

Colloque des 30 ans du PIREN-Seine

11, 12 & 13 décembre 2019

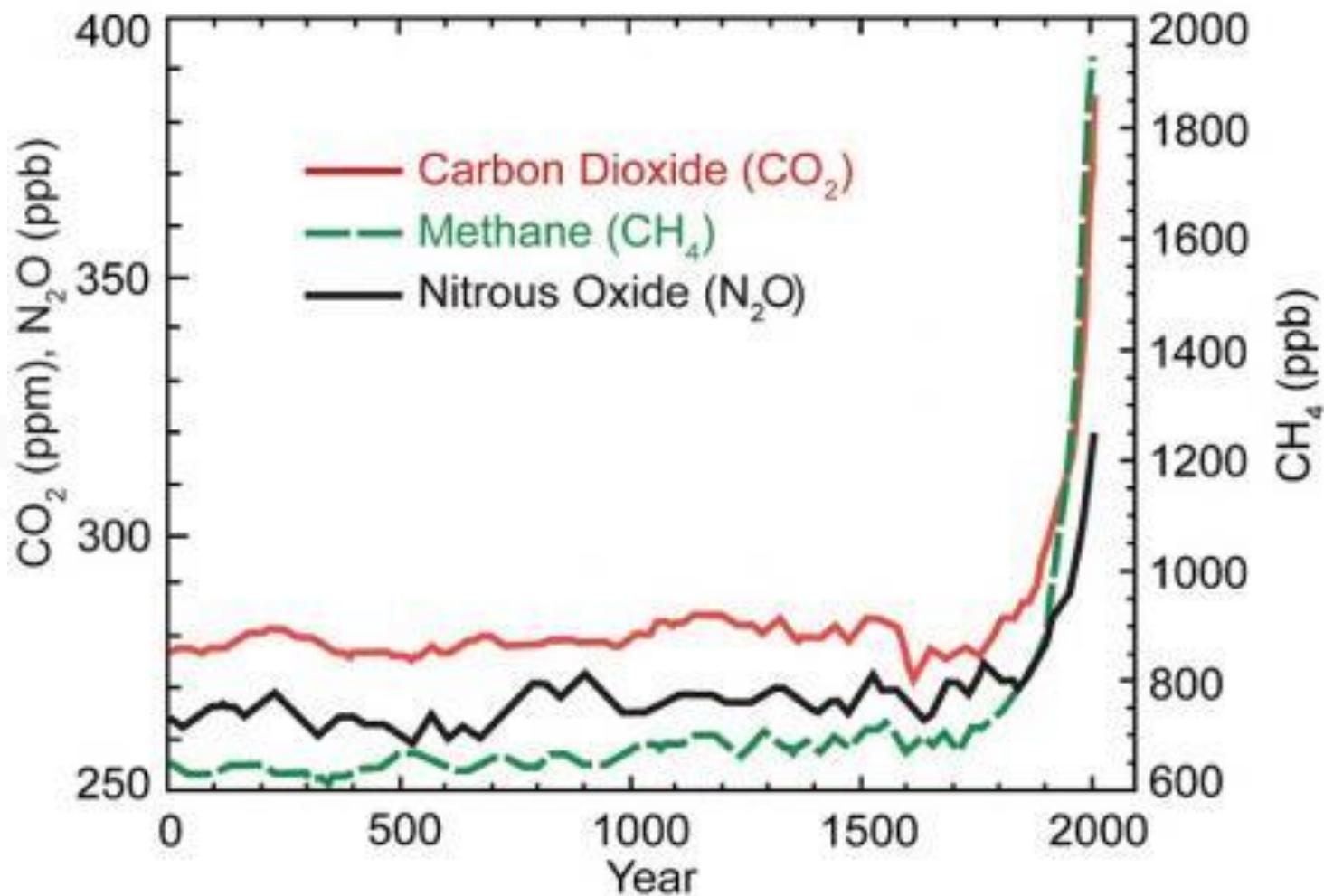
Projection des changements hydro-climatiques au cours du 21^{ème} siècle: de l'échelle mondiale au bassin de la Seine

J. Boé, R. Bonnet, G. Dayon, F. Habets, E. Martin

Plan de la présentation

- Evolutions hydro-climatiques observées
 - Echelle globale
 - Echelle régionale
- Les projections pour le 21^{ème} siècle
 - Cycle hydrologique global
 - Multiples facettes des changements de précipitations
 - Débits et sécheresses sur la France et la Seine

Evolution des principaux GES

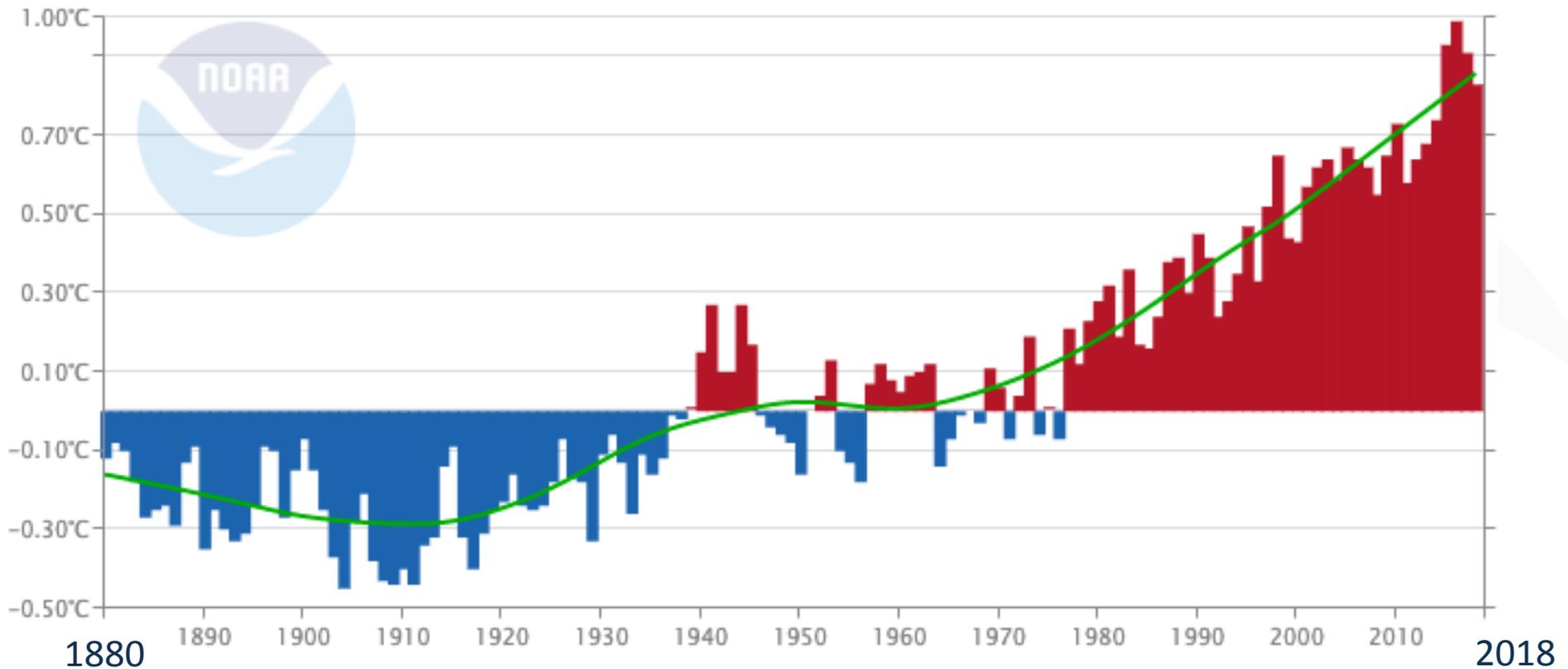


U.S National Climate Assessment (2014)

Température globale

Global Land and Ocean

January–December Temperature Anomalies

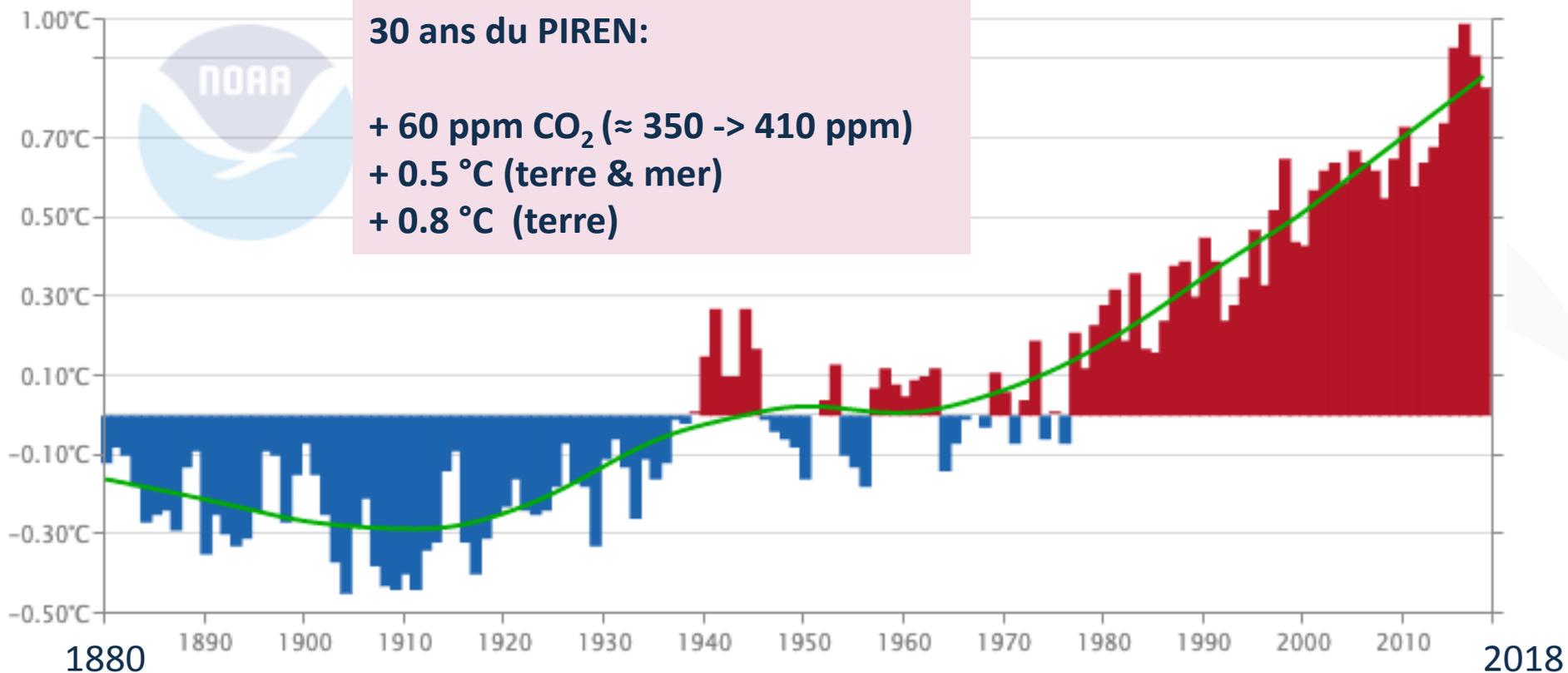


(réf: 1910-2000)

