

# Les impacts du changement climatique sur l'agriculture en Afrique de l'Ouest

Benjamin Sultan

IRD-LOCEAN

Université Pierre et Marie Curie, Paris



# Les impacts du climat sur l'agriculture

**Le climat a une grande influence sur la production agricole partout dans le monde**

Mais des impacts socio-économiques qui varient d'une région à l'autre



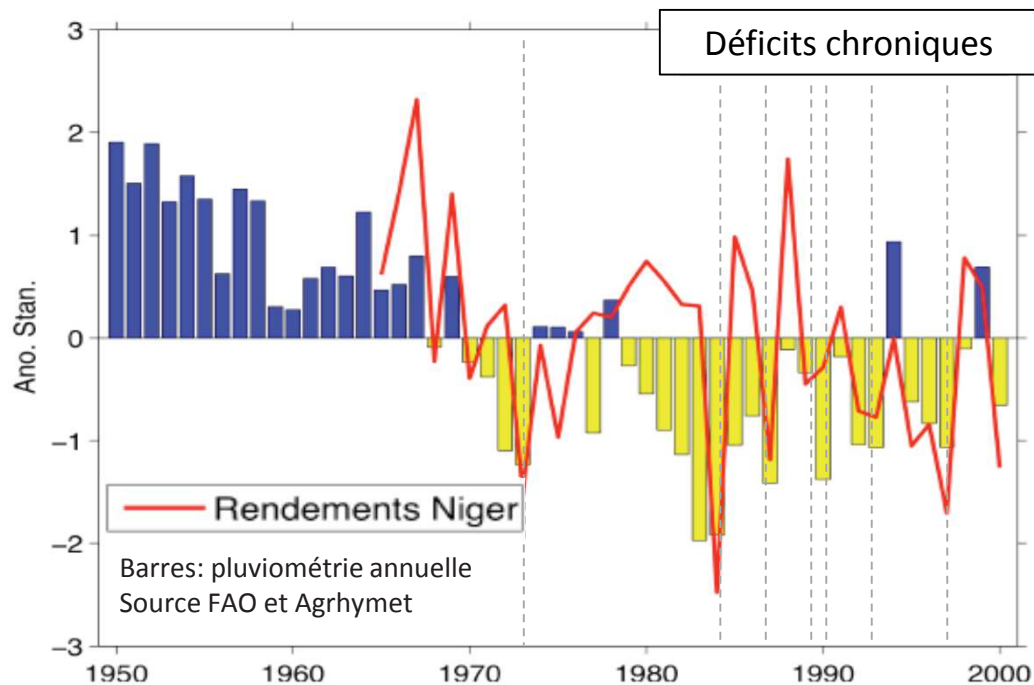
**Ces impacts sont particulièrement forts dans les tropiques :**

- Variabilité du climat (mousson, ENSO)
- Forte dépendance à l'agriculture

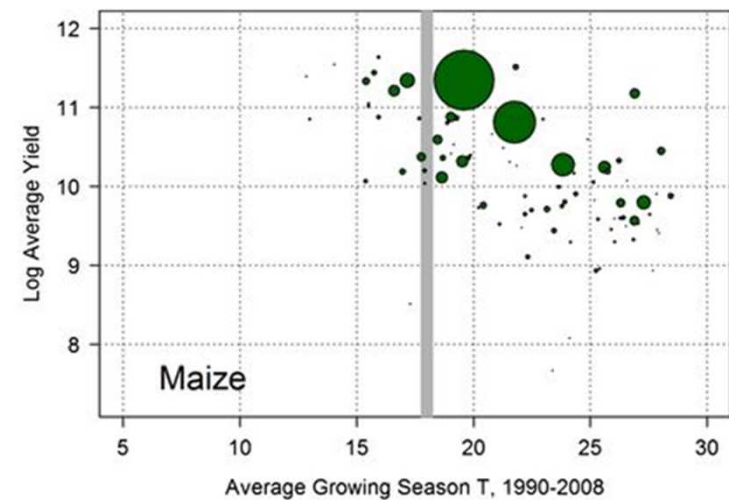


# Un lien étroit entre le climat et l'agriculture

Effet des précipitations  
Céréales au Niger



Effet des températures  
Le maïs dans le monde  
(Lobell and Gourdj 2012)

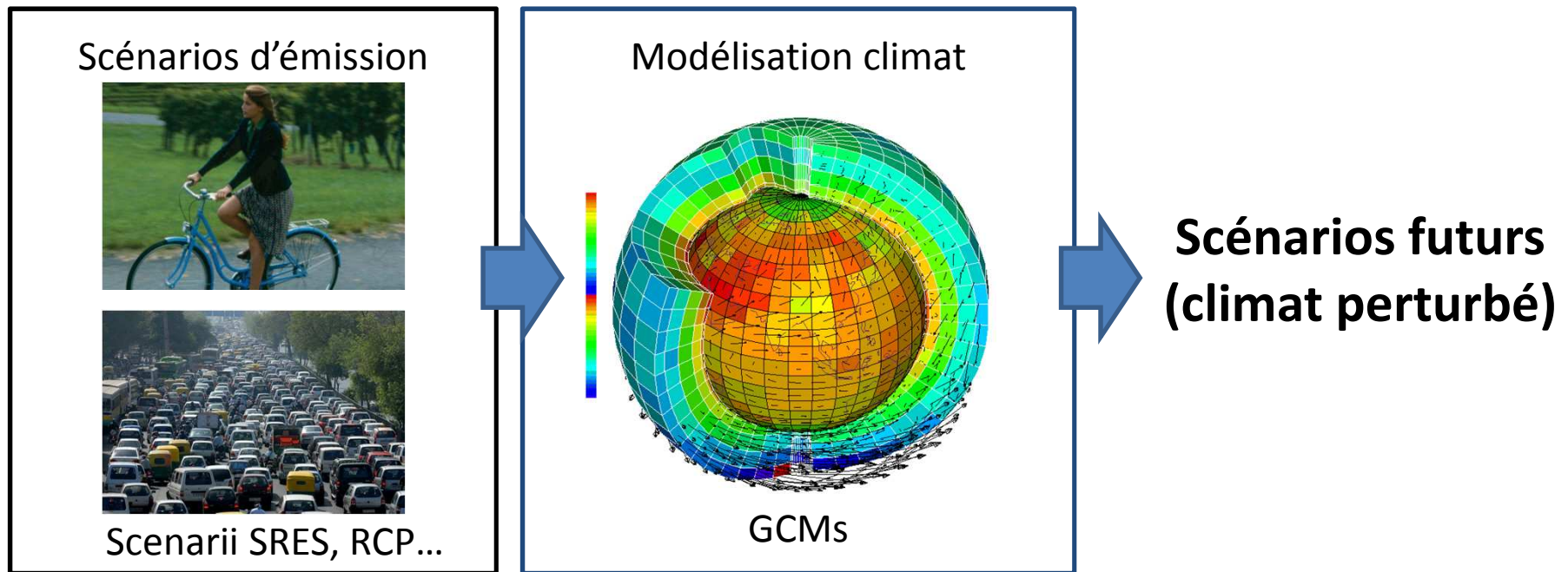


Si le climat change, quelles conséquences sur les rendements agricoles en Afrique de l'Ouest?

