

Changement climatique et cycle de l'eau

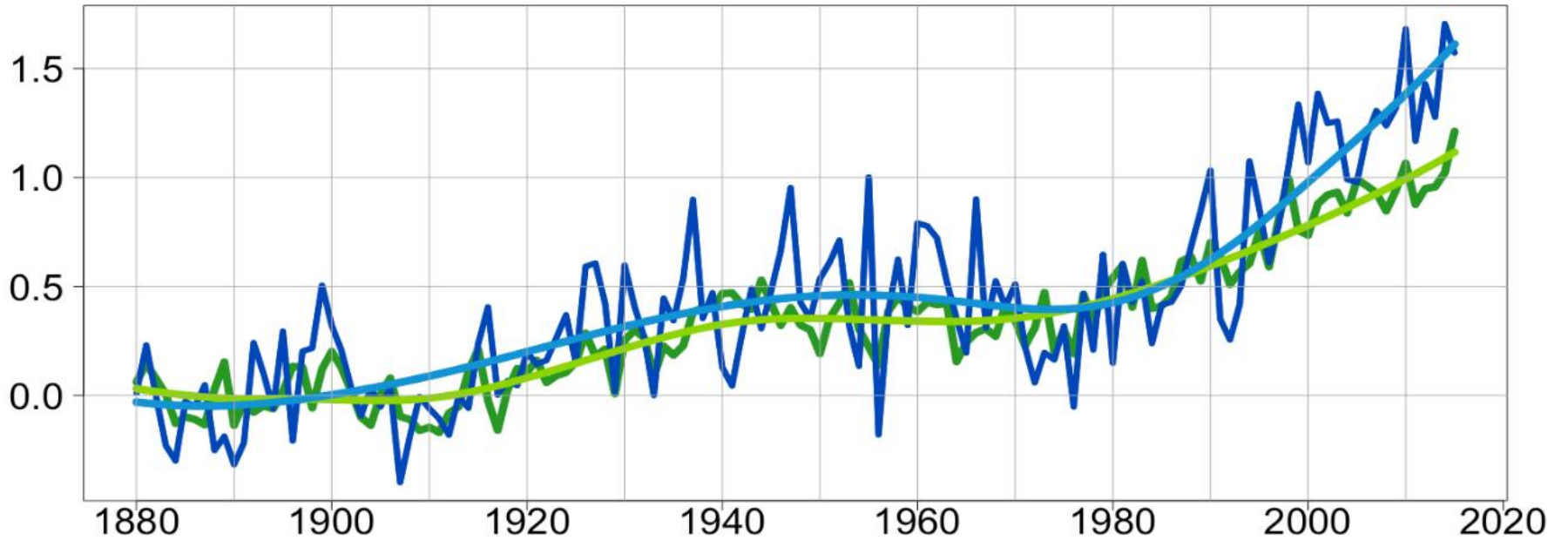
Yves Trambly

yves.trambly@ird.fr

Mean Temperature Anomalies (K)

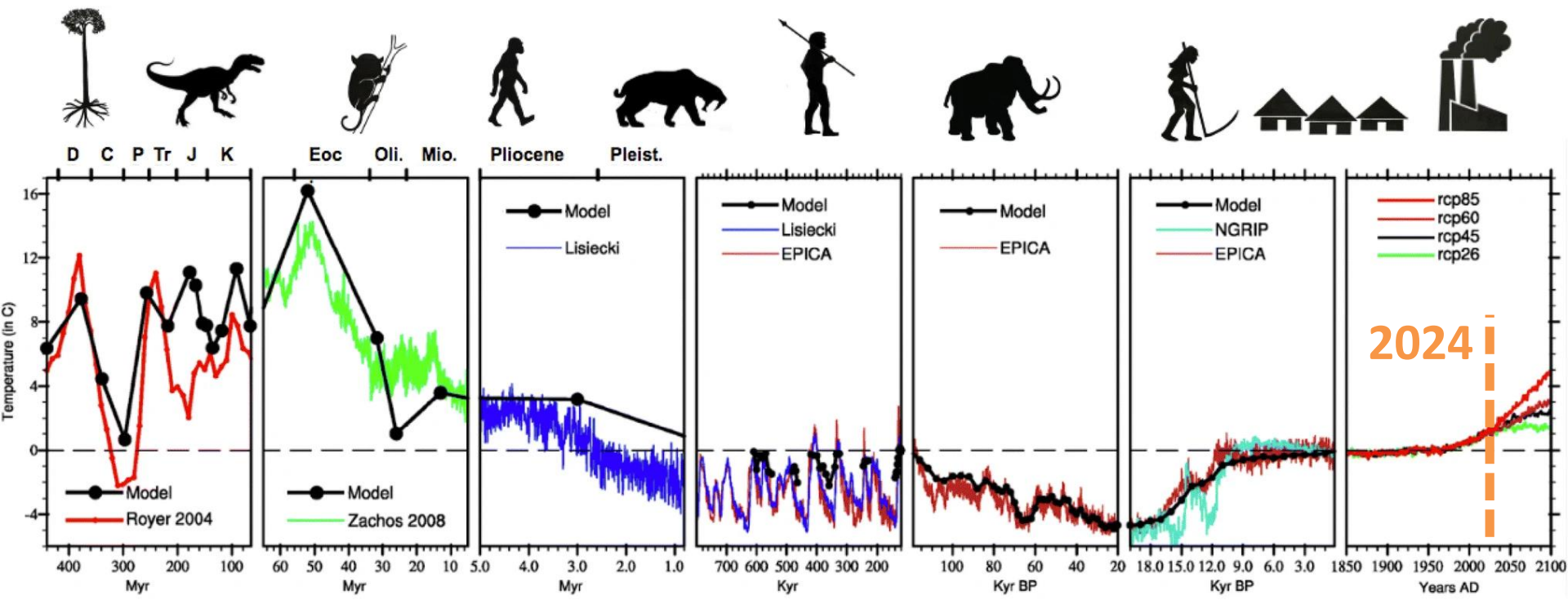
Méditerranée

Monde



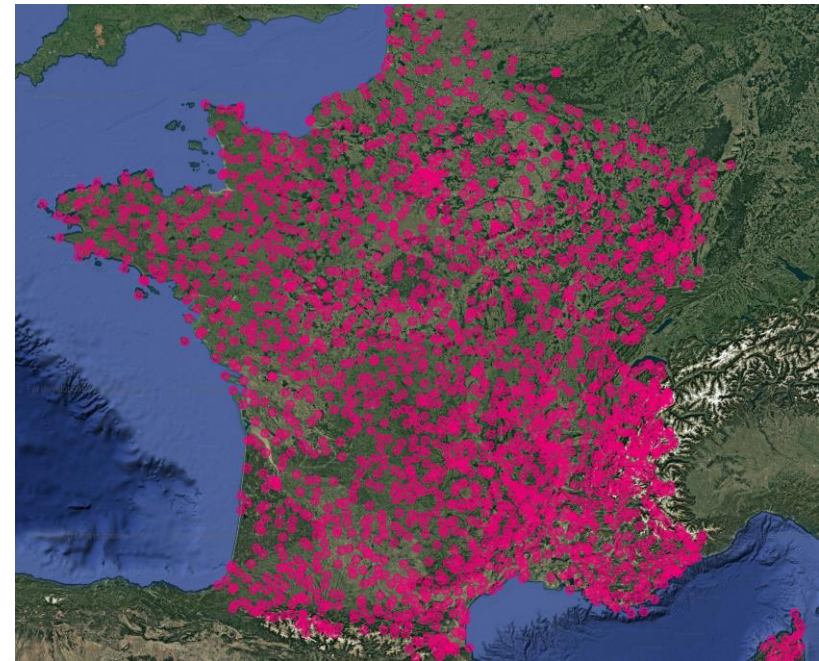
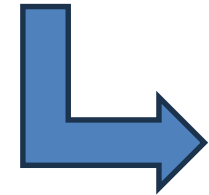
Cramer et al 2018



