

REGARDS CROISES SUR LES ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN
AFRIQUE DE L'OUEST



***REG**ionalisation des précipitations et impacts
h**Y**drologiques et agro**N**omiques du changement
clim**A**tique en régions vulnérables*

LOCEAN, CIRED, LSCE, LMD

**Quantifier le devenir du rendement des
cultures en Afrique de l'Ouest en
réponse au changement climatique**

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

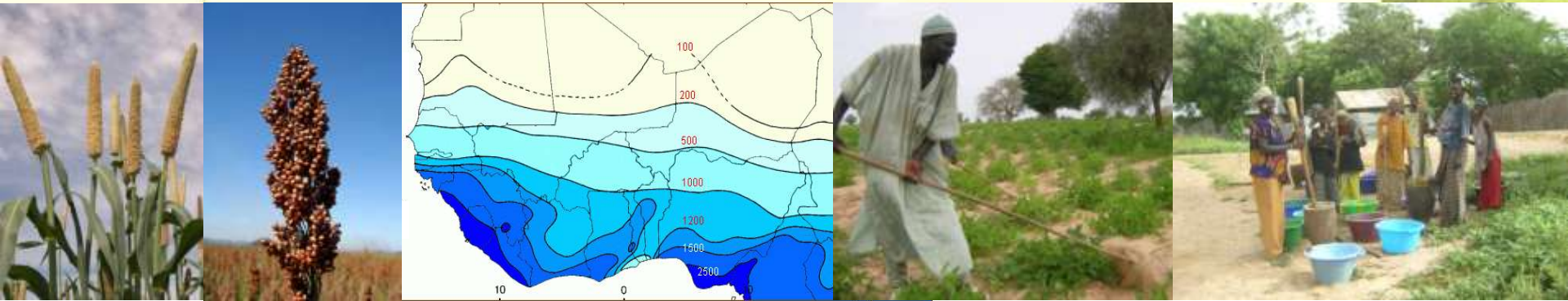


Ces impacts sont particulièrement forts dans les tropiques :

- Variabilité du climat (mousson, ENSO)
- Faible capacité d'adaptation



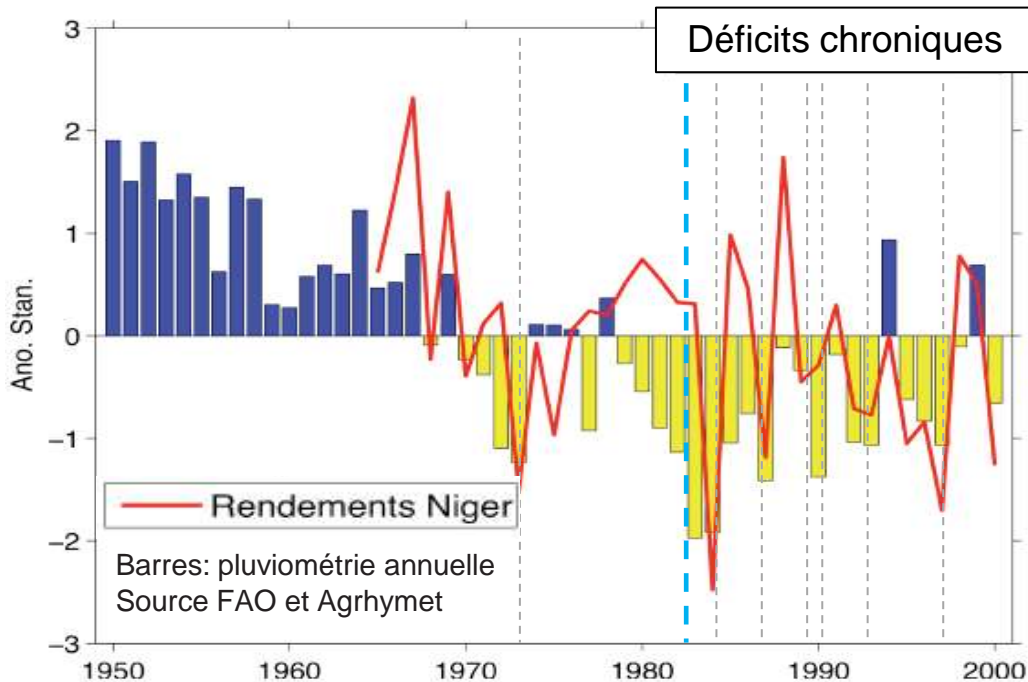
Un enjeu particulièrement important au Sahel



Systèmes agricoles en Afrique de l'Ouest: faiblement mécanisés avec des variétés à faible potentiel de rendement, peu d'intrants et pas d'irrigation

Forte dépendance à l'agriculture : Source de revenus et d'emploi, nécessité d'augmenter la production pour nourrir une population qui augmente rapidement

Un enjeu particulièrement important au Sahel



La sécheresse récente au Sahel

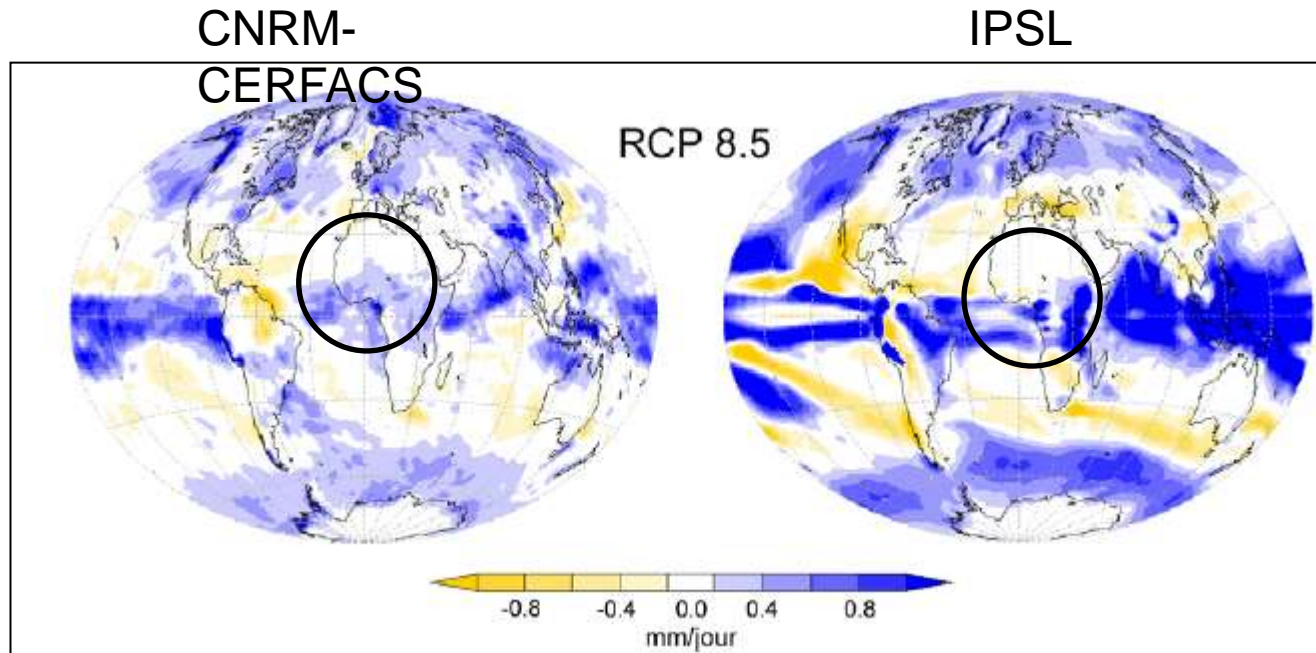
- Responsable de plusieurs crises alimentaires
- Une limite à l'intensification de l'agriculture

La menace du changement climatique

Anticiper les variations climatiques et leurs impacts sur l'agriculture est un enjeu majeur en termes de développement et de sécurité alimentaire

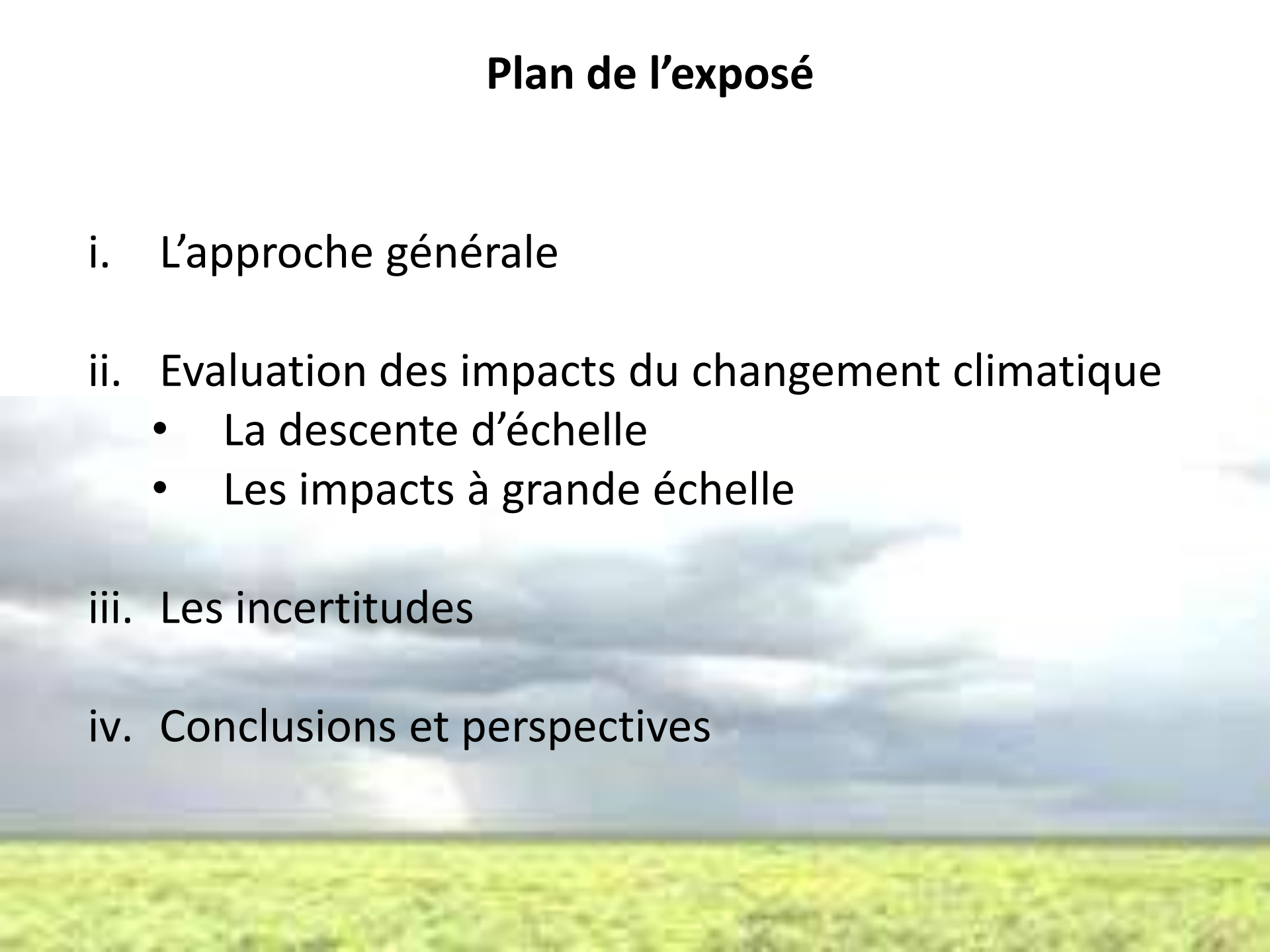
Bilan des projections pour le XXI^e siècle en AO