# Les scénarios de changement climatique en Afrique



# Les projections de climat futur

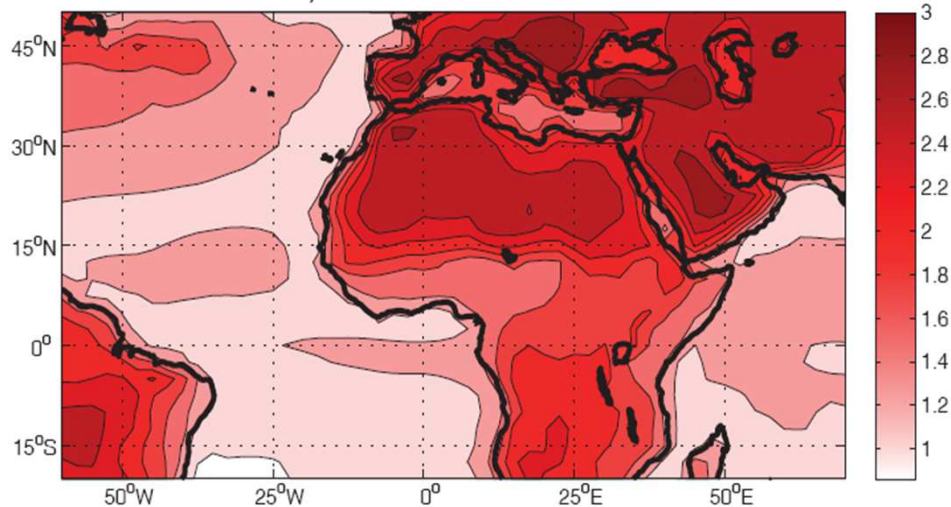


**Les limites des projections** sont associées aux limites des :

- 1- Scénarii de l'évolution de l'émission des gaz à effet de serre et aérosols
- 2- Modèles eux-mêmes, c'est à dire leurs capacités intrinsèques à représenter les processus qui gouvernent le climat

# Ce qu'on sait et ne sait pas sur le climat futur

a) TS JAS RCP45-historical



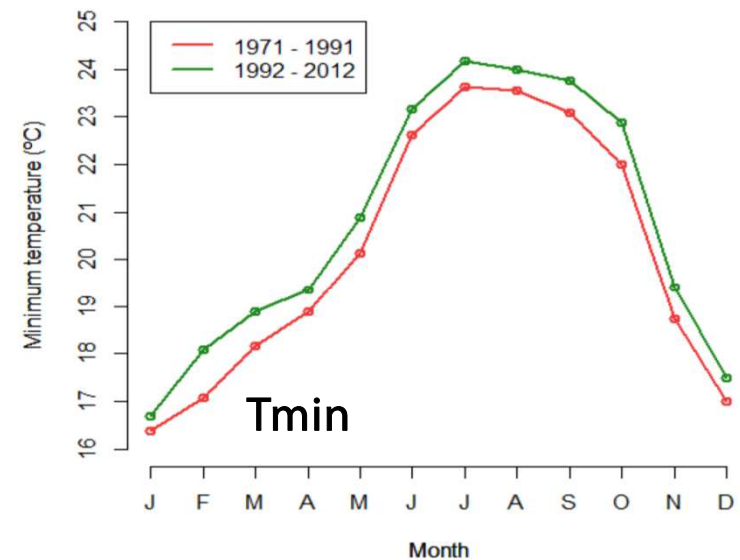
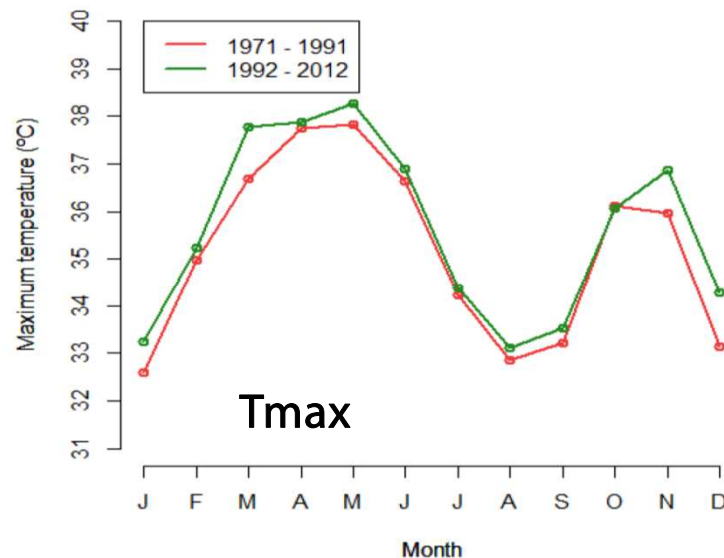
Un réchauffement attendu  
en Afrique de l'Ouest...

Différences des TAS entre [2031-2070]  
et [1960-1999]

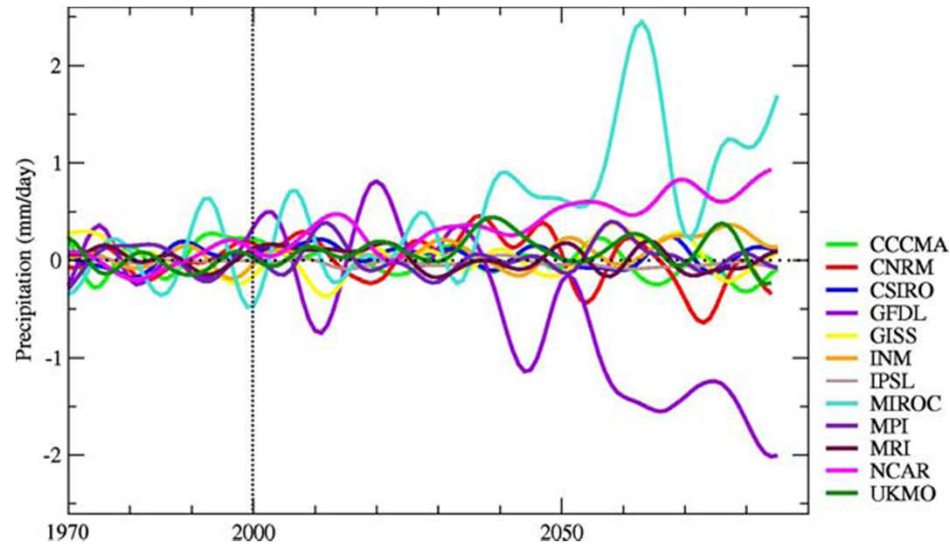
*Monerie et al. 2012*

... que l'on observe déjà depuis 50 ans:

