

# QUELLES ÉVOLUTIONS POUR L'HYDROLOGIE ? QUELQUES RÉSULTATS SUR LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES ET BOURGOGNE- FRANCE-COMTÉ

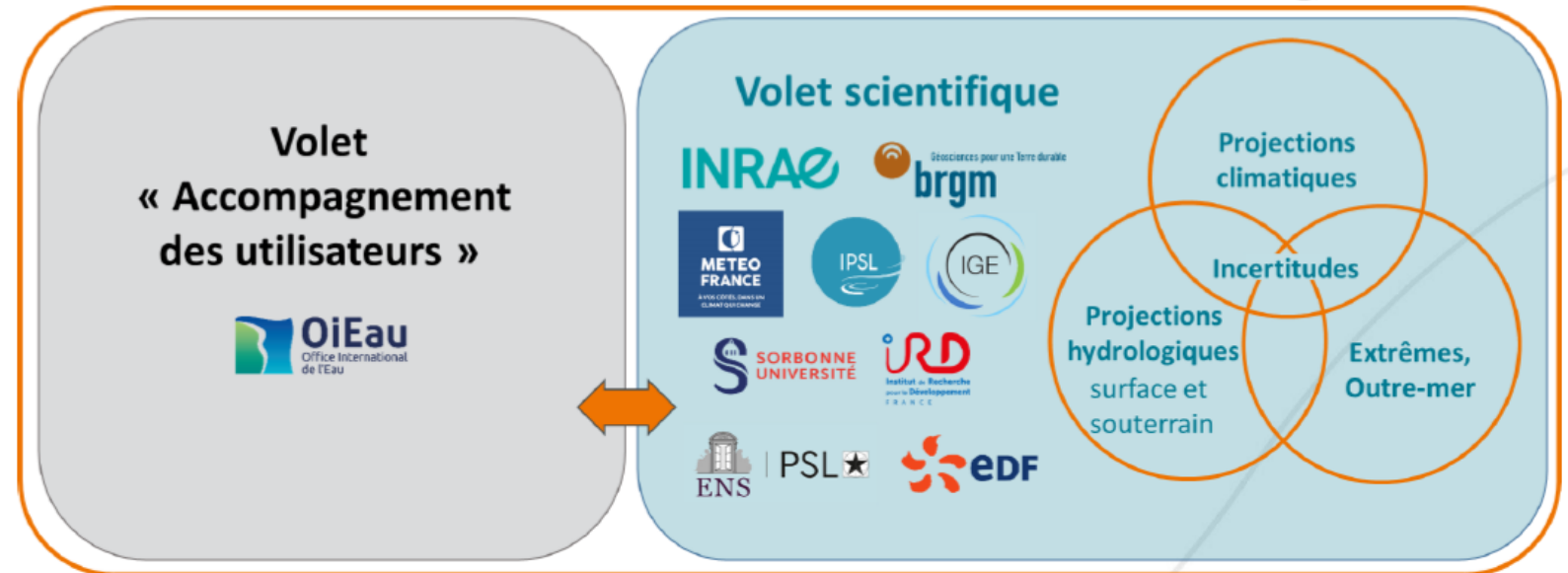
**Eric SAUQUET**  
**INRAE, pour le consortium**

# LE PROJET : DES FUTURS DE L'EAU EN FRANCE HEXAGONALE ET CORSE

- Une envie partagée (scientifiques et acteurs de l'eau) :

- d'actualiser les connaissances depuis  sur la base de scénarios récents du GIEC, d'avancées scientifiques et de modèles améliorés (climat et hydrologie)
- de faciliter leur appropriation pour l'adaptation


- Un projet de 4 ans soutenu par le MTECT et l'OFB, coordonné par l'OiEAu et INRAE



# Quelles évolutions en matière de risques hydrauliques et gravitaires ?

## LE CONTEXTE DE LA TRACC

La Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) :

- Constitue le cadre de référence pour l'ensemble des politiques nationales et locales d'adaptation au changement climatique
- Se fonde sur les travaux du GIEC et de chercheurs français. Prenant en compte les politiques et engagements des Etats en matière de lutte contre le changement climatique, la TRACC correspond à un réchauffement de +2 ° C, +2.7 ° C et +4 ° C en France hexagonale et Corse par rapport aux niveaux préindustriels
- Techniquement, s'appuie sur les projections hydro-climatiques d'  (extraction d'une fenêtre temporelle de 20 ans centrée sur l'année d'atteinte du niveau de réchauffement visé)

Consultation réalisée au titre de l'article L. 123-19-1 du code l'environnement (05/09/2025 au 01/10/2025 - 58 contributions) sur le Projet de décret et d'arrêté relatifs à la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique

# DES FUTURS CLIMATIQUES CONTRASTÉS POUR UNE FRANCE À +4°C

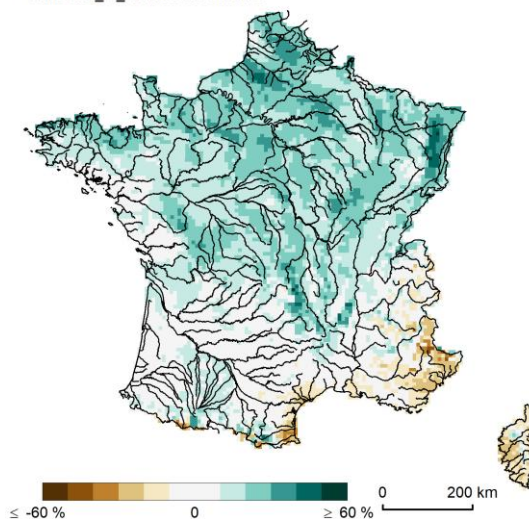
Des exemples  
de futurs par  
types d'évolution

« évolution limitée »

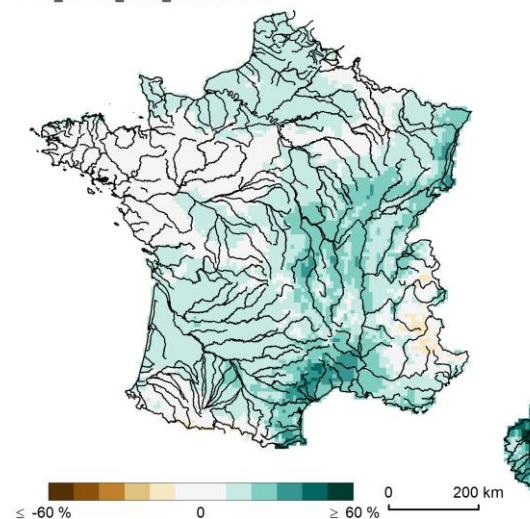
« évolution sèche »

« évolution contrastée »

