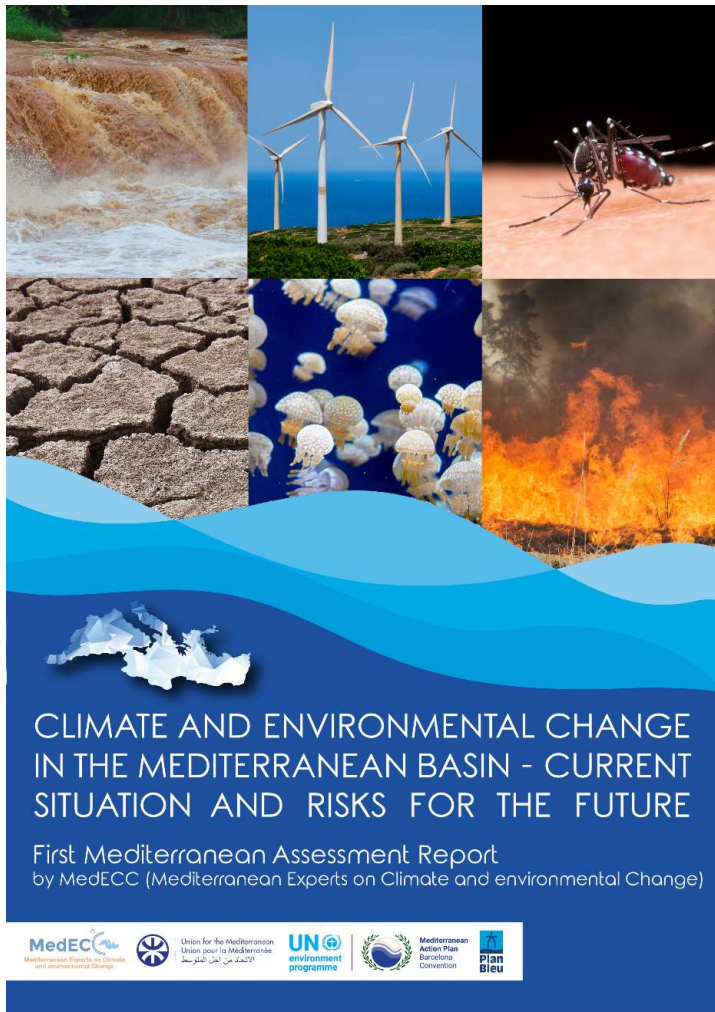


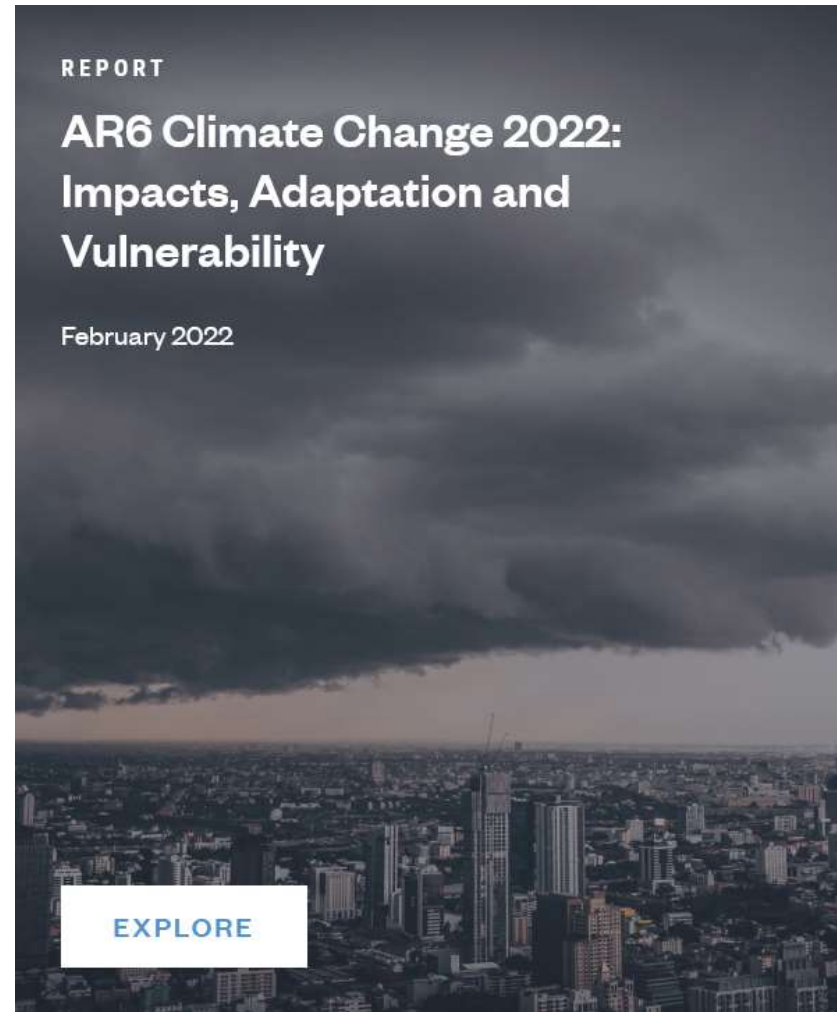
# Changement climatique et extrêmes hydrologiques