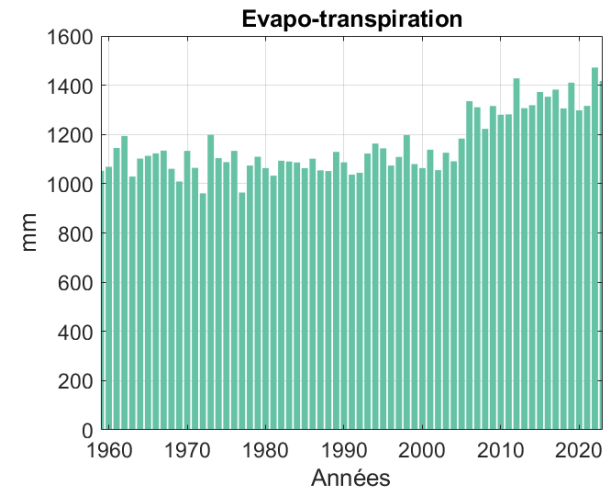
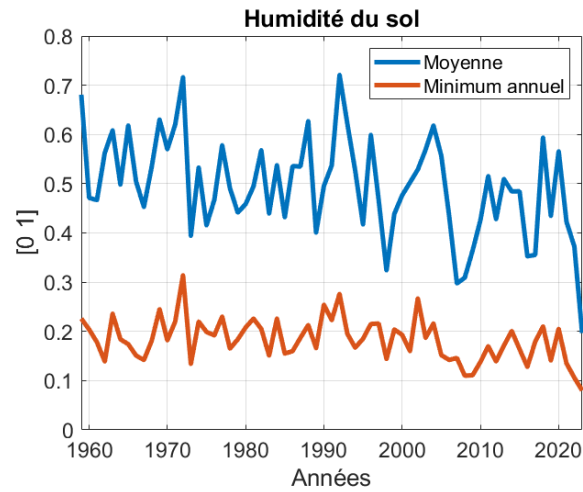
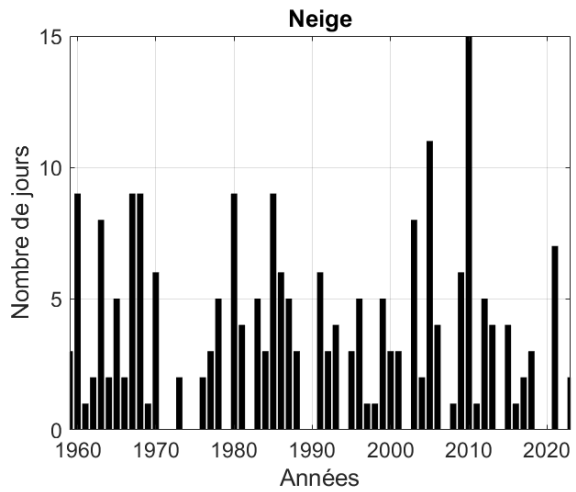
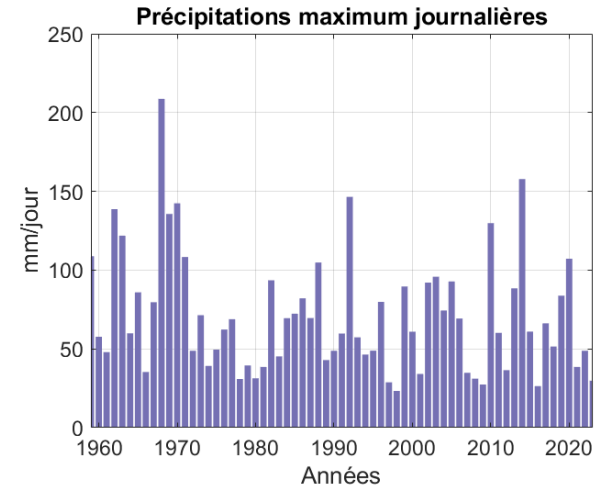
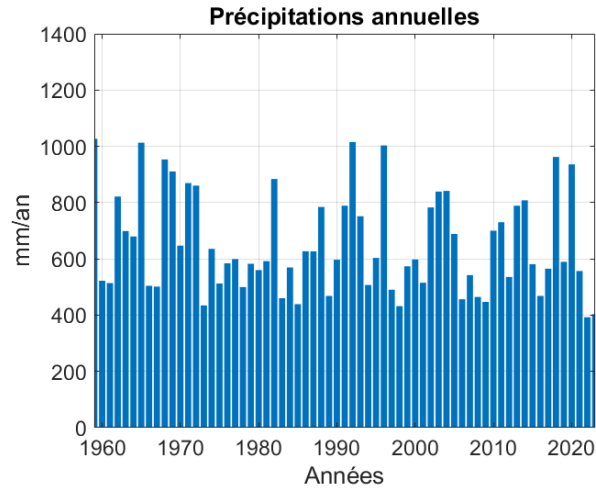
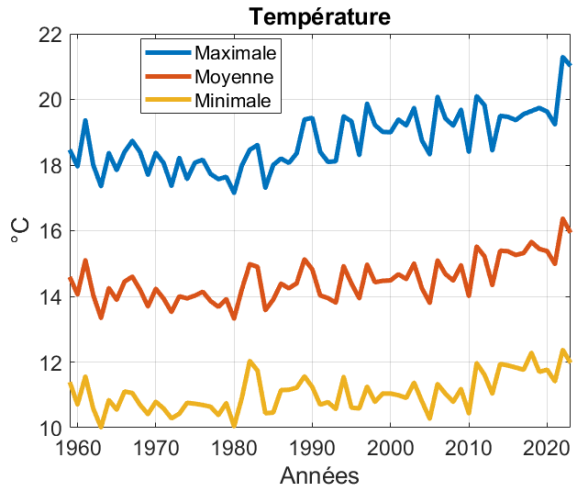


Apparition de l'agriculture

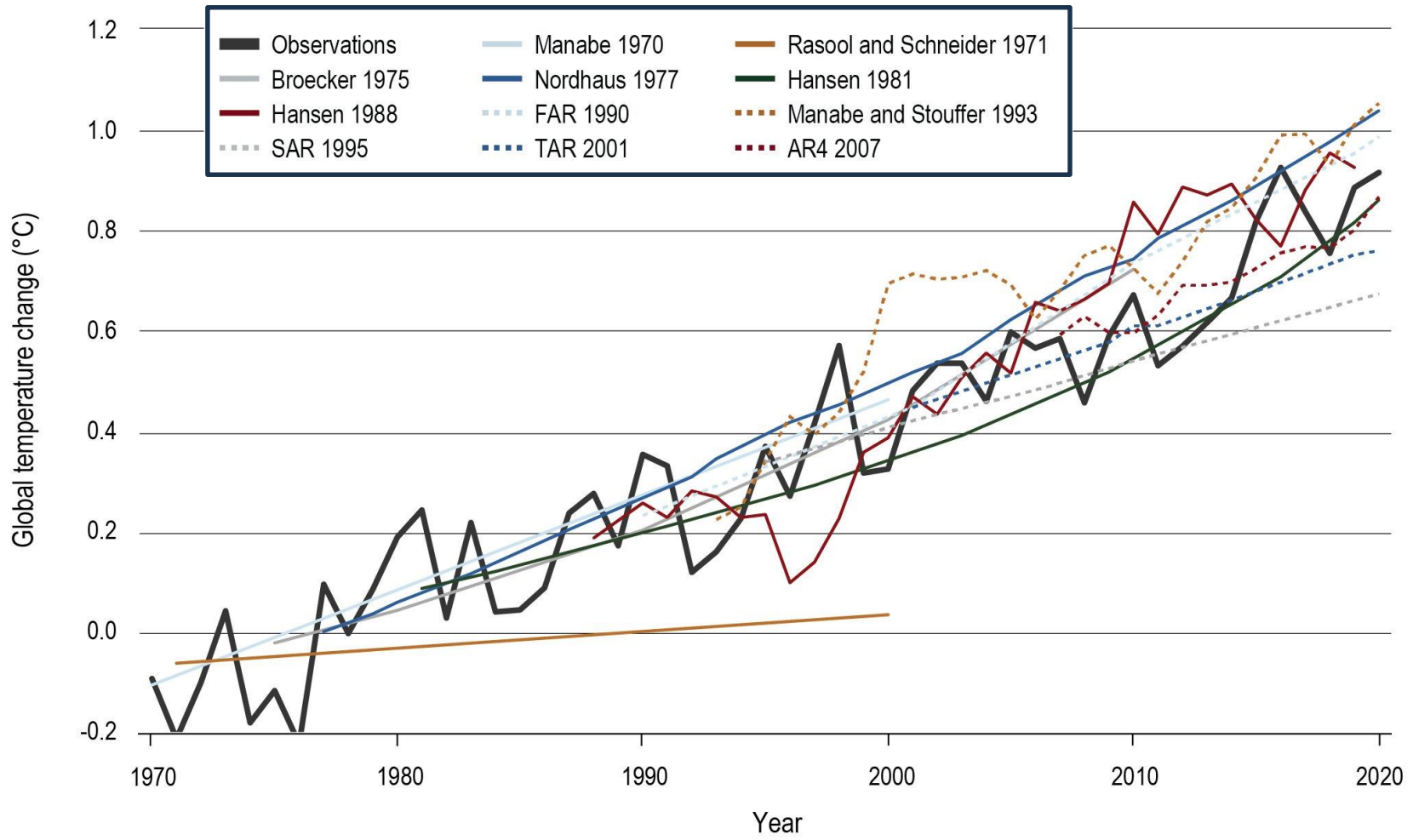
Comment observer le climat et ses changements ?



Maury (66), Données Météo-France, base de données SIM (meteo.data.gouv.fr)



Retour vers le passé, que nous disaient les modèles... avant !



Volet « Accompagnement des utilisateurs »



Volet scientifique

INRAE



PSL



Projections
climatiques

Incertitudes

Projections
hydrologiques
surface et
souterrain

Extrêmes,
Outre-mer

Co-financements :



Assistance à maîtrise d'ouvrage :

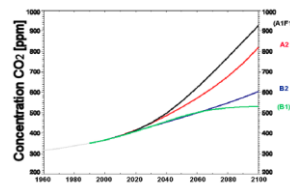


• Coût total : 2,2 M€

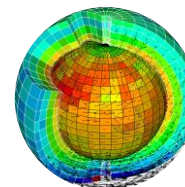
• Durée : 3 ans (2021-2024)

Chaine de modélisation Explore2

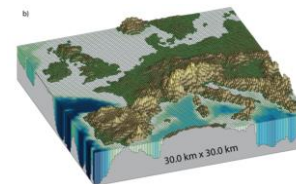
Scénario d'émission
Gaz à Effet de Serre
et Aérosols



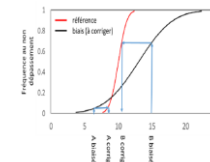
Modèle de
Climat Global
(GCM)



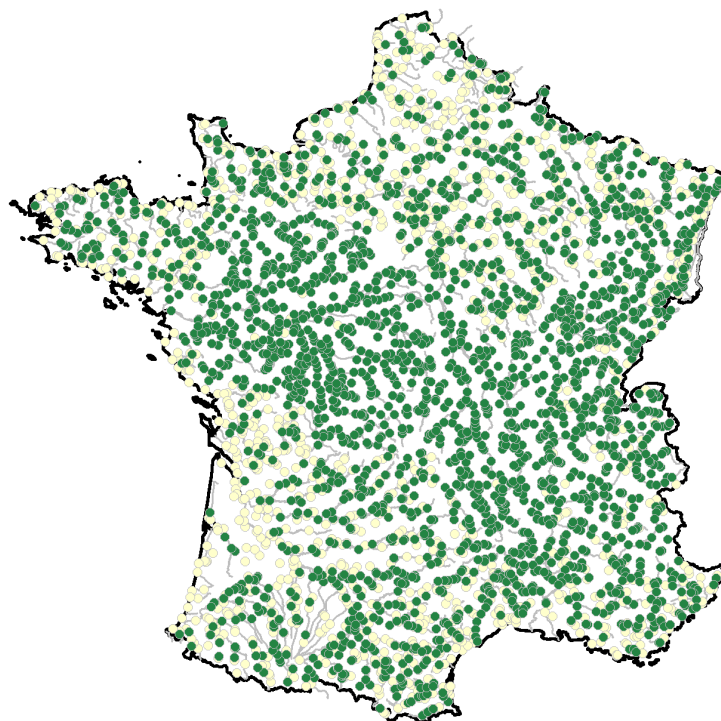
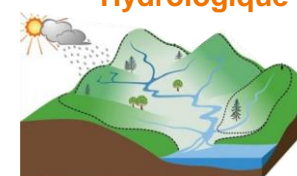
Modèle de
Climat Régional
(RCM)



