Benjamin Sultan
LOCEAN

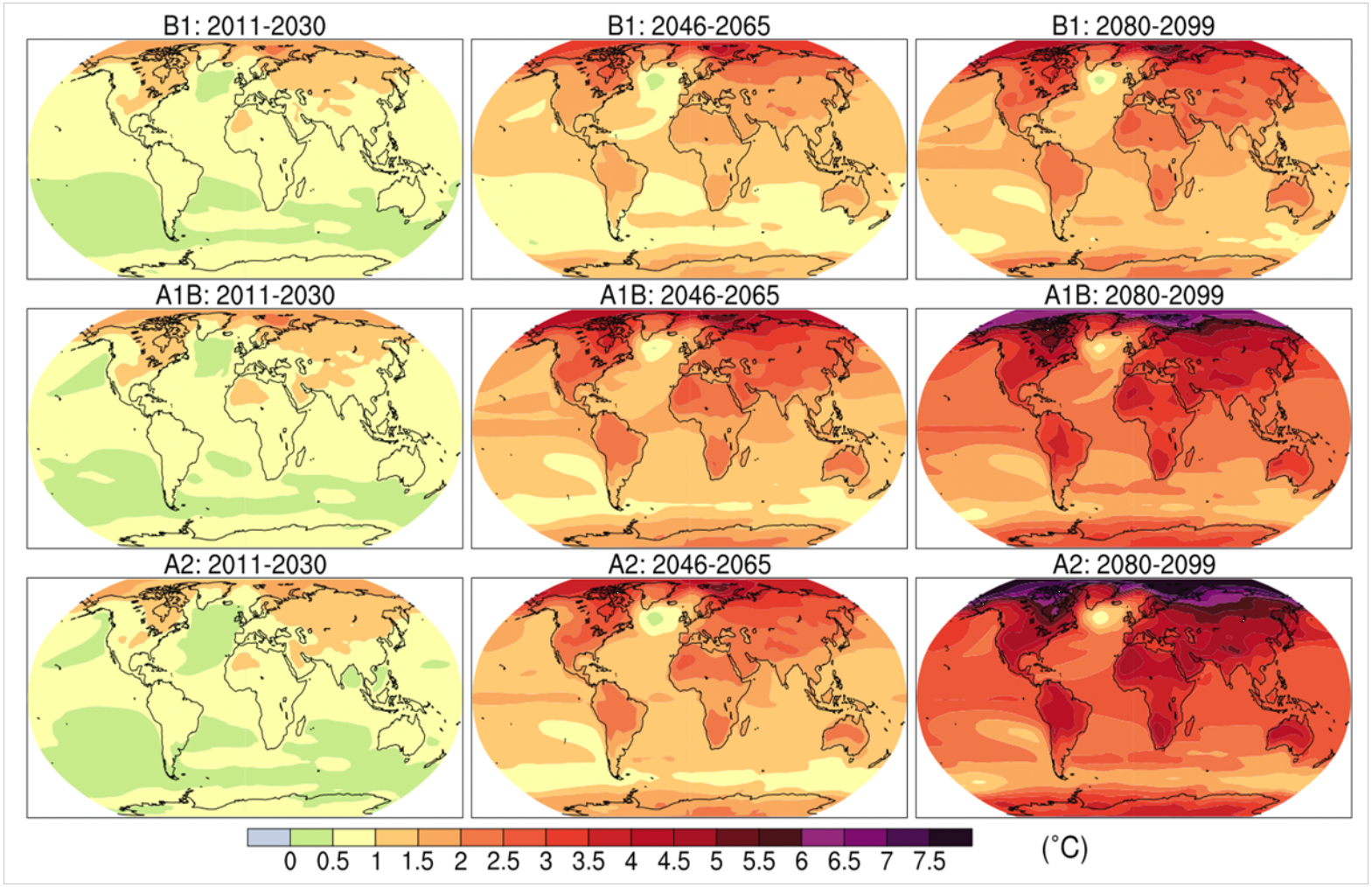
Comprendre les bouleversements climatiques à l'échelle régionale

