

# Journée technique

# Eau & Défense

5<sup>e</sup> édition

## Gestion de l'eau pour les infrastructures de défense en métropole et outre-mer

24-25 avril 2024 | Nîmes



En partenariat avec



# CONFÉRENCE INTRODUCTIVE

---

## L'EAU DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Valérie BORRELL, UNIVERSITÉ MONTPELLIER

# Journées Défense Eau

*Avril 2024, Nîmes*

## Résilience climatique en France : la ressource en eau et les échelles d'action

Valérie Borrell Estupina



# La résilience : Quèsaco ?

# La résilience, un concept pluridisciplinaire et flou

Racine latine, *resilire*, signifie « **rebondir en arrière** »



**Résister** à un choc.

Propriété physique d'un matériau de **retrouver sa forme** après avoir été comprimé ou déformé, élasticité.



Capacité d'une personne ou d'une société à **résister** à une épreuve brutale, à en tirer parti pour **se renforcer ou se transformer, à réagir** (décider d'agir en opposition à la passivité, on provoque la résilience par son action, sa réaction, considérer le choc comme une opportunité),  
Capacité intrinsèque avec l'image des 3 poupées.



Capacité d'un écosystème, d'une population ou d'une espèce à retrouver les structures et les fonctions de son **état de référence** après une perturbation / à **maintenir son fonctionnement** face à une perturbation exogène.



Capacité de l'œuvre d'art à **conserver** à travers l'esthétique sa **particularité** la distinguant de tout autre objet...



Capacité d'un système dynamique de retourner à **un (autre) état d'équilibre**



Capacité des communautés et des systèmes à **faire face aux chocs**, mais aussi à s'y **préparer**, voire à les **éviter** et s'y **adapter sur le long terme**.

# La résilience climatique

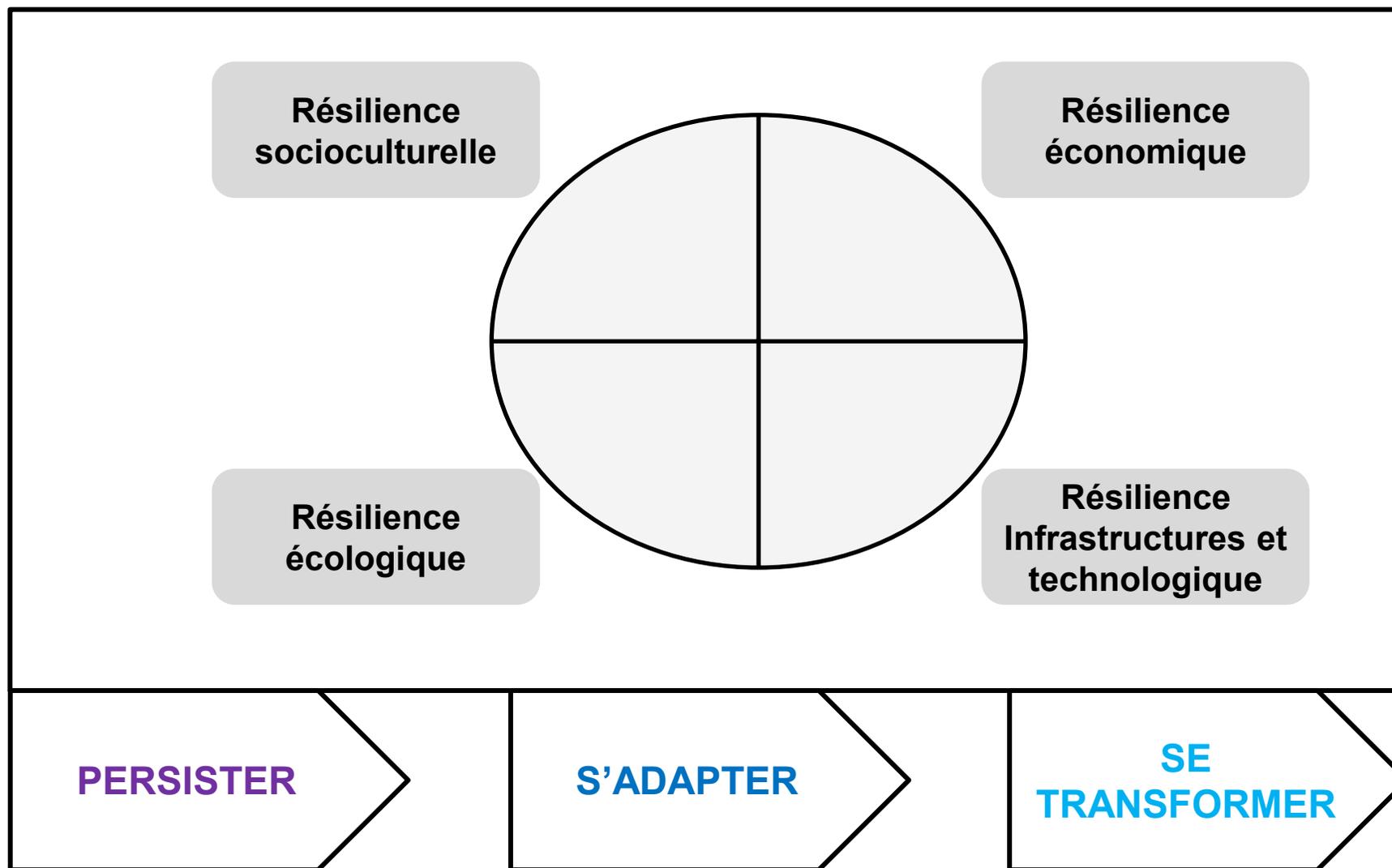
**Résilience climatique** = « la capacité d'anticiper, de se préparer, de résister, de récupérer et de se réorganiser face à des événements dangereux, des tendances ou des perturbations liées au changement climatique » (Macqueen, 2021, p. 10). Le 6<sup>ième</sup> rapport d'évaluation du GIEC ajoute à cette définition la **capacité de transformation**.

Des **cadres conceptuels d'analyse** de la résilience climatique ont été proposés.



