



HAL
open science

Usages de l'eau et changement climatique sur le bassin du Rhône : quantification de l'impact sur la ressource du changement climatique et de stratégies de gestion des grandes retenues hydroélectriques

Flora Branger, Jérémie Bonneau, Nathan Pellerin, Louise Mimeau, Eric Sauquet

► To cite this version:

Flora Branger, Jérémie Bonneau, Nathan Pellerin, Louise Mimeau, Eric Sauquet. Usages de l'eau et changement climatique sur le bassin du Rhône : quantification de l'impact sur la ressource du changement climatique et de stratégies de gestion des grandes retenues hydroélectriques. Mémoires du Rhône - 15e colloque sur le Rhône dans son environnement naturel et humain, Sep 2024, MONTHEY, Switzerland. hal-04698243

HAL Id: hal-04698243

<https://hal.inrae.fr/hal-04698243v1>

Submitted on 15 Sep 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.



➤ Usages de l'eau et changement climatique sur le bassin du Rhône : quantification de l'impact sur la ressource du changement climatique et de stratégies de gestion des grandes retenues hydroélectriques

Flora BRANGER¹, Jérémie BONNEAU^{1,2}, Nathan PELLERIN¹,
Louise MIMÉAU¹, **Eric SAUQUET¹**

¹ INRAE, UR RIVERLY, 69100 Villeurbanne, France

² INSA DEEP, 11 rue de la Physique, 69100 Villeurbanne, France

✉ : eric.sauquet@inrae.fr

➤ Contexte scientifique : l'Observatoire des Sédiments du Rhône

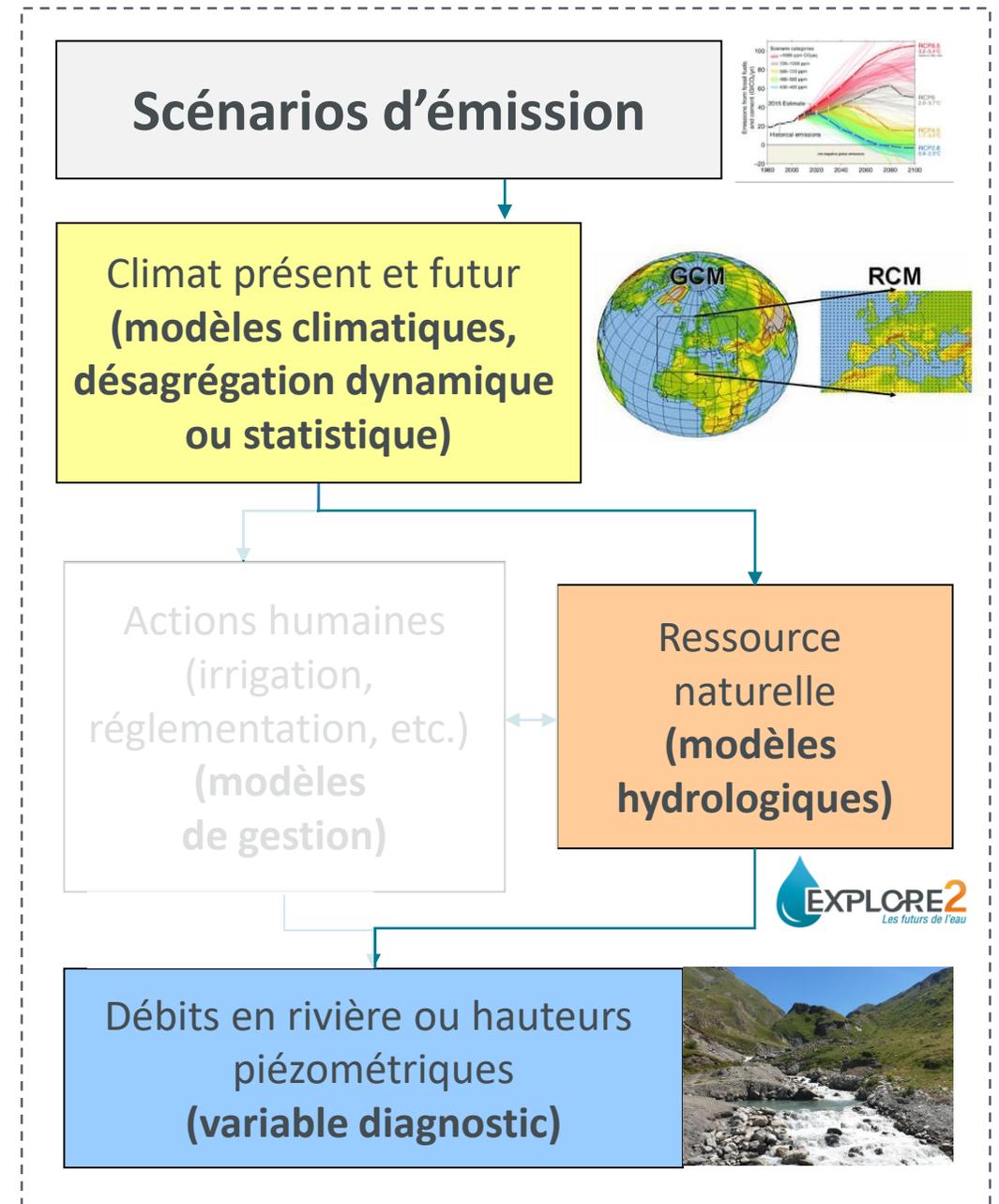


- Programme de recherche interdisciplinaire créé en 2009, co-construit par les scientifiques et les gestionnaires du Rhône afin de produire des connaissances solides et partagées sur les processus hydro-sédimentaires à l'échelle du fleuve, du Léman à la Mer méditerranée
- Les missions de l'OSR :
 - Répondre aux problématiques de gestion que peuvent poser les processus sédimentaires à l'œuvre sur un fleuve de la taille du Rhône
 - Etudier des liens entre le fonctionnement sédimentaire, la diversité des milieux naturels, la circulation et le stockage des polluants, l'évolution du delta et du littoral ou encore le risque d'inondation
 - Contribuer à l'élaboration et à l'évaluation des actions de gestion sédimentaire, qu'il s'agisse d'opérations liées aux activités industrielles ou de projets de restauration engagés afin de redonner une qualité écologique du fleuve



➤ Contexte scientifique : EXPLORE2 Des futurs de l'eau

- Un projet  (2021-2024) porté par INRAE et l'Office International de l'eau (OiEau)
- **Objectifs** : actualiser les connaissances sur l'impact du changement climatique sur l'hydrologie **et** en faciliter le transfert vers les acteurs de l'eau
- **Une approche « emboîtée »** pour accéder au climat local et aux échelles des bassins versants
- **Une approche multi-modèle et multi-scénario** pour appréhender la dispersion des futurs
- **Des représentations simplifiées TOUTES** porteuses d'incertitudes