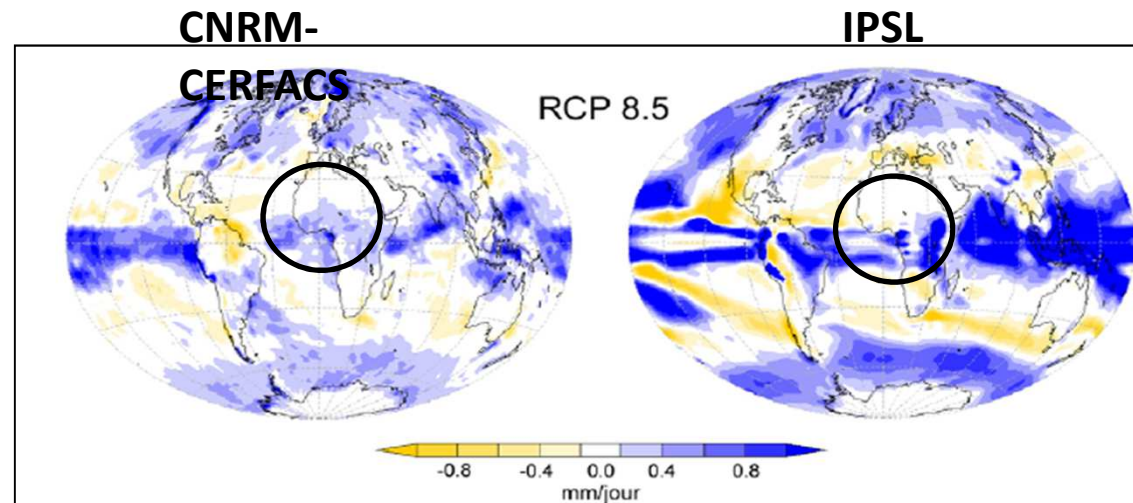
Observations de  
températures à la  
station de Bambeey



# Ce qu'on sait et ne sait pas sur le climat futur



**Des incertitudes sur l'évolution des pluies**  
Anomalies de pluies JJAS filtrées (> 10 ans) au Sahel par rapport à 1971-2000 pour 12 modèles CMIP3 avec le scénario SRES-A2.  
*Joly et al. 2007*

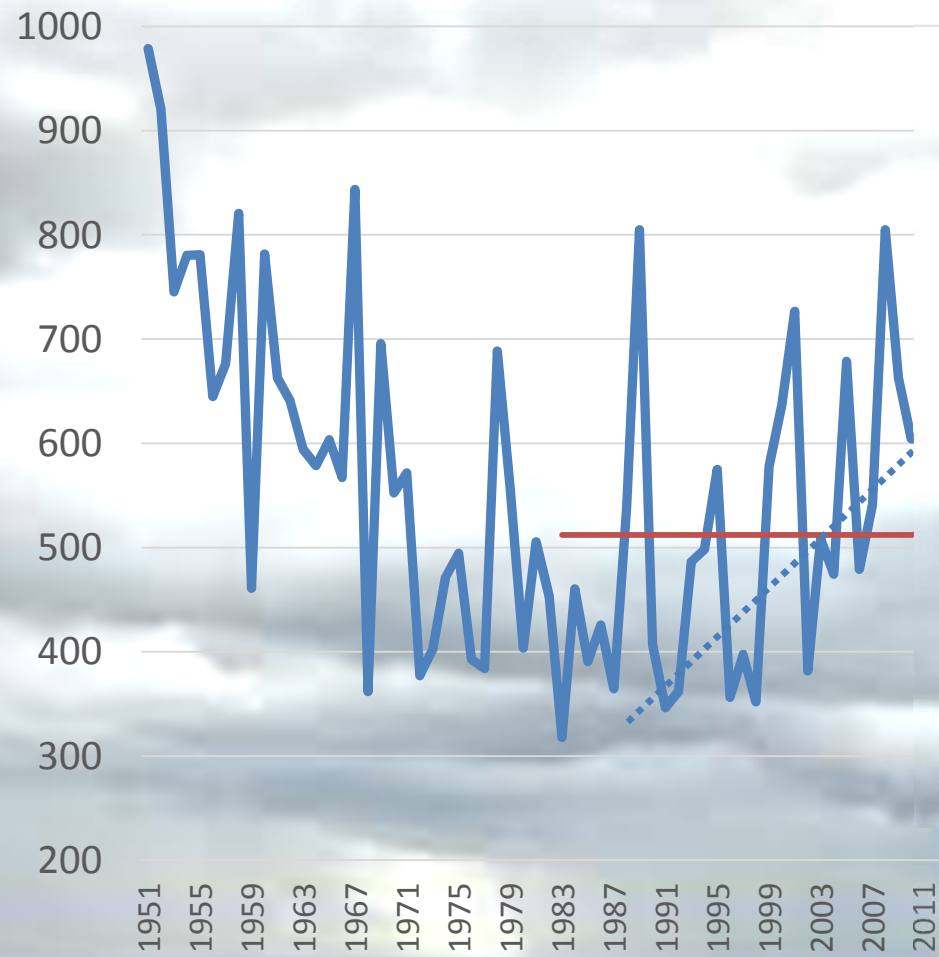


**Les deux modèles français**  
Différences de pluies entre [2071-2100] et [1971-2000]





# Evolution des pluies annuelles à Bambey



Comment prévoit-on les rendements agricoles dans le futur?



# La modélisation des impacts

L'information climatique seule n'est pas suffisante

Nécessité de traduire cette information en termes de risques pour un secteur ou une population donnée.