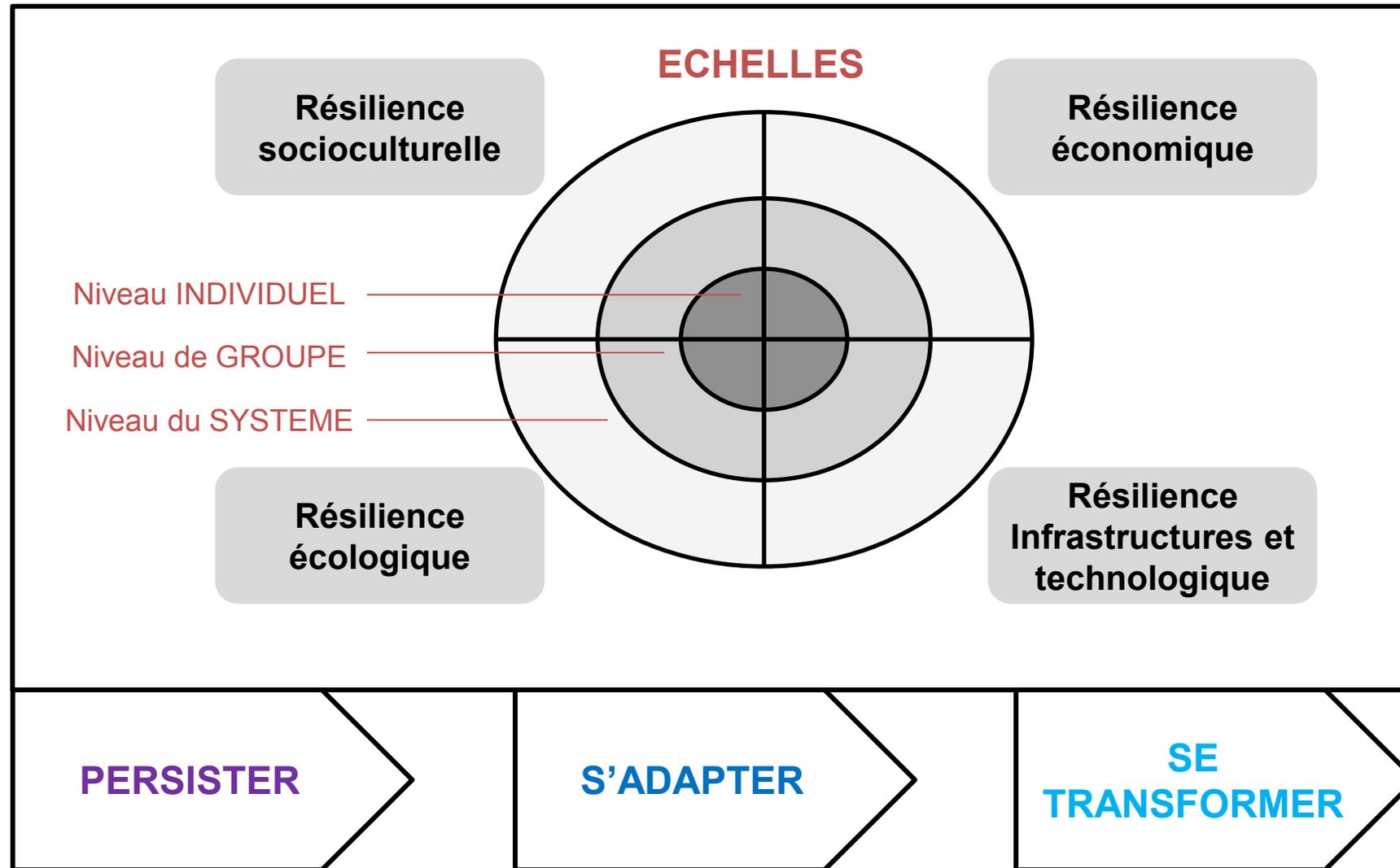
« La durabilité, c'est un développement qui répond aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. »

# La résilience climatique transdisciplinaire



Cadre conceptuel d'analyse de la résilience des **agroécosystèmes**, composés de 4 sous-systèmes en interaction dirigés par l'homme. Inspiré de León-Sicard et al. (2018) , Macqueen (2021)

# La résilience climatique transdisciplinaire



Des manifestations de la résilience face à des événements dangereux, des tendances ou des perturbations qui seront différentes selon les échelles d'action

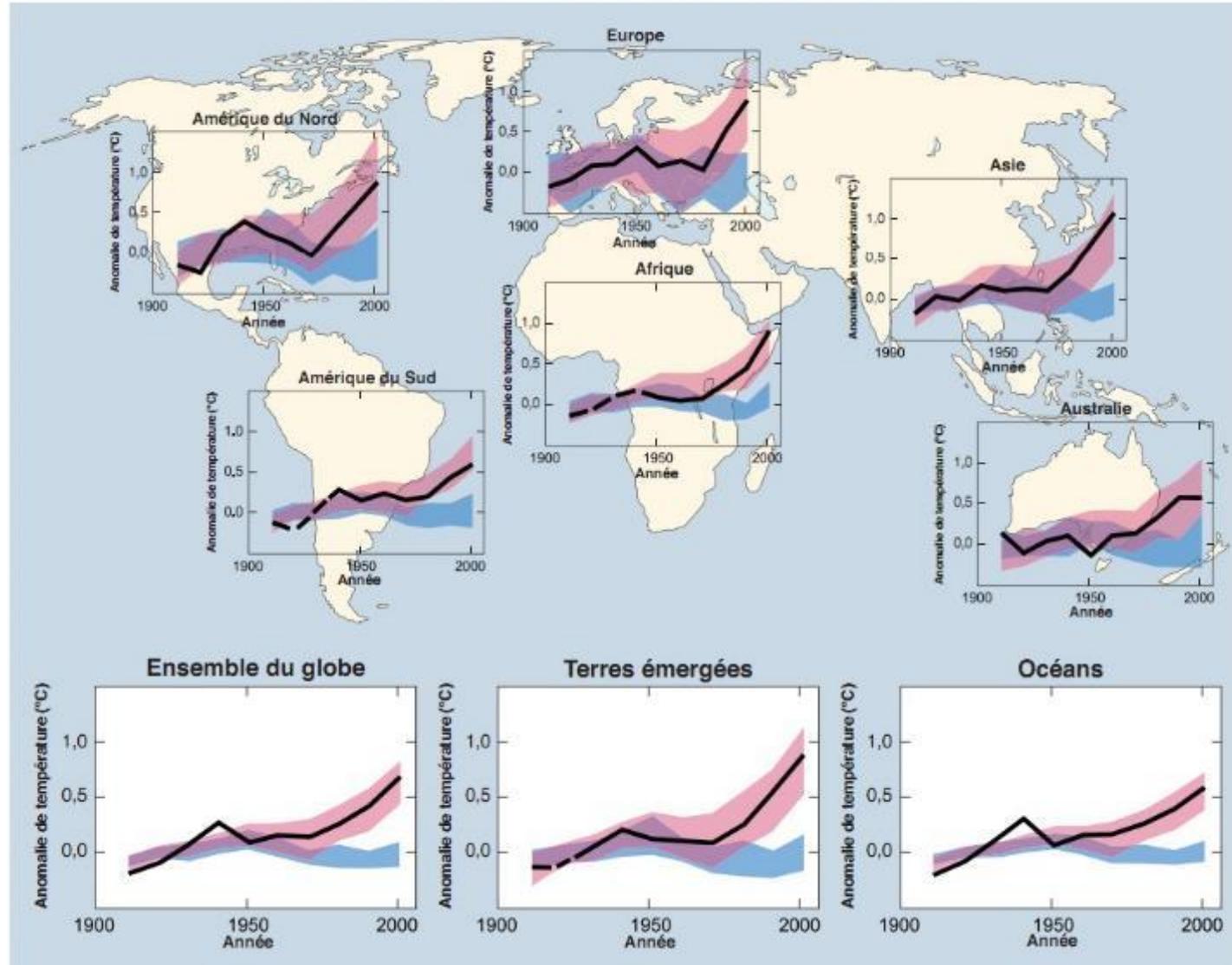
# La résilience climatique transdisciplinaire et dynamique

