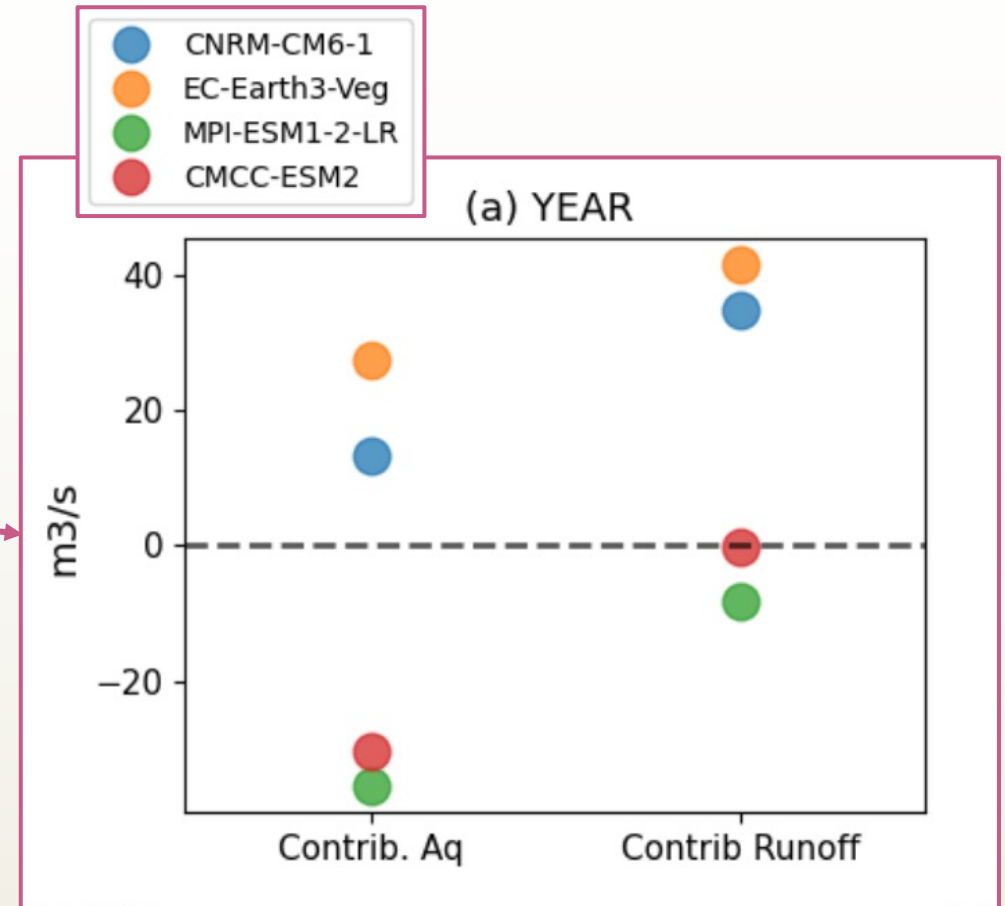


Rôle des aquifères et évolution future

- Contribution relative des aquifères aux débits, sur la période 1971-2000:

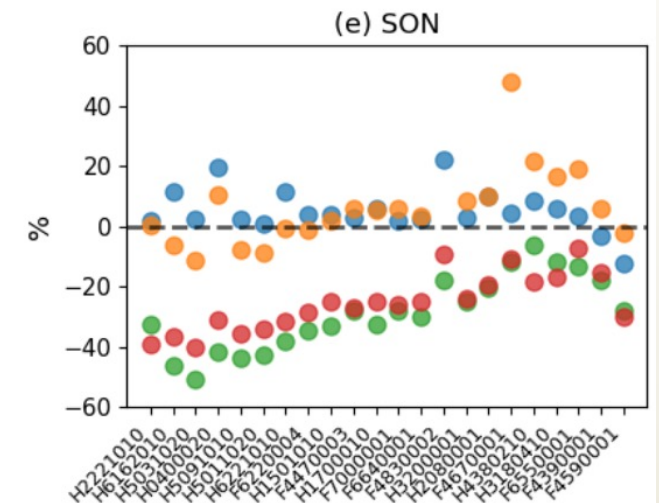
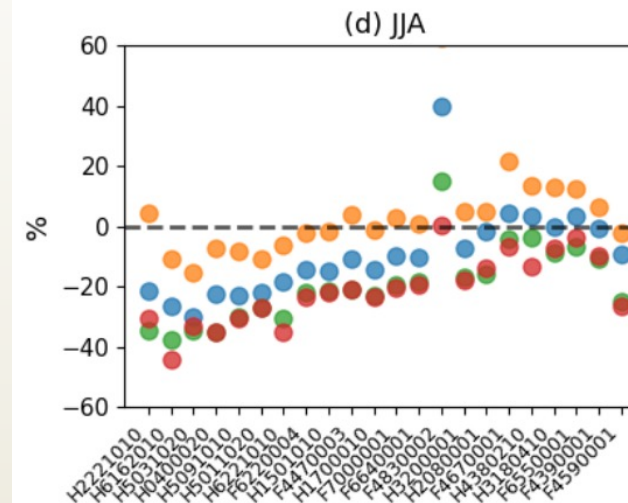
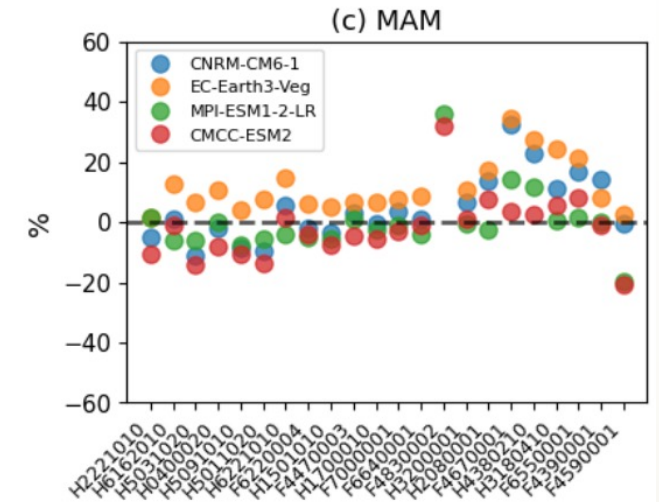
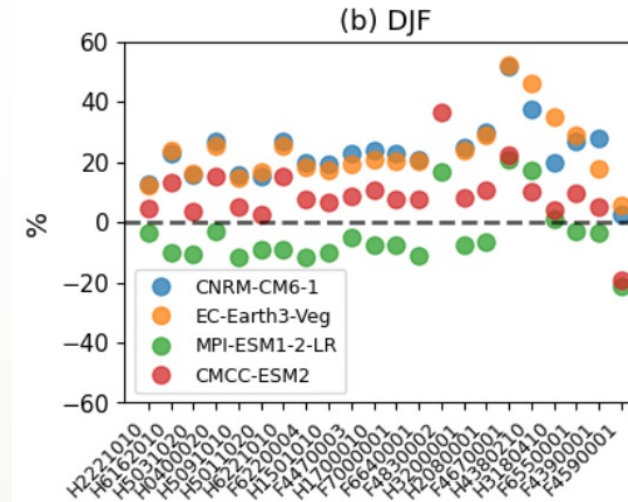
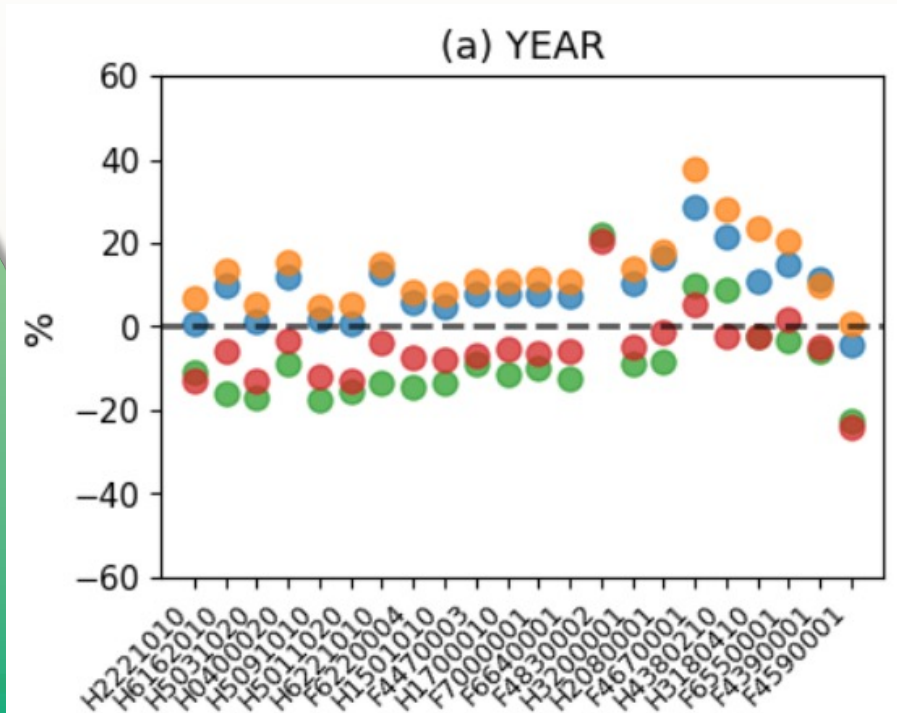


