

# LES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DE LA SÉCHERESSE

DROUGHT AND ITS SOCIO-ECONOMIC IMPACTS





## **SESSION 1 - SÉCHERESSE DES SOLS**

### KEYNOTE 1



**Jean-Christophe CALVET**  
CNRS/Météo-France

# Sécheresse des sols : ses effets dans un climat qui change

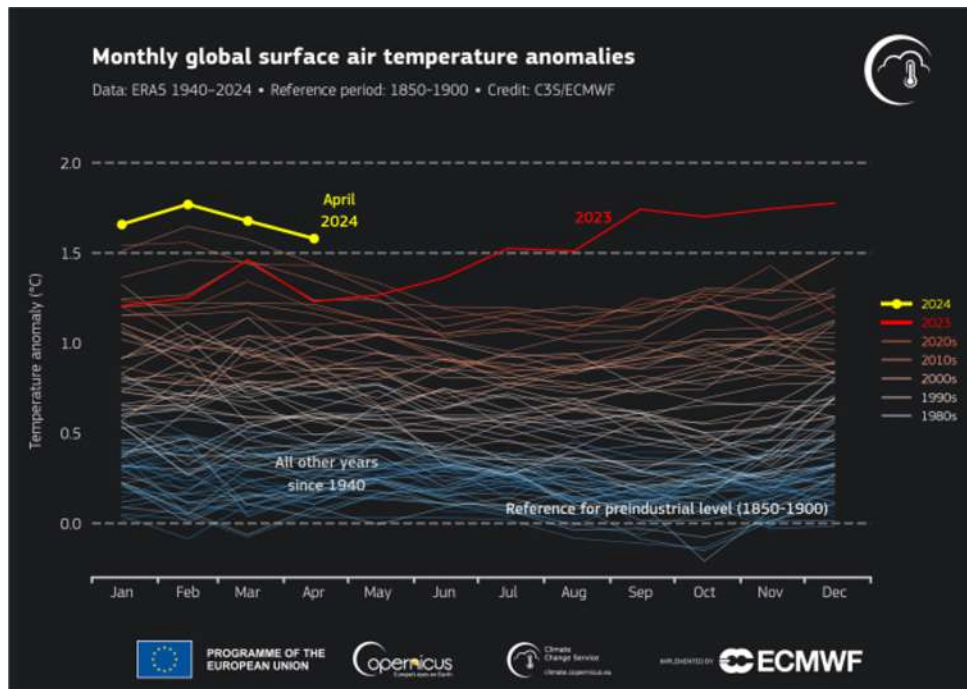
Jean-Christophe Calvet

avec des contributions de Jean-Michel Soubeyroux et Sophie Barthélémy



## Concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère : 420 ppm aujourd'hui

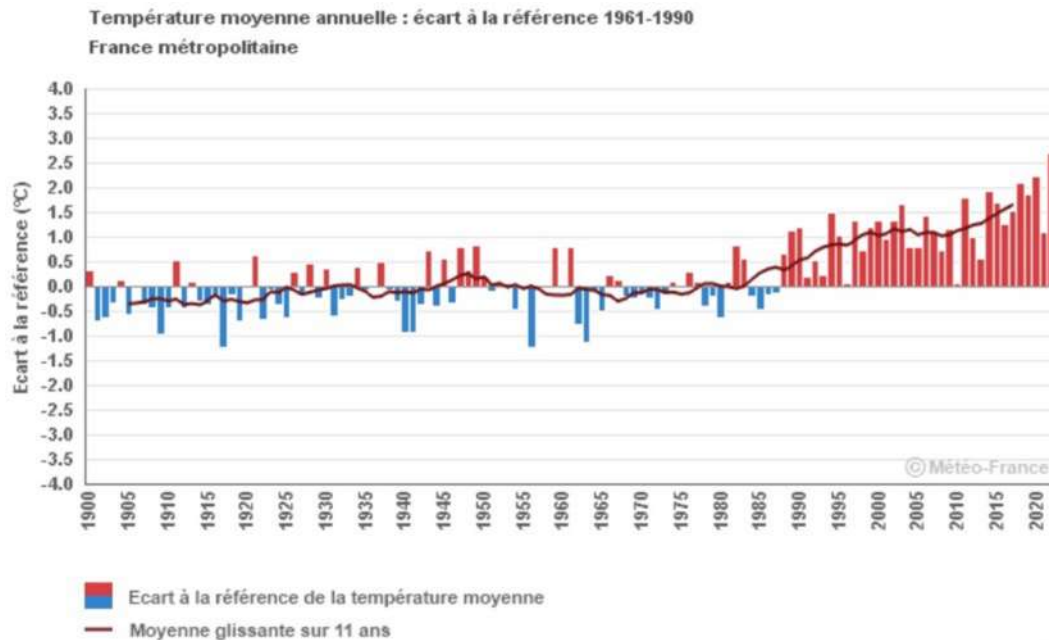
- Les impacts sont déjà fortement perceptibles



