

# ➤ Agriculture & changement climatique

Synthèses

## AGRICULTURE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Impacts, adaptation et atténuation

P. Debaeke, N. Graveline, B. Lacor, S. Pellerin,  
D. Renaudeau et É. Sauquet, coord.



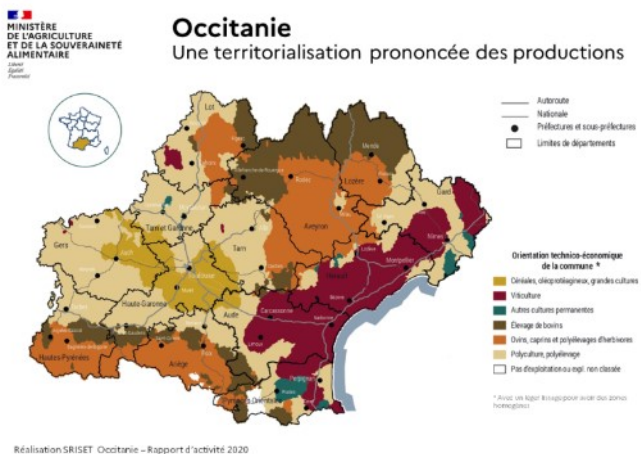
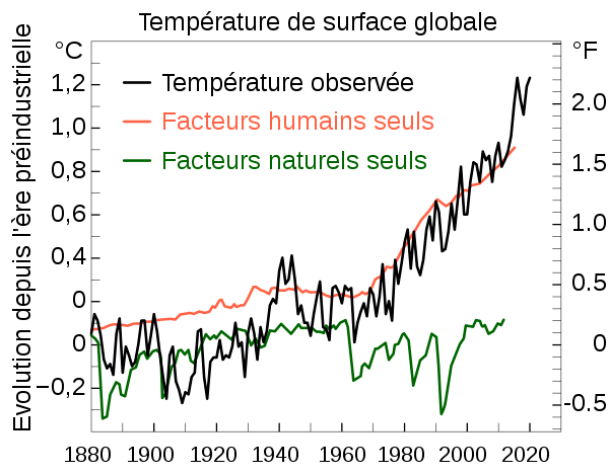
éditions  
Quæ

- ☐ L'agriculture **contribue** au réchauffement climatique
- ☐ L'agriculture peut et doit mettre en œuvre des solutions pour **atténuer** les émissions de gaz à effet de serre (moyen/long terme) et **stocker** du carbone.
- ☐ L'agriculture est **impactée** par le changement climatique
- ☐ L'agriculture peut et doit **s'adapter** au changement climatique (court/moyen terme)

Philippe Debaeke – INRAE Toulouse

INRAE

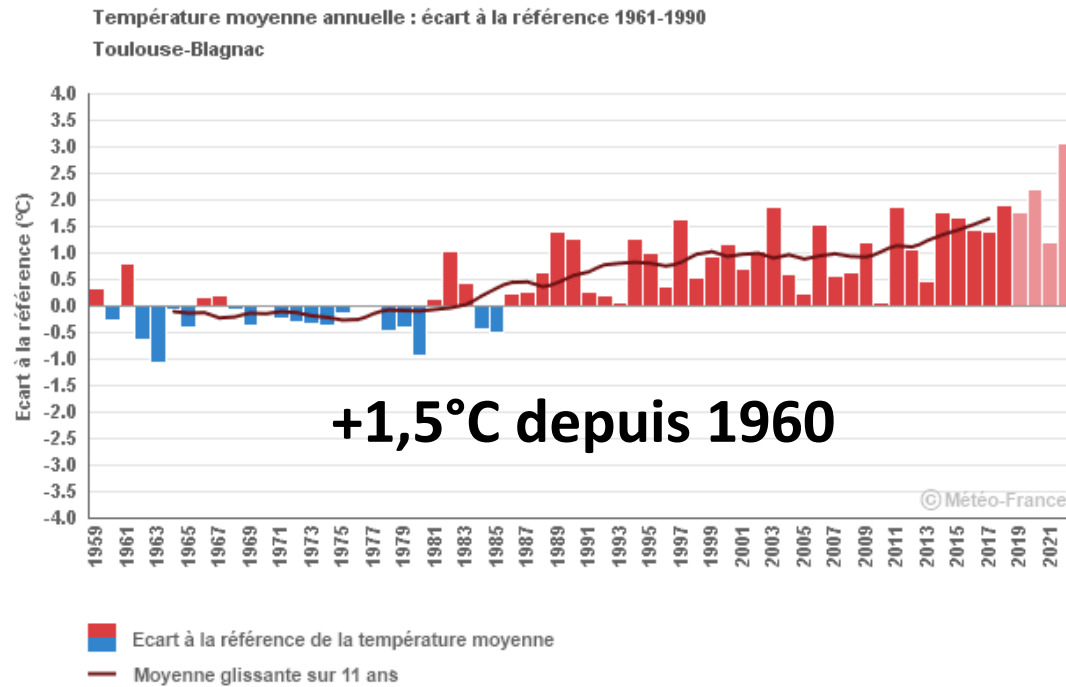
## ➤ Impacts du changement climatique sur l'agriculture en Occitanie



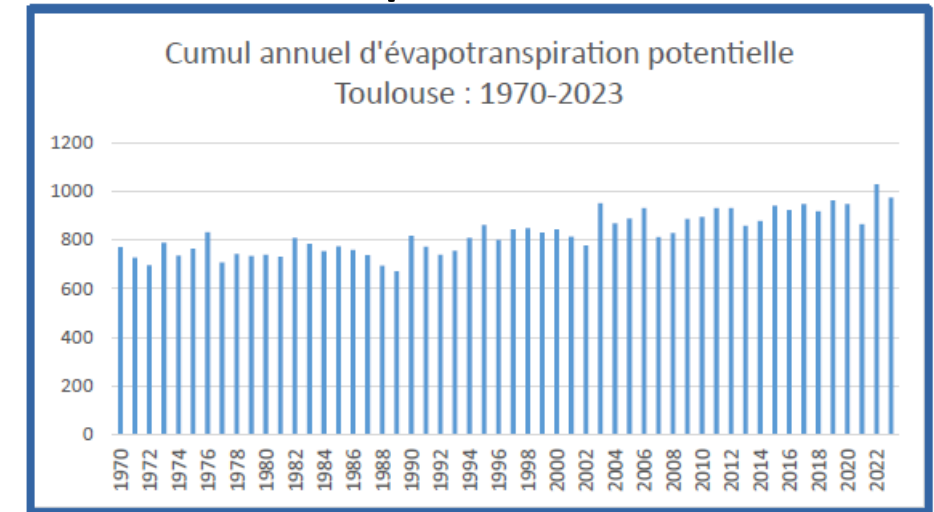
- Evolution du climat en Occitanie
- Méthodes d'étude des impacts
- Impacts observés sur les cultures
- Leviers d'adaptations en grande culture
- Pistes pour la recherche

## ➤ Ce que disent les observations du climat en Occitanie (source : Météo-France)

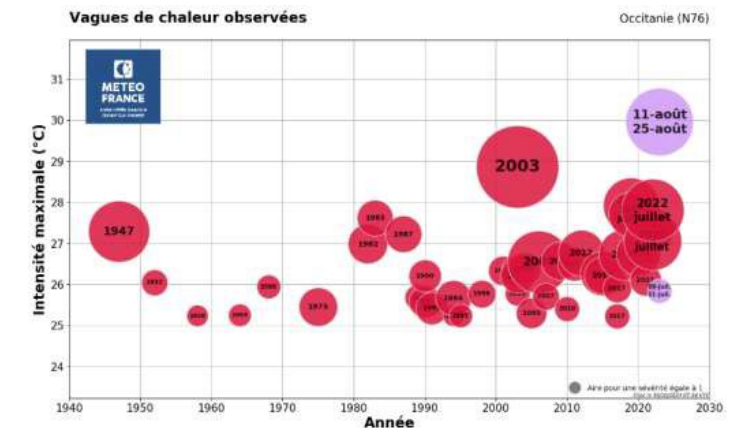
- Températures et évaporation en hausse, vagues de chaleur et canicules plus fréquentes et intenses



