



Eté 2024 / Commune du Bourdet (79)

AAF – Séance du 9 avril 2025
Le cycle de l'eau bouleversé par les changements climatiques

Evolution futures des ressources en eau en France et conséquences possibles sur l'agriculture

Agnès Ducharne

Directrice de recherche au CNRS

Laboratoire METIS-IPSL, Paris

Membre correspondante de la section 7

agnes.ducharne@cnrs.fr

Avec Peng Huang & Clémence Mayaux

Laboratoire METIS-IPSL, Paris

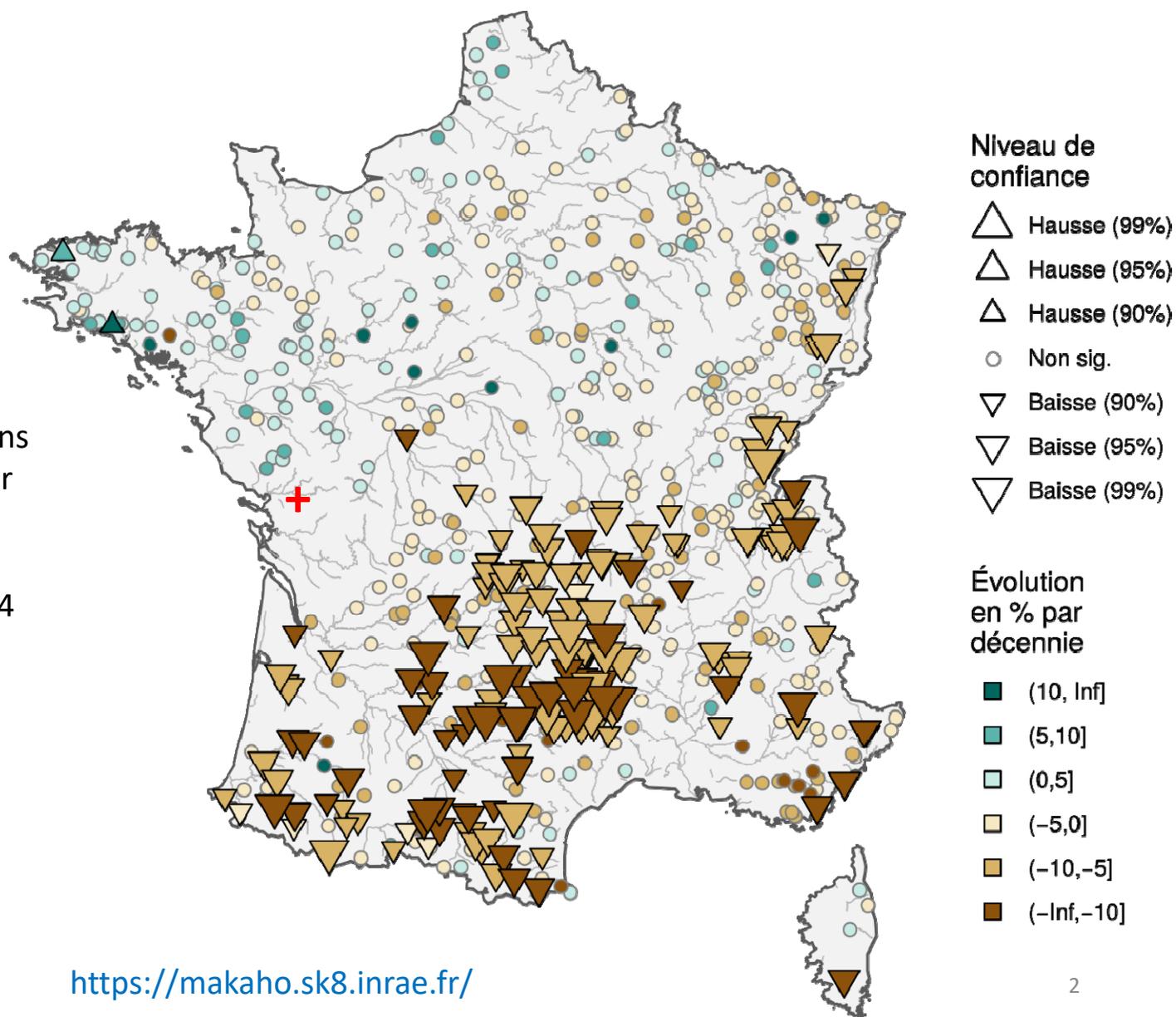
Tendances passées

1. Impact climatique ?

- Débit moyen annuel
- Un régime peu perturbé par les actions humaines pour ne pas se tromper sur l'origine d'éventuels changements
- Une bonne qualité de la mesure
- Un minimum de 30 ans sur 1968-2024

Fort contraste NW/SE

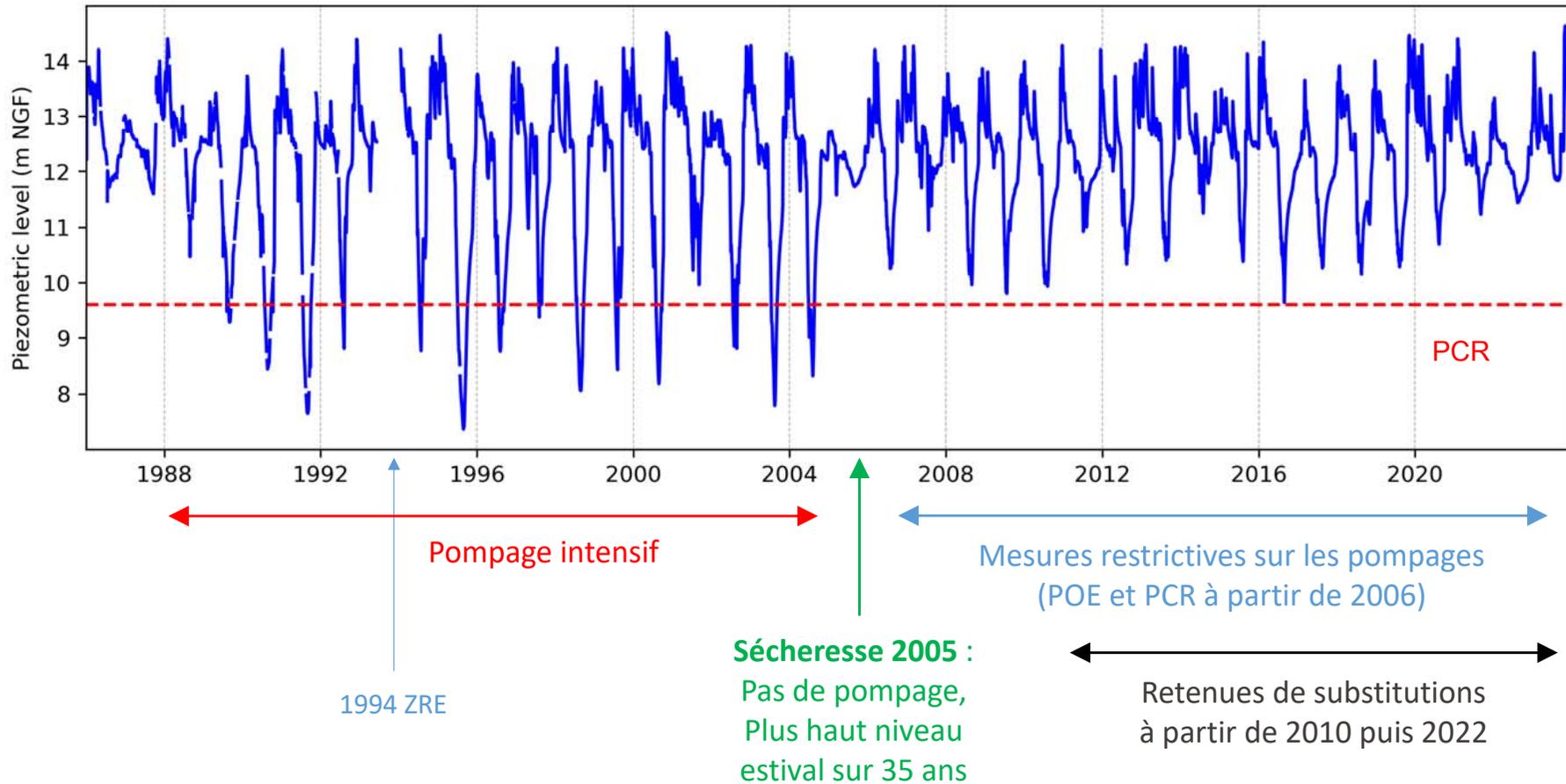
En dehors des points faiblement influencés, une part des baisses est attribuable aux prélèvements