→ **Elaboration d'un « modèle d'impacts »**

- Synthétiser les connaissances existantes
- Explorer des hypothèses
- Identifier des variables clés
- Construire des scénarios pour le futur

# La modélisation mécaniste:

## Le modèle SARRAH

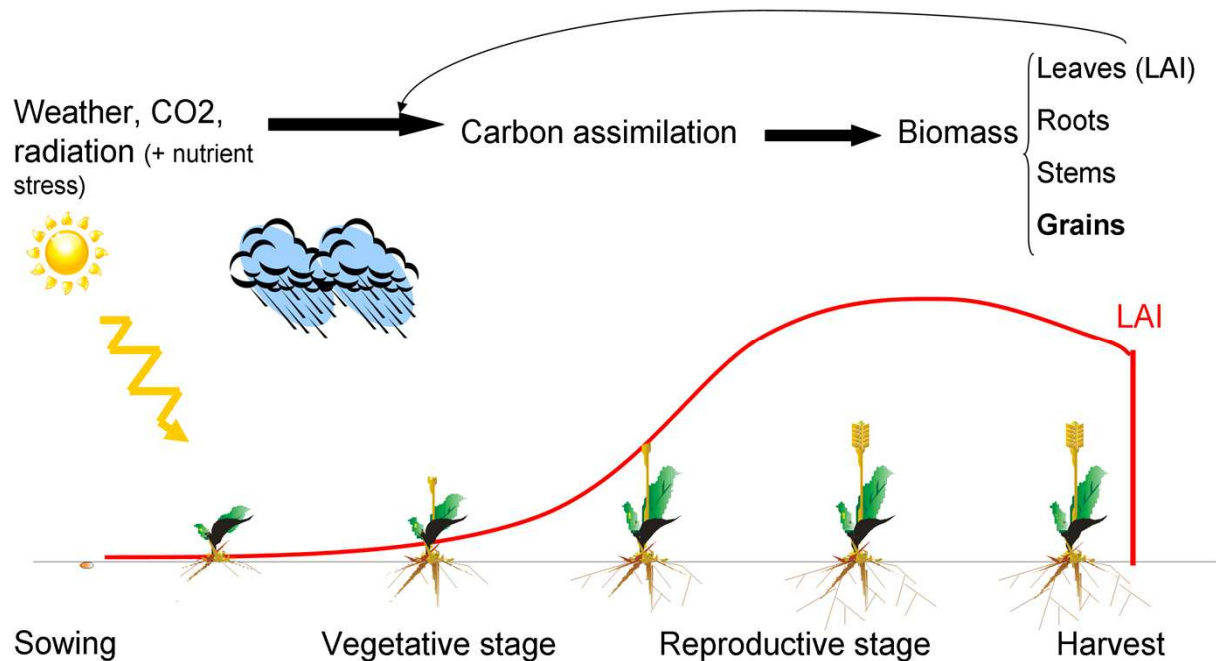
# SarraH



*Dingkuhn et al. (2003)*

→ **Bilan hydrique** (évolution de la demande en eau, de la disponibilité en eau dans le sol, indice de stress, phases critiques)

→ **Bilan carboné** (conversion du rayonnement en biomasse, évolution de la biomasse et du couvert végétal)



# La modélisation mécaniste:

## Le modèle SARRAH

# SarraH

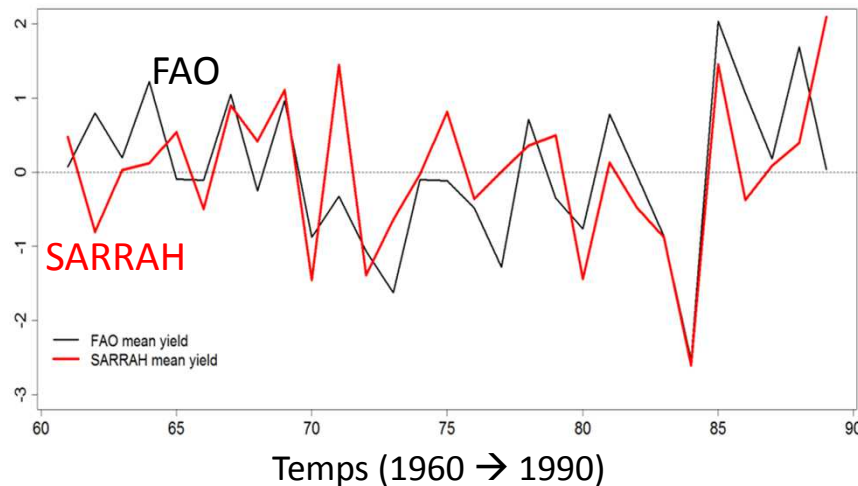


Dingkuhn et al. (2003)

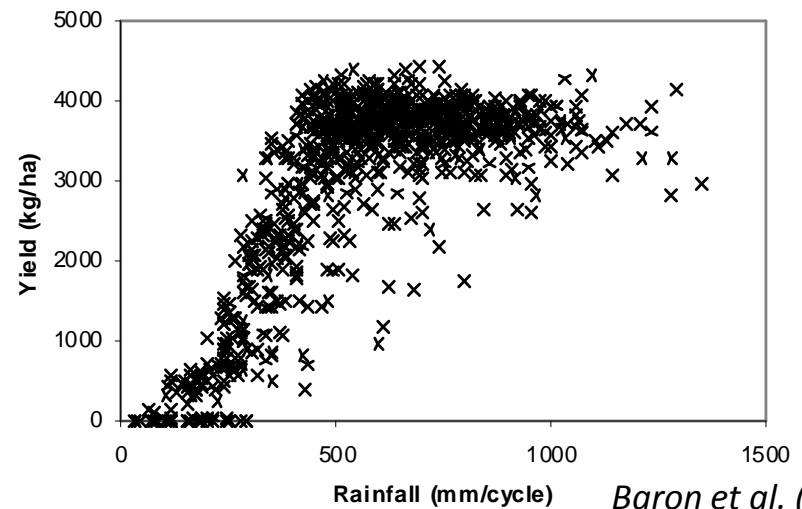
→ **Bilan hydrique** (évolution de la demande en eau, de la disponibilité en eau dans le sol, indice de stress, phases critiques)

→ **Bilan carboné** (conversion du rayonnement en biomasse, évolution de la biomasse et du couvert végétal)