Yves Trambly



## MedECC – MAR1

Anglais, Français, Arabe, Espanol, Catalan, Turc, Grec



## IPCC – WGII

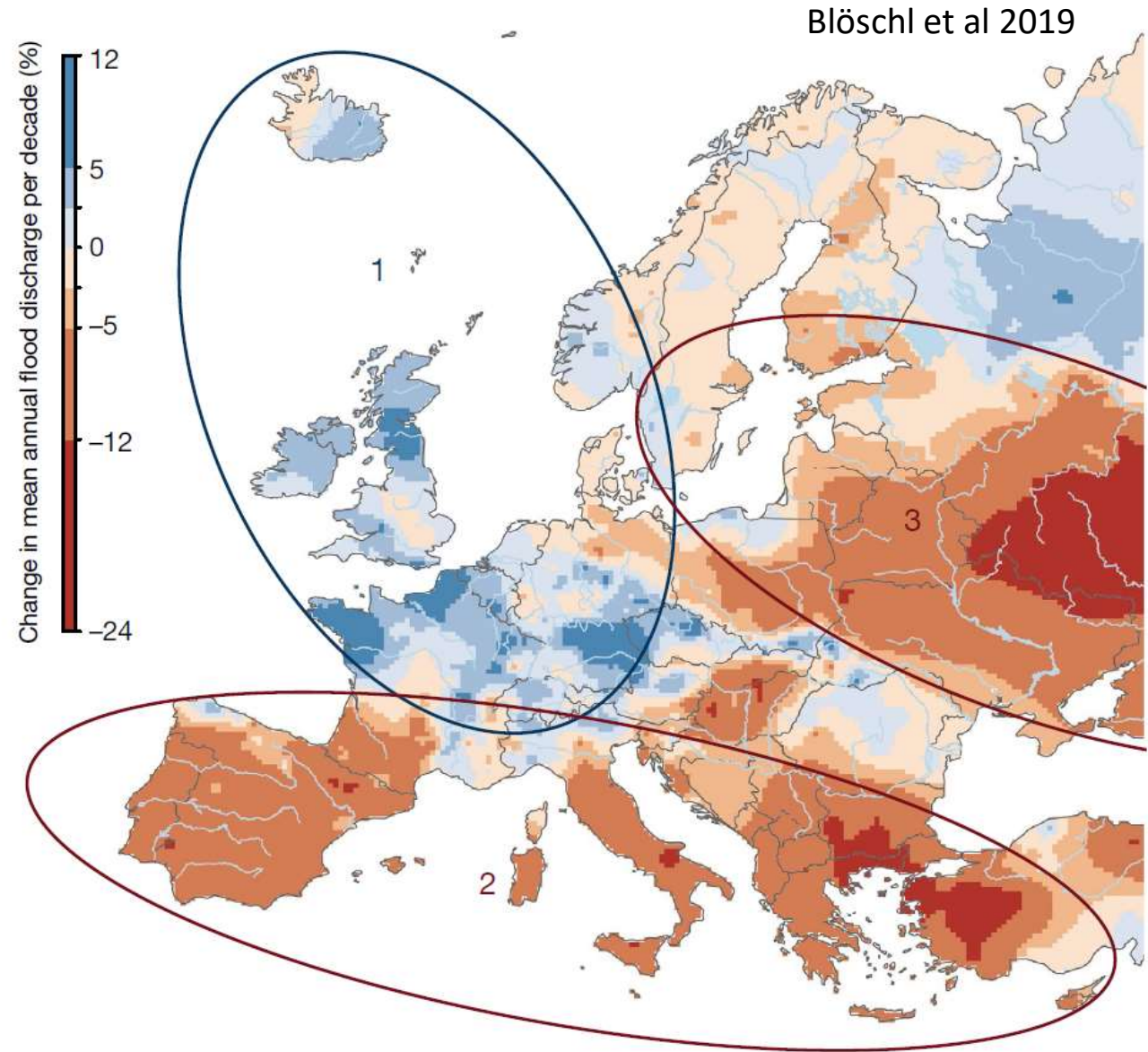
# 1) Tendances historiques

## Pas de message unique sur les crues

Les tendances historiques en Méditerranée montrent une **baisse** des crues, malgré une **augmentation** des pluies intenses, une hausse dans le nord de la France

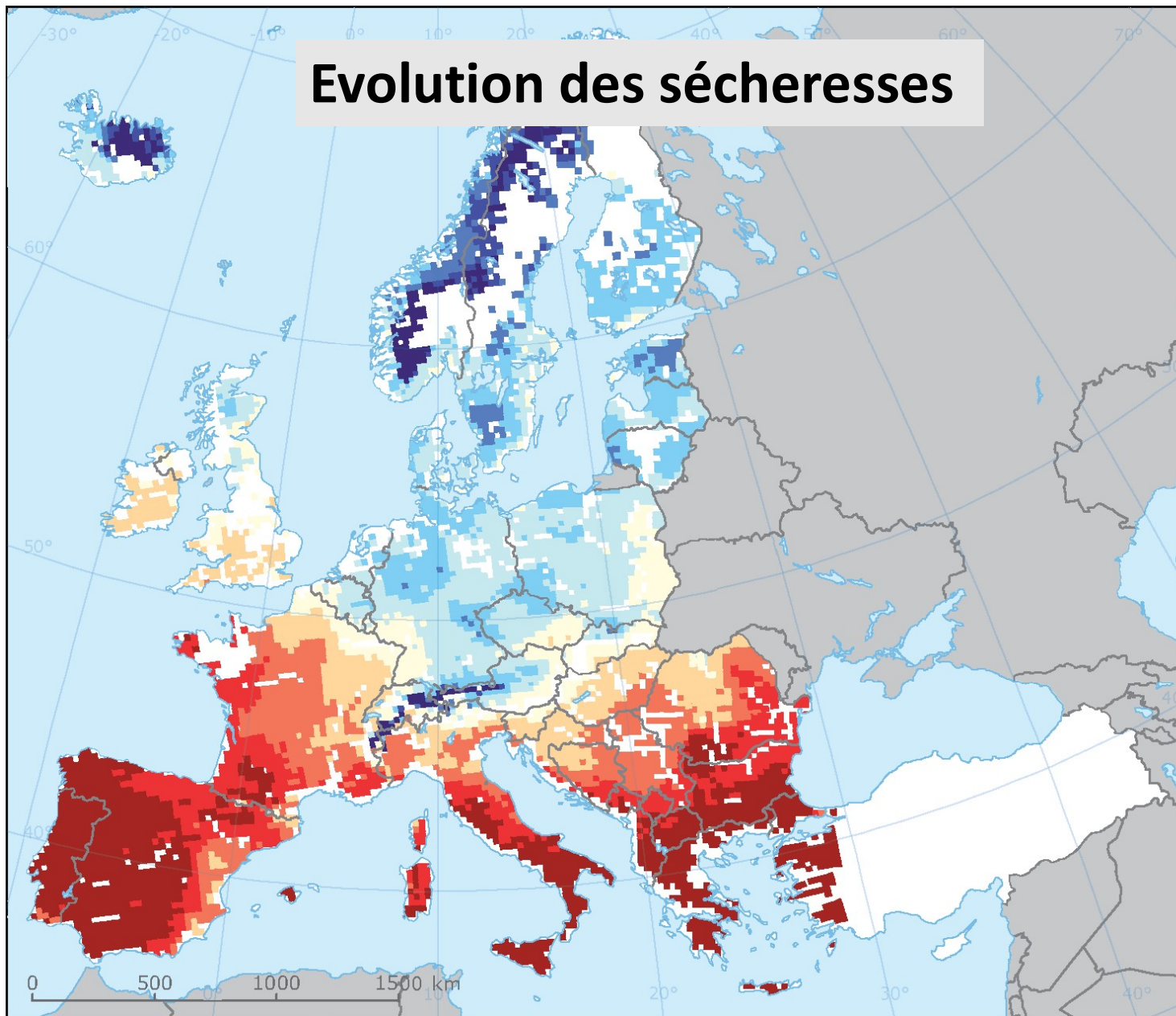
Nécessité d'analyser plus en détail :

- l'évolution de l'humidité des sols
- les changements dans les mécanismes pluvieux à l'origine des crues
- les changements d'occupation des sols (urbanisation..)
- les modification des pratiques agricoles
- les effets des mesures compensatoires (contre l'imperméabilisation des sols, digues..)