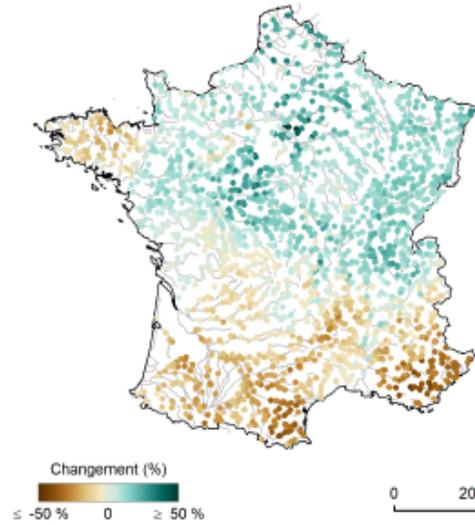
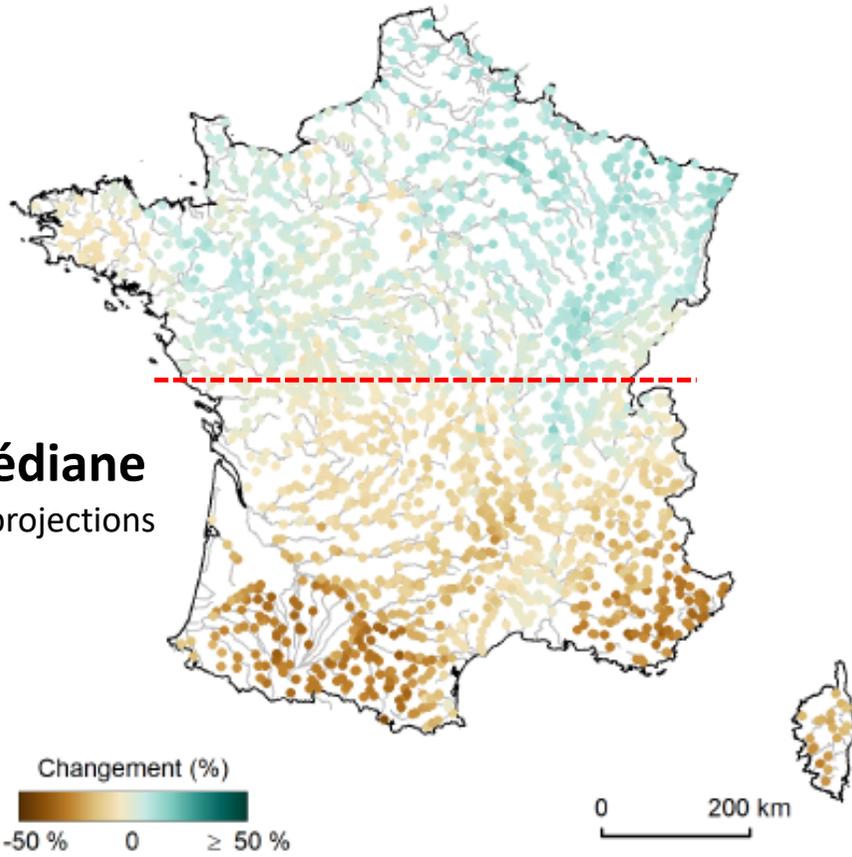
Tendances passées

2. Impact des prélèvements ?

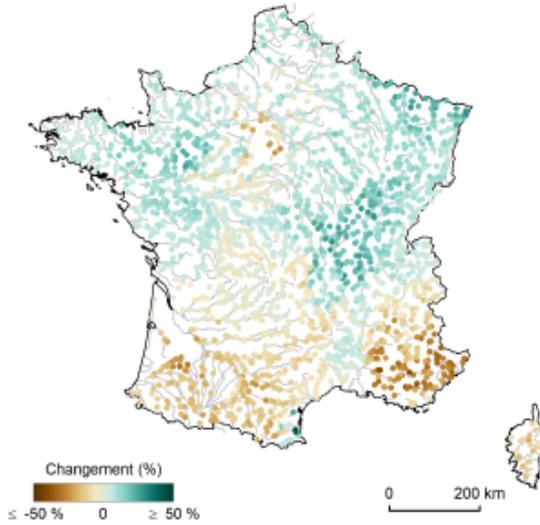
Piézomètre du Bourdet, Deux Sèvres, à côté de Mauzé sur le Mignon



DÉBIT ANNUEL

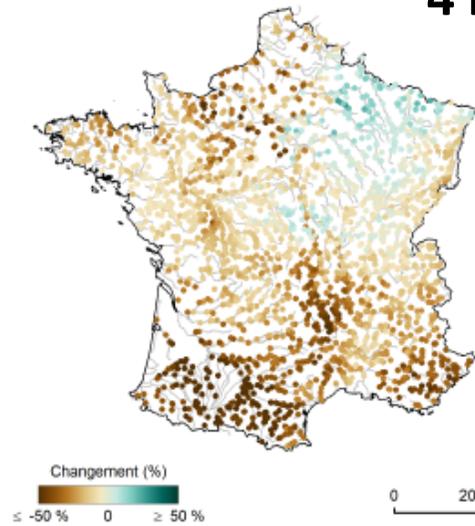


(a) vert

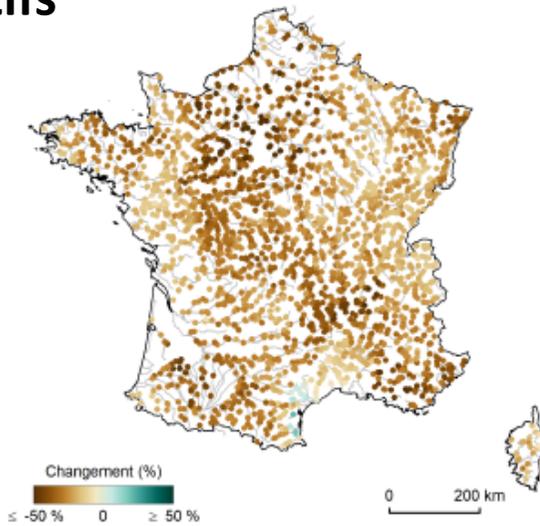


(b) jaune

4 narratifs



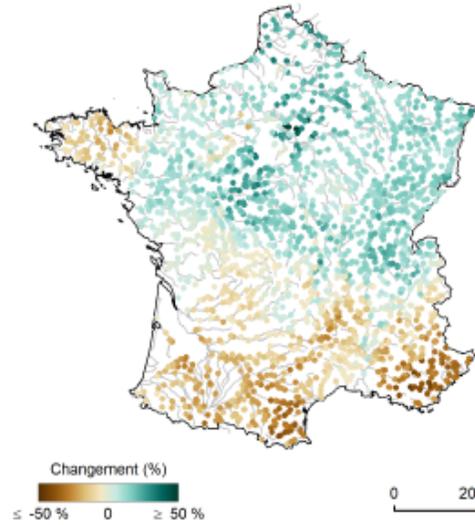
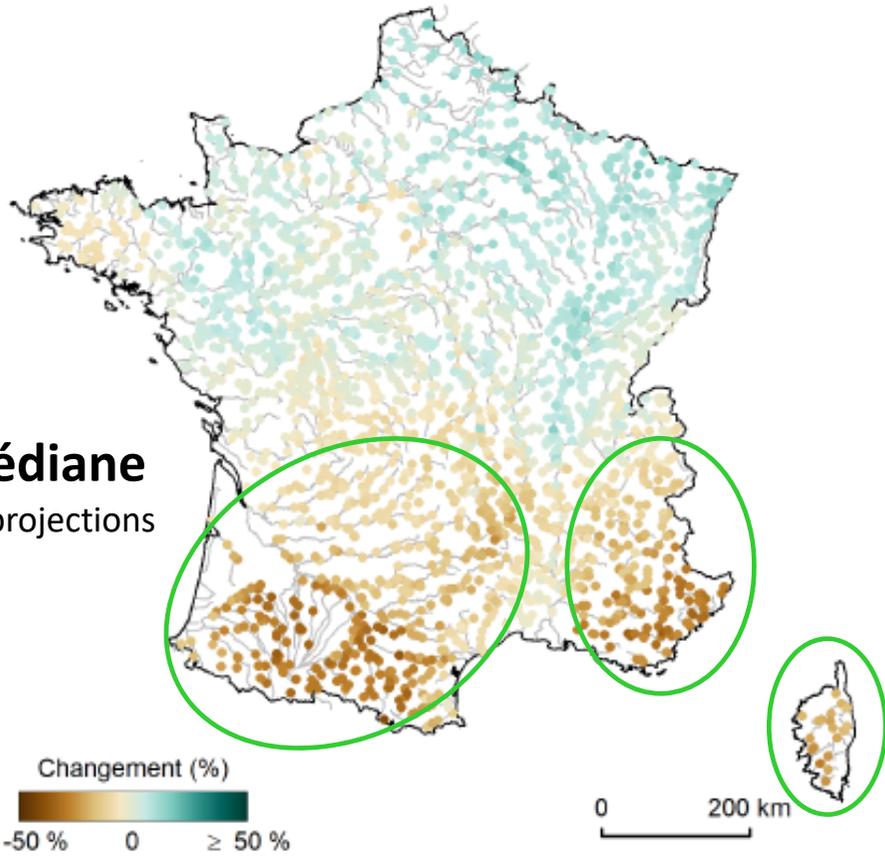
(c) violet