- **Un arc-en-ciel** de significations à l'échelle d'un territoire
- La question des **échelles spatiales, temporelles, géopolitiques et organisationnelles** qui sont interconnectées est primordiale
- Une résilience dynamique qui permette l'adaptabilité, la gestion de crises et la réorganisation
  - **La trajectoire d'une succession de multiples configurations spatiales d'équilibre est pérenne**, sans que le système ne soit figé
- Des solutions résilientes qui devront suivre une stratégie dont la mise en œuvre dépend des **caractéristiques du territoire** (environnementales, socio-économiques, culturelles, politiques, institutionnelles) et des **manifestations des « chocs climatiques » qui diffèrent selon les échelles d'action**

**Le réchauffement climatique  
atteindra +3°C en fin de siècle**

# Le réchauffement climatique est dû aux activités humaines

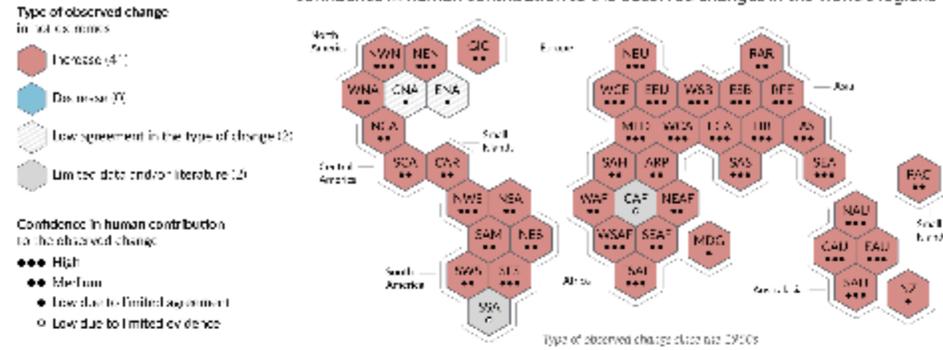
Variation des températures à l'échelle du globe et des continents



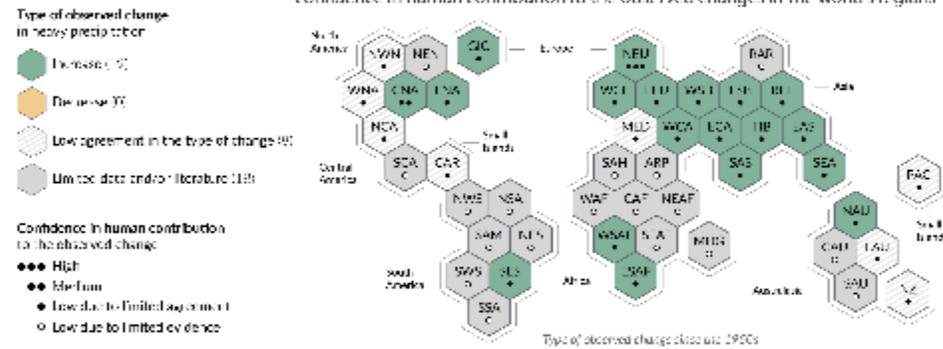
# Le changement climatique affecte toutes les régions du globe et amplifie les extrêmes météorologiques et climatiques

## Chaleur extrême

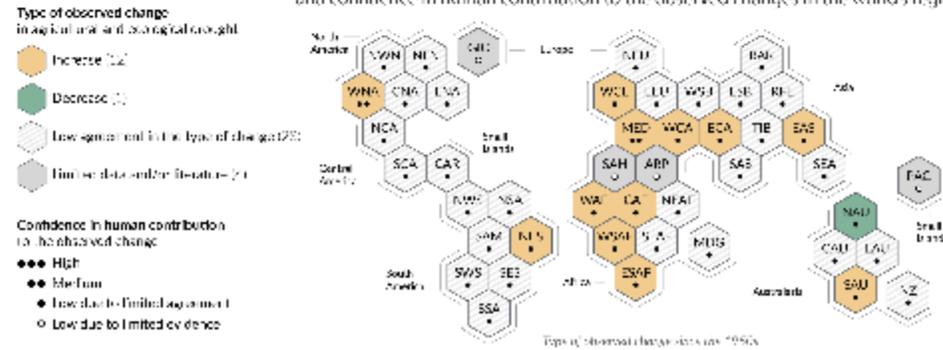
a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



b) Synthesis of assessment of observed change in **heavy precipitation** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