### Capture la variabilité des rendements en Afrique de l'Ouest

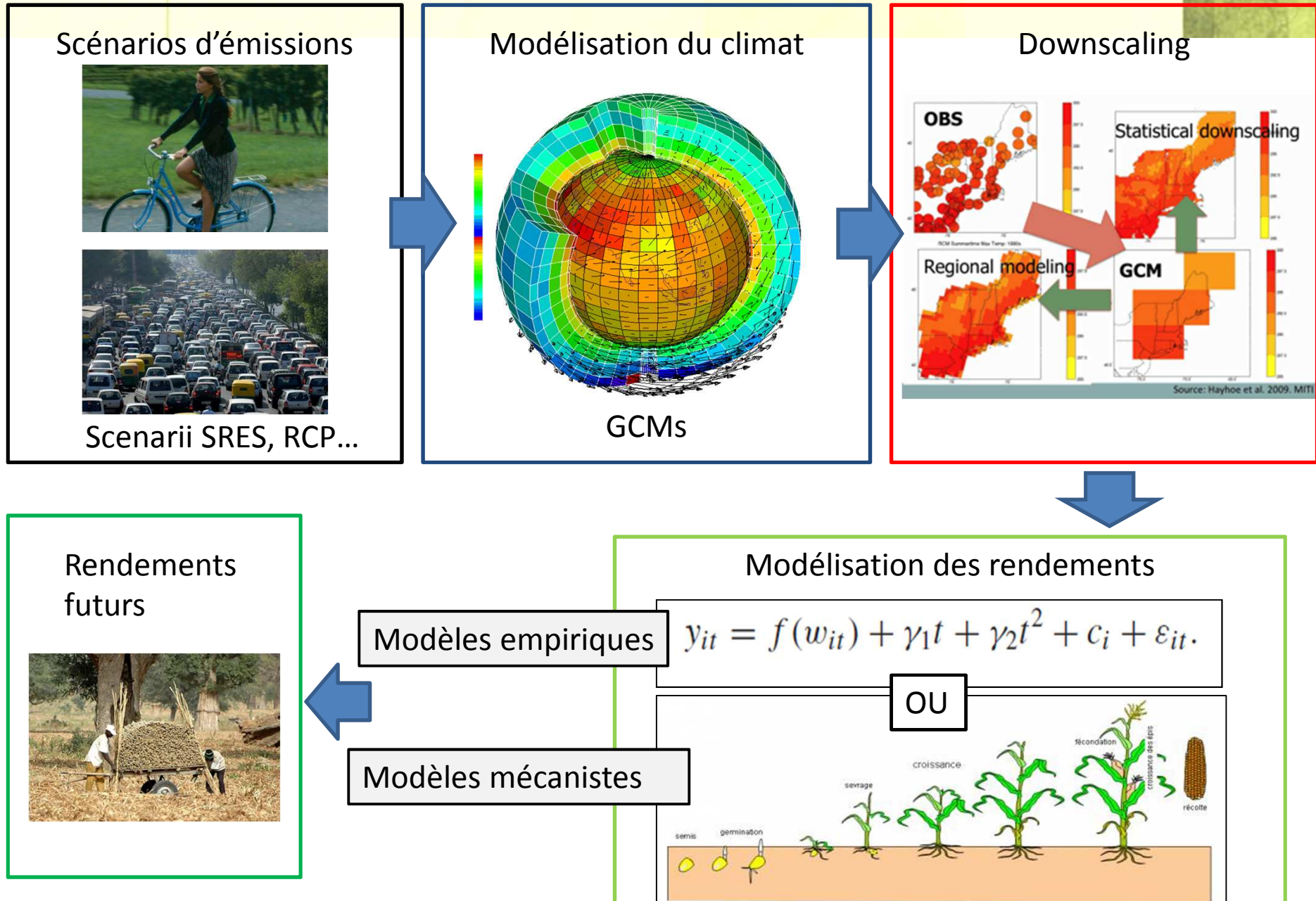


### Prise en compte des effets non linéaires



Baron et al. (2005)

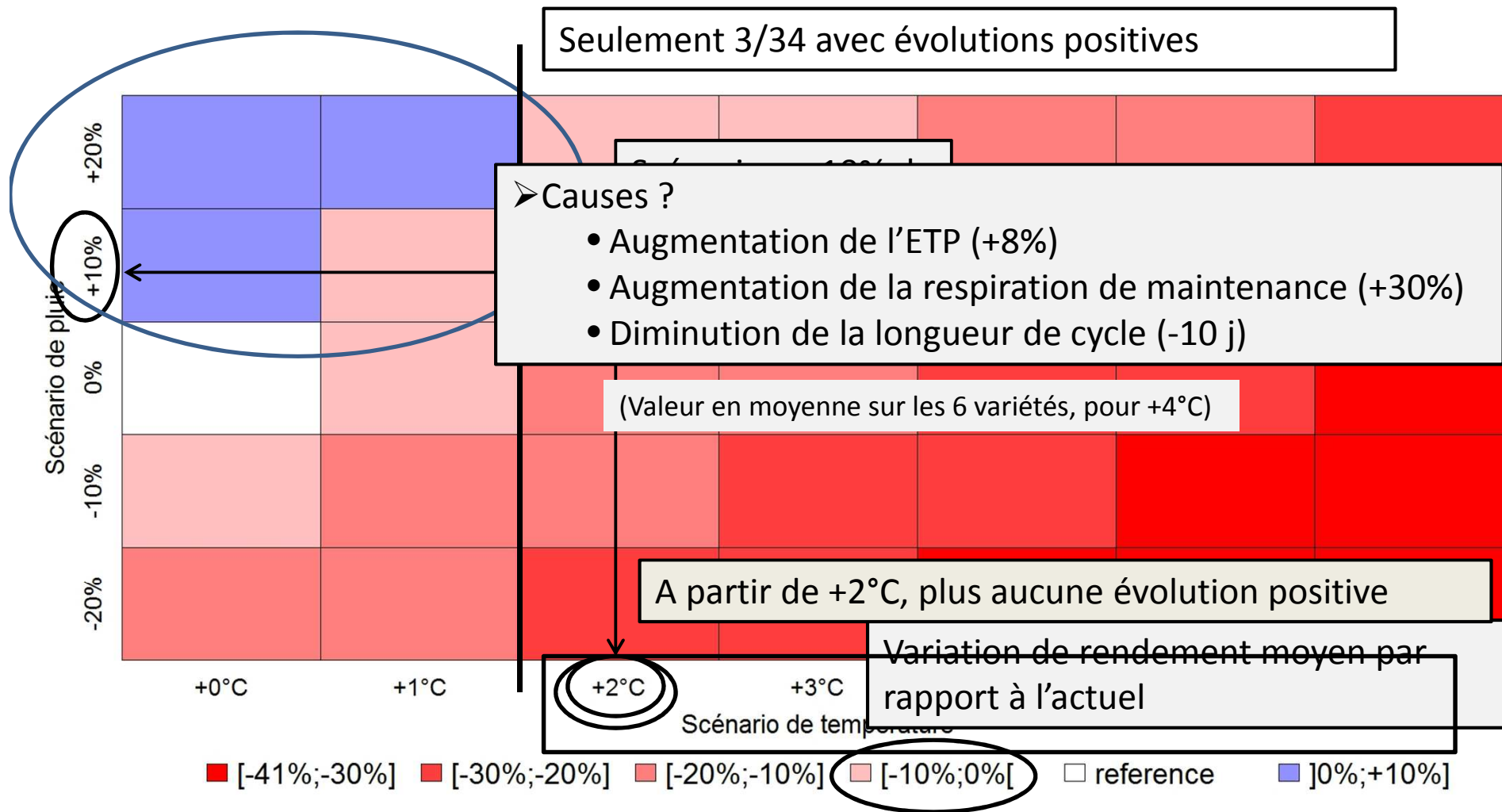
# Les projections de rendements futurs



Quels rendements dans le futur en  
Afrique de l'Ouest?