Modèle
d'ajustement des biais



Modèle
Hydrologique



Nombre de modèles hydrologiques disponibles

● 1 à 3 ● 4 et plus

0 200 km

Projections climatiques Explore2

Débits d'été et d'automne :

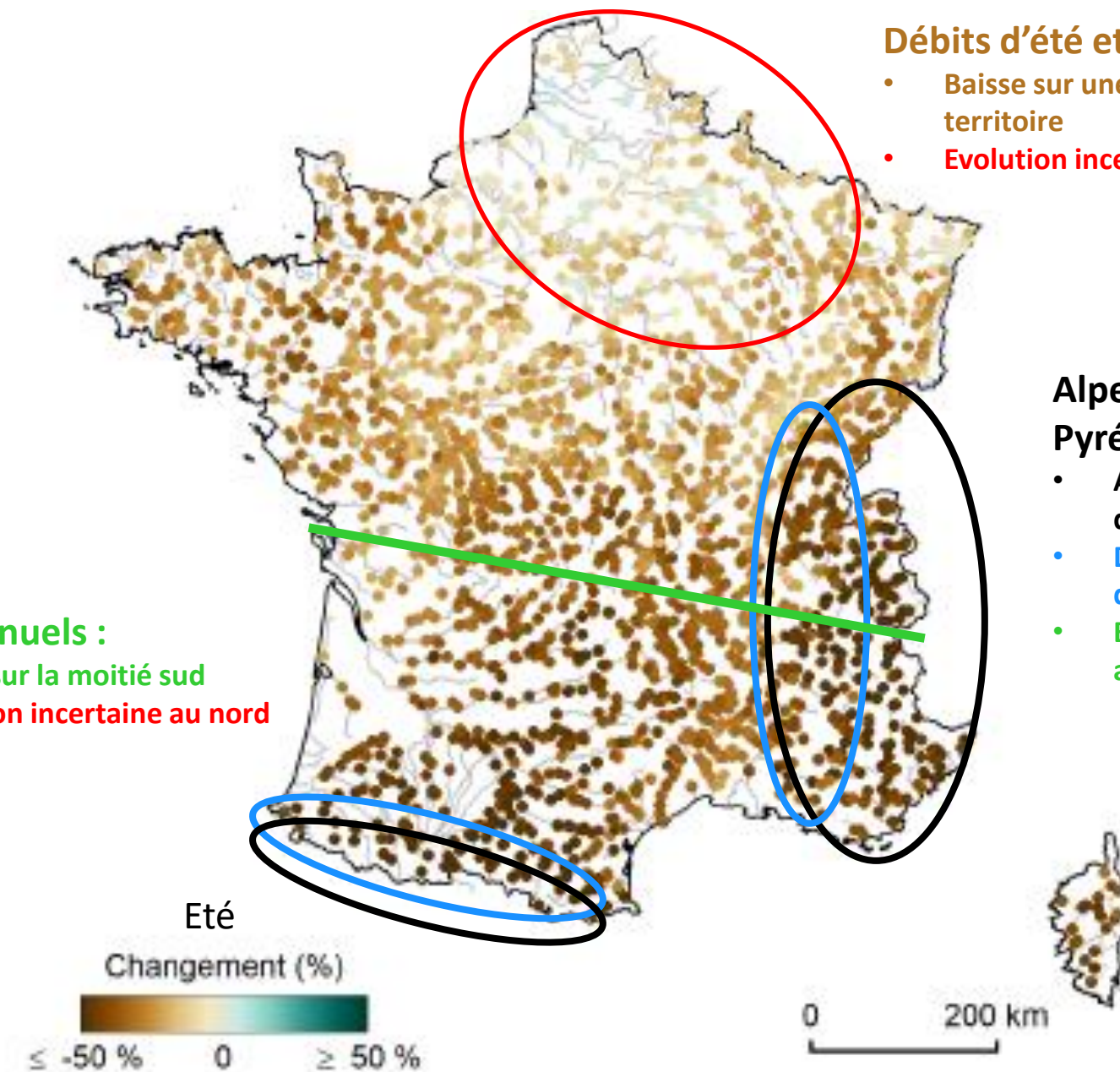
- Baisse sur une grande part du territoire
- **Evolution incertaine dans le nord-est**

Alpes, Jura, Pyrénées :

- Augmentation des débits d'hiver
- **Disparition de l'onde de fonte nivale**
- **Baisse des débits annuels au sud**

Débits annuels :

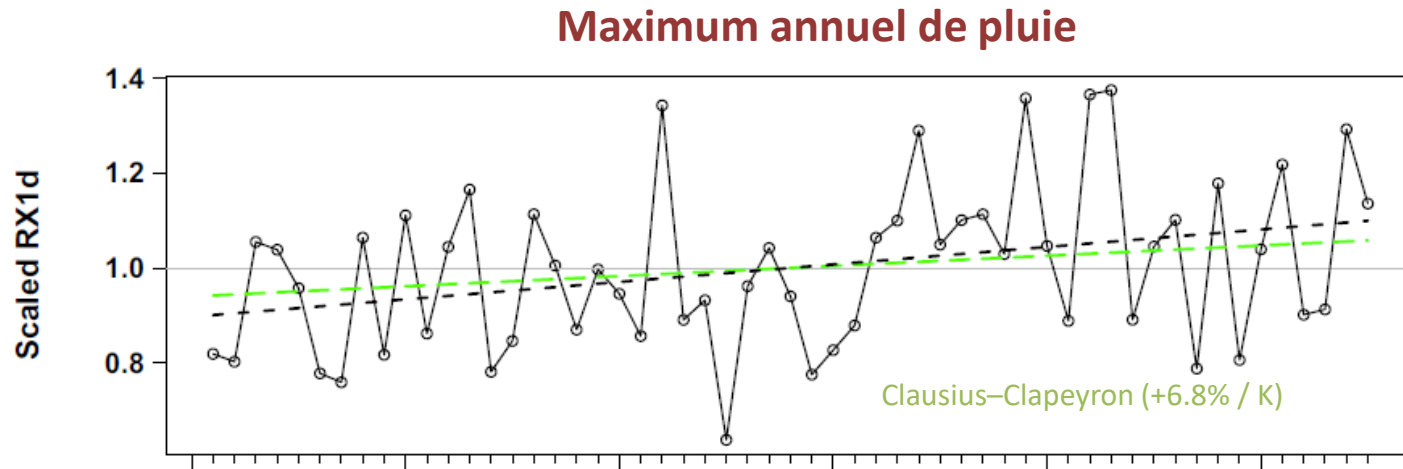
- Baisse sur la moitié sud
- **Evolution incertaine au nord**



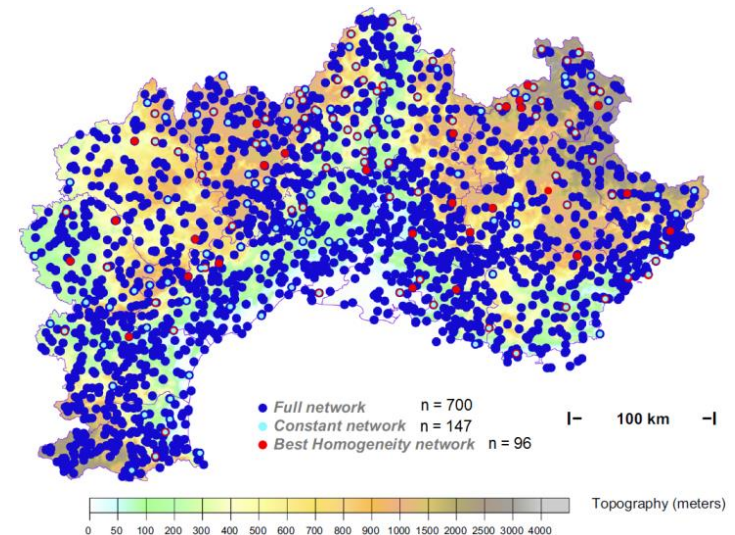
Impacts du changement climatique sur les pluies extrêmes (et les crues)



Tendances observées sur les pluies extrêmes



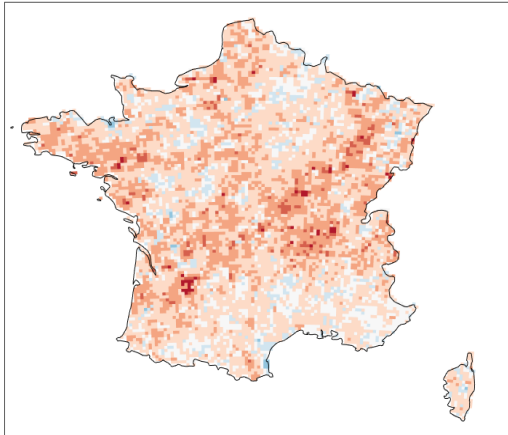
- **Hausse des maximums annuels**
- **Augmentation du nombre d'épisodes**
- **Augmentation des surfaces touchées**



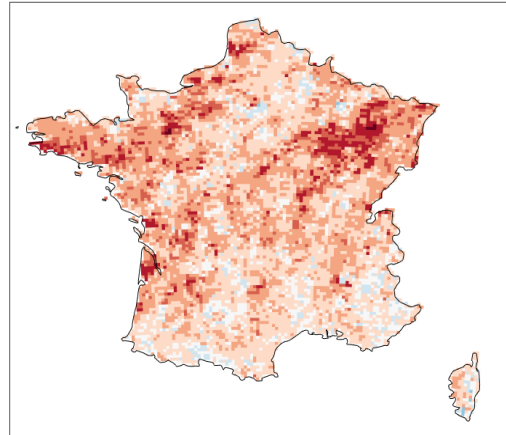
Scénarios sur les pluies extrêmes en France

Pluies maximales annuelles de période de retour 20 ans (PJXA20)