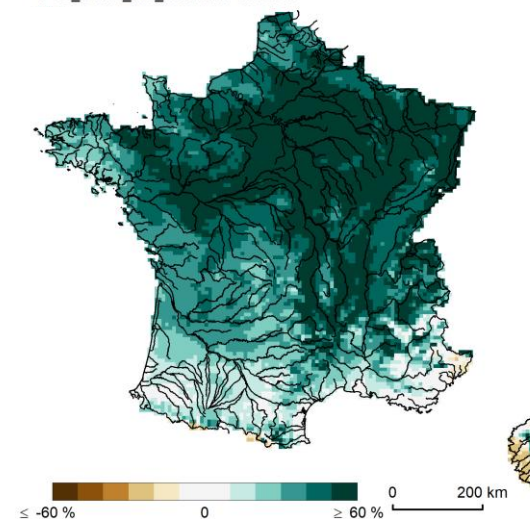
NorESM1\_M\_REMO2015 en hiver



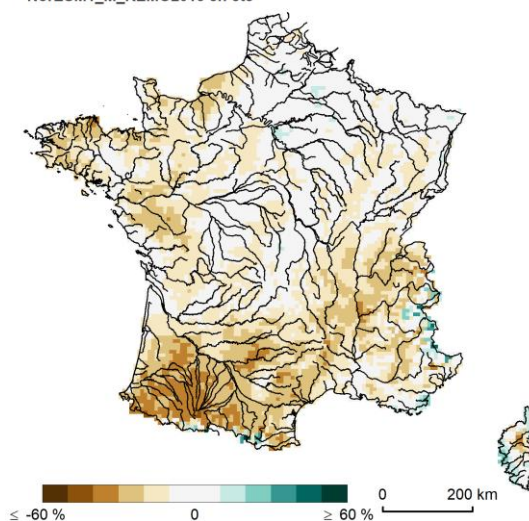
EC\_EARTH\_SMHI\_RCA4 en hiver



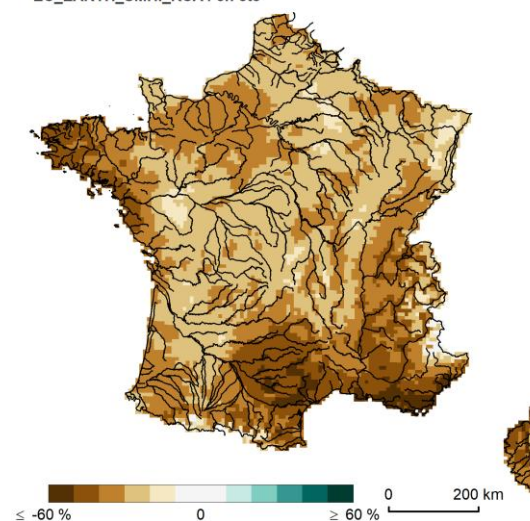
IPSL\_CM5A\_MR\_HIRHAM5 en hiver



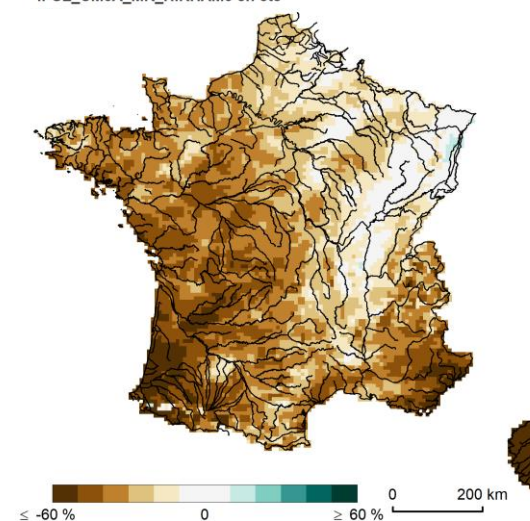
NorESM1\_M\_REMO2015 en été



EC\_EARTH\_SMHI\_RCA4 en été

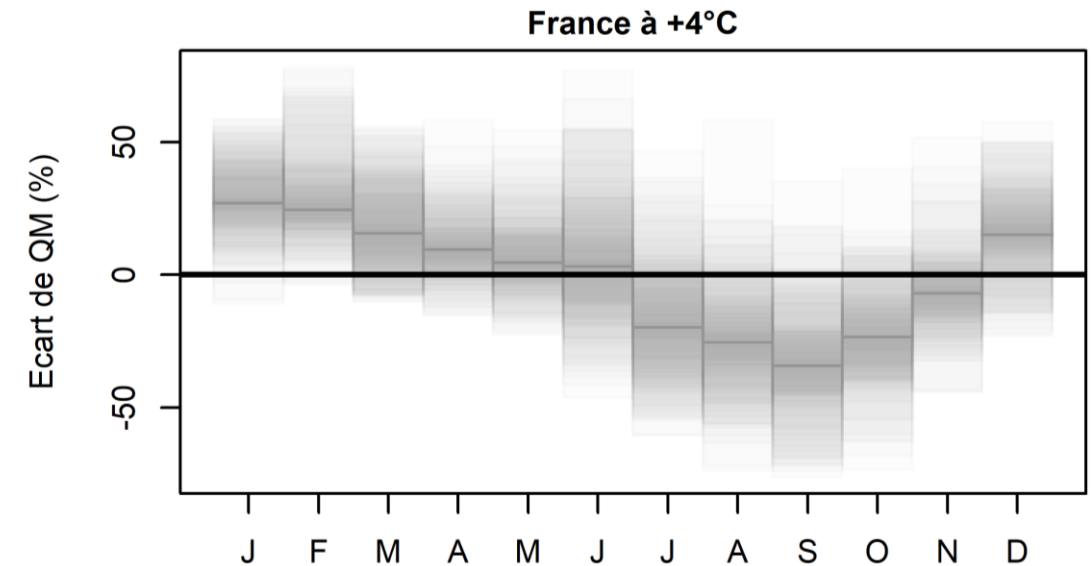
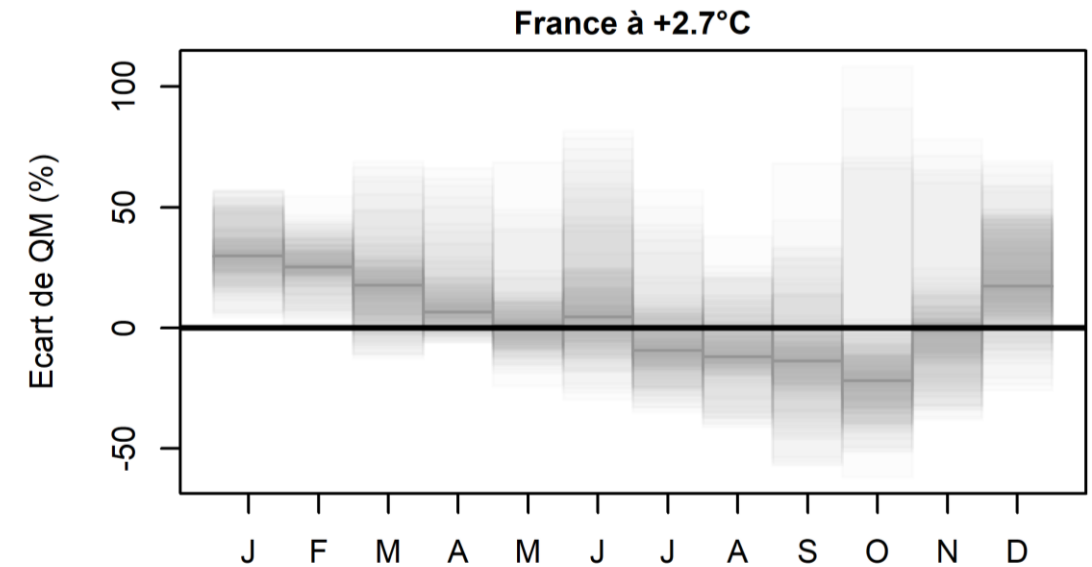
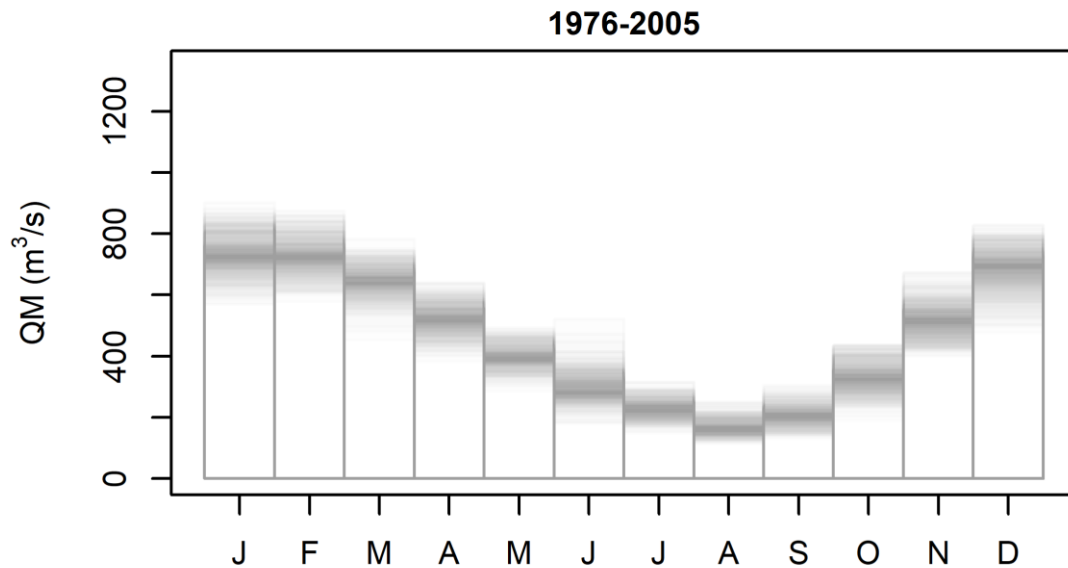


