

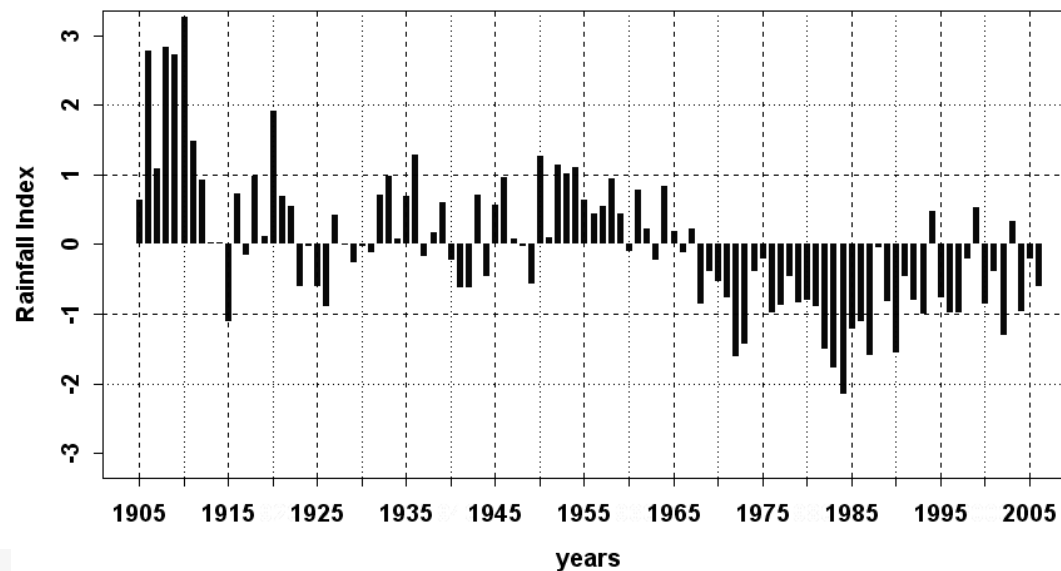
Quels scénarios climatiques en Afrique?

Amadou Th GAYE, LPAOSF,
Université Cheikh Anta Diop

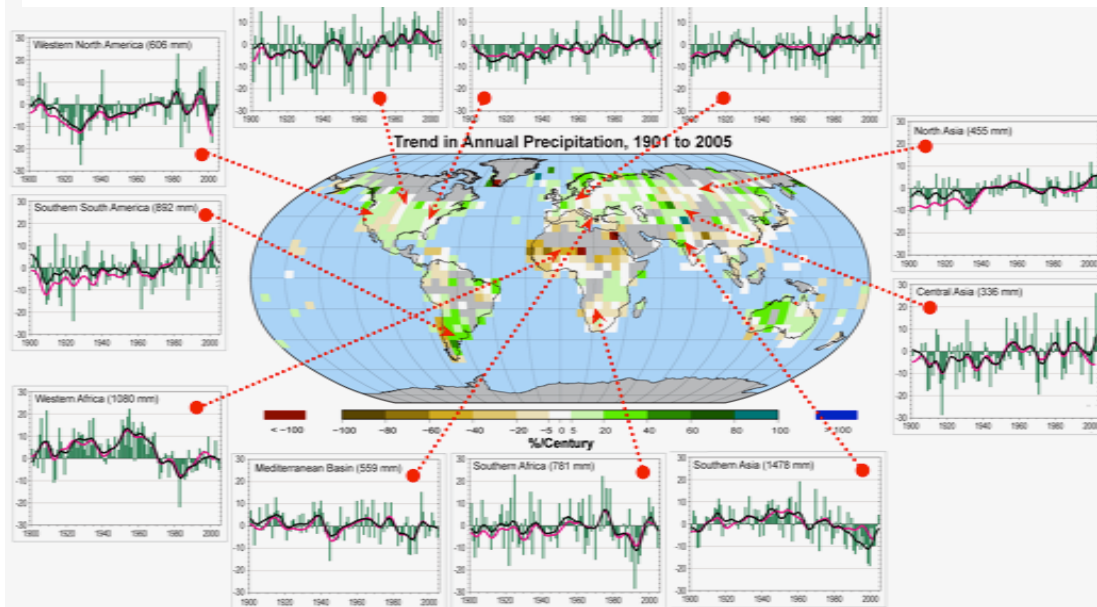
1. Changement et variabilité climatique: facteurs de risque?
2. Que sait-on des modèles de climat?
3. Quels sont les scénarios futurs?