- Température: réchauffement (+2 C à +6 C en 2100) (IPCC, 2007)
- Précipitations: une situation plus incertaine




Simulations CMIP5, pour 2071/2100 par rapport à
1971/2000

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
 - ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
 - iii. Les incertitudes
 - iv. Conclusions et perspectives
- 

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
 - ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
 - iii. Les incertitudes
 - iv. Conclusions et perspectives
- 

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

→ Deux approches:

- **Modèles empiriques** : simple et multi-échelle mais besoin de données et relations causales bien établies, stationnaire
- **Modèles mécanistes** : plus réaliste, non stationnaire mais difficile à paramétrer et à extrapoler, problème d'échelle

La modélisation mécaniste:

Le modèle SARRAH

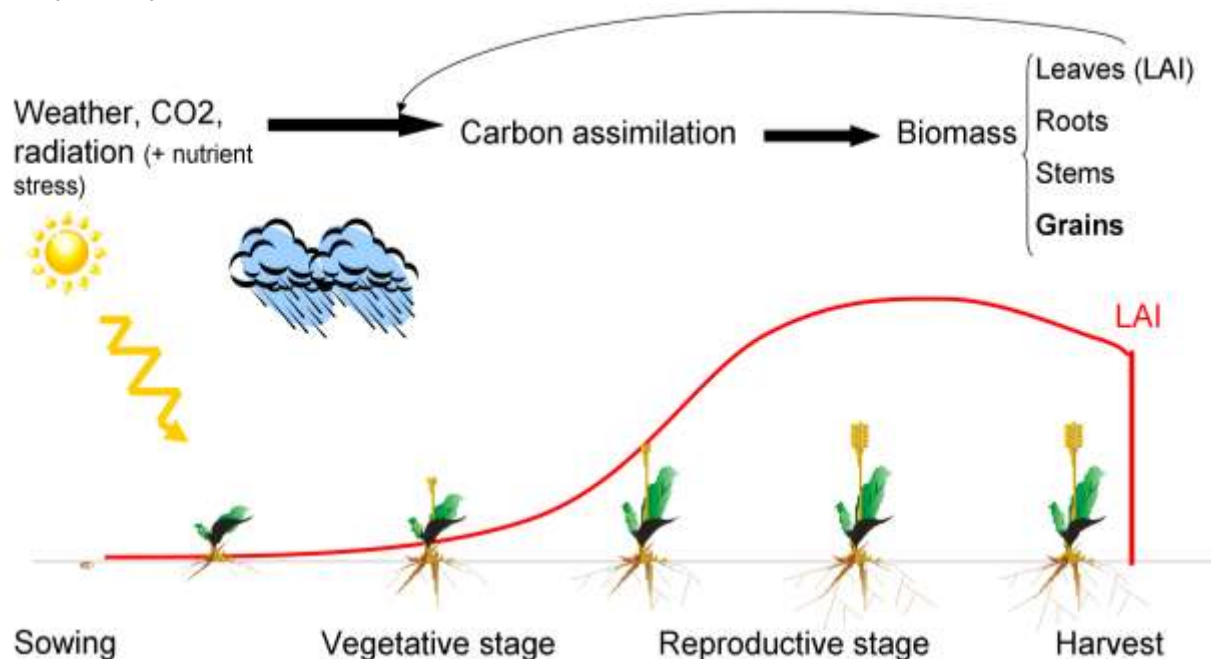
SarraH



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

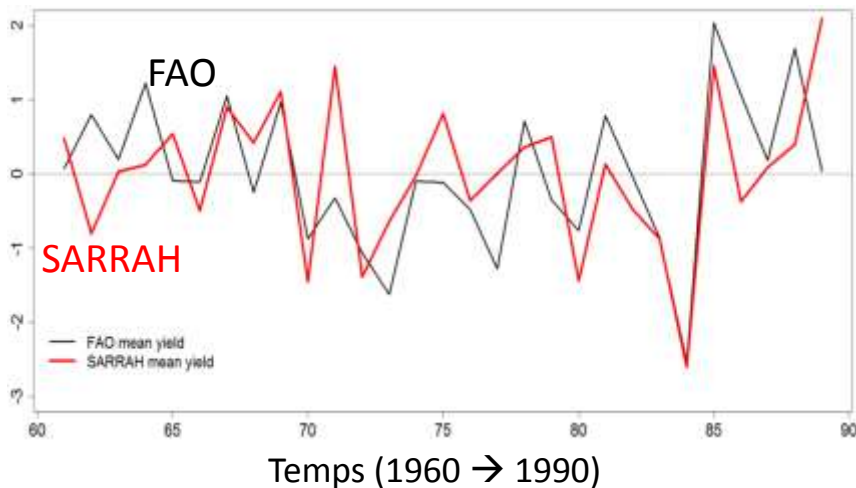


Dingkuhn et al. (2003)

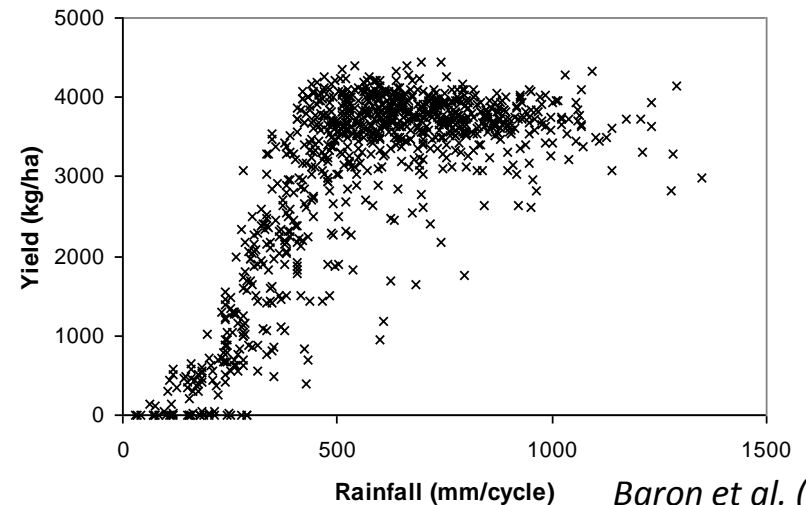
→ **Bilan hydrique** (évolution de la demande en eau, de la disponibilité en eau dans le sol, indice de stress, phases critiques)

→ **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



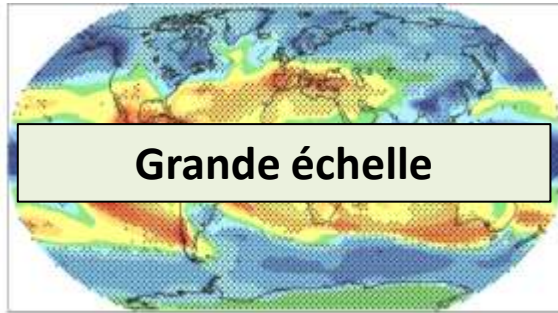
Prise en compte des effets non linéaires



Baron et al. (2005)

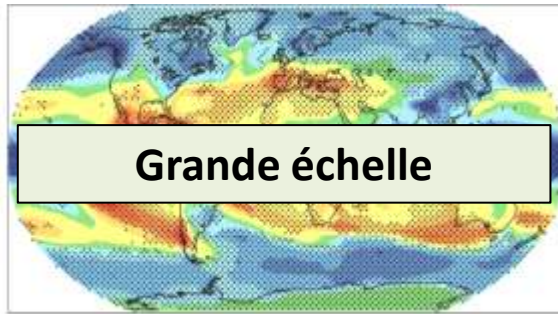
Couplage climat – agronomie

L'approche générale



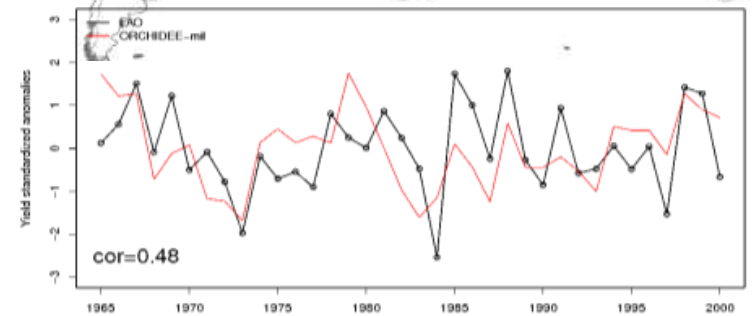
Couplage climat – agronomie

L'approche générale



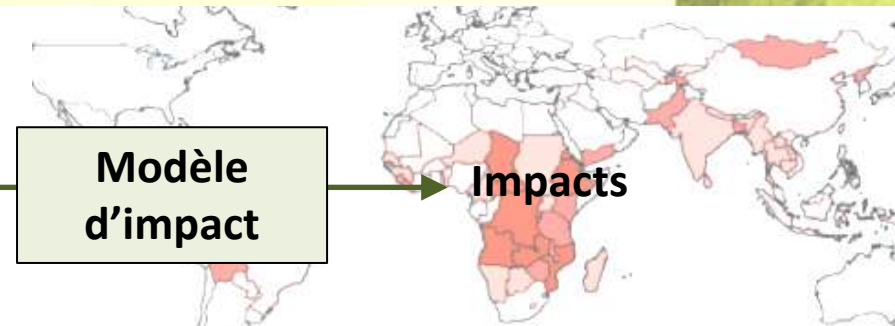
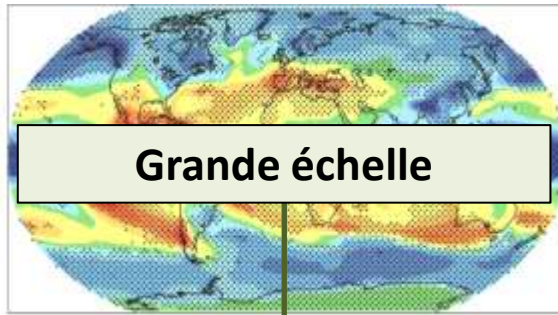
Modèle
d'impact

