

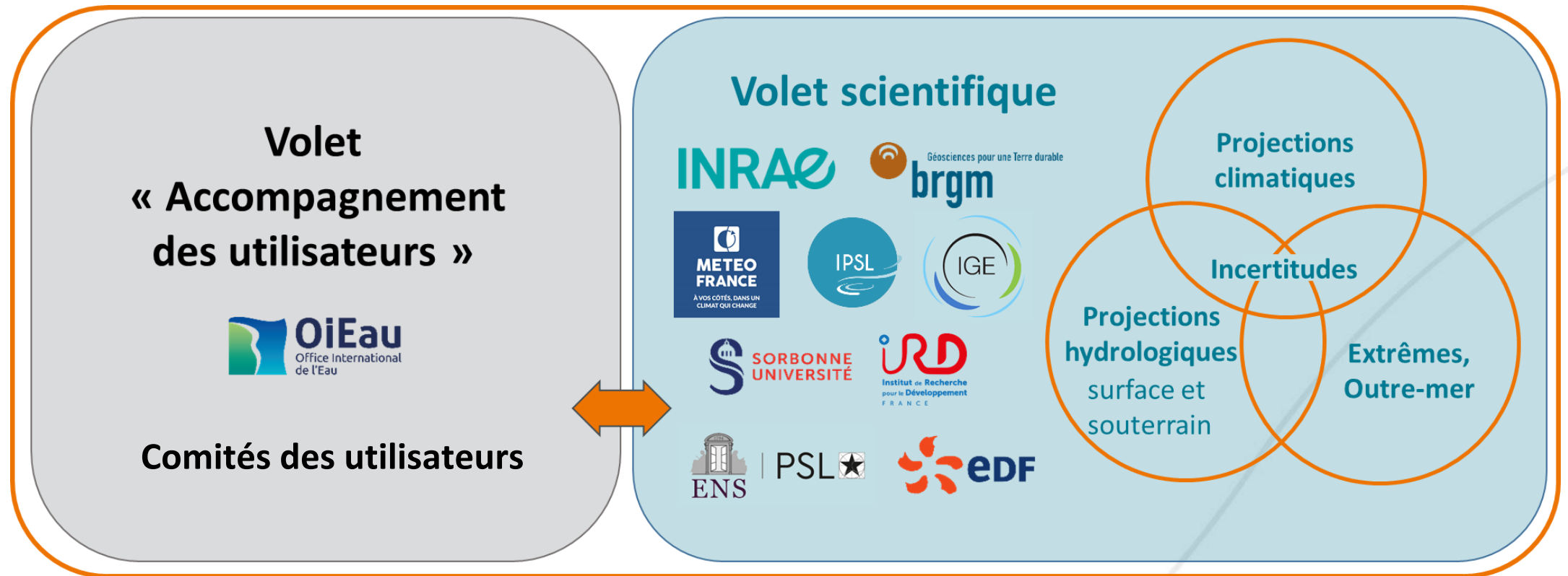
# QUELLES ÉVOLUTIONS POUR LE CLIMAT ET L'HYDROLOGIE ? SYNTHÈSE DES RÉSULTATS D'EXPLORE2

**Eric SAUQUET**  
**INRAE, UR RiverLy (Lyon-Grenoble)**  
**pour le consortium**

## Un retour d'expérience et une volonté collective de renouveler l'exercice avec des ambitions multiples :

- D'engager **une plus forte concertation avec les utilisateurs** (comités de bassin, agences de l'eau, collectivités, bureaux d'étude, etc.) pour mieux accompagner la prise en main des résultats
- De **mieux quantifier les incertitudes** en incluant un plus grand nombre de modèles
- De donner **une vision du climat et de l'hydrologie sur l'ensemble du territoire hexagonal sur l'ensemble du 21e siècle (1976-2100)**

# ORGANISATION DU PROJET



Co-financements :



Assistance à maîtrise d'ouvrage :