IPSL\_CM5A\_MR\_HIRHAM5 en été



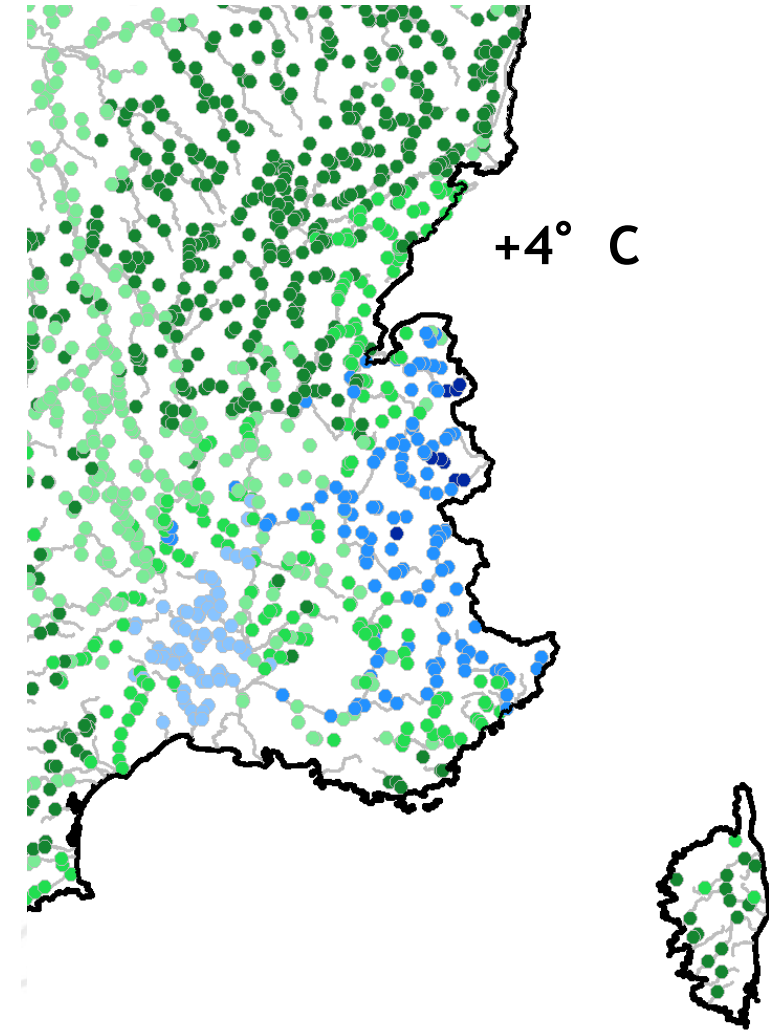
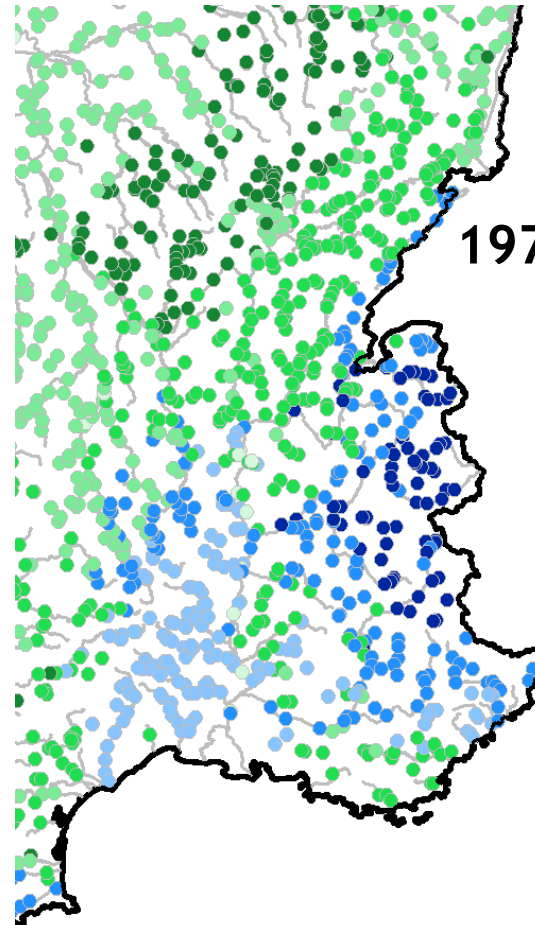
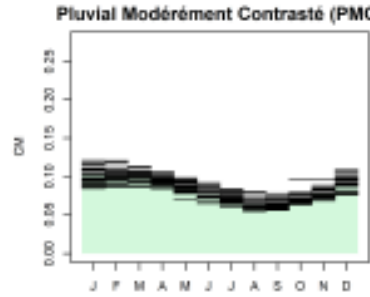
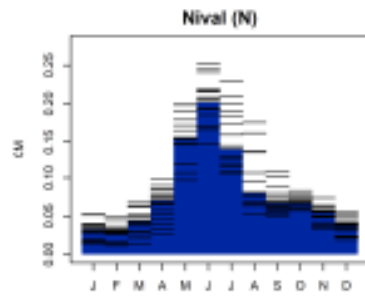
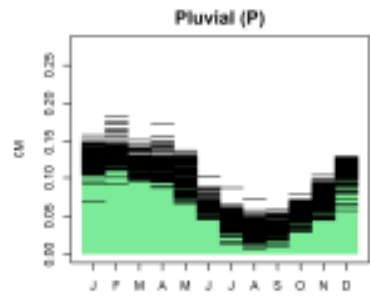
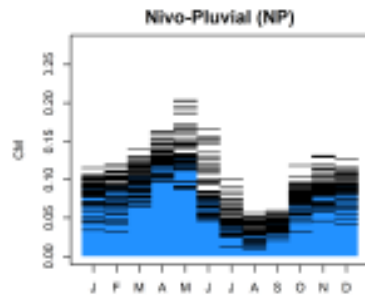
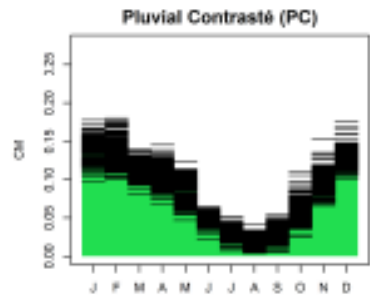
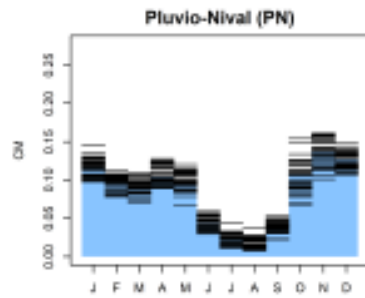
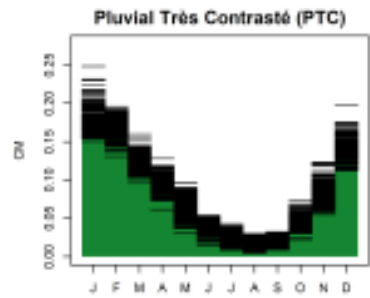