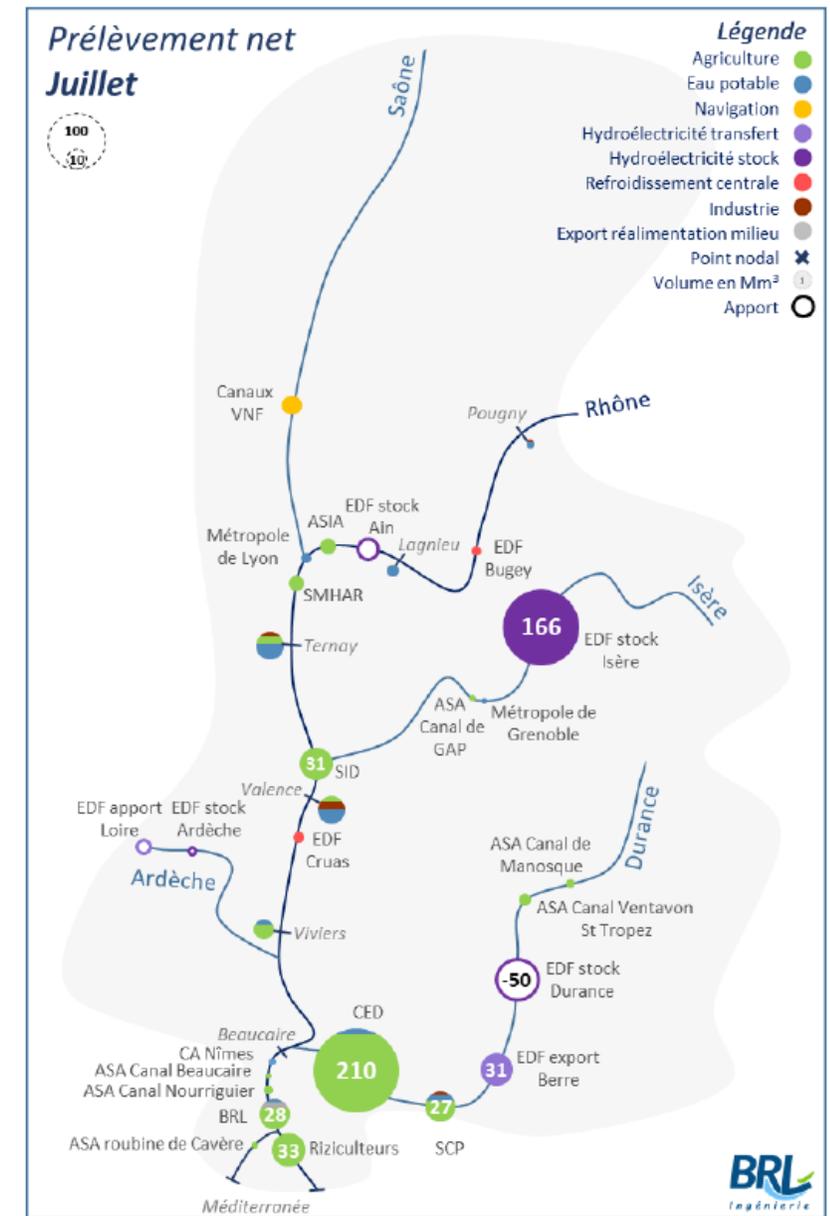
➤ Objectifs

- Pression croissante multiple sur la ressource en eau en particulier sur le Rhône

Le prélèvement net total annuel lié à l'irrigation sur le bassin versant du Rhône atteint 1 500 Mm³.
En période de pointe (juillet), ce prélèvement net correspond à un débit fictif continu de l'ordre 133 m³/s (= 10 % du débit moyen de juillet)

Quantifier l'impact des usages humains sur la ressource en eau dans un contexte de changement climatique ?

- Ici focus uniquement sur les barrages (mono et multi-usage)



Source : BRLi (2023)

> MÉTHODES



INRAE

Usages de l'eau et changement climatique sur le bassin du Rhône

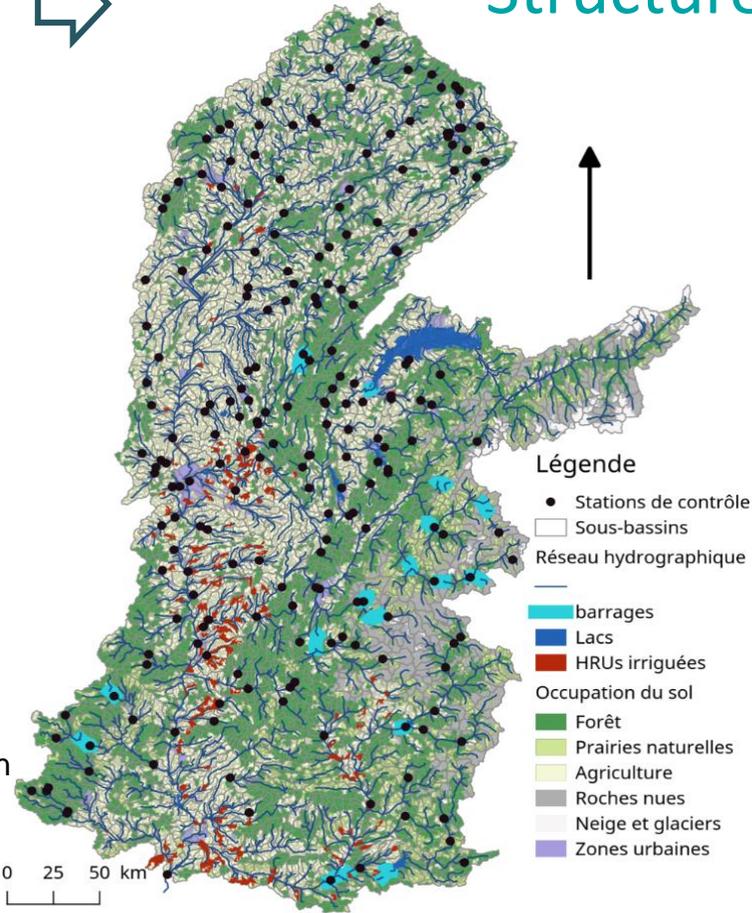
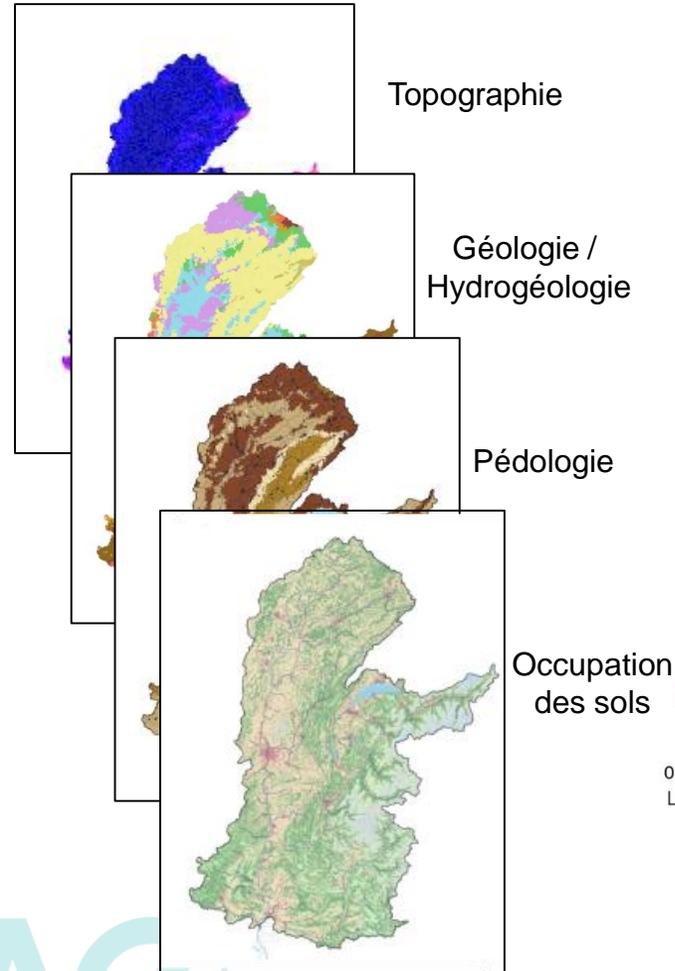
15e colloque sur le Rhône dans son environnement naturel et humain / Septembre 2024 / Eric Sauquet