LOCEAN

IRD
Institut de recherche pour le développement

Sciences de l'environnement
Institut Pierre Simon Laplace

Distribution des températures

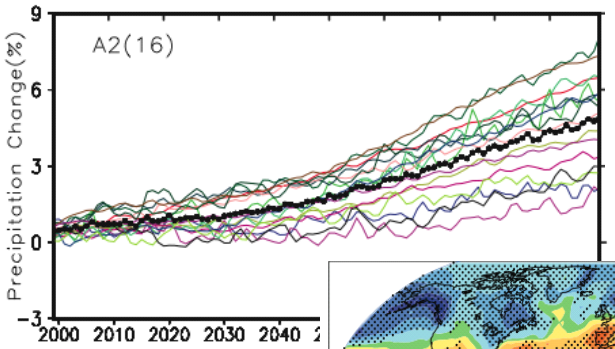


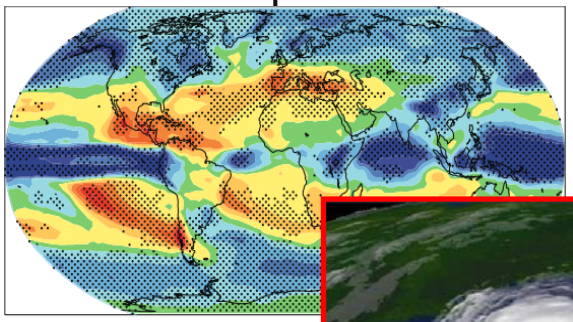
Période de référence: 1980-1999

Réchauffement énorme aux pôles
Les continents sont plus chauds que les océans

Source : GIEC 2007

Ce que produisent les modèles globaux…





Global, continental, jusqu'à 300km

Centaine de km

Dizaine de km

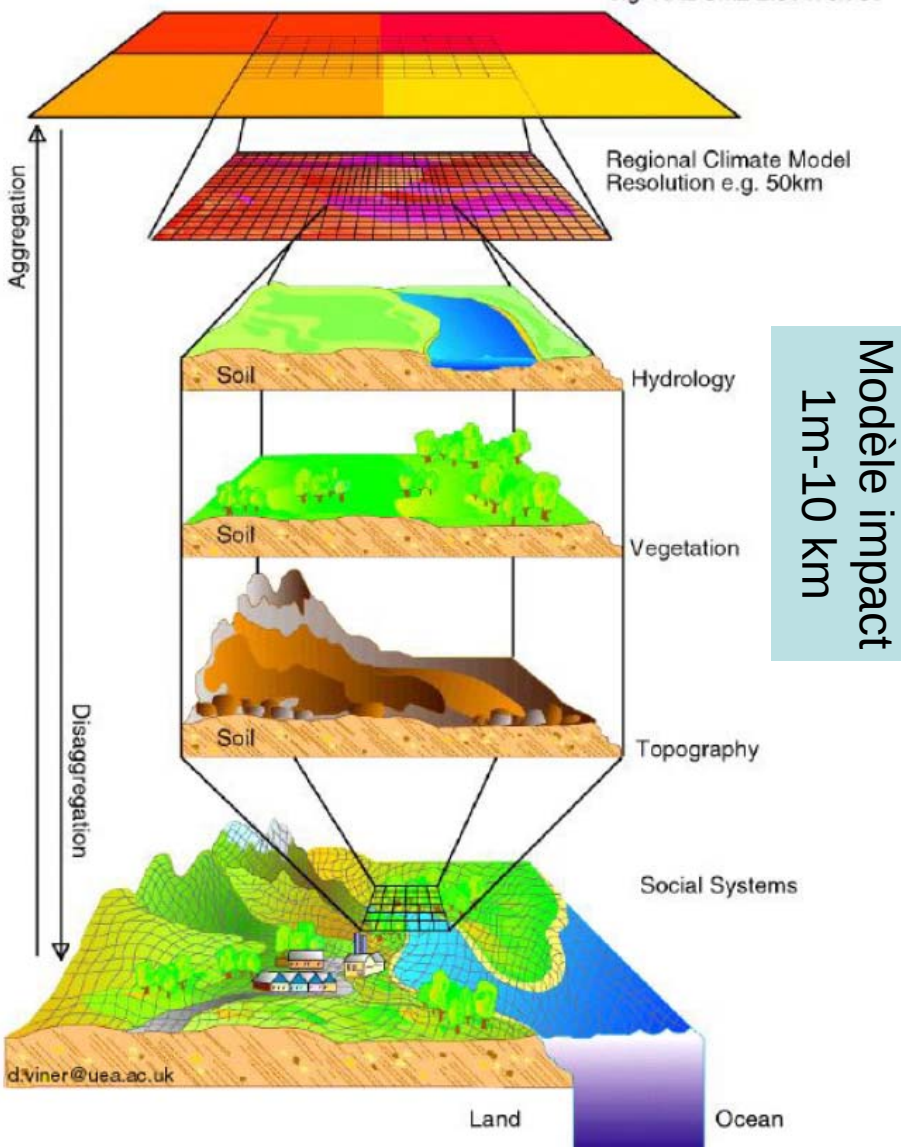
km

point

Ce qui est nécessaires pour les impacts…

Une inadéquation d'échelle

Modèle de climat (300km)



Modèle impact 1m-10 km

Climat à grande échelle
(GCM, NCEP…)

Comment passer aux échelles fines critiques pour les études d'impacts?

Climat local
Débits, inondations, rendements…

Source : CRU

La désagrégation

Désagrégation statistique:

Relations statistiques entre les variables à grande échelle et les variables locales

Rapide et facile

Stationnarité, besoin de données

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

Impacts

Désagrégation dynamique:

Modèles de climat simulant le climat local d'une région déterminée à résolution fine (10-50km)

Reproduit toute la complexité

Long, reproduit les biais des modèles

Source : B. Hewitson

La désagrégation statistique

variable locale = *f (grande échelle, caractéristiques régionales)*

Ex: régression entre la pression de surface du GCM (predicteurs) et la précipitation locale (predictands)

Avantages: facile à mettre en place, adapté pour des situations complexes, corrige les biais des GCMs
Inconvénients: besoin de données, relations entre grande-échelle et petite échelle peuvent changer dans le futur, sensible au choix des prédicteurs

3 grands types de méthodes statistiques :

- **Générateurs de climat**
  modèles stochatiques générant des séries avec les mêmes propriétés que les séries observées

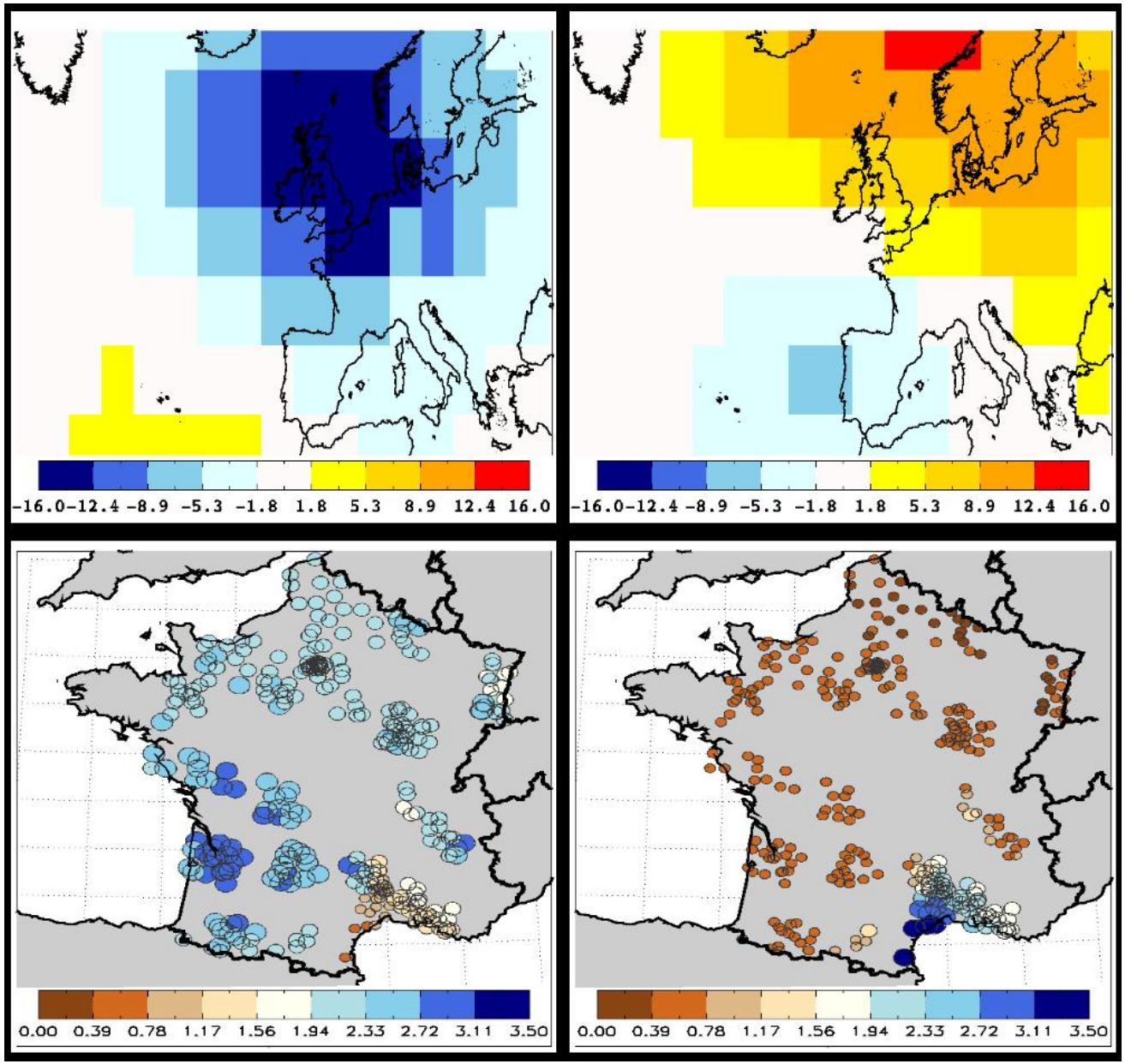
- **Méthodes de type régression**
  Analyses canoniques, régression multiple, réseau de neurones

- **Types de temps**
  Méthode des analogues, classification automatique

La désagrégation statistique

Hiver NDJFM
Anomalie composite de MSLP (hPa)

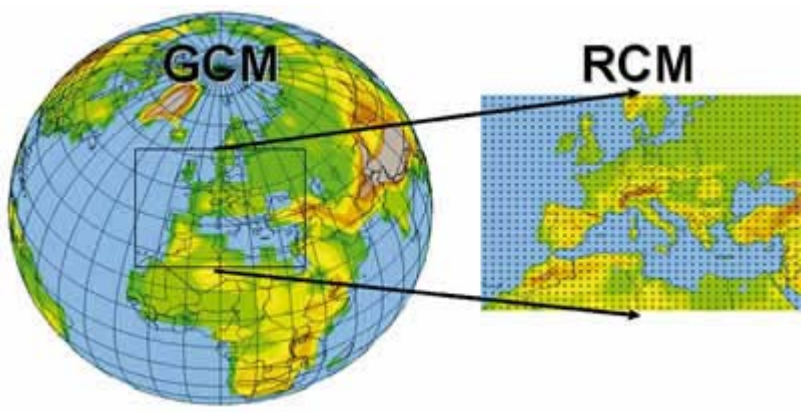
Composites de Précipitation (rapport entre $P_{régime}/P_{moyenne}$)



Source : J. Boé

La désagrégation dynamique

Modèles régionaux: modèles dynamiques (atmosphériques ou océaniques) qui simulent les variables atmosphériques à hqute résolution (10-50km) sur une région géographique limitée en utilisant la grande échelle (GCM ou NCEP, ERA40…) comme conditions aux limites.