Impacts



Couplage climat – agronomie

L'approche générale



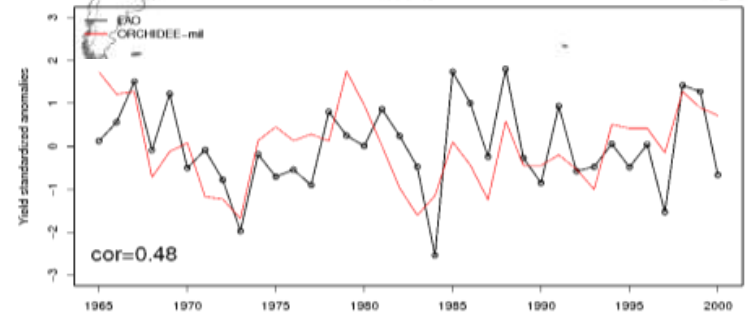
Descente d'échelle

Echelle locale

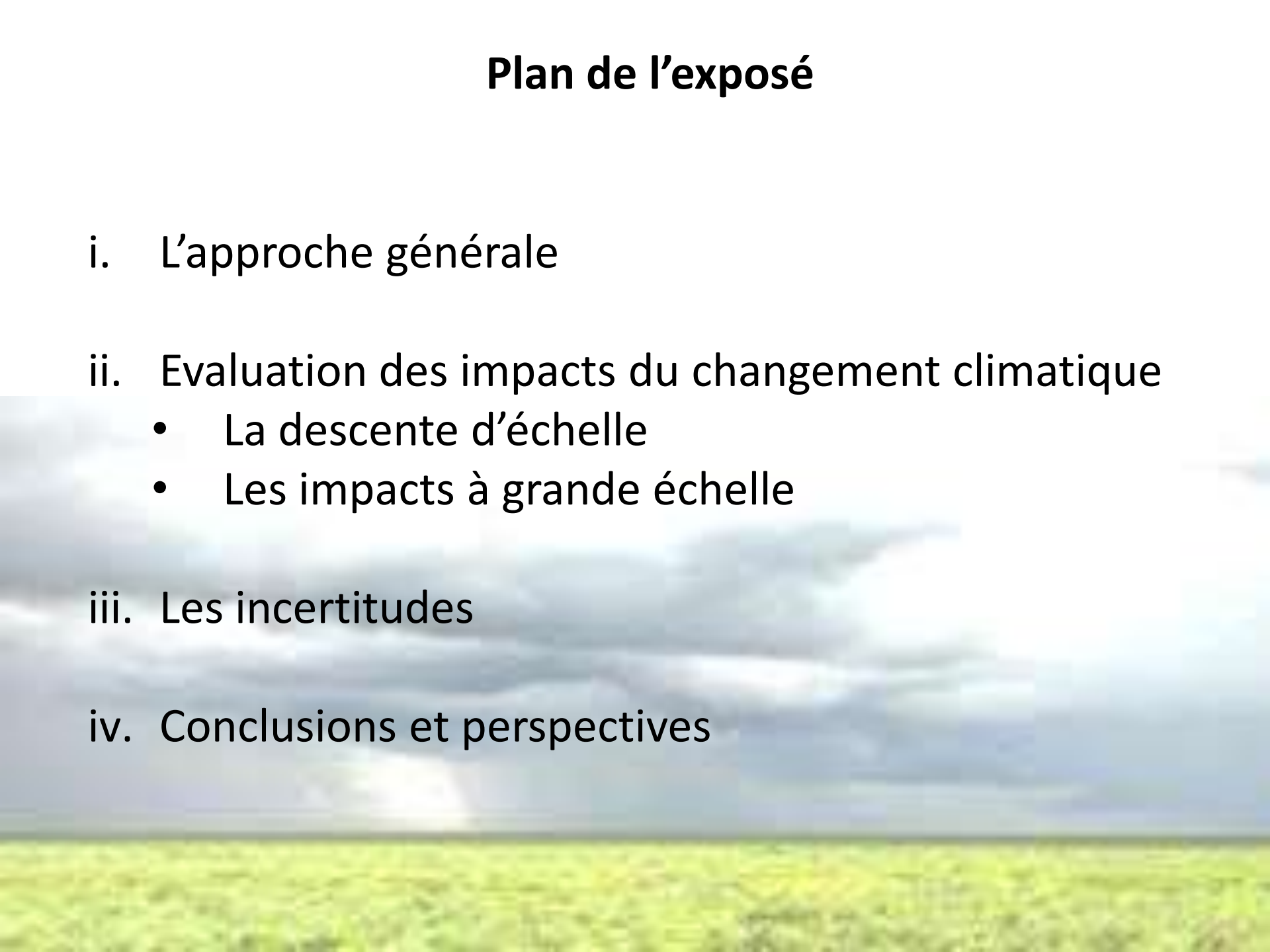
Modèle d'impact



Impacts



Plan de l'exposé

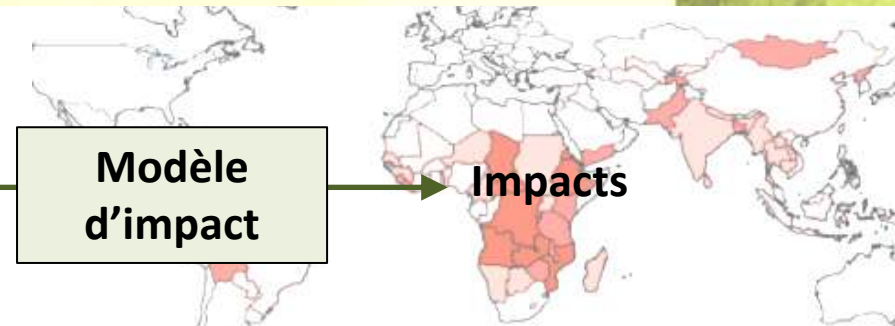
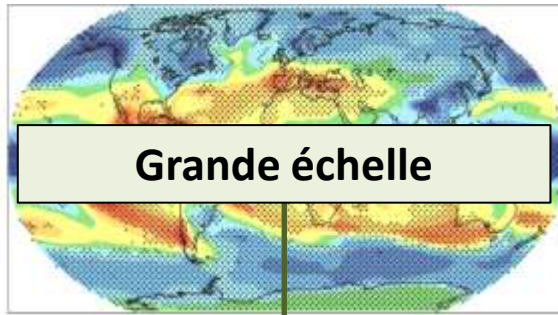
- i. L'approche générale
 - ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
 - iii. Les incertitudes
 - iv. Conclusions et perspectives
- 

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
- ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
- iii. Les incertitudes
- iv. Conclusions et perspectives

Couplage climat – agronomie

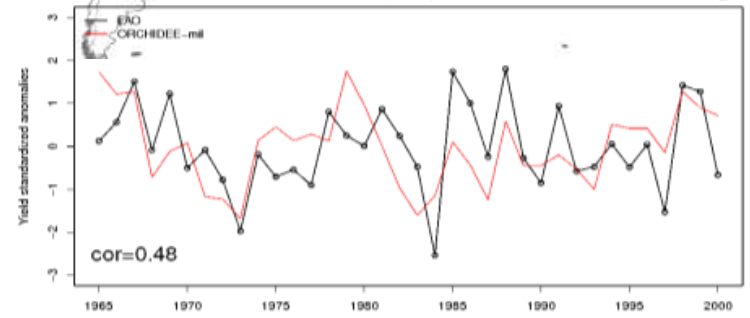
L'approche générale



Descente d'échelle

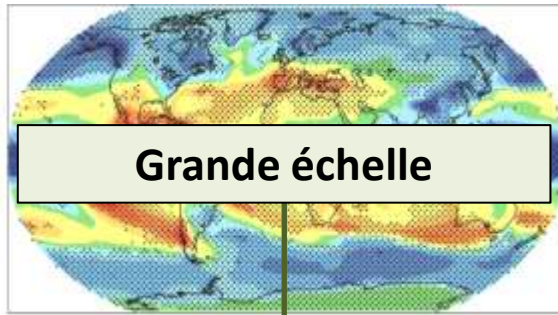
Echelle locale

Modèle d'impact



Couplage climat – agronomie

L'approche générale



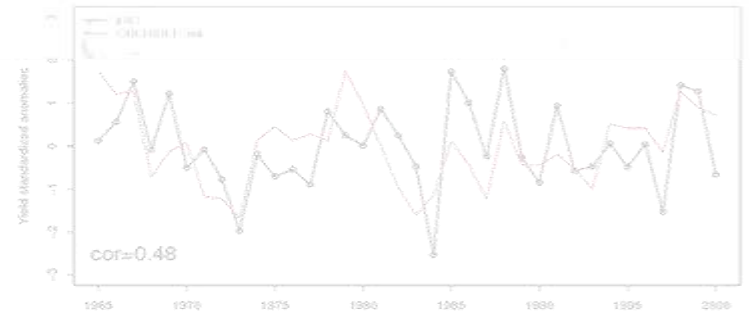
Descente d'échelle

Echelle locale

Modèle d'impact

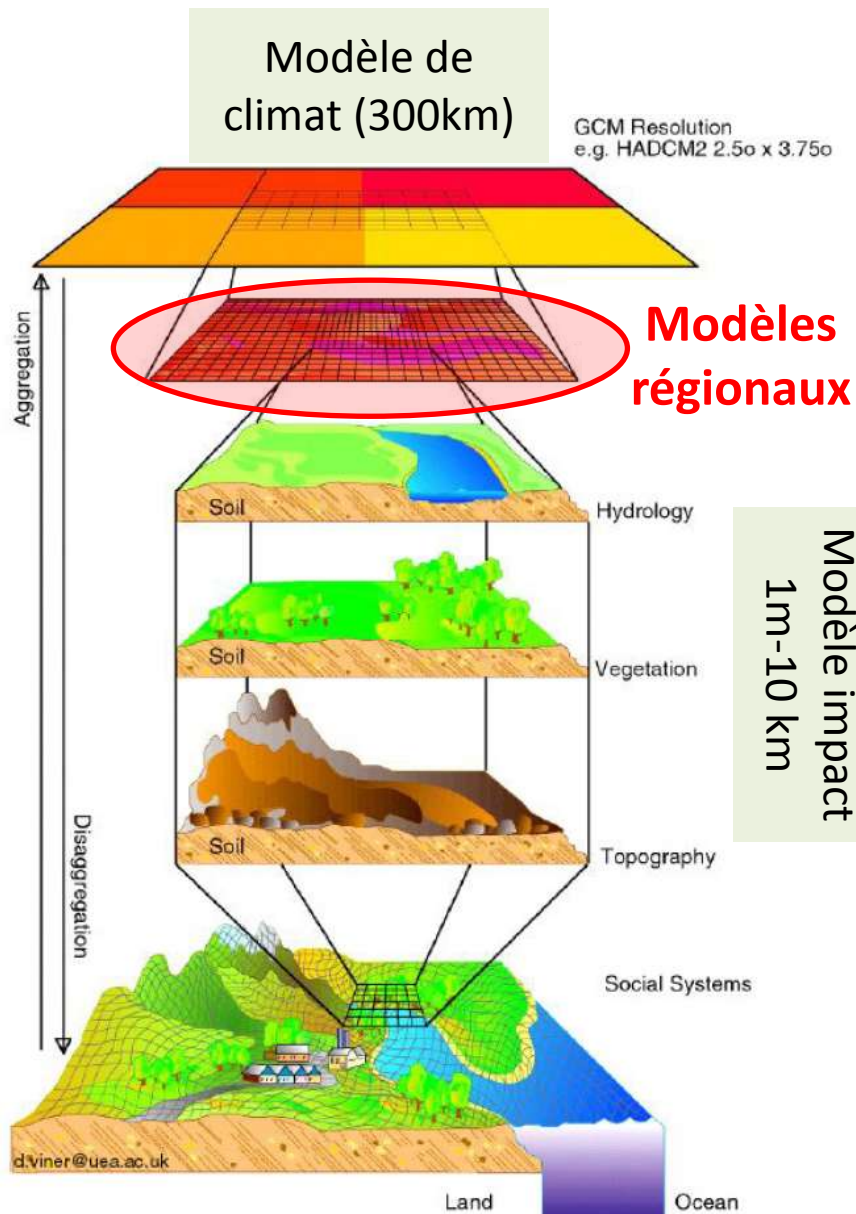


Impacts



Couplage climat – agronomie

Une inadéquation d'échelle



Climat à grande échelle
(GCM, NCEP...)