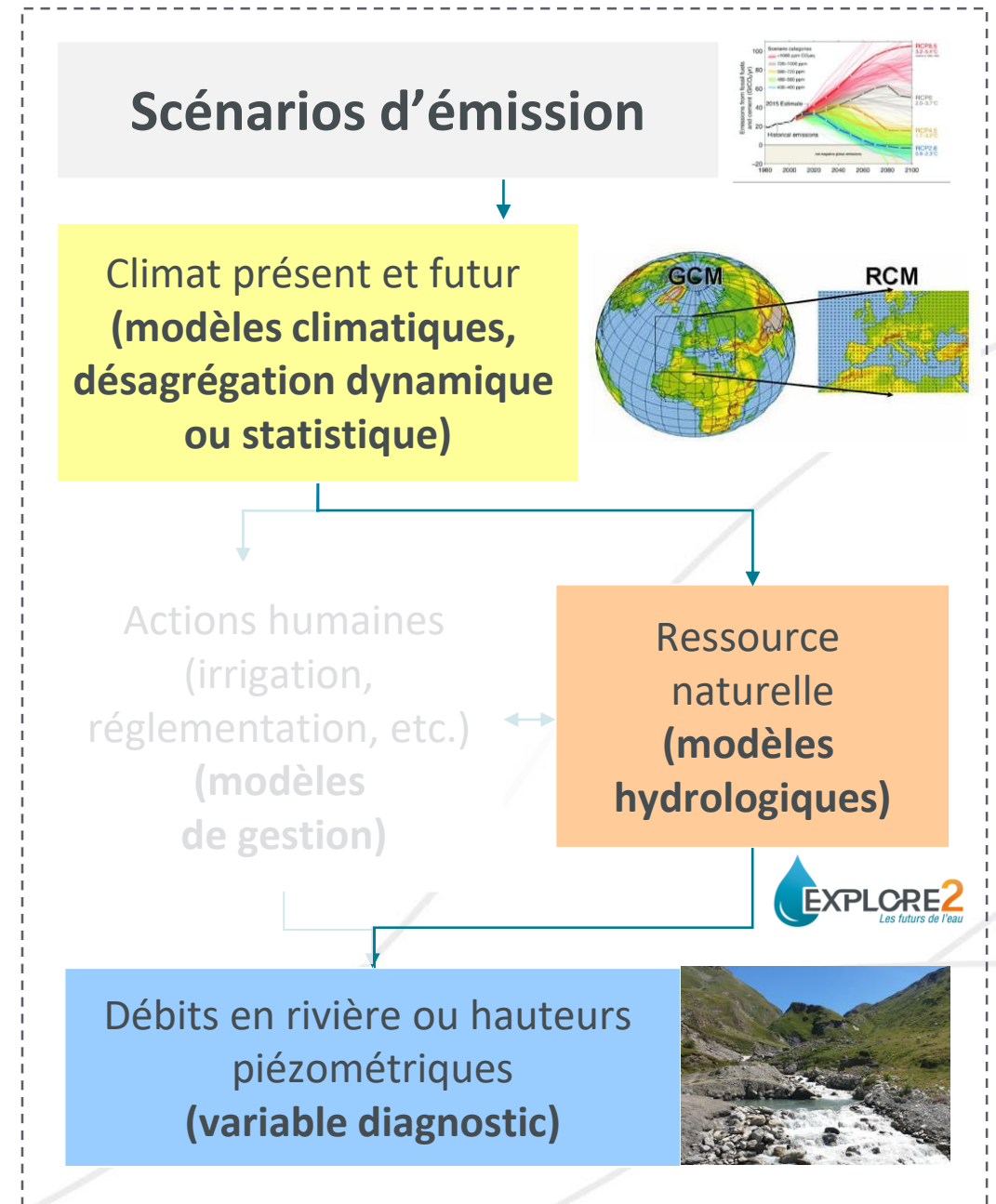


- **Coût total : 2,2 M€**

- **Durée : 3 ans (2021-2024)**

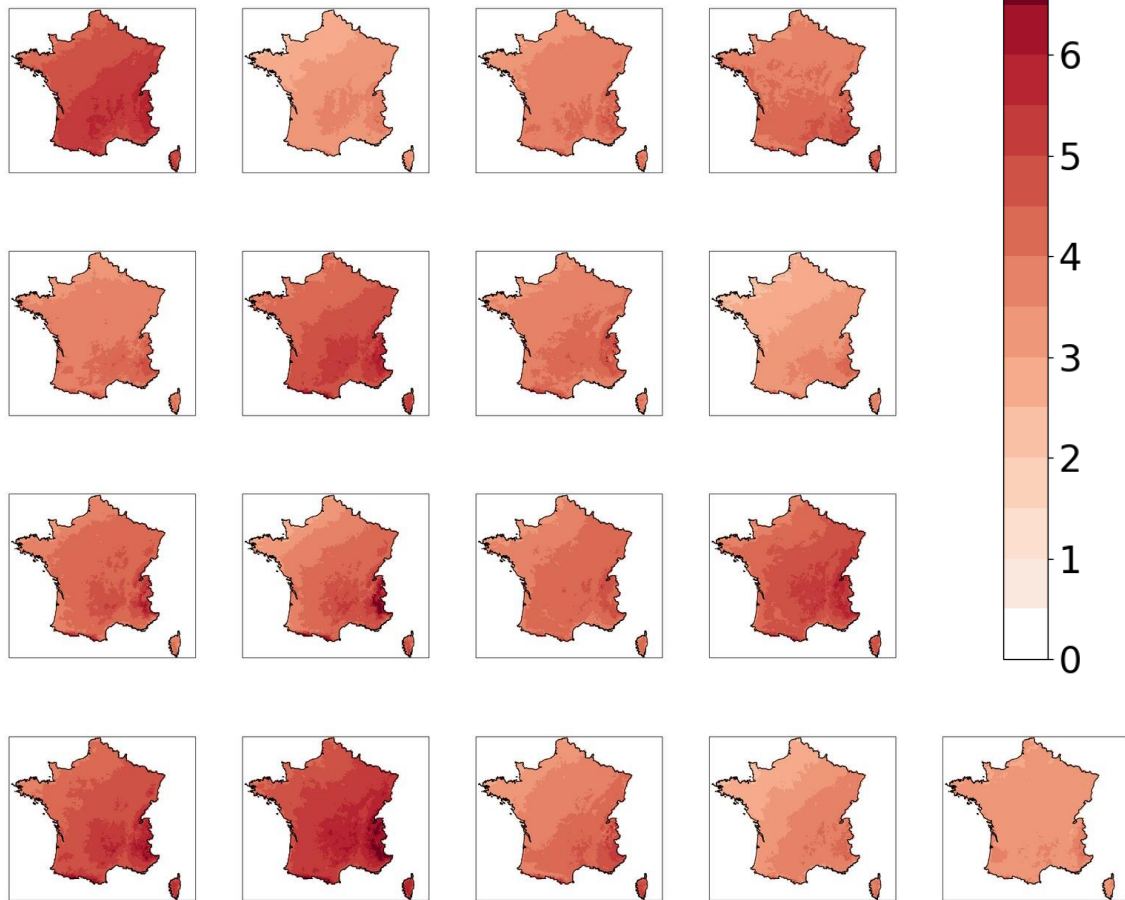
# LES ÉTAPES POUR LA PRODUCTION DE DONNÉES HYDROLOGIQUES

- Mise en œuvre d'une approche multi-scénarios et multi-modèles uniforme sur l'ensemble du territoire métropolitain et sur l'ensemble du 21e siècle pour explorer une large gamme de futurs possibles et pour apprécier les incertitudes aux différents niveaux de modélisation du climat et de l'hydrologie
- Construction d'un cadre commun de modélisation pour faciliter l'analyse des résultats, l'évaluation de la chaîne de modélisation à tous les niveaux (du climat à l'hydrologie) et la caractérisation des incertitudes sous changement climatique



# DES CLIMATS EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

## Températures annuelles (° C)



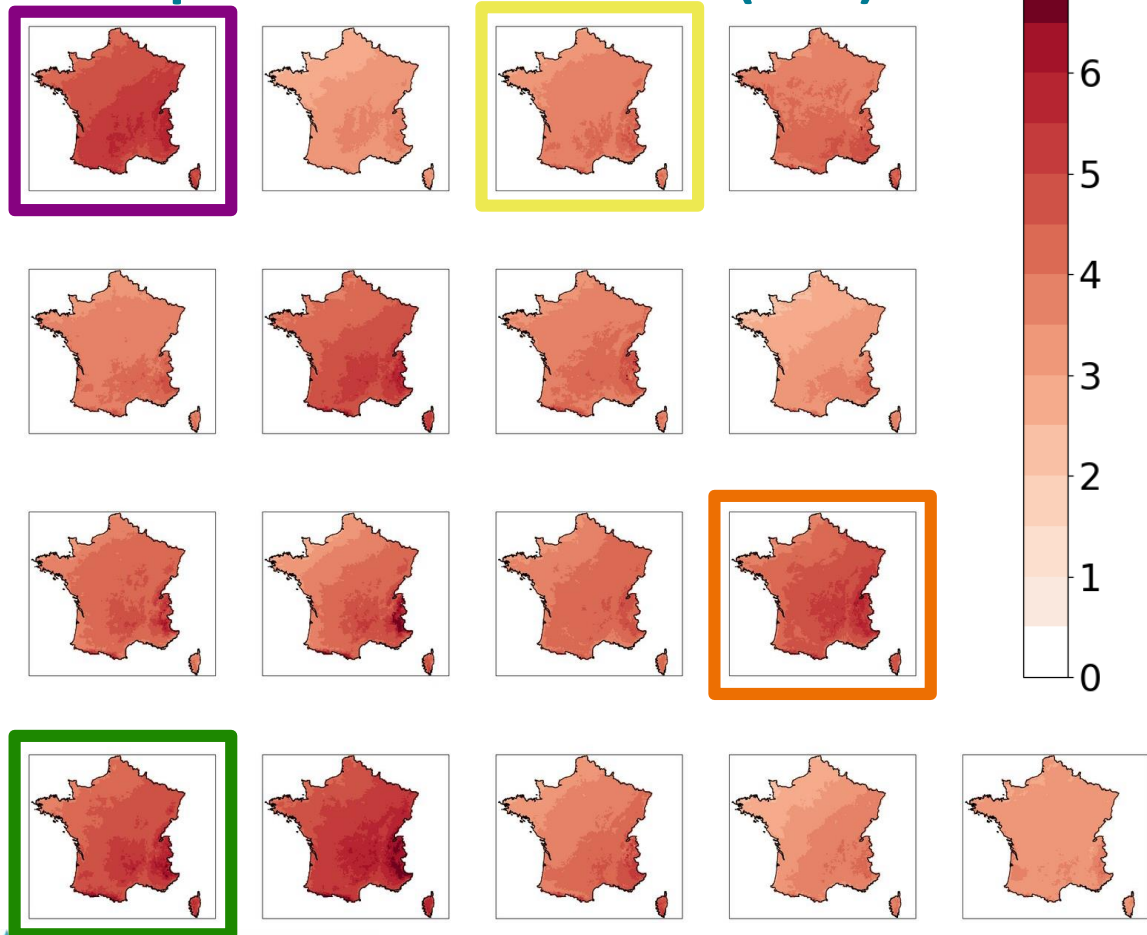
## Précipitations annuelles (%)