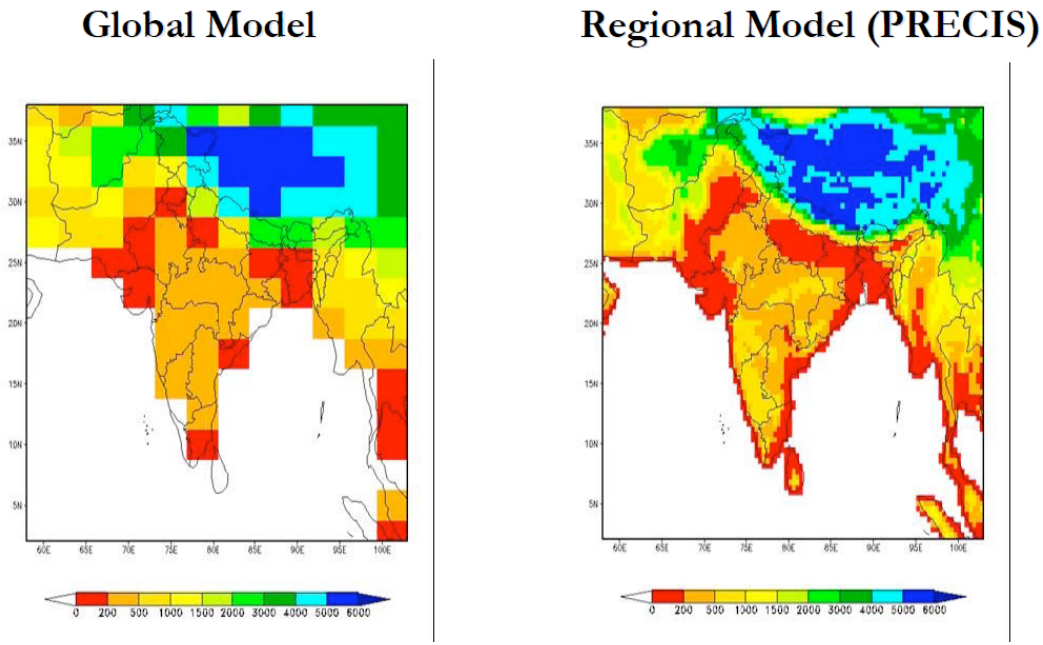
Avantages: capture des phénomènes liées à la fine échelle (orographie, cyclones…), application aux changements climatiques
Inconvénients: difficile à utiliser, reproduise les biais des modèles globaux, variations intra modèles (paramétrisations) et inter modèles importantes