- À **Vernon**, 2070-2099 par rapport à 1971-2000, SSP5-8.5 :



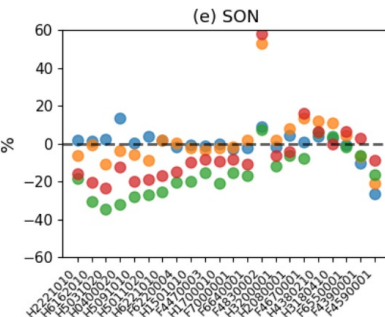
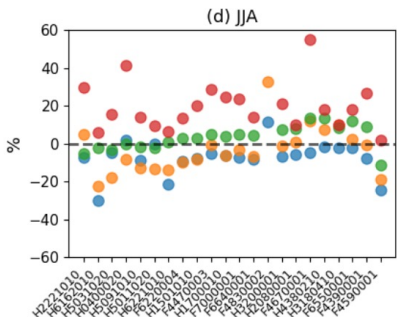
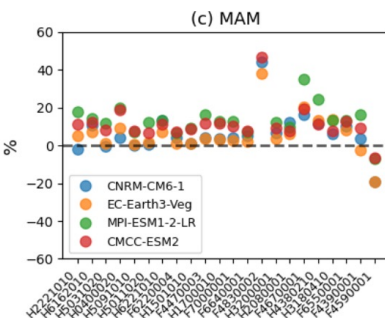
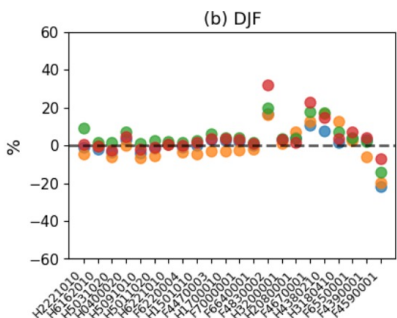
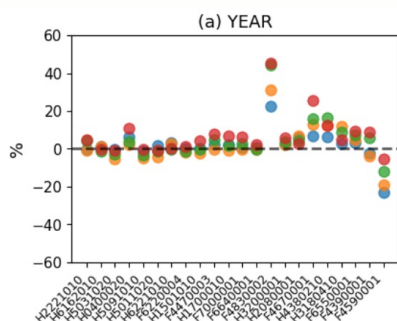
Évolution des débits

- Changements relatifs des débits, SSP5-8.5, 2070-2099 vs 1971-2000

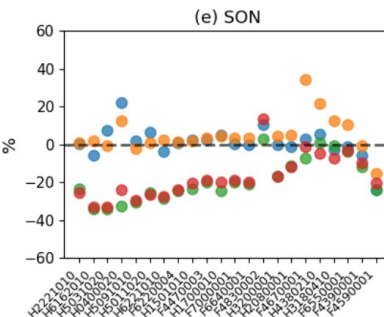
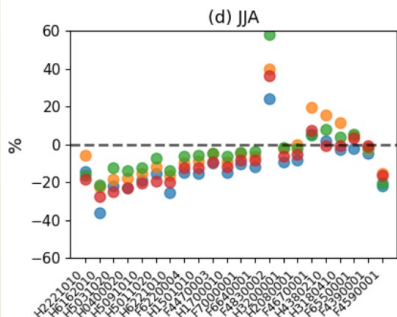
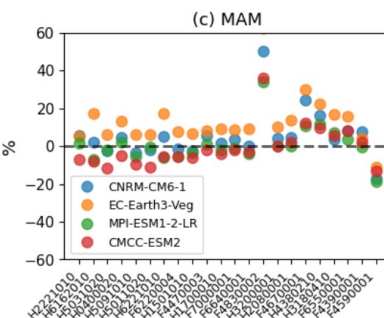
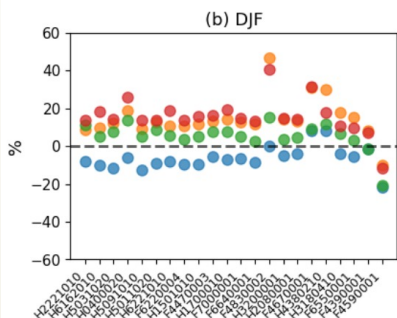
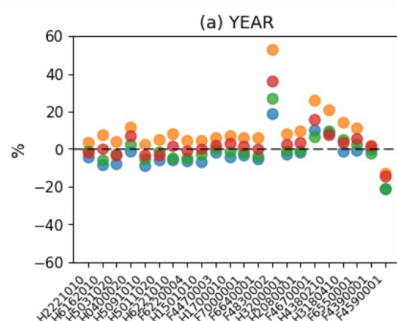