# DES FUTURS POUR UNE FRANCE À +2.7°C ET +4°C – RÉGIME HYDROLOGIQUE



Régime hydrologique de la Saône à Lyon et ses évolutions pour les niveaux de réchauffement modéré et fort

# DES FUTURS POUR UNE FRANCE À +4°C – RÉGIME HYDROLOGIQUE



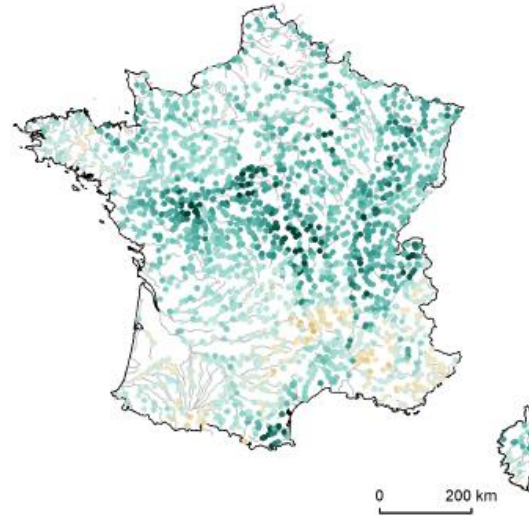
0 200 km



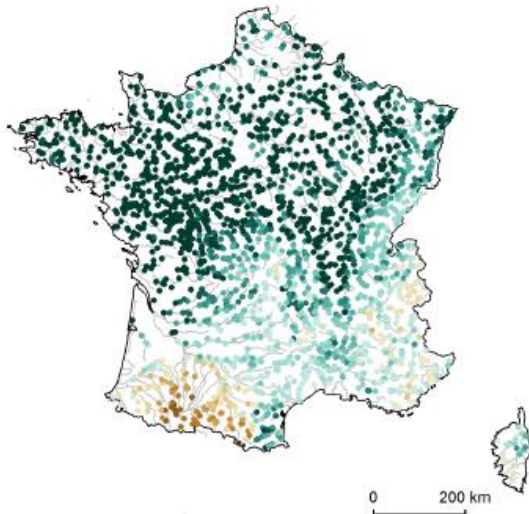
Le régime **pluvial très contrasté** plus présent  
Les régimes **nival** à **pluvio-nival** moins présents

# DES FUTURS POUR UNE FRANCE À +4°C – EXTRÊMES EN HAUTES EAUX

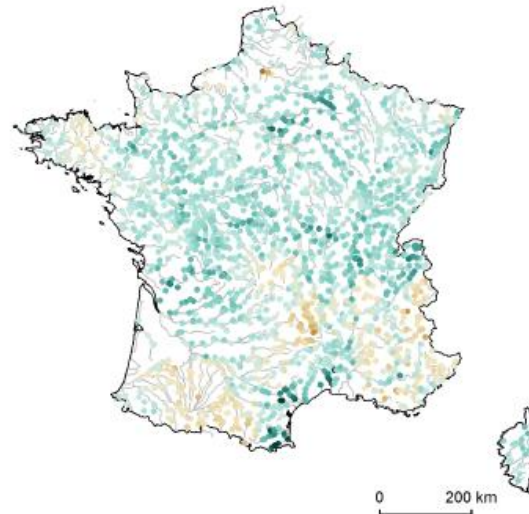
Changement relatif médian (%) d'une caractéristique de crue par type de climat pour une France à +4 °C