<https://www.copernicus.eu/fr/node/55577>

## Concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère : 420 ppm aujourd'hui

- Les impacts sont déjà fortement perceptibles
- Comment agir ?
  - limiter les émissions de gaz à effet de serre



Mesure in situ  
(sondes)



Depuis l'espace  
(télédéttection micro-ondes)



SMOS

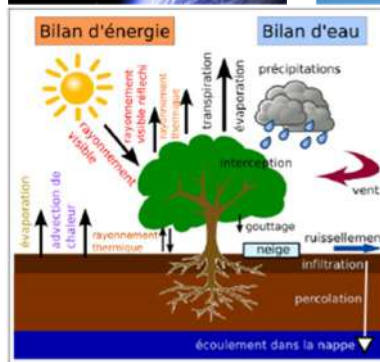


ASCAT



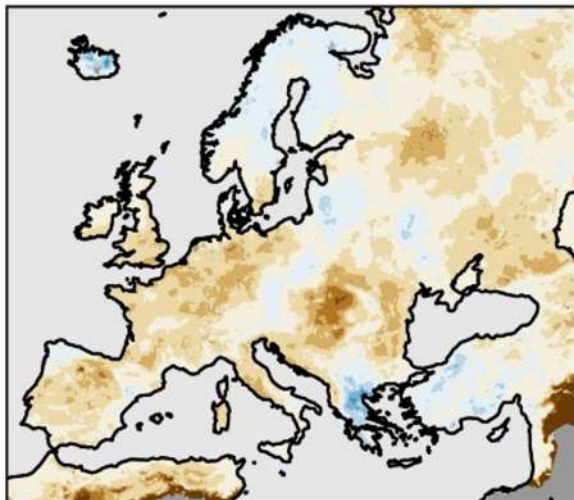
Sentinel-1

Modélisation  
(par exemple le  
modèle ISBA  
de Météo-France)

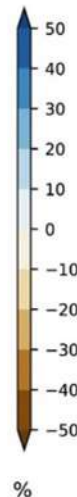
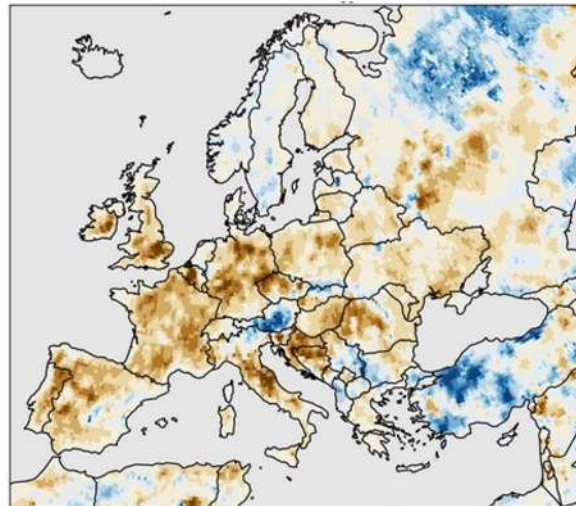


## Anomalies en Europe durant l'été 2022

Modèle (ERA5-Land)