Évolution des débits

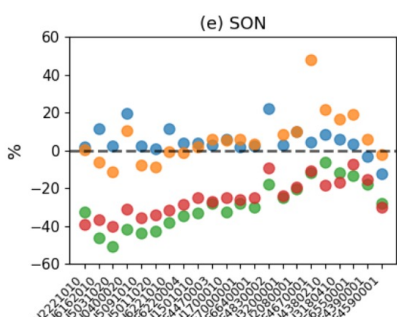
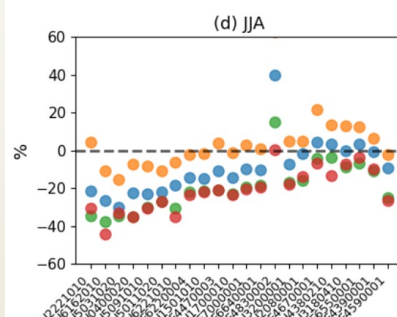
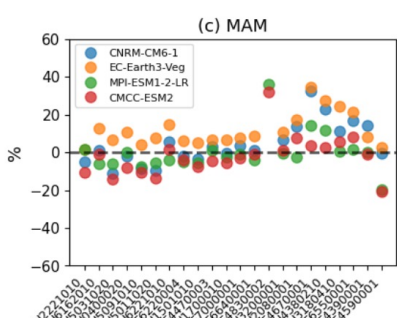
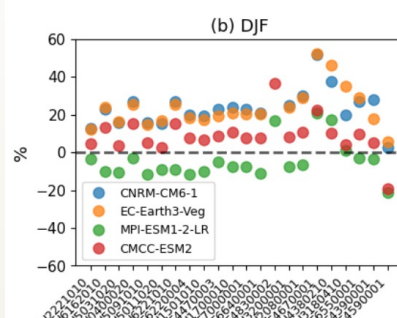
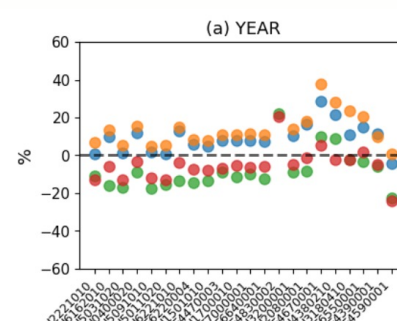
SSP1-2.6



SSP2-4.5



SSP5-8.5

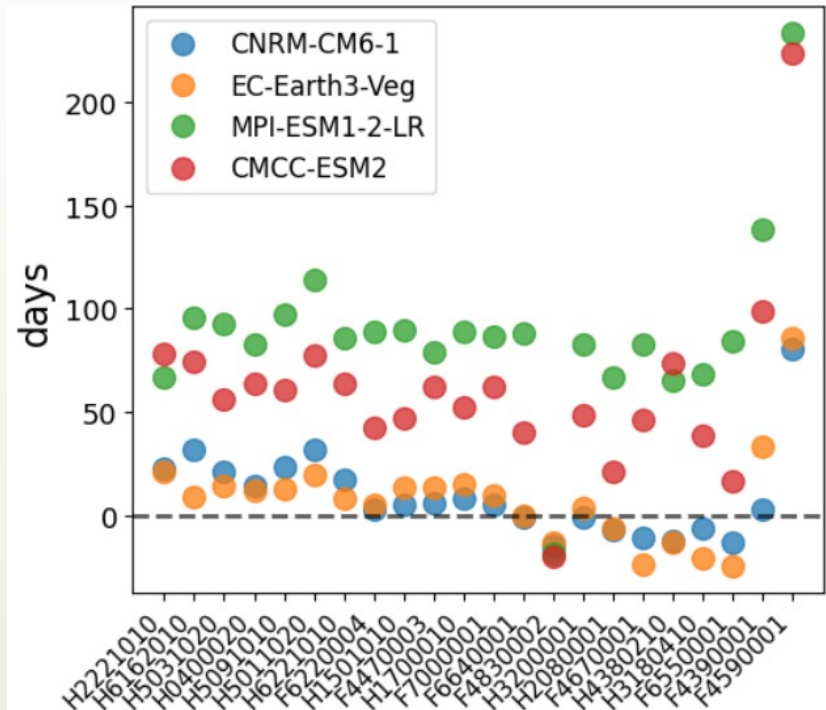


3 scénarios, 2070-2099 vs 1971-2000

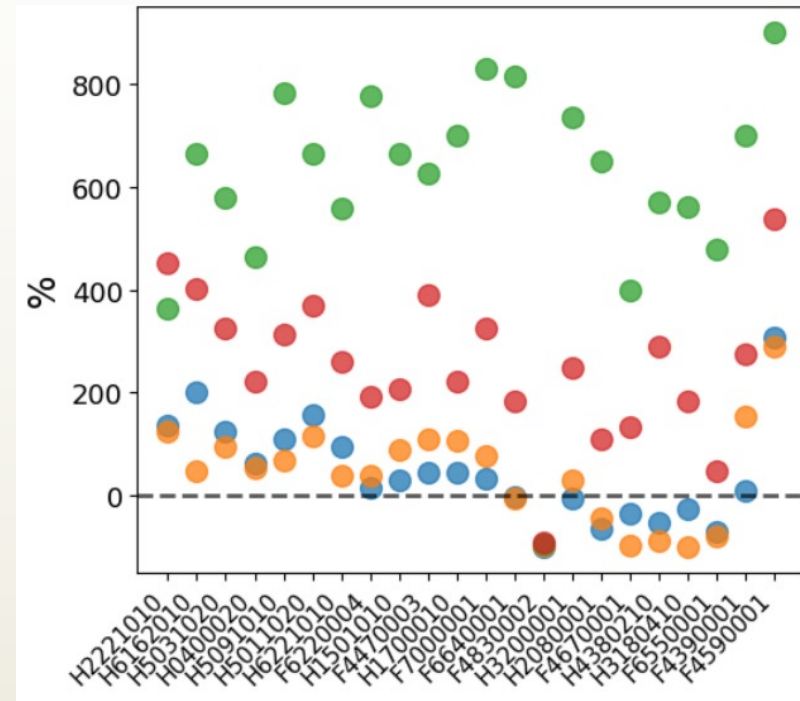
Évolution des sécheresses

- Changements du nombre de jour de sécheresse hydrologique entre 1971-2000 et 2070-2099, SSP5-8.5