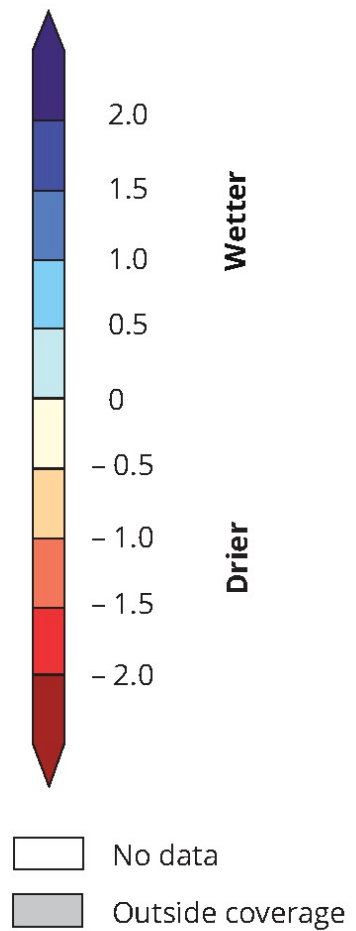


Observed regional trends of river flood discharges in Europe (1960–2010)

# Evolution des sécheresses

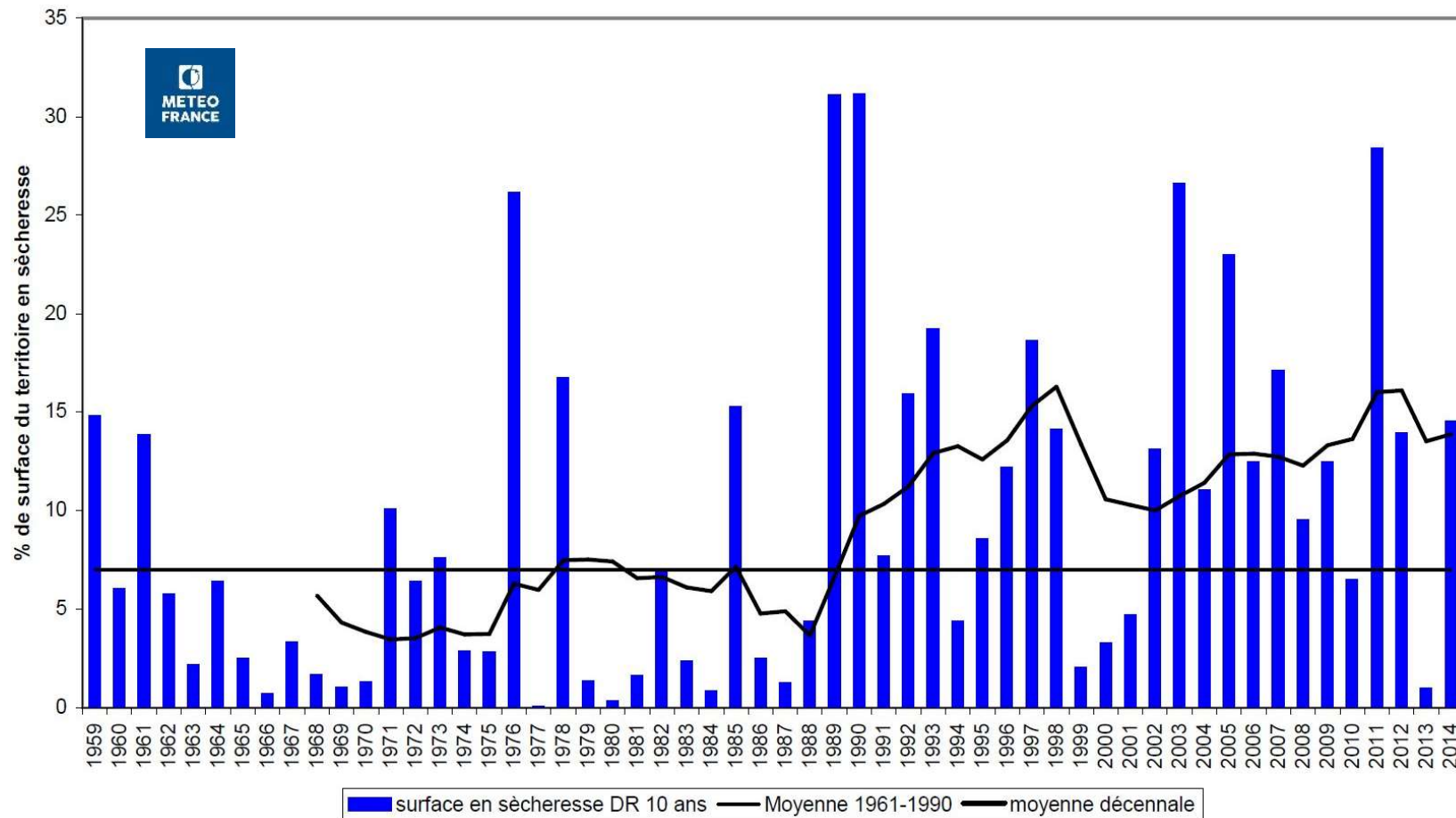


Change in Palmer Drought Severity Index

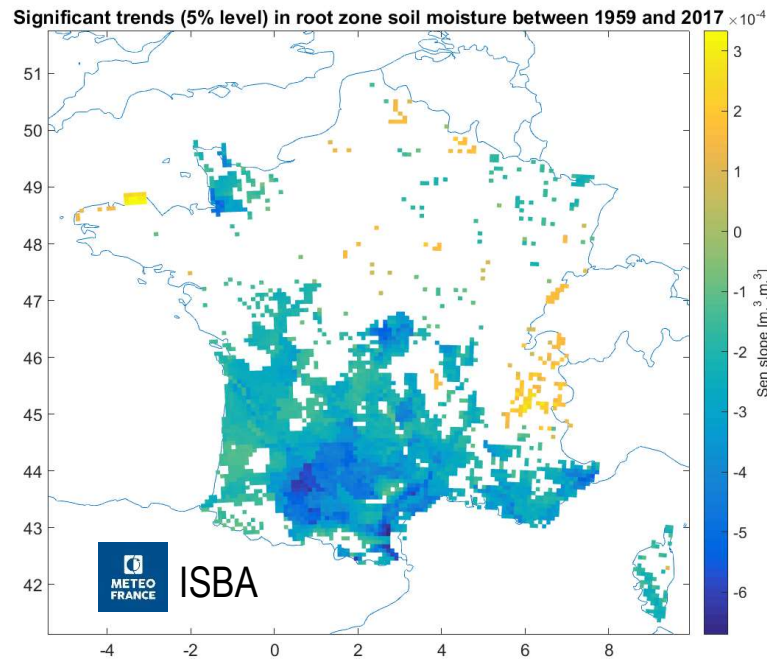


# Evolution des sécheresses en France

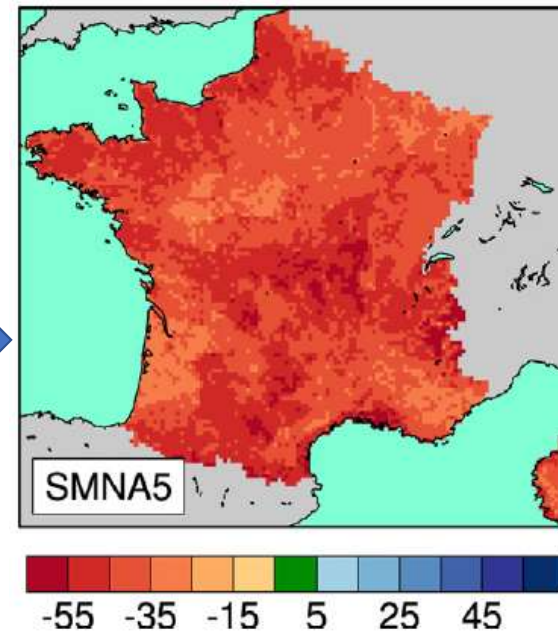
Surface annuelle de la France touchée par la sécheresse