**ETP : +25% depuis les années 1970**



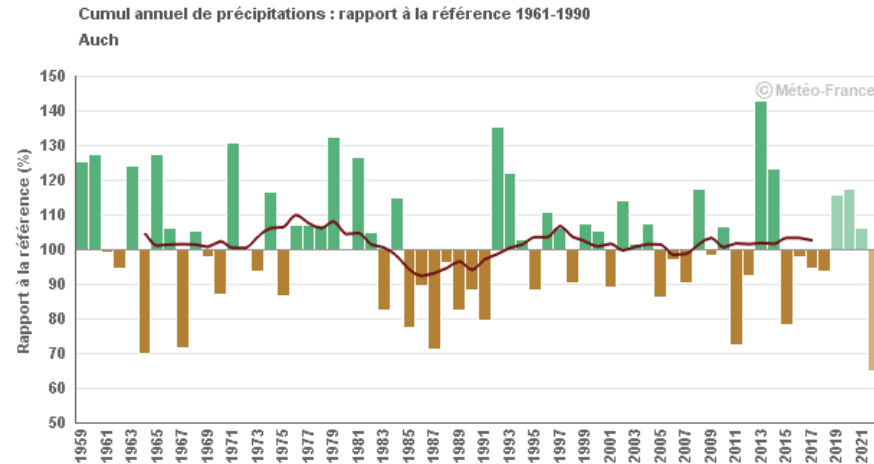
**Vagues de chaleur  
(x 4) depuis 2000**



45 épisodes identifiés de 1947 à 2023  
9 vagues ont démarré au mois de juin  
21 vagues ont démarré au mois de juillet  
15 vagues ont démarré au mois de août

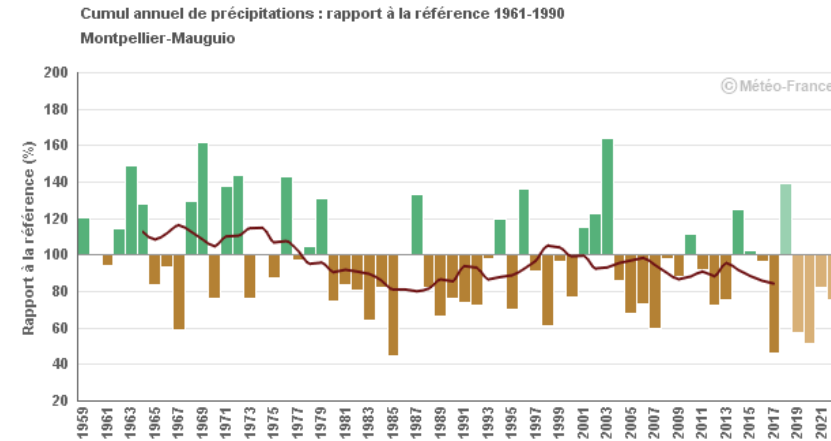
# ➤ Ce que disent les observations du climat en Occitanie (source : Météo-France)

- Cumul annuel (et saisonnier) de pluie : stable (ex. Auch) ou en baisse (ex. Montpellier)



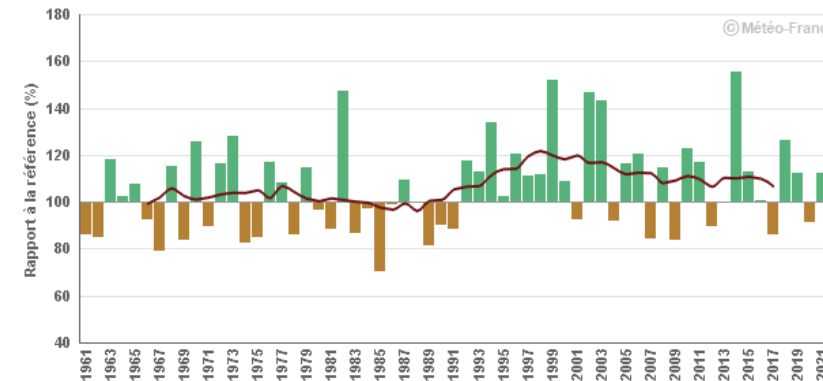
Auch (32)

Rapport à la référence du cumul de précipitations  
Moyenne glissante sur 11 ans



Montpellier (34)

Intensité des pluies extrêmes en région méditerranéenne  
Sur un réseau de référence (de 80 stations) pour le suivi des pluies extrêmes



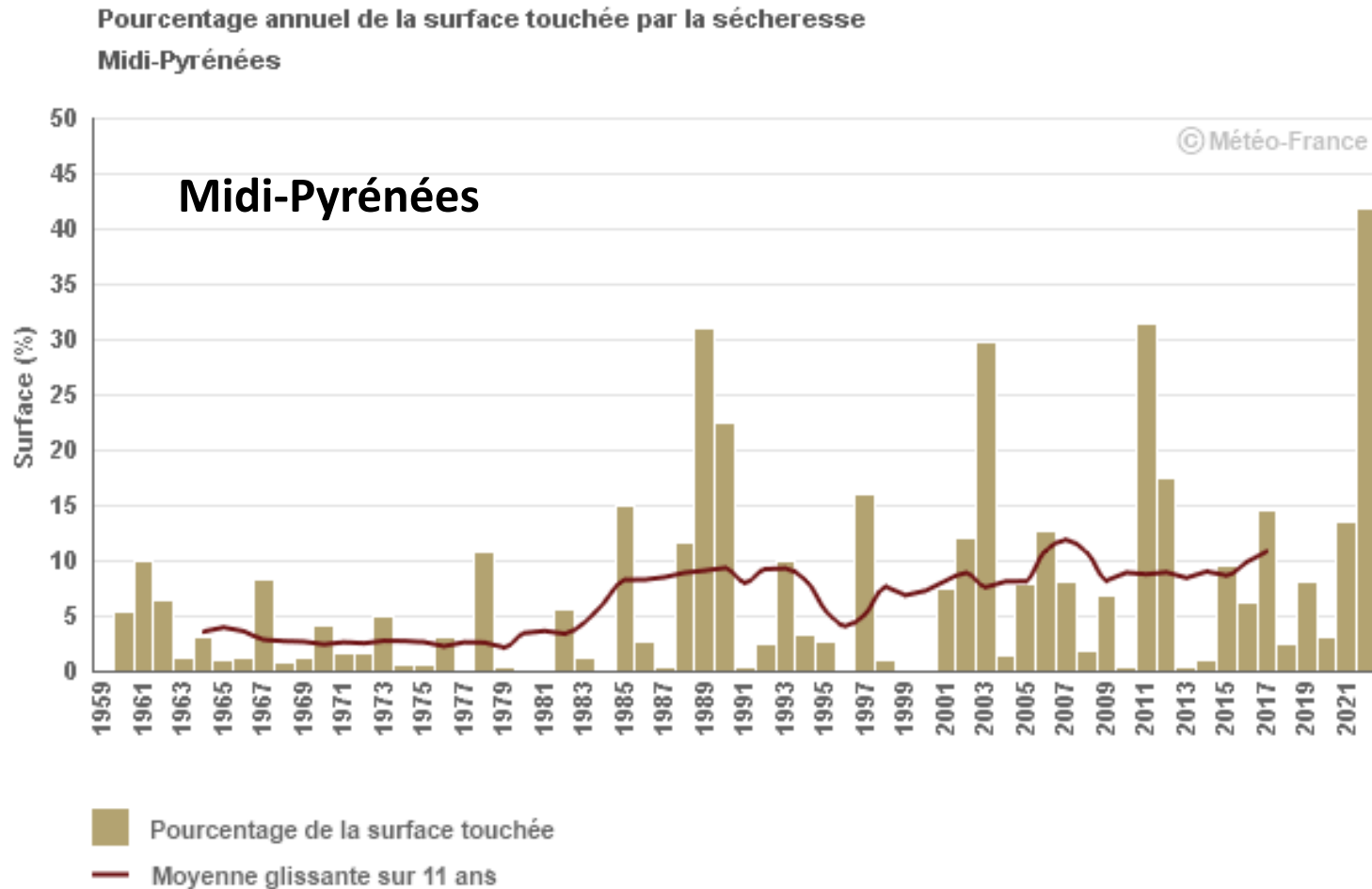
Rapport à la référence 1961-1990 du maximum annuel du cumul quotidien de précipitations  
Moyenne glissante centrée sur 11 ans