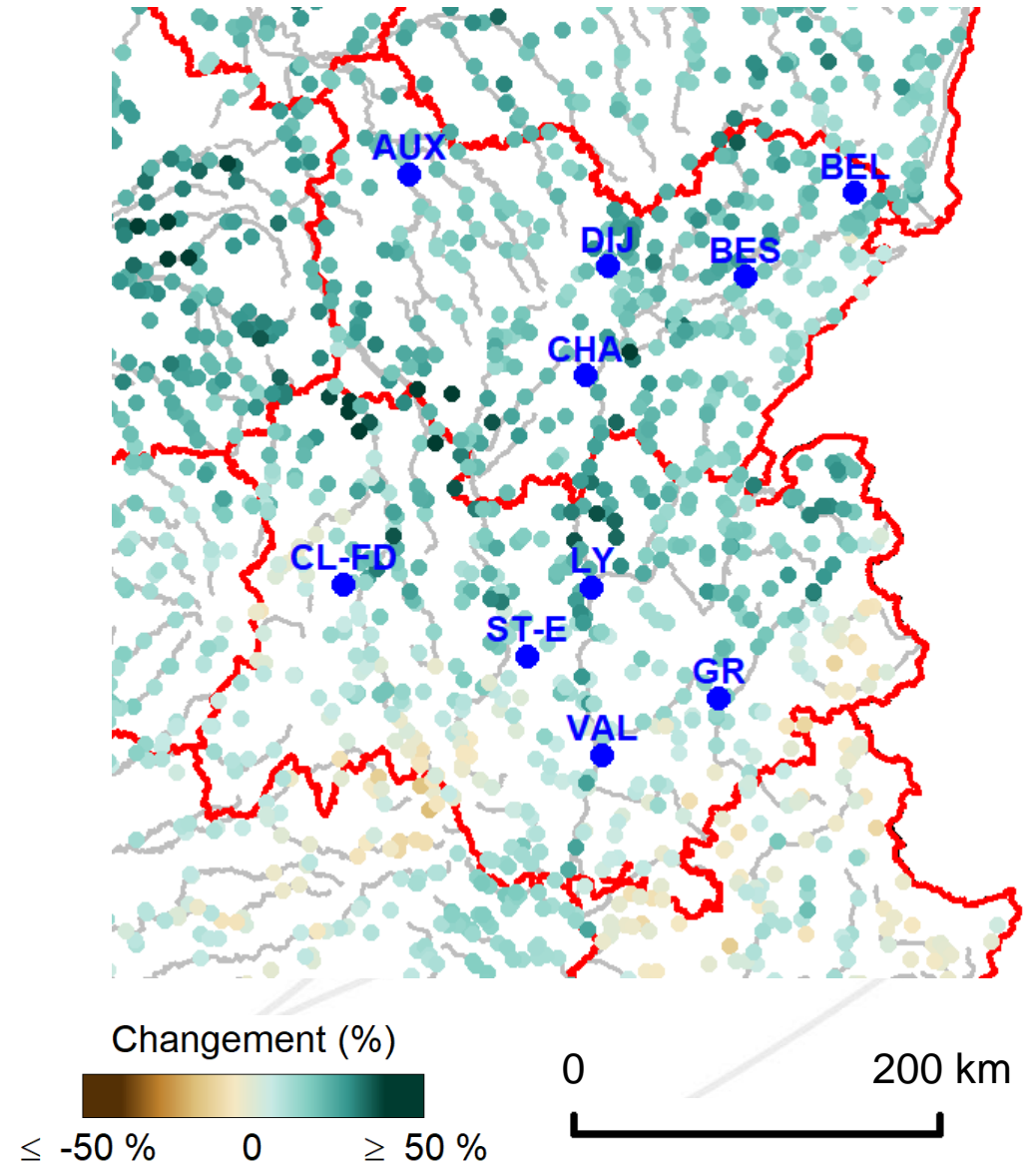
Evolution limitée



Evolution contrastée



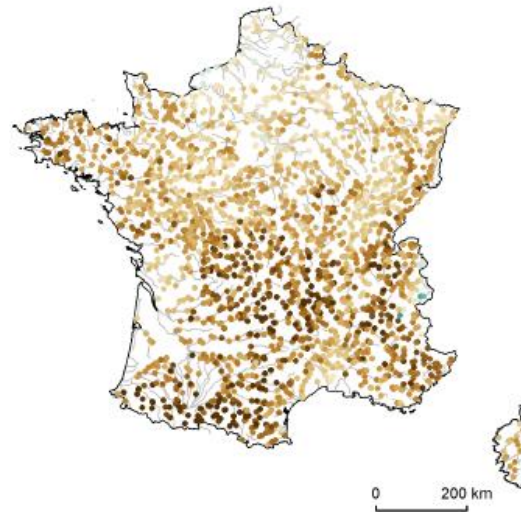
Evolution sèche



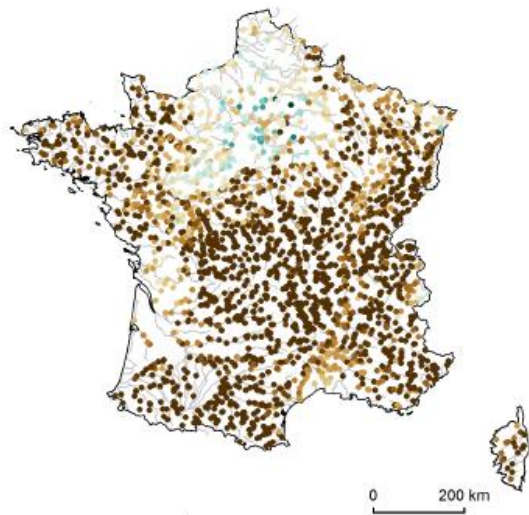


# DES FUTURS POUR UNE FRANCE À +4°C – EXTRÊME EN BASSES EAUX

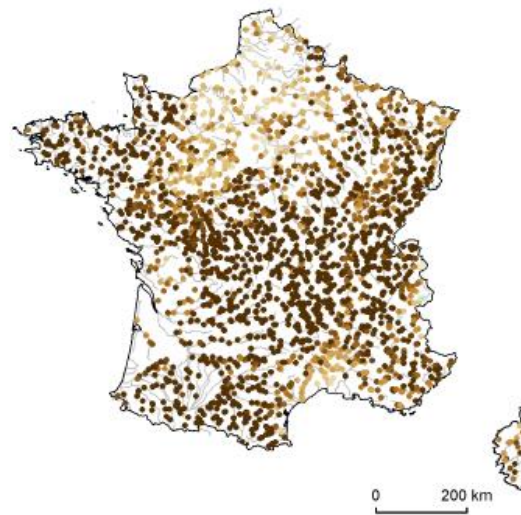
Changement relatif médian (%) d'une caractéristique de basses eaux par type de climat pour une France à +4 °C



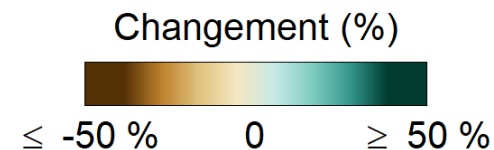
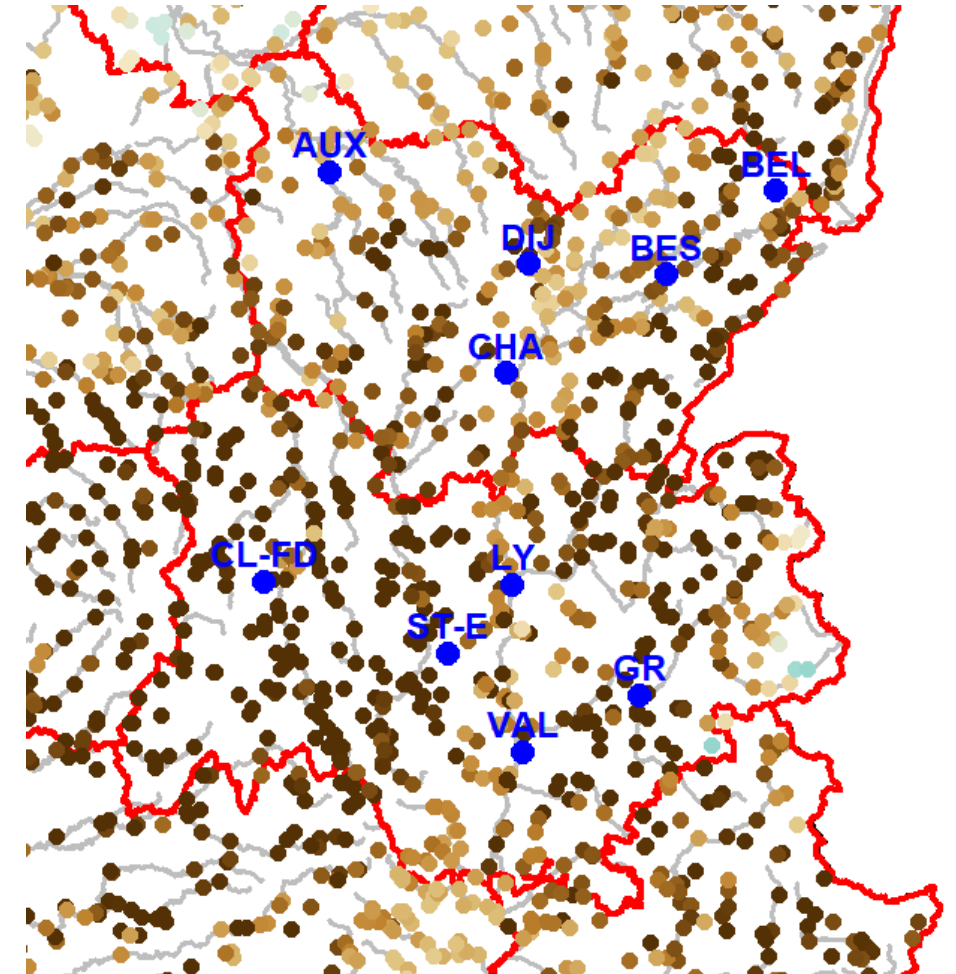
Evolution limitée



Evolution contrastée



Evolution sèche



## MESSAGES D'EXPLORE2 POUR UNE FRANCE À +4°C



- **Augmentation généralisée des pluies intenses journalières** avec un bon consensus entre projections sur le territoire en particulier dans la moitié nord mais **estimations peu fiables aux échelles locales**
- **Evolution des crues peu robuste et soumise à de fortes incertitudes**