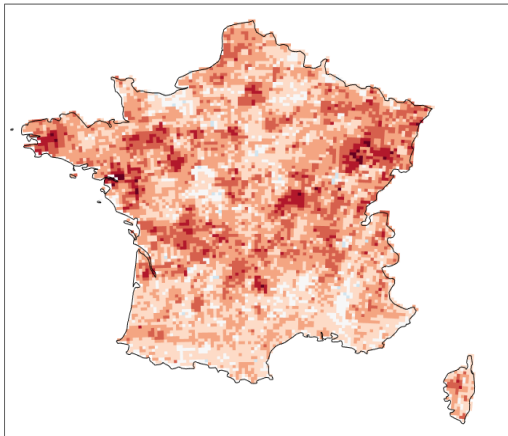
PJXA20 RCP4.5 2041-2070



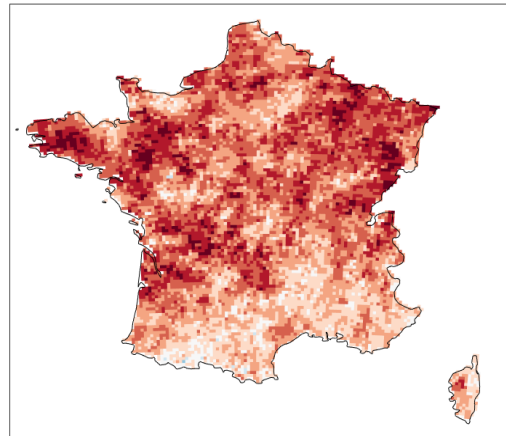
PJXA20 RCP4.5 2071-2100



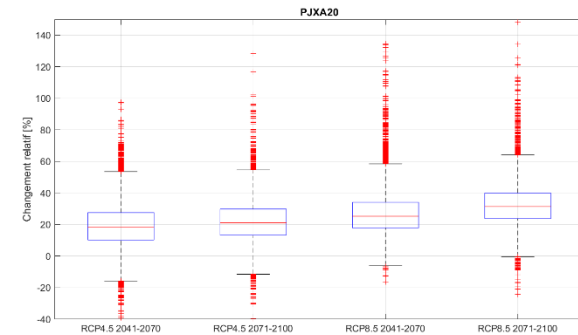
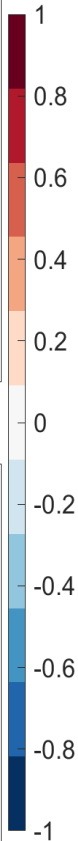
PJXA20 RCP8.5 2041-2070



PJXA20 RCP8.5 2071-2100



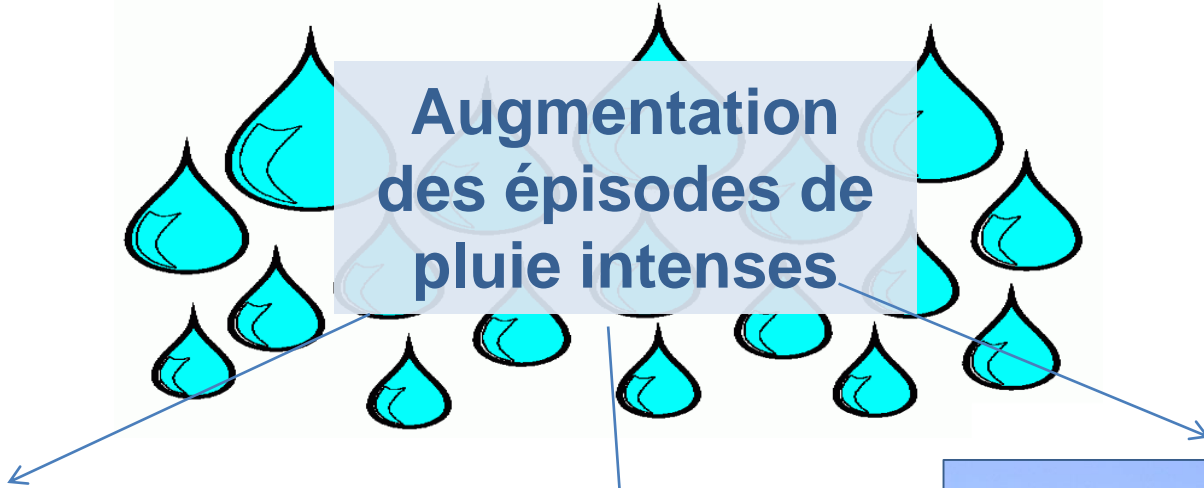
Indice d'agrément multi-modèles (MIA)



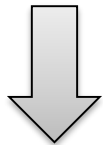
**Forte convergence entre les modèles,
signal médian de l'ordre de +20%**

Quel impact sur les crues ?

Augmentation
des épisodes de
pluie intenses



Sols imperméables, urbains



Augmentation du ruissellement



Sols « naturels »



Sols cultivés



Différentes réponses, selon les types de sol et leur occupation

[En l'absence d'aménagements !]

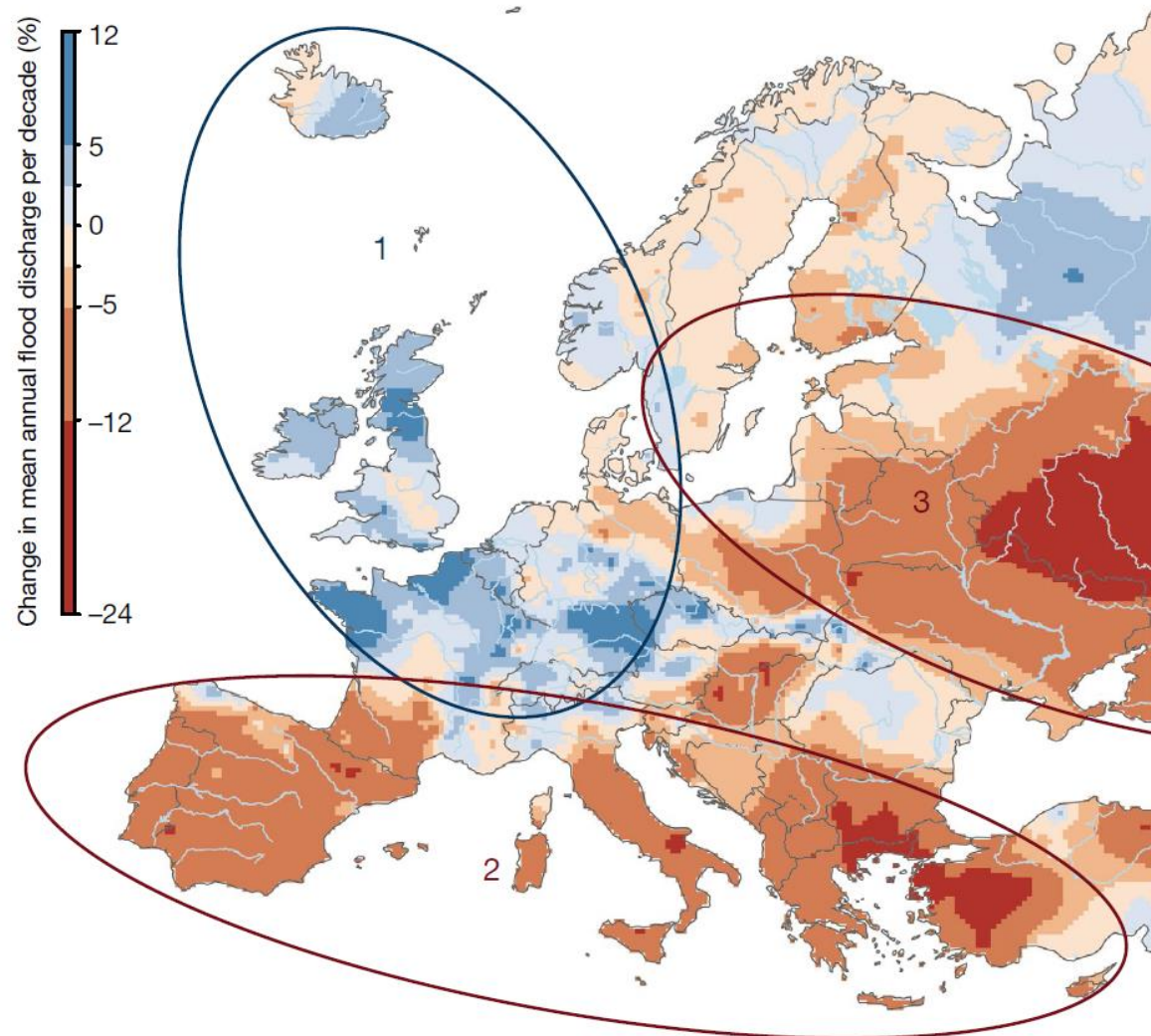
Pas d'évolution uniforme des crues

Les tendances historiques en Méditerranée montrent une **baisse** des crues, malgré une **augmentation** des pluies intenses

Facteurs qui influencent l'évolution des crues :

- Evolution de l'humidité des sols
- Changements dans les mécanismes pluvieux à l'origine des crues
- Changements d'occupation des sols (urbanisation..)
- Modification des pratiques agricoles
- Effets des mesures compensatoires (contre l'imperméabilisation des sols, digues..)