# Tendances passée et scénarios futurs sur l'humidité des sols



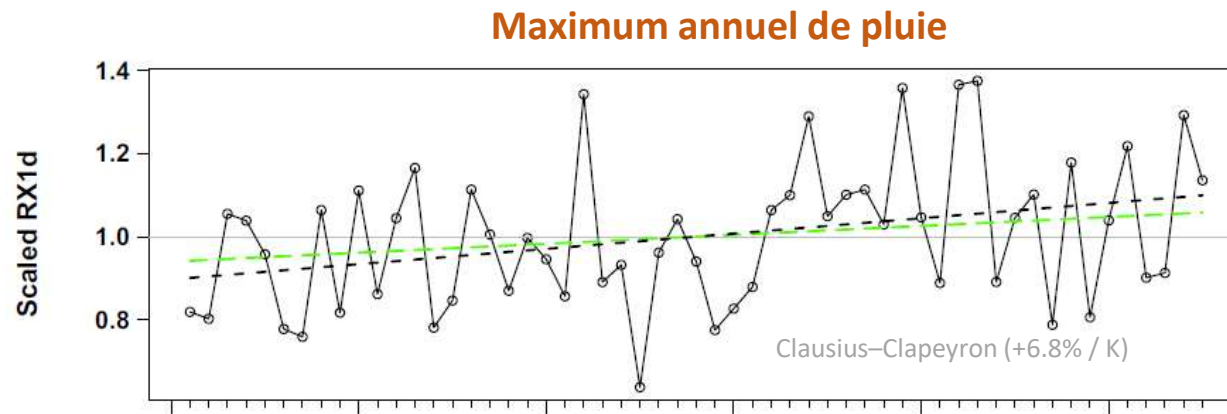
Tendances historiques 1959-2017



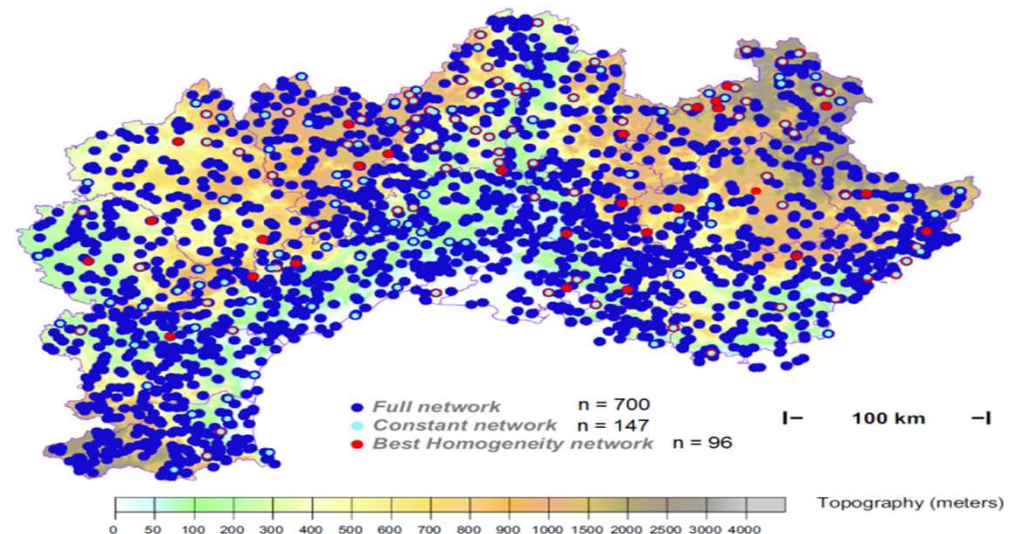
Scénario de sécheresse des sols  
2070-2100 (Dayon et al. 2018)

Fortes baisses observées et simulées pour le futur (causées par une baisse des précipitations associée à une hausse de l'évaporation)