Téledétection micro-ondes

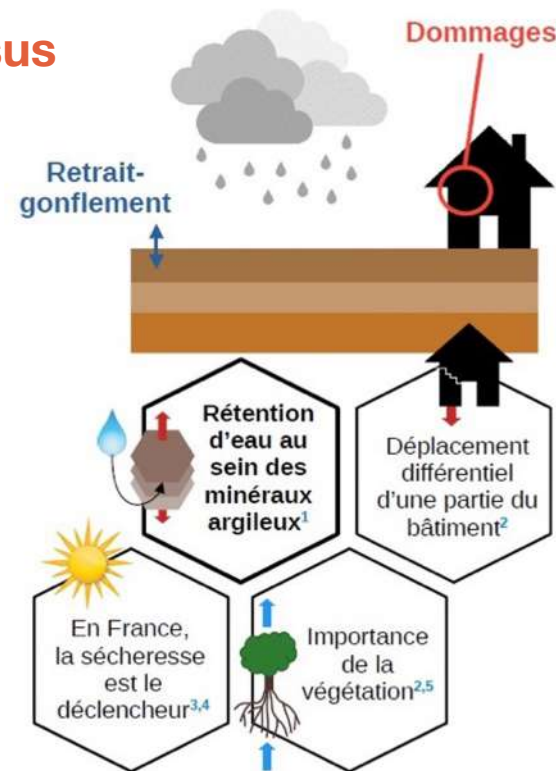
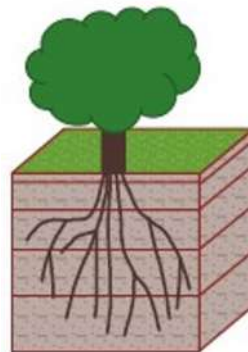


période de référence  
1991-2020

<https://climate.copernicus.eu/esotc/2022/soil-moisture>

## L'humidité du sol est au centre de multiples processus

- Végétation (biomasse, photosynthèse)
  - Stress hydrique, évapotranspiration, stockage et déstockage de carbone
  - Besoin en eau d'irrigation
- Retrait-gonflement des argiles
- Energie
  - Conductivité thermique, température du sol, albédo de surface
- Hydrologie
  - Ruissellement et drainage des précipitations vers les rivières.