Pluies extrêmes plus fréquentes :  
+10% vers la Méditerranée



INRAE

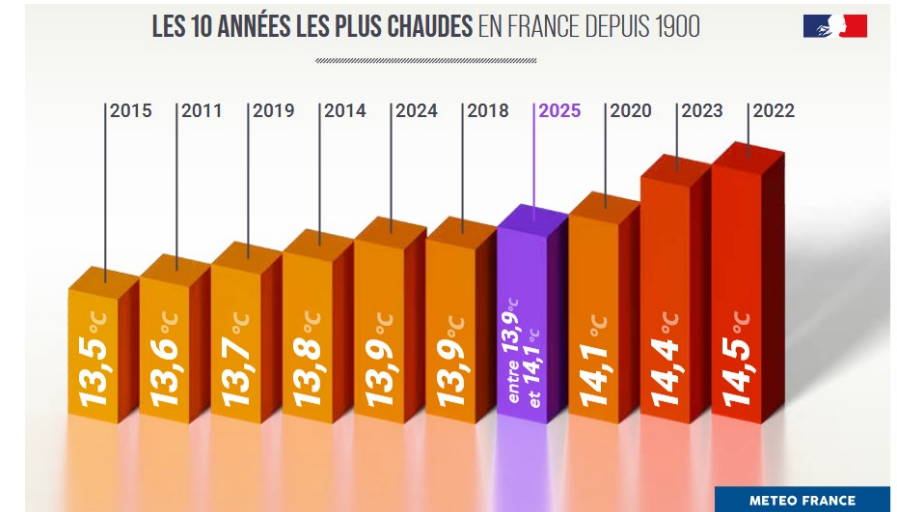
## ➤ Des sols plus secs et des sécheresses plus fréquentes en Occitanie (source : Météo-France)



- Assèchement du sol en toute saison
- Augmentation de la durée de sol sec de plus de 15 jours
- Augmentation des évènements de sécheresse (x 3 depuis les années 1960)

## ➤ Des évolutions passées déjà sensibles du climat... qui vont se poursuivre et s'intensifier dans les prochaines décennies

- ❑ En termes de température moyenne annuelle, l'année 2022 (record) correspond à une année ordinaire du milieu du siècle
- ❑ En termes de température moyenne estivale, l'été 2023 (3e été le plus chaud) correspond à un été frais du milieu du siècle
- ❑ En termes de cumul de précipitation (Haute Garonne), la probabilité d'une année aussi sèche que 2022 (1 année sur 20 en climat actuel) pourra être multipliée par 4 en fin de siècle (1 année sur 5)

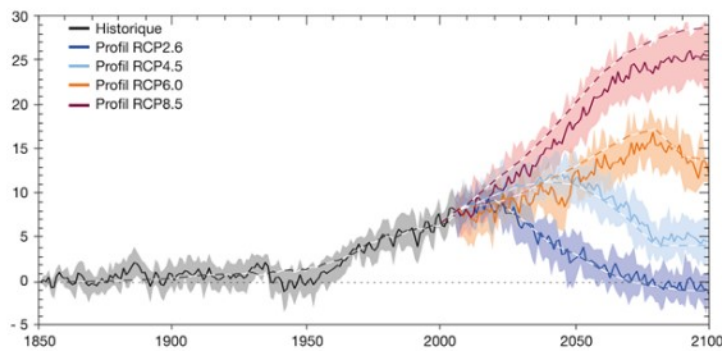


Source : JM Soubeyroux & J Bodeau (2023) – Journée IRD CRAO



# ➤ Trois caractéristiques du changement climatique qui impactent l'activité agricole

## 1. Changements tendanciels



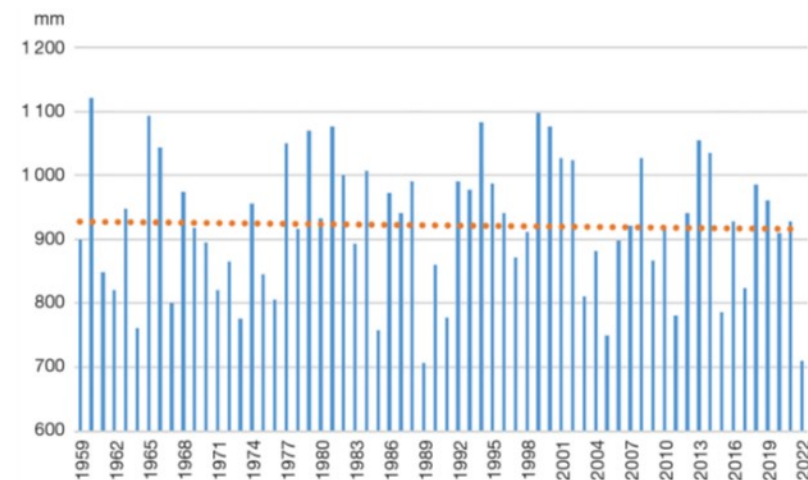
T°, [CO<sub>2</sub>] atm

## 2. Evènements climatiques extrêmes



Pluies intenses,  
inondations  
gel tardif, sécheresse,  
canicule...

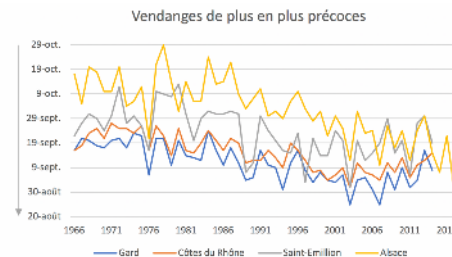
## 3. Variabilité inter-annuelle et saisonnière



Précipitations, ressource  
(volume et distribution)

# ➤ Comment étudier les impacts du changement climatique en agriculture ?

- Observation de séries historiques (rendements, pratiques : dates de semis & récolte, relevés météo → indicateurs agroclimatiques)
- Expérimentations en conditions contrôlées ( $\text{CO}_2 \times \text{T}^\circ\text{C} \times \text{Eau}$ )
- Modélisation avec données de climats futurs (projection)



Nadine Brisson et Frédéric Leurent

**LIVRE VERT**  
DU PROJET

**CLIMAT**

Changement climatique, agriculture et forêt en France :  
simulations d'impacts sur les principales espèces