# Tendances observées sur les pluies extrêmes

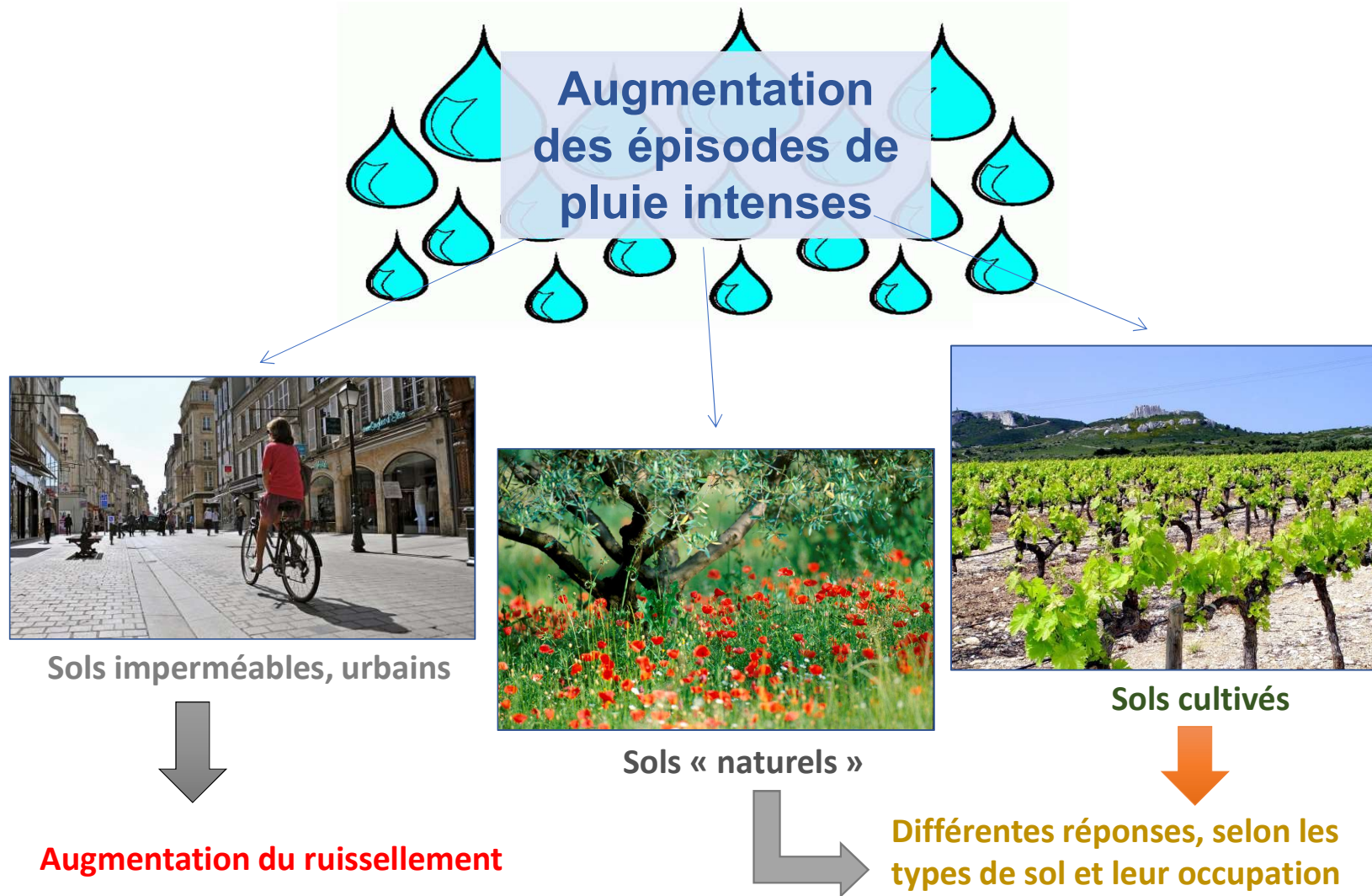


- Hausse des maximums annuels
- Augmentation du nombre d'épisodes
- Augmentation des surfaces touchées





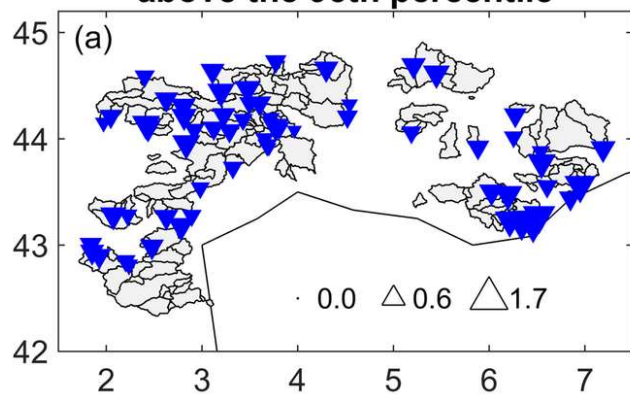
# Quel impact sur les crues ?



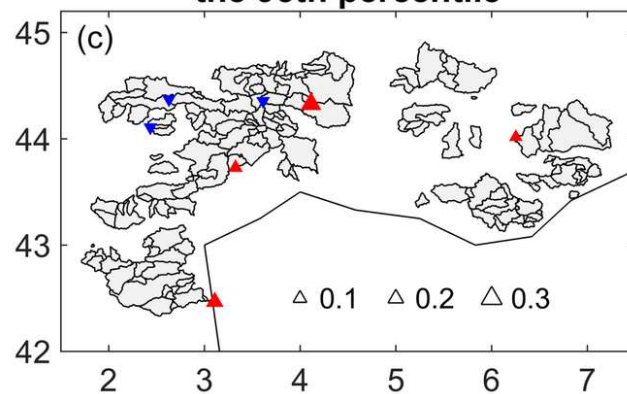
[ En l'absence d'aménagements ! ]

# Evolution des crues dans les bassins Méditerranéens

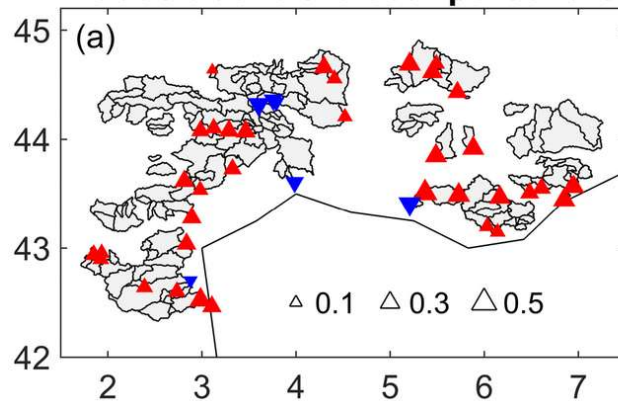
**Annual number of floods above the 95th percentile**