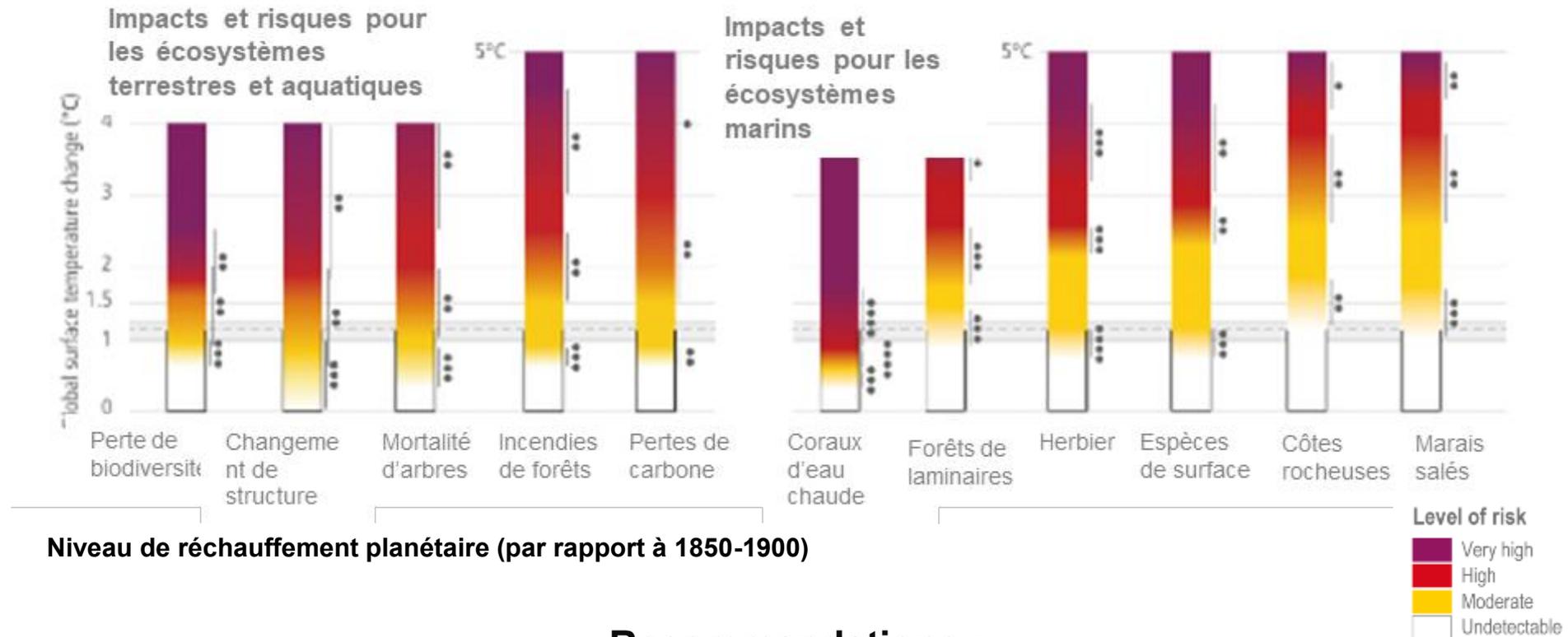


c) Synthesis of assessment of observed change in **agricultural and ecological drought** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



## Sécheresses (humidité des sols)

# Risques graves de perte irréversible de biodiversité (\*10 entre un réchauffement de 1,5 et 3°C), et des effets en cascade pour les services écosystémiques



**Recommandations :**  
**Préserver, protéger, restaurer les écosystèmes**  
**Solutions fondées sur la nature**

# Le climat en France

# L'état futur des ressources en eau dans les DOM-TOM de la France selon le projet EXPLORE

- Impacts du CC variés et souvent intensifiés (épisodes extrêmes plus fréquents, plus violents ; sécheresses plus prononcées ; qualité de la ressource souterraine ; variabilité et vulnérabilité accrues)
- Manque d'observations et de connaissances

## Caraïbes (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin, Saint-Barthélemy)

- ➔ Ressources Eau
- ➔ f. + nbe Périodes Sécheresses
- ➔ Stress hydrique
- ➔ Tensions Eau Agriculture Domestique

## Atlantique Nord (Saint-Pierre-et-Miquelon)

- ➔ Extrêmes et Ressources Eau Limitées
- ? Défis
- ➔ Vulnérabilité (surface)

## Océan Indien (La Réunion, Mayotte)

- ➔ Ressource Eau en saisons sèches
- ➔ Pluies extrêmes
- ? Nappe Qt QI + Gestion Barrage

## Pacifique Sud (Polynésie Française, Nouvelle-Calédonie, Wallis et Futuna)

- ? Niño Niña et Ressource souterraines Limitées
- ? Sécheresses / Fortes Pluies
- ? Gestion du pluvial

# L'état futur des ressources en eau dans les DOM-TOM de la France selon le projet EXPLORE

## **RECOMMANDATIONS des ADAPTATIONS nécessaires considérant les projections Futures**

### **Gestion Durable :**

- Modernisation des infrastructures
- Désalinisation
- Technologies de réutilisation de l'eau

### **Surveillance et Réglementation :**

Renforcer pour prévenir pollution et surutilisation.

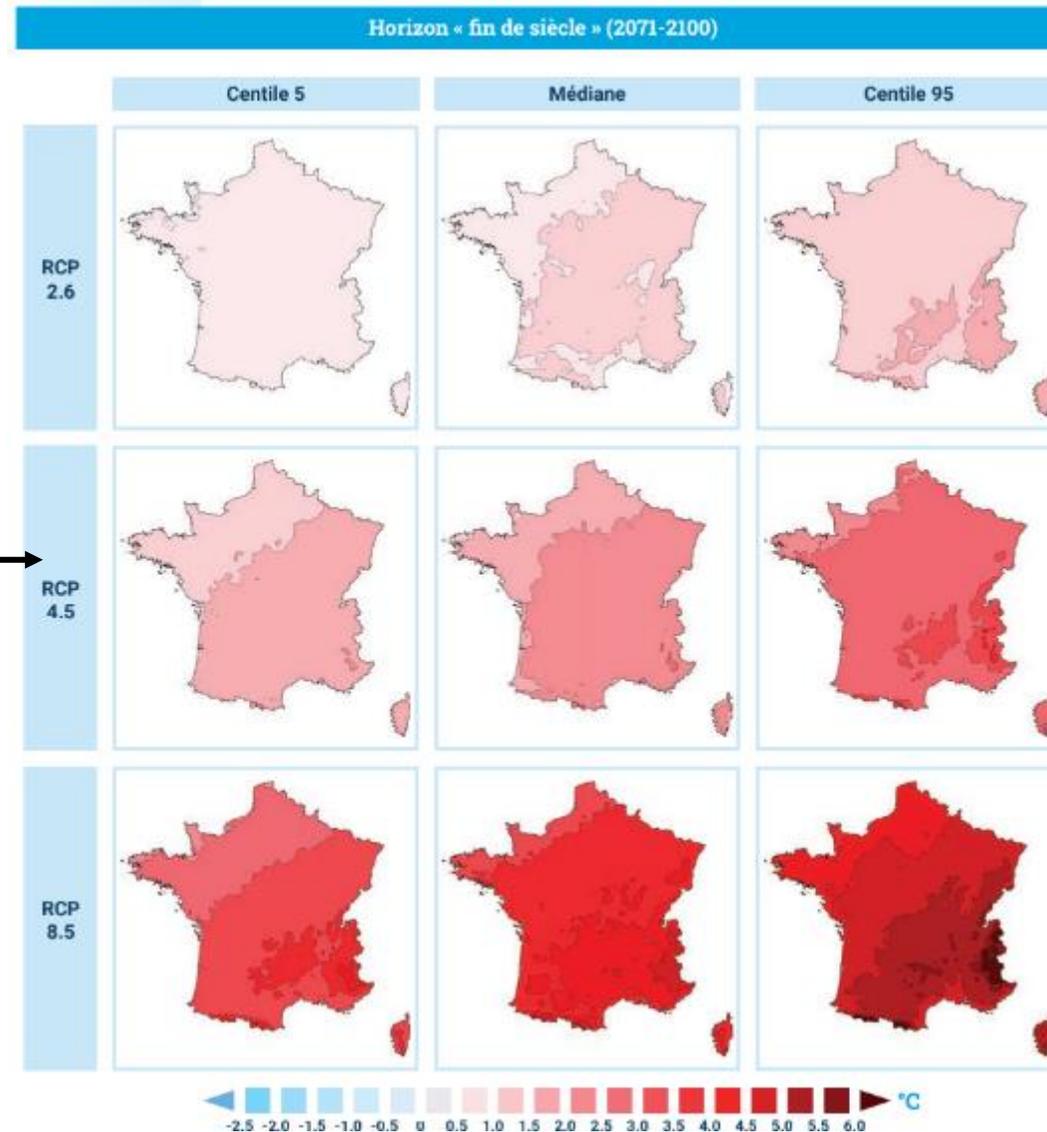
### **Education et Sensibilisation :**

- Informer les populations locales sur les pratiques de conservation de l'eau
- Développer des politiques d'adaptation