2007-2010

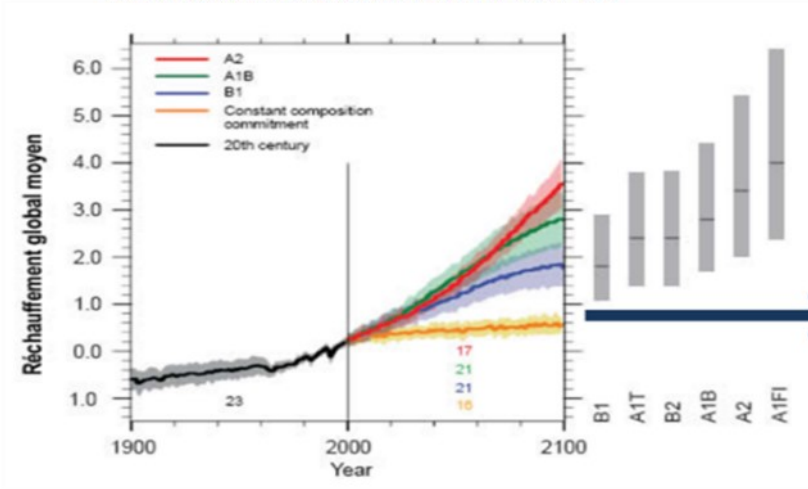
ANR INRA



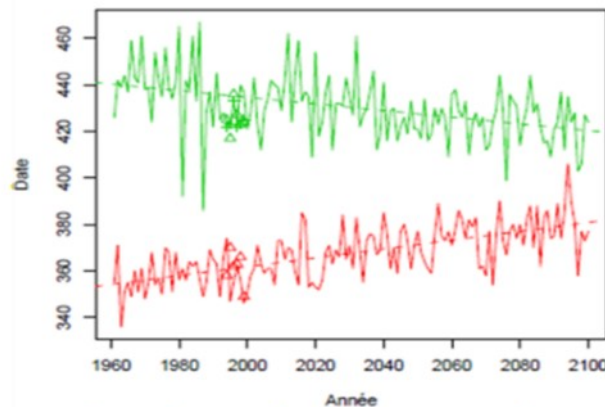
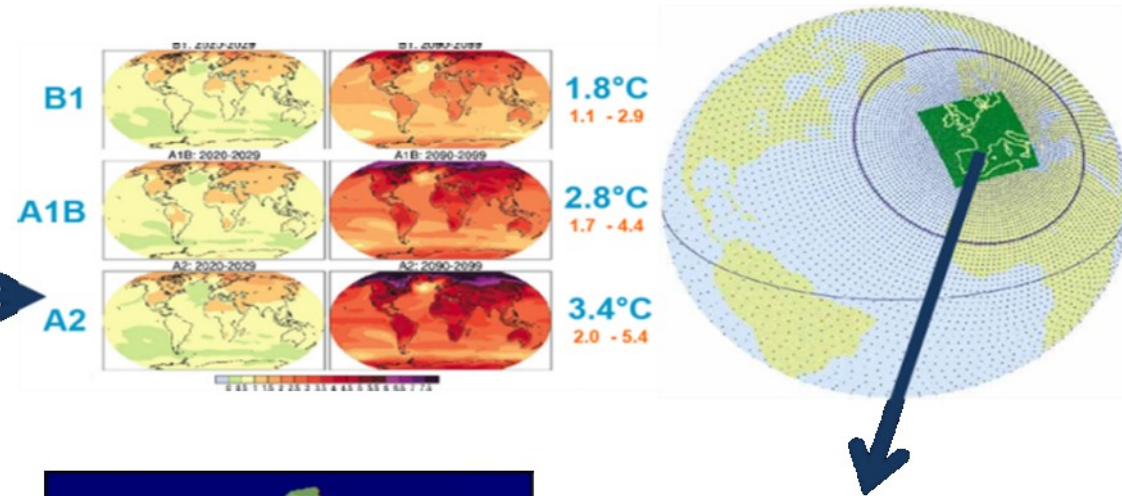


## ➤ Des scénarios du GIEC aux modèles d'impacts (Ex: CLIMATOR)

### Scénarios futurs du GIEC



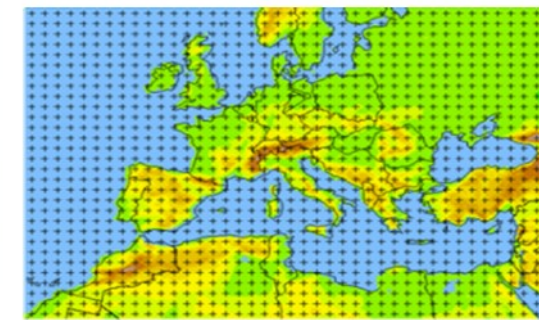
### Modèles climatiques, simulation des climats futurs (GCM)