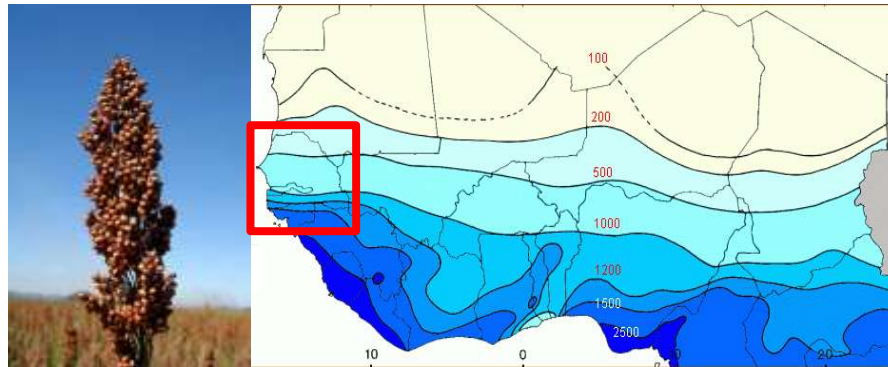
Régionalisation: faire le lien entre le climat grande-échelle et le climat local

Climat local
Débits, inondations,
rendements...

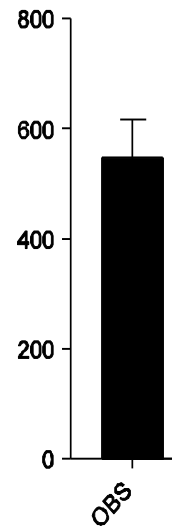
Couplage climat – agronomie

Les biais liés à la régionalisation

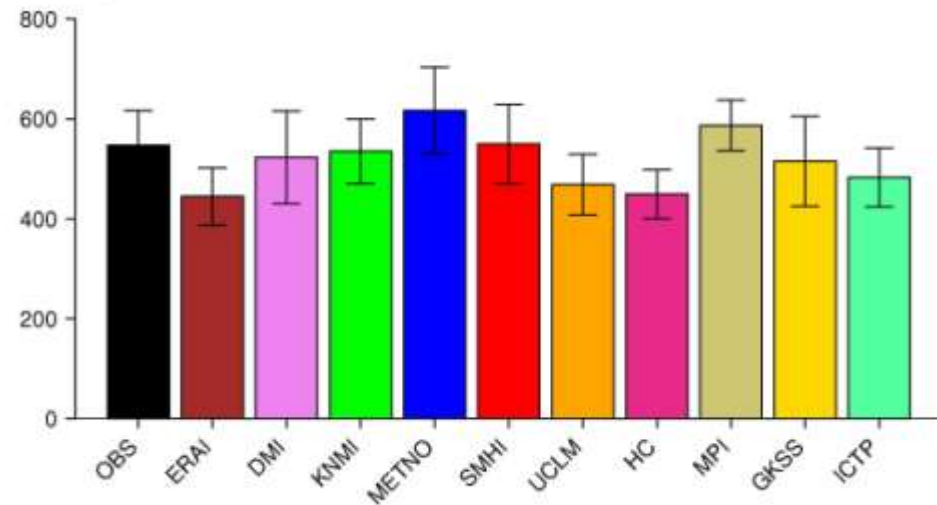
Simulations du sorgho au Sénégal



Régionalisation dynamique

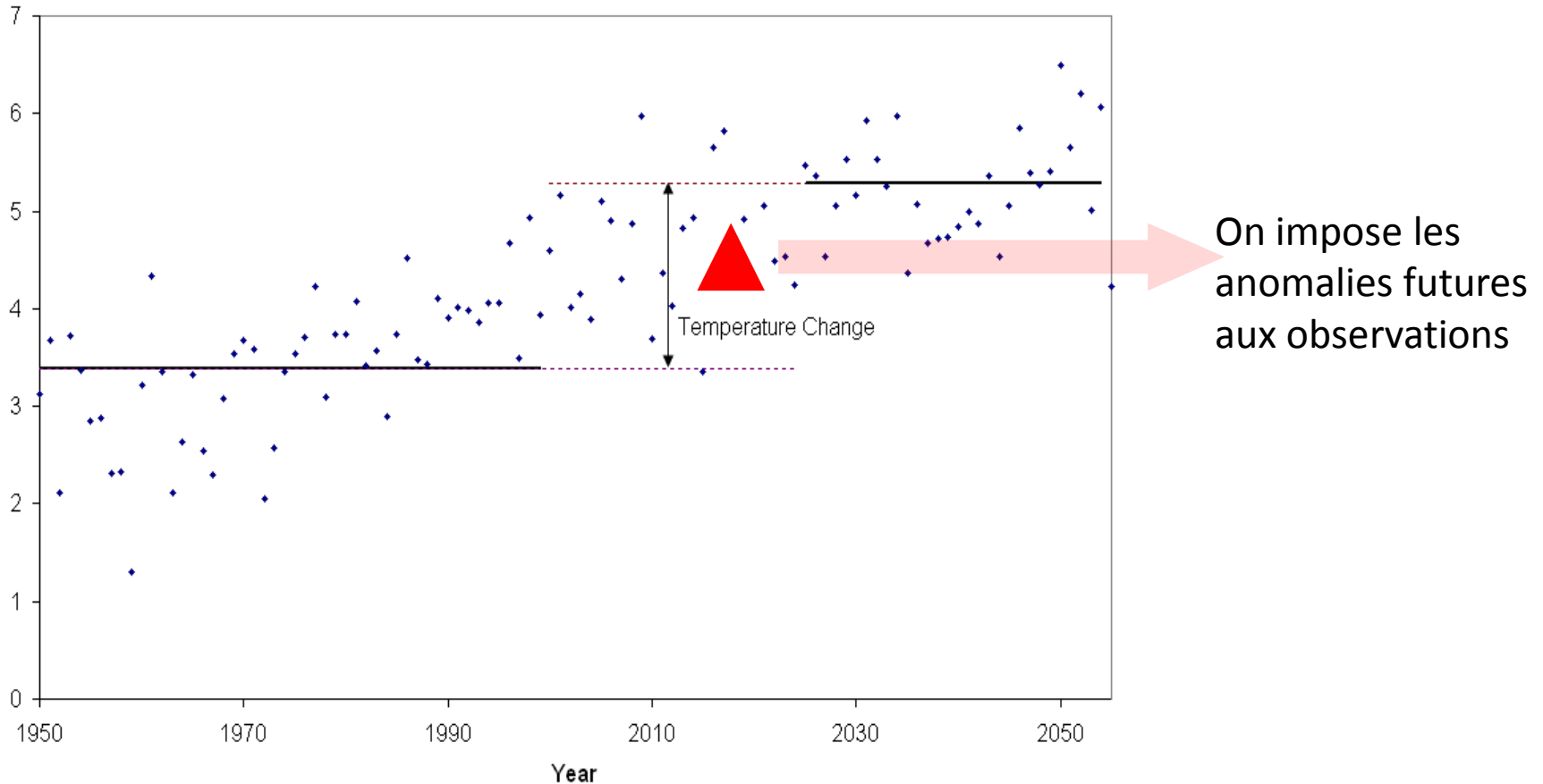


Régionalisation statistico-dynamique



Couplage climat – agronomie

La méthode des « deltas »

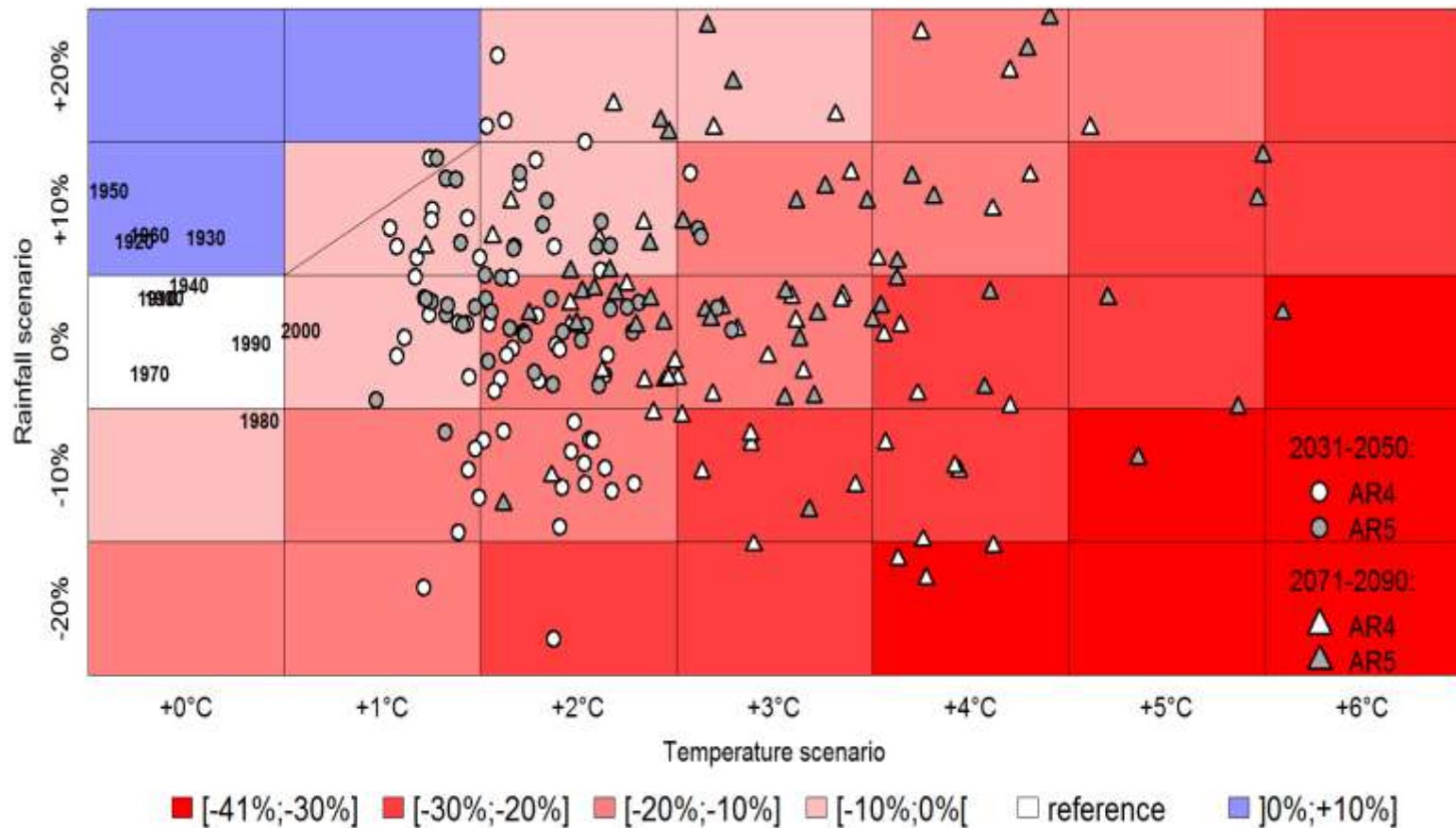


- Corrige le biais des modèles de climat
- Pas de changement dans la variabilité (événements extrêmes)