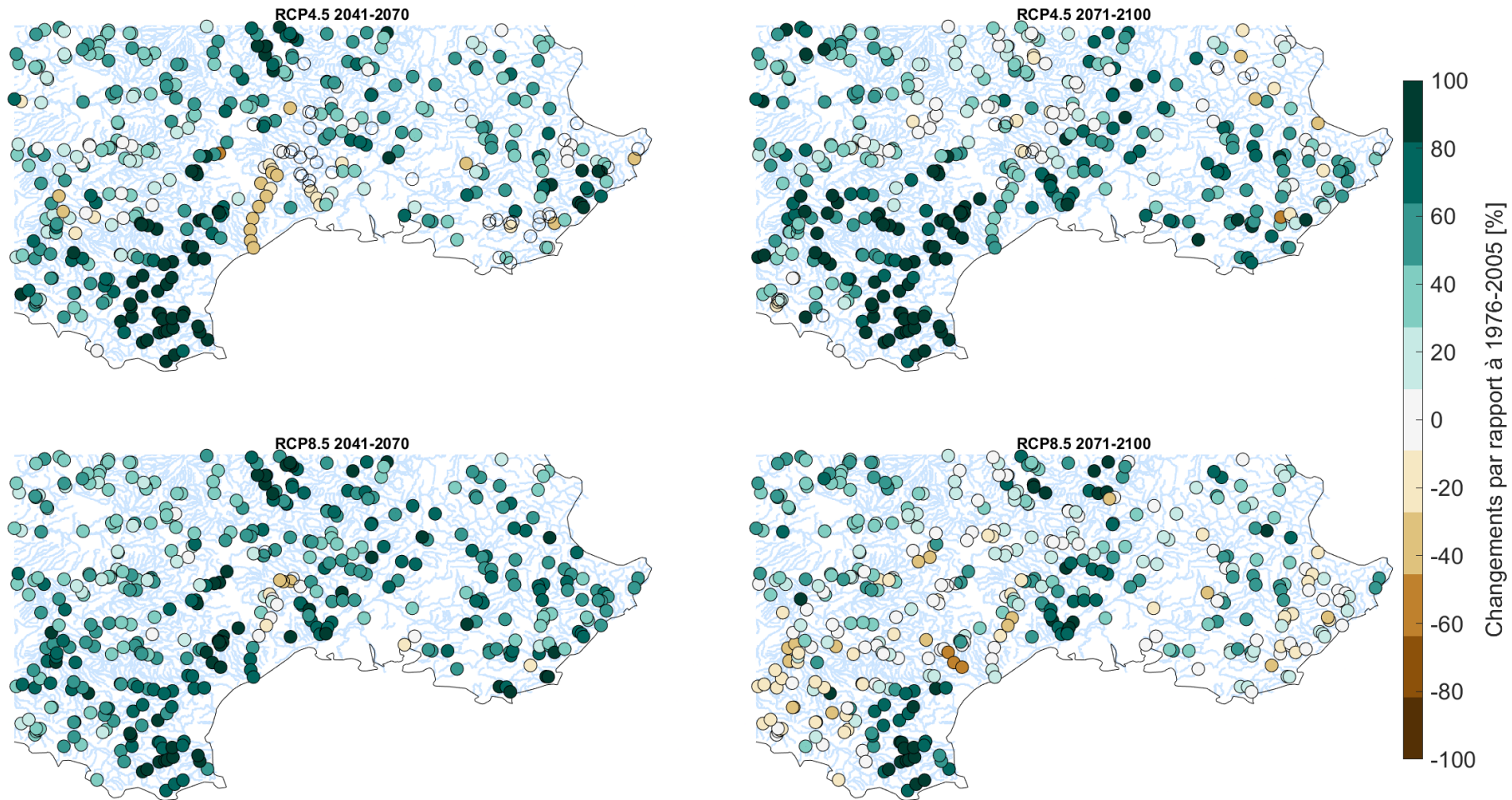
(sous-titre : c'est pas simple !)



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

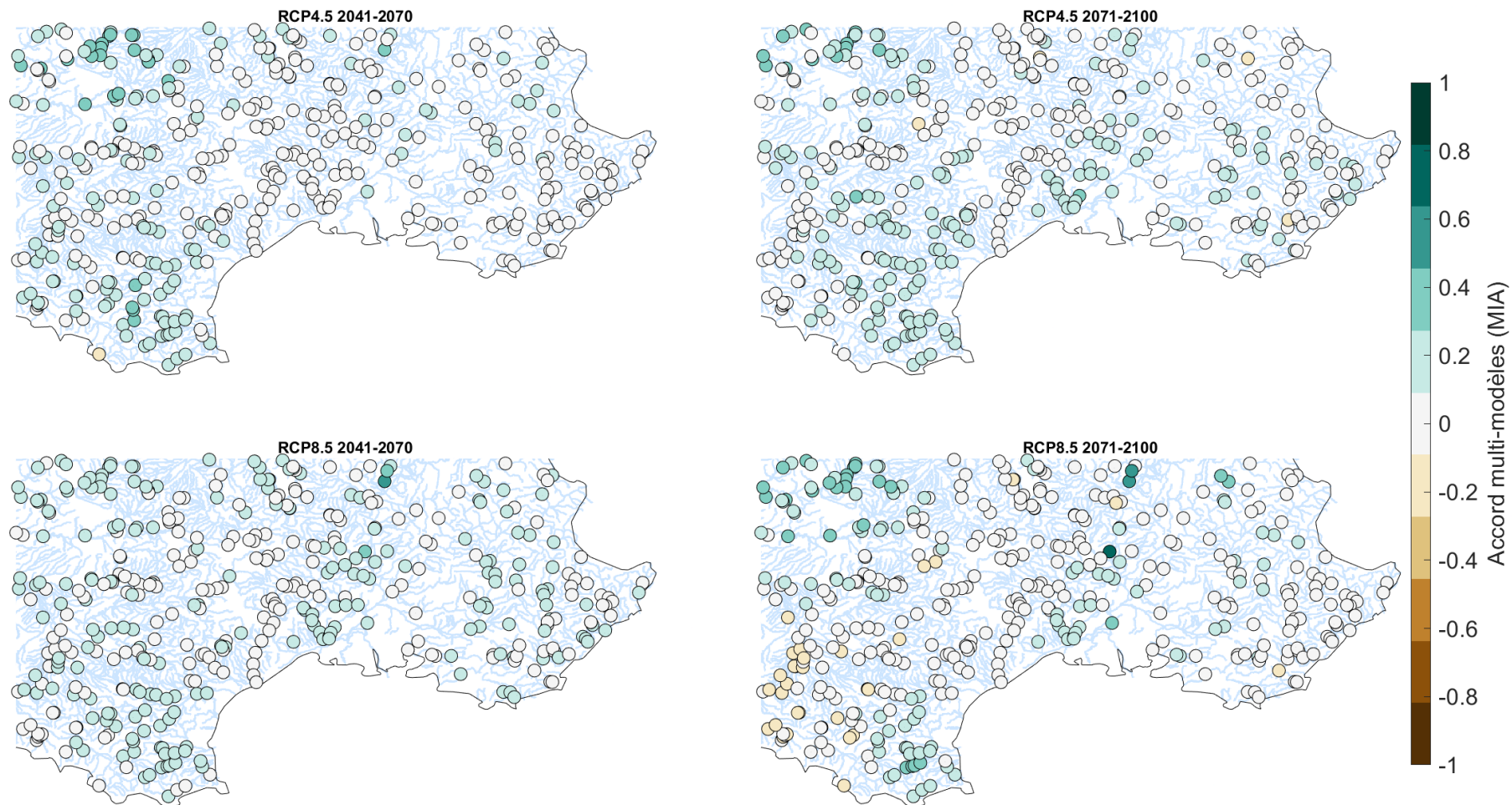
Signal moyen à la hausse des crues MAIS seulement pour quelques modèles

Débit maximal annuel de période de retour 20 ans (QJXA20)



Très faible convergence entre les modèles => Signal pas robuste

Débit maximal annuel de période de retour 20 ans (QJXA20)



Limiter les dégâts des crues

Barrages



Mesures de dés-imperméabilisation des sols



Mesures de protection contre les crues



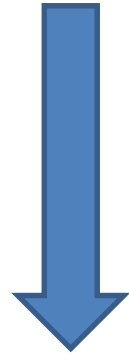
Solution la moins chère : ne pas construire dans les zones inondables

Impacts du changement climatique sur les sécheresses

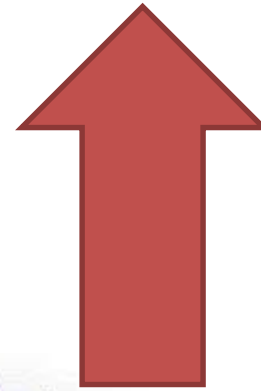


Mécanismes de l'augmentation des sécheresses en Méditerranée

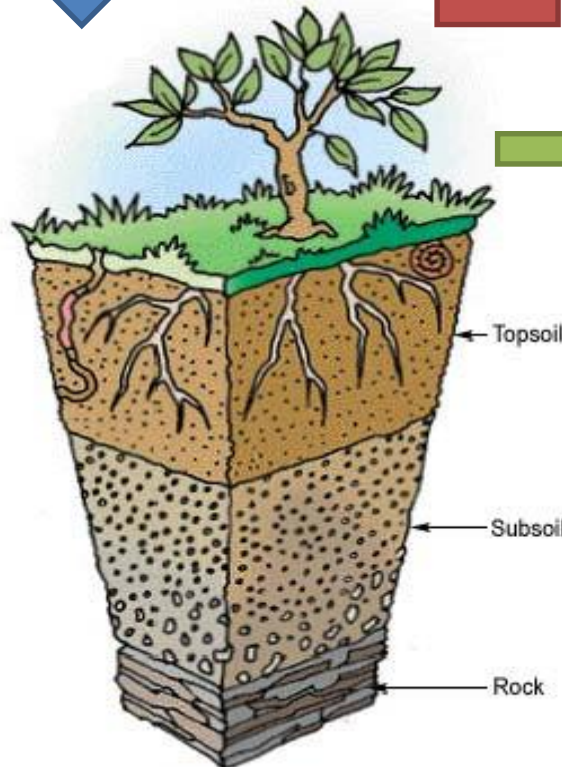
Baisse des précipitations
+
Augmentation du nombre de jours secs