# Le rôle des changements de T° et de P sur les rendements

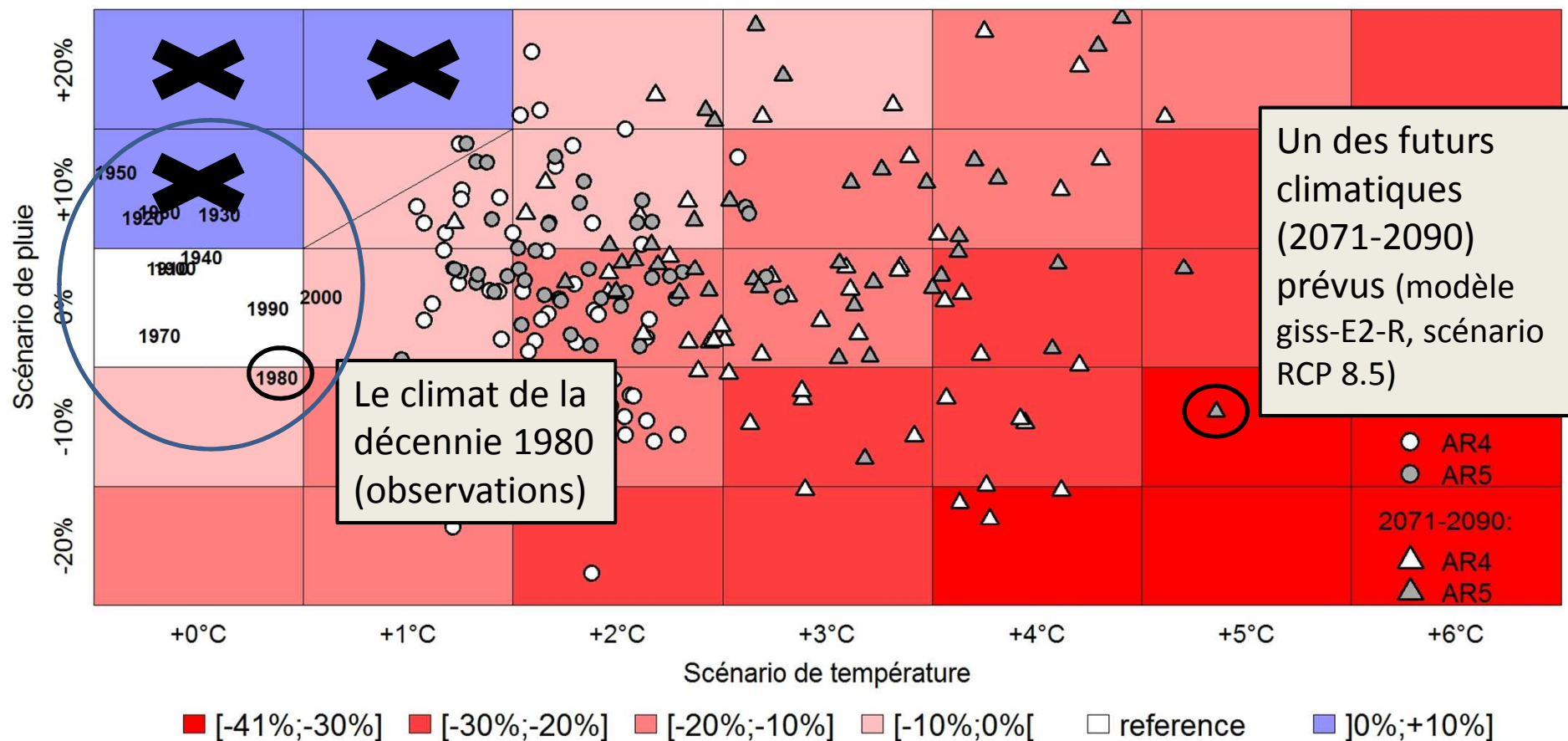


➤ Moyenne sur: les 6 variétés, les 35 stations, les 30 années

Sultan et al. (2013)