Couplage climat – agronomie

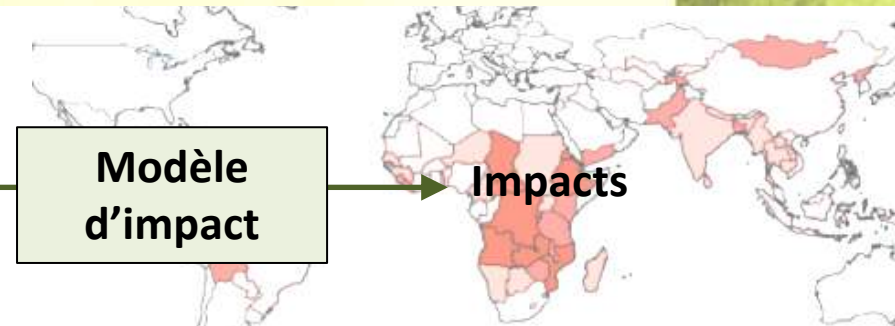
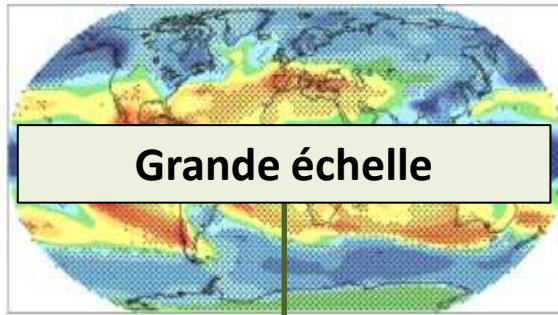
La méthode des « deltas »

Impact des anomalies de températures et de pluie sur les céréales en AO



Couplage climat – agronomie

L'approche générale



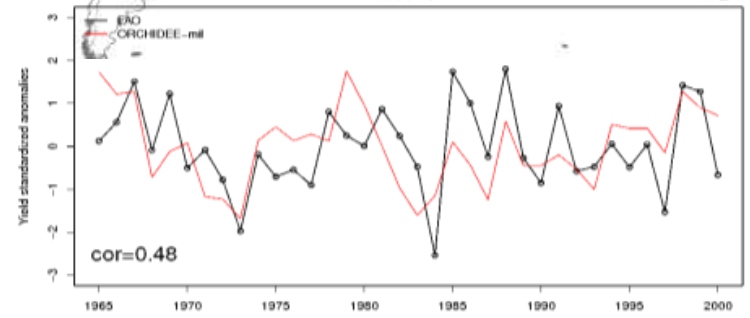
Descente d'échelle

Echelle locale

Modèle d'impact

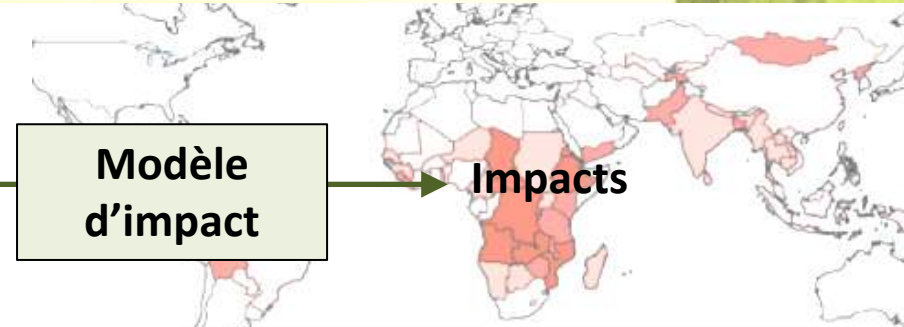
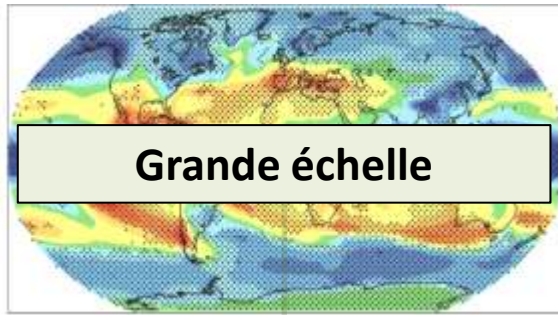


Impacts



Couplage climat – agronomie

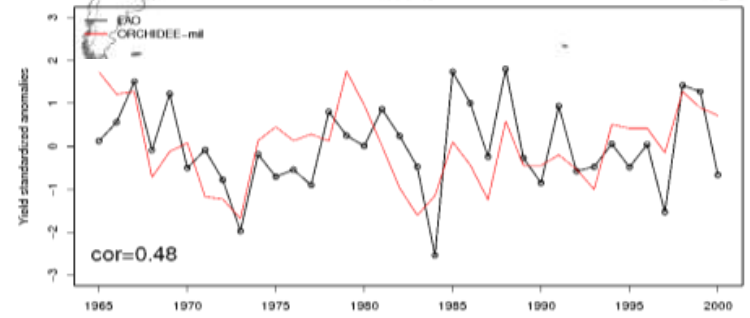
L'approche générale



Descente d'échelle

Echelle locale

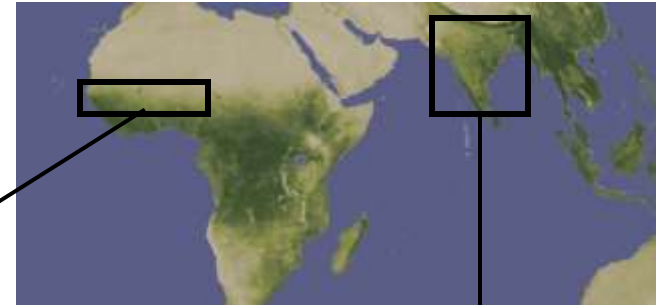
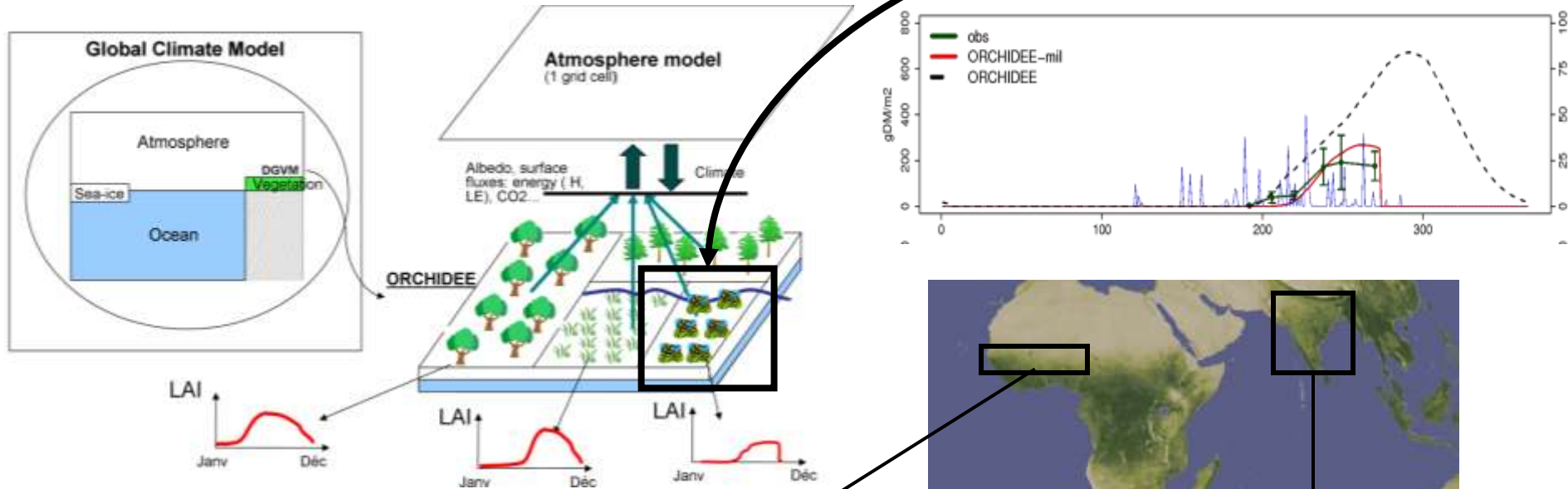
Modèle d'impact



Couplage climat – agronomie

Un modèle à grande-échelle : ORCHIDEE-Mil

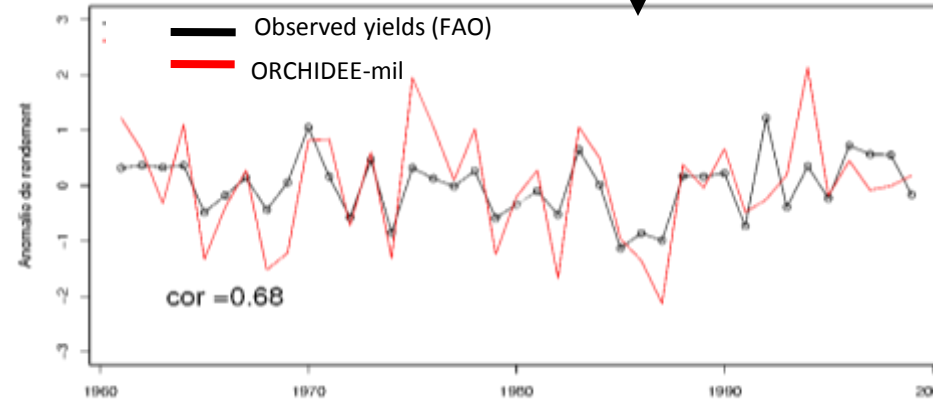
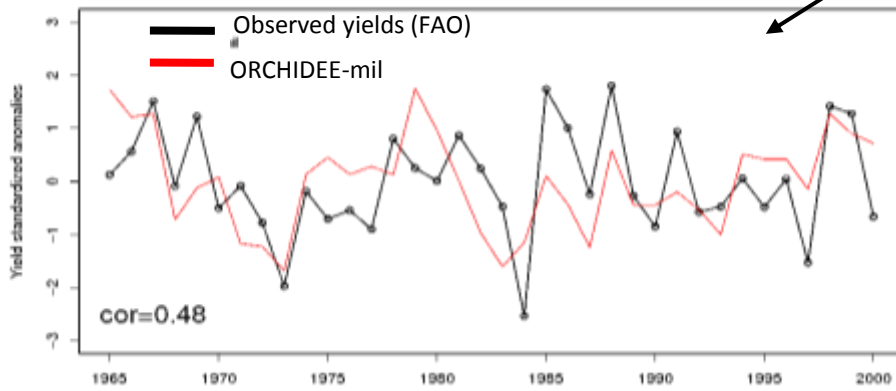
New representation of
Tropical C4 cereals
(millet/sorgho)