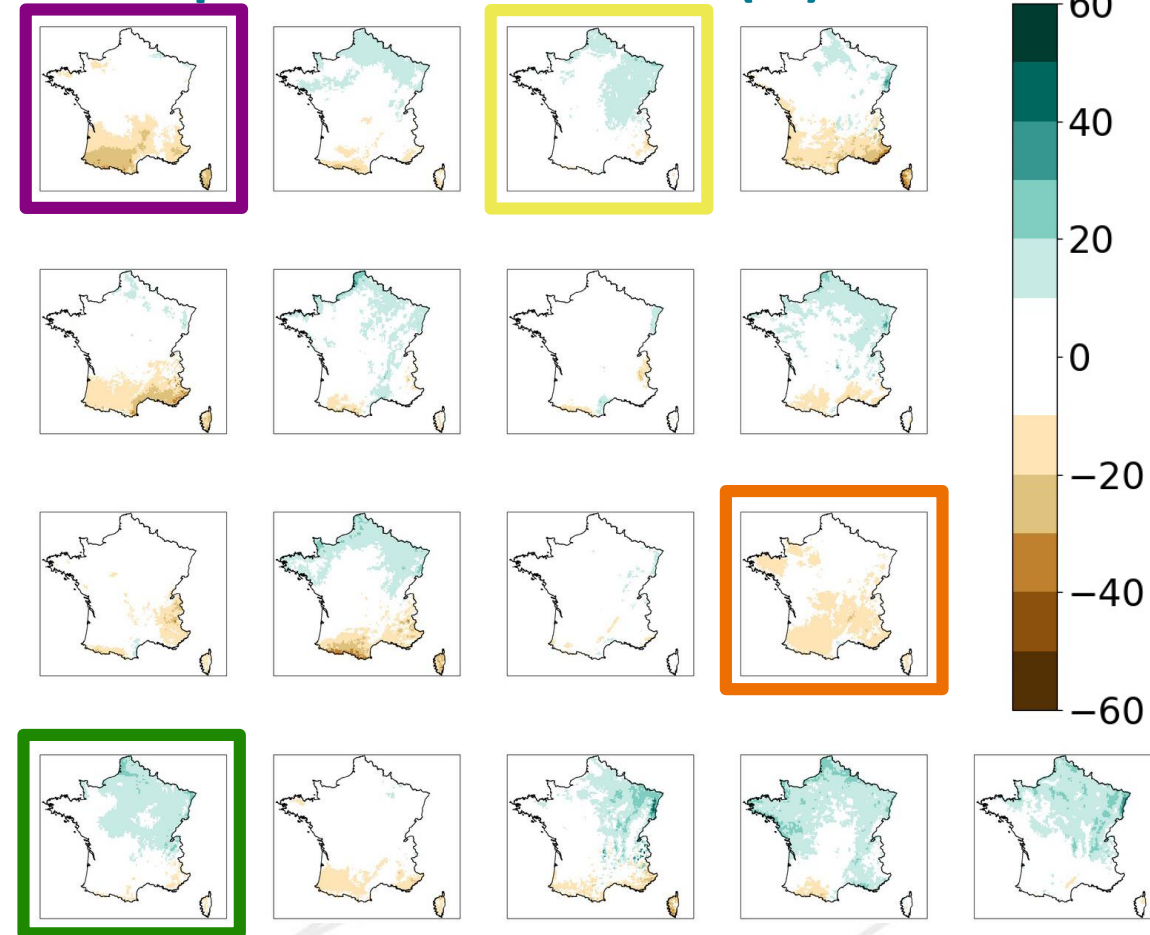
- **Une diversité de futurs possibles, impossible à résumer en une statistique → volonté de décrire les futurs par des narratifs (visions contrastées des climats en fin de XXIe siècle)**

# DES CLIMATS EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

## Températures annuelles (° C)



## Précipitations annuelles (%)



# DES CLIMATS EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Violet	
Température	
année	+ 5,0 °C
hiver	+ 4,2 °C
été	+ 6,5 °C
Précipitations	
année	- 8 %
hiver	+ 26 %
été	- 45 %
Ressource en eau	
ETO	+ 26 %

Orange	
Température	
année	+ 4,6 °C
hiver	+ 3,7 °C
été	+ 6,4 °C
Précipitations	
année	- 9 %
hiver	+ 12 %
été	- 40 %
Ressource en eau	
ETO	+ 43 %

Jaune	
Température	
année	+ 3,7 °C
hiver	+ 3,2 °C
été	+ 4,2 °C
Précipitations	
année	+ 6 %
hiver	+ 18 %
été	- 10 %
Ressource en eau	
ETO	+ 28 %

Vert	
Température	
année	+ 4,8 °C
hiver	+ 3,8 °C
été	+ 6,1 °C
Précipitations	
année	+ 6 %
hiver	+ 26 %
été	- 13 %
Ressource en eau	
ETO	+ 31 %