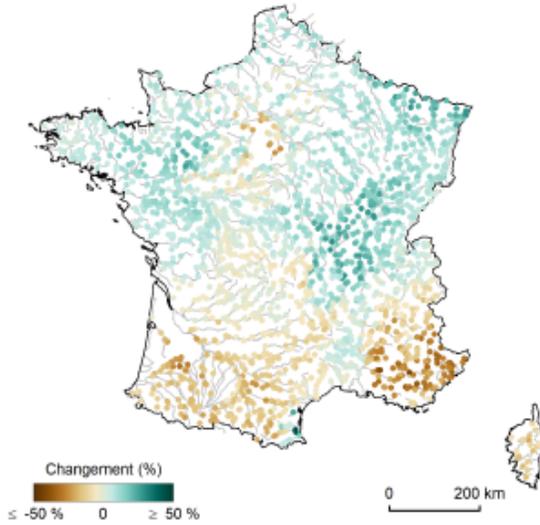
(d) orange

DÉBIT ANNUEL

Médiane
17 projections

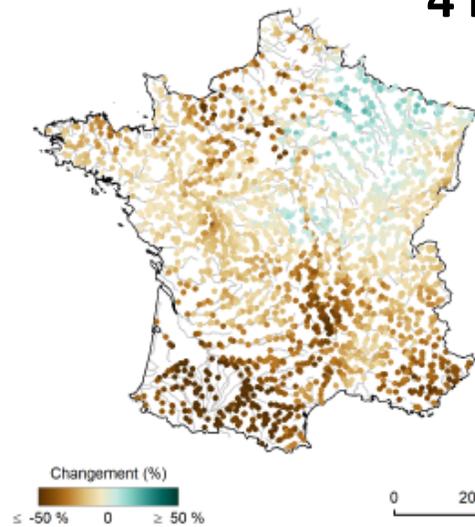


(a) vert

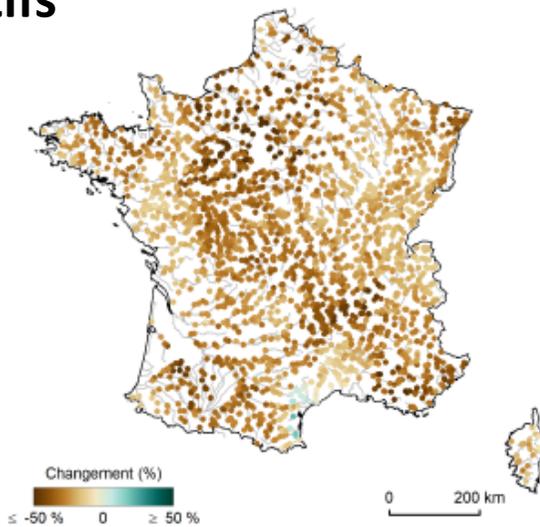


(b) jaune

4 narratifs



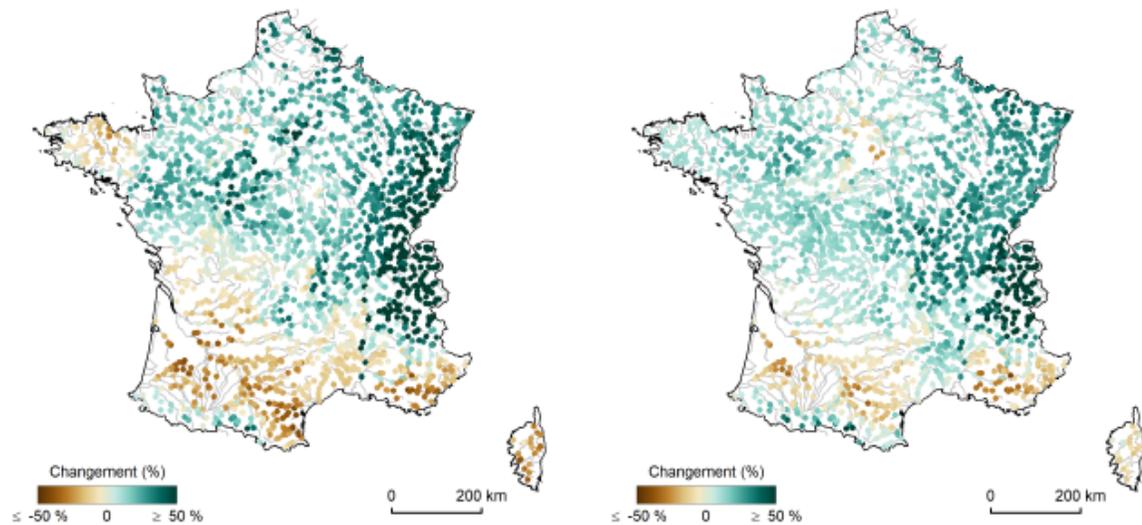
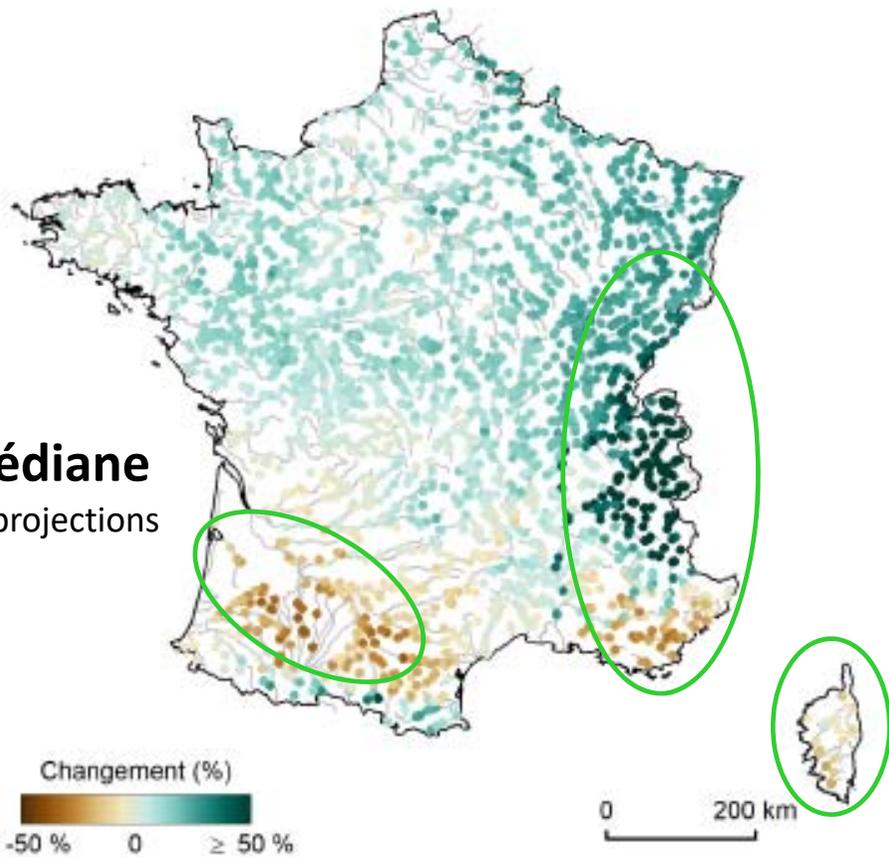
(c) violet