Hausse des températures
=>
Augmentation de l'évapotranspiration

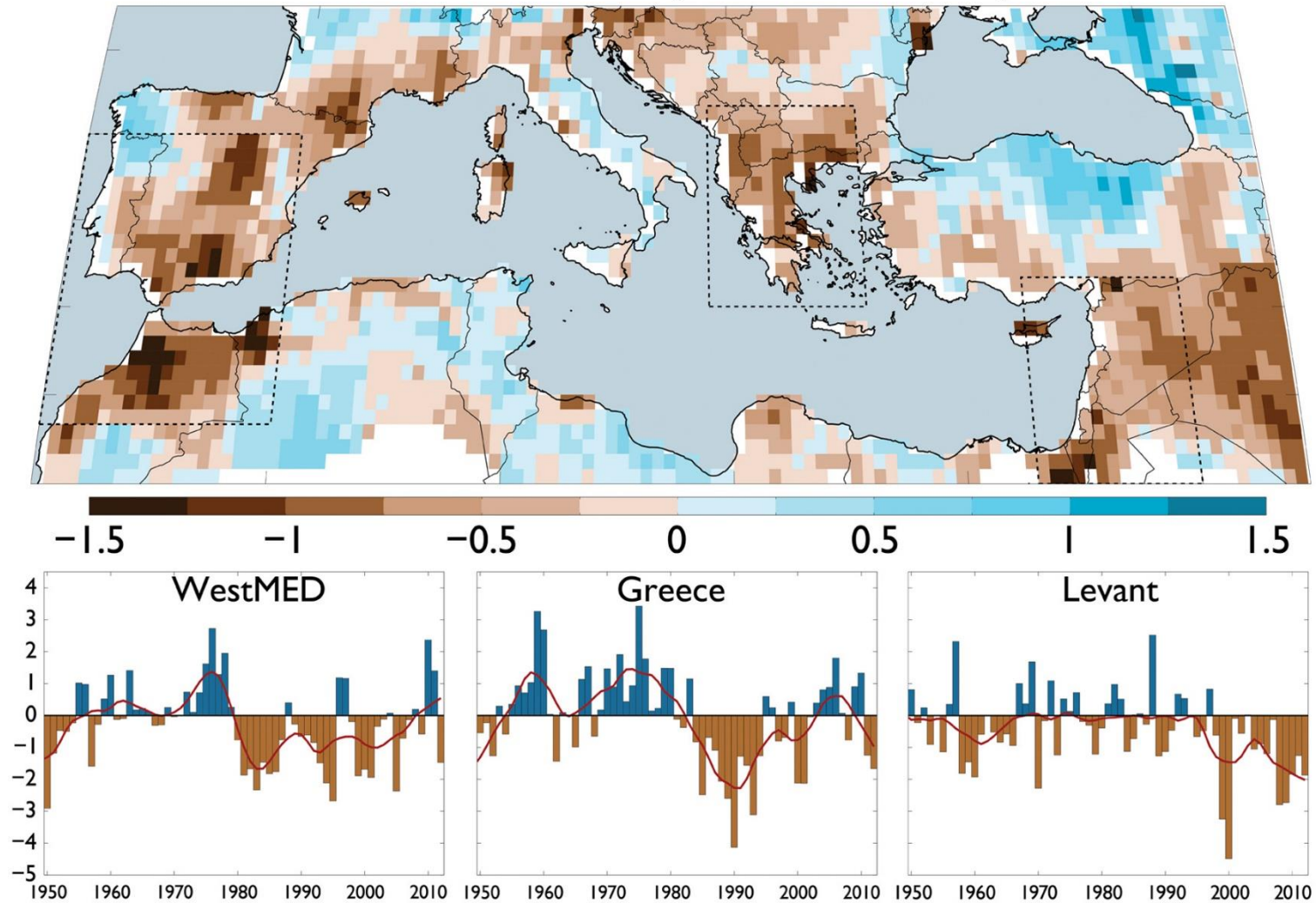


Adaptation des plantes, jusqu'à une certaine limite ?



Evolution des sécheresses en Méditerranée

OWDA PDSI (1980–2012)



Cook et al 2016 ²¹

Les sécheresses sont devenues plus fréquentes et intenses

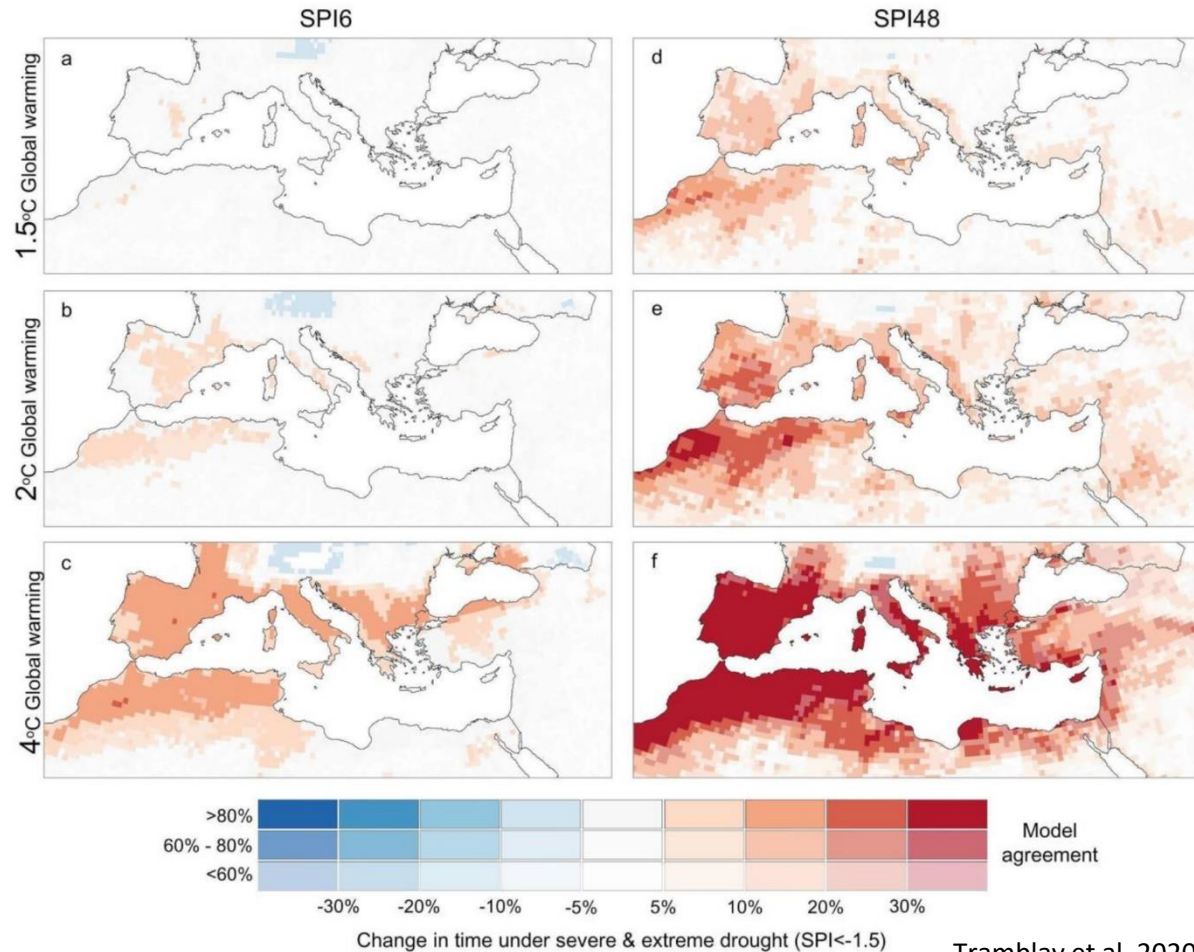
Scénarios futurs en Méditerranée

Le plus grand facteur de risque est la sécheresse (IPCC WGII)

- Impacts feux de forêt
- Perte de biodiversité
- Erosion des sols
- Baisse des rendements agricoles



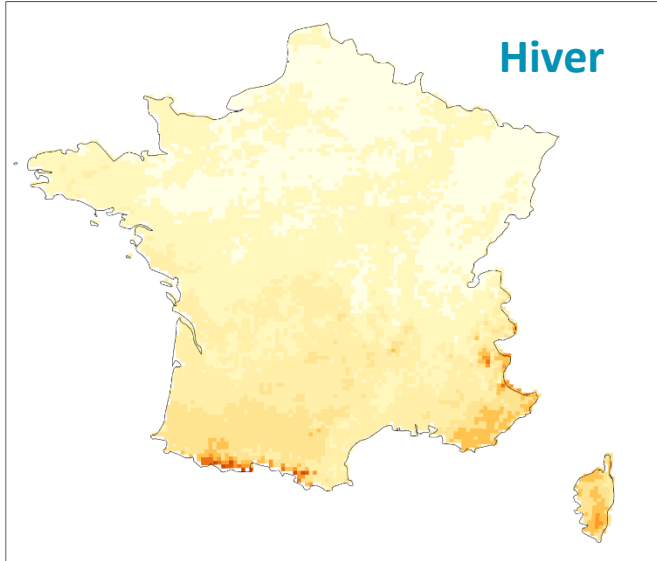
- La disponibilité des ressources en eau va diminuer, avec une baisse des débits d'étiage (-5% / -70%) et du potentiel hydroélectrique
- Les rendements agricoles, notamment des cultures pluviales vont diminuer jusqu'à -60%



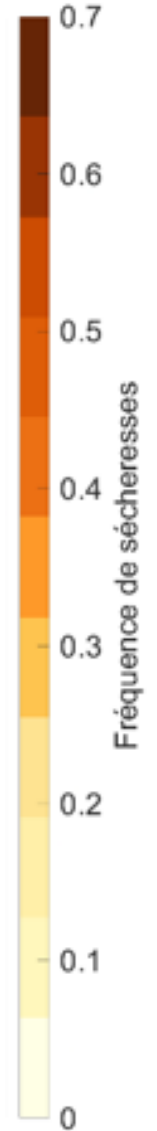
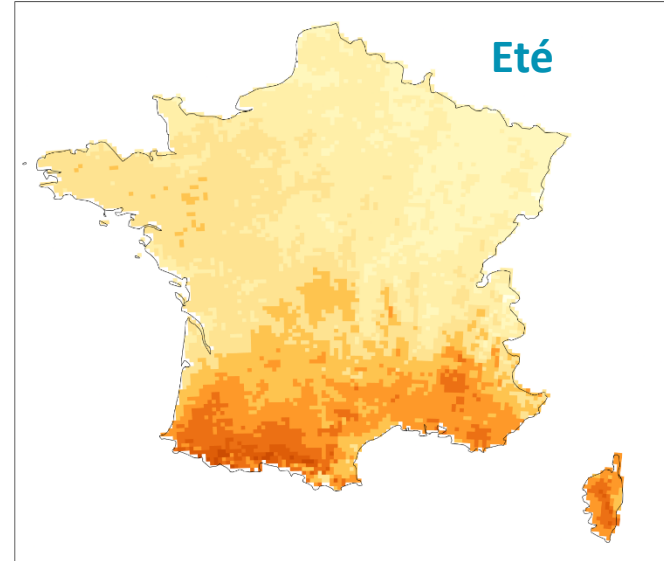
Scénarios sur les sécheresses