- **Intensification des sécheresses des sols**, et plus marquée dans le sud
- **Des sécheresses hydrologiques plus sévères, avec un fort accord sur le signe à l'exception du nord de la France et des secteurs de haute montagne.**

Dans les deux cas, une incertitude importante sur l'intensité des changements

# MESSAGES POUR LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES ET BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

- Des changements profonds du fait des modifications concernant le manteau neigeux dans les secteurs de montagne
- Une nouvelle répartition de la ressource naturelle (des régimes plus contrastés)
- Des incertitudes fortes sur les précipitations mais des certitudes sur la diminution des précipitations solides et des ressources estivales

France  
à  
+2.7°C

Chgt débit (%)	Hiver	Été	Année
Allier	18 [7; 34]	1 [-10; 22]	11 [-5; 27]
Saône	25 [19; 41]	-4 [-15; 14]	11 [2; 2]
Isère	50 [14; 84]	-26 [-36; -3]	1 [-5; 5]

France  
à  
+4°C

Chgt débit (%)	Hiver	Été	Année
Allier	11 [-10; 24]	-21 [-37; -1]	2 [-21; 14]
Saône	23 [12; 46]	-16 [-33; 1]	8 [-2; 20]
Isère	62 [-2; 101]	-43 [-56; -17]	-8 [-15; 2]



Changement relatif médian (%) des débits saisonniers et annuel moyens pour le niveau de réchauffement +2.7°C (haut) et +4°C (bas) (médiane, minimum, maximum).

- **Comment ces projections peuvent-elles éclairer les stratégies territoriales ?**



# DES SUPPORTS VARIÉS ET DES DONNÉES EN LIBRE ACCÈS



- Des rapports techniques, des données et des fiches de synthèse téléchargeables sur les portails DRIAS Climat et DRIAS Eau et sur <https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2>
- Deux portails pour une visualisation des données : <https://meandre.explore2.inrae.fr> et <https://meandre-tracc.explore2.inrae.fr>
- Un guide des bonnes pratiques « Mener une étude rétrospective et prospective sur la ressource en eau – Le livre blanc dont Vous êtes le héros » (livrable du projet , auteur J.P. Vidal avec des liens explicites vers les données sources d'  )



Mener une étude rétrospective et prospective sur la ressource en eau:  
Le livre blanc dont Vous êtes le héros

Table of contents

Mener une étude rétrospective et prospective sur la ressource en eau

Avertissements

Définir l'objet de la quête

1 Contexte institutionnel

2 Contexte de l'étude

Préparer son équipement

3 Recenser les connaissances existantes

4 Collecter les données

Votre quête s'achève ici

Vous n'êtes pas parvenu à franchir tous les obstacles dressés contre vous dans cette quête, et vous échouez là où bien d'autres avant vous ont échoué. Plusieurs raisons possibles à cela :

- Vous n'avez pas réussi à intégrer le déclin de la ressource en eau dans votre stratégie d'adaptation au changement climatique. Vos cultures inadaptées ont souffert d'une sécheresse s'étalant sur cinq longues années qui a réduit les récoltes à zéro, et vous mourrez de faim. Votre quête s'achève ici.
- Vous n'avez pas réussi à intégrer l'augmentation du risque de crue dans votre stratégie d'adaptation au changement climatique. Une crue d'une intensité jamais vue auparavant a ravagé la plus grande partie de votre territoire, et vous vous noyez dans votre sous-sol. Votre quête s'achève ici.

Heureusement, ce livre n'est pas la réalité, et vous pouvez presser l'icône de retour en arrière de votre navigateur pour reprendre votre quête là où vos points d'endurance ou d'habileté vous ont trahi.



### MESSAGES ET ENSEIGNEMENTS DU PROJET EXPLORE2

Analyse de l'hydrologie de surface  
selon les niveaux de réchauffement  
fixés par la TRACC

Eric SAUQUET (INRAE), Antoine TORREMOCHA (INRAE), Guillaume EVIN (INRAE), Sonia SIAUVE (OIEau), Patrick ARNAUD (INRAE), Jérémie BONNEAU (INRAE), Flora BRANGER (INRAE), Yvan CABALLERO (BRGM), François COLLEONI (INRAE), Lila COLLET (EDF), Lola CORRE (Météo-France), Agnès DUCHARNE (CNRS, IPSL), Joël GAILHARD (EDF), Frédéric HENDRICKX (EDF), Louis HERAUT (INRAE), Benoît HINGRAY (CNRS, IGE), Peng HUANG (Sorbonne université), Sandra LANINI (BRGM), Matthieu LE LAY (EDF), Claire MAGAND (OFB), Louise MIMEAU (INRAE), Céline MONTEIL (EDF), Simon MUNIER (Météo-France), Charles PERRIN (INRAE), Alix REVERDY (IGE), Olivier ROBELIN (INRAE), Fabienne ROUSSET (Météo-France), Jean-Michel SOUBEYROUX (Météo-France), Laurent STROHMENGER (INRAE), Guillaume THIREL (INRAE), Flore TOCQUER (Météo-France), Yves TRAMBLAY (IRD), Jean-Pierre VERGNES (BRGM), Jean-Philippe VIDAL (INRAE)

15/09/2025

Avec le soutien financier de :

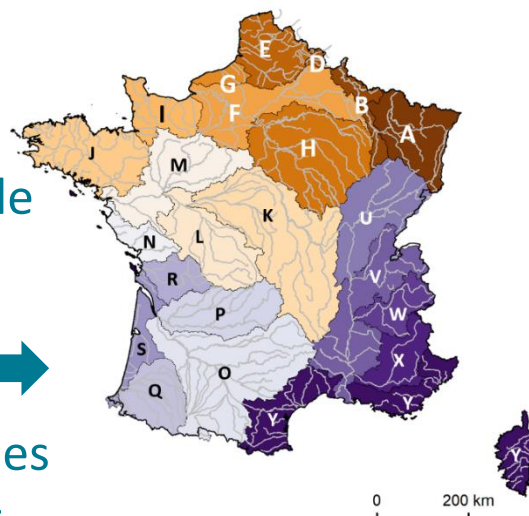


# DES SUPPORTS VARIÉS ET DES DONNÉES EN LIBRE ACCÈS

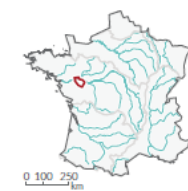
Des fiches de synthèse associant représentations graphiques et tableaux pour contextualiser le climat et l'hydrologie d'une France à +2.7° C et +4° C

## Objectifs :

- porter à connaissance les grandes tendances sur le climat, la recharge potentielle des aquifères et l'hydrologie de surface par niveau de réchauffement à l'échelle régionale (découpage en 187 secteurs hydrographiques)
- sensibiliser aux incertitudes associées (intervalles, narratifs hydrologiques TRACCs)



NEW



**M5 - La Loire de la Maine à l'Èvre**  
Région hydrographique La Loire de la Maine à la mer  
Bassin de gestion Loire-Bretagne