(d) orange

DÉBIT D'HIVER

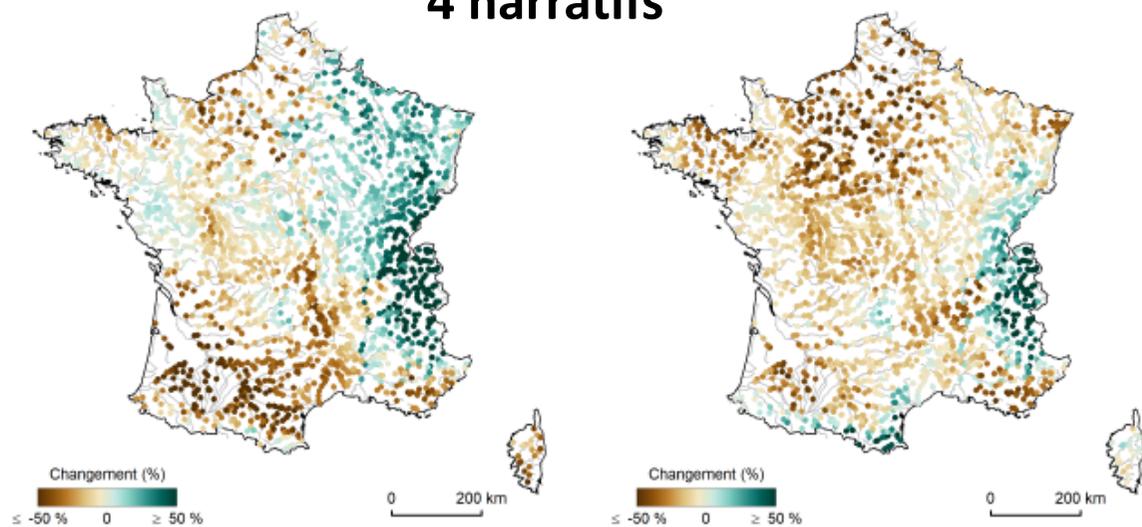
Médiane
17 projections



(a) vert

(b) jaune

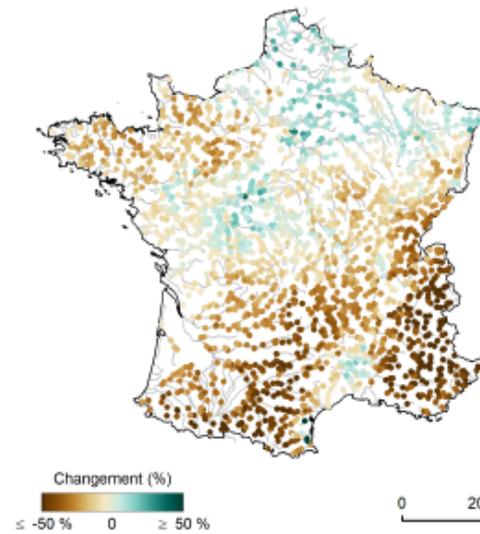
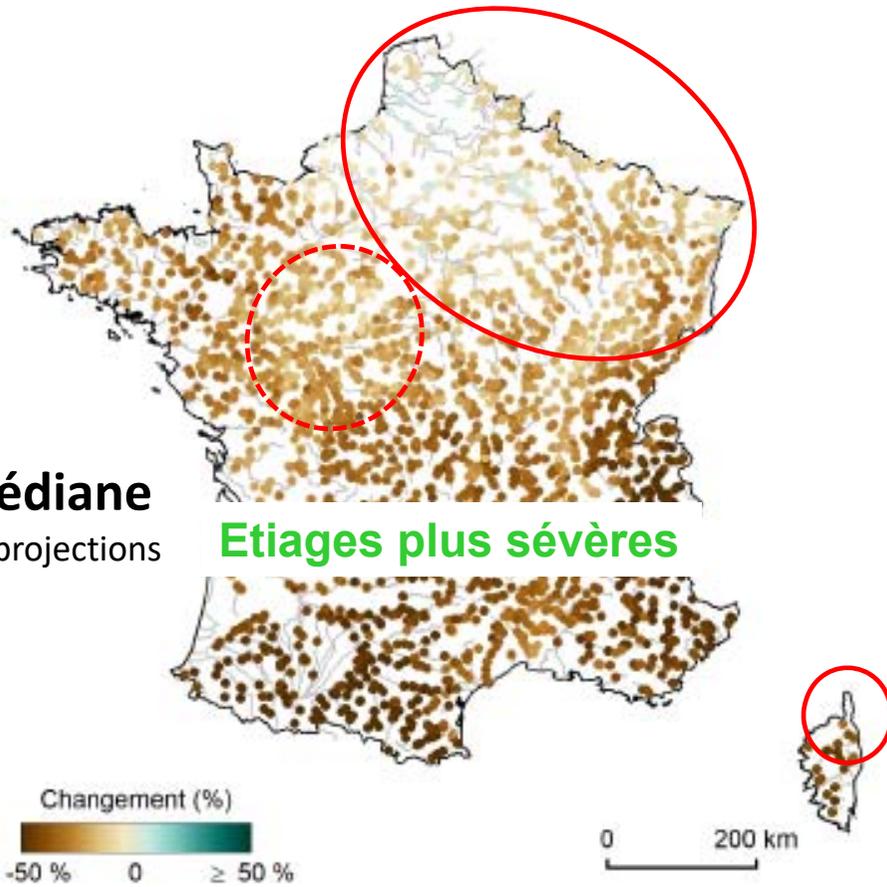
4 narratifs



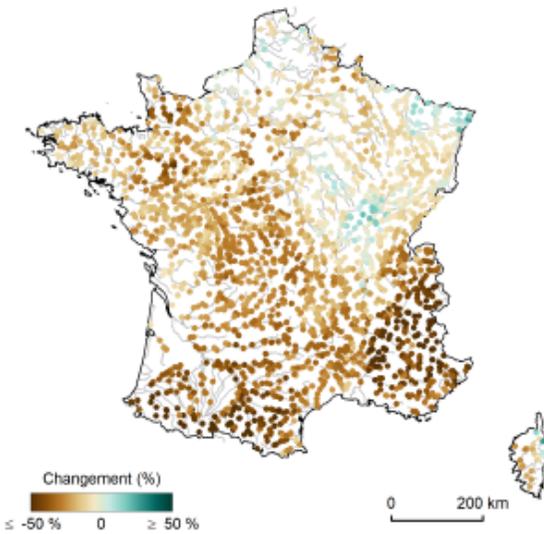
(c) violet

(d) orange

DÉBIT D'ÉTÉ

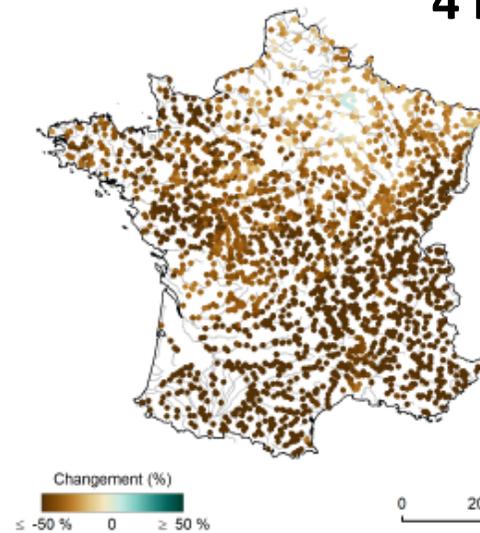


(a) vert

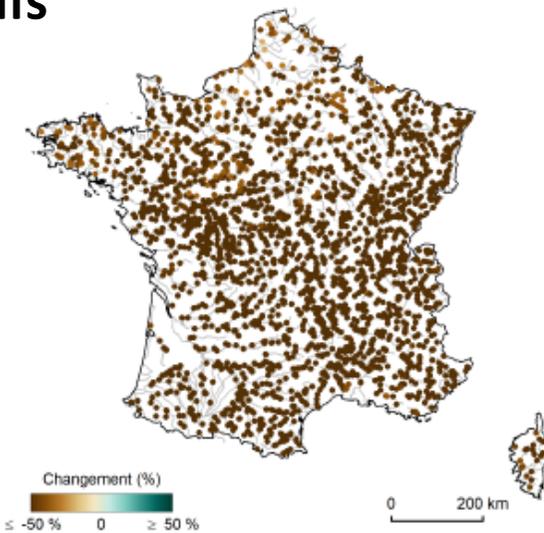


(b) jaune

4 narratifs

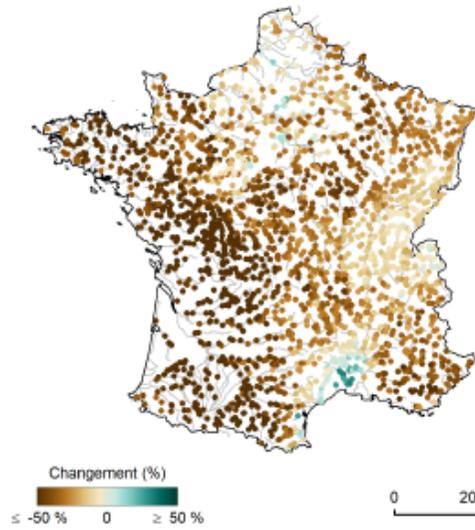
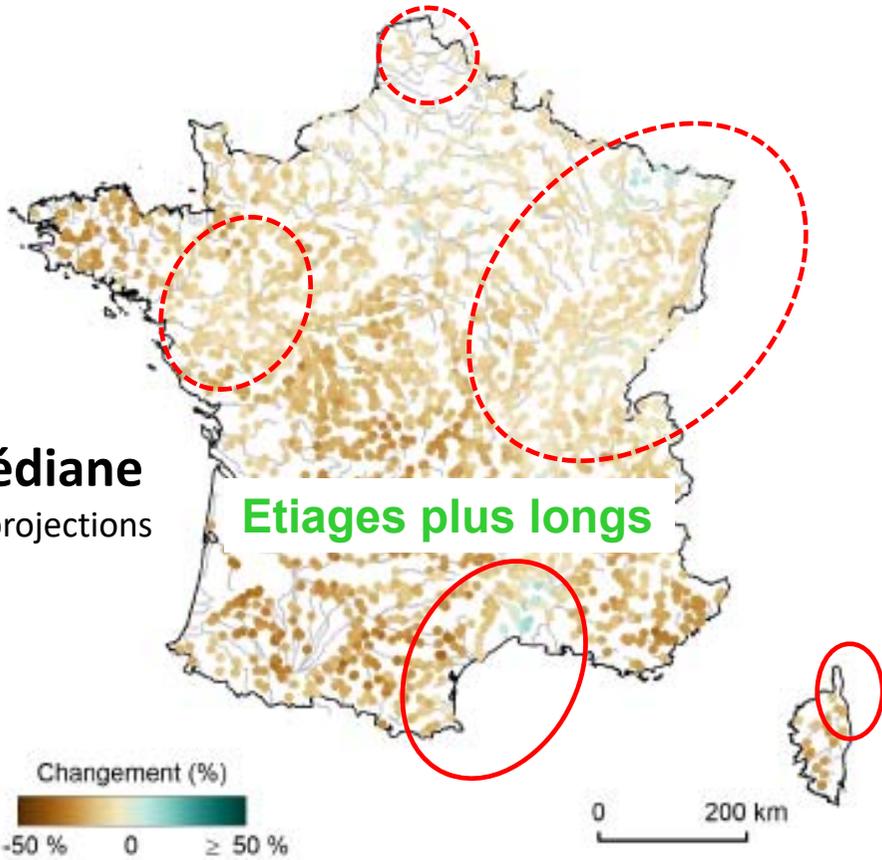