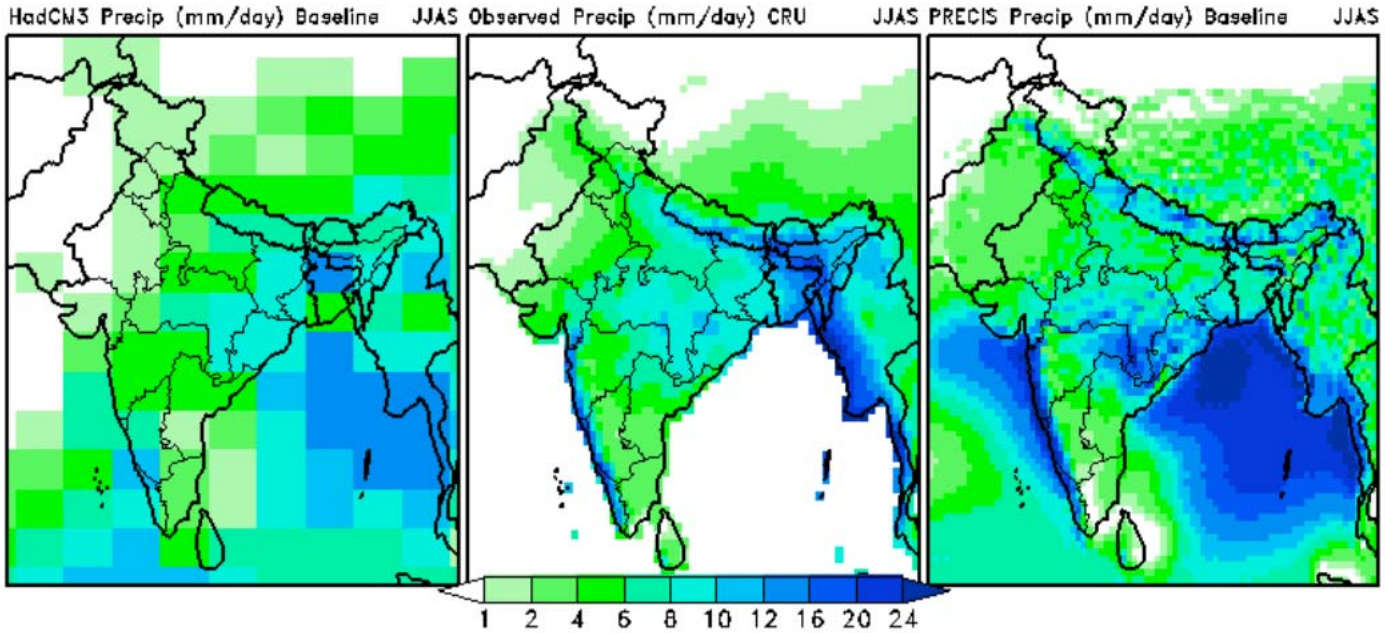
Source : WMO

La désagrégation dynamique

Meilleure représentation de l'orographie

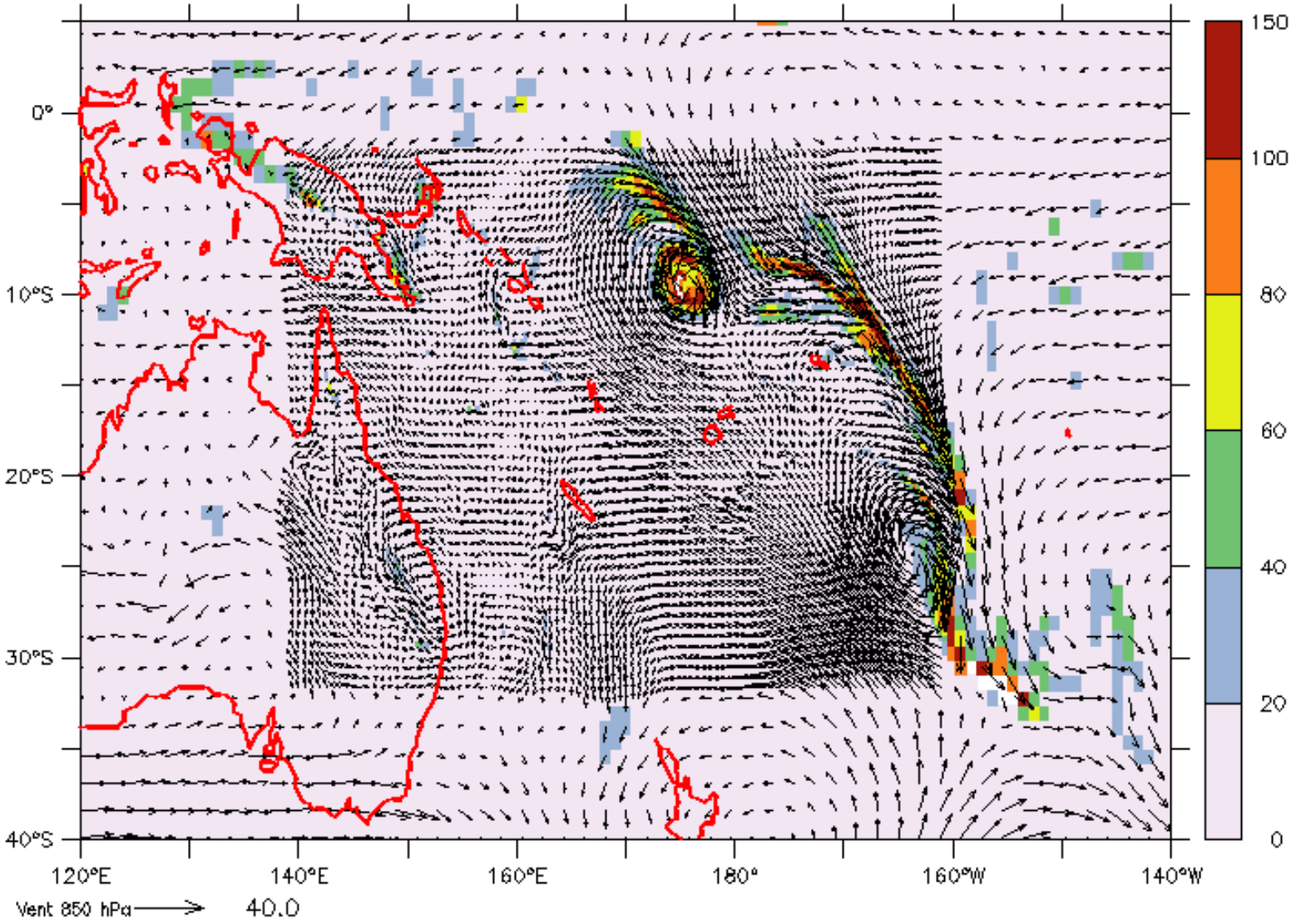
→ Meilleure simulation de la mousson indienne