Berg et al. (2010)

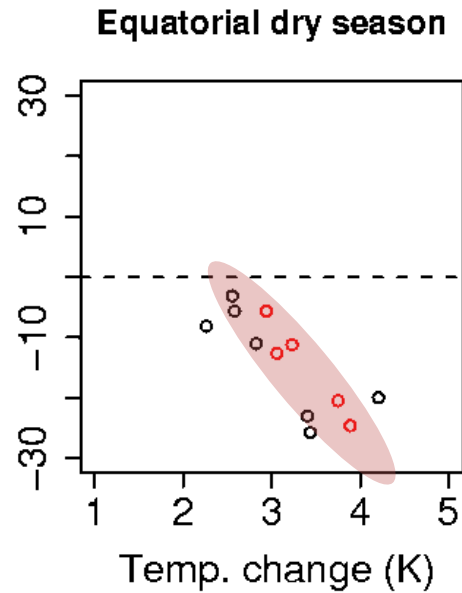
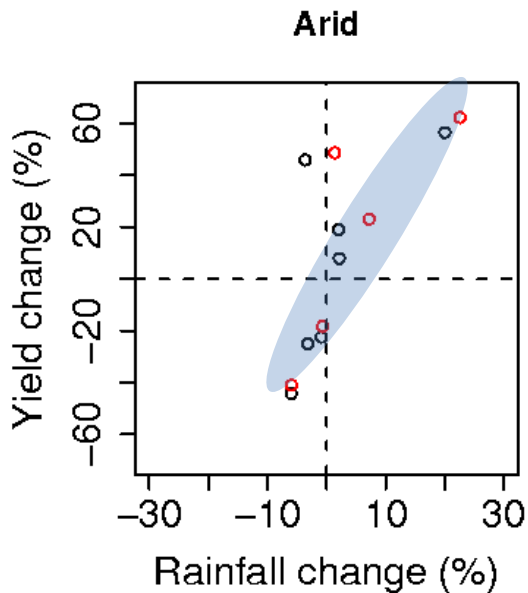
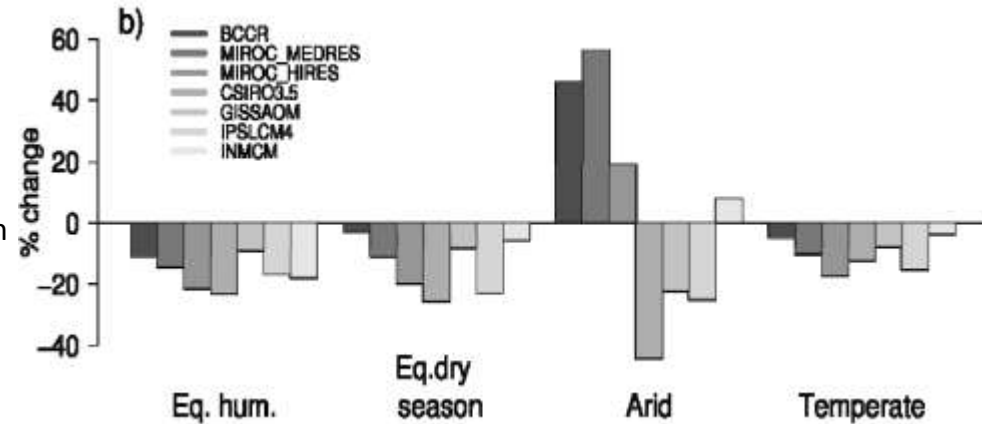
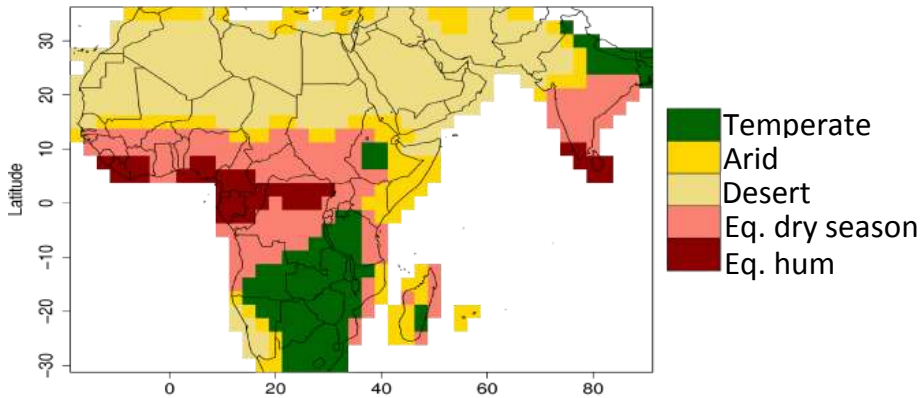
West Africa

India



Couplage climat – agronomie

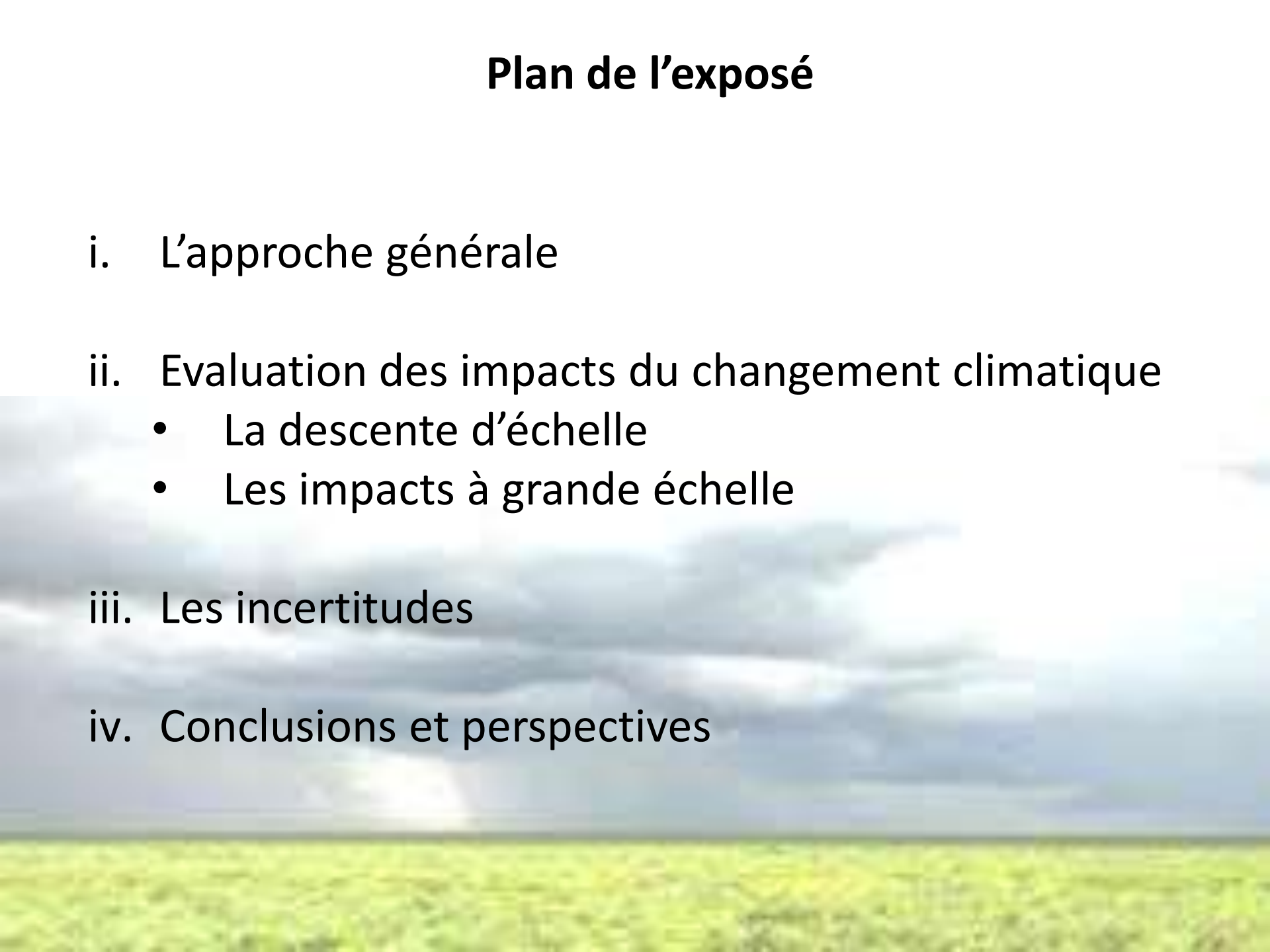
Un modèle à grande-échelle



- Effet de la pluie dans les zones arides
- Effet des températures dans les zones équatoriales

○ A1B
○ A2

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
 - ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
 - iii. Les incertitudes
 - iv. Conclusions et perspectives
- 

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
- ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
- iii. Les incertitudes**
- iv. Conclusions et perspectives