➤ Modélisation intégrée hydrologie-usages : le modèle J2000-Rhône

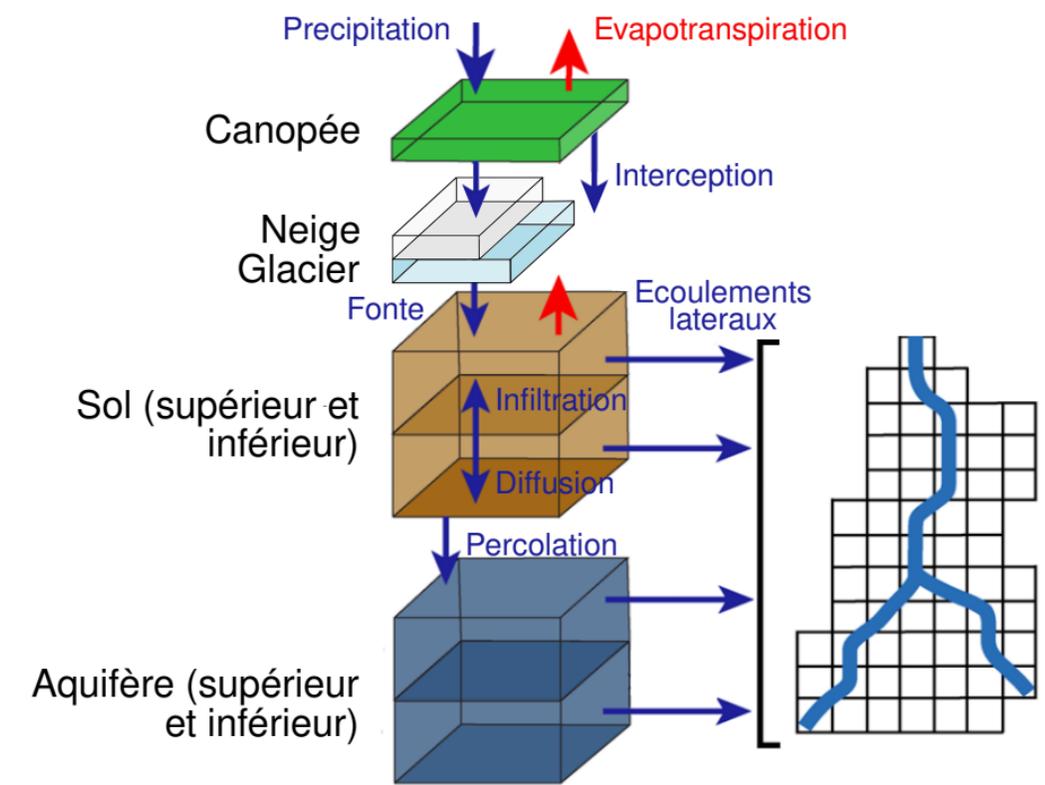
Découpage de l'espace :
croisement de couches
géographiques



Structure de J2000



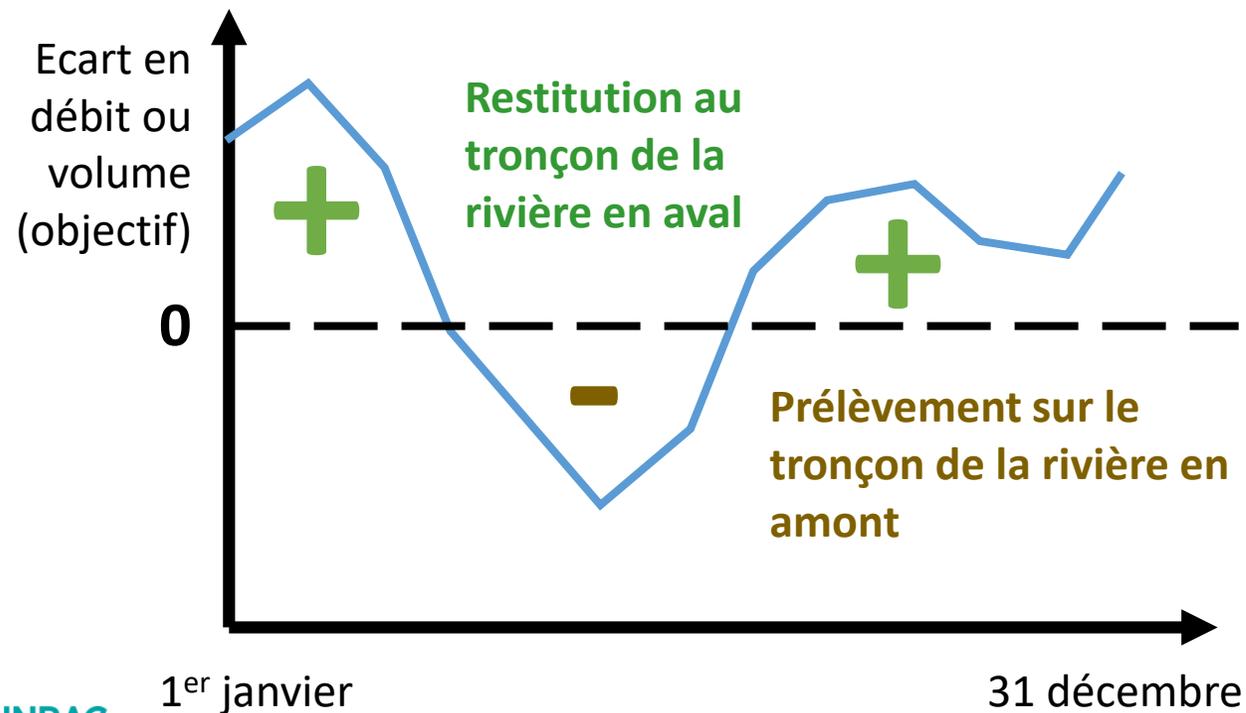
~ 31 400 mailles (taille moyenne = 3 km²)
Validation sur 234 stations de contrôle



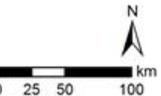
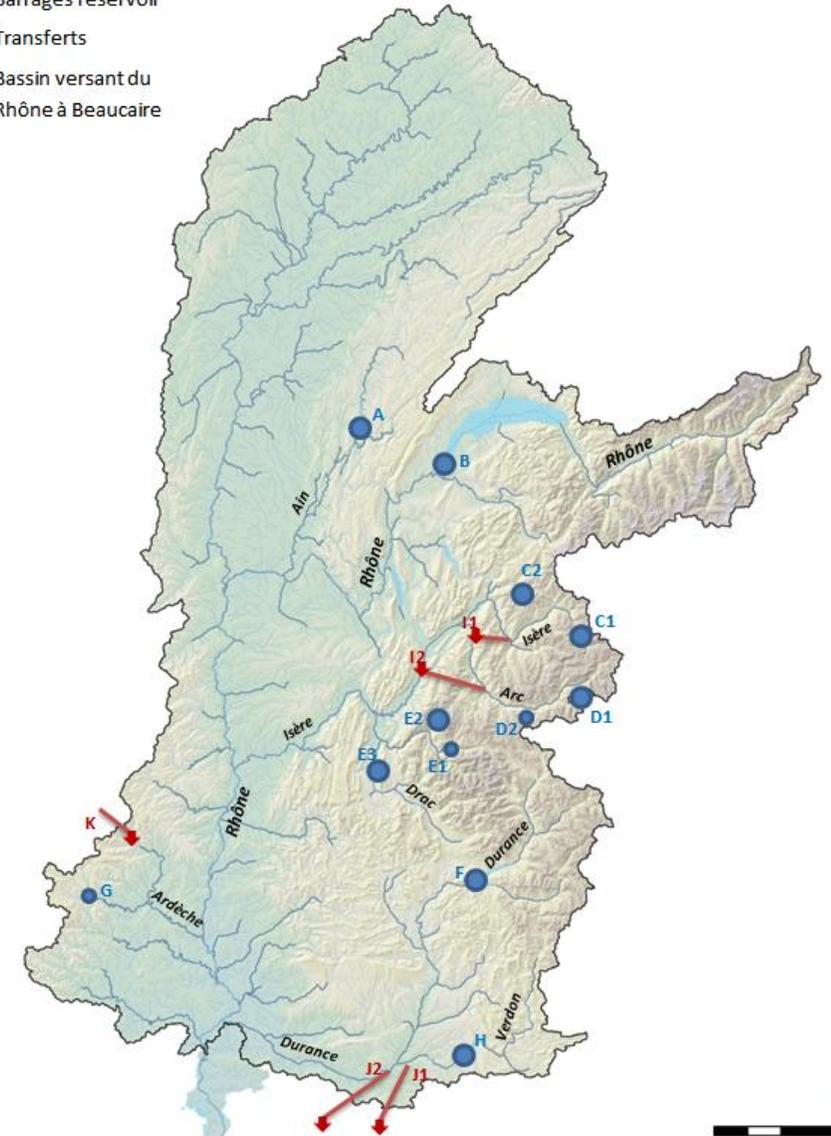
+ Prise en compte des principaux usages dont barrages/dérivations