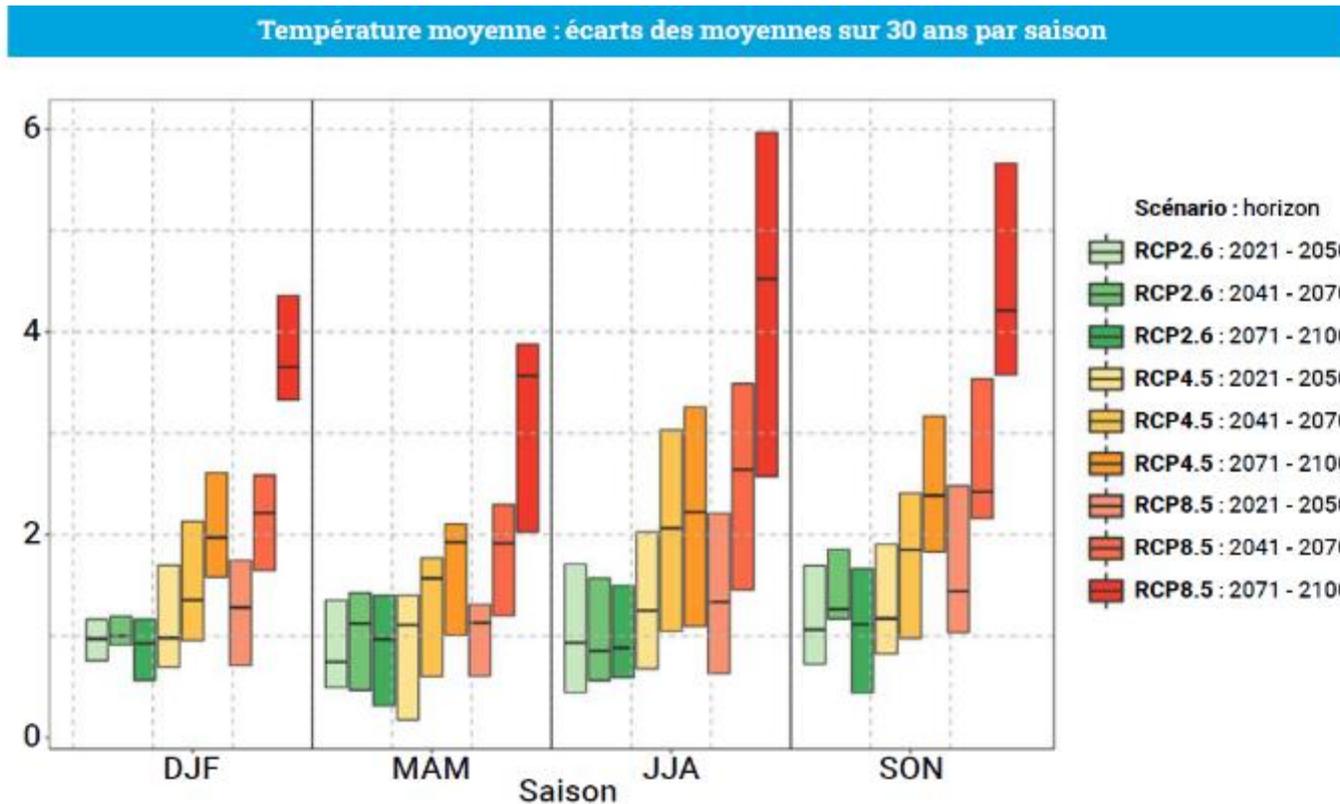
Un réchauffement moyen atteignant +4.9°C (RCP8.5 et enveloppe haute de la distribution) avec un gradient sud-est/ nord-ouest sur la métropole (1 °C de différence entre ces deux zones)

Ecart de température par rapport à la période 1976-2005, pour l'horizon 2070-2100, selon les 3 RCP (centile 5, médiane, centile 95)

*Pour la France, à +1.5°C, la fréquence des sécheresses augmentera sur 50% du territoire  
À +3°C, sur quasi 100% du territoire*



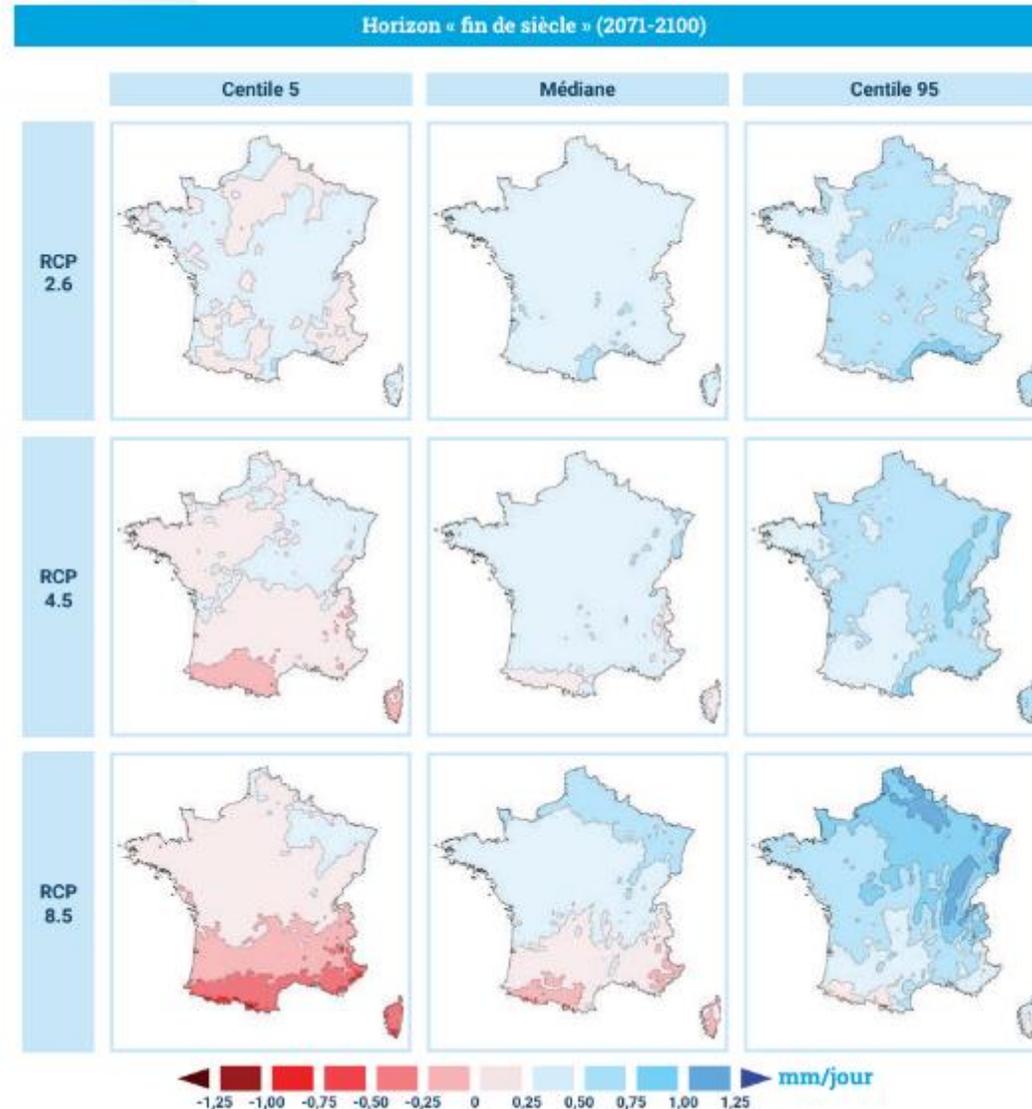
# Un réchauffement plus sévère en été (+4.5°C en médiane et +6°C enveloppe haute de la distribution – RCP8.5)