Source : R.K. Kolil

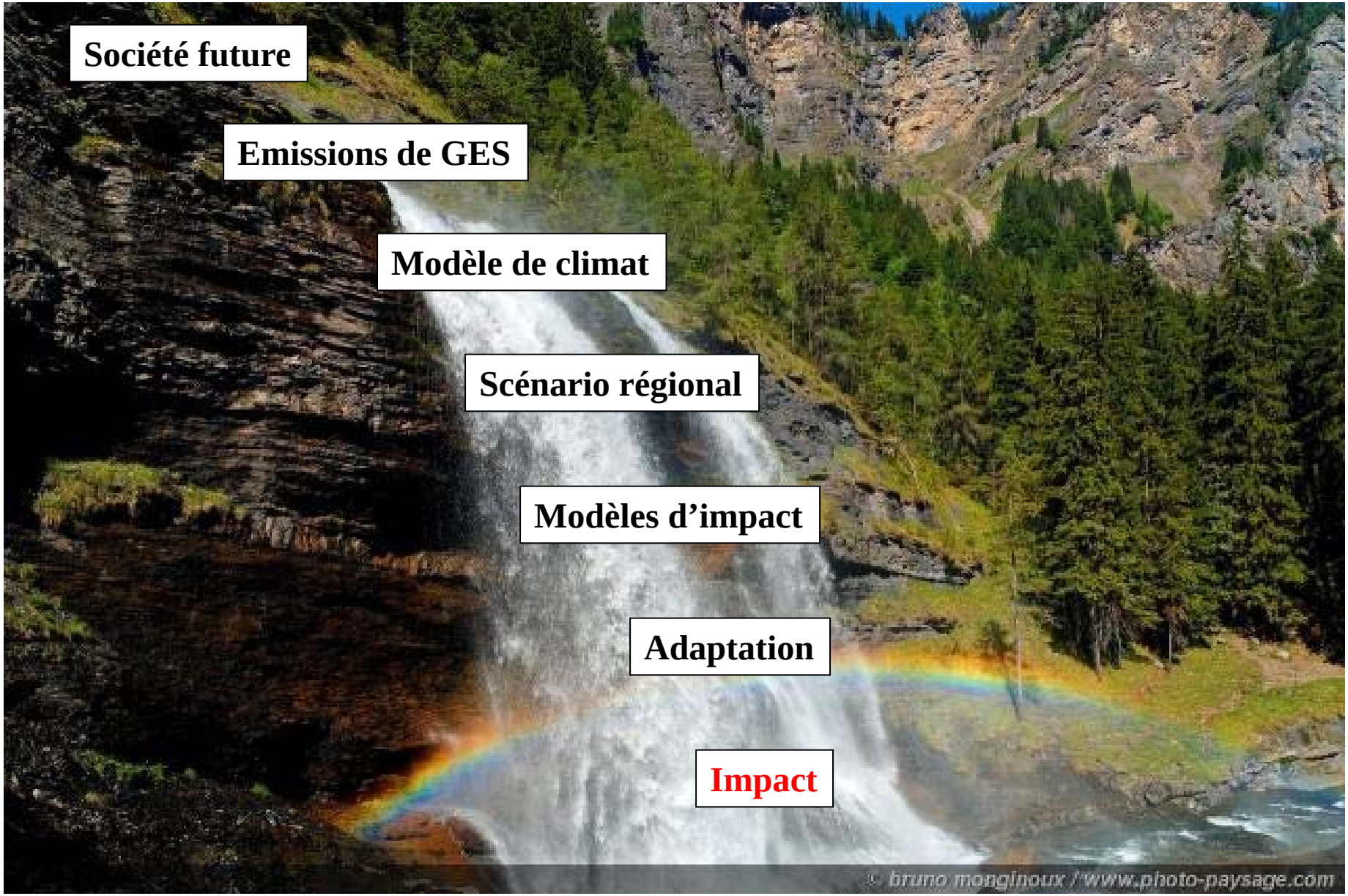
La désagrégation dynamique



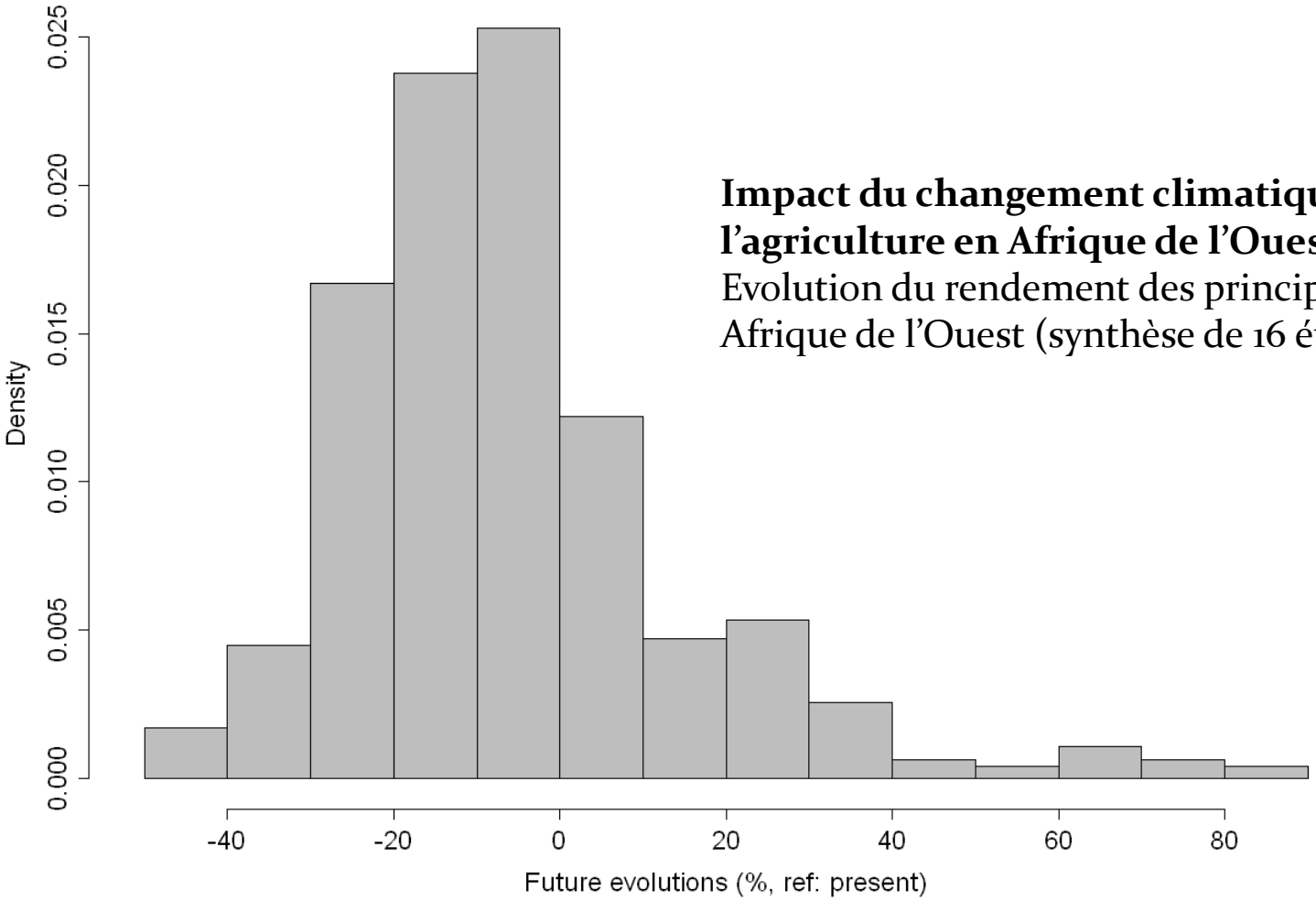
Représentation d'un cycle dans le Pacifique Sud avec WRF

Source : C. Menkès

La régionalisation au cœur de la cascade des incertitudes



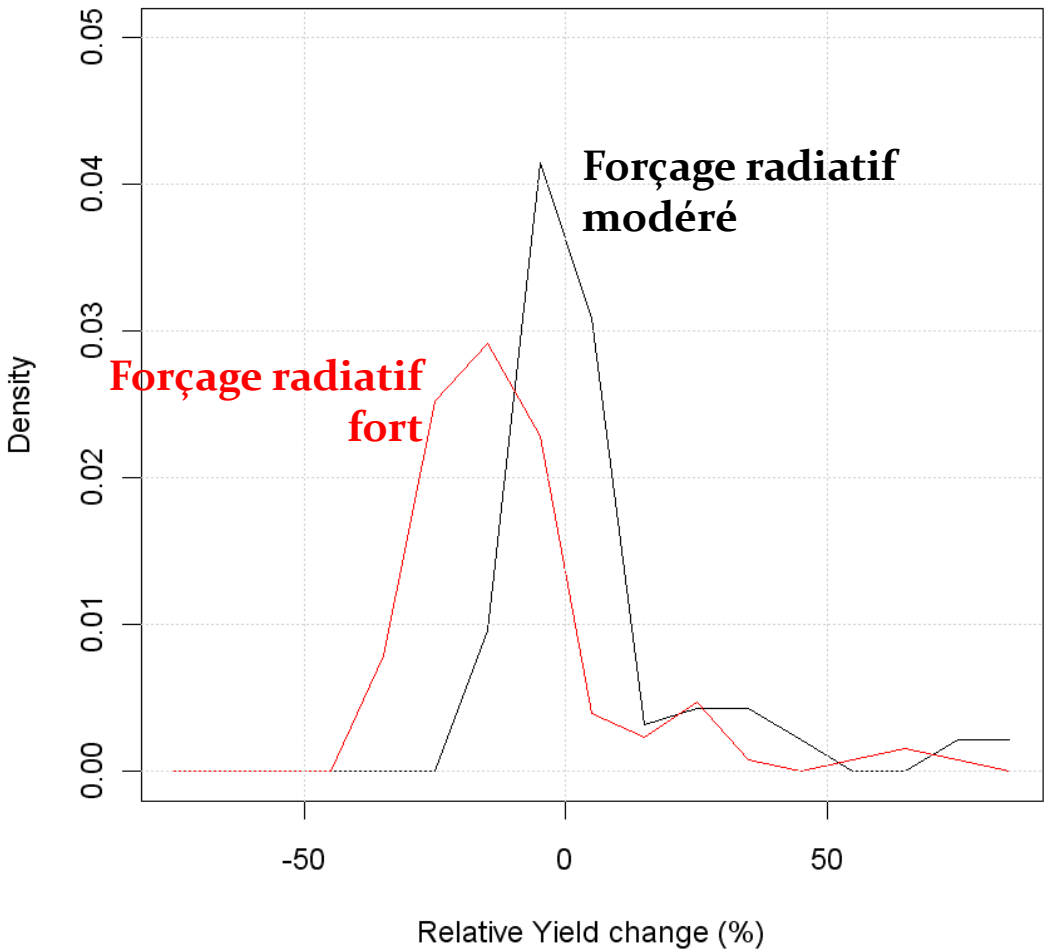
Des incertitudes…



Impact du changement climatique sur l'agriculture en Afrique de l'Ouest
Evolution du rendement des principales céréales en Afrique de l'Ouest (synthèse de 16 études publiées)