(c) violet

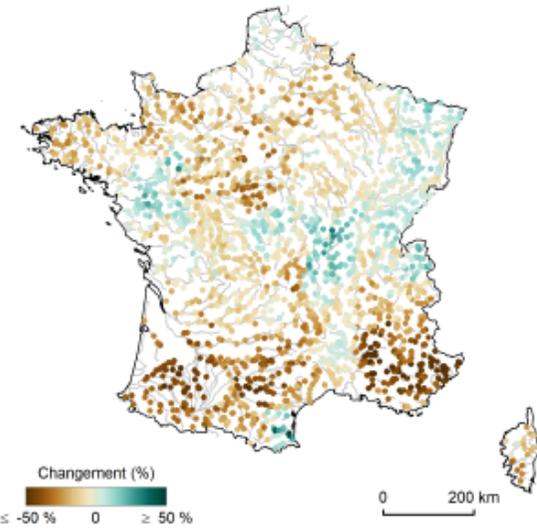


(d) orange

DÉBIT D'AUTOMNE

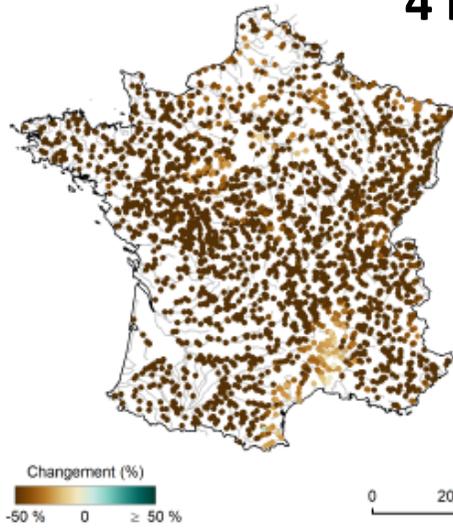


(a) vert

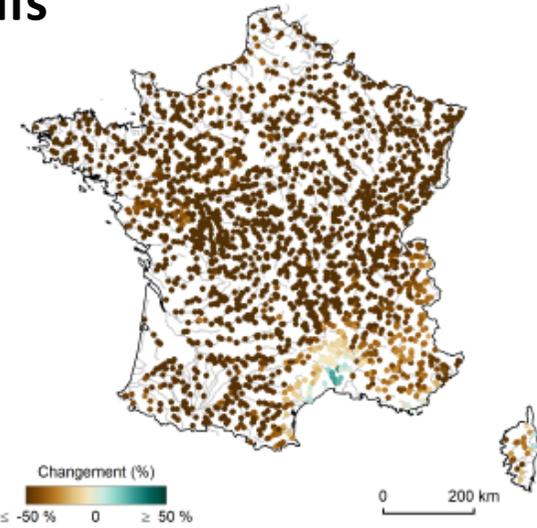


(b) jaune

4 narratifs



(c) violet



(d) orange

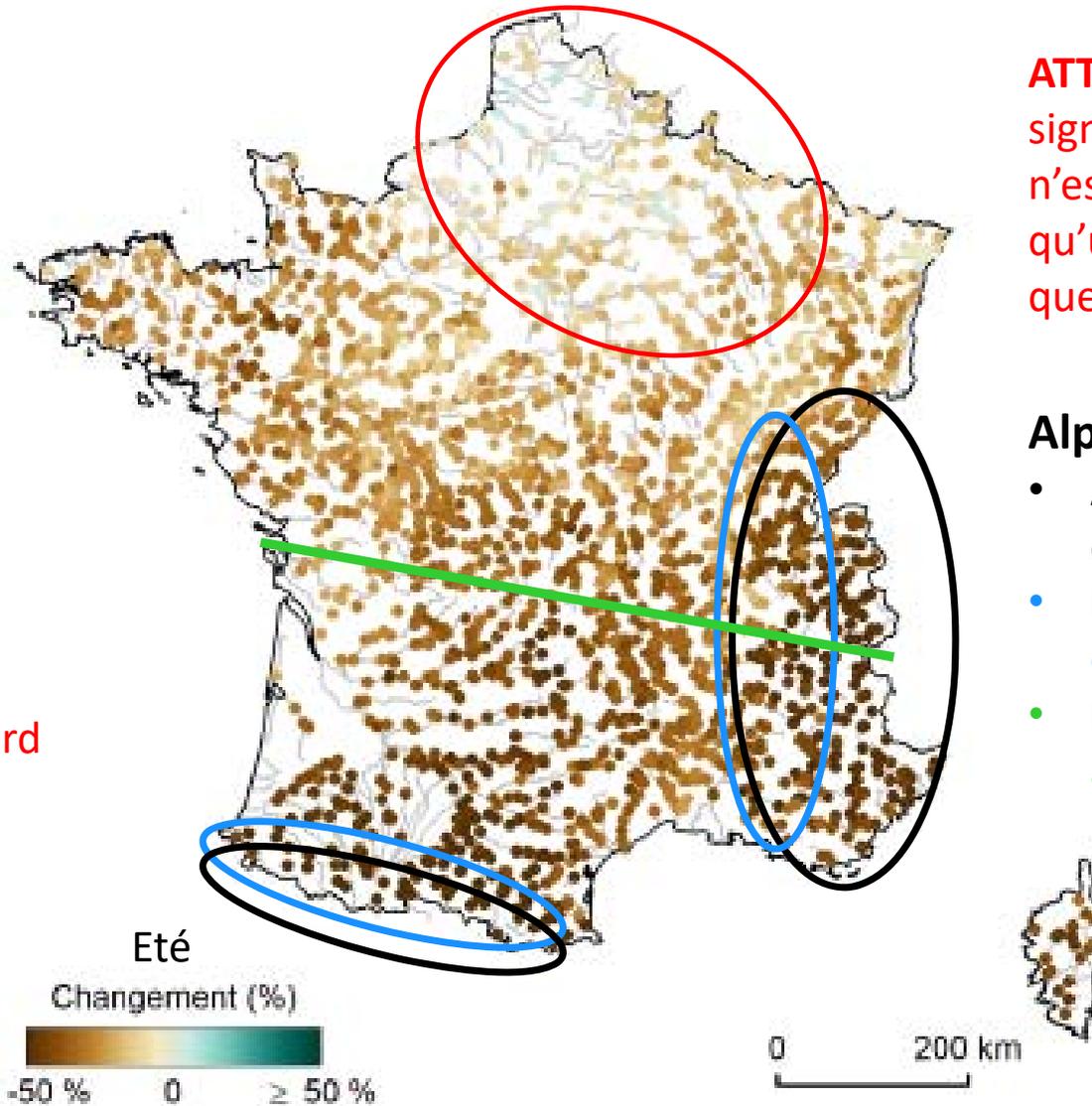
Résumé : quels sont les changements robustes ?

Débits d'été et d'automne :

- Baisse sur une grande part du territoire
- Evolution incertaine dans le Nord-Est

Débits annuels :

- Baisse sur la moitié Sud
- Evolution incertaine au Nord



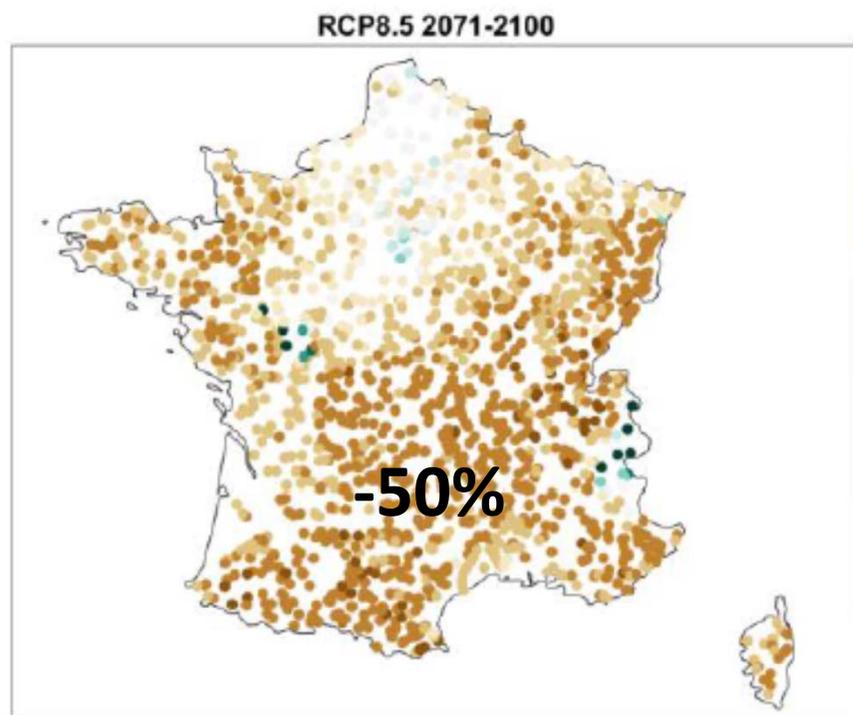
ATTENTION : incertain signifie que la médiane n'est pas plus certaine qu'une projection quelconque

Alpes, Jura, Pyrénées :

- Augmentation des débits d'hiver
- Disparition de l'onde de fonte nivale (été)
- Baisse des débits annuels au Sud

Sécheresses et crues deviennent plus intenses, souvent aux mêmes endroits

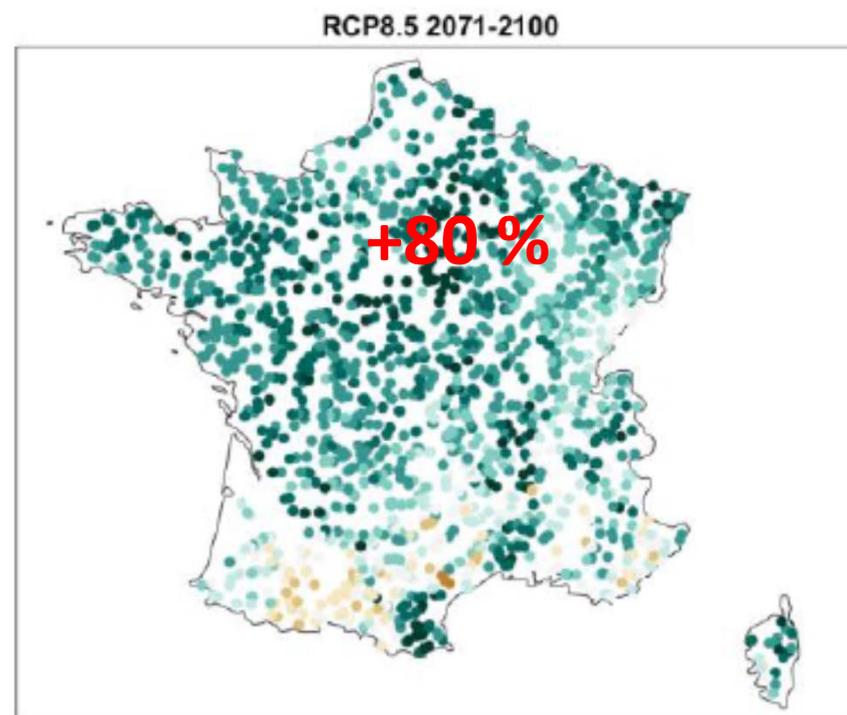
Les contrastes sont profondément renforcés