### Analyse de l'impact via l'utilisation de modèles

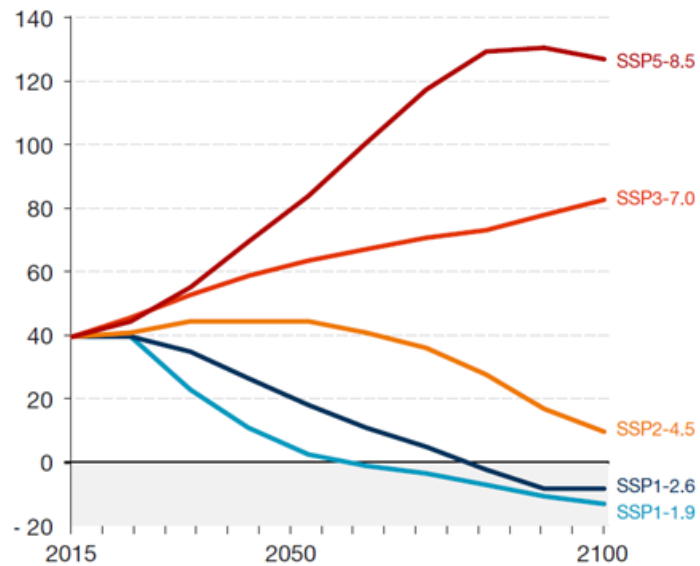


### Régionalisation des prévisions climatiques futures (RCM...)



# ➤ Impacts sur la production végétale : *les processus*

Dioxyde de carbone, en Gt par an



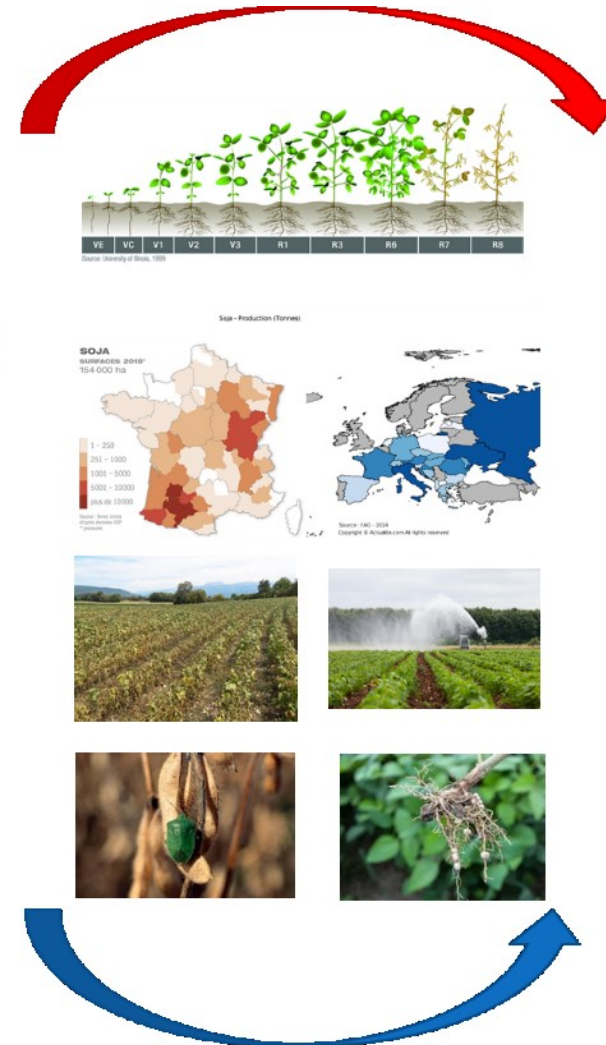
## Changement climatique

[CO2] atmosphérique

Température

Précipitations

ETP



## Impacts

Potentiel photosynthétique

Durée du cycle

Stress thermique

Confort hydrique

Besoins en irrigation

Interactions biotiques

-adventices

-insectes

-maladies

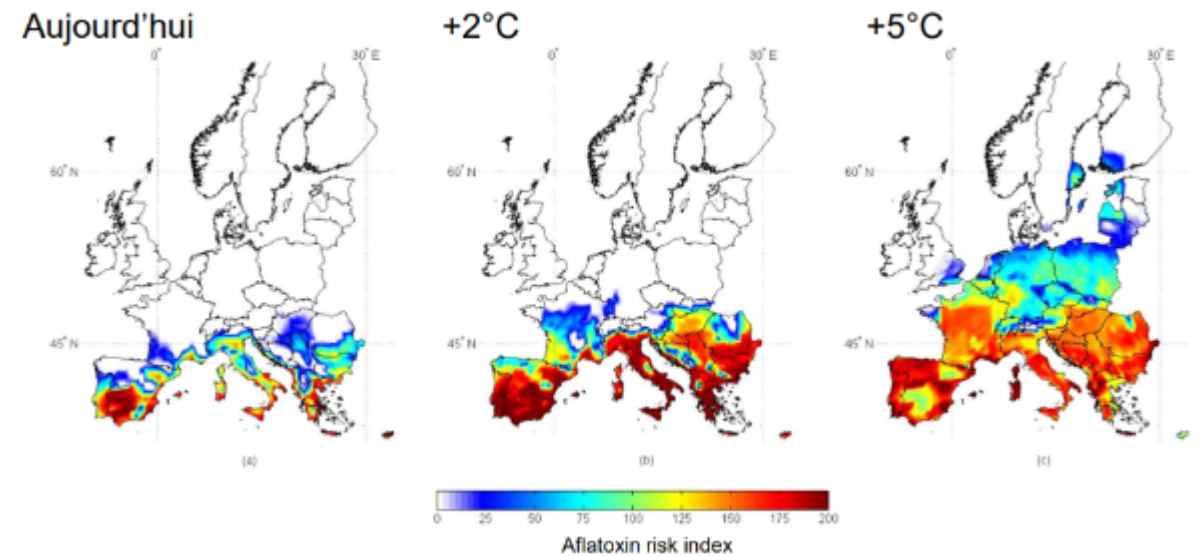
-microbiote du sol

?

## ➤ Des effets possibles sur la qualité des productions

- Extension du risque de contamination par les aflatoxines (mycotoxines) en Europe Centrale et du Sud en raison de conditions climatiques plus favorables au champignon *Aspergillus flavus*
- Risque de baisse des concentrations en protéines et en micro-nutriments des grains récoltés (avec l'augmentation du CO<sub>2</sub>) – Myers *et al.* (2014)

Risque Aflatoxine B1 en maïs

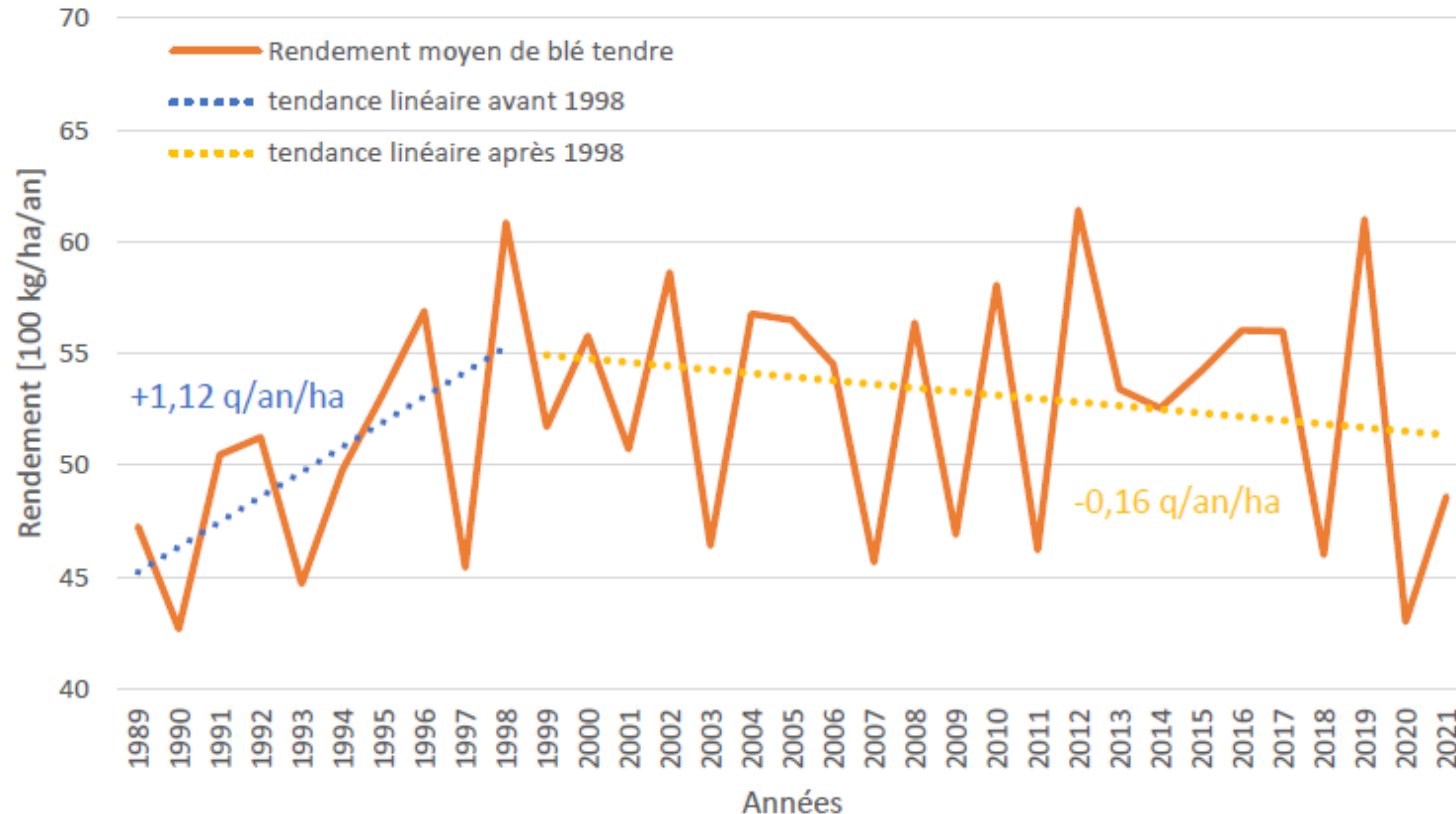


Battilani *et al.* (2016)