Analyse des incertitudes

La cascade des incertitudes

Société future

Emissions de GES

Modèle de climat

Scénario régional

Modèles d'impact

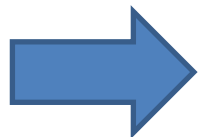
Adaptation

Impact

Analyse des incertitudes

Une méta-analyse de la littérature

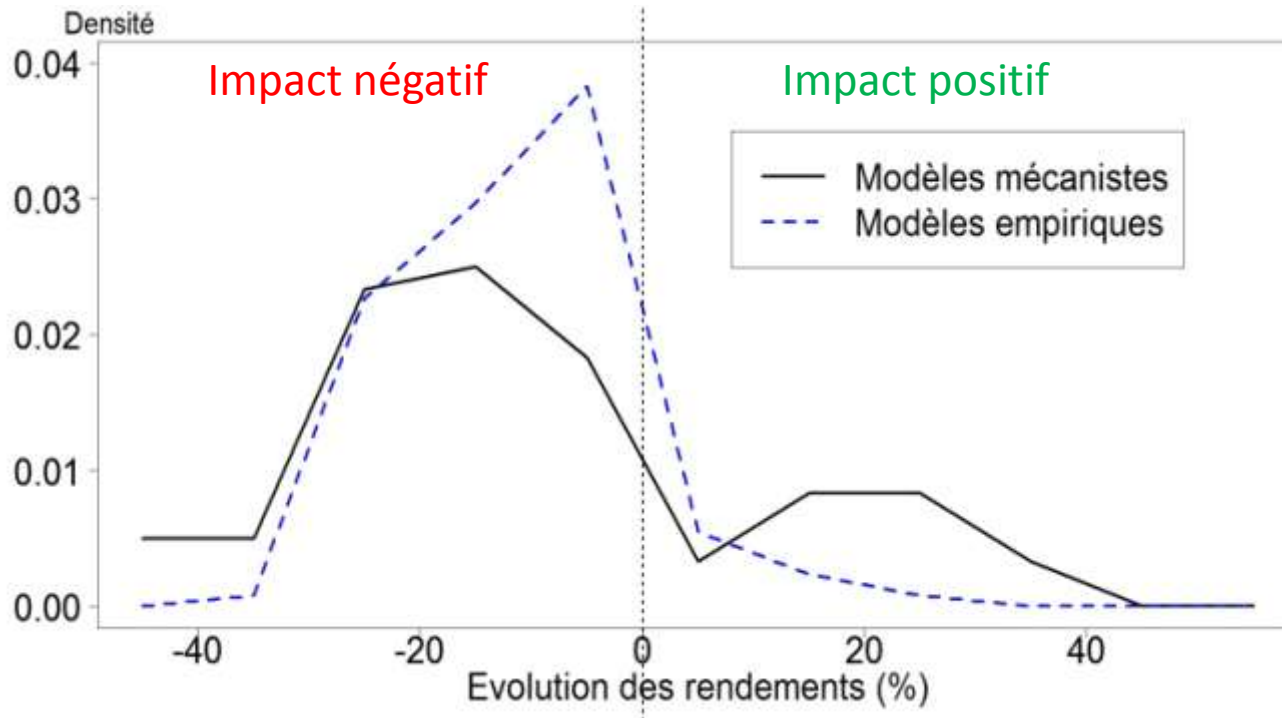
- A chacune de ces étapes: incertitude
- Nécessité de fonder les résultats sur différents:
 - Scénarii climatiques
 - GCMs
 - Méthodes de descente d'échelle
 - Modèles agronomiques
- Pour cela, il faut prendre en compte de nombreuses études



Méta-analyse de 16 études d'impact du changement climatique sur les rendements en Afrique de l'Ouest

Analyse des incertitudes

L'évolution des rendements dans le futur

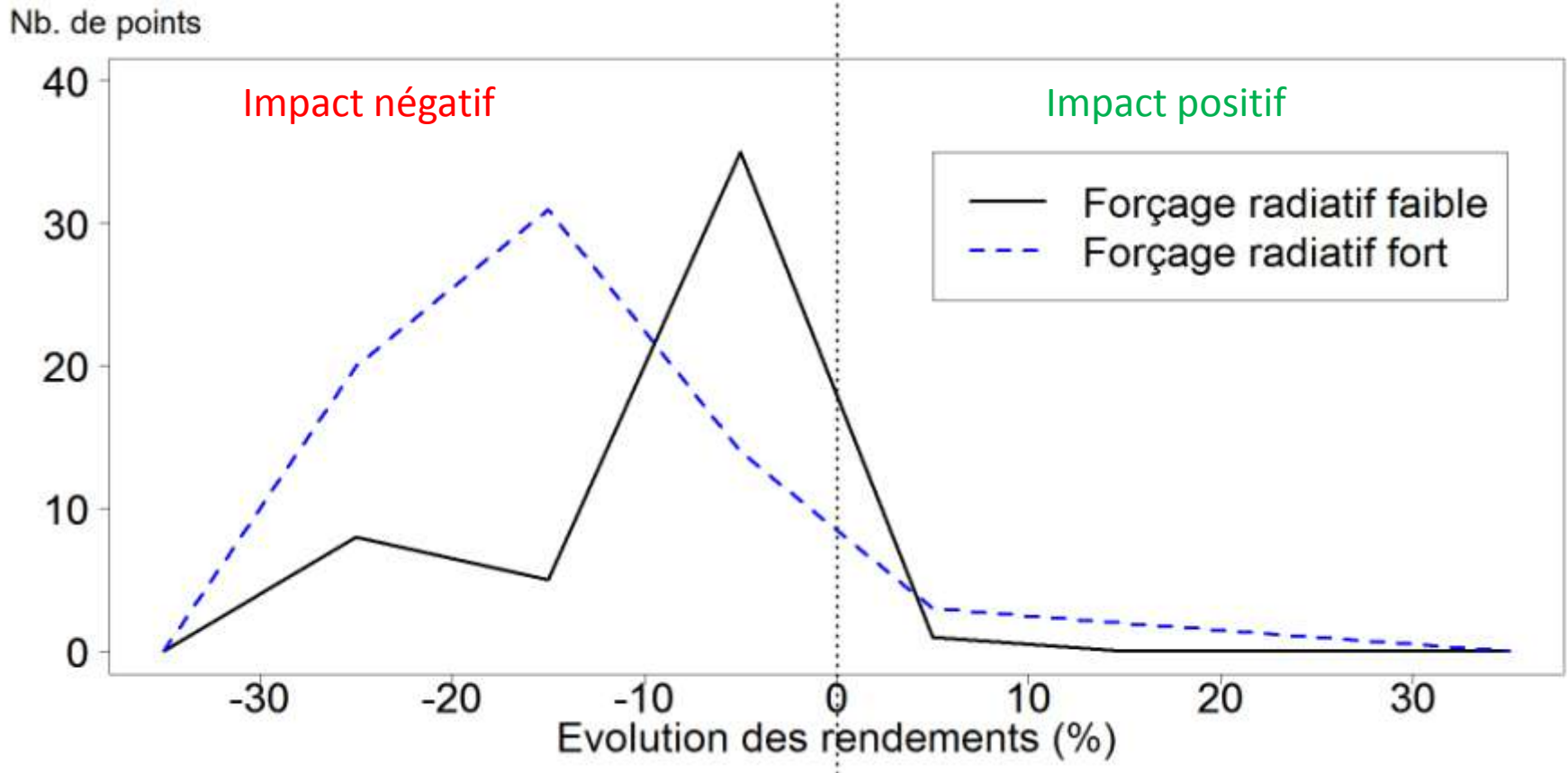


- Résultats présentés pour différents:
- Horizons temporels
 - cultures
 - Scénarii d'émissions et GCM

- ✓ Une grande dispersion des résultats
- ✓ Médiane de la distribution = **-11%**
- ✓ Même allure en utilisant des modèles agronomiques très différents

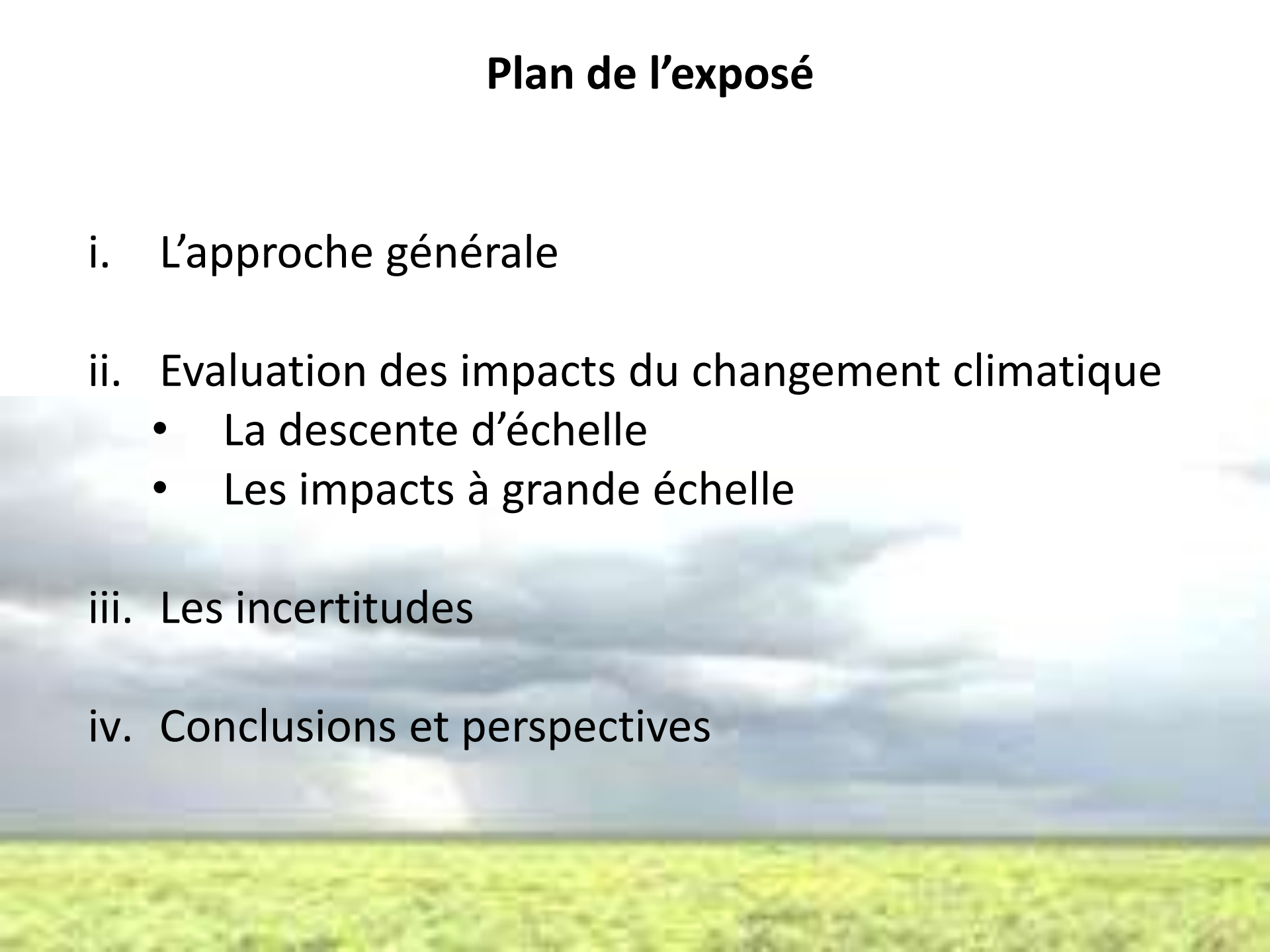
Analyse des incertitudes

Importance de l'atténuation du changement climatique



- ✓ Médiannes: -15% vs -6%
- ✓ Donne une idée des bénéfices de l'atténuation du changement climatique

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
 - ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
 - iii. Les incertitudes
 - iv. Conclusions et perspectives
- 

Plan de l'exposé

- i. L'approche générale
 - ii. Evaluation des impacts du changement climatique
 - La descente d'échelle
 - Les impacts à grande échelle
 - iii. Les incertitudes
 - iv. Conclusions et perspectives
- 

Conclusions et perspectives

- Décroissance des rendements moyens futurs
- Une décroissance due à la température
- La pluie aggrave ou tempère ce signal négatif