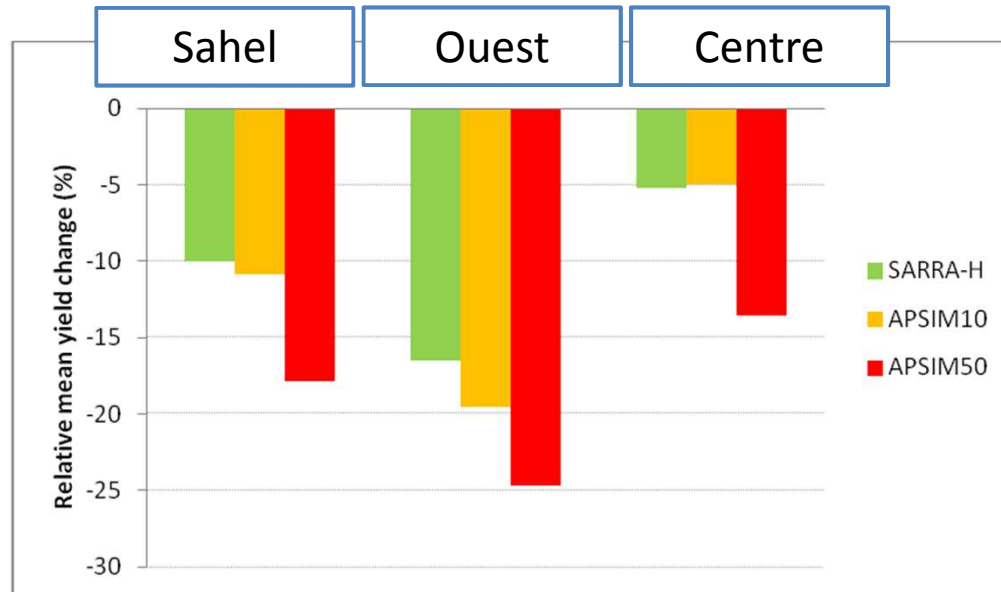


# Le rôle des changements de T° et de P sur les rendements

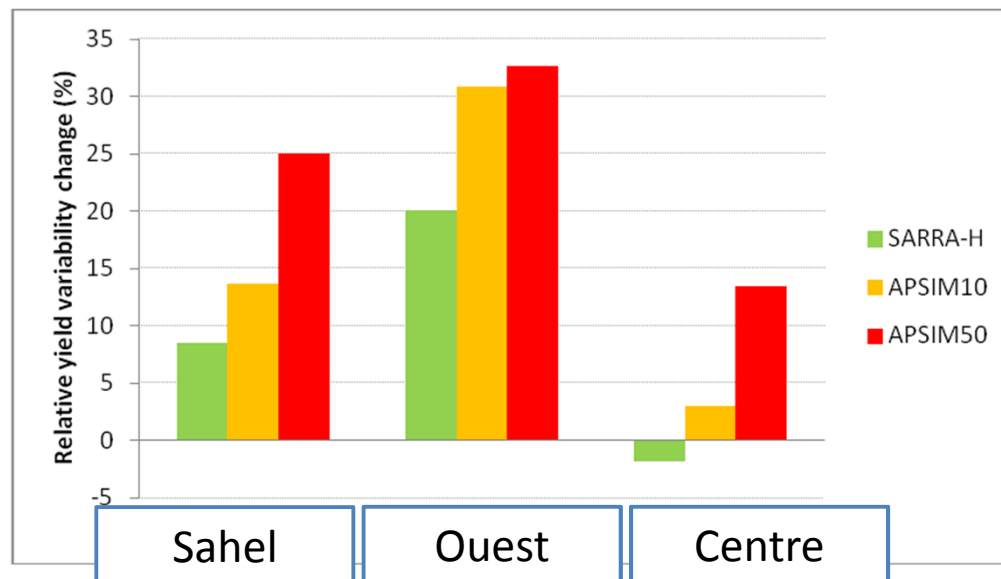


Sultan et al. (2013)

# Un contraste entre l'Ouest et le Centre du Sahel



Des baisses de rendement plus importantes à l'Ouest  
Différences de rendement moyen entre [2031-2060] et [1960-1990]



Une hausse de la variabilité des rendements à l'Ouest  
Différences de coefficient de variation entre [2031-2060] et [1960-1990]

Sultan et al. (2014)

**Attention aux incertitudes!**



# La cascade des incertitudes

Société future

Emissions de GES

Modèle de climat

Scénario régional

Modèles d'impact

Adaptation

**Impact**

# Des exemples d'incertitude dans la littérature

## Projections du rendement du mil en Afrique Sub-Saharienne

☹️ -8% en 2050 (IFPRI 2009)

😊 +28% en 2030 (Liu et al. 2008)



## Projections du rendement de l'arachide au Cameroun

☹️ -20% en 2055 (Schlenker and Lobell 2010)

😊 +44% en 2020 et +32% en 2080 (Tingem et al. 2008)

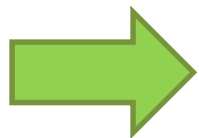


# Traiter l'incertitude

- A chacune de ces étapes: incertitude
- Nécessité d'avoir différents:
  - Scénarii climatiques
  - GCMs
  - Méthodes de descente d'échelle
  - Modèles agronomiques