Challenges du climat en Afrique de l'Ouest (Sahel)

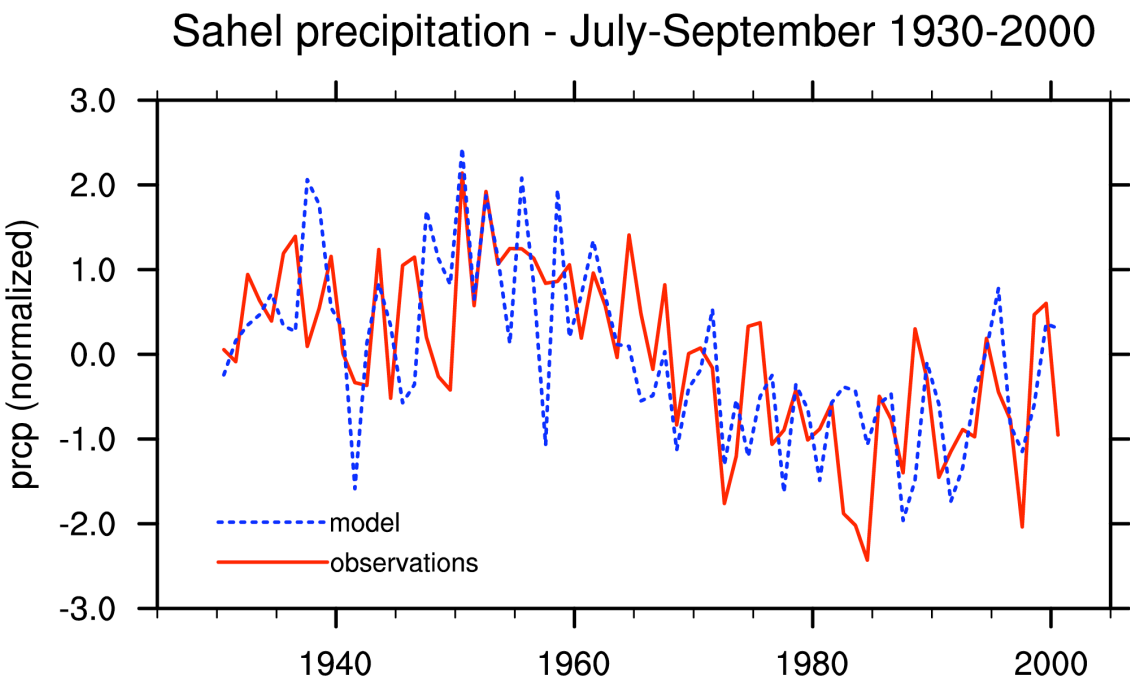
1905 - 2006 Sahelian Rainfall Index



- one of the largest rainfall deficits on the planet during last century occurred in Africa.
- Large inter annual and decadal variability of rainfall
 - Africa is a “hot-spot” for the interaction between climate and the socio-economic systems
 - Geo-physical environment and socio-economic sectors are vulnerable to climate change and variability
 - Local communities are the most vulnerable event with highly resilient
- water : limiting factor on other socio-economic sectors
- Impact on health, urban areas, agriculture, energy production,