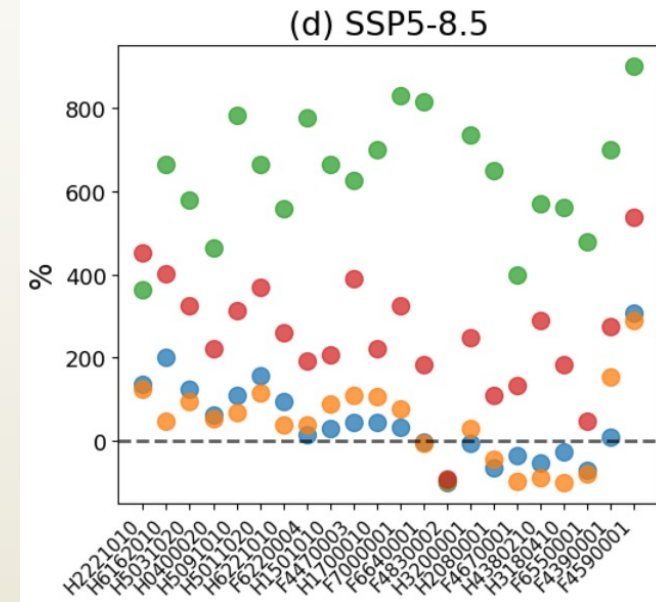
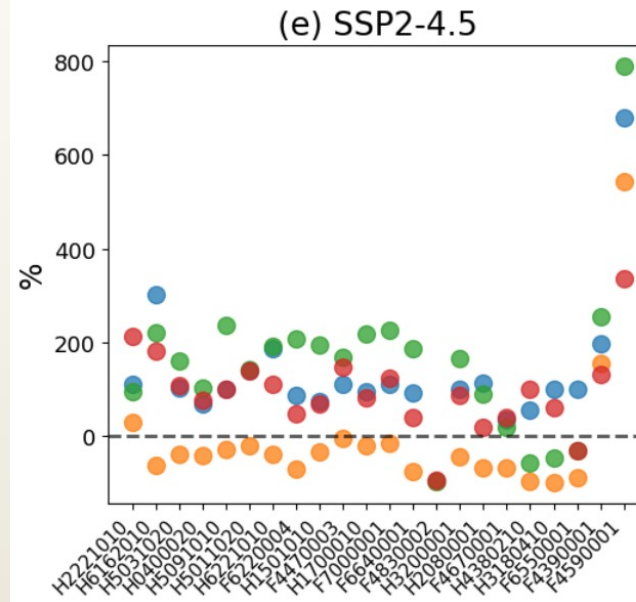
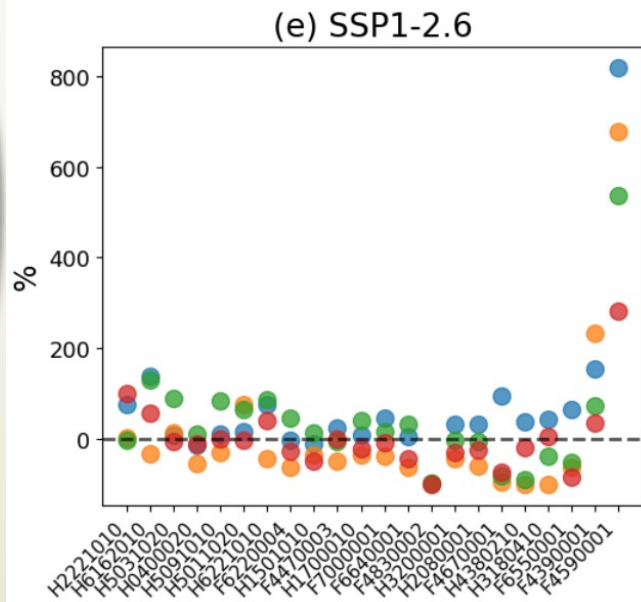
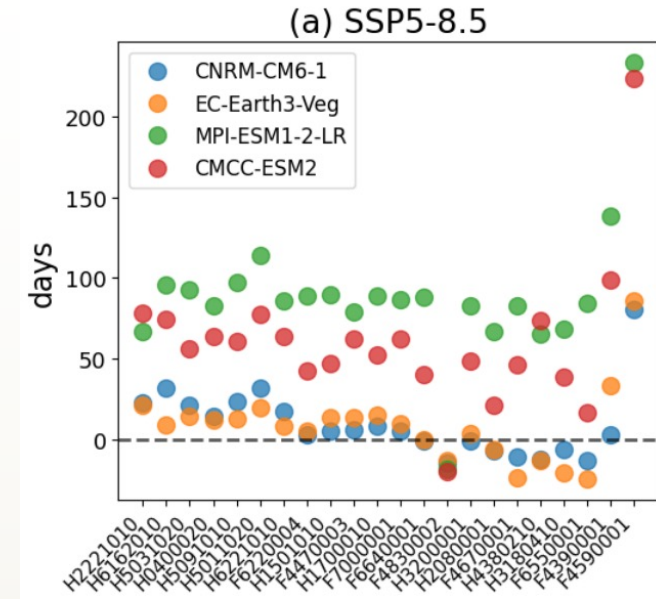
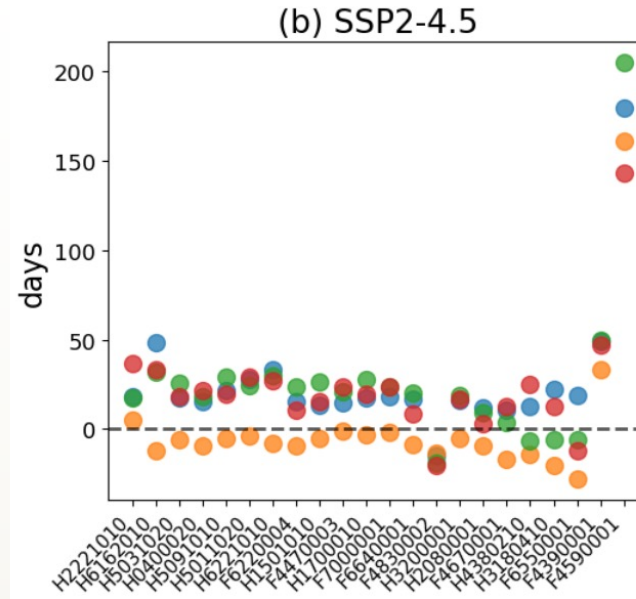
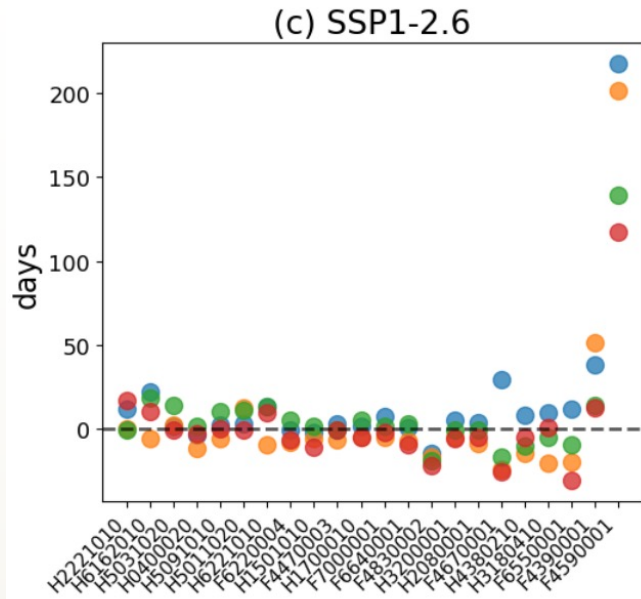
Changements bruts