Température globale

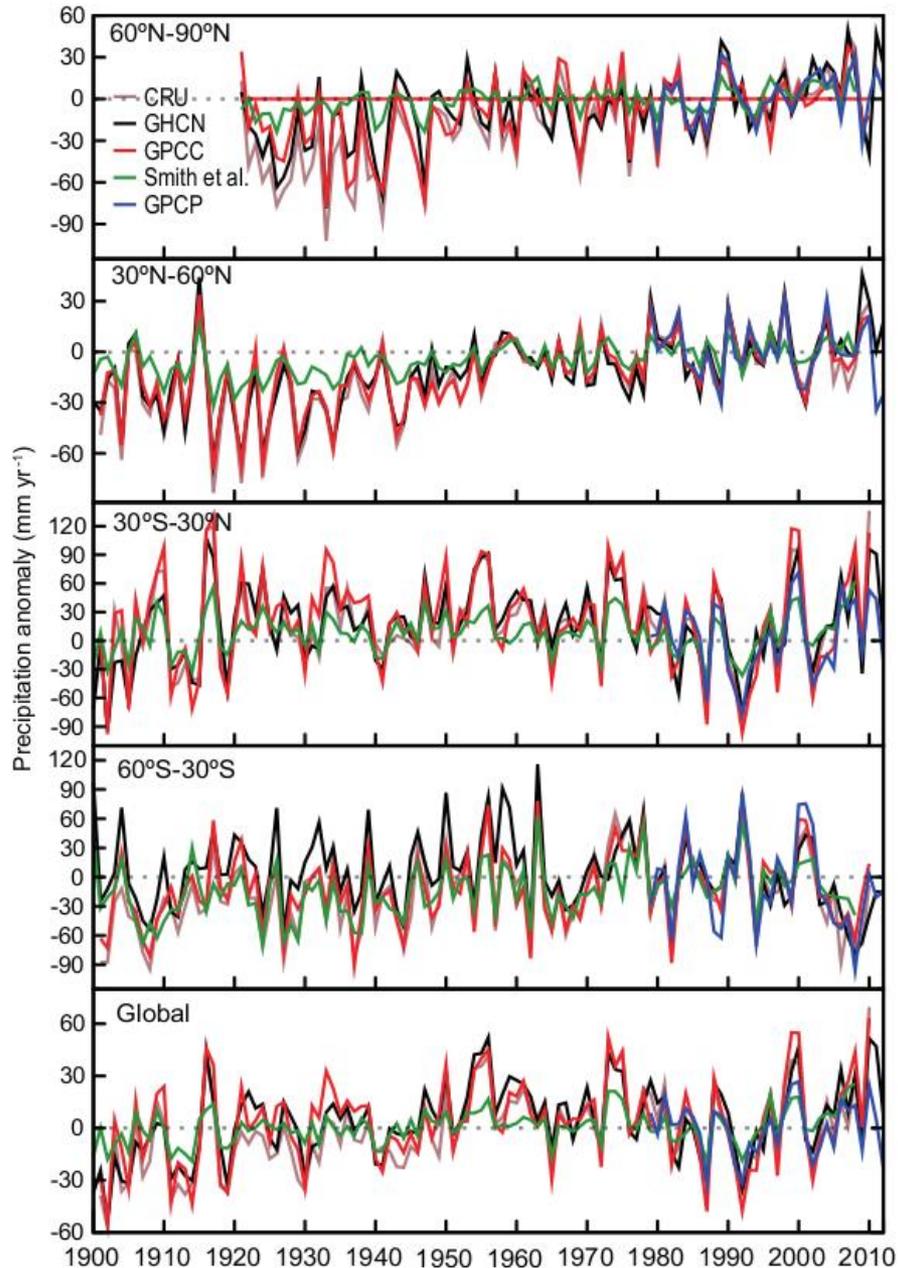
Global Land and Ocean

January–December Temperature Anomalies



(réf: 1910-2000)

Précipitations continentales



60°N-90°N

30°N-60°N

30°S-30°N

60°S-30°S

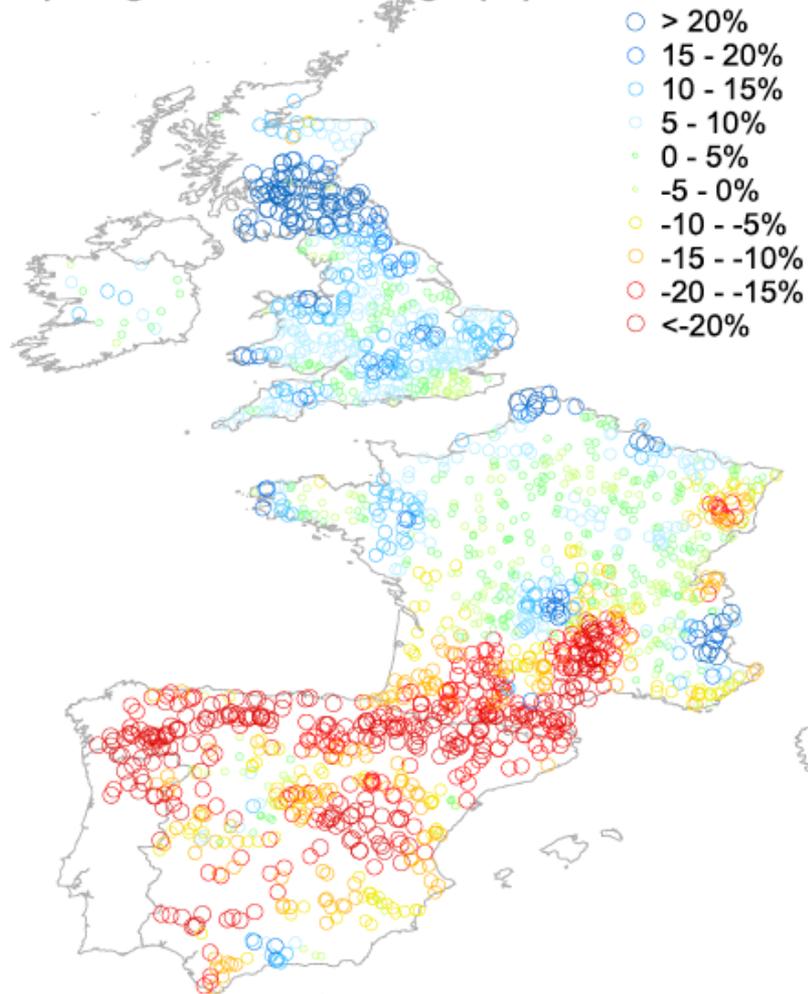
Global

réf: 1981-2000

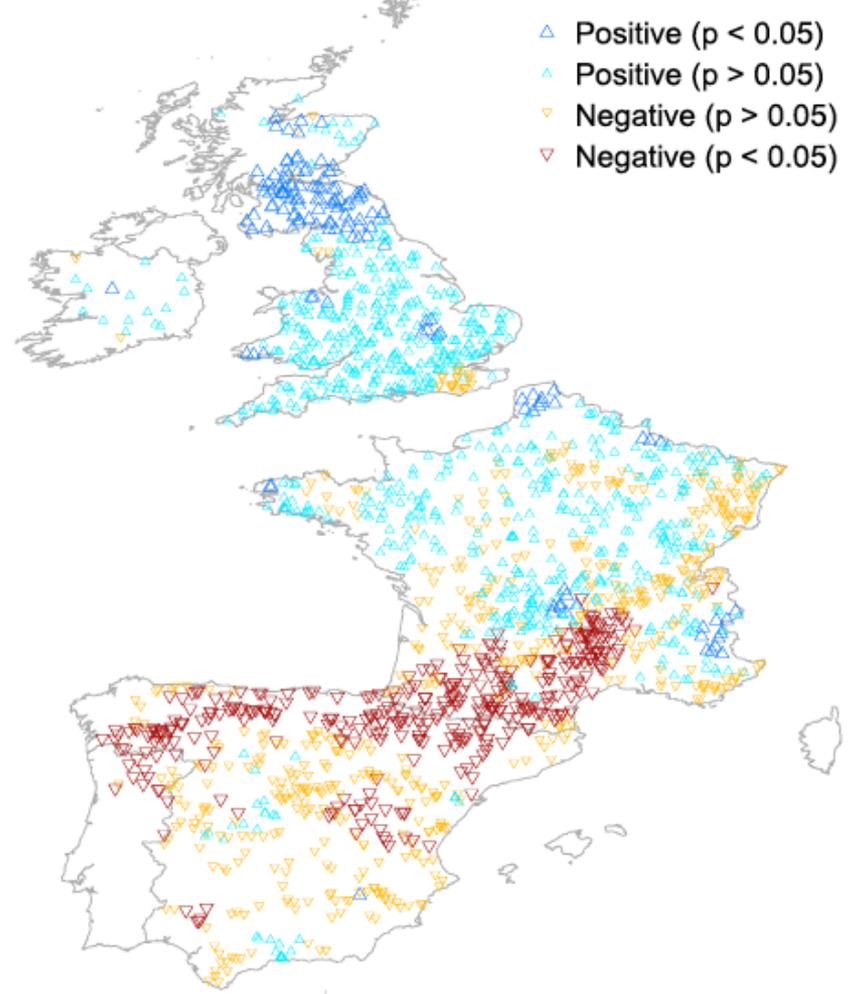
IPCC AR5 2013

Tendance des précipitations (1961-2012)