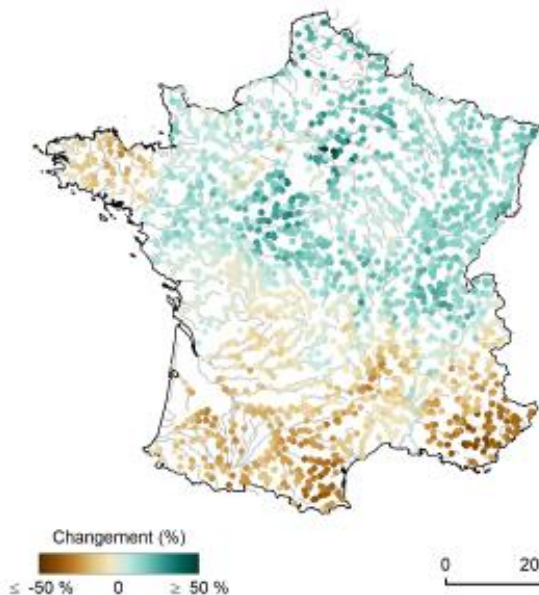
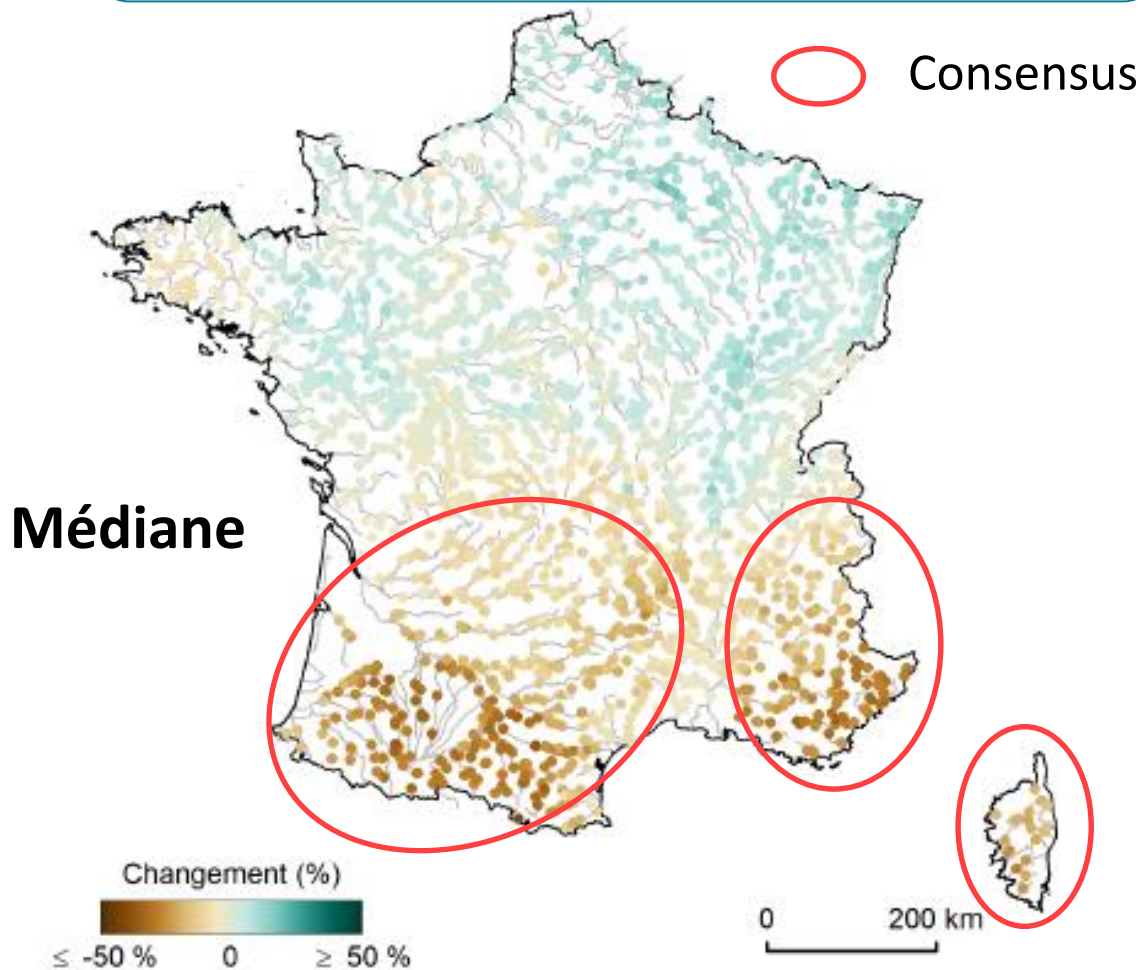
**Scénario :  
émissions fortes  
Horizon fin de  
siècle : (2070 –  
2099) versus  
(1976 – 2005)**



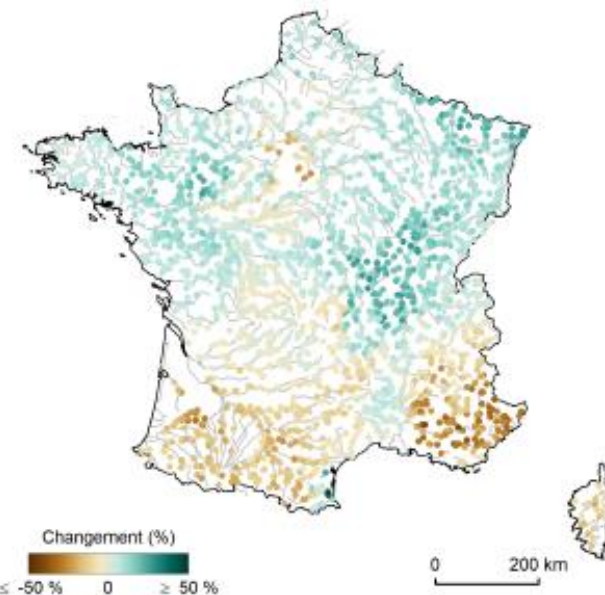
## DES CLIMATS EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

- **Des messages robustes pour les températures :**
    - > Tant que les émissions nettes de gaz à effet de serre continueront, le réchauffement se poursuivra
  - **Des incertitudes sur l'évolution future des précipitations :**
    - > La majorité des projections s'accorde sur une hausse de la pluviométrie en hiver pour les deux scénarios d'émissions
    - > Très fortes variations d'une année à l'autre qui masquent les évolutions à long terme
- du fait de la position géographique de la France (zone de transition)**