Changements relatifs

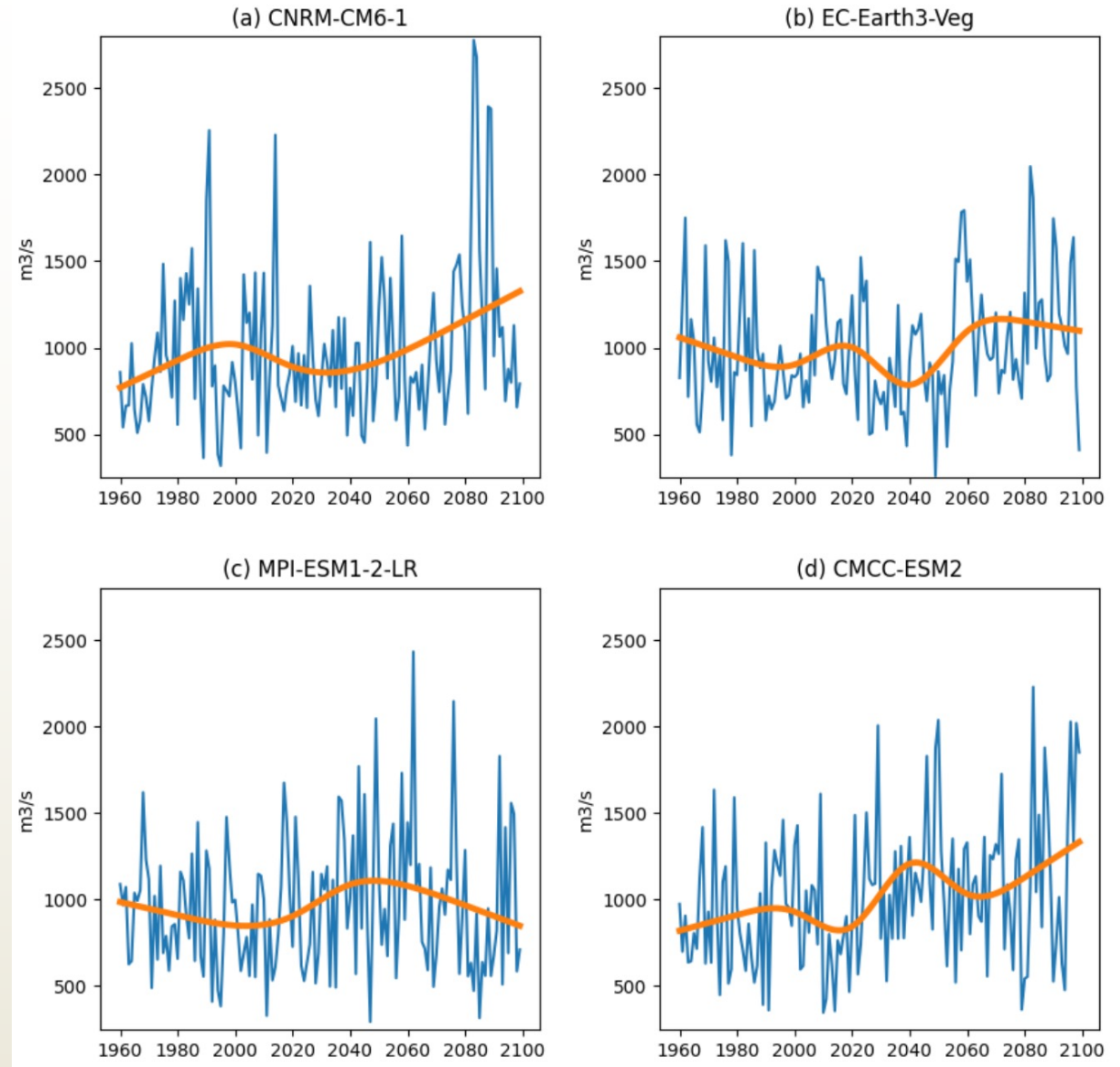


Évolution des sécheresses



Évolution du débit journalier maximum annuel

- Débit journalier maximum annuel de la Seine à Paris, SSP5-8.5

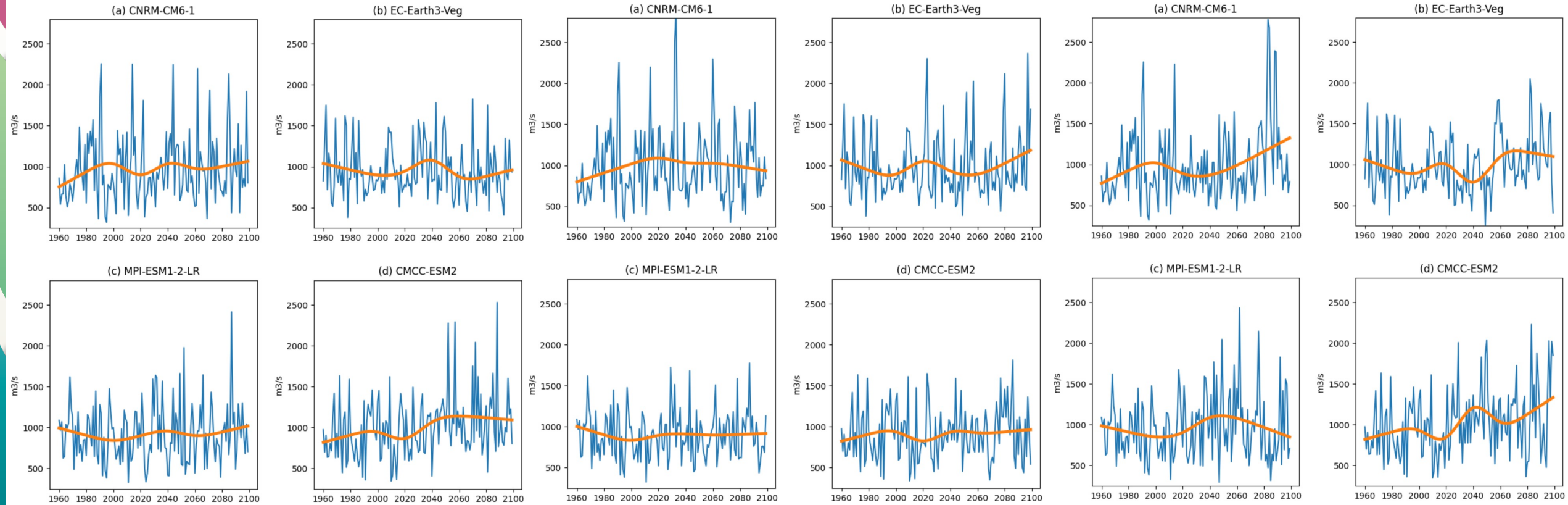


Évolution du débit journalier maximum annuel

SSP1-2.6

SSP2-4.5

SSP5-8.5



Conclusions

- 4 Trajectoires hydrologiques et 3 scénarios pour l'évolution de l'hydrologie du bassin de la Seine avec le changement climatique
 - Pour le SSP5-8.5 à l'échelle annuelle: **trajectoires contrastées** (2 humides / 2 sèches)
 - Forts contrastes saisonniers (été/hiver)
 - Amplitude des changements moyens et extrêmes dépend du scénario d'émission
- Forte influence des aquifères sur les changements estivaux
- Rôle critique de l'atténuation sur le nombre de jours de sécheresse hydrologique