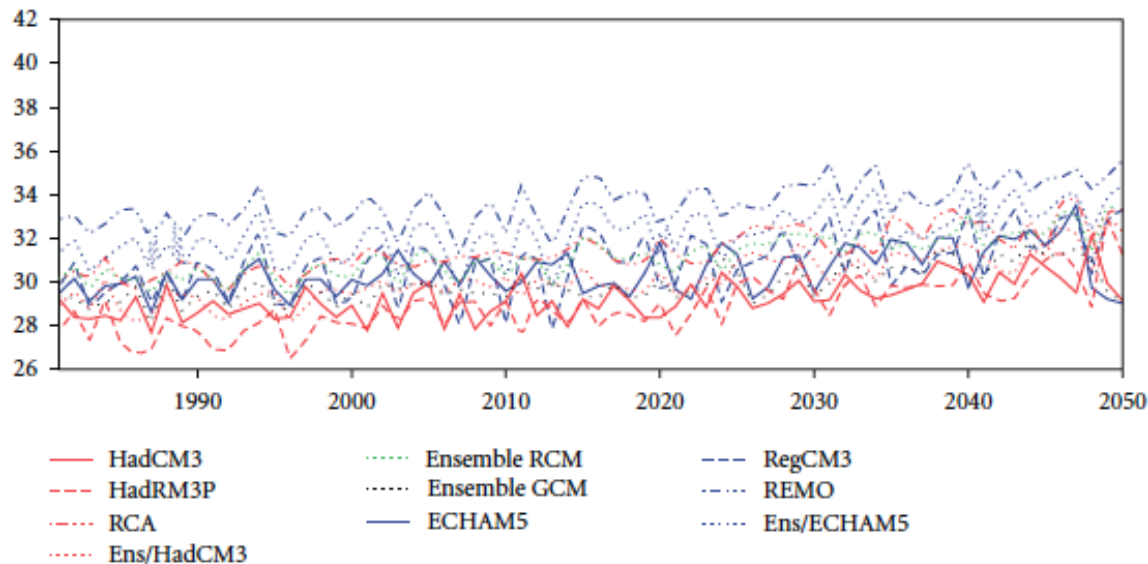
Challenge: représentation du climat (variabilité actuelle et future)



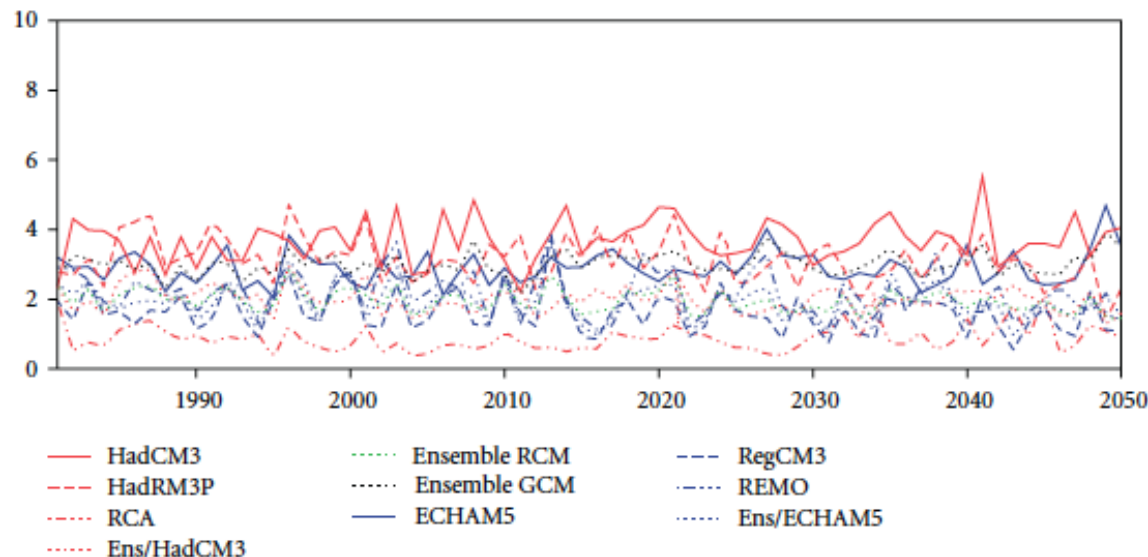
Giannini, A, R Saravanan and P Chang
2003, in Science

- variabilité décennale capturée
- changements significatifs de la variabilité interannuelle pas bien représentée

- uncertainties on rainfall evolution
- none of the models appears to show significant changes in interannual variability
- threshold effect in which the warming and drying trends ensue only after the year 2020
- Need to carefully consider non linear effects