LA FRANCE  
S'ADAPTE

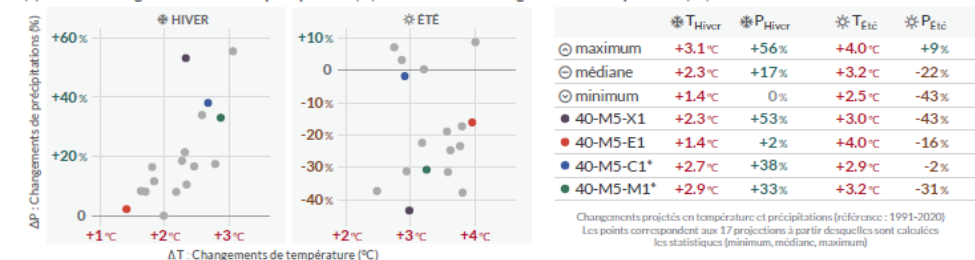
vivre à +4°C

Narratifs hydrologiques (narrATRACCs) définis sur la région M

- 40-M5-X1 : Débits plutôt à la hausse et extrêmes beaucoup plus sévères
- 40-M5-E1 : Diminution généralisée des débits, crues moins prononcées et étiages beaucoup plus sévères
- 40-M5-C1\* : Débits annuels en hausse, crues beaucoup plus sévères et étiages légèrement plus sévères
- 40-M5-M1\* : Débits plutôt à la hausse et crues légèrement plus sévères

\* narratif non précis sur cc secteur hydrographique

(a)  $\Delta P/\Delta T$  - Changements relatifs de précipitation (%) en fonction des changements de température (°C) référence 1991-2020



(b) VCN10<sub>Été</sub> - Changements relatifs des débits d'étiage (%)



(c) Recharge annuelle - Changements relatifs de la recharge annuelle (%)

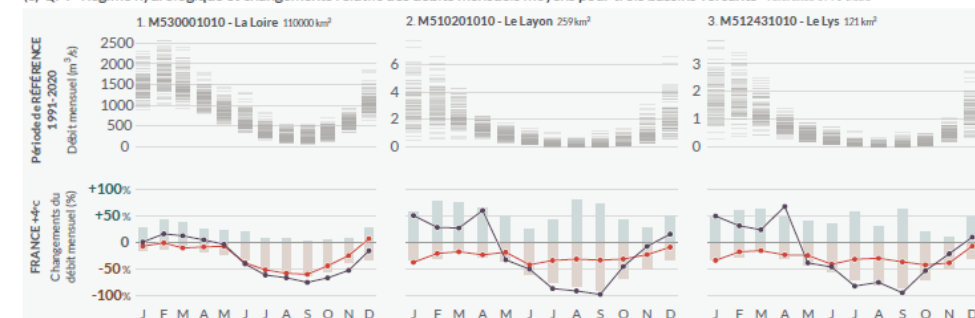


(d) QJXA - Changements relatifs des débits de crue (%)



Consensus du signe pour 80% des projections : △ à la hausse, ▽ à la baisse, ○ sans consensus. ■ Absence d'aquifère

(e) QM - Régime hydrologique et changements relatifs des débits mensuels moyens pour trois bassins versants référence 1991-2020



(f) Changements relatifs projetés en débits et recharge (statistiques sur l'ensemble des médianes spatiales des écarts relatifs) référence 1991-2020


	VCN10-5 <sub>ans, Été</sub>	QA	Recharge <sub>ann.</sub>	* QS <sub>Hiver</sub>	* QS <sub>Printemps</sub>	* QS <sub>Été</sub>	* QS <sub>Automne</sub>	QJXA-10 <sub>ans</sub>
⊙ maximum	+57%	+58%	+43%	+80%	+70%	+45%	+32%	+340%
⊙ médiane	-28%	-2%	+2%	0%	+6%	-18%	-18%	+10%
⊙ minimum	-71%	-26%	-10%	-45%	-28%	-63%	-61%	-38%
● 40-M5-X1	-69%	+19%	+22%	+34%	+17%	-61%	-29%	+20%
● 40-M5-E1	-21%	-18%	-7%	-18%	-17%	-37%	-26%	+8%
● 40-M5-C1*	—	—	+43%	—	—	—	—	—
● 40-M5-M1*	—	—	+21%	—	—	—	—	—

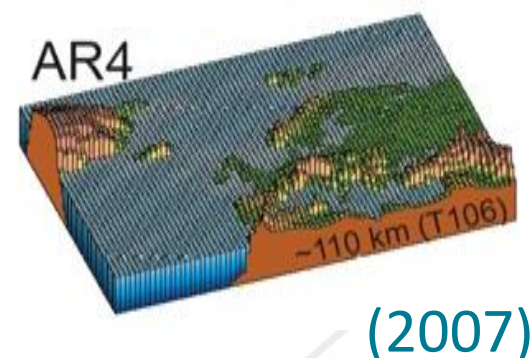
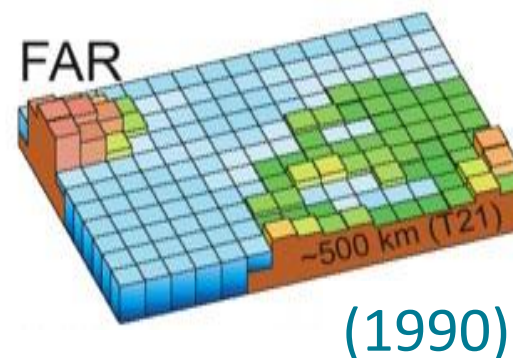
## ◦ Quelles certitudes ?

# L'ÉPINEUSE QUESTION DES INCERTITUDES

- Des incertitudes multiples :
  - sur les futures émissions de gaz à effet de serre
  - dans la modélisation (imperfections)

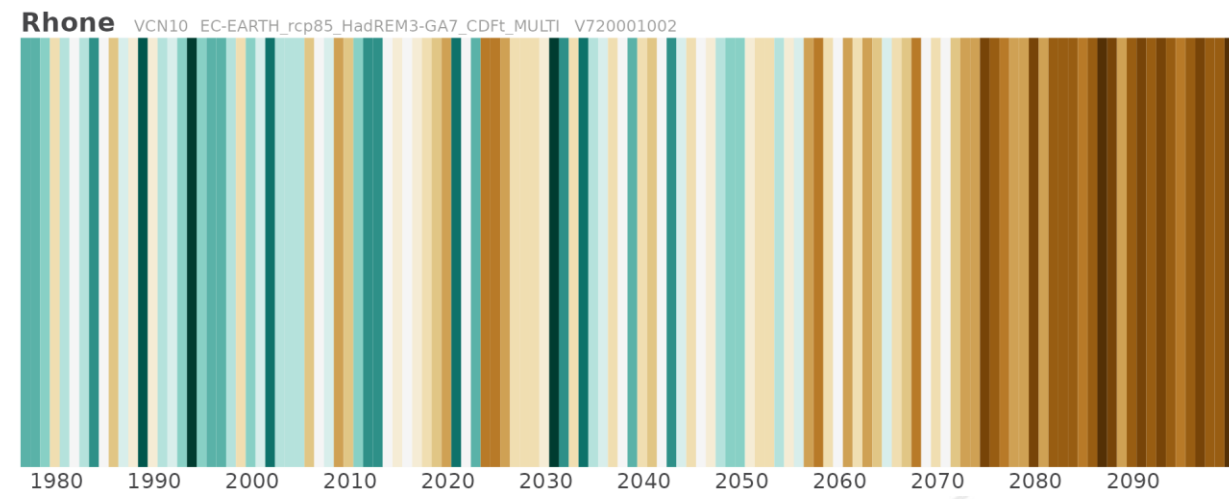
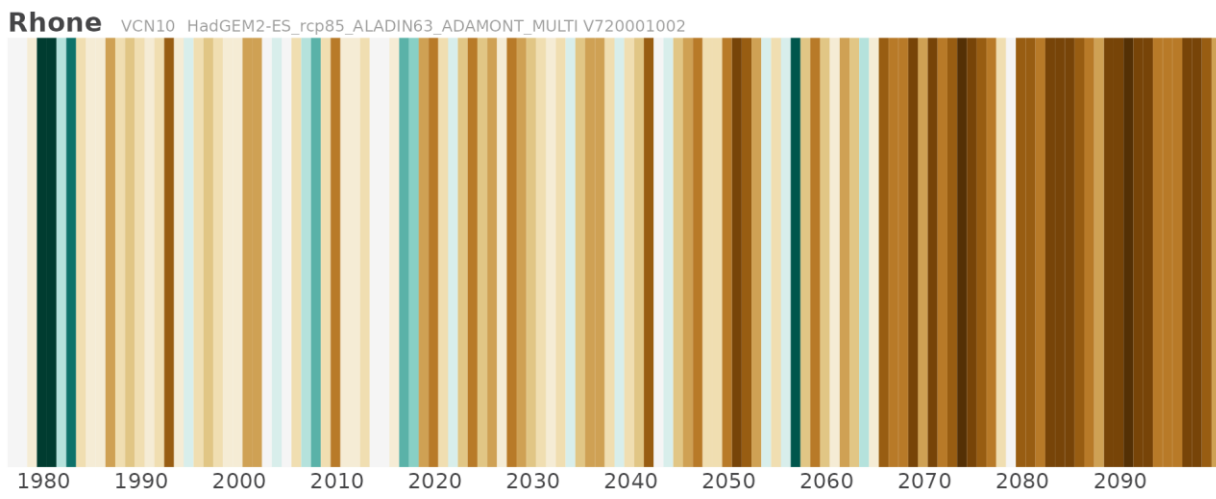
**mais on progresse !**