Merci pour votre attention

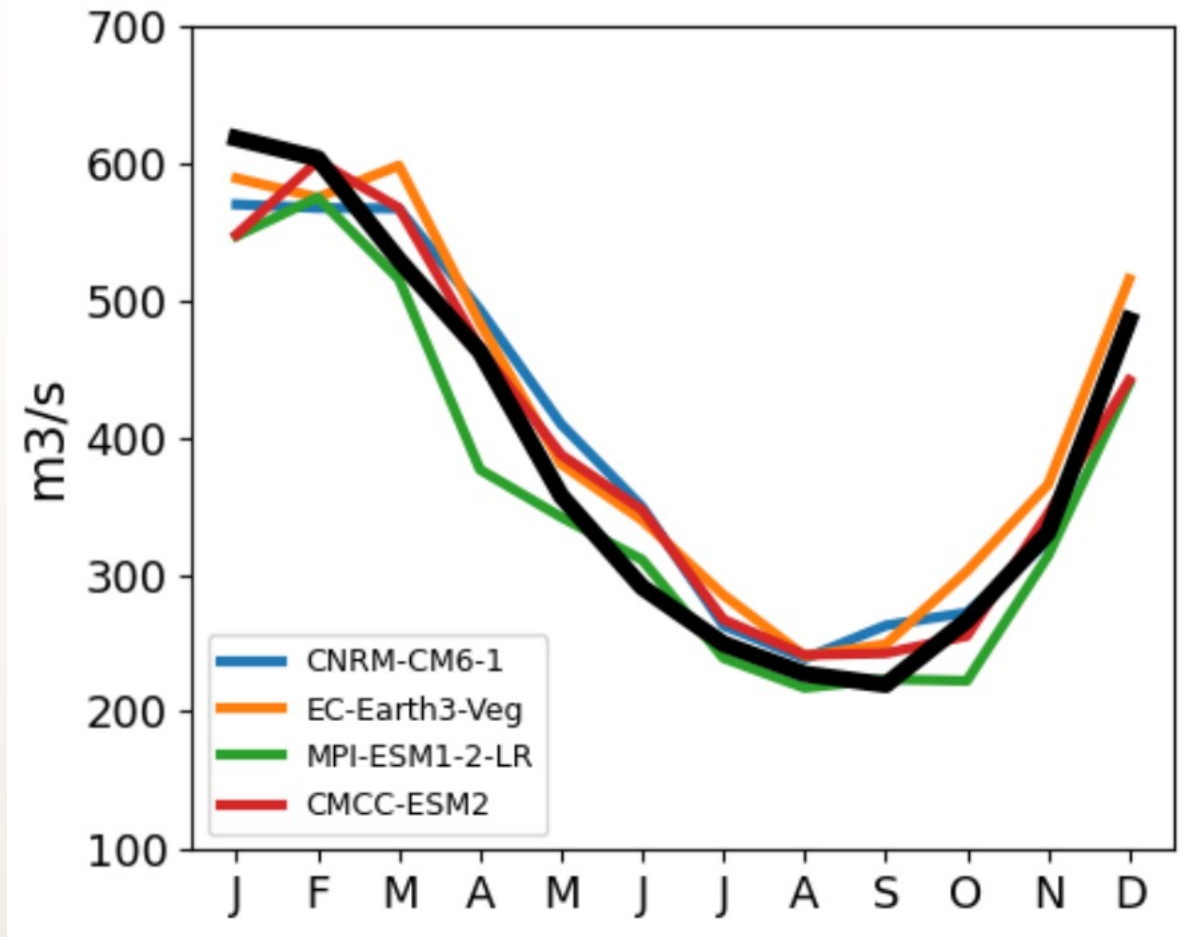
Références

- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E.: Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, *Geosci. Model Dev.*, 9, 1937–1958, <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>.
- Boé, J., Mass, A. & Deman, J. A simple hybrid statistical–dynamical downscaling method for emulating regional climate models over Western Europe. Evaluation, application, and role of added value?. *Clim Dyn* **61**, 271–294 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06552-2>