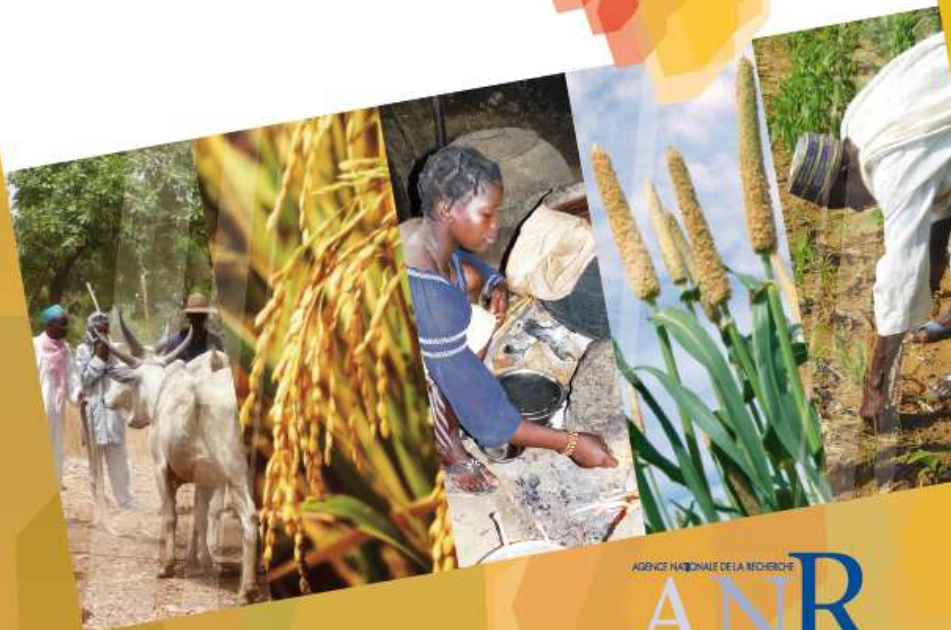
- On quantifie ici l'impact du climat, toutes choses égales par ailleurs
- L'adaptation n'est pas prise en compte

- Plus forte résilience des variétés locales
 - ✓ Une stratégie d'adaptation future

escape

Changements environnementaux
et sociaux en Afrique
passé, présent et futur

Environmental and Social
Changes in Africa
past, present and future



AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR



1 Février 2011 - 31 Janvier
2015

Deux objectifs principaux

- Caractériser la **vulnérabilité** passée et future des sociétés rurales en Afrique aux changements environnementaux et climatiques
- Explorer des pistes d'**adaptation** pour atténuer cette vulnérabilité

Modéliser les changements environnementaux.

Modelling environmental changes

Proposer des adaptation pour le futur

Adaptation options for the future



escape

Restituer les résultat vers la société

Applying an users and livelihood oriented approach

Observer les changements environnementaux et sociétaux

Observation of environmental and social changes

Consortium pluridisciplinaire

Climatologues, hydrologues, agronomes, historiens, géographes, démographes, économistes, anthropologues ...

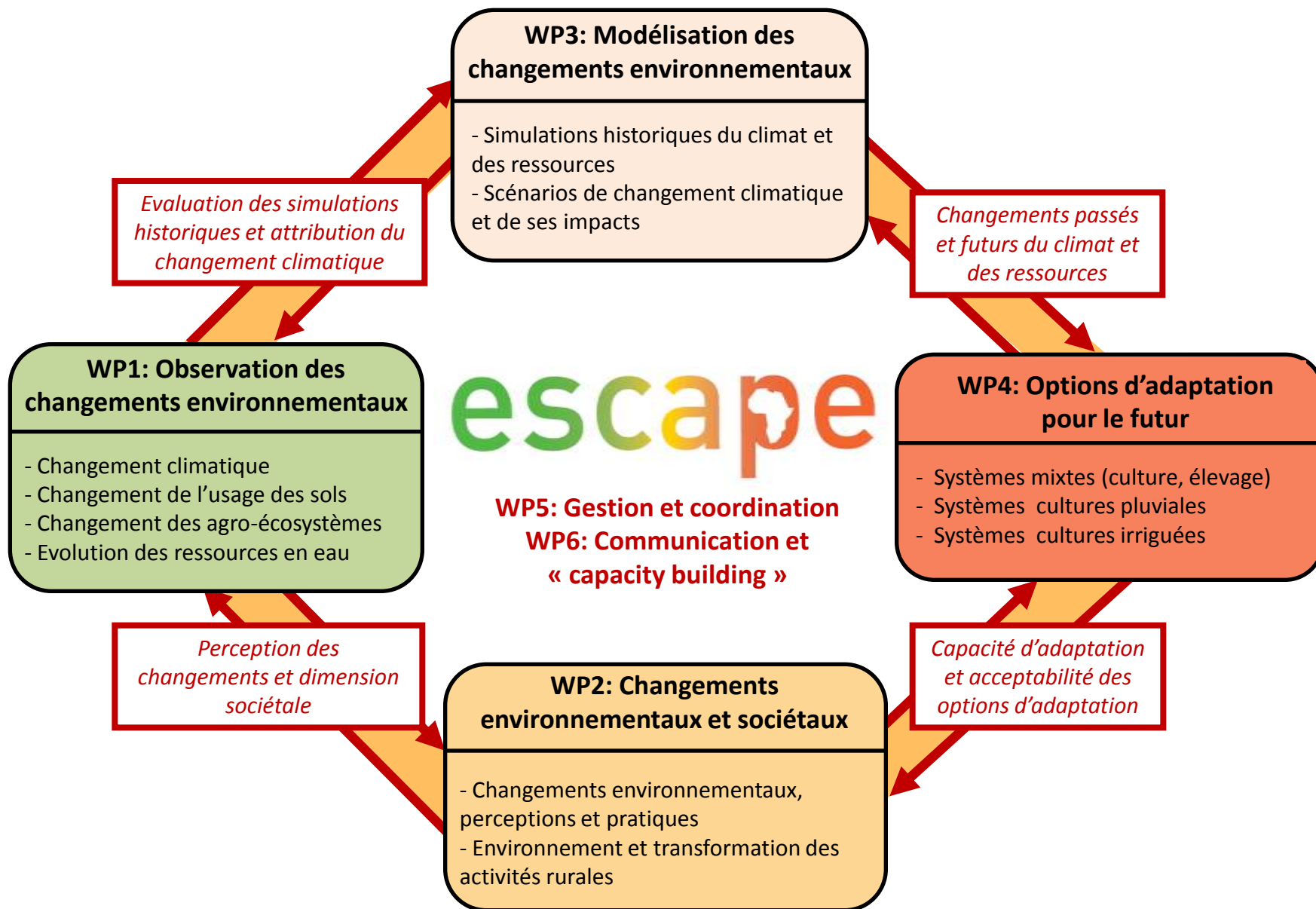
Lien avec les partenaires du Sud

Comité de pilotage du projet constitué de 10 experts africains (9 instituts et 4 pays)

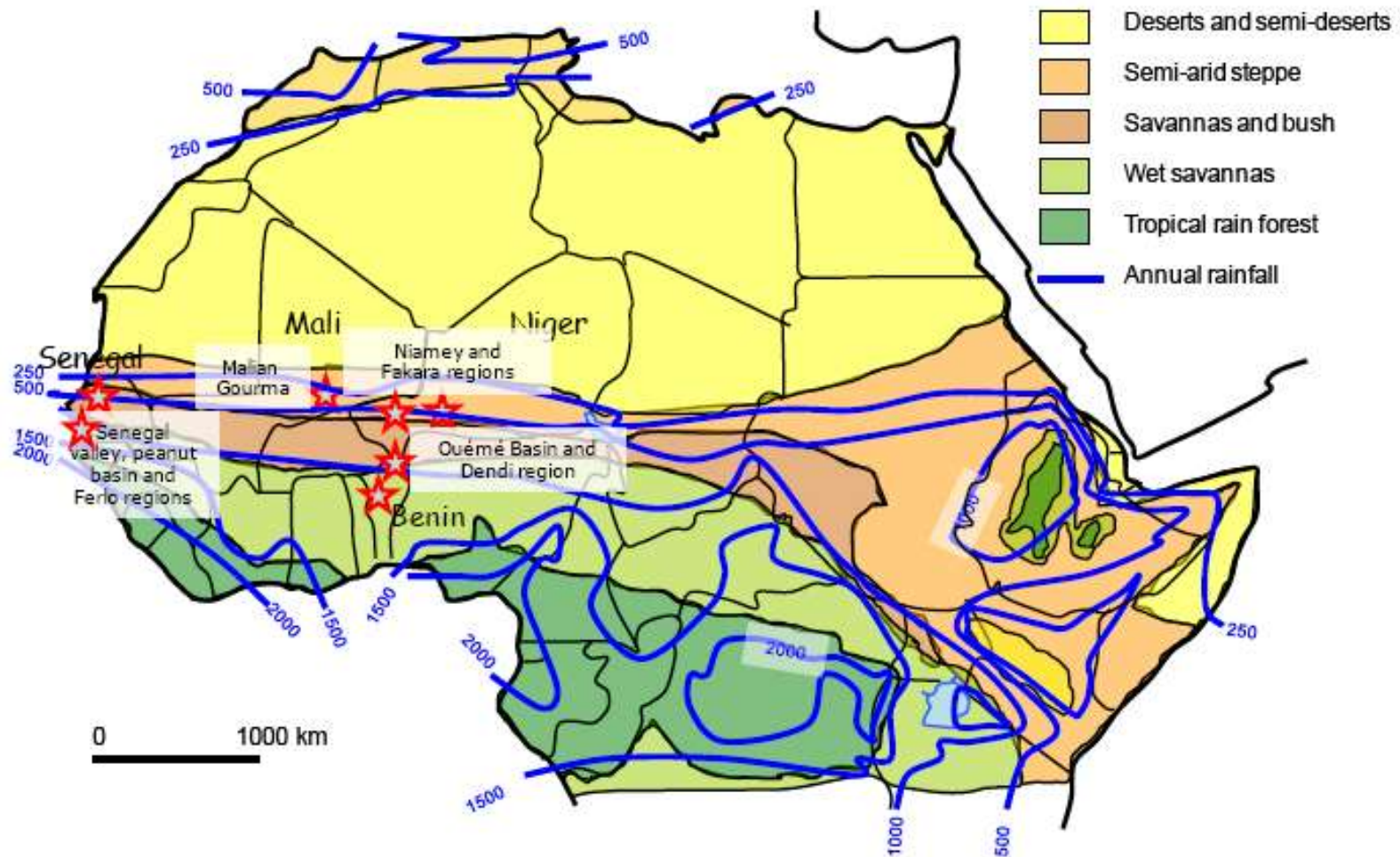
Approche participative

Implication des acteurs pour favoriser l'intégration des résultats du projet

Organisation en 6 groupes de travail



Plusieurs sites pilotes en Afrique de l'Ouest



Etudes rétrospectives et prospectives sur l'évolution de différents systèmes sociaux, agricoles et écologiques dans le contexte des changements environnementaux

Merci de votre attention

Plus d'informations sur:

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

Benjamin Sultan

Benjamin.Sultan@locean-ipsl.upmc.fr