Sécheresses hydrologiques (étiages T=5 ans)

Moyenne multi-modèle

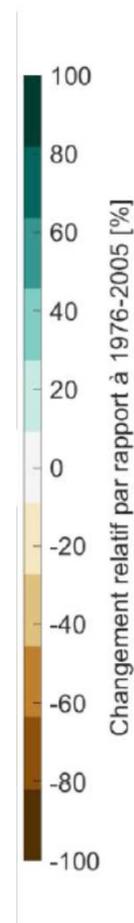
Avec très bon accord multi-modèle



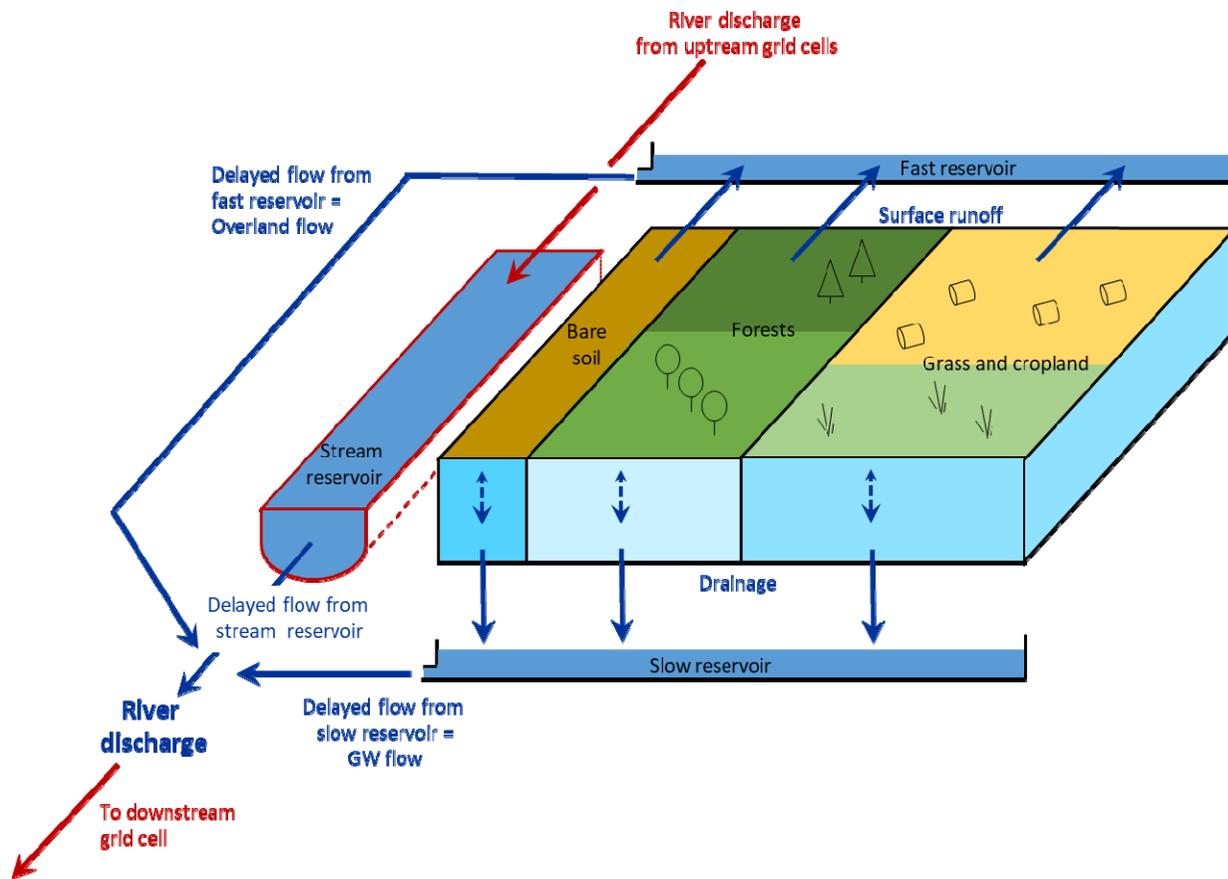
Crues rares (T=20 ans)

Moyenne multi-modèle

Avec bon accord multi-modèle

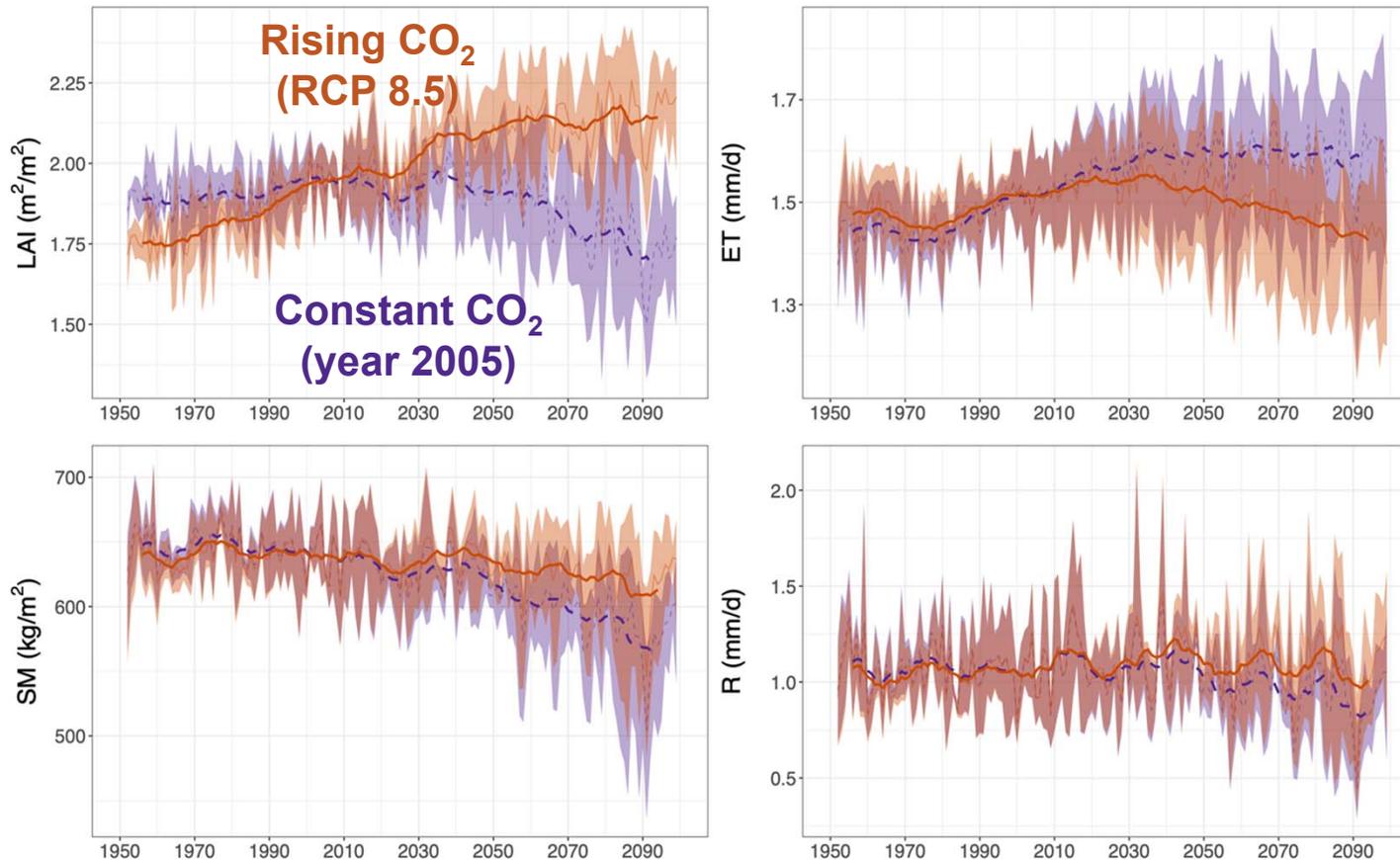


Analyses complémentaires avec le modèle ORCHIDEE



- Un des 10 modèles hydrologiques utilisés dans Explore2
 - Décrit l'influence de la végétation et des cultures sur les bilans d'eau
 - **La végétation répond à l'augmentation du CO₂ atmosphérique** (fermeture stomatique vs fertilisation)
 - **L'irrigation peut être décrite :**
 - Demande dépend de l'humidité racinaire donc du climat
 - Irrigation effective limitée par disponibilité en eau
- Dans Explore2 :
 - Occupation des sols constante (2005)
 - Pas d'irrigation
 - Effet du CO₂ sur la végétation (seul modèle)