A) Magnitude of change (%)



B) Significance of the trend

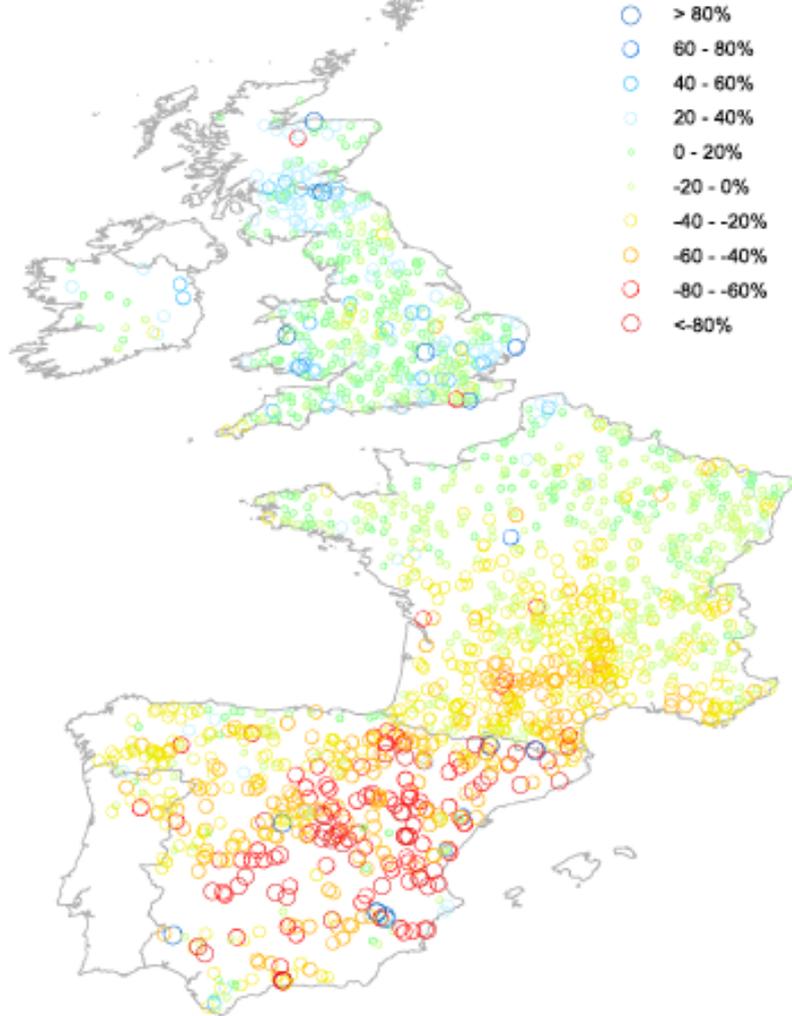


Vicente-Serrano et al. (2019)

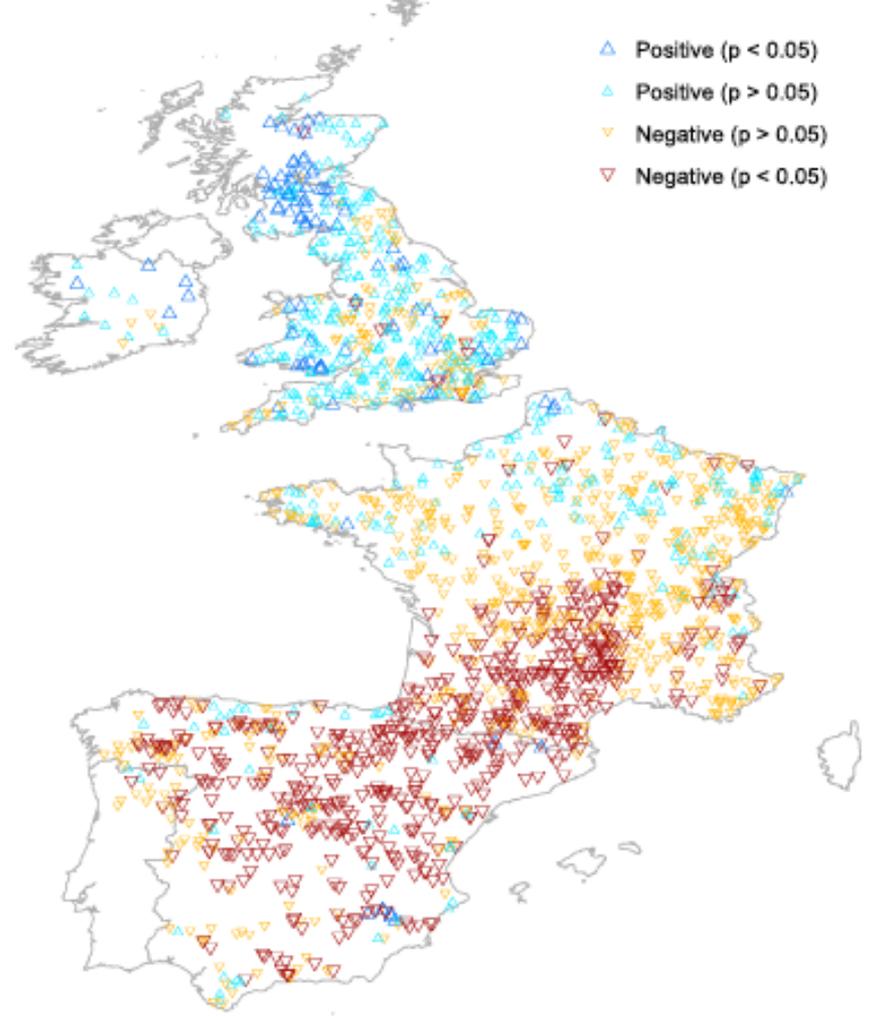
Annuel

Tendance des débits (1961-2012)

A) Magnitude of change (%)



B) Significance of the trend

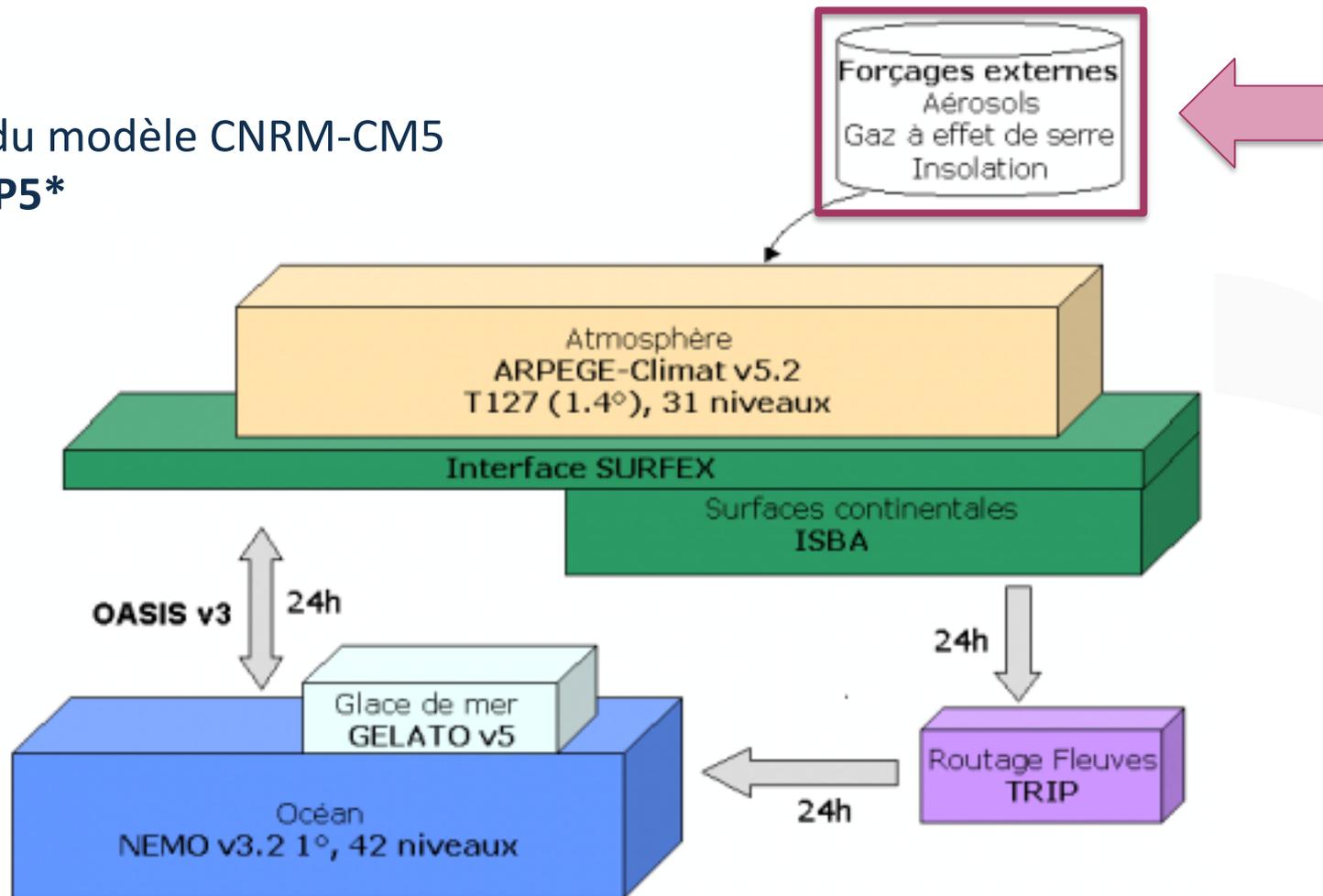


Vicente-Serrano et al. (2019)