(a) Temperature



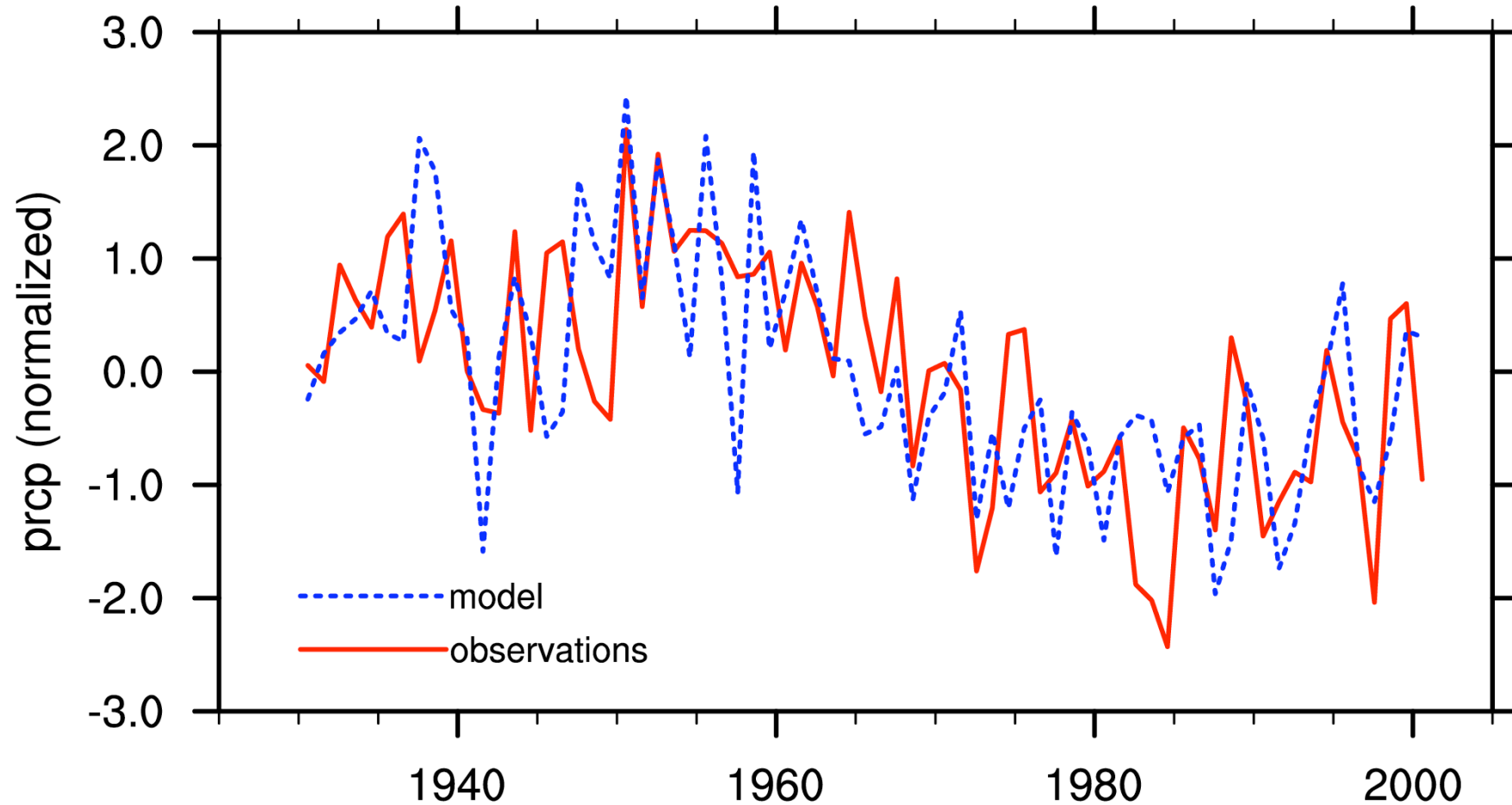
(b) Precipitation

Diallo et al 2012

1981-2050 trend by
GCM, RCM

- Challenge: projection du changement climatique futur au Sahel, une région vulnérable qui a été affecté par une longue sécheresse sans précédent à la fin des années 70 et début 90.
- Ce fut la plus longue et la plus géographiquement étendue sécheresse jamais observée.
- A la fois les décideurs et populations de la région se préoccupent du futur climat de cette région.
- On sait que le faible consensus entre projections de GCM sur el Sahel résulte partiellement de leur incapacité à capturer les caractéristiques de base de la variabilité du climat actuel. Bien que une bonne représentation du climat actuel ne garantisse pas des projections futures acceptables sur l'Afrique