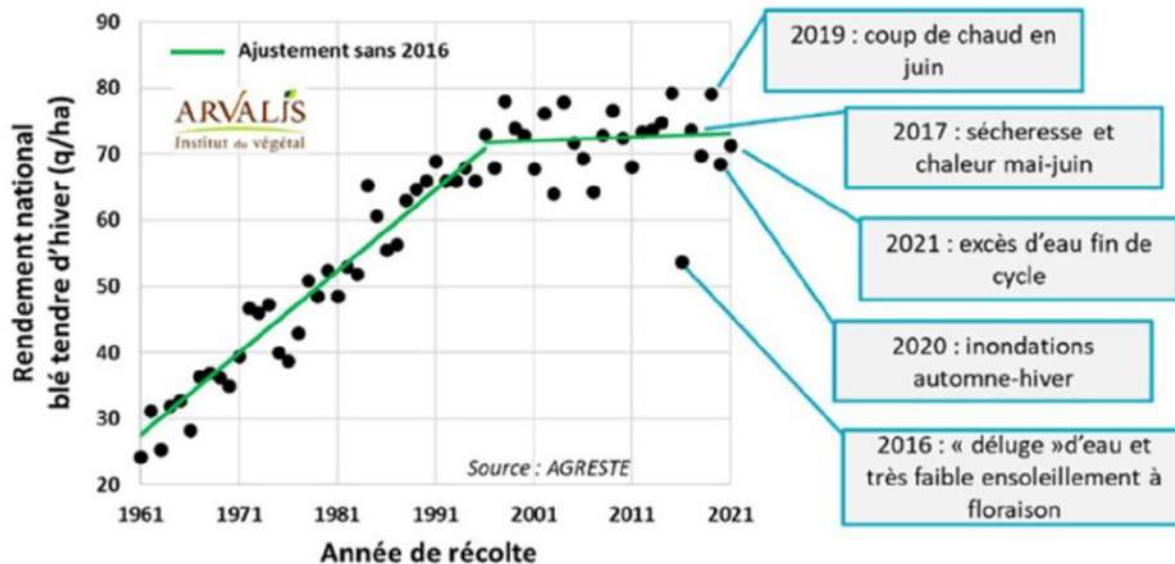




## Stagnation et variabilité accrue du rendement du blé tendre d'hiver

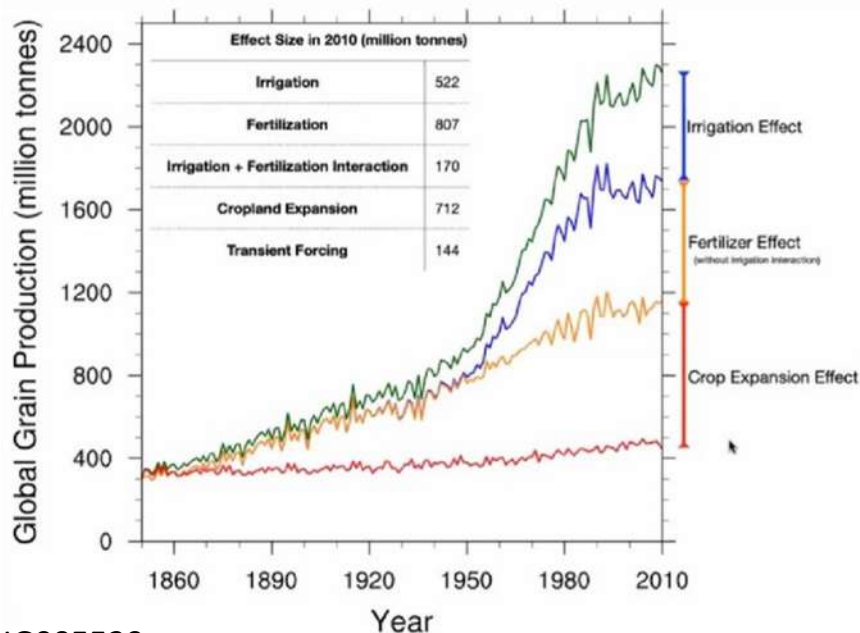
- Sécheresses et excès d'eau en France métropolitaine

Arvalis 2021,  
<https://www.arvalis.fr/infos-techniques/changement-climatique-les-levers-dadaptation-pour-les-cereales-paille>



## Stagnation des rendements en grain à l'échelle mondiale

- Le déficit hydrique des sols devient un facteur limitant de la production agricole mondiale
- L'irrigation permet d'accroître encore (un peu) la production de grain



Lombardozi et al. 2020, <https://doi.org/10.1029/2019JG005529>

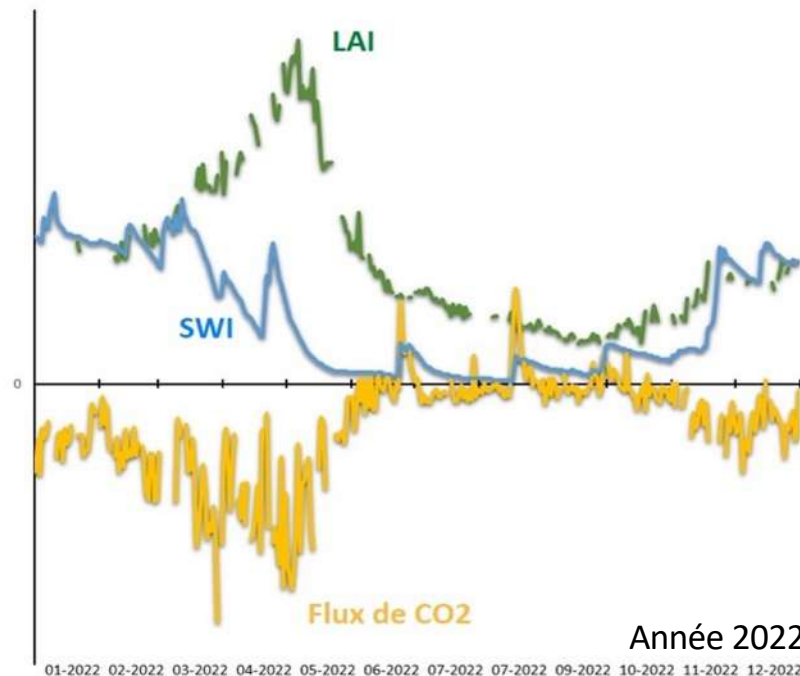
## Végétation (biomasse, photosynthèse) et stress hydrique

- Evapotranspiration, stockage et déstockage de carbone

Meteopole-Flux, Toulouse



- **Indice de surface foliaire**  
croissance au printemps puis sénescence
- **Indice d'humidité du sol**  
assèchement causé par l'évapotranspiration
- **Flux de CO<sub>2</sub> (à midi)**  
fortes émissions en été après une pluie



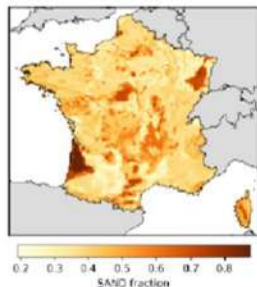
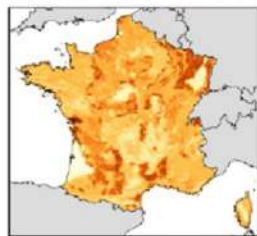
Année 2022