  - liées à la variabilité climatique
- Que faire ?  a permis de les quantifier (de les traiter (?) au travers de narratifs)

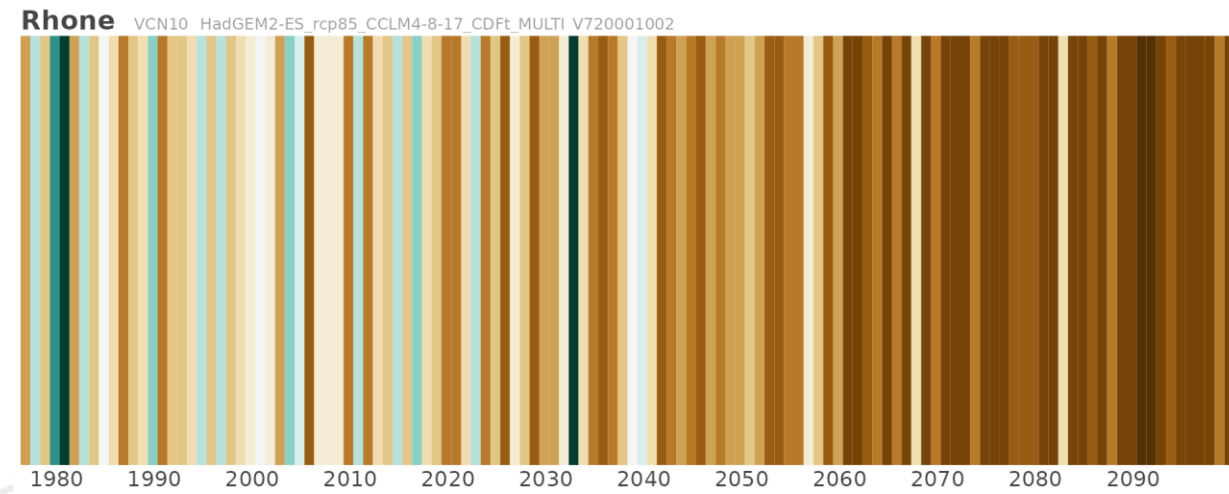
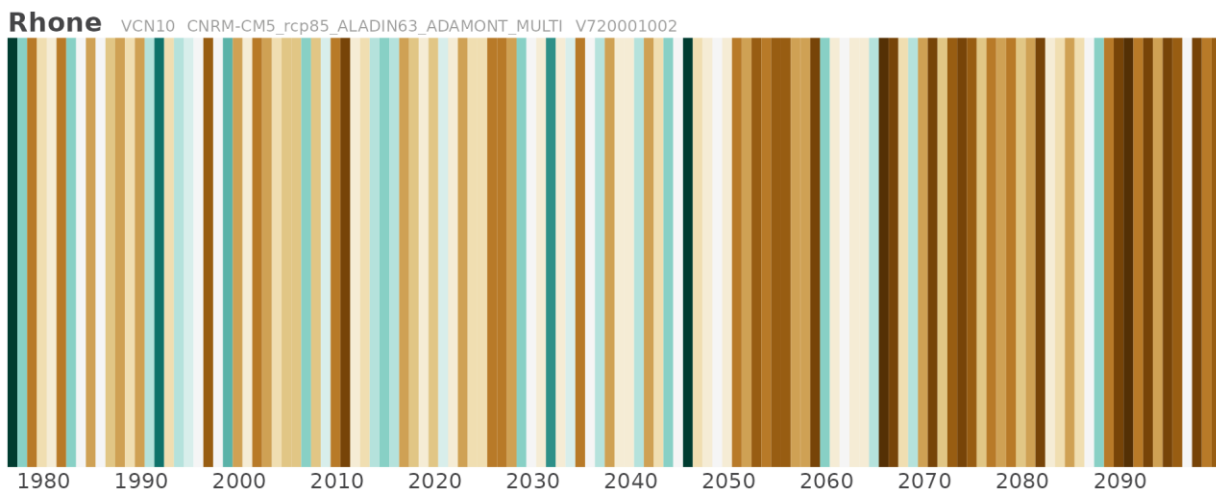


**Les incertitudes ne doivent pas être un frein à l'adaptation  
(cf. solutions sans regret, sobriété)**





**Merci de votre attention**



# MESSAGES D'EXPLORE2 POUR UNE FRANCE À +4°C



- **Débits : forte incertitude sur l'intensité des changements projetés**
- Débits annuels : **pas de consensus sur le signe**, sauf au sud de la Loire & Corse (baisse)
- Débits saisonniers :
  - **Hiver : consensus sur une hausse pour un tiers du territoire** (notamment en montagne), pas de consensus ailleurs (consensus sur une baisse marginaux).
  - **Été : consensus sur une baisse**. Selon les régions, la baisse résulte de la hausse de l'évapotranspiration, de la diminution des précipitations estivales et/ou du manteau neigeux



- **Augmentation de la recharge annuelle** mais avec une incertitude forte



**Une variabilité d'une année à l'autre héritée de la variabilité naturelle du climat**

## CONCLUSIONS

- Le projet Explore2 a produit un ensemble de projections inédit en termes de richesse de modèles appliqués, de résolution spatiale et temporelle, qui n'a pas d'équivalent en Europe
- Ces projections sont une des briques de la prospective « Eau 2050 » de France Stratégie et d'analyse de vulnérabilité (Agences de l'eau dans le cadre de leur PBACC, cf. présentation suivante)
- La gestion de l'eau d'hier et celle de demain seront nécessairement différentes pour s'adapter au changement des régimes hydrologiques
- Chaque territoire est spécifique (trajectoires climatiques différentes sur le territoire)  
→ des stratégies d'adaptation à différencier, revoir des choix...