## ➤ Evolution des rendements du blé tendre depuis 1989



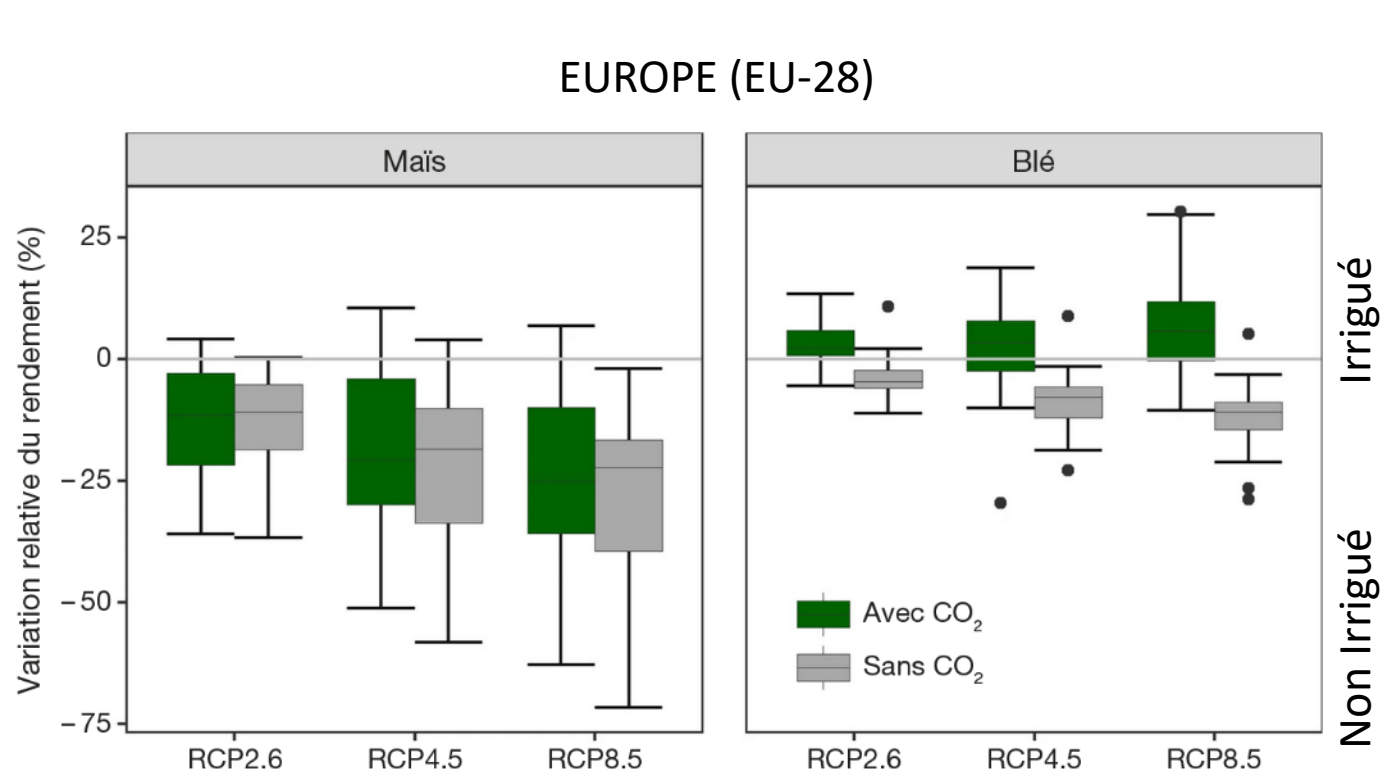
### Occitanie



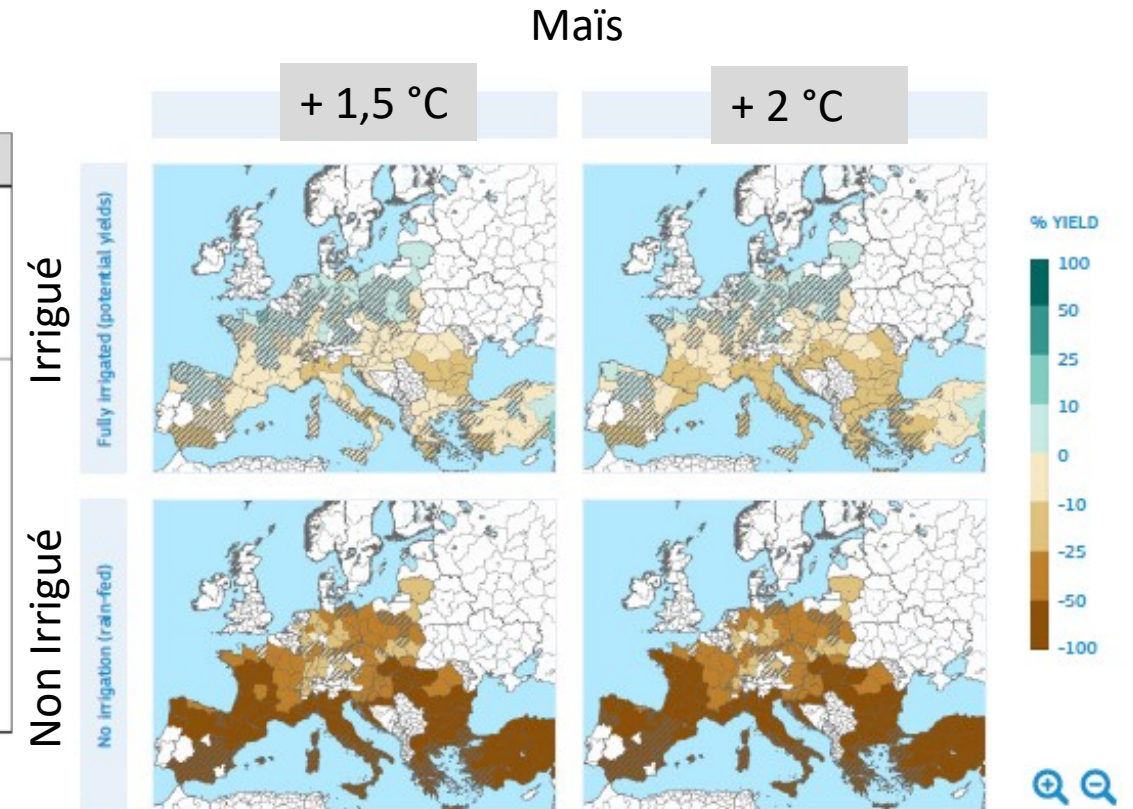
- Les rendements en blé tendre sont en **stagnation depuis les années 90**, comme dans le reste de la France
- **L'échaudage thermique et le stress hydrique** sont les principales causes de baisse ou de stagnation car l'amélioration génétique a été constante au cours de la période



# ➤ L'évolution des rendements à 2050 dépend du type de culture, de l'effet CO<sub>2</sub> et de la région (*synthèse de plusieurs modèles de simulation*)



Webber *et al.* (2018)



Hristov *et al.* (2020)