1. Les effets physiologiques du CO₂ pourraient atténuer la baisse des débits



Effets physiologiques du CO₂:

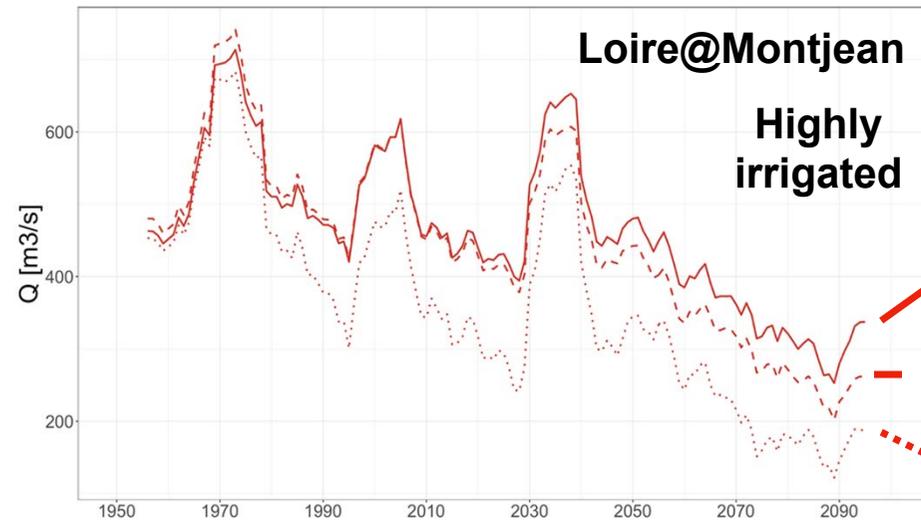
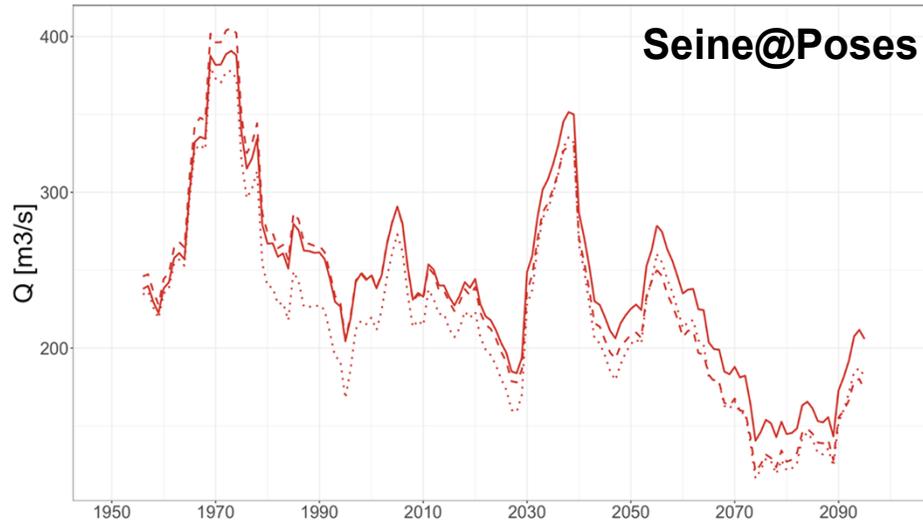
- Augmentation du LAI par effet fertilisant
- Evapotranspiration (ET) plus faible par effet anti-transpirant
- Augmentation de l'humidité du sol (SM) et des écoulements (R) car ET baisse

Ces résultats dépendent de l'importance relative des deux effets physiologiques du CO₂ dans ORCHIDEE

Très difficile à valider pour les fortes teneurs en CO₂ (800 ppm en moyenne sur la période 2070-2100 pour le RCP8.5)

Moyennes spatiales en France et des 4 narratifs

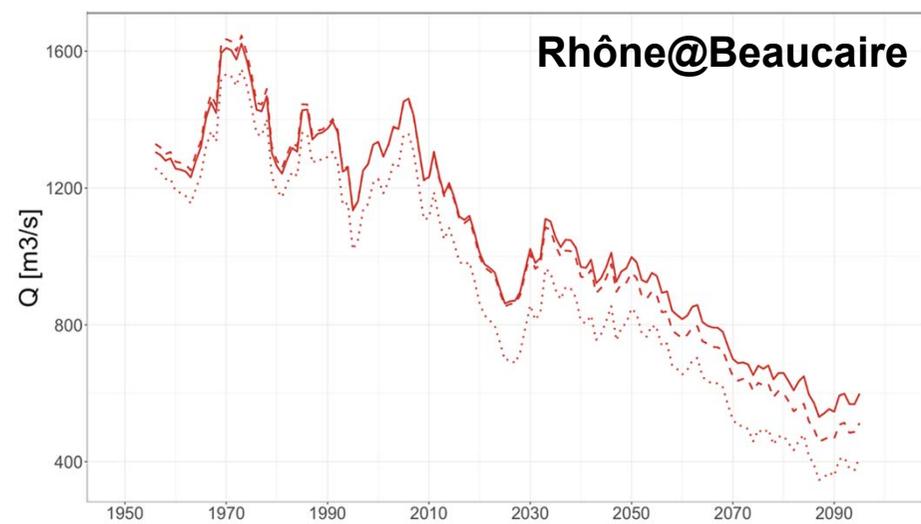
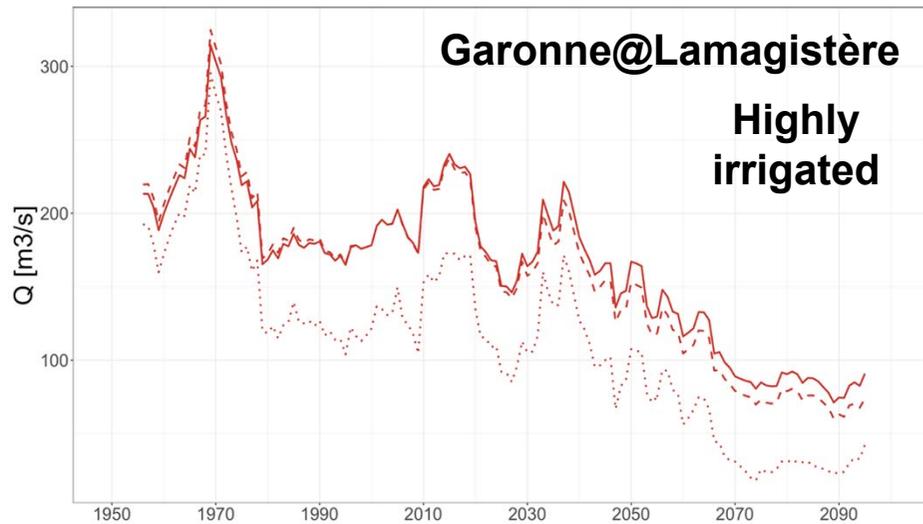
2. L'irrigation pourrait intensifier la baisse des débits



Explore2 : no IRR
& rising CO₂

No IRR &
constant CO₂

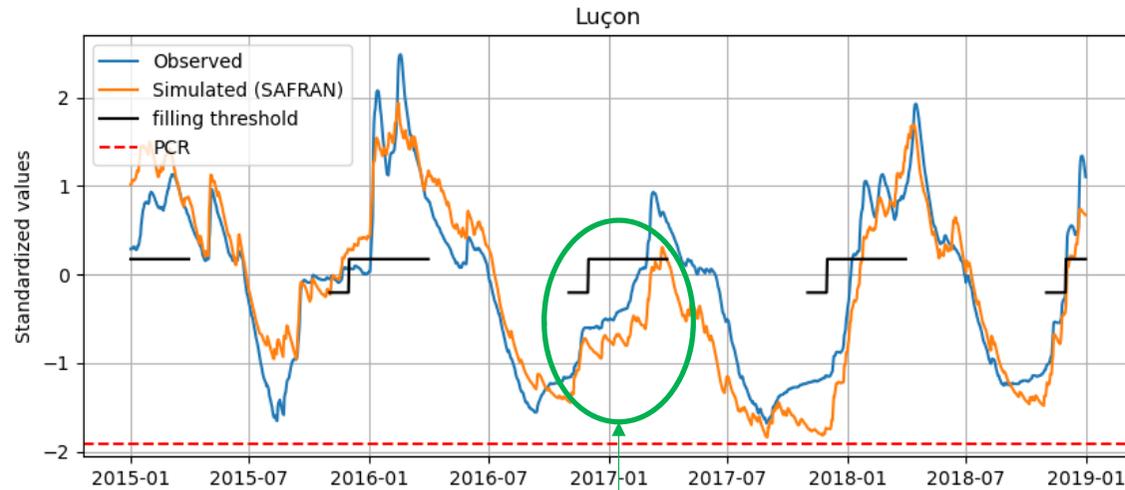
IRR & rising CO₂



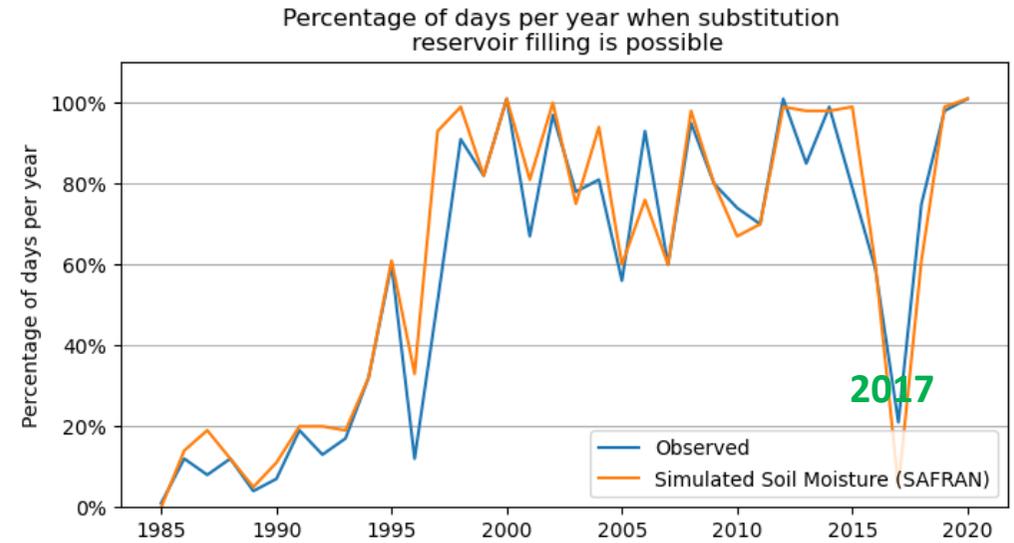
Débits d'été
sous le narratif
chaud et sec
(violet)