➤ Prise en compte des barrages et dérivations

- Pas de représentation explicite des retenues mais de leur effet sur le tronçon de cours d'eau
- Définition de fonctions objectif = consignes journalières de prélèvement ou de restitution

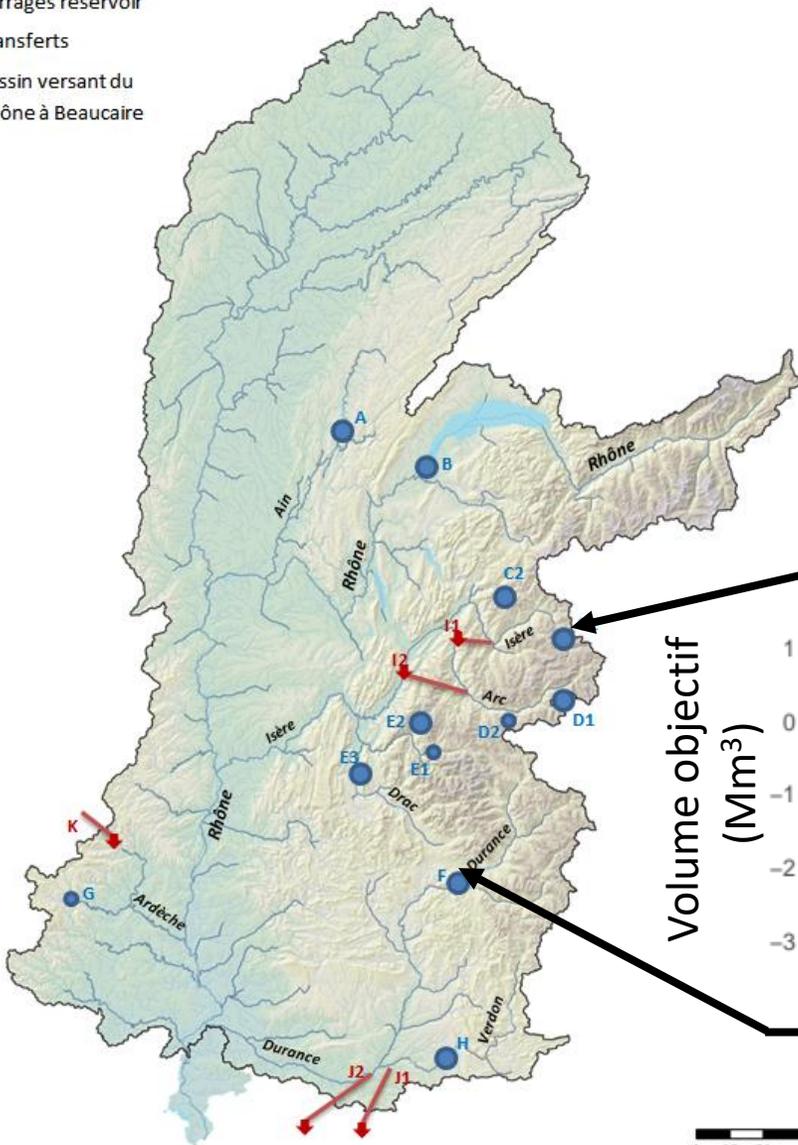


- Barrages réservoir
- ➔ Transferts
- Bassin versant du Rhône à Beaucaire



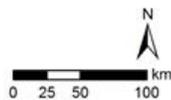
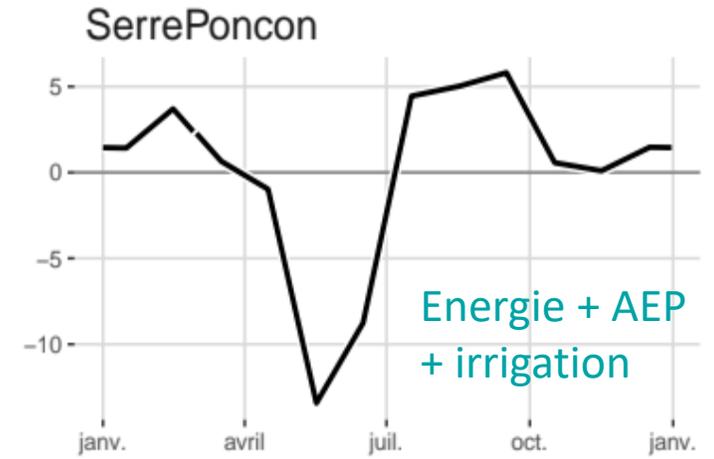
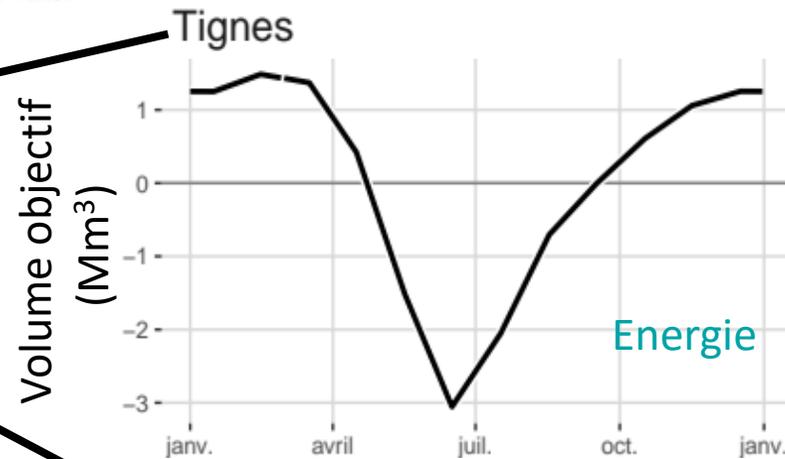
➤ Prise en compte des barrages et dérivations

- Barrages réservoir
- ➔ Transferts
- Bassin versant du Rhône à Beaucaire



- Fonctions objectif obtenues à partir de chroniques de débit aux stations de mesures influencées (aval) et non influencées (amont) (Cipriani *et al.*, 2014), différenciées selon les usages

- Exemples :