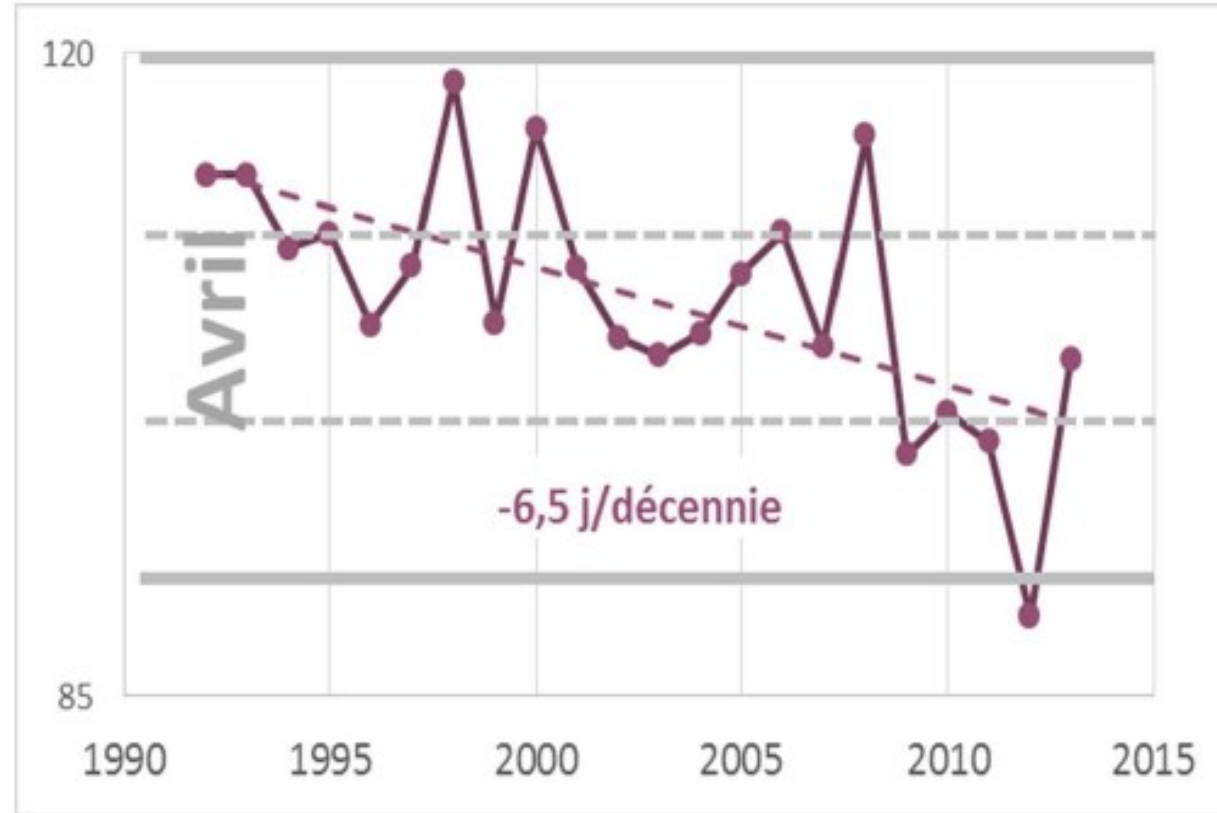
## ➤ De nombreuses incertitudes expliquent les effets contrastés des projections sur le rendement des cultures : *prudence !*

- 1) **Scénarios de forçage climatique** (émissions de GES en fonction des politiques d'atténuation mises en œuvre) - RCPs
- 2) **Modèles climatiques globaux** (GCM)
- 3) **Méthodes de régionalisation** (descente d'échelles) - RCM
- 4) **Modèles de prévision des impacts** (statistiques ou mécanistes ; incertitudes sur le paramétrage des modèles ; erreurs liées à la structure/complétude des modèles)
- 5) Résultats variables selon l'**horizon temporel** considéré et les **zones géographiques**
- 6) Non prise en compte des **risques liés aux bioagresseurs** émergents (parfois CO2 non pris en compte)
- 7) Prise en compte ou non d'**adaptations** (variété, conduite )

## ➤ Des pratiques agricoles qui témoignent d'une adaptation spontanée au changement climatique : *avancement des dates de semis*

30 Avril

25 Mars

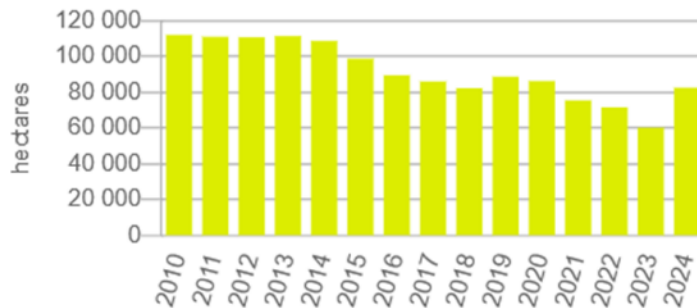


Evolution observée de la date de début de semis du maïs grain dans un panel d'exploitations agricoles de Nouvelle-Aquitaine. Source : ORACLE Nouvelle-Aquitaine

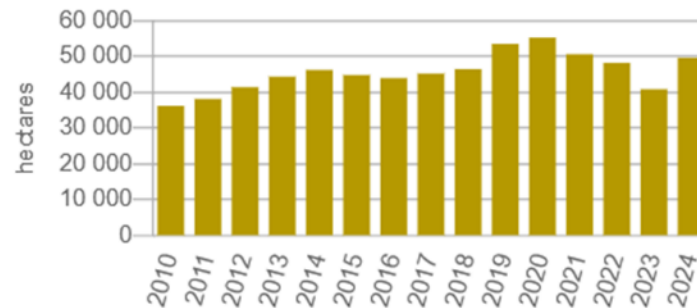
- Des pratiques agricoles qui témoignent d'une adaptation spontanée au changement climatique : *espèces plus tolérantes, moindre consommation d'eau, plus grande diversification (oléagineux, légumineuses)*

#### Surface en maïs Occitanie

Maïs grain irrigué



Maïs grain non irrigué



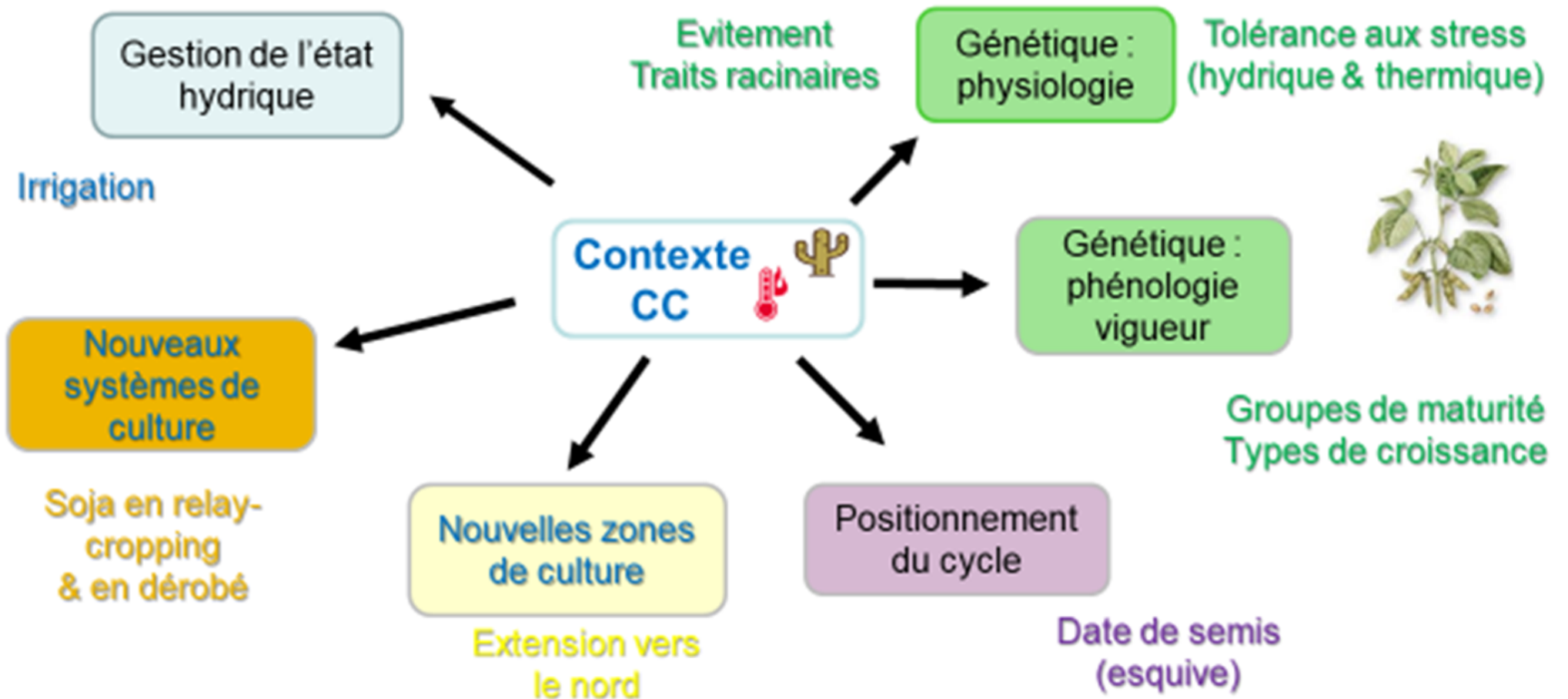
Baisse des surfaces de maïs irrigué, nouvelles variétés de maïs permettant une production « en sec »