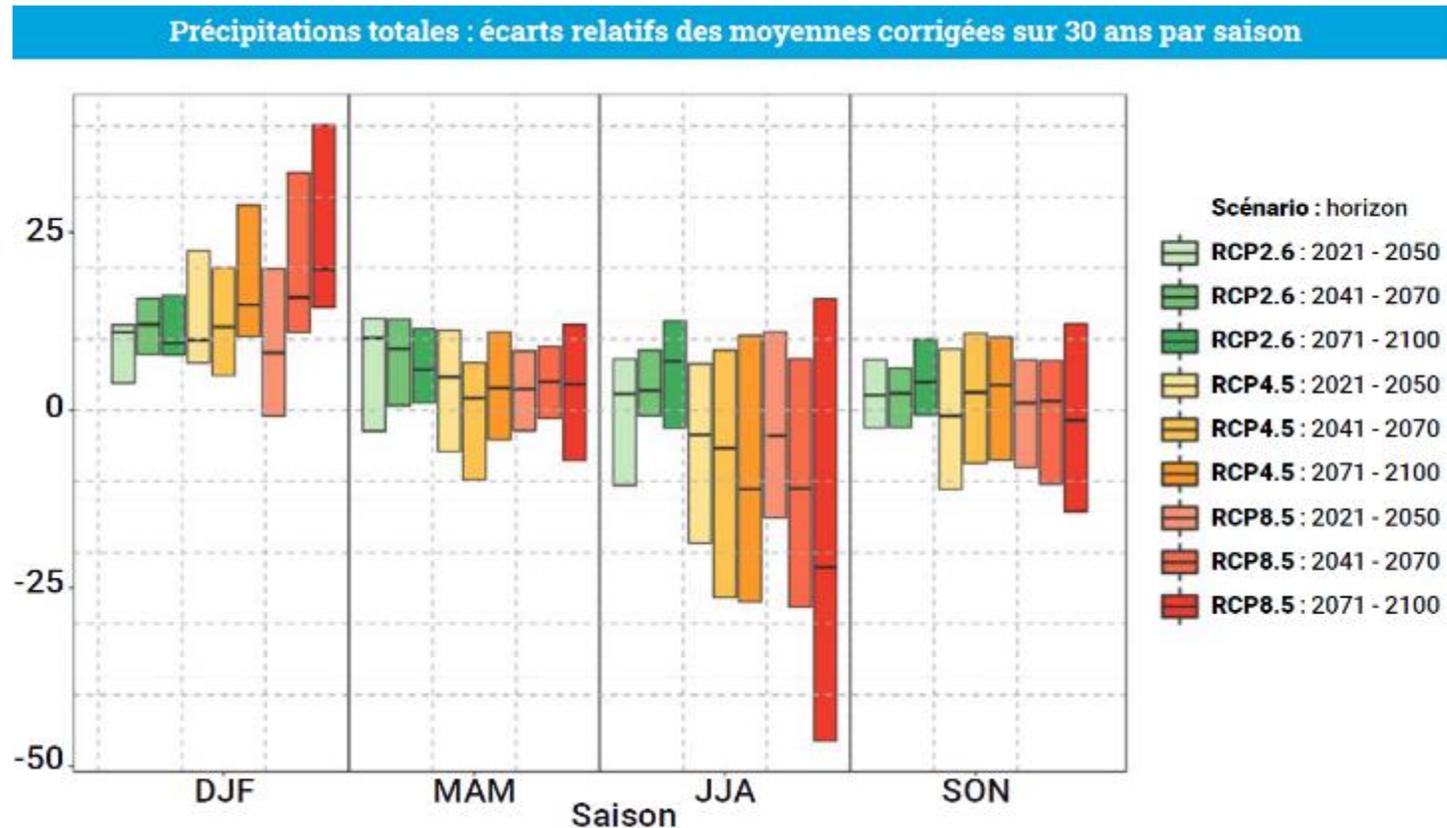
Graphe de l'évolution saisonnière des écarts de températures par RCP et horizon temporel

# Une faible hausse moyenne des précipitations avec une variabilité selon un gradient nord/sud (baisse plus marquée en certaines régions sud)

Écarts de cumul annuel de précipitation par rapport à la période 1976-2005, pour l'horizon 2070-2100, selon les 3 RCP (centile 5, médiane, centile 95)



# Une intensification des contrastes saisonniers: une hausse des précipitations en hiver (+10 à +40%) et une baisse en été (-10 à -50%)



Graphe de l'évolution saisonnière des écarts relatifs de cumul de précipitation (%) par RCP et horizon temporel