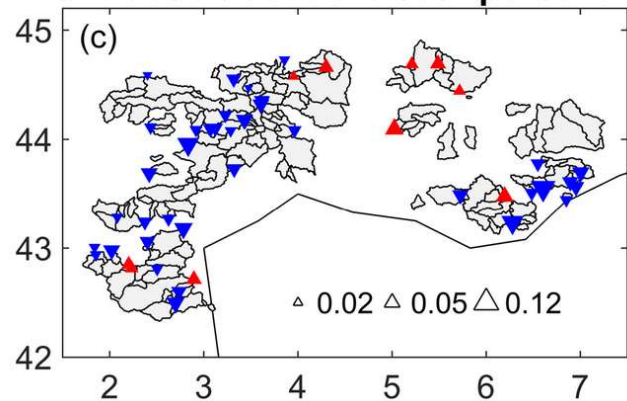
**Flood magnitudes above the 95th percentile**



**Cumulative precipitation during floods above the 95th percentile**



**Antecedent wetness conditions for floods above the 95th percentile**

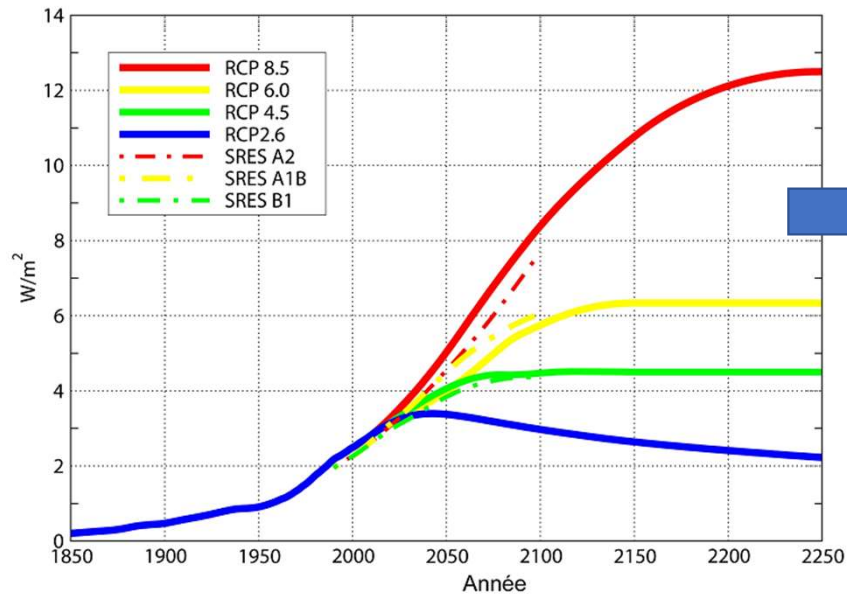


1. L'intensité des pluies augmente, mais l'humidité des sols en début d'épisode diminue
2. La fréquence des crues diminue, pas de réelle tendance sur l'intensité

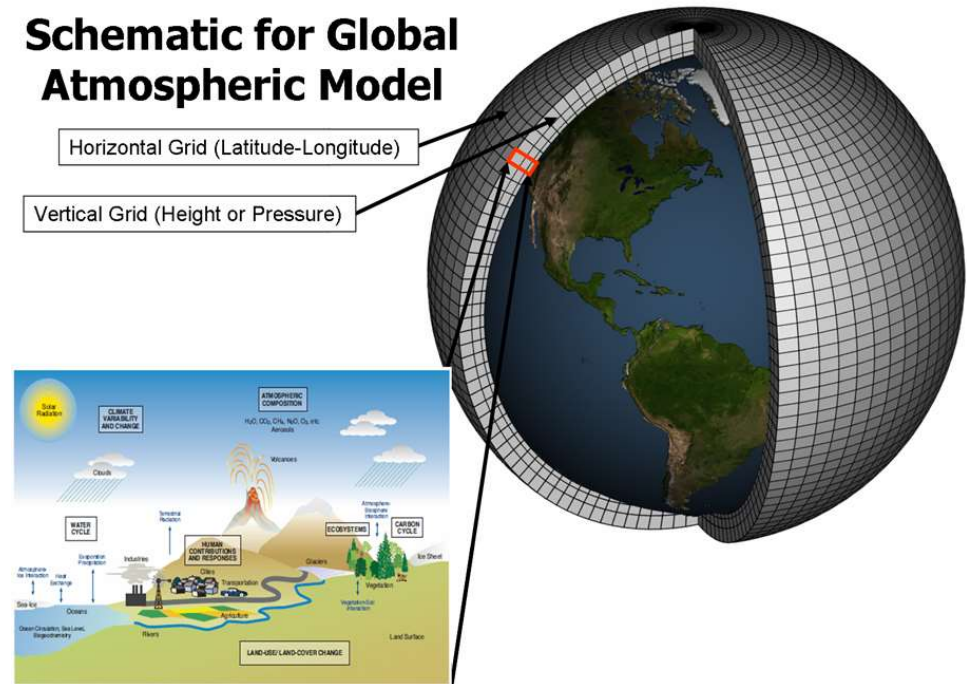
Analyse des tendances sur 170 bassins Méditerranéens, Tramblay et al HESS 2019