Météo

RCP8.5, 2071-2100

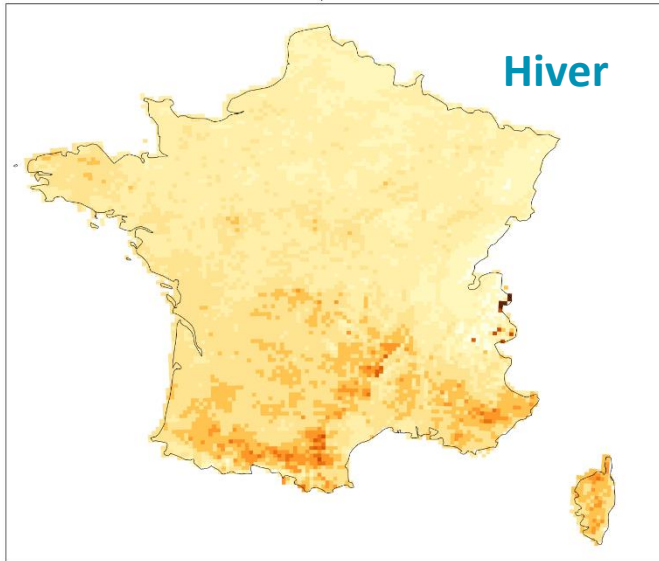


RCP8.5, 2071-2100

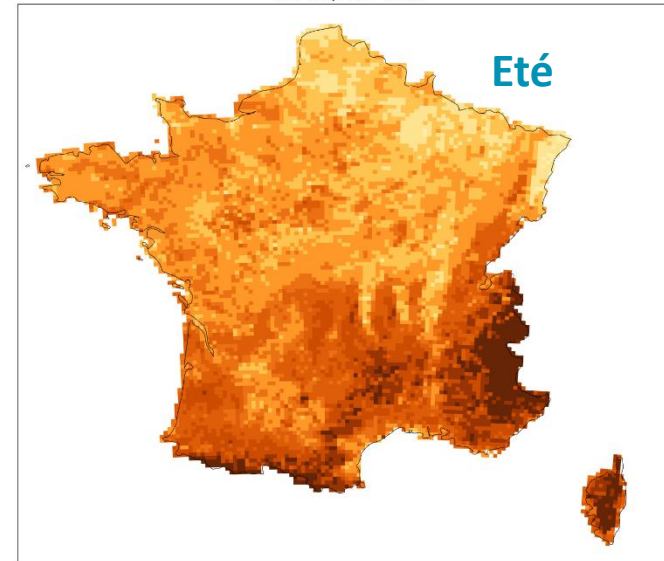


Sol

RCP8.5, 2071-2100

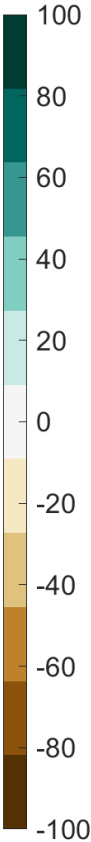
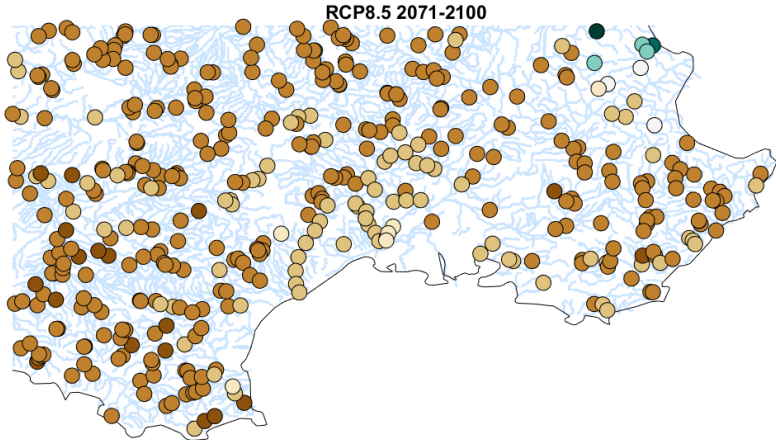
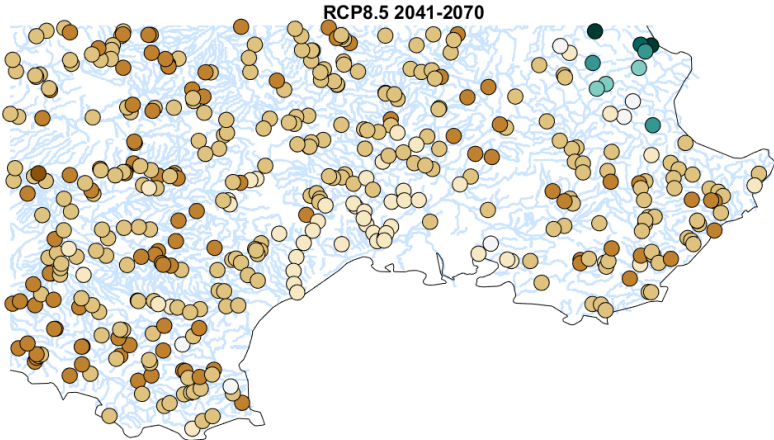
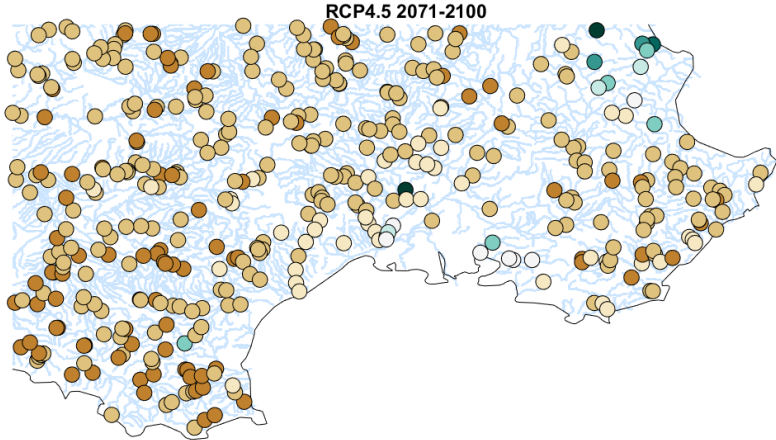
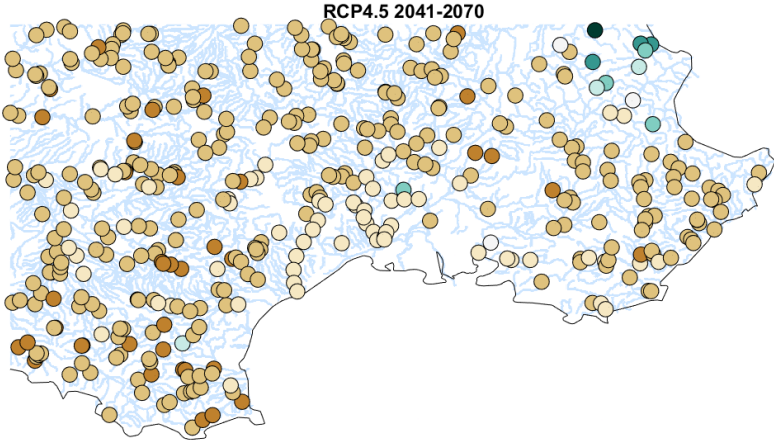


RCP8.5, 2071-2100



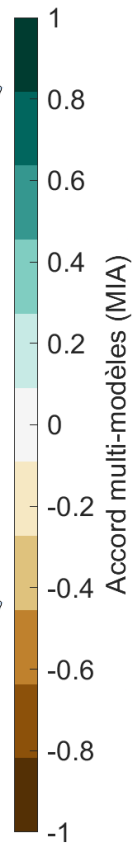
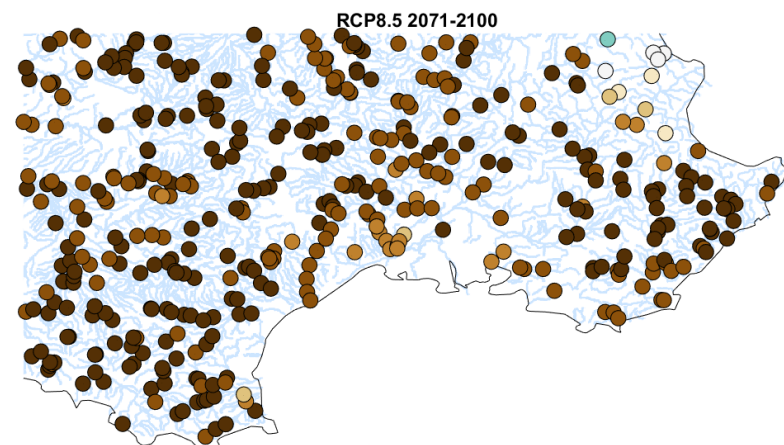
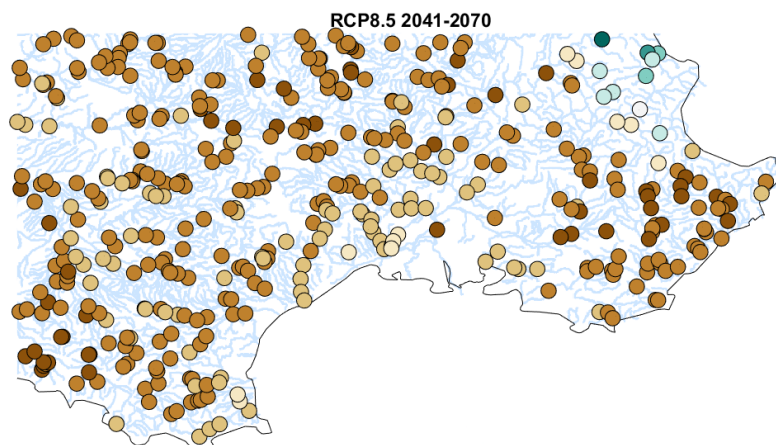
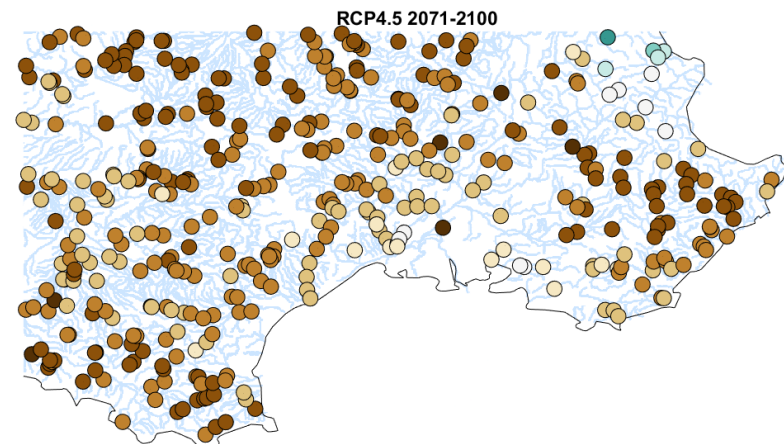
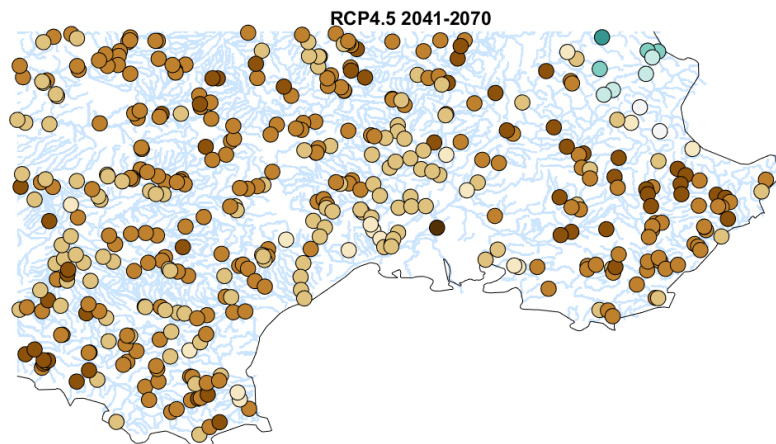
Diminution des débits d'étiage, de -20% à -40%