# DÉBIT ANNUEL EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

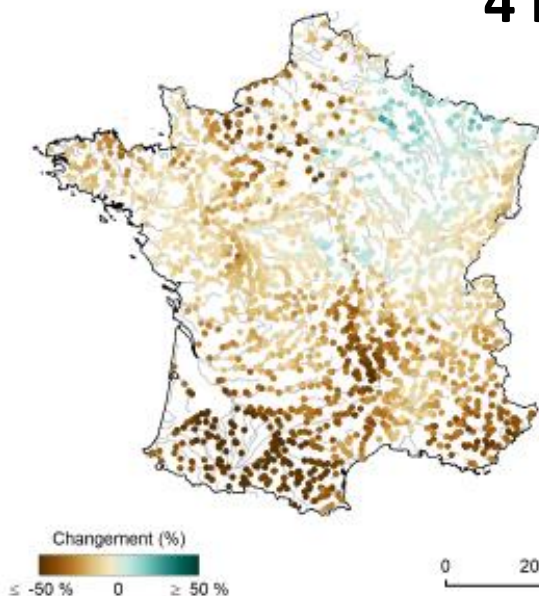


(a) vert

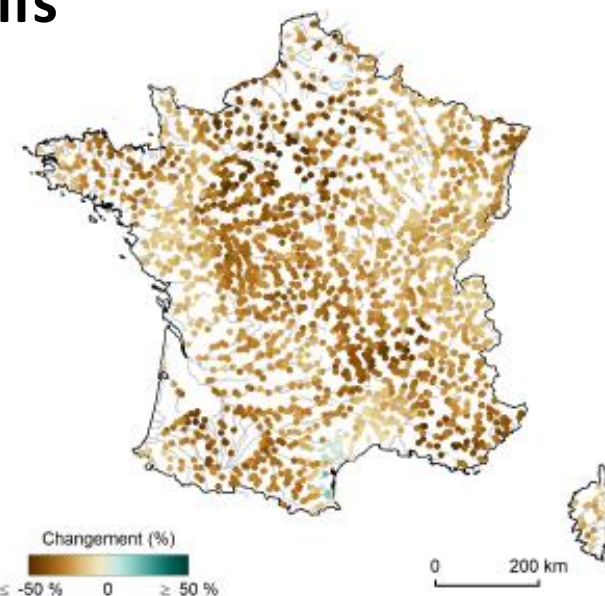


(b) jaune

## 4 narratifs



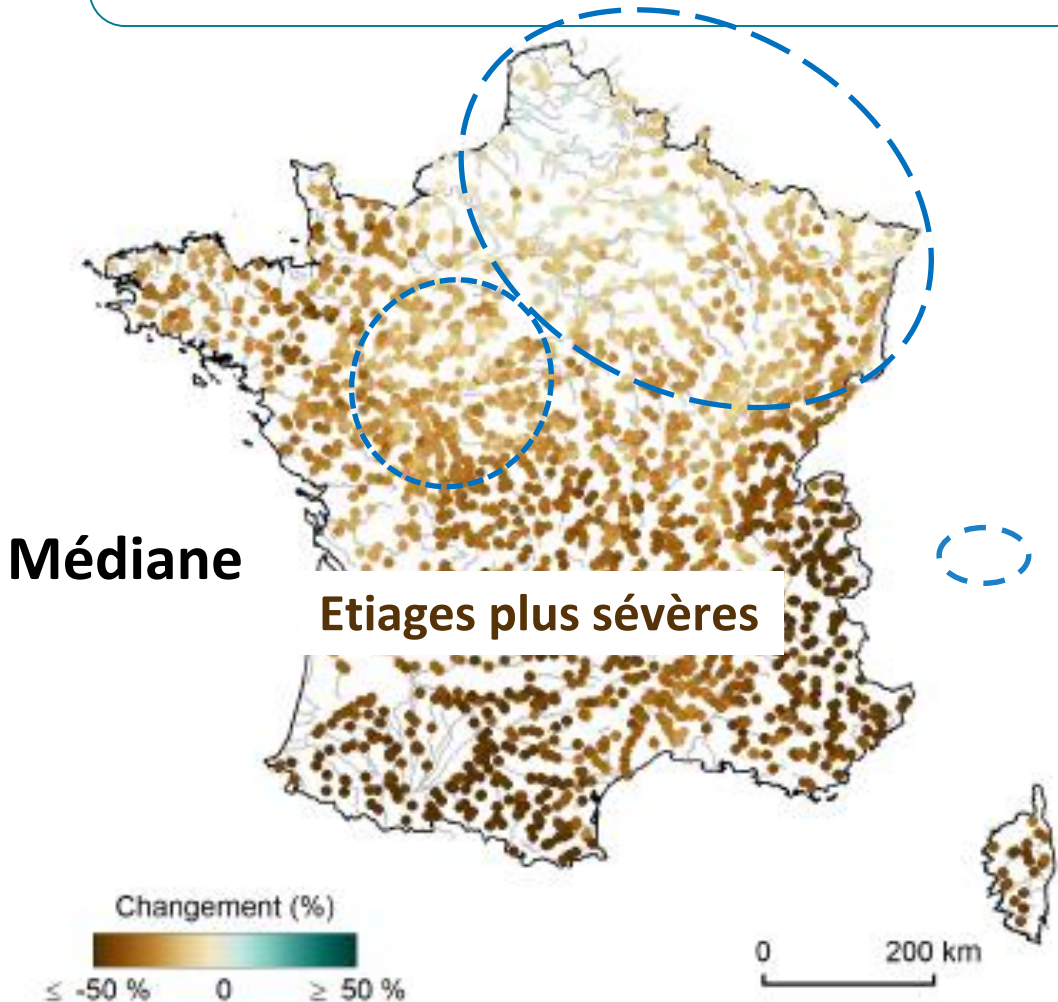
(c) violet



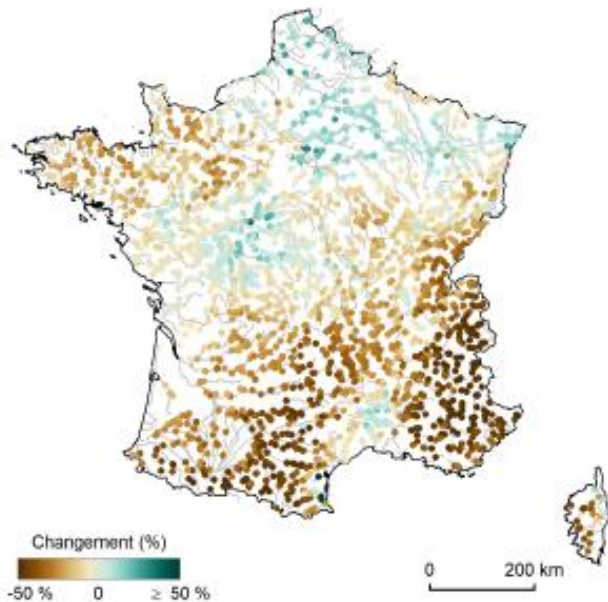
(d) orange

Horizon fin de siècle : (2070  
– 2099) versus (1976 – 2005)

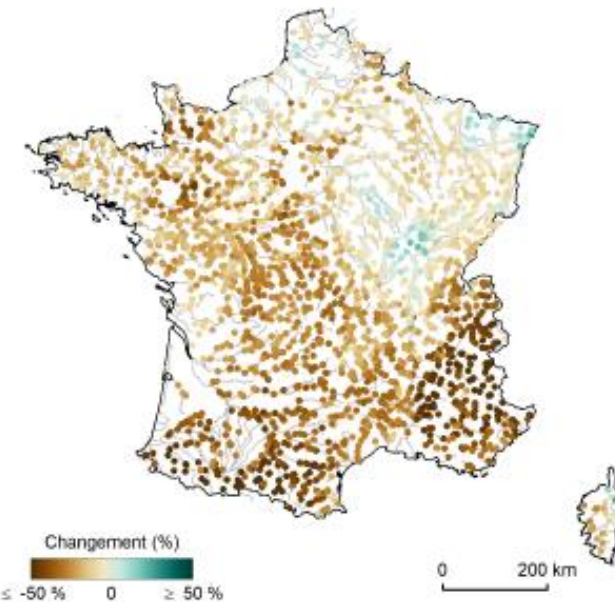
# DÉBIT D'ÉTÉ EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES



Moindre consensus

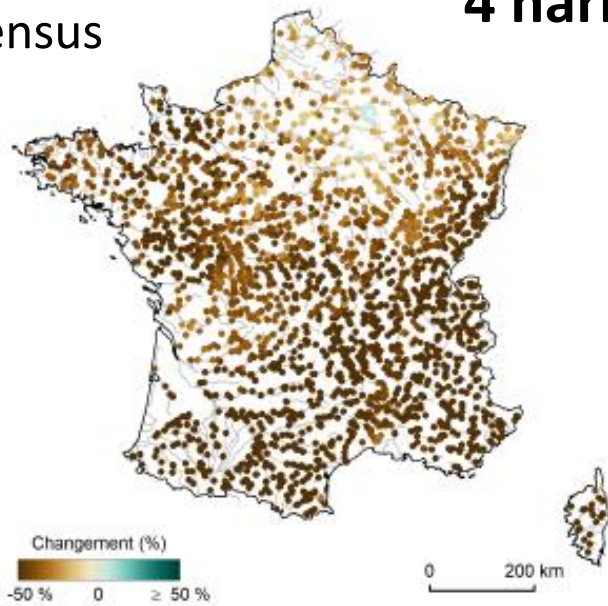


(a) vert

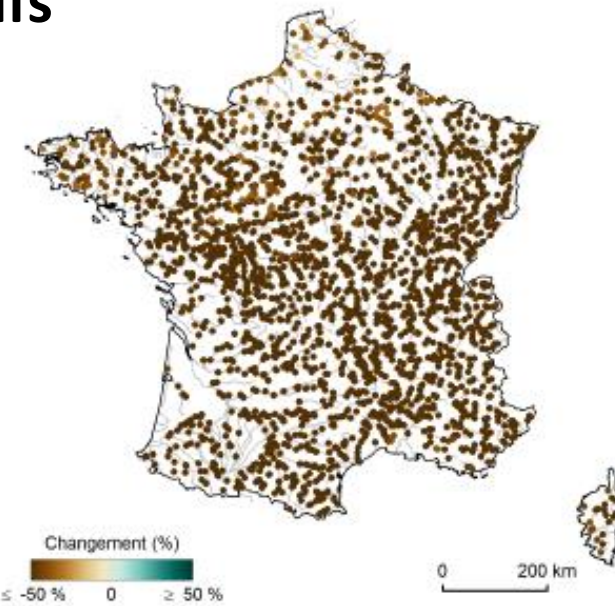


(b) jaune

**4 narratifs**



(c) violet



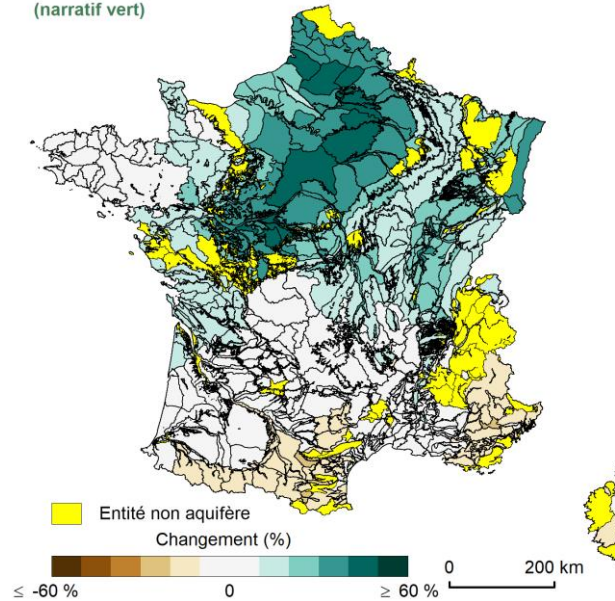
(d) orange

**Horizon fin de siècle : (2070 – 2099) versus (1976 – 2005)**

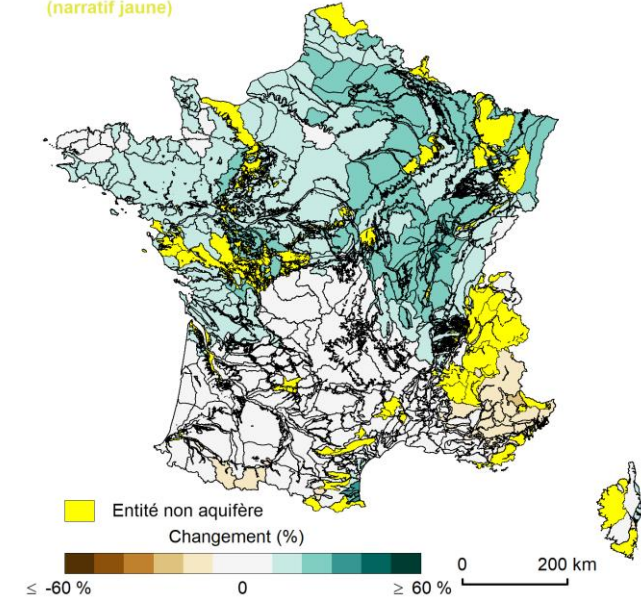
# CUMUL ANNUEL DE RECHARGE POTENTIELLE EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Horizon fin de siècle : (2070 – 2099) versus (1976 – 2005)

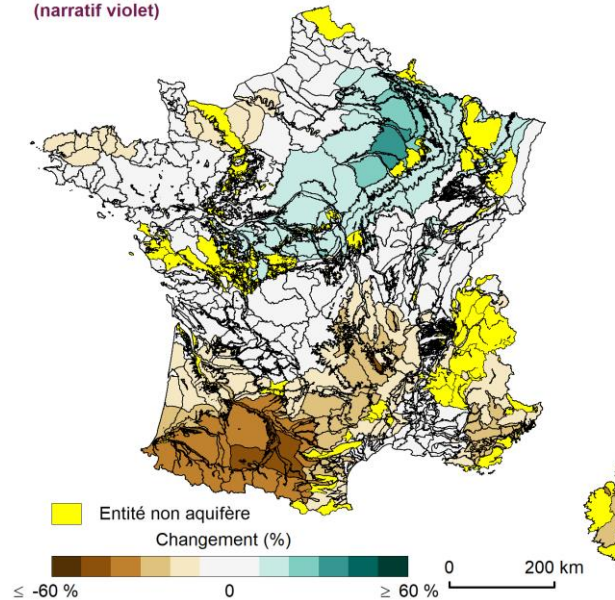
Réchauffement marqué et augmentation des précipitations (narratif vert)



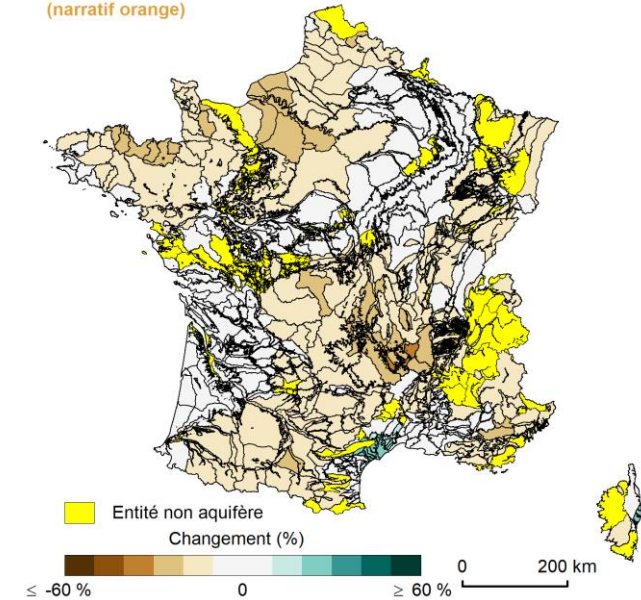
Changements futurs relativement peu marqués (narratif jaune)



Fort réchauffement et forts contrastes saisonniers en précipitations (narratif violet)



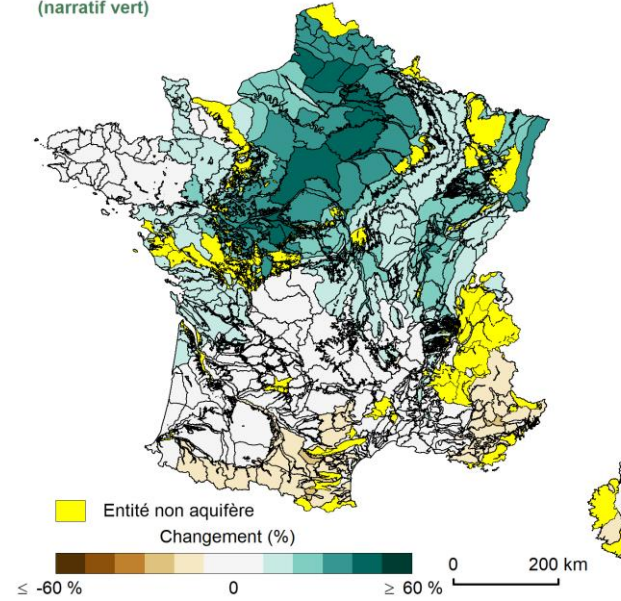
Fort réchauffement et fort assèchement en été (et en annuel) (narratif orange)