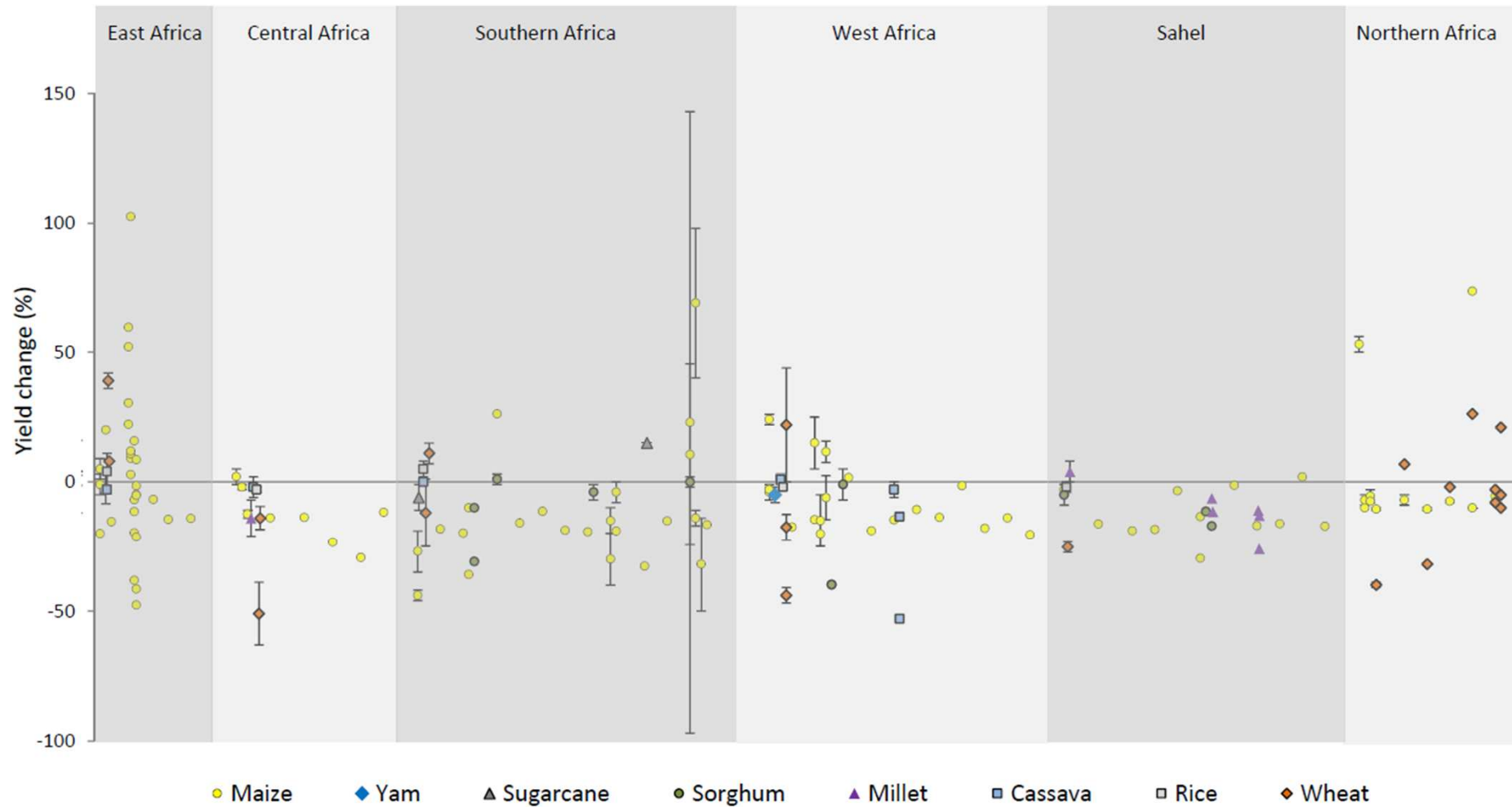
Méta-analyses de la littérature



**AgMIP** The Agricultural  
Model Intercomparison  
and Improvement Project

# Un impact négatif que l'on retrouve dans d'autres régions

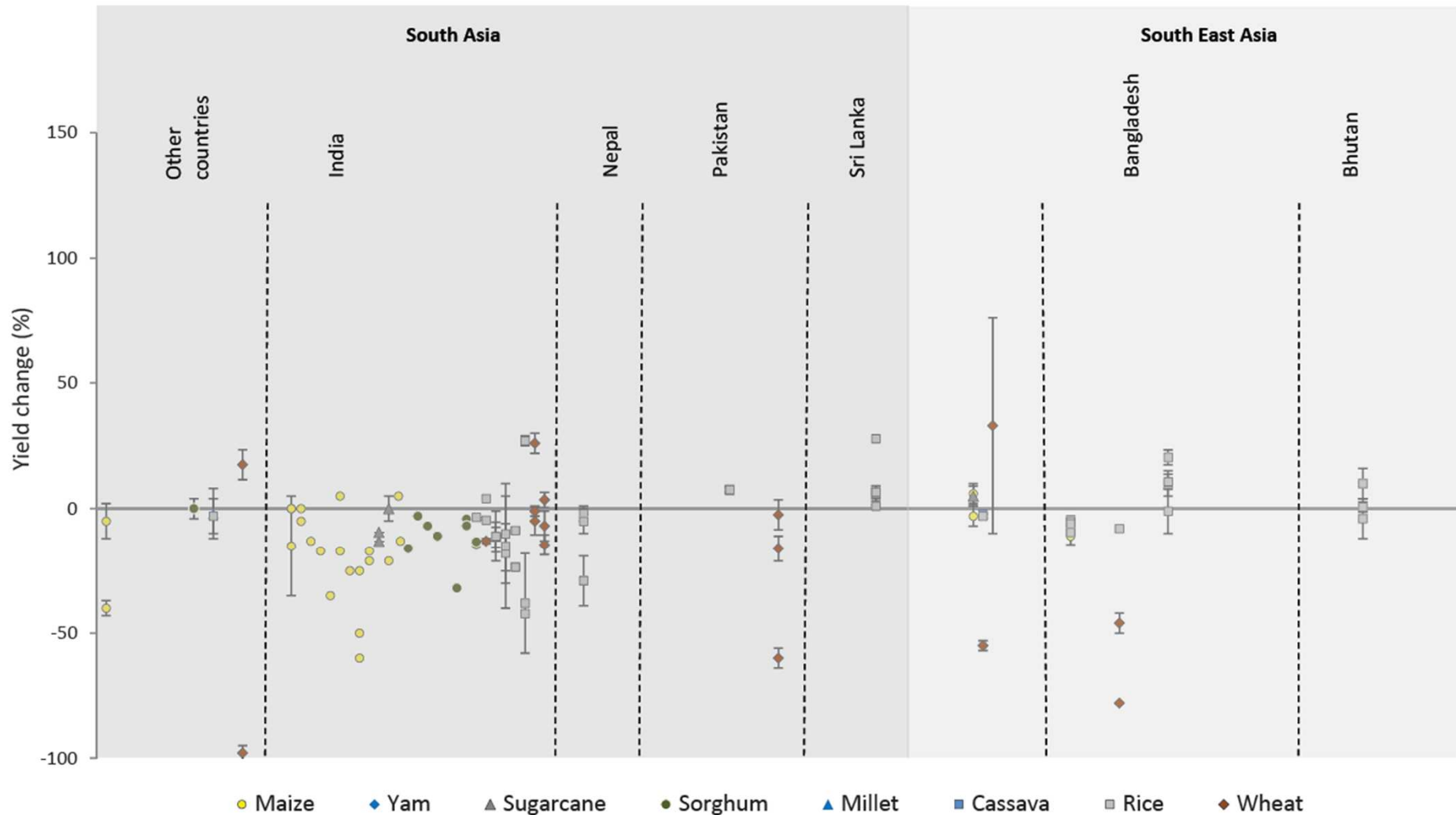
## En Afrique



*Knox et al. (2012), Sultan (2012)*

# Un impact négatif que l'on retrouve dans d'autres régions

## En Asie



Knox et al. (2012), Sultan (2012)



# Un effet du CO2 sur les rendements



Résultats issus de 5 GCMS et 6 modèles de plantes (30 simulations)

## Impacts du changement climatique sur le rendement (%)

	Sans effet du CO2	Avec effet du CO2
Sénégal	<b>-8.5 ± 9.9</b>	<b>-7.5 ± 16.7</b>
Burkina Faso	<b>-3.9 ± 4.3</b>	<b>+1.7 ± 9.9</b>

Courtesy of Delphine Deryng

# Conclusion et perspectives

- Baisse des rendements des céréales en Afrique sous l'effet du réchauffement climatique mais des incertitudes fortes subsistent à tous les maillons de la chaîne
- Besoin d'aller plus loin avec des expériences coordonnées (AGMIP) mais aussi amélioration des modèles

**Cela n'implique pas forcément une hausse de la vulnérabilité des populations rurales:**

- Les changements climatiques sont imbriqués dans d'autres changements globaux
  - Autres changements environnementaux
  - Changements socio-économiques, changements techniques
- Des possibilités pour lutter contre les effets du climat:
  - Stratégies locales
  - Sélection et adaptation variétale
  - Informations climatiques
  - Autres: assurances indicelles...



# Le climat n'est pas le seul moteur

Effets combinés du climat et de la fertilisation sur le rendement du mil au Niger

	Pas de changement de pratiques	Fertilisation optimale (résidus de culture + N)
Climat actuel	-	<b>+287%</b>
Pire des scénarios climatiques	<b>-54%</b>	+56%

Eyshi Rezaei et al. (2014)

# Mettre en œuvre une approche pluridisciplinaire



**Pas de relation déterministe simple,  
univoque, universelle**

Comment les agriculteurs perçoivent-ils les changements environnementaux?

Que nous apprend le passé sur la vulnérabilité et les capacités d'adaptation des populations d'Afrique de l'Ouest?

Quelles stratégies à mettre en œuvre pour le futur?



**escape**

France LOCEAN, CIRAD, GET, LTHE, OMP, CNRM, HSM, LPED

Afrique AFRICARICE, AGRHYMET, CEFORP, DNM Mali, ICRISAT, IER, LASDEL, LPA0SF, UCAD

2011-2015 (ANR)

**8 partenaires français / 10 partenaires africains  
(Sénégal, Mali, Niger, Bénin)**



**Dialogue et analyse pluridisciplinaire**

climatologues, hydrologues, agronomes, historiens, démographes, économistes, anthropologues...

**Collaborations Nord-Sud**

activités terrains, pilotage du projet

**Capitalisation sur l'existant**

AMMA, ECLIS, Niakhar, CMIP

**Contribution aux instruments du partenariat régional**

PPR SREC, LMI ECLAIR

**Merci de votre attention**

**Plus d'informations sur:**

**<http://www.locean-ipsl.upmc.fr/~ESCAPE>**

**Benjamin Sultan**

**[Benjamin.Sultan@locean-ipsl.upmc.fr](mailto:Benjamin.Sultan@locean-ipsl.upmc.fr)**