## Indicateur pour la caractérisation des sécheresses

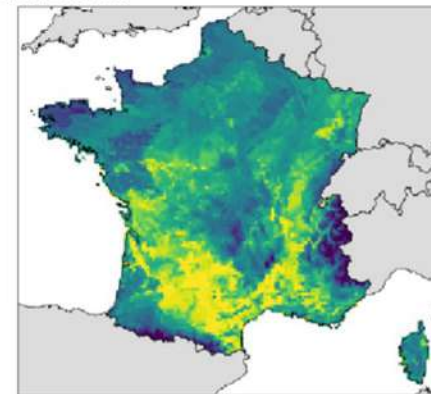
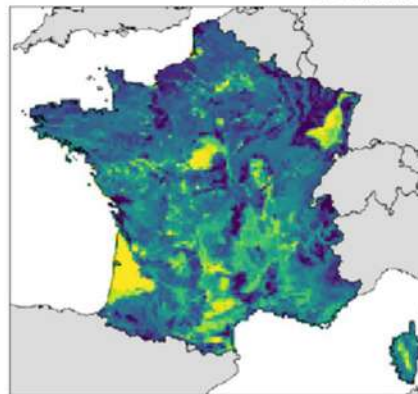
- Fraction de réservoir en eau utilisable du sol
- par couche de sol
- par type de végétation

### → Soil Wetness Index (SWI)



$$SWI = \frac{WG - W_{wilt}}{W_{fc} - W_{wilt}} \quad W_{fc}, W_{wilt} = f(\% \text{ sand}, \% \text{ clay})$$