# Les écoulements de surface en France et en région

# Une diminution forte et généralisée des ressources en eau en métropole

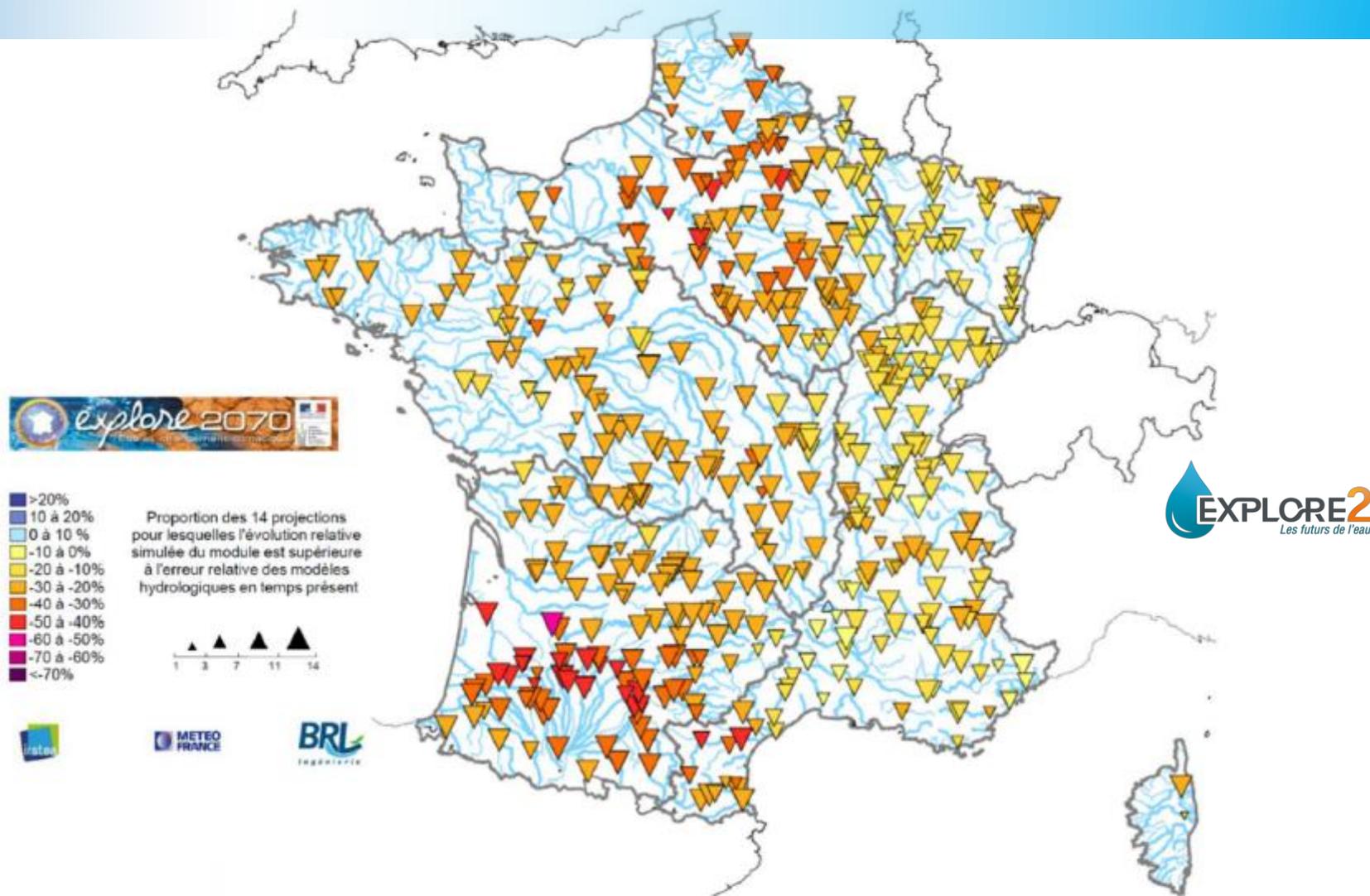


Figure 5 : Evolutions relatives possibles (en%) du module QA entre 1961-1990 et 2046-2065 - Résultats moyens établis sur les 14 simulations (2 modèles hydrologiques  $\times$  7 GCMs). La couleur des points est fonction de l'intensité du changement et la taille des points est liée à la convergence des 14 simulations

*Notons une absence de tendance nationale concernant le comportement en crue*

# Une variabilité intrarégionale et des réductions de débits en fin de siècle dépassant les 80% sur certains bassins

## Tech, Têt, Agly, Aude, Orb, Hérault

+1,6°C observés ces 60 dernières années sur ces 6 BV  
 -25% des ressources en eau de surface (pour des réductions totales de 30 à 45%)

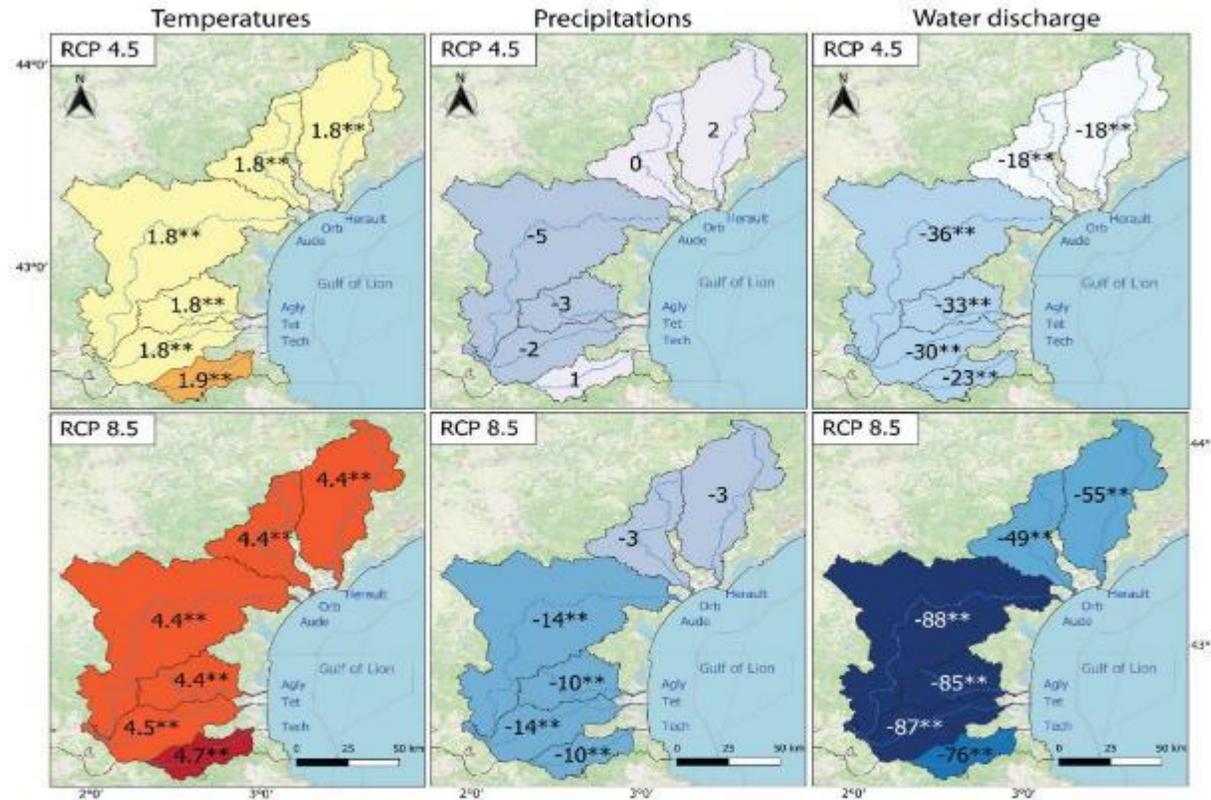
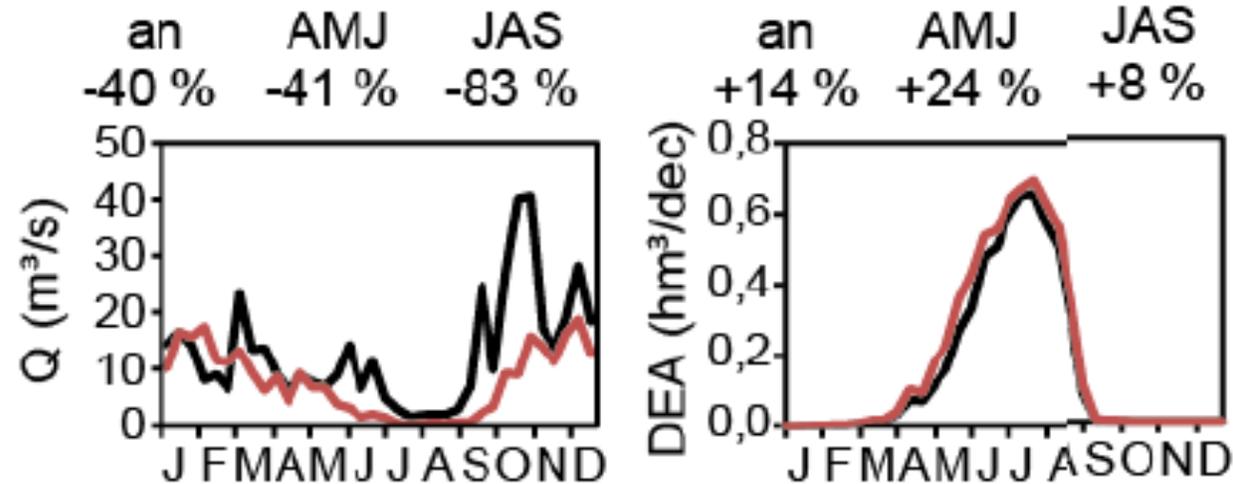