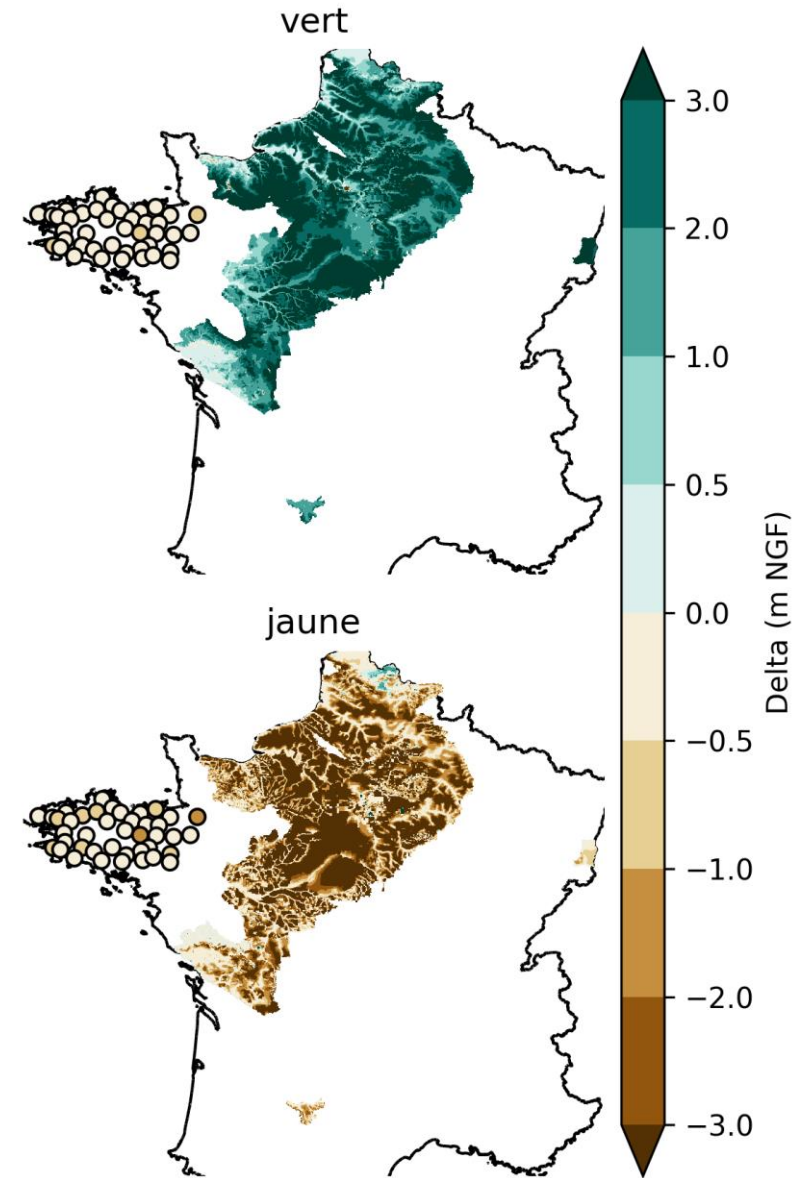
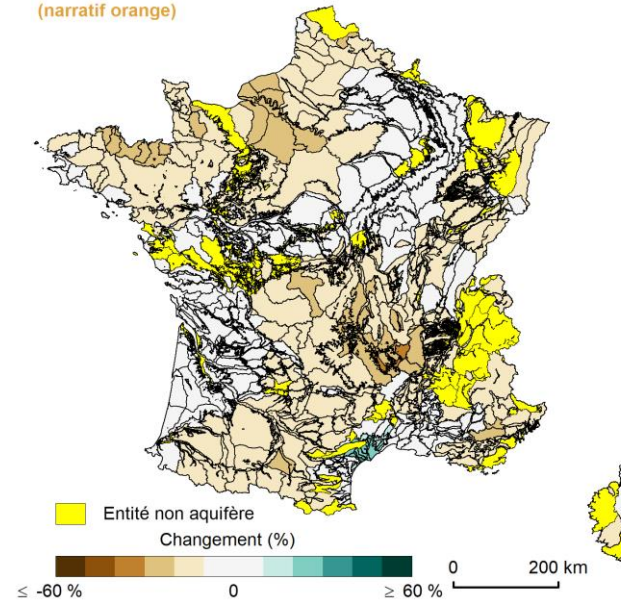
# NIVEAU DE NAPPE MOYEN ANNUEL EN FIN DE XXIE SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

Horizon fin de siècle : (2070  
– 2099) versus (1976 – 2005)

Réchauffement marqué et augmentation des précipitations  
(narratif vert)



Fort réchauffement et fort assèchement en été (et en annuel)  
(narratif orange)



# PRINCIPAUX MESSAGES SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

- **Débits annuels :**
  - évolutions avec d'importantes incertitudes (peu d'accord, sauf partie sud (Pyrénées et ses contreforts et Alpes du Sud))
- **Débits d'hiver :**
  - une majorité des projections qui s'accorde sur une hausse des débits en hiver
- **Débits d'été :**
  - une majorité des projections qui s'accorde sur une baisse des débits en été
- **Recharge potentielle des aquifères :**
  - augmentation en fin de siècle au nord de la France, stable sur le reste du pays
- **Niveaux de nappe :**
  - Bretagne : baisse des niveaux de nappe marquée en été en fin de siècle
  - Domaine AquifR : pas d'accord entre les projections en fin de siècle sur l'intégralité du domaine modélisé

## PRINCIPAUX MESSAGES SUR LES EXTRÊMES SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

- **Augmentation généralisée des pluies intenses journalières** avec une bonne convergence des différents modèles sur le territoire en particulier dans la moitié nord
- **Les scénarios sur les crues sont peu robustes et soumis à des fortes incertitudes**
- **Peu d'évolution des sécheresses météorologiques**
- **Augmentation des sécheresses du sol (agronomiques)**, en termes de **surface touchée** et **d'intensité**
- **Augmentation de la sévérité des sécheresses hydrologiques** avec un maximum de convergence entre les modèles pour le sud de la France. **La moitié sud de la France verra le phénomène d'intermittence des cours d'eau s'amplifier** dans la partie amont des bassins

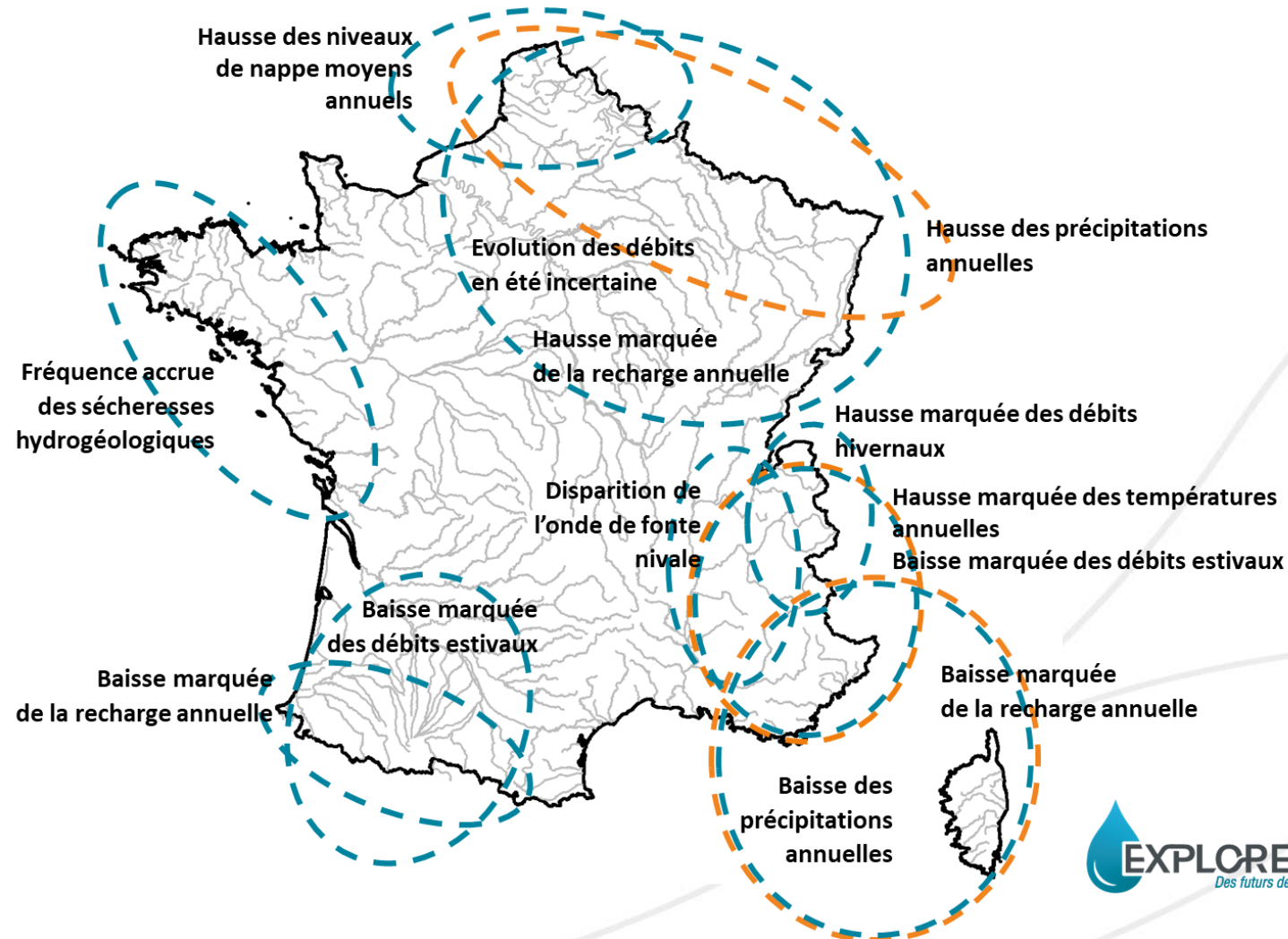
# DES « HOT-SPOTS » EN FIN DE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE SOUS SCÉNARIO D'ÉMISSIONS FORTES