- Les Modèles climatiques régionaux sont entrain de devenir des outils très utiles pour le downscaling de projections climatiques et pour génération de scénarios climatiques de plus grande résolution spatiale
- Il est important de comprendre et d'évaluer des incertitudes associées à ce genre de modèles
- Des études récentes ont identifiées le Sahel comme un hotspot, une région avec caractérisée par une variabilité importante et un important couplage humidité du sol-précipitation

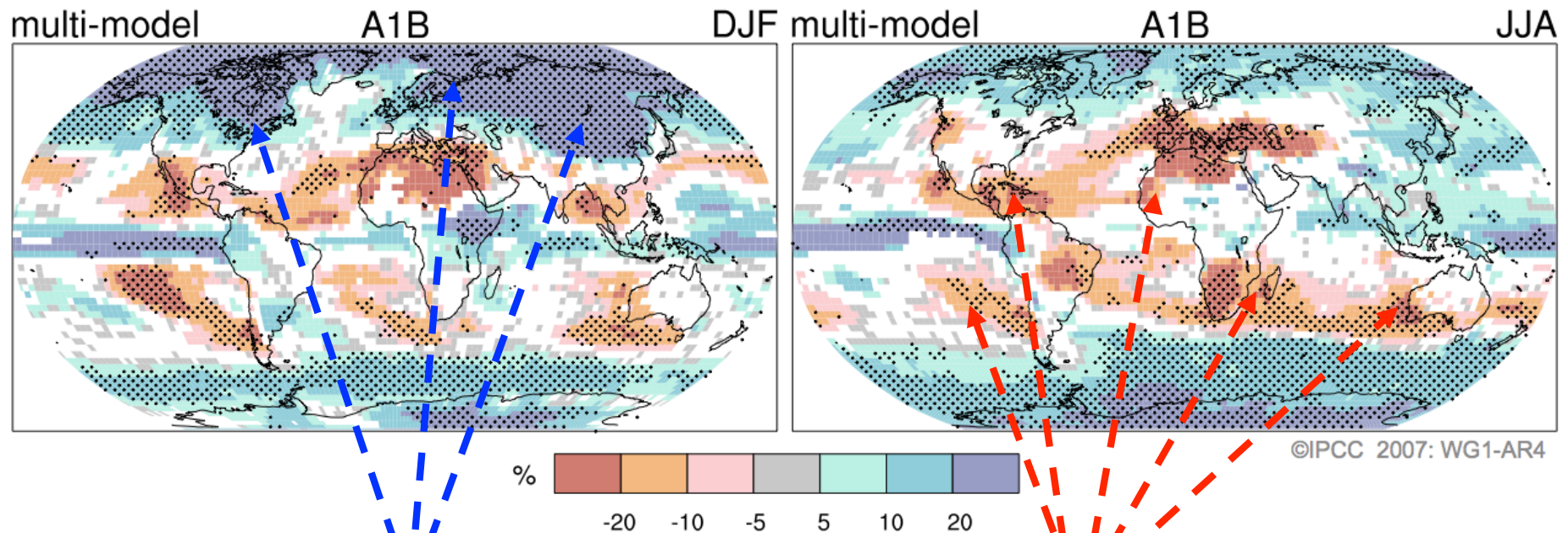
Sahel precipitation - July-September 1930-2000



Giannini, A, R Saravanan and P Chang 2003, in Science

Projections de Changements du Climat (CMIP3)