➤ HYPOTHÈSES POUR DES FUTURS POSSIBLES



INRAE

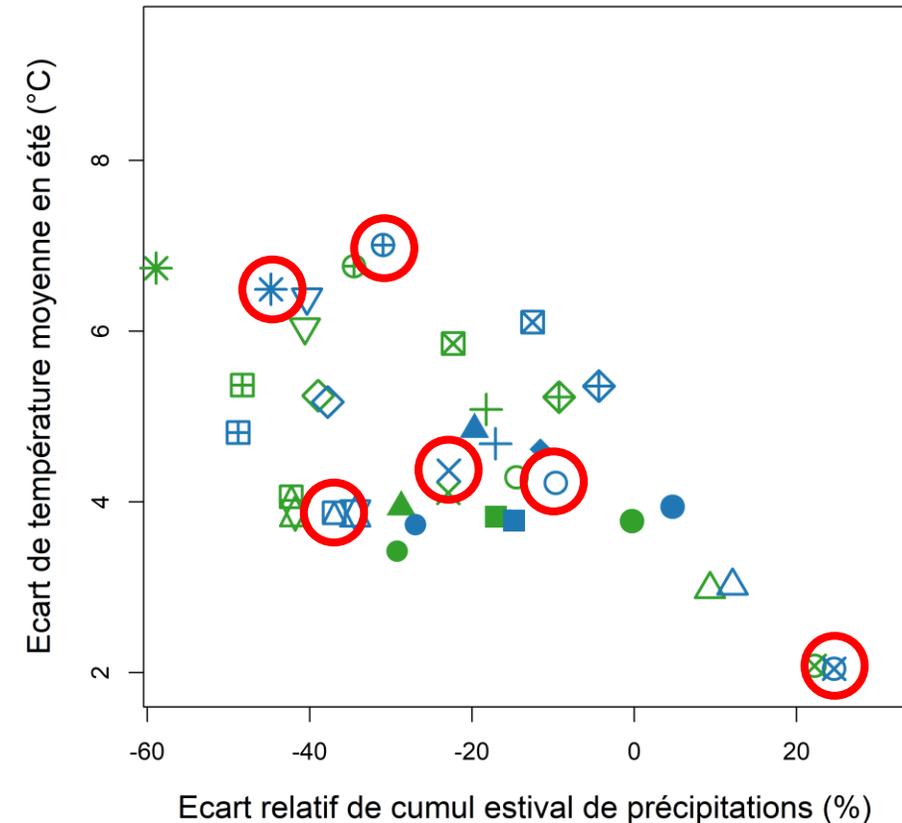
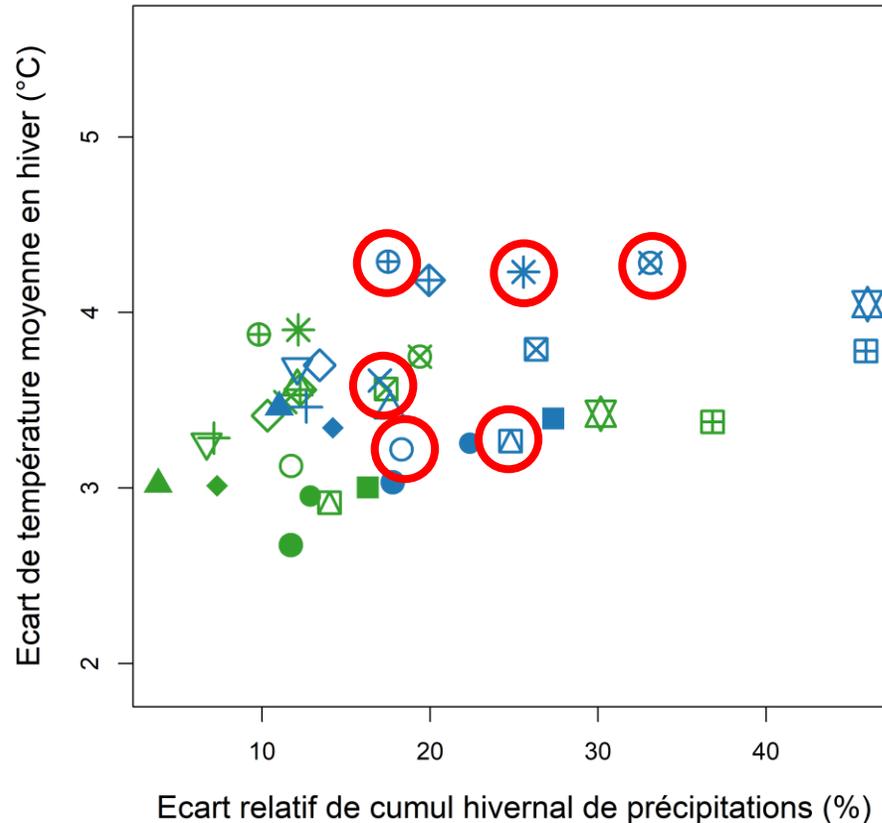
Usages de l'eau et changement climatique sur le bassin du Rhône

15e colloque sur le Rhône dans son environnement naturel et humain / Septembre 2024 / Eric Sauquet

➤ Choix et construction des scénarios : projections climatiques

- Ensemble initial de 19 couples GCM/RCM avec 19 projections sous RCP8.5, 11 sous RCP4.5 et 11 sous RCP2.6, corrigées de biais par deux méthodes

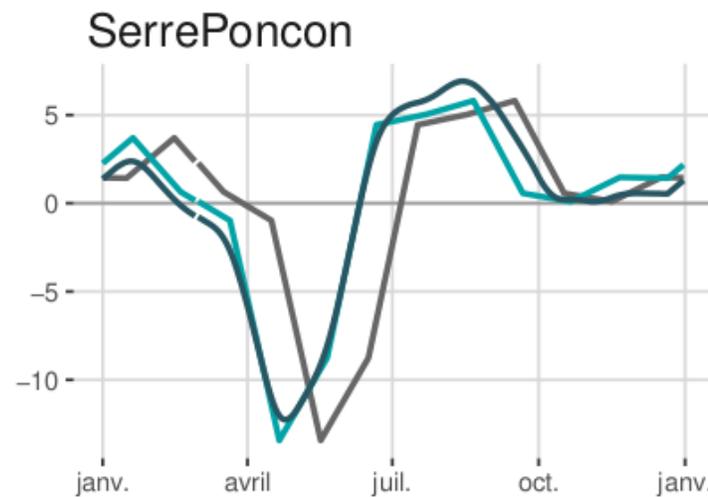
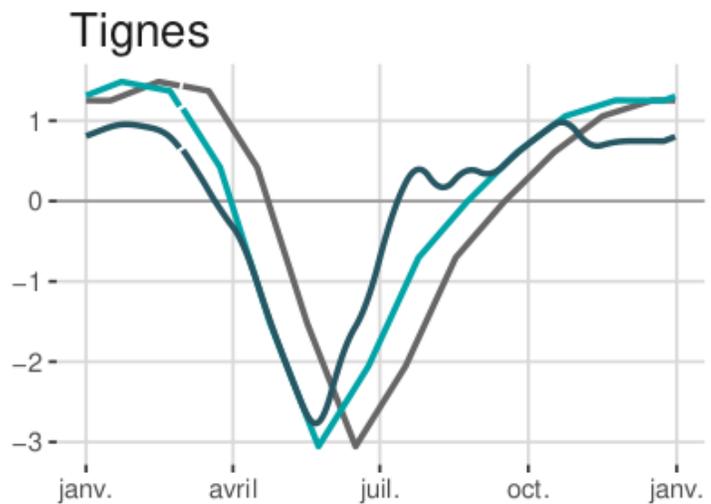
Sous-sélection de
6 projections
sous RCP 8.5 ○



Changement en fin de siècle sous RCP8.5 France hexagonale

➤ Choix et construction des scénarios : scénarios de gestion des barrages et dérivations

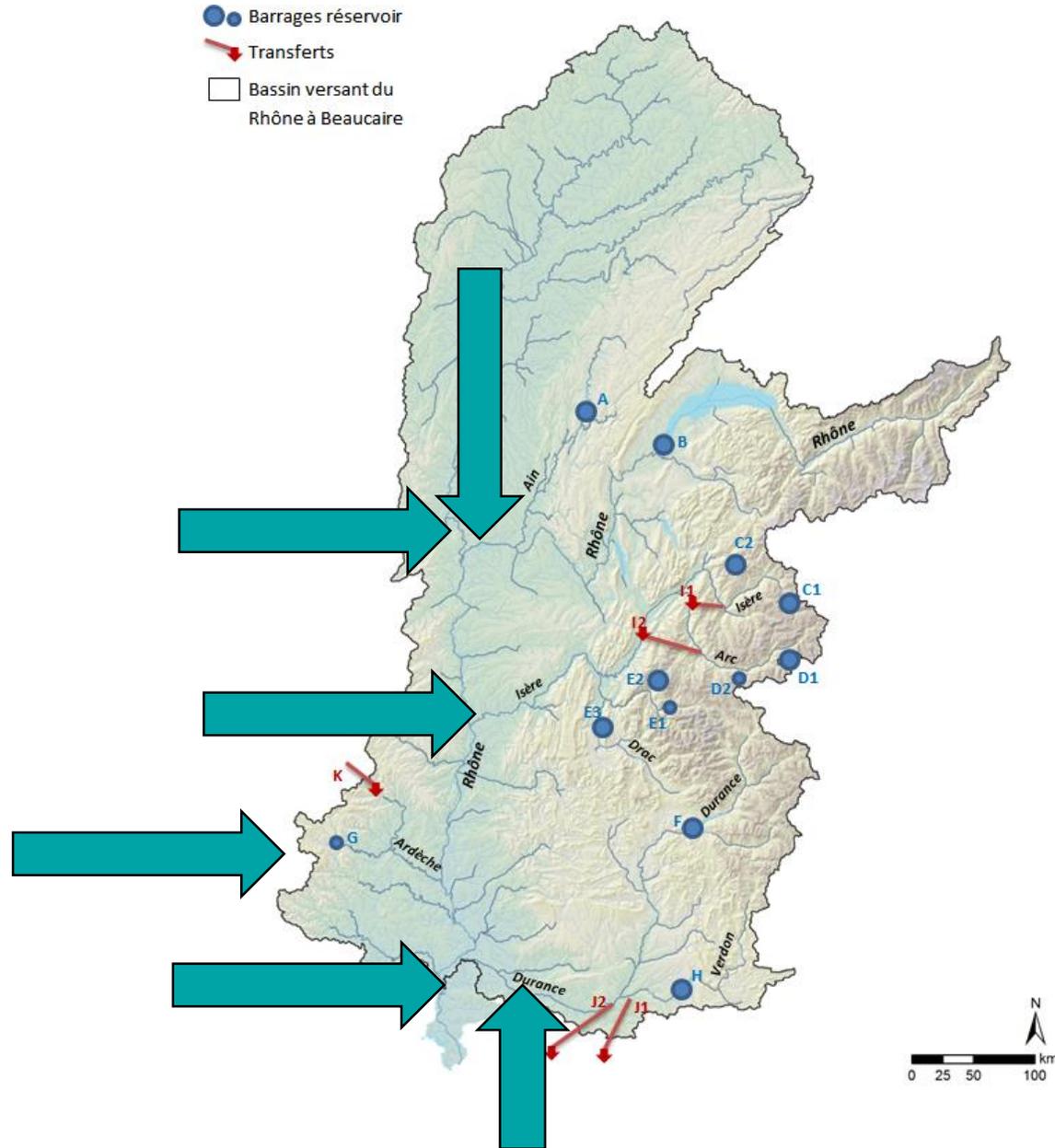
- Scénarios virtuels, construits indépendamment des données d'exploitation et sans prendre en compte les contraintes de gestion opérationnelles
- Objectif de vision globale du régime sous **trois scénarios** :
 - **Scénario 1** : maintien des fonctions objectif actuelles (business as usual, BAU)
 - **Scénario 2** : adaptation des fonctions objectif aux effets du changement climatique : décalage temporel pour suivre l'onde de fonte dans les Alpes ; réduction des apports de la Loire à l'Ardèche
 - **Scénario 3** : Scénario 2 + fourniture de plus d'eau durant la période estivale (juillet à septembre), de façon à maintenir les débits influencés historiques (période de référence)