Source : P. Roudier

… issues de l'évolution des concentrations des GES



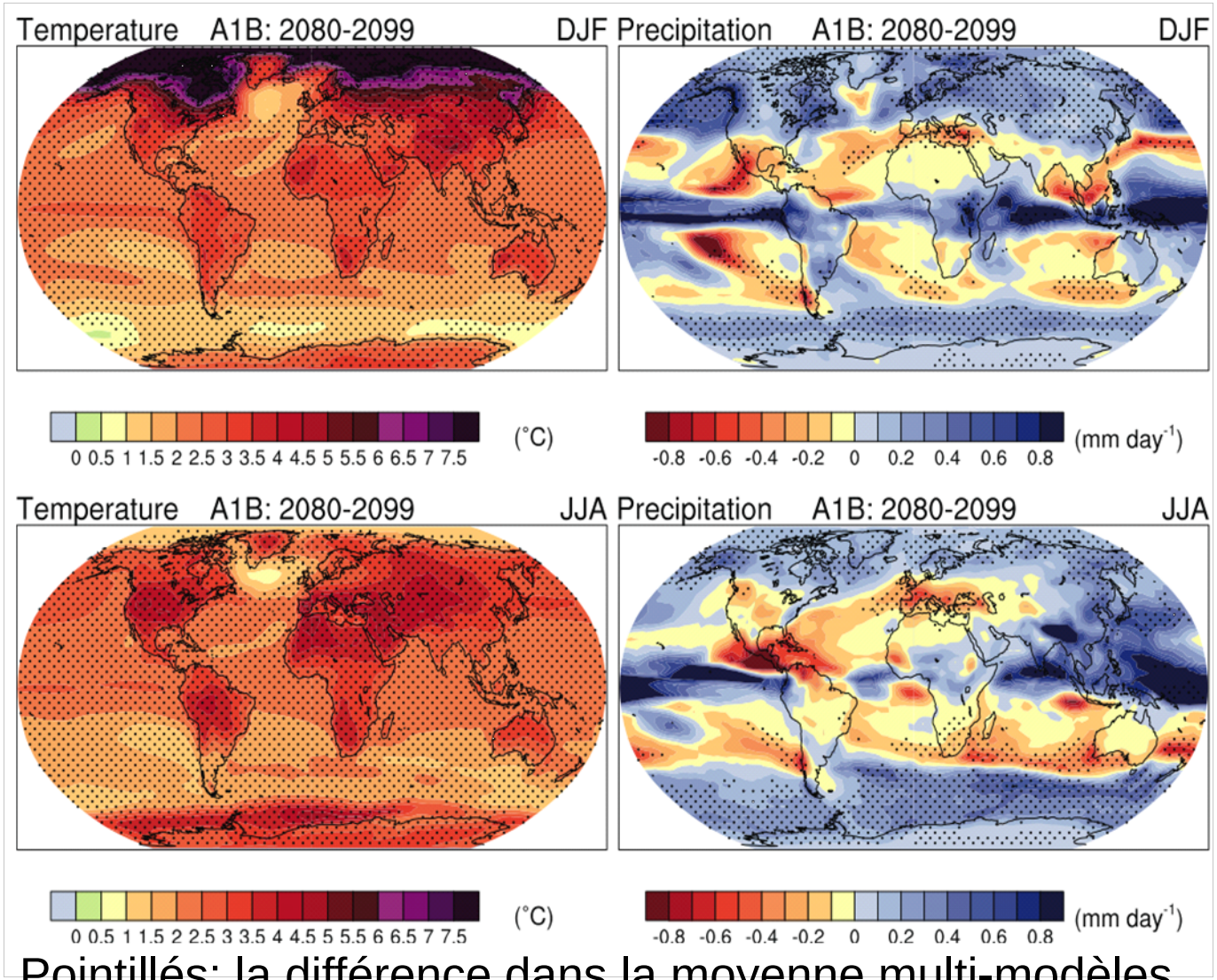
Une réponse différente de l'impact du CC sur les rendements en Afrique selon l'importance du forçage radiatif

Source : B. Sultan

… issues des modèles de climat

Période de référence: 1980-1999

Changement dans les T°, précipitations

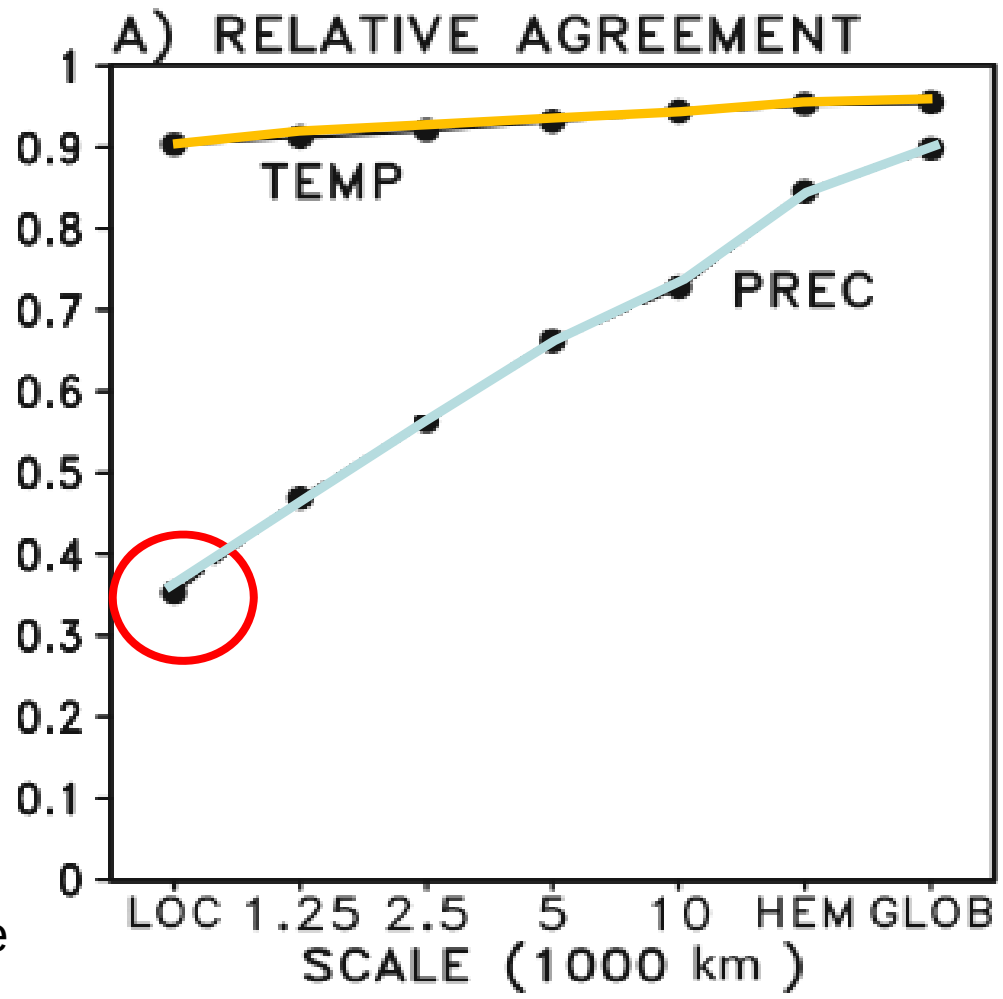


Pointillés: la différence dans la moyenne multi-modèles dépasse l'écart-type inter-modèle