- Switanek, M. B., Troch, P. A., Castro, C. L., Leuprecht, A., Chang, H.-I., Mukherjee, R., and Demaria, E. M. C.: Scaled distribution mapping: a bias correction method that preserves raw climate model projected changes, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 2649–2666, <https://doi.org/10.5194/hess-21-2649-2017>, 2017.
- Nicolas Flipo, Nicolas Gallois, Jonathan J Schuite. Recalibration du modèle CaWaQS-Seine pour l’analyse du fonctionnement hydrologique du bassin : Projet AQUIVAR : Rapport final. [Rapport de recherche] R310521NFLI, ARMINES / MINES ParisTech. 2021, pp.168. [hal-03240324](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03240324)



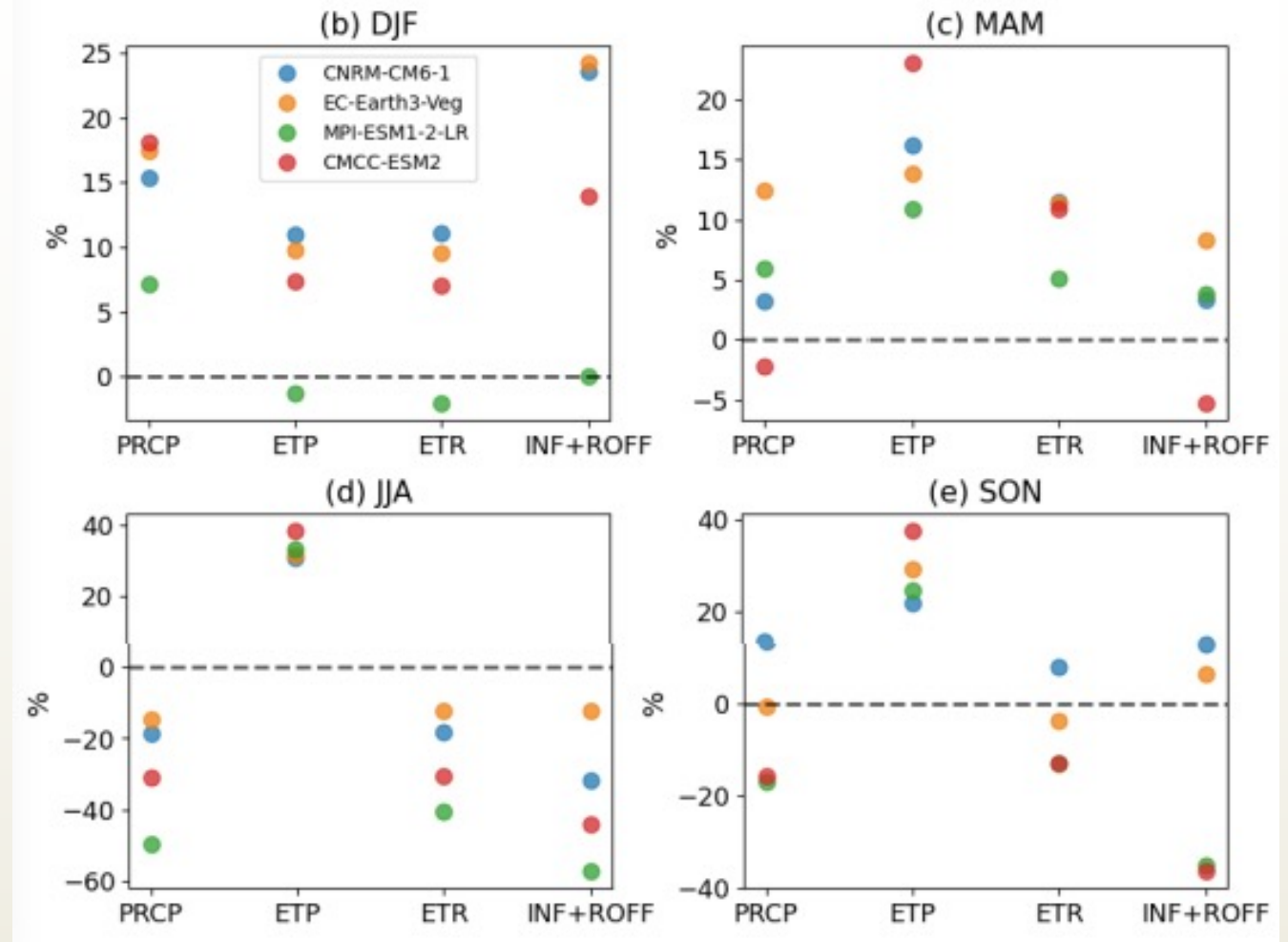
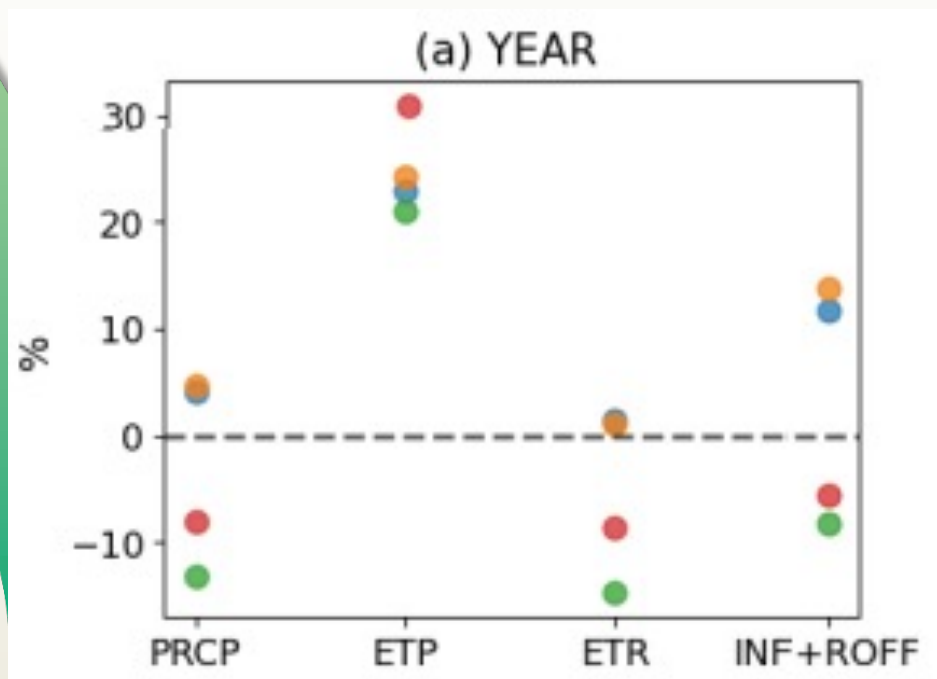
ANNEXE