3. Le changement climatique fragilise les stratégies de stockage

Possibilité de remplissage des retenues de substitution (ici en Vendée, bassin du Lay) - Historique



Remplissage des bassines impossible pendant la majeure partie de l'année 2017 (forte sécheresse)



←————→
Pas de limitation des pompages (et pas de retenue de substitution)

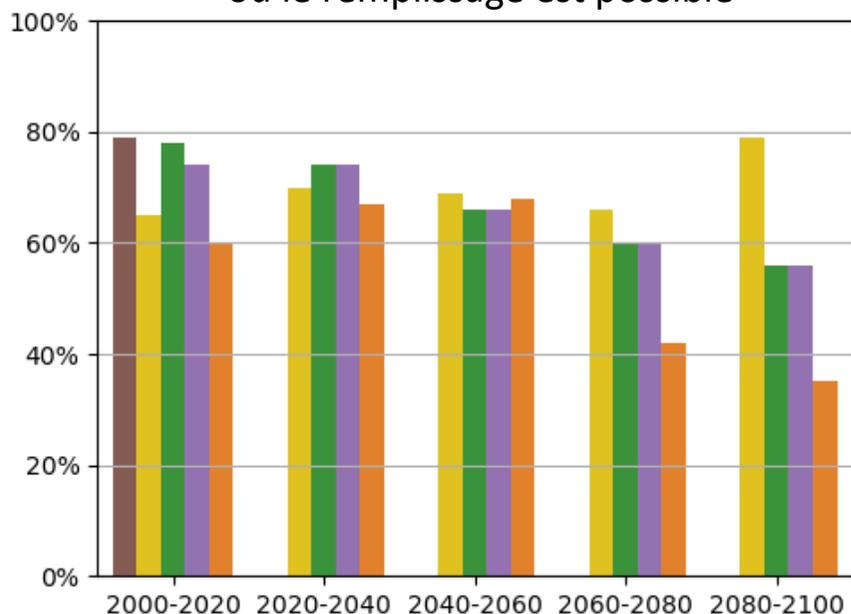
————→
Retenue

Stage de M2 de Clémence Mayaux (2025)

3. Le changement climatique fragilise les stratégies de stockage

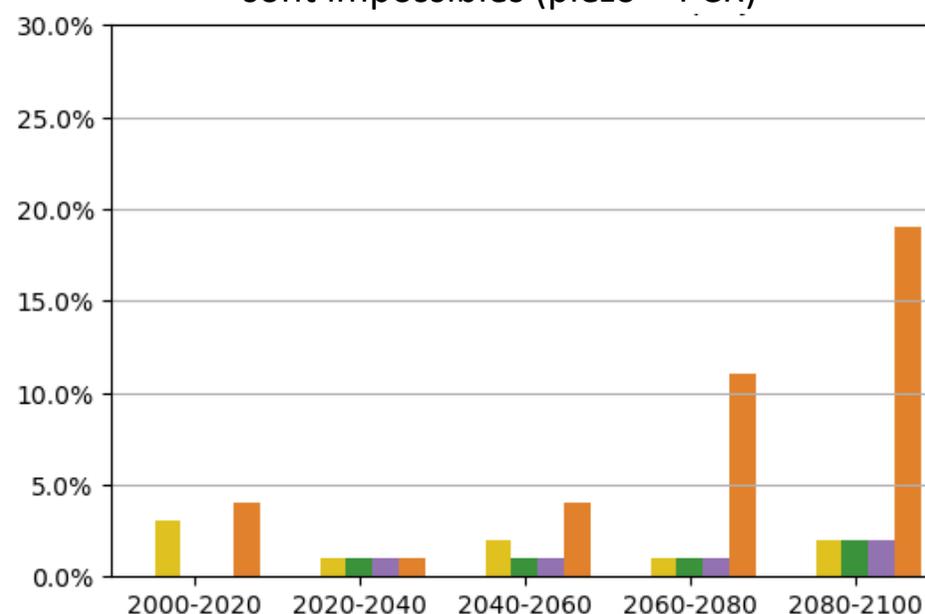
Possibilité de remplissage des retenues de substitution (ici en Vendée, bassin du Lay) – Futur sans irrigation

% de la période de remplissage où le remplissage est possible



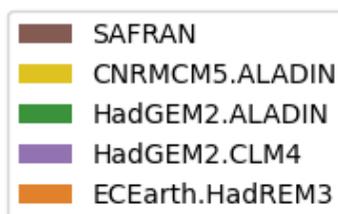
Susceptible de réduire de 30% après 2060

% de l'année où les pompages sont impossibles (piézo < PCR)



Susceptible d'augmenter fortement

Stage de M2 de Clémence Mayaux (2025)



Conclusions

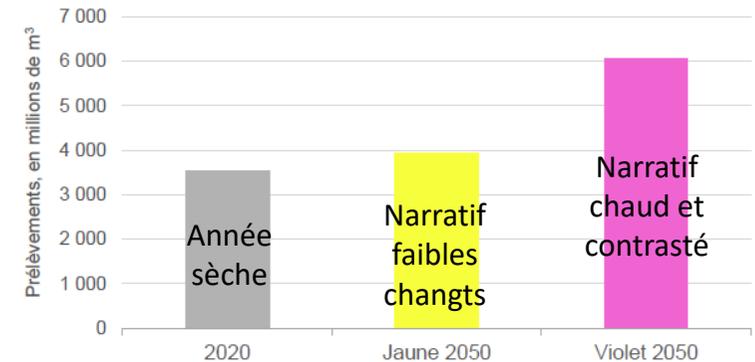
- **Le changement climatique modifie la dynamique de l'eau dans les bassins versants**
 - Fonte de la cryosphère
 - Intensification des contrastes sec/humide, des événements extrêmes et des risques associés
 - Diminution robuste des ressources en été et tout l'année dans la « moitié Sud »
 - Quantification incertaine tout comme la position de la limite Nord/Sud
- **Les projections hydrologiques Explore2 ont des limites**
 - Car on ne connaît pas les émissions en GES du futur ni l'évolution de l'occupation des sols
 - Modèles climatiques imparfaits, en amélioration constante (aérosols, irrigation, convection, échelle...)
 - Modèles hydrologiques imparfaits, en amélioration constante
 - les effets physiologiques du CO₂ sont mal connus mais ne devraient pas être négligés
 - l'irrigation pourrait faire baisser fortement les débits (et le fait déjà !)
 - fortes incertitudes sur la modélisation de l'irrigation et sur l'évolution des fractions irriguées
- **La diversité des projections Explore2 est délibérée**
 - Le but est de décrire un ensemble de futurs possibles sachant les incertitudes
 - Les médianes et moyennes ne sont pas plus crédibles qu'une projection particulière, et parfois moins !!
 - **Bonne pratique pour l'adaptation : choisir des projections contraignantes** (humides pour les maladies ou le drainage, sèches pour l'irrigation, les deux pour les rendements)

Conclusions

- **Les décisions humaines liées à la gestion de l'eau et des territoires sont très difficiles à intégrer**
 - Interactions complexes entre climat, ressources en eau, écosystèmes, agrosystèmes et le reste de la société
 - Ce qui marche aujourd'hui ne marchera peut-être plus demain (cf retenues de substitution)
 - penser en termes de retour sur investissement, y compris pour l'argent public
 - Dans le domaine de l'eau, on a beaucoup plus de leviers sur les usages que sur le climat
 - le code de l'environnement protège la ressource en eau au service de tous
 - **la sobriété et les MAE sont de bonnes options**

Attention : il s'agit bien de la demande en irrigation qui ne devient prélèvement que si l'eau est disponible

Graphique 12 – Évolution des prélèvements pour l'irrigation entre 2020 et 2050 à pratiques agricoles identiques pour un printemps-été sec sous deux projections climatiques, en millions de m³



Note : pour l'année 2020, les prélèvements ont été déterminés avec la météo de 2020.

Lecture : en 2050, pour un printemps-été sec et avec la projection climatique « violet », les prélèvements en considérant que les surfaces et pratiques agricoles ne changent pas entre 2020 et 2050, atteindraient 6 000 millions de m³, soit une croissance d'environ 71 % par rapport à l'année 2020.

Source : France Stratégie