Projected Patterns of Precipitation Changes

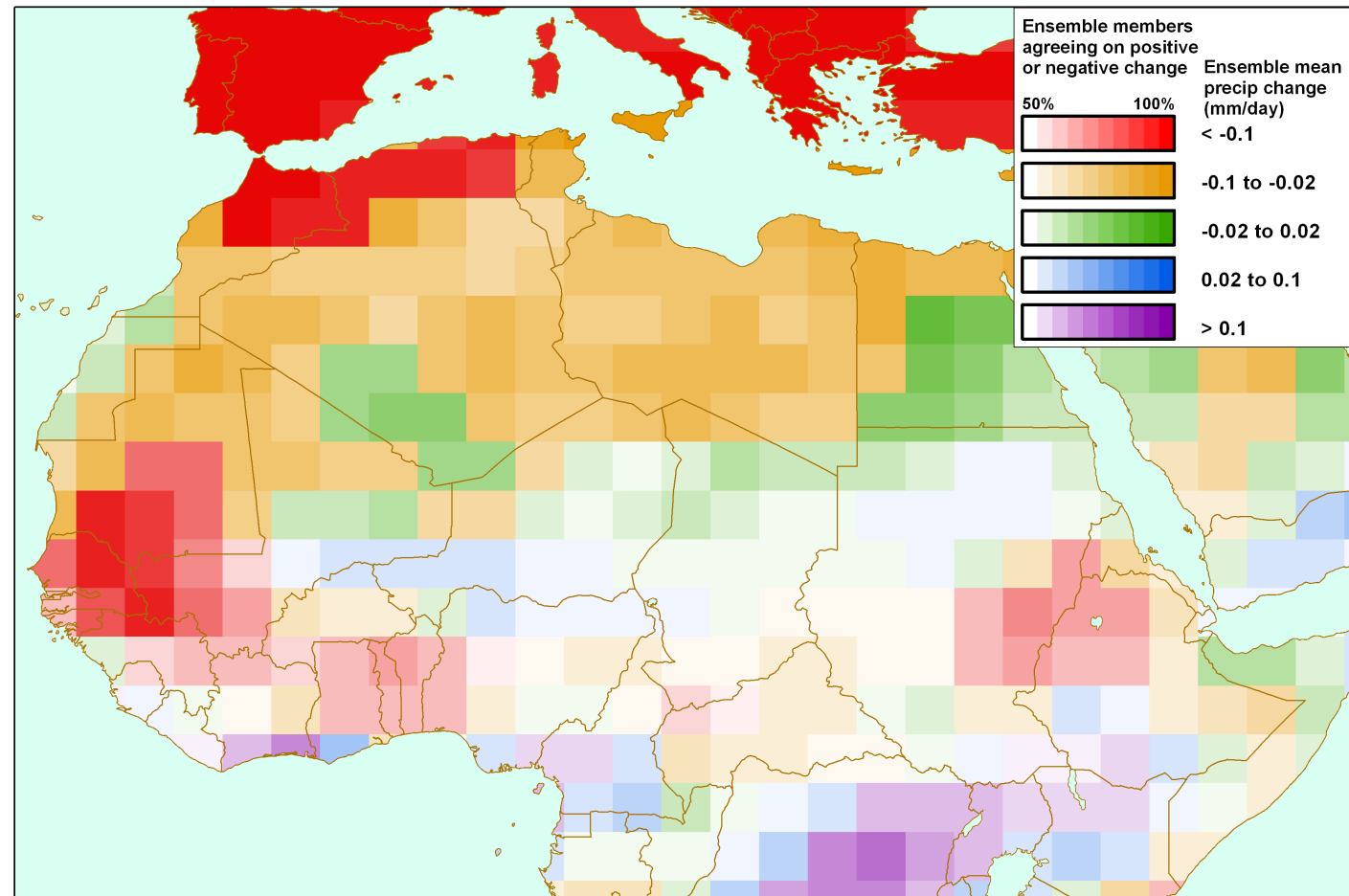


**Augmentation très probable
des précipitations sur les
hautes latitudes**

***Diminution probable dans la
plupart des régions
subtropicales***

Un monde d'incertitude: très peu d'accord entre les projections de modèles globaux

Change in jja precipitation for ar4 ensemble (Difference)



- Fiabilité?
- Précision?