Évaluation : cycle saisonnier des débits



Évolution du bilan en eau

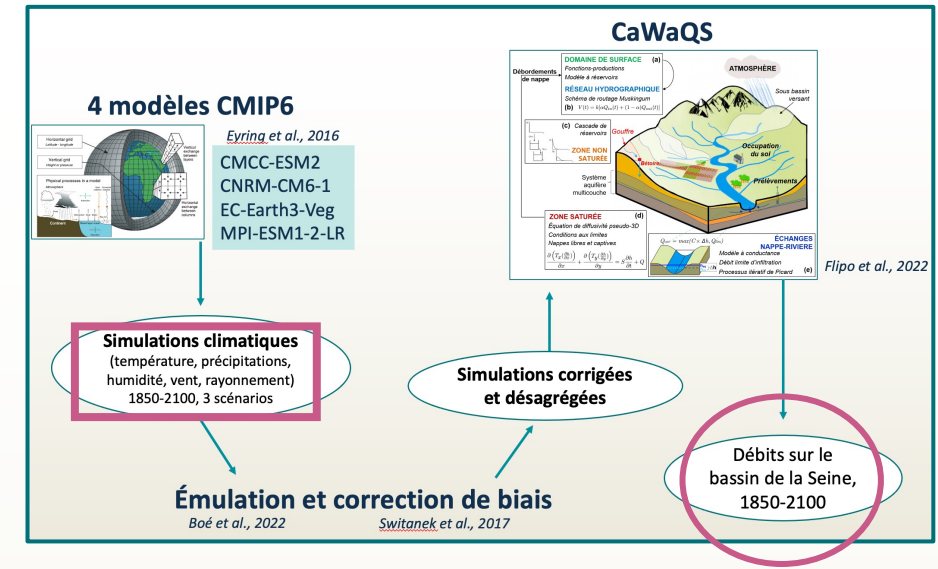
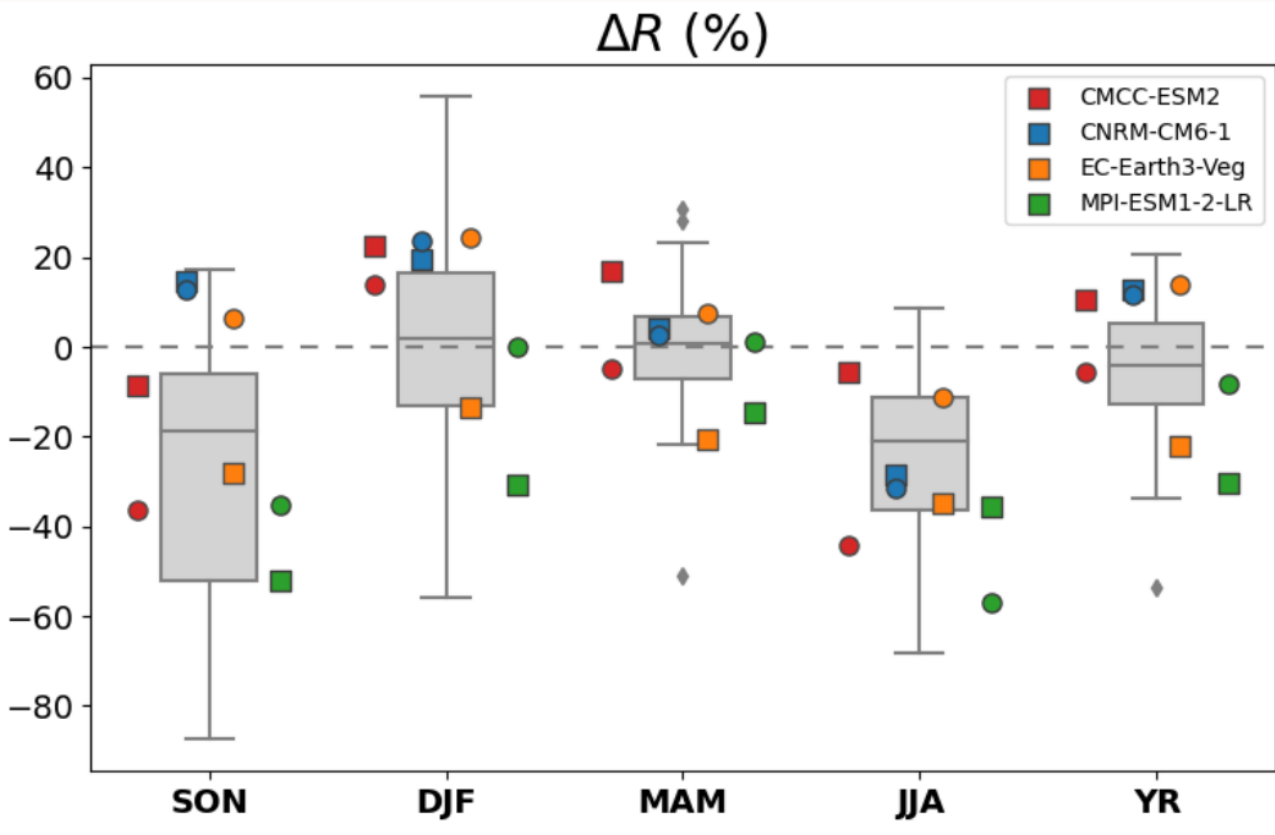
- Changements relatifs des précipitations, évapotranspiration potentielle et réelle et du ruissellement + infiltration, SSP5-8.5, 2070-2099 vs 1971-2000



Comparaison CaWaQS / CMIP6

- CaWaQs dans l'ensemble CMIP6

Changements de ruissellement sur le bassin de la Seine, 2070-2099 vs 1971-2000, SSP5-8.5



- simulations CaWaQS
- simulations CMIP6