Légende

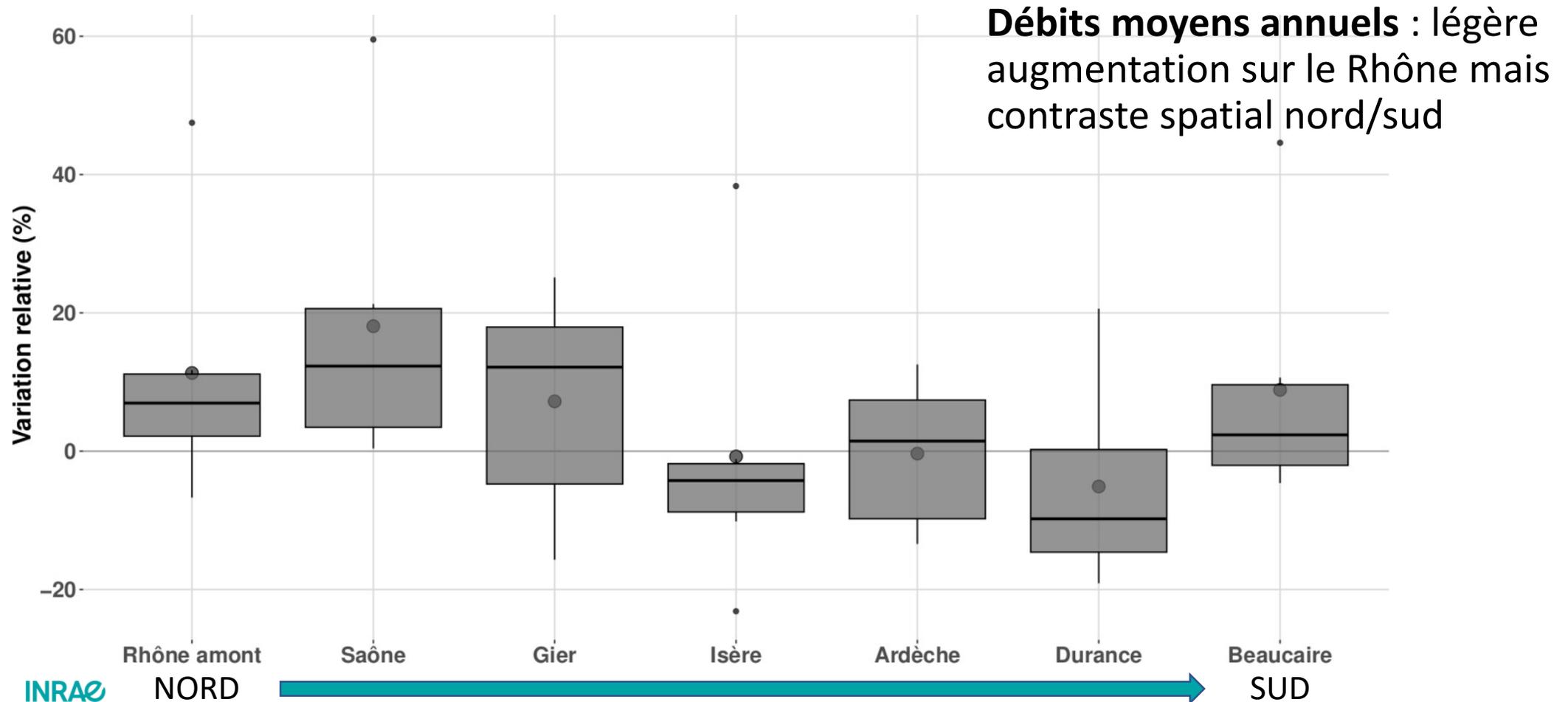
- scénario 1
- scénario 2
- scénario 3

> RÉSULTATS

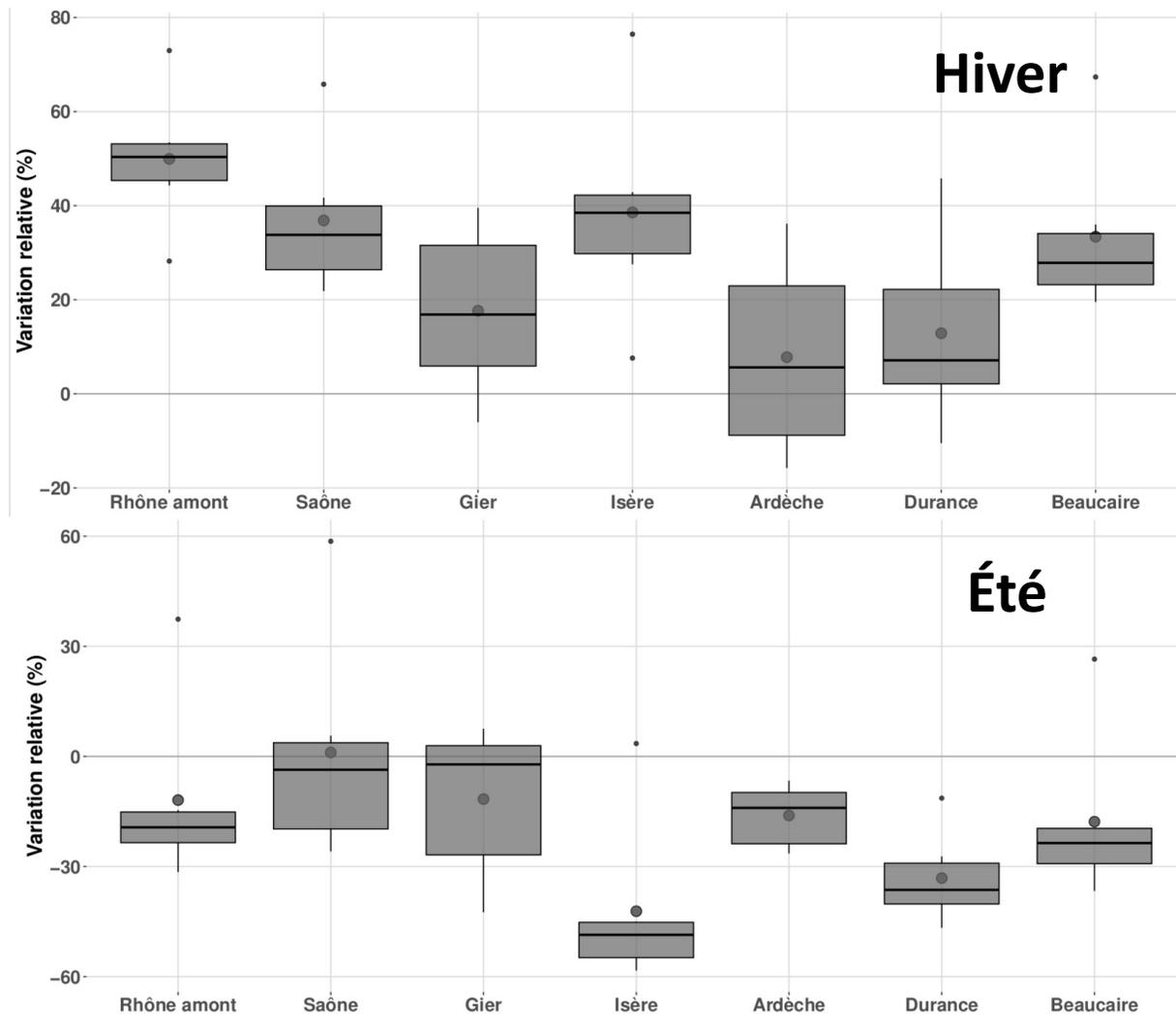


➤ Impact du changement climatique sous scénario 1 (BAU)

Variation relative par rapport à la période historique (1976-2005) sur le Rhône et cinq affluents



➤ Impact du changement climatique sous scénario 1 (BAU)

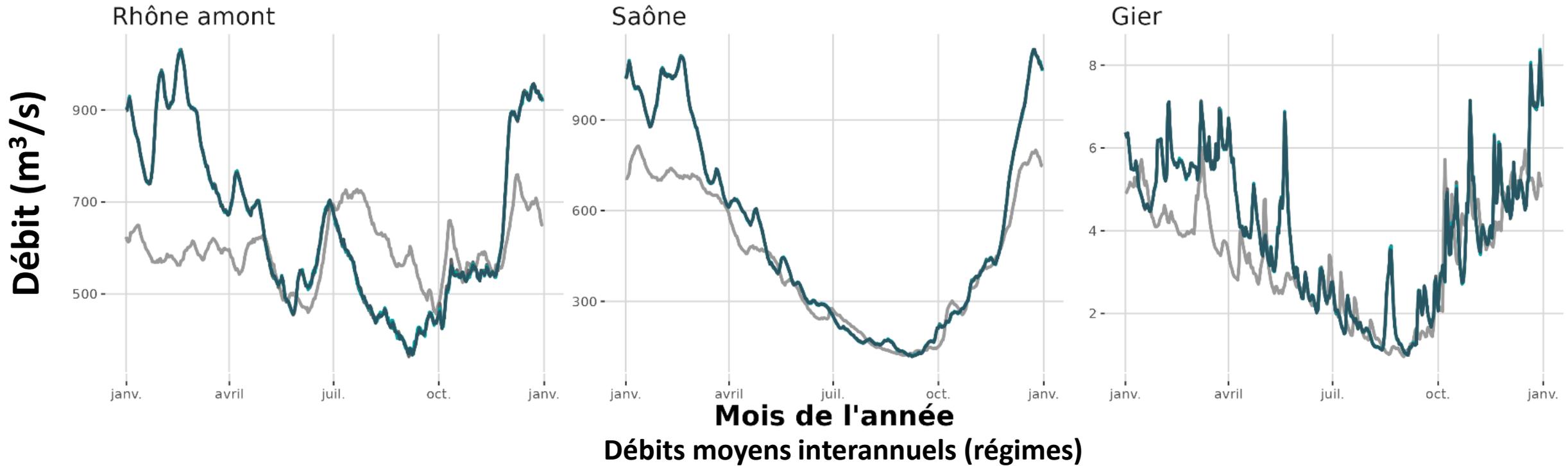


Débits moyens saisonniers :

- Fort contraste saisonnier