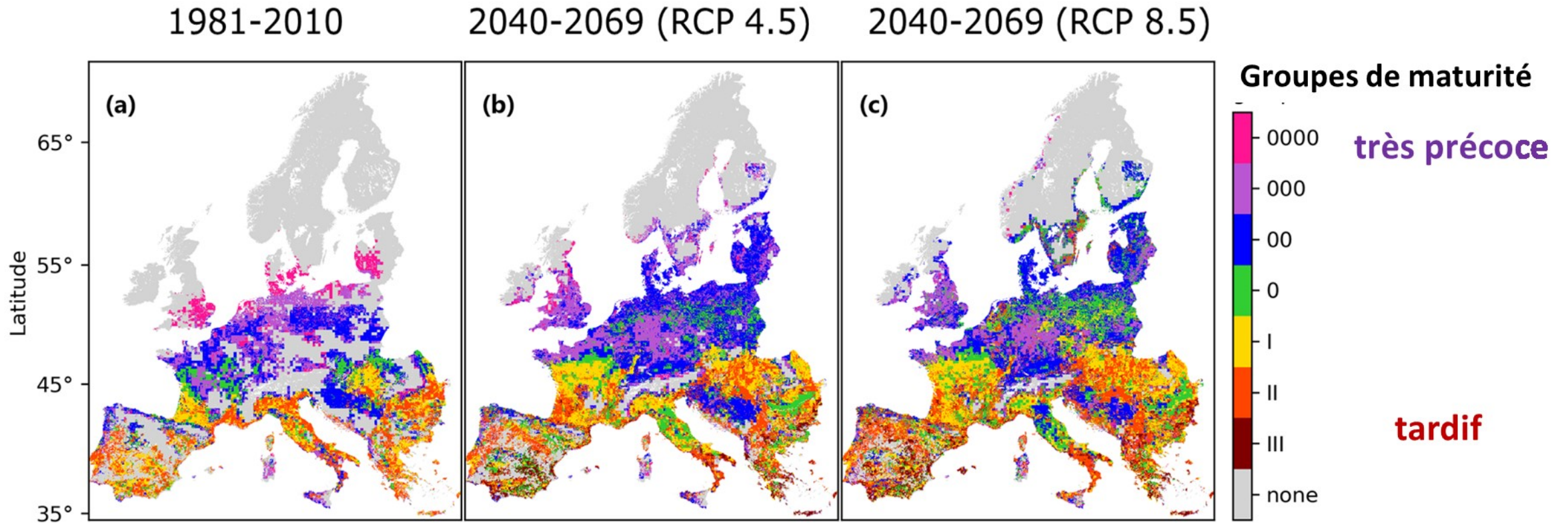
Le sorgho passe de 4 % à 6 % de la surface agricole entre 2010 et 2020 en Occitanie

## ➤ Des leviers existent pour adapter la production végétale

### Voies d'adaptation du soja au changement climatique



## ➤ Relocalisation et adaptation variétale : davantage de soja dans le nord et des variétés plus tardives dans le sud en 2050

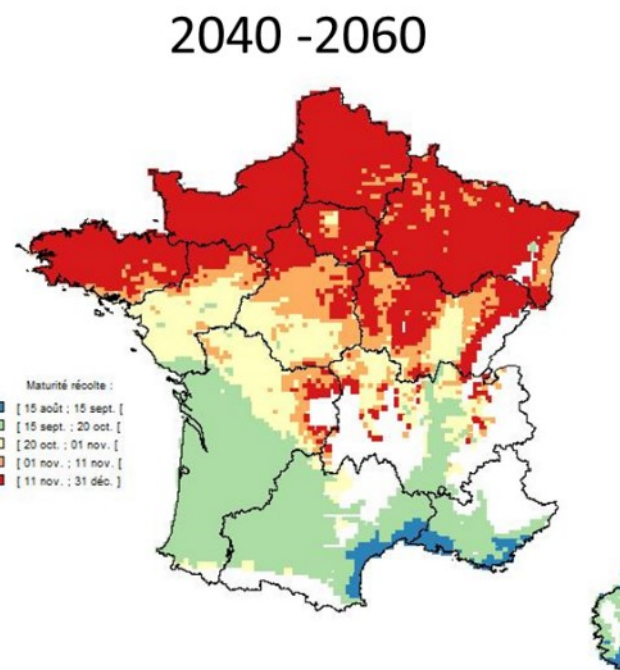
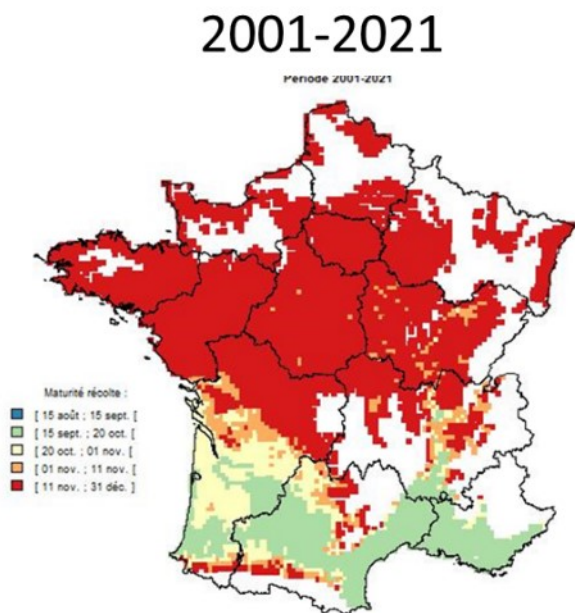


Nendel *et al.* (2023)



## ➤ Allongement de la période de culture : extension des zones favorables à la culture de soja en double culture (ou dérobé)

**Variété 000 (très précoce) semée le 21/06 après une orge**



Date de récolte 8  
années sur 10

en **bleu** & **vert** :  
avant le 20/10

en **jaune** : <1/11

Duchalais *et al.* (2022)

## ➤ Accroître et économiser la ressource en eau : ex. agriculture de conservation des sols (ACS)

### Couverture permanente des sols



Source photos : WikiAgri

### Bassin Adour-Garonne : ACS vs labour

- Un accroissement des capacités de rétention d'eau
- Une augmentation des capacités d'infiltration et de leur stabilité temporelle
- Une exploration racinaire équivalente ou plus profonde

**+ 5 % à + 19 % d'eau disponible pour les plantes sur 0-50 cm**

*Alletto et al. (2022)*

## ➤ Quelques pistes de recherche en grande culture

- Mieux explorer les conséquences de conditions climatiques extrêmes et de stress multiples (eau, température, CO<sub>2</sub>)
- Mettre au point des variétés, des mélanges de variétés et des associations d'espèces plus tolérants aux conditions extrêmes
- Concevoir et évaluer des systèmes de culture diversifiés, robustes et résilients face à l'évolution du climat
- Améliorer la précision des méthodes d'étude et de projection (indicateurs, modèles, scénarios) → services climatiques
- Explorer de nouvelles opportunités (double culture, extension territoriale, nouvelles espèces...)
- Anticiper l'émergence de bioagresseurs et s'y adapter
- Trouver des compromis entre adaptation au changement climatique, atténuation des émissions de GES et conception de systèmes agroécologiques

Synthèses

### AGRICULTURE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Impacts, adaptation et atténuation

P. Debaeke, N. Graveline, B. Lacor, S. Pellerin,  
D. Renaudeau et É. Sauquet, coord.



éditions  
Quæ