ISBA patch 4, 16/08/2022, 10h

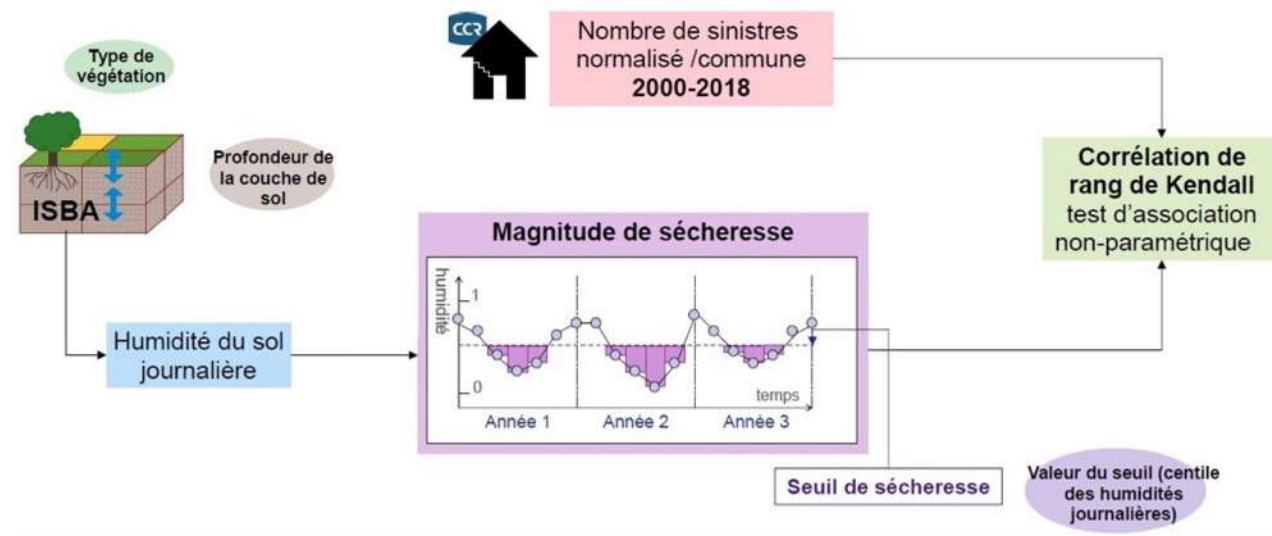


Barthelemy et al. 2024, <https://doi.org/10.5194/nhess-24-999-2024>

# Retrait-gonflement des argiles (RGA)

## Indicateur annuel de sécheresse pour le RGA

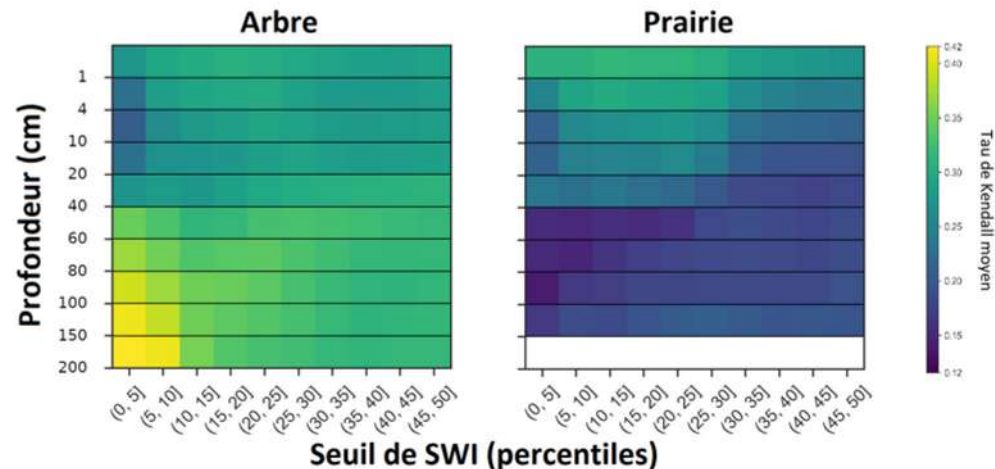
- Magnitude de sécheresse
- Type de végétation, couche de sol et seuil de SWI établis par comparaison avec les sinistres



Barthelemy et al. 2024, <https://doi.org/10.5194/nhess-24-999-2024>

## Indicateur annuel de sécheresse pour le RGA

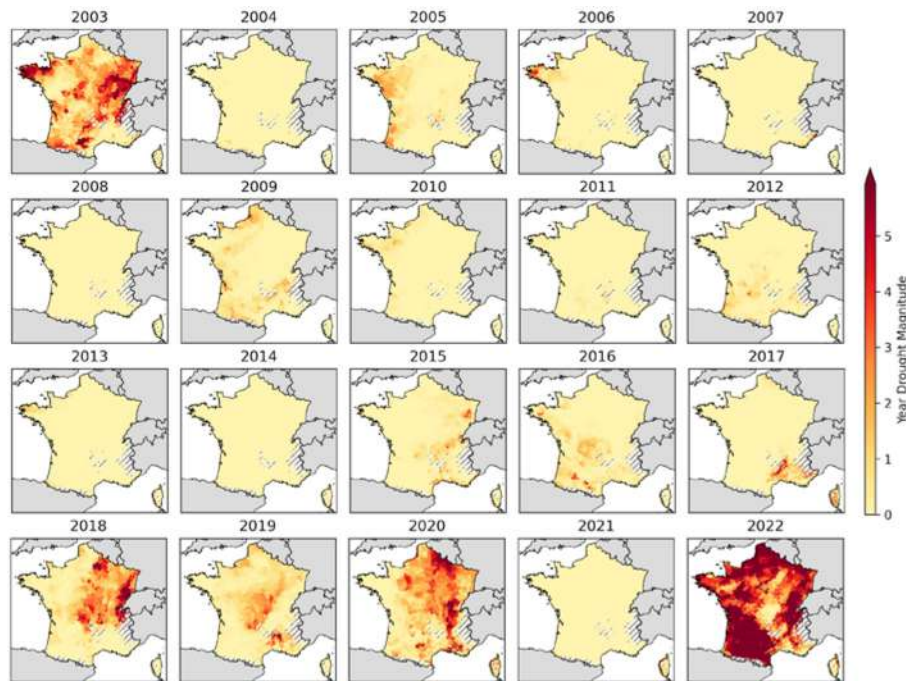
- Arbres feuillus décidus,  
Couche de sol 0,8 – 1,0 m,  
Forte sécheresse pour  
 $SWI < 0,37$  en moyenne