Annuel

Projections (et compréhension!): modélisation

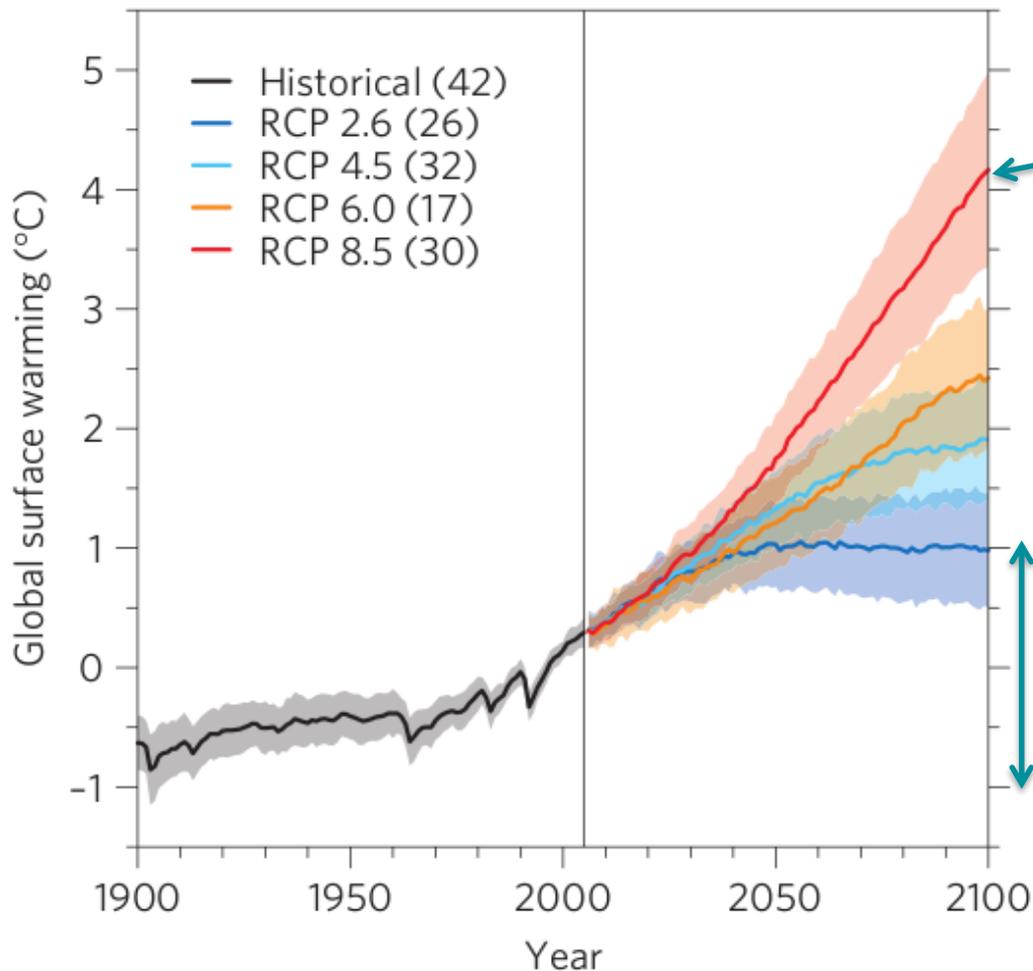
Exemple du modèle CNRM-CM5
pour **CMIP5***



* Coupled Model Intercomparison Project 5

Scénarios et réchauffement climatique

CMIP5 models, RCP scenarios



«High-end business-as-usual»

RCPXX: différents scénarios d'émissions
Pas de probabilité associée.

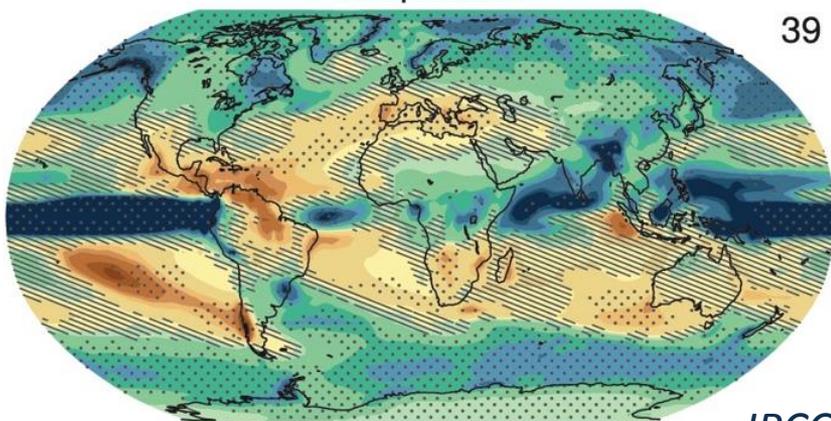
Proche des objectifs des Accords de Paris 2015

2°C

Knutti and Sedlacek 2012

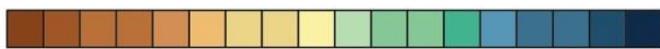
Moyennes multi-modèles et intervalles d'incertitudes
Réf: 1986-2005

Precipitation



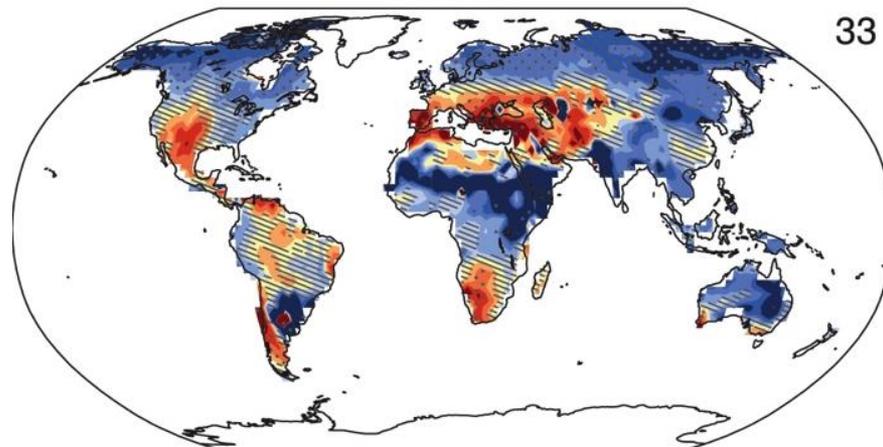
39

(mm day⁻¹)



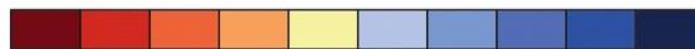
-0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8

Runoff



33

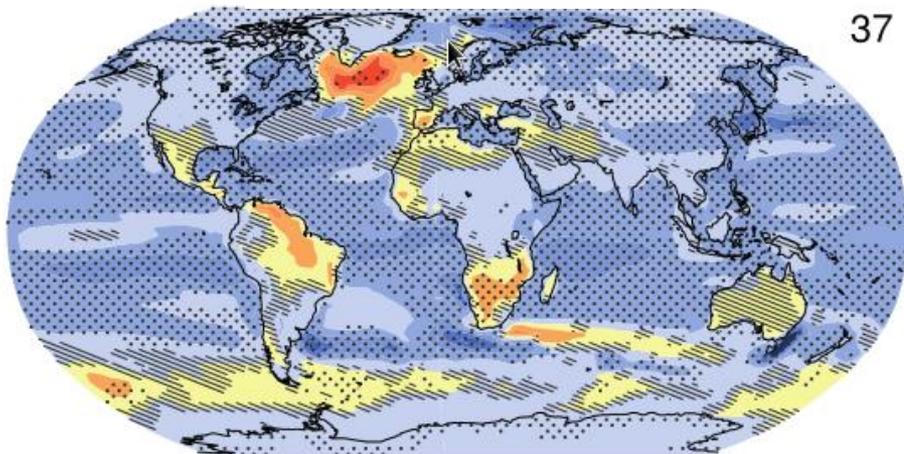
(%)



-40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40

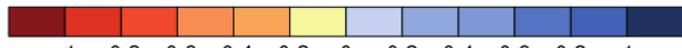
IPCC AR5 2013

Evapotranspiration



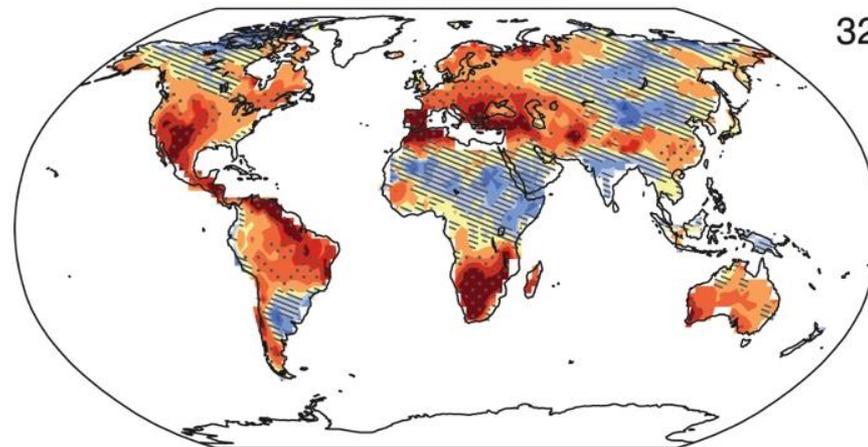
37

(mm day⁻¹)



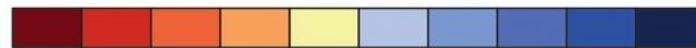
-1 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1

Soil moisture



32

(%)