L'absence d'indication sur les autres régions ne signifie pas l'absence de changement. Les secteurs en pointillés sont les zones particulièrement sensibles au changement climatique. Cette carte s'appuie sur l'ensemble des projections obtenues sous le scénario de fortes émissions

**HOT SPOTS &  
PARTICULARITÉS  
RÉGIONALES  
SOUS SCENARIO  
DE FORTES EMISSIONS  
EN FIN DE SIECLE POUR**

--- : le climat  
- - - : l'hydrologie

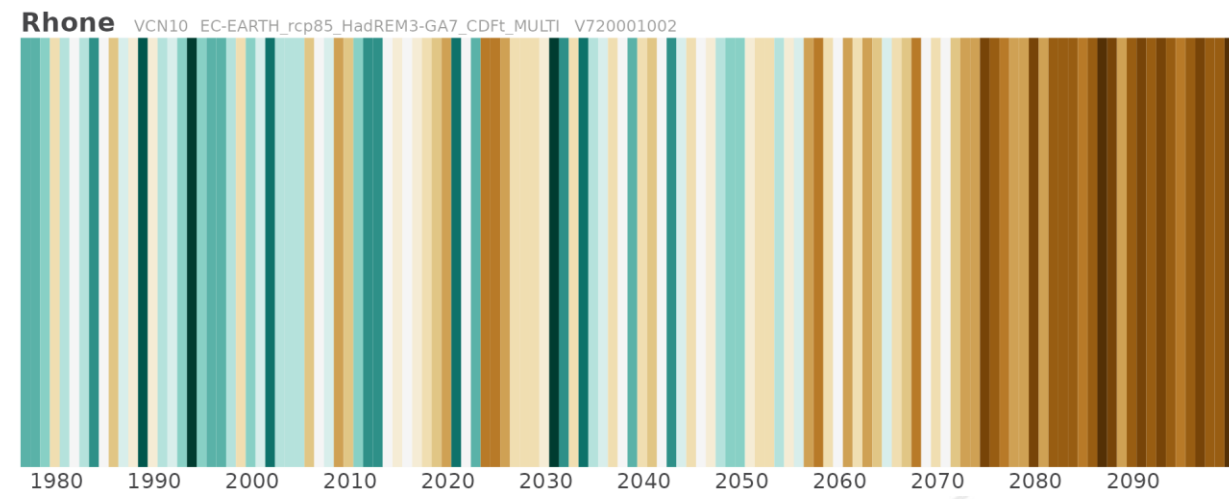
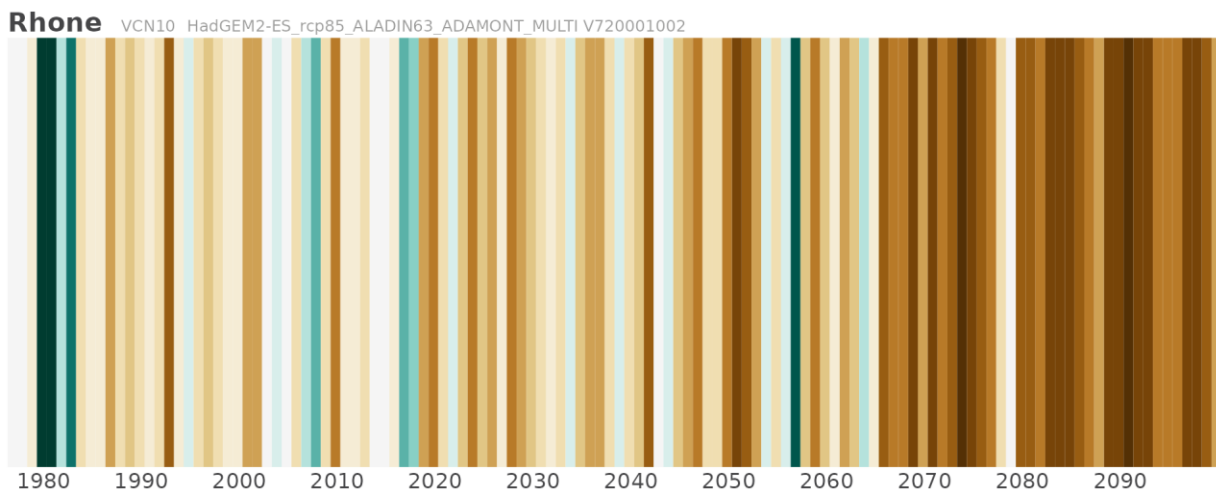
**Se reporter aux chiffres  
« France hexagonale »  
pour les régions non  
identifiées**





## DES ÉLÉMENTS À RETENIR : **LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST EN MARCHÉ**

- Le projet Explore2 a produit un ensemble de projections inédit, notamment en termes de richesse de modèles appliqués, de résolution spatiale et temporelle, qui n'a pas d'équivalent en Europe, grâce à une communauté de recherche mobilisée et fédérée autour des enjeux du changement climatique
- Les effets du changement climatique seront d'autant plus sévères que les émissions de gaz à effet de serre seront importantes
- La gestion de l'eau d'hier et celle de demain seront nécessairement différentes pour s'adapter au changement des régimes hydrologiques
- Selon les projections Explore2, le changement climatique conduira à une intensification de divers événements extrêmes sur les domaines modélisés
- Les modèles appliqués dans le cadre du projet Explore2 le sont dans leur forme la plus aboutie. Ils sont néanmoins perfectibles. De nombreux verrous scientifiques restent par exemple à lever pour réduire l'incertitude sur le climat et l'hydrologie



**Merci de votre attention**