Barthelemy et al. 2024

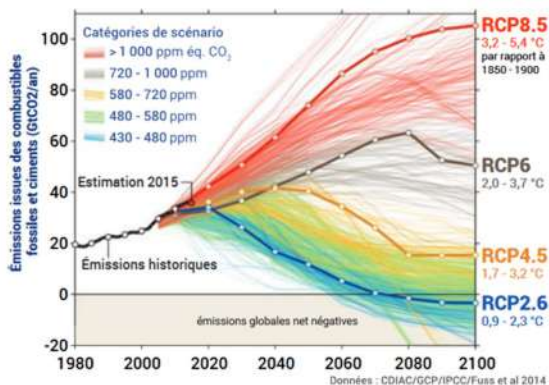
## Indicateur annuel de sécheresse pour le RGA

- Magnitude de sécheresse 2003-2022
- Arbres feuillus décidus,  
Couche de sol 0,8 – 1,0 m,  
Forte sécheresse pour  
 $SWI < 0,37$  en moyenne

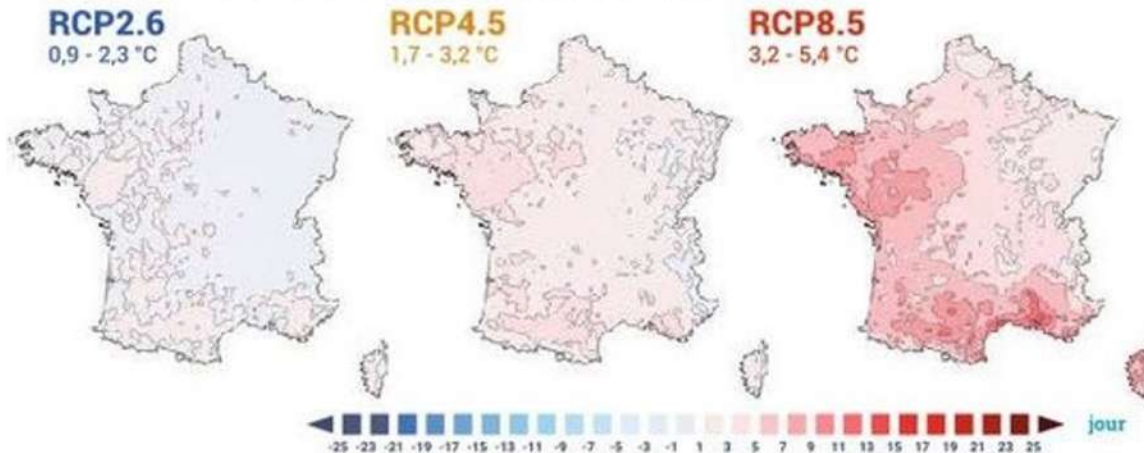


Barthelemy et al. 2024

## Nombre de jours secs consécutifs en été à l'horizon 2100



Cartes des écarts du nombre de jours secs consécutifs en été à l'horizon fin de siècle pour les trois RCP (médiane de l'ensemble multi-modèles)

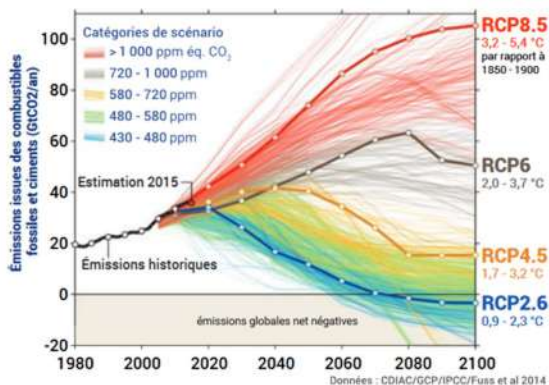


Sources : Météo-France, IPSL, Cerfacs - Infographie DDM - Philippe Rioux



## Nombre de jours secs consécutifs en été à l'horizon 2100

Cartes des écarts du 5<sup>ème</sup> centile du SWI en saison d'été à l'horizon fin de siècle pour les trois RCP (médiane de l'ensemble multi-modèles)

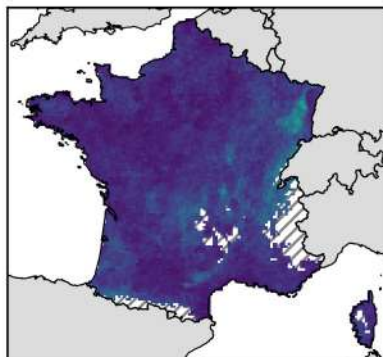


## Indicateur annuel de sécheresse pour le RGA

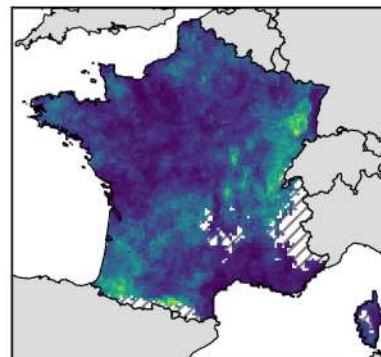
- Arbres feuillus  
décidus
- Horizon 2050