-10 -7.5 -5 -2.5 0 2.5 5 7.5 10

Changements annuels
2081-2100 vs 1986-2005

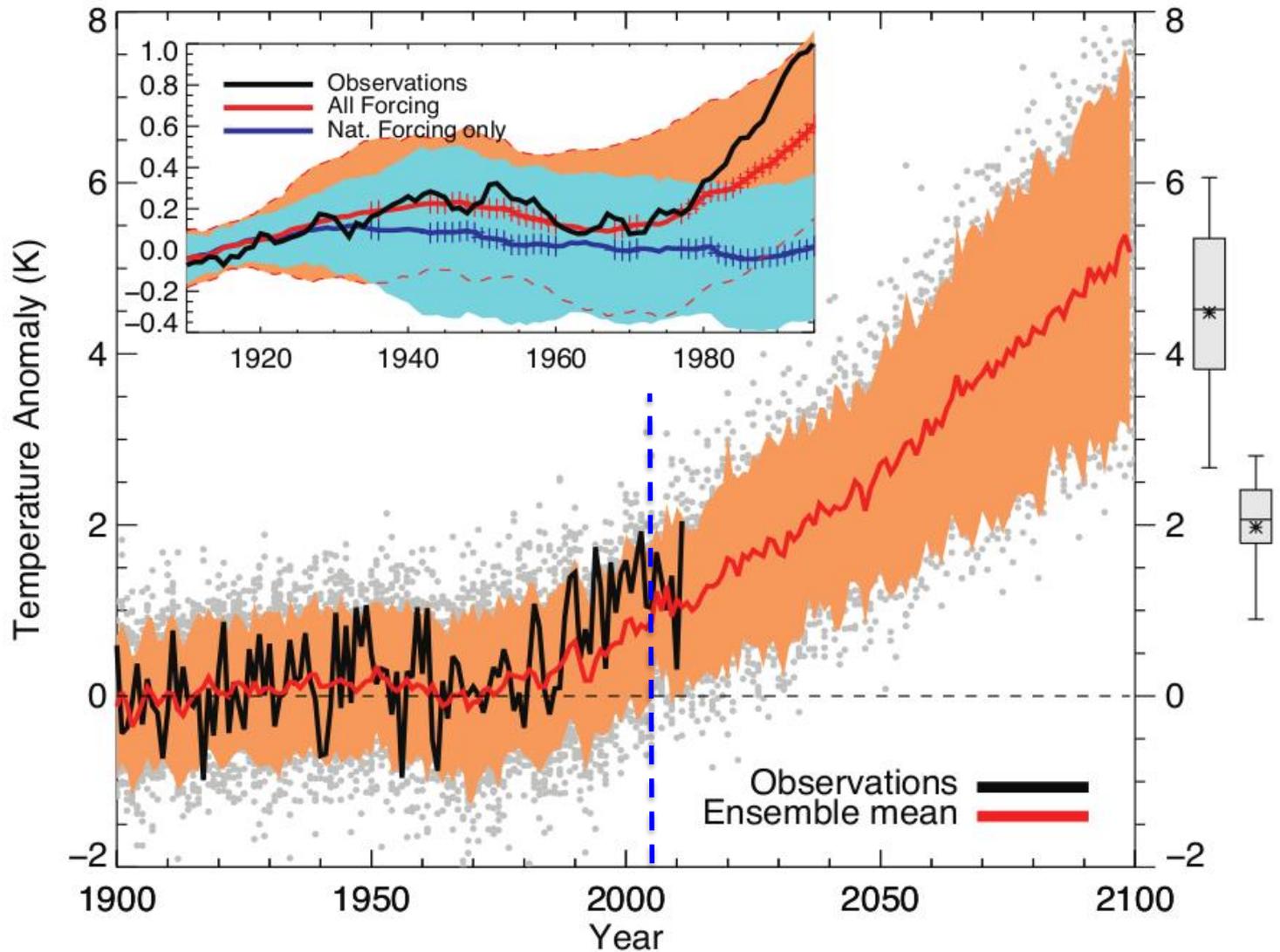
Points: changements forts avec accord des modèles
Hachures: changements faibles ou non accord des modèles

Température sur la France

Anomalies
annuelles
Réf: 1900-1929

Multi-modèle
CMIP5

RCP8.5 après
2005

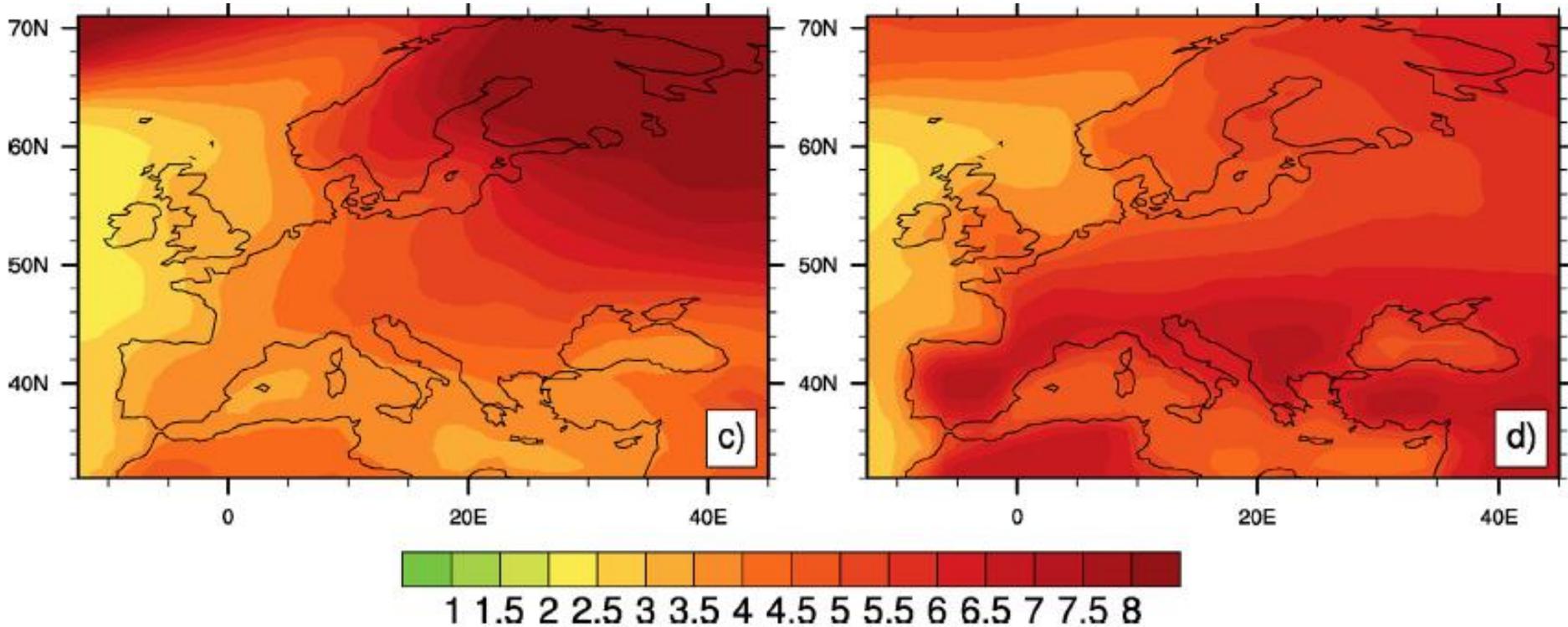


Terray et Boé 2013

Changement des températures

HIVER (DJF)

Eté (JJA)