Source : GIEC 2007

… issues des modèles de climat

Bon accord entre les modèles



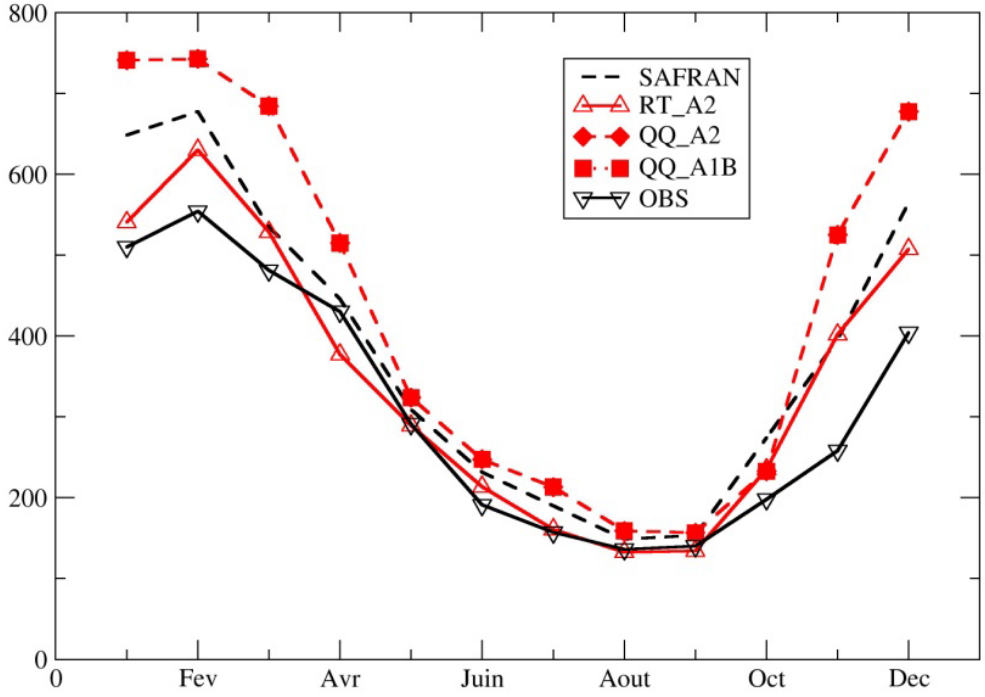
Les modèles divergent

Echelle locale

Echelle globale

Source : GIEC 2007

… issues de la désagrégation



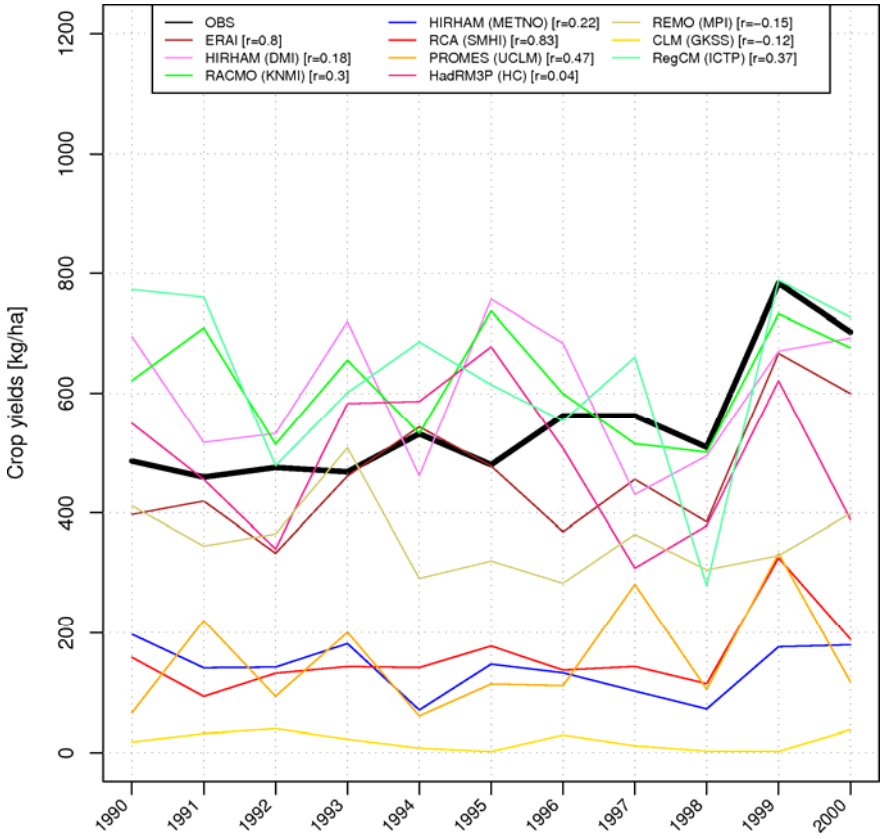
Temps présent – Débits de la Seine (Poses)

Modèle MODCOU
2 méthodes de downscaling:
RT: Régime de temps
QQ: Quantile-Quantile

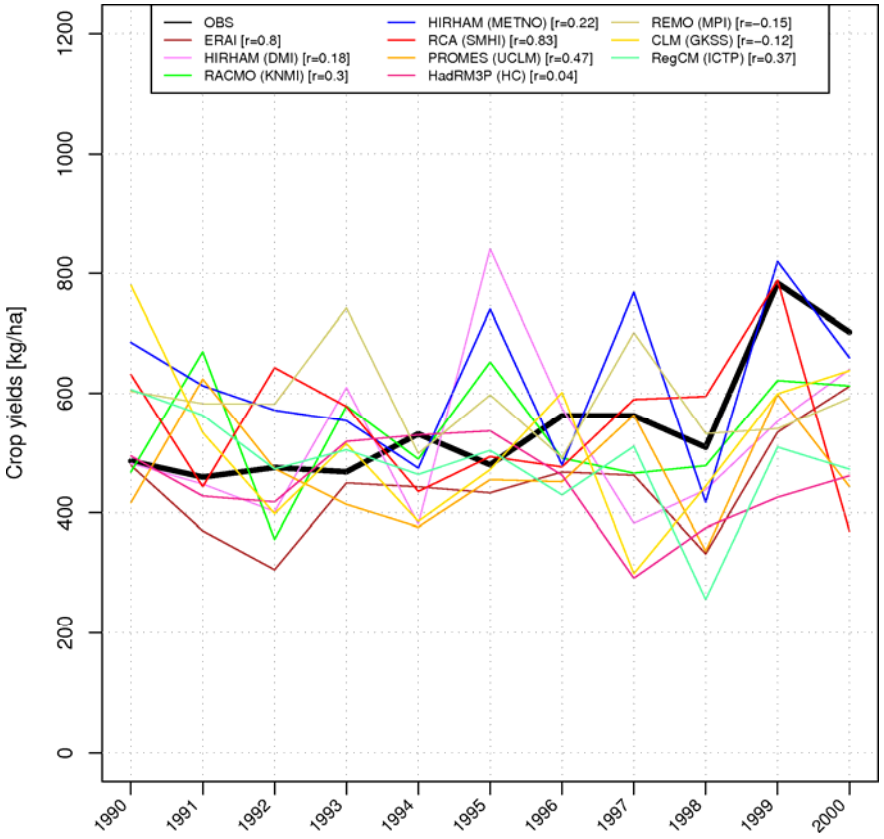
Les scénarios désagrégés avec la méthode Quantile-Quantile conduisent à des débits plus élevés