RCP8.5  
3,2 - 5,4 °C

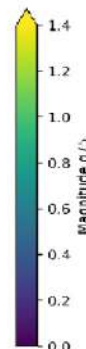
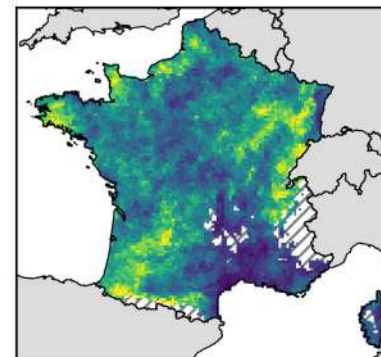
2006-2025



2026-2045

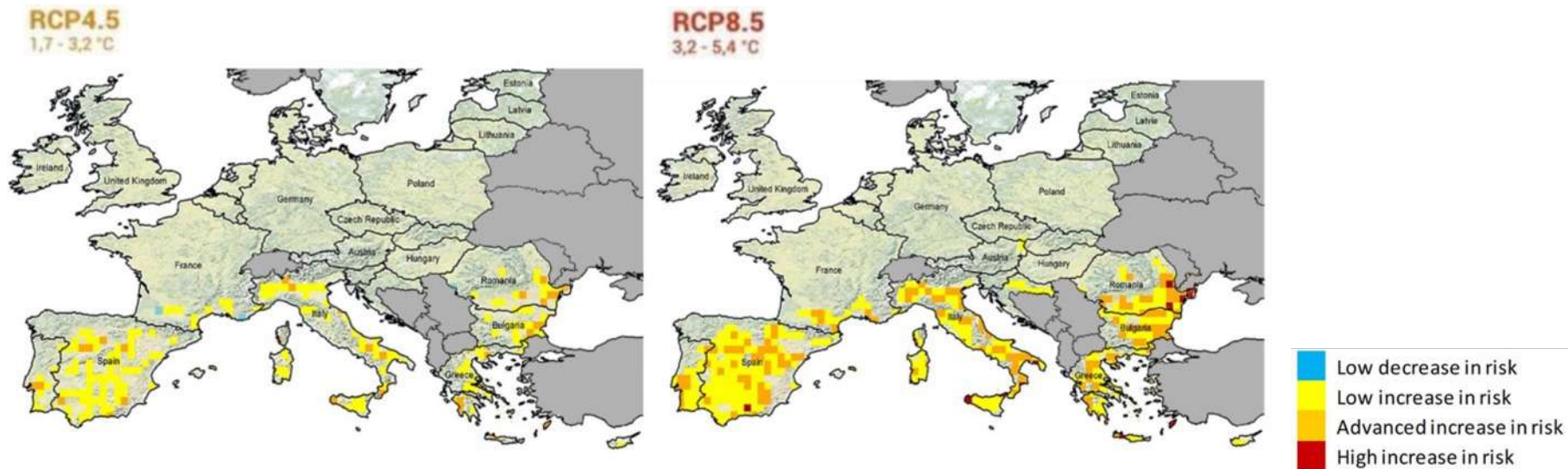


2046-2065



Barthelemy et al. 2024

## Vers une désertification du sud de l'Europe à l'horizon 2100 ?



[https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18\\_33/SR\\_DESERTIFICATION\\_EN.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_33/SR_DESERTIFICATION_EN.pdf)

## Indicateur de sécheresse des sols

- SWI et magnitude annuelle basée sur le SWI
- Applicable au RGA, au suivi des ressources en eau, danger de feu de forêt, etc.

## Végétation (biomasse, photosynthèse) et stress hydrique

- La végétation contrôle l'humidité du sol (évapotranspiration, profondeur des racines, etc.)

## Liens utiles

- CLIMAT-HD (<https://meteofrance.com/climathd>)
- DRIAS – les futurs du climat (<https://www.drias-climat.fr/>)
- DRIAS – les futurs de l'eau (<https://www.drias-eau.fr/>)



**MERCI !**  
**THANK YOU!**