Figure III.16: Tendances linéaires des variables hydro-climatiques annuelles projetées dans le cadre des scénarios RCP 4.5 (haut) et RCP 8.5 (bas) et pour la période 2006-2100 (températures ; à gauche, précipitations ; au milieu, et débits ; à droite). Les étoiles \* marquent de significativité avec \*\* pour  $p < 0.05$ , \* pour  $p < 0.01$  et absence d'étoile pour des tests non significatifs

# Une approche de modélisation contrastée

## - Agde



→ -83% débit sur le secteur de Agde à l'horizon 2060 sur la période juil-sept

# Une forte variabilité au sein du bassin versant avec de très fortes non satisfactions de la demande en eau

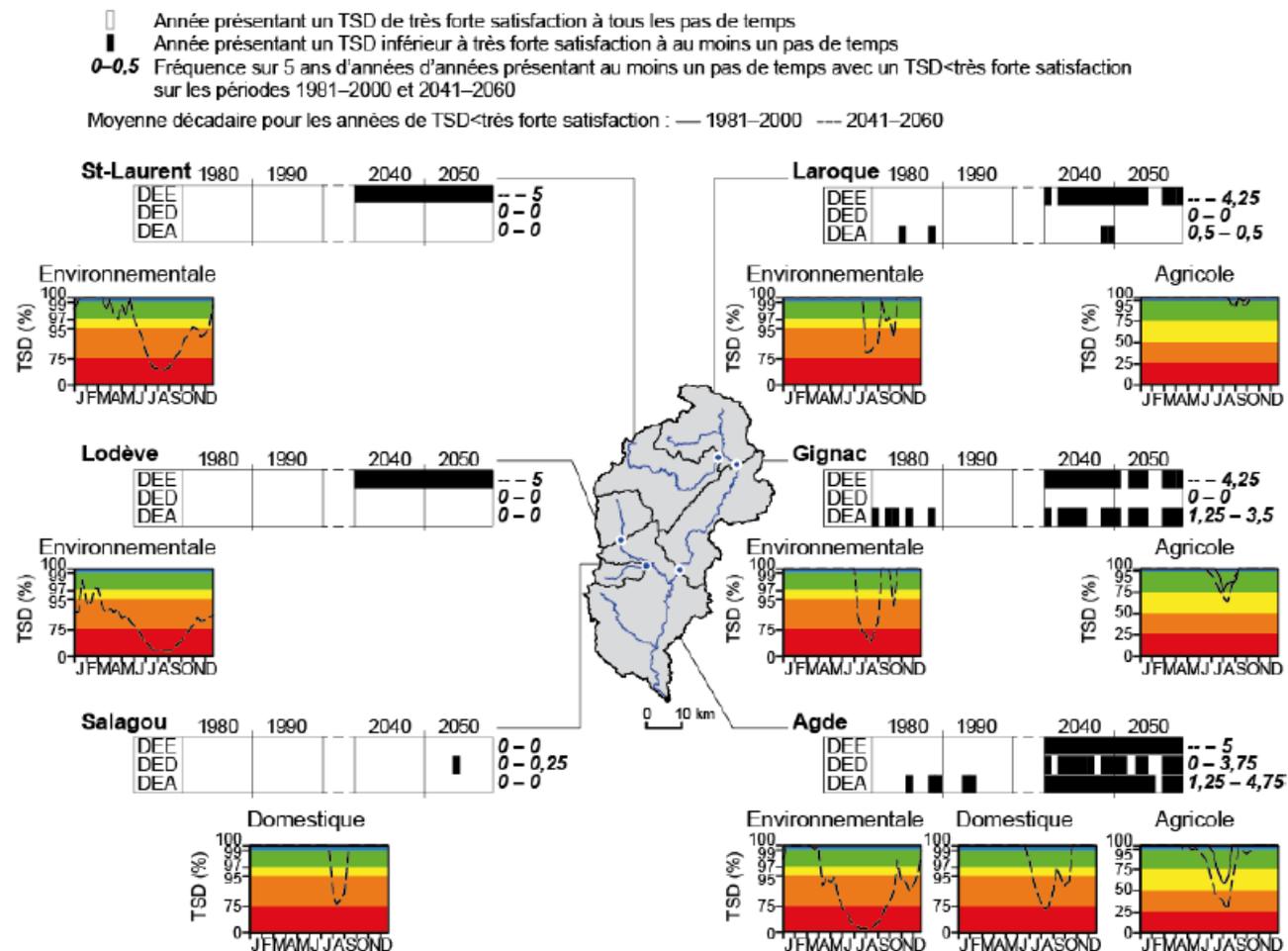


FIGURE 4.13 – Evolution de la fréquence de satisfaction et du TSD moyen décadaire pour les années non satisfaites pour la demande environnementale (DEE), domestique (DED) et agricole (DEA) par portion de bassin, sous contrainte des changements combinés d'évolution de l'ETP et d'usage avec la demande environnementale en dernière priorité.

***« Il faut accélérer la dynamique, changer de pratiques et résolument viser la sobriété. »***

***« L'avenir nécessite des ruptures et de l'audace pour porter les mesures concrètes d'adaptation. »***

# ECHANGES ET QUESTIONS ?