Source : F. Habets

… issues du modèle régional



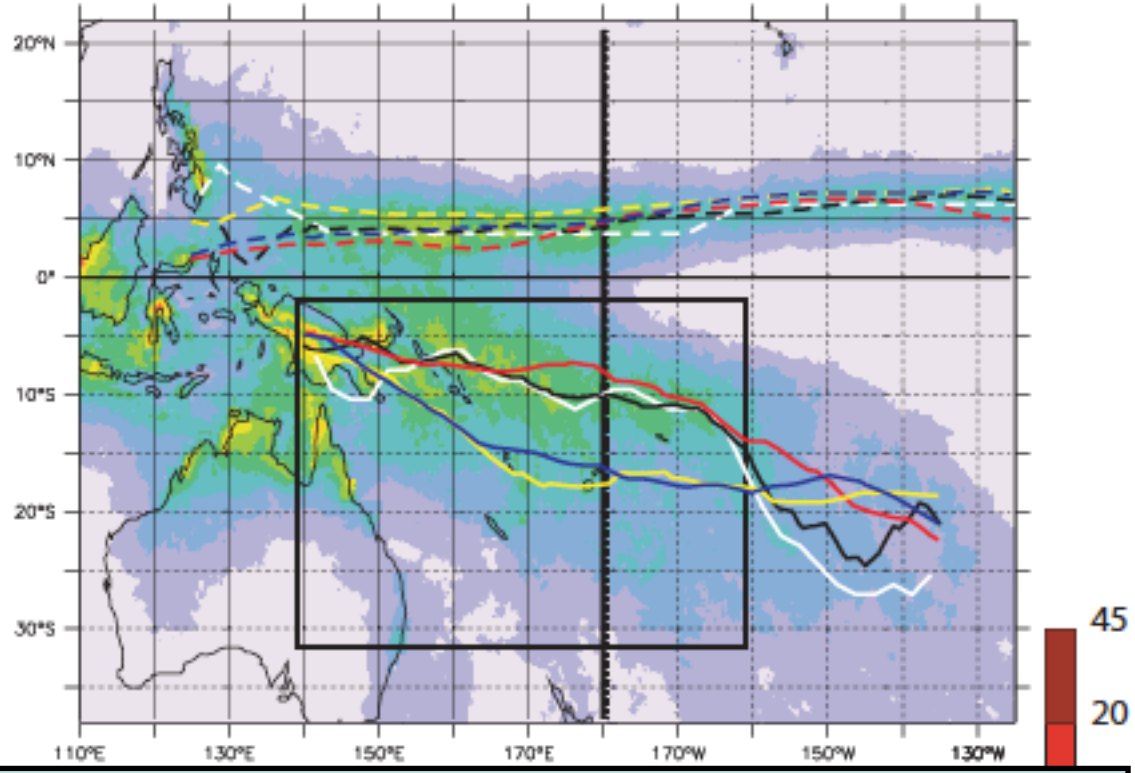
Simulations de rendement au Sénégal avec 9 modèles régionaux



Même chose après correction de biais des sorties des modèles régionaux (combinaison statistico-dynamique)

Source : P. Oettli

… issues de la paramétrisation du modèle régional



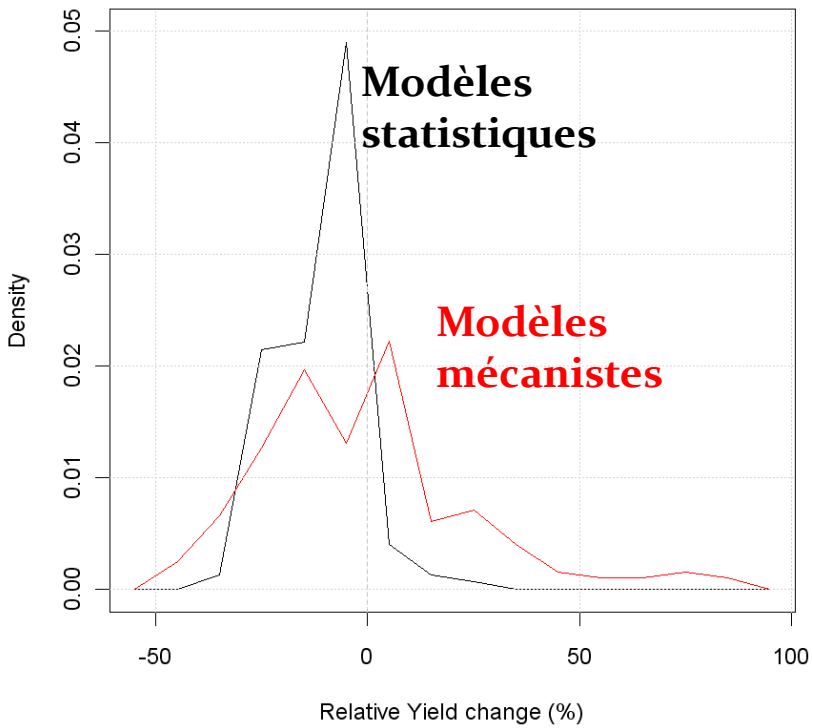
Position de la SPCZ (Vincent et al., 2009)

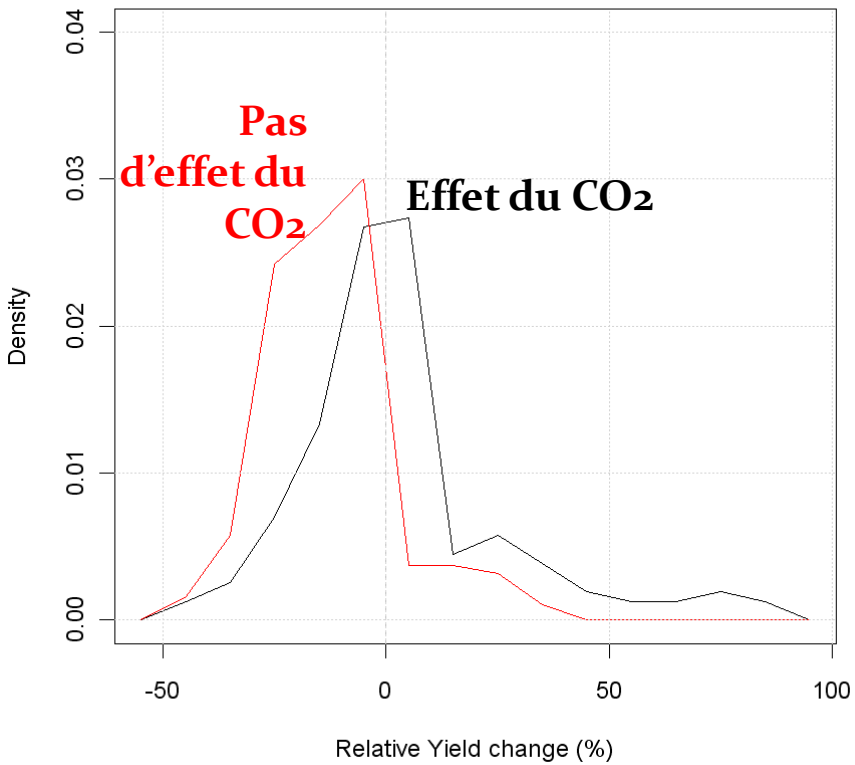
- ✓ Noir: TRMM, Blanc: GPCP
- ✓ Rouge: Betts Miller Janjic (BMJ)
- ✓ Bleu: Kain Fritsch (KF)
- ✓ Jaune: Grell Devenyi

Source : C. Menkès

… issues du modèle d'impact

Evolution des rendements en Afrique de l'Ouest avec le changement climatique





Pas la même incertitude si on se base sur des méthodes empiriques ou mécanistes pour simuler les impacts

Incertitude sur un processus

Source : B. Sultan

Conclusion

Echelles régionales et locales: cruciales pour les sociétés mais assorties d’une grande incertitude

Rendre compte de l’incertitude: approches multi-modèles, multi-scénarios…

Tenir compte de l’incertitude: vulnérabilité, adaptation