2070-2099
vs
1900-1929

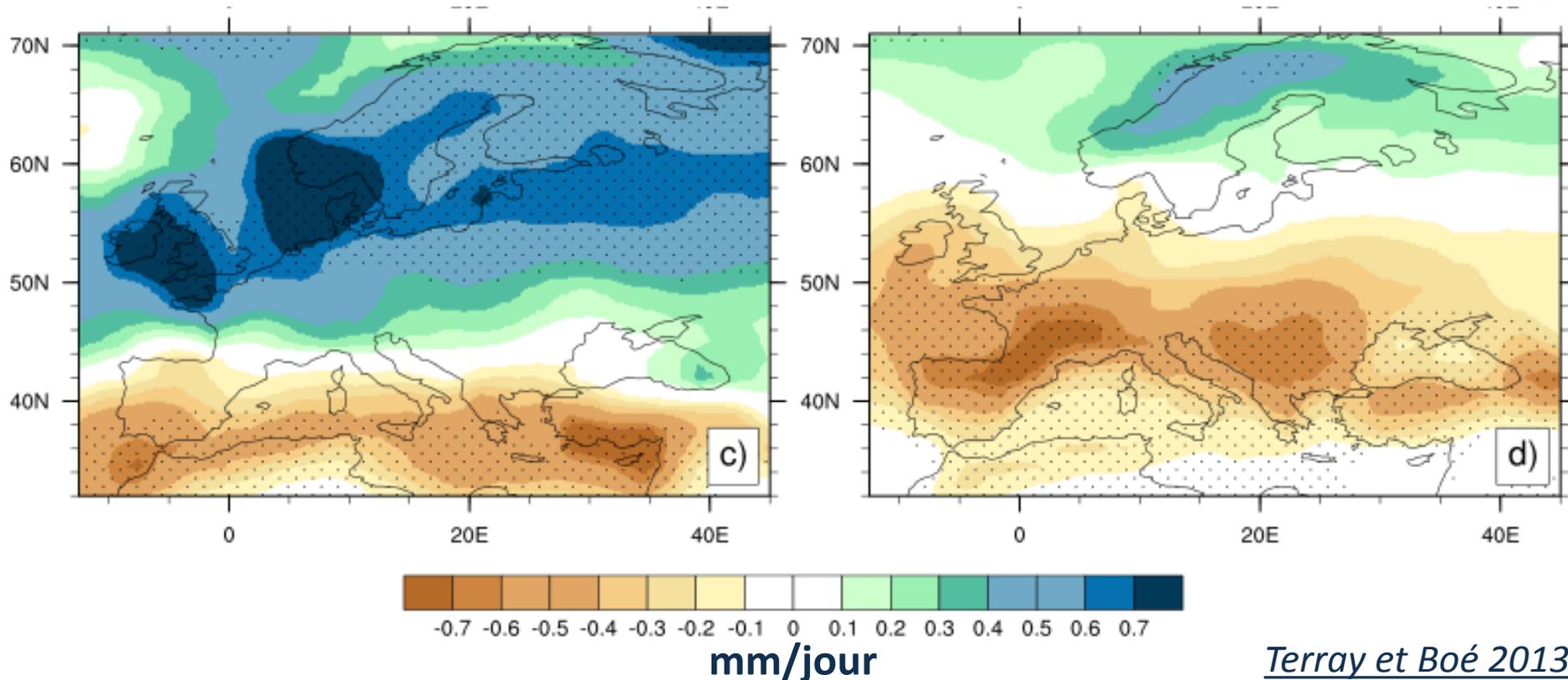
Terray et Boé 2013

Multi-modèle CMIP5
RCP8.5

Changement des précipitations

Hiver

Été



Terray et Boé 2013

2070-2099 vs 1900-1929

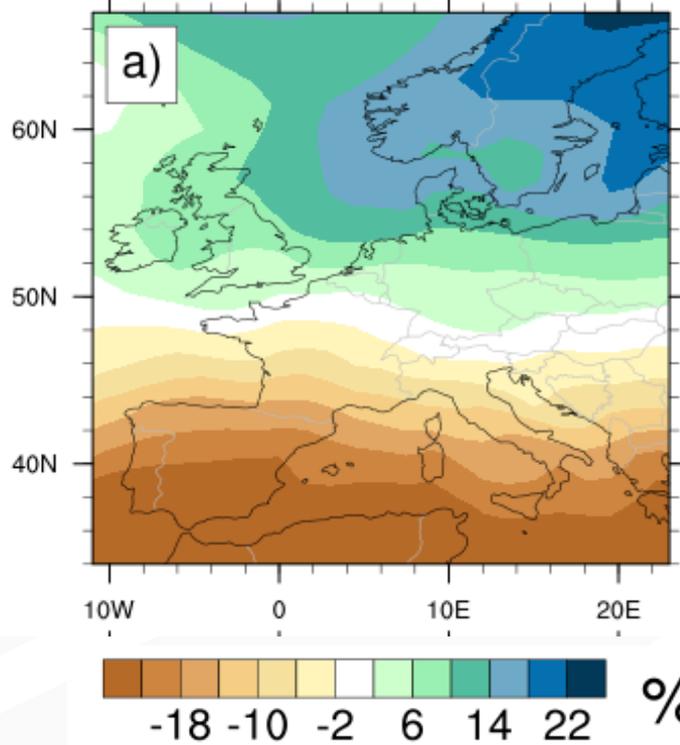
Multi-modèle CMIP5, scénario RCP85

Points: diminution ou augmentation supérieure à 20%

Moyenne annuelle

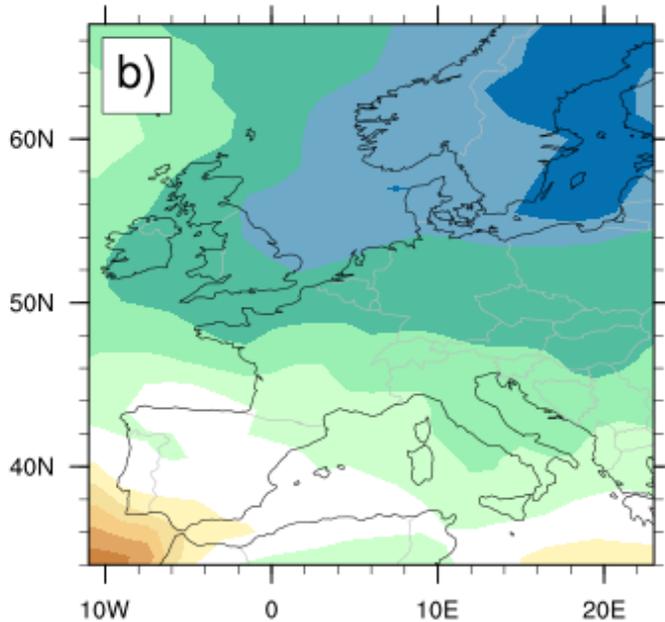
2070-2099 vs 1970-1990
RCP8.5
Multi-modèle CMIP5

Caractéristiques des précipitations

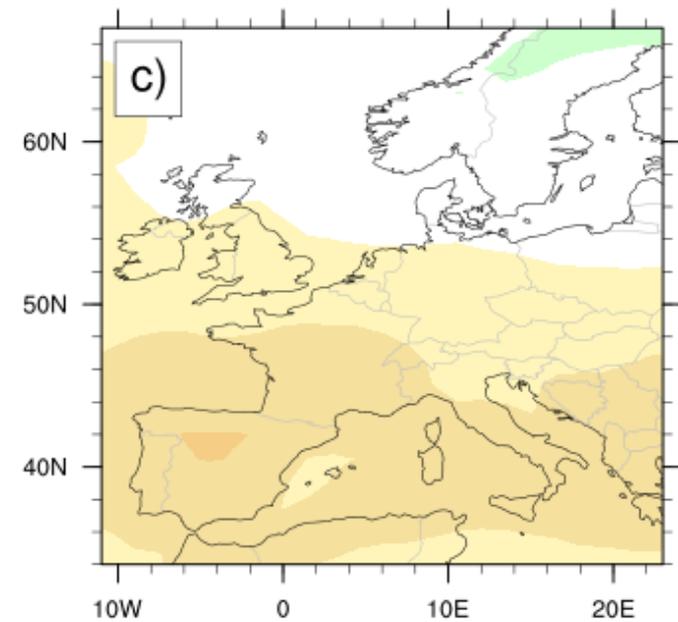


Intensité

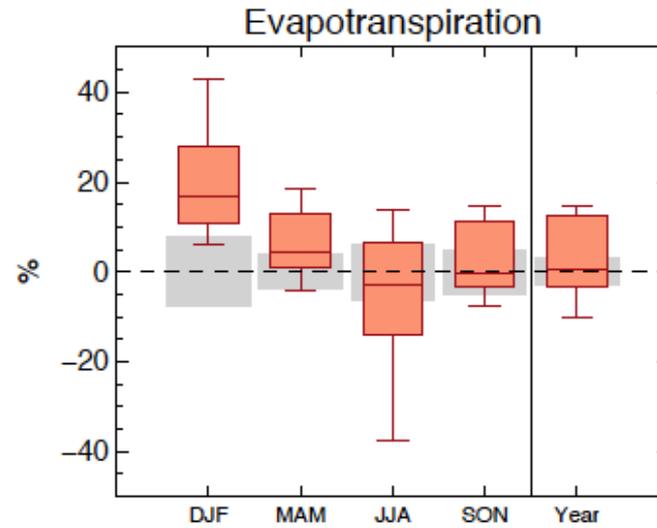
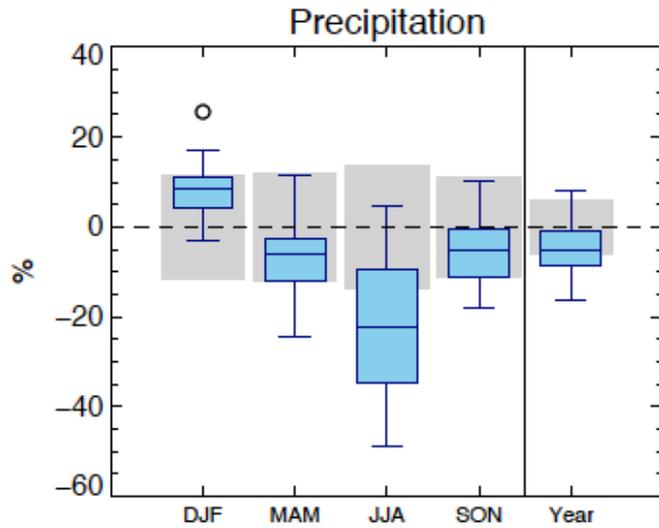
Fréquence



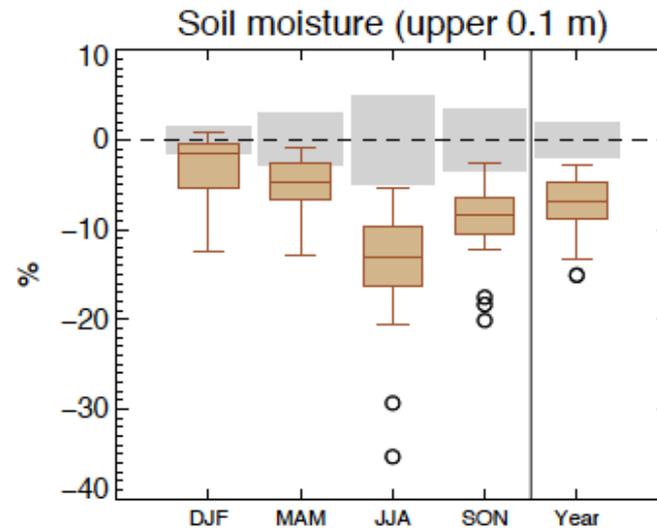
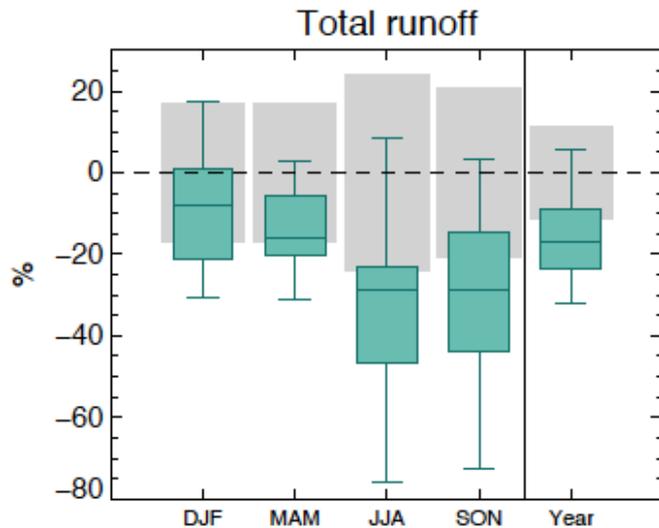
Boé 2019 (adapté)