## 2) Scénarios futurs

# Comment modéliser le climat et ses changements ?



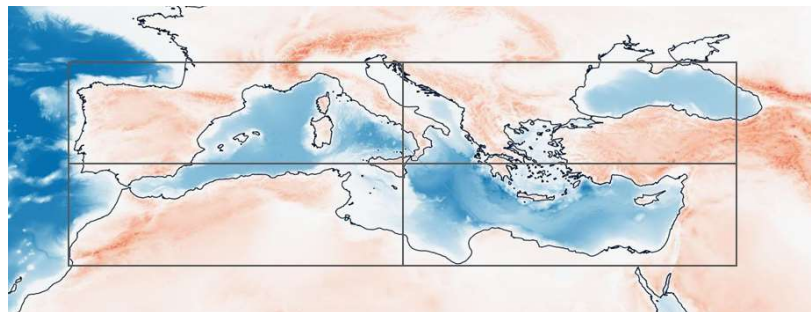
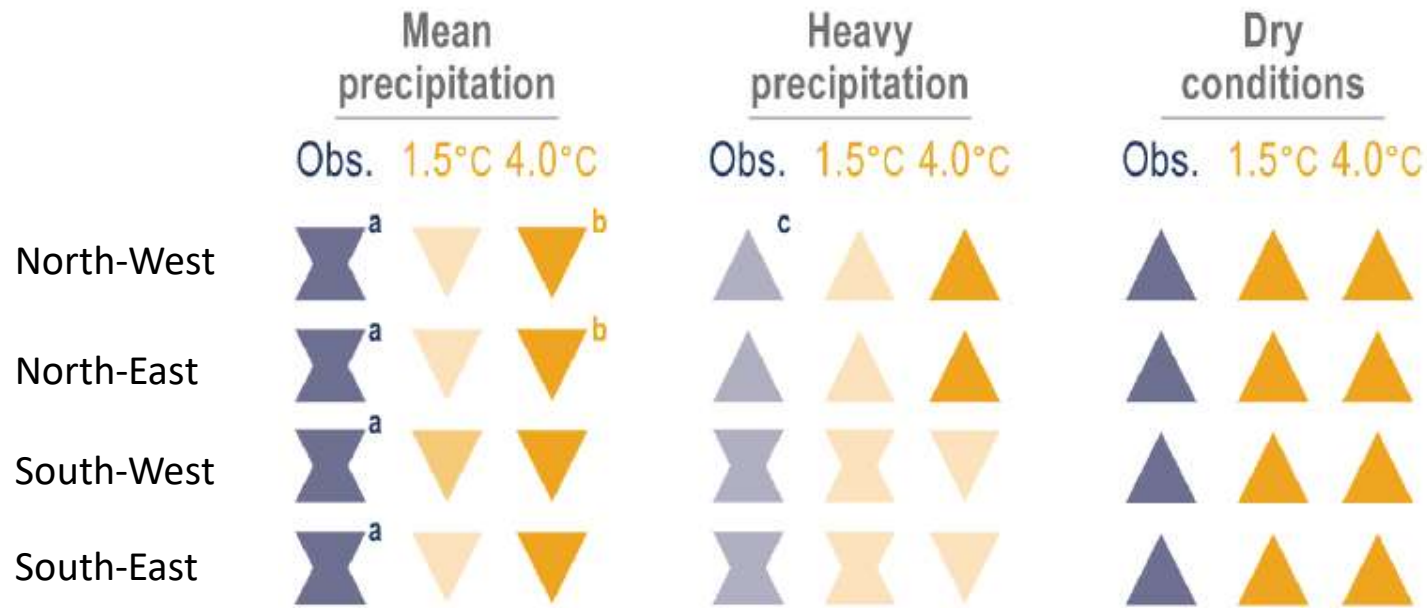
## Schematic for Global Atmospheric Model



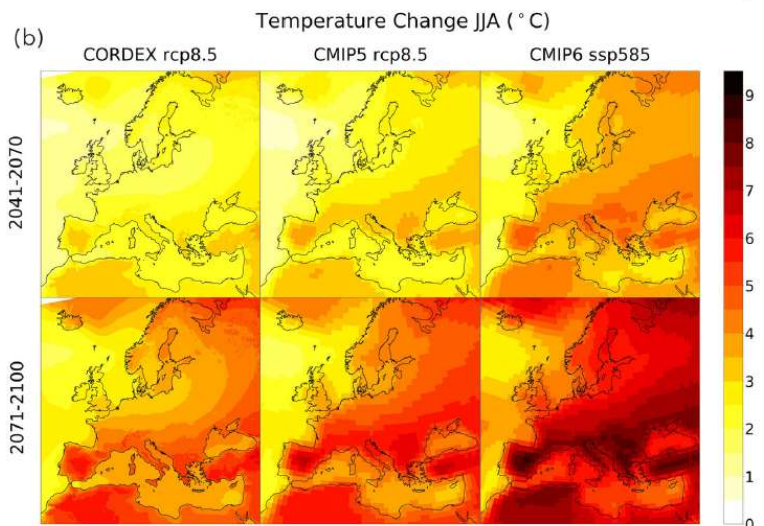
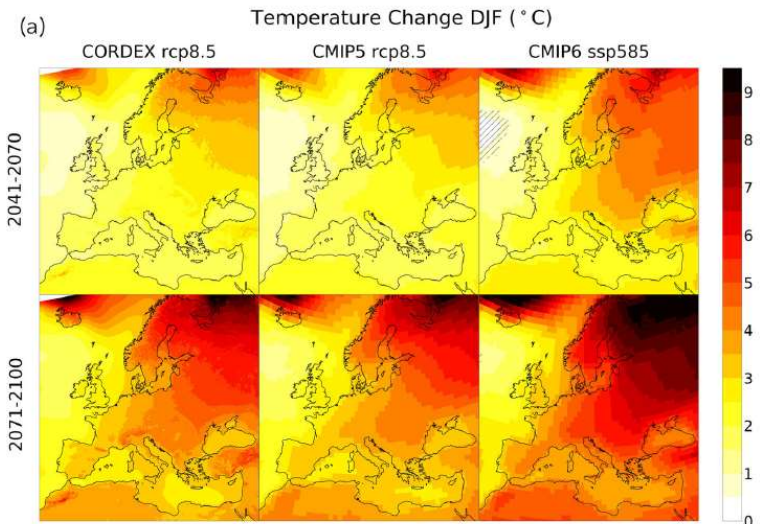
Les scénarios climatiques se basent sur des scénarios d'émission de gaz à effet de serre

Les modèles climatiques sont basés sur les équations de la physique et intègrent de plus en plus d'éléments : atmosphère, océans, végétation, aérosols, villes... et sont en constante amélioration