- Augmentation des débits en hiver : augmentation des précipitations au nord et moins de stockage de neige
- Forte diminution des débits en été : baisse des précipitations et fonte précoce de la neige

Variation relative par rapport à la période historique (1976-2005) sur le Rhône et cinq affluents

➤ Impact du changement climatique sous scénario 1 (BAU)

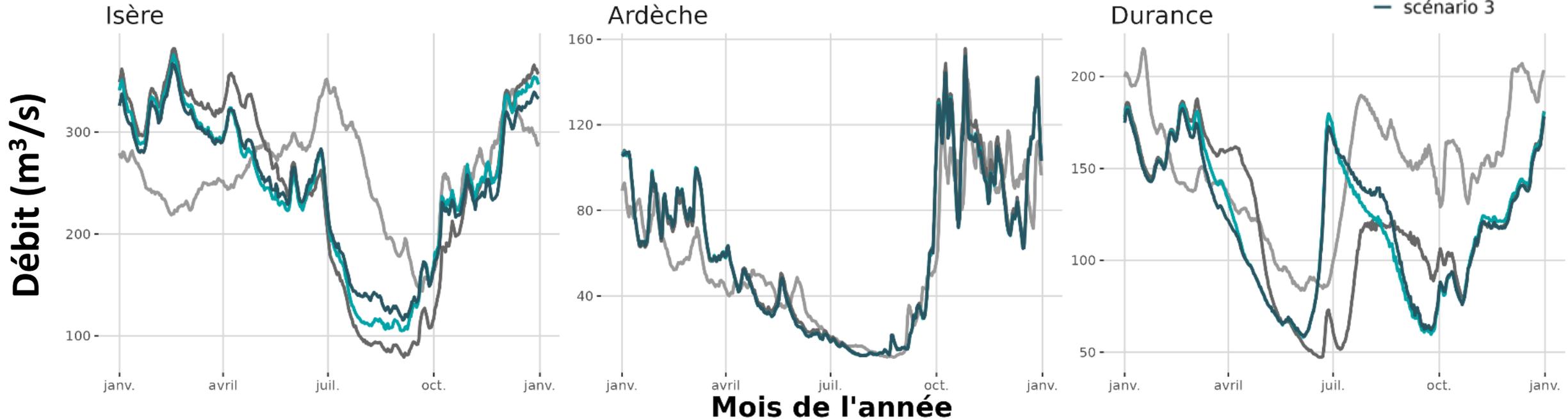


Régime hydrologique simulé sur la période historique (1976-2005, gris) et en fin de siècle (2070-2100, vert) sur des bassins à la gestion non modifiée