Débit minimal de période de retour 5 ans (QMNA5)



Forte convergence, >60%

Débit minimal de période de retour 5 ans (QMNA5)




Quelles solutions ?



Constat : on va avoir de moins en moins d'eau.
Faut-il arroser plus ? ...

Une production technique pour un accompagnement à la prise en main des données





PROJECTIONS HYDROLOGIQUES SOUTERRAINES SUR LE DOMAINE DE LA PLATEFORME AQUIFR – NORD PAS-DE-CALAIS, BASSE-NORMANDIE, BASSIN PARISIEN, LOIRE, POITOU-CHARENTES, ALSACE, TARN-ET-GARONNE

Alexis JEANTET, CNRM
Jean-Pierre VERGNES, BRGM
Simon MUNIER, CNRM
Florence HABETS, ENS-IPSL

28/06/2024

Avec le soutien financier de :





QUELLES ÉVOLUTIONS DES RÉGIMES HYDROLOGIQUES EN FRANCE HEXAGONALE ?

Éric SAUQUET, INRAE
Laurent STROHMENGER, INRAE
Guillaume THIREL, INRAE
Matthieu LE LAY, EDF

17/06/2024

Avec le soutien financier de :





ENSEMBLE DE PROJECTIONS EXPLORE2 : CHANGEMENTS MOYENS ET INCERTITUDES ASSOCIÉES

Guillaume EVIN, INRAE-IGE
Benoît HINGRAY, CNRS-IGE
Alix REVERDY, CNRS-IGE
Agnès DUCHARNE, CNRS-IPSL
Eric SAUQUET, INRAE

15/06/2024

Avec le soutien financier de :




SCENARIOS D'EXTREMES HYDROLOGIQUES

Yves TRAMBLAY, IRD
Eric SAUQUET, INRAE
Patrick ARNAUD, INRAE
Fabienne ROUSSET, Météo-France
Jean-Michel SOUBEYROUX, Météo-France
Alexis JEANTET, CNRM
Simon MUNIER, CNRM
Jean-Pierre VERGNES, BRGM

28/06/2024

Avec le soutien financier de :



- Des rapports techniques thématiques et supports SIG

<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/explore2>



Éléments de synthèse

Y063403002 - L'Agly à Planezes[Naturel]

Région hydrographique : Fleuves côtiers du Rhône-Méditerranée et Corse

Superficie : 440 km²

X = 669020 m (Lambert93)

Y = 6184837 m (Lambert93)

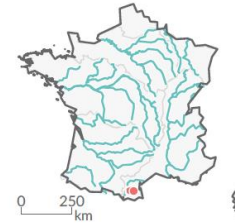
Nombre de projections sous RCP 8.5 : 102

Nombre de modèles hydrologiques : 4

Narratifs

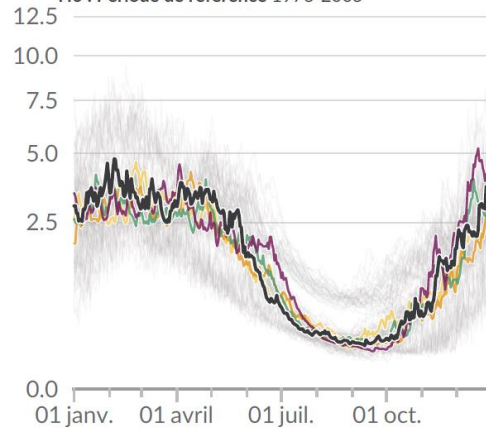
- Réchauffement marqué et augmentation des précipitations
- Changements futurs relativement peu marqués
- Fort réchauffement et fort assèchement en été (et en annuel)
- Fort réchauffement et forts contrastes saisonniers en précipitations

SAFRAN — Ensemble des projections —



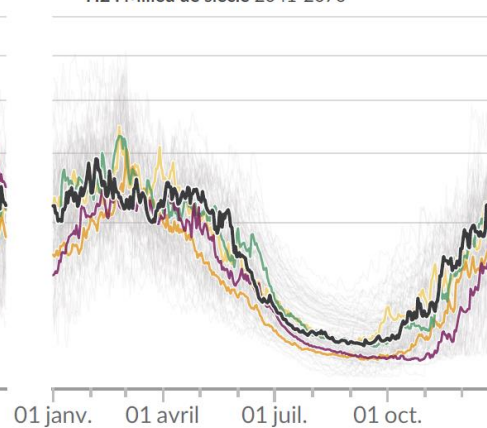
(a) Régime hydrologique (m³/s)

H0 : Période de référence 1976-2005



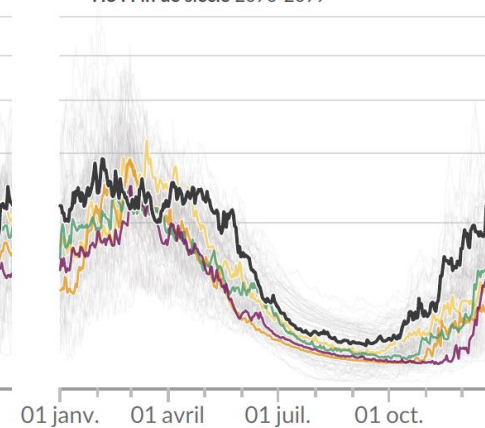
(b) Régime hydrologique (m³/s)

H2 : Milieu de siècle 2041-2070



(c) Régime hydrologique (m³/s)

H3 : Fin de siècle 2070-2099



- Des fiches sur le diagnostic sur les résultats et les incertitudes (avec leur notice) et l'ensemble des projections produites :

<https://www.drias-climat.fr/> et <https://www.drias-eau.fr/>

- + portail de visualisation MEANDRE en développement :

<https://meandre.explore2.inrae.fr/>

- 1 MOOC : <https://e-learning.oieau.fr/enrol/index.php?id=3799>

Autres sources d'informations

CCP4

Mediterranean Region

Cross-Chapter Paper Leads: Elham Ali (Egypt), Wolfgang Cramer (France)

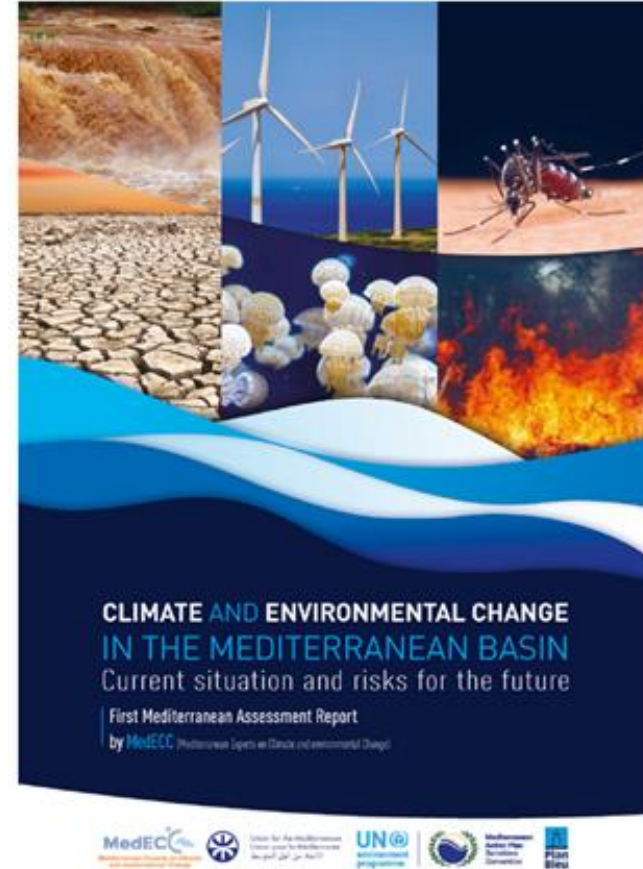
Cross-Chapter Paper Authors: Jofre Carnicer (Spain), Elena Georgopoulou (Greece), Nathalie Hilmi (Monaco), Gonéri Le Cozannet (France), Piero Lionello (Italy)

Cross-Chapter Paper Contributing Authors: Ahmed Abdelrehim (Egypt), Mine Cinar (USA), Islam Abou El-Magd (Egypt), Shekoofeh Farahmand (Iran), François Gemenne (Belgium), Lena Reimann (Germany), Alain Safa (France), Sergio Vicente-Serrano (Spain), Francesca Spagnuolo (Italy), Duygu Sevgi Sevilgen (Monaco), Samuel Somot (France), Rémi Thiéblemont (France), Cristina Tirado (USA), Yves Trambly (France)

Cross-Chapter Paper Review Editors: Karim Hilmi (Morocco), Marta Rivera-Ferre (Spain)

Cross-Chapter Paper Scientist: Duygu Sevgi Sevilgen (Monaco)

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
climate change



Rapport du GIEC (IPCC), AR6, WGII, Cross-Chapter 4
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/ccp4/>

Rapport du MedECC, MAR1
<https://www.medecc.org/>

Merci pour votre attention