Changements des principales variables du cycle hydrologique sur la France

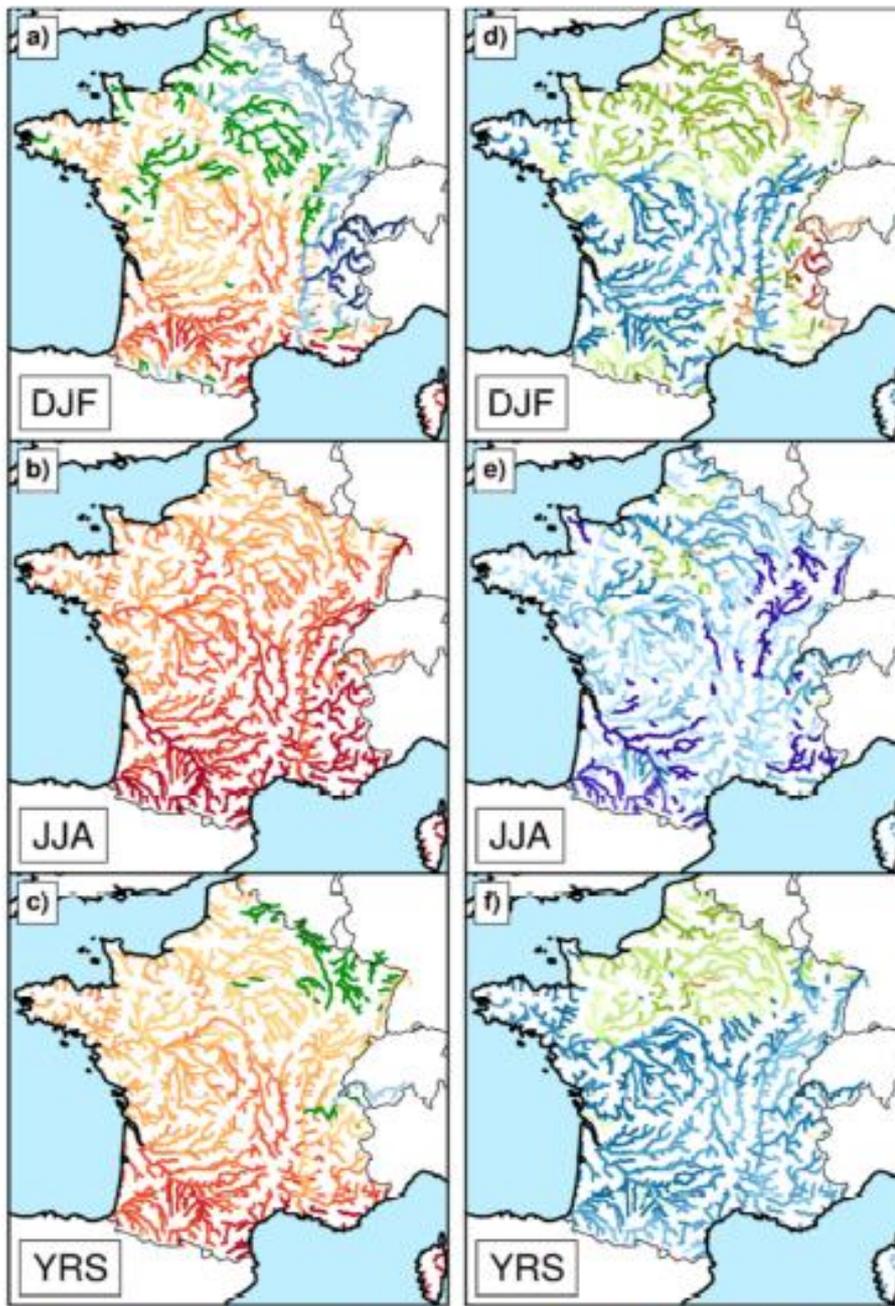


2070-2099
vs
1961-1990
RCP8.5
Multi-modèle
CMIP5



Boé 2019

Changement des débits et incertitudes RCP8.5 2070-2100 vs 1960-1990



Multiples modèles climatiques

CMIP5



Désagrégation statistique



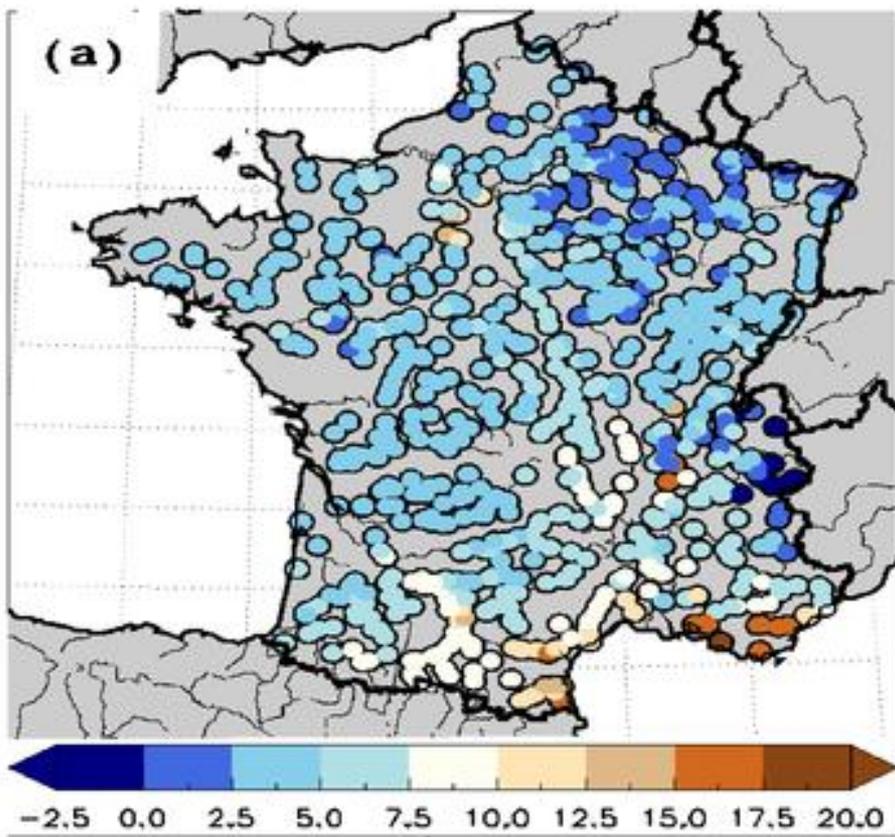
Modèle hydrogéologique

ISBA-MODCOU

Dayon et al. 2018



Sécheresses hydrologiques

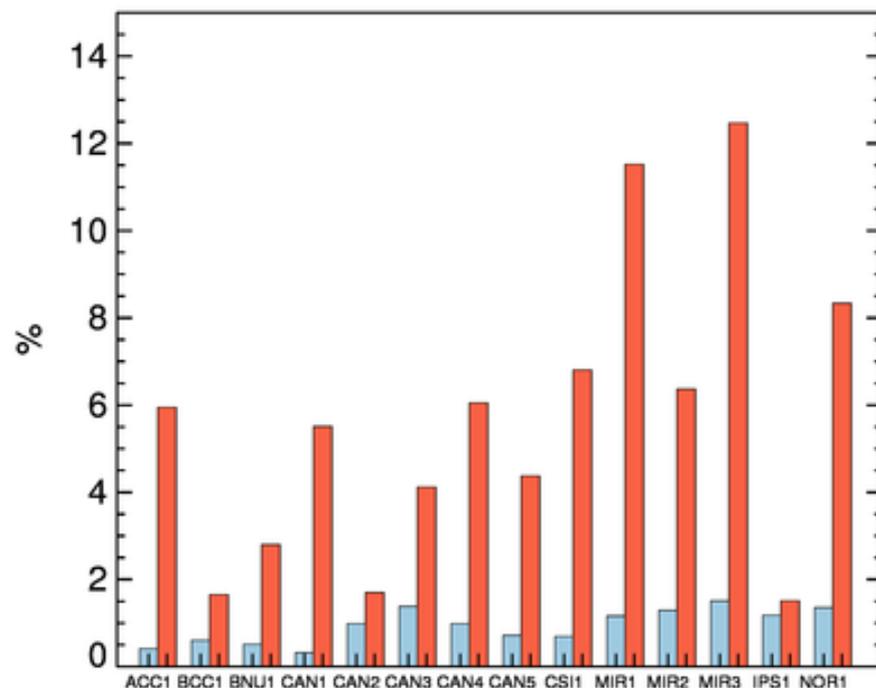


Changement du pourcentage de temps passé en sécheresse hydrologique 2031-2060 versus 1961-1990