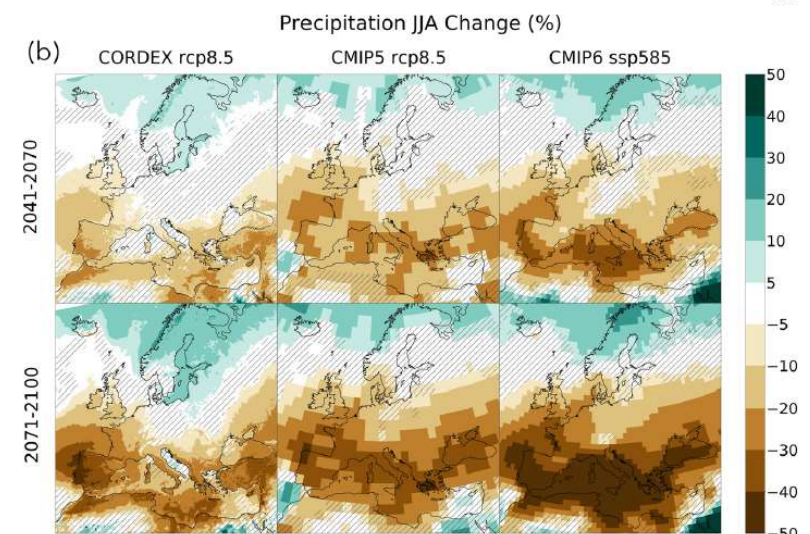
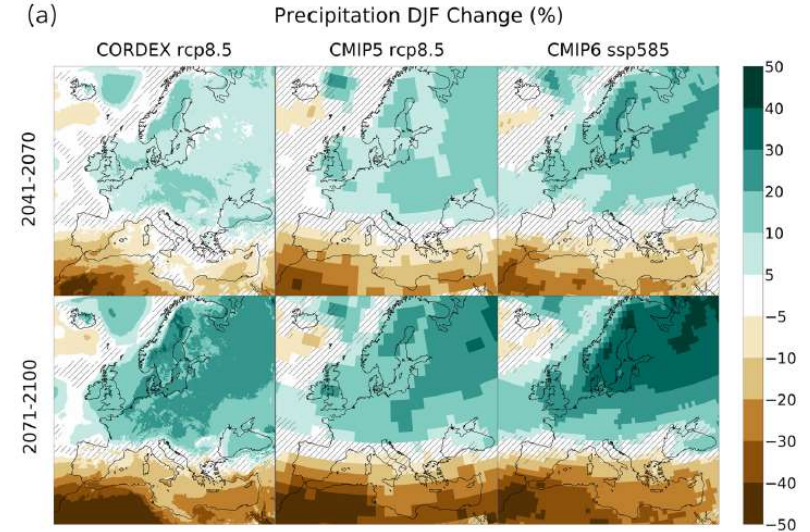
# A consensus towards an increase of dry conditions (Mediterranean region)



# Scénarios sur les températures et les précipitations

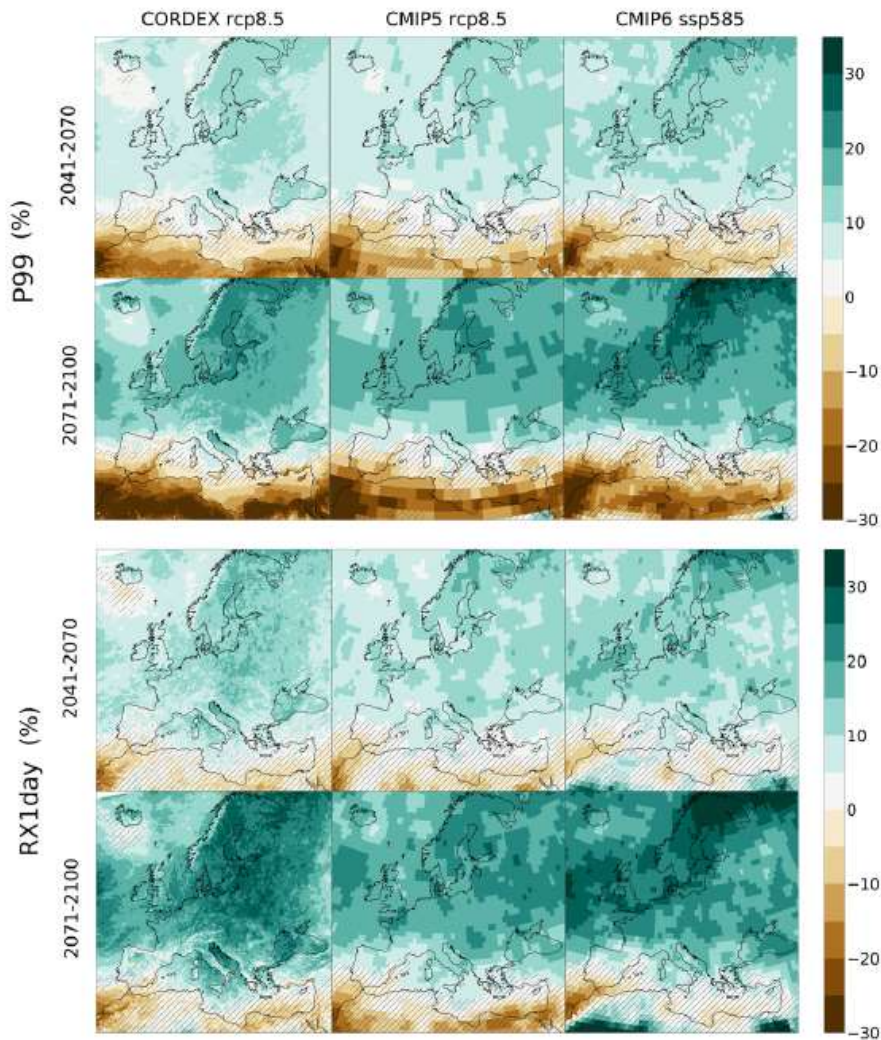


50 modèles 12 modèles 12 modèles



50 modèles 12 modèles 12 modèles

# Scénarios sur les pluies extrêmes



50 modèles 12 modèles 12 modèles

## Quel lien avec les crues futures ?

### GIEC, WGI, Ch. 11, 2021:

- In summary, there is not always a one-to-one correspondence between an extreme precipitation event and a flood event, or between changes in extreme precipitation and changes in floods, because floods are affected by many factors in addition to heavy precipitation (**high confidence**).
- Confidence about peak flow trends over past decades on the global scale is low, but there are regions experiencing increases. **Medium confidence** in flood trends at the global scale, but **low confidence** in projected regional changes.

### GIEC, WGII, Ch. 4, 2022:

- Mixed trends of increasing and decreasing flash and river floods across the Mediterranean are reported, but there is **low confidence** in their attribution to climate change