➤ Impact du changement climatique X scénarios de gestion

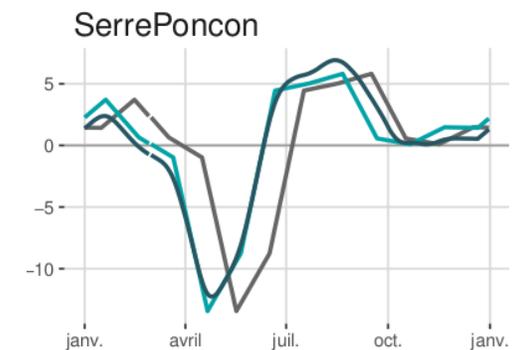
Légende

- Référence
- scénario 1
- scénario 2
- scénario 3



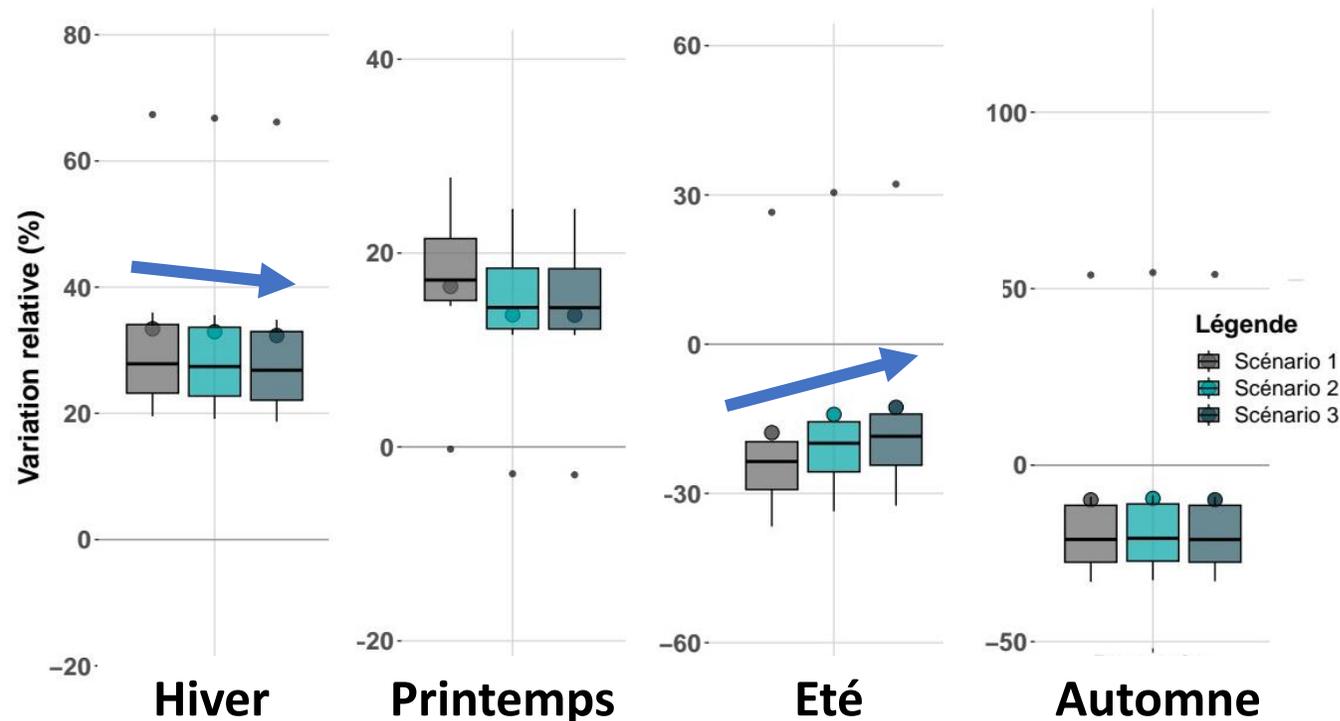
Débites moyens interannuels (régimes)

Régime hydrologique simulé sur la période historique (1976-2005) et en fin de siècle (2070-2100) sur des affluents à la gestion modifiée



➤ Impact du changement climatique X scénarios de gestion

Variation relative par rapport à la période historique (1976-2005) pour le Rhône à Beaucaire



Débits moyens saisonniers :

Par comparaison entre résultats des scénarios de gestion

- Hiver : diminution des débits car consigne de volumes plus faibles à restituer
- Été : augmentation des débits car augmentation des lâchers

➔ Faible sensibilité comparativement à l'effet du changement climatique

➤ Conclusion

- Méthode :
 - Sélection de projections climatiques et production de projections hydrologiques sur le fleuve et ses affluents jusqu'en 2100
 - Scénarios théoriques de gestion des principaux barrages
 - Un modèle utilisé J2000-Rhône avec des résultats cohérents en hydrologie « naturelle » avec ceux des autres modèles du projet Explore2
- Résultats :
 - Impact fort du changement climatique : modification du régime hydrologique du fleuve, notamment du point de vue des affluents alpins ➔ **Le Rhône à Beaucaire aura des débits encore plus contrastés à horizon 2070-2100**
 - Impact possible de la stratégie de gestion des barrages sur certains affluents mais influence limitée sur le fleuve Rhône

➤ Perspectives

- Amélioration de la qualité des simulations de J2000-Rhône : prise en compte de la fonte et évolution des surfaces glaciaires...
- Influence des barrages : prise en compte de la partie suisse du bassin
- Interaction avec d'autres scénarios d'usage

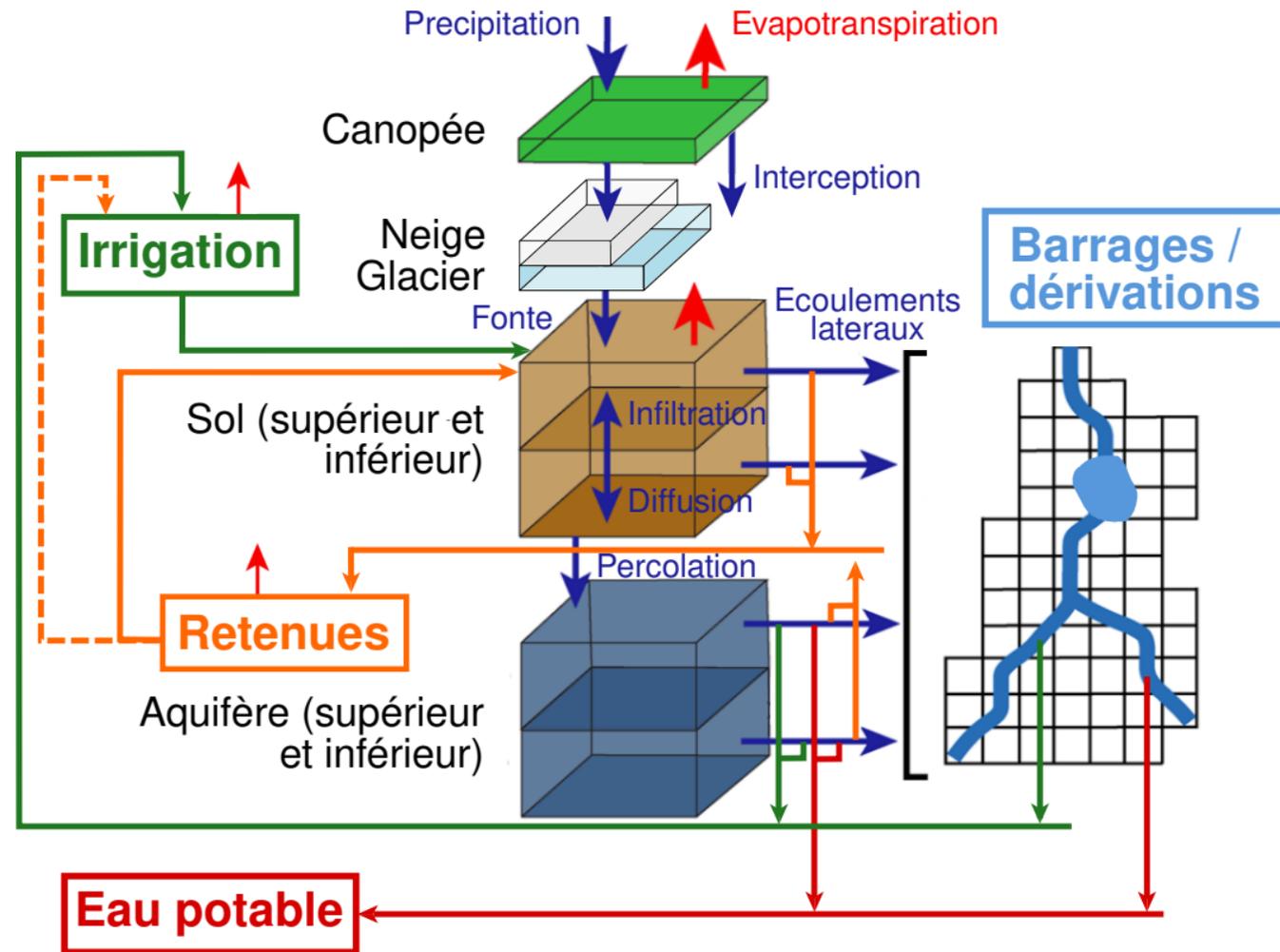


Schéma conceptuel de la prise en compte des usages dans J2000

INRAE

➤ **Merci de votre attention**