RCP8.5

Boé et al. 2018

VCN3 5 ans

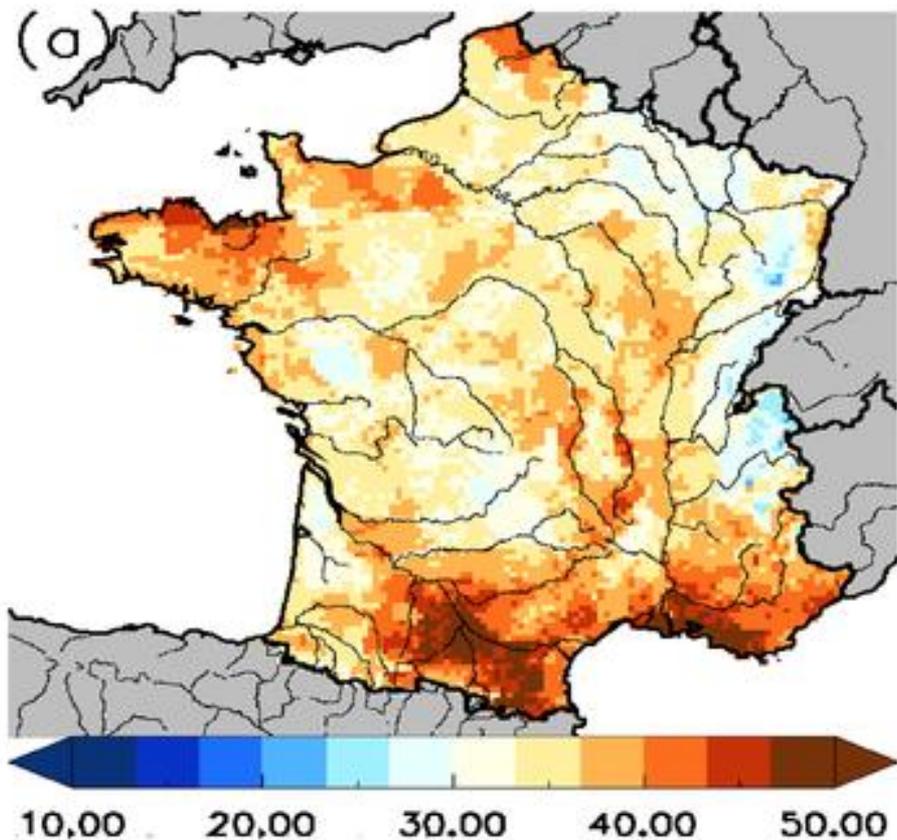


Pourcentage de temps passé en sécheresse hydrologique.

Seine

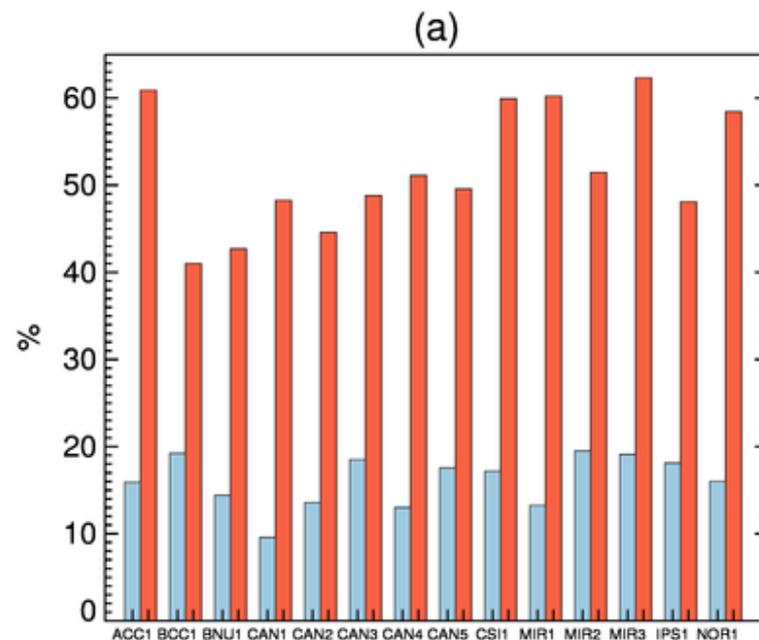
2031-2060 versus **1961-1990**

Sécheresses agricoles



Changement du pourcentage de temps passé en sécheresse agricole. 2031-2060 versus 1961-1990

Indice d'humidité des sols standardisé mensuel, 5^{ème} perc.



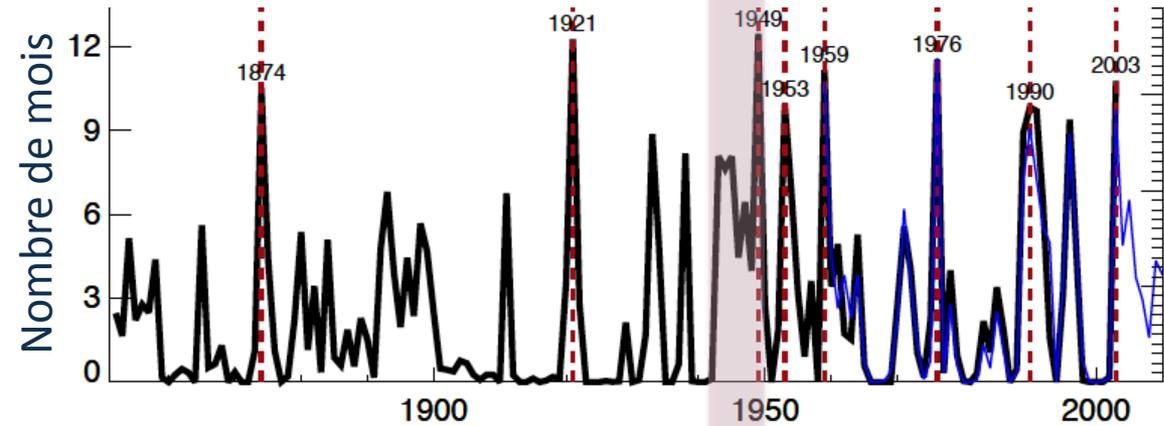
Pourcentage de temps passé en sécheresse agricole. Seine **2031-2060** versus **1961-1990**

RCP8.5

Boé et al. 2018

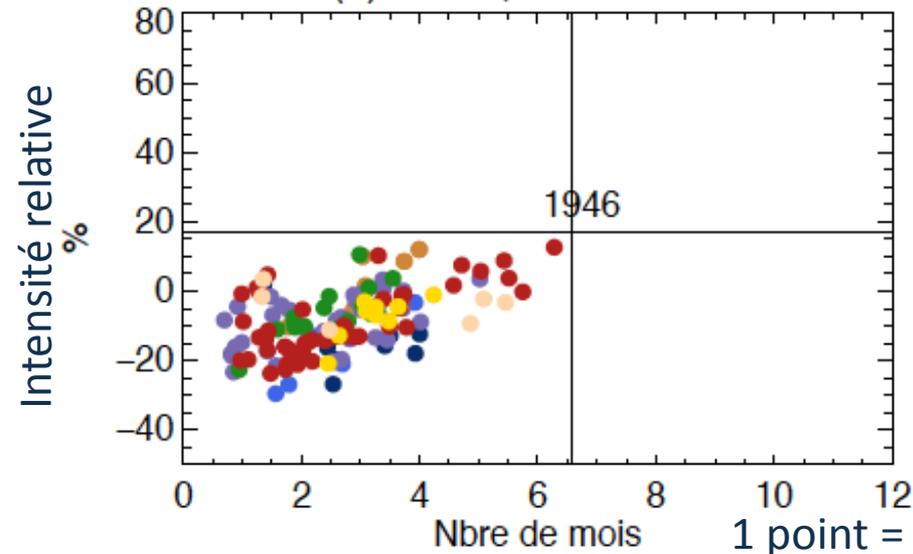
Sécheresses agricoles futures dans contexte passé. Bassin de la Seine

1944-1949

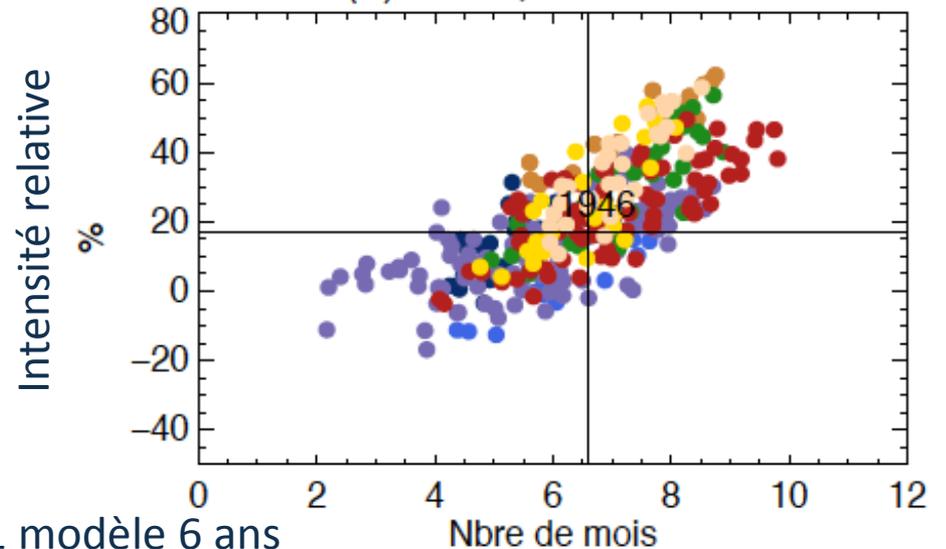


Thèse Rémy Bonnet

(c) 6 ans, 1961–1990



(d) 6 ans, 2031–2060 RCP8.5



Conclusions

Pour un scénario du « laisser faire »:

- La France est une région avec des changements hydrologiques particulièrement sévères
- Le bassin de la Seine est en général un peu moins touché par rapport au sud de la France...
- ...mais des changements hydrologiques importants y sont quand même attendus.
- L'assèchement des sols et les sécheresses sont particulièrement préoccupants
- Bien sur, tout cela reste largement évitable en réduisant les émissions de GES

Merci de votre attention



Merci aux collègues de Météo-France et MINES-Paristech

Quelques références

Boé, J. Du début de la période industrielle à la fin du 21ème siècle: 250 ans de variations climatiques et hydrologiques sur la France. HDR. CNRS-CERFACS, Université de Toulouse. (2019)

Dayon, G., Boé, J., Martin, E. and Gailhard, J. (2018) Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties, Comptes Rendus Geoscience, 350 (4), pp. 141-153

Terray, L. and Boé, J. (2013) Quantifying 21st-century France climate change and related uncertainties, Comptes Rendus Geoscience, 345 (3), pp. 136-149

IPCC AR5: Collins, M. et al.: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of WGI to IPCC-AR5