UK Met Office

Incertainitudes importantes des projections de précipitations au Sahel (moyennes et extrêmes) provenant des simulations CMIP3 (Coupled Model Intercomparison Project) du GIEC utilisés dans le rapport 4 d'évaluation

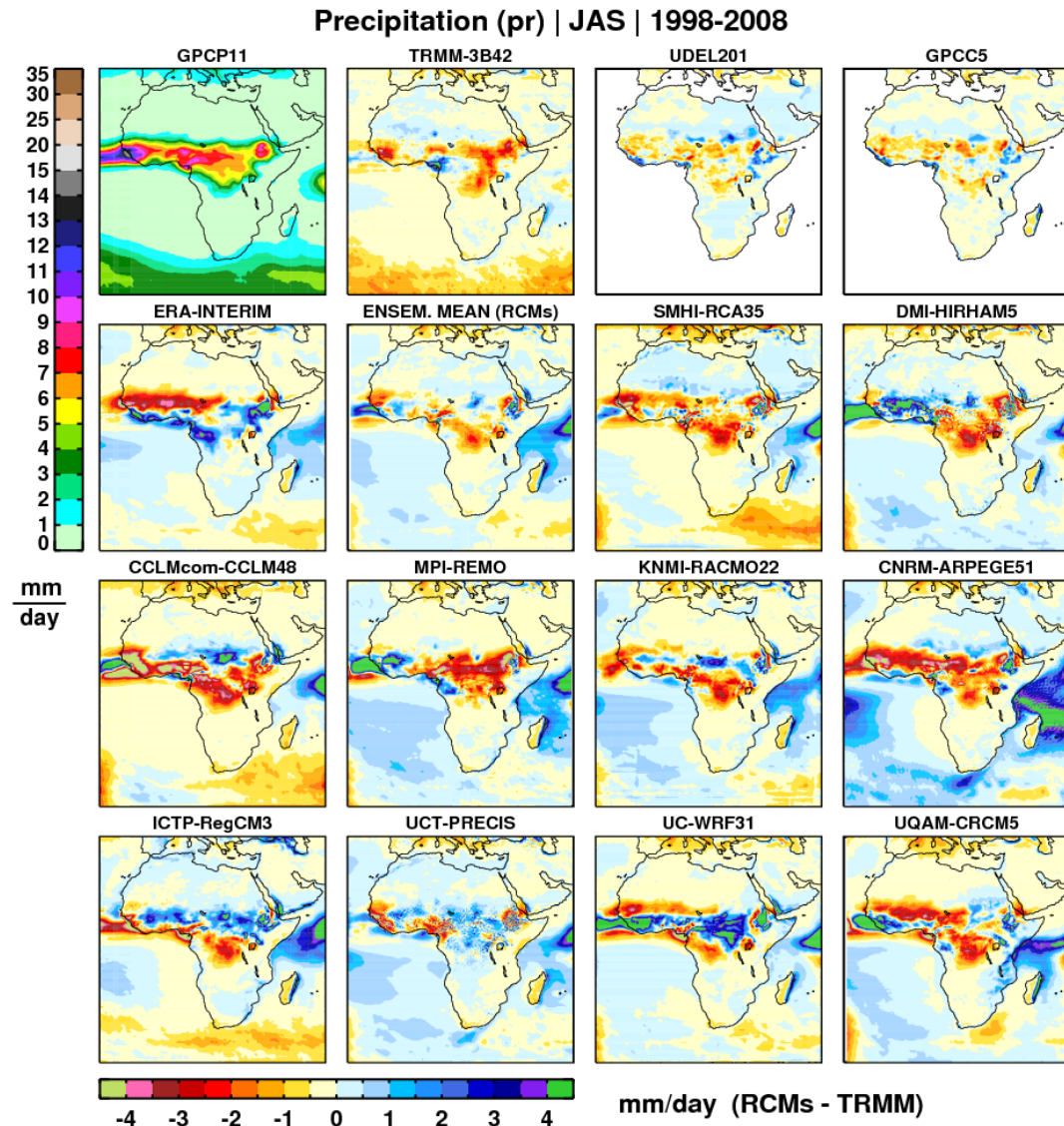
Distributions
spatiales des biais
sont différentes

Plusieurs RCMs
montrent de plus
petits biais que
ERA-Interim

La caractéristique
commune est la
surestimation dans
la partie Est du
domaine

Moyenne
d'ensemble
améliore les RCMs
(suppression des
bias de signes
opposés)

Validation and intercomparison Seasonal means (JAS)



Sources of uncertainty (Winkler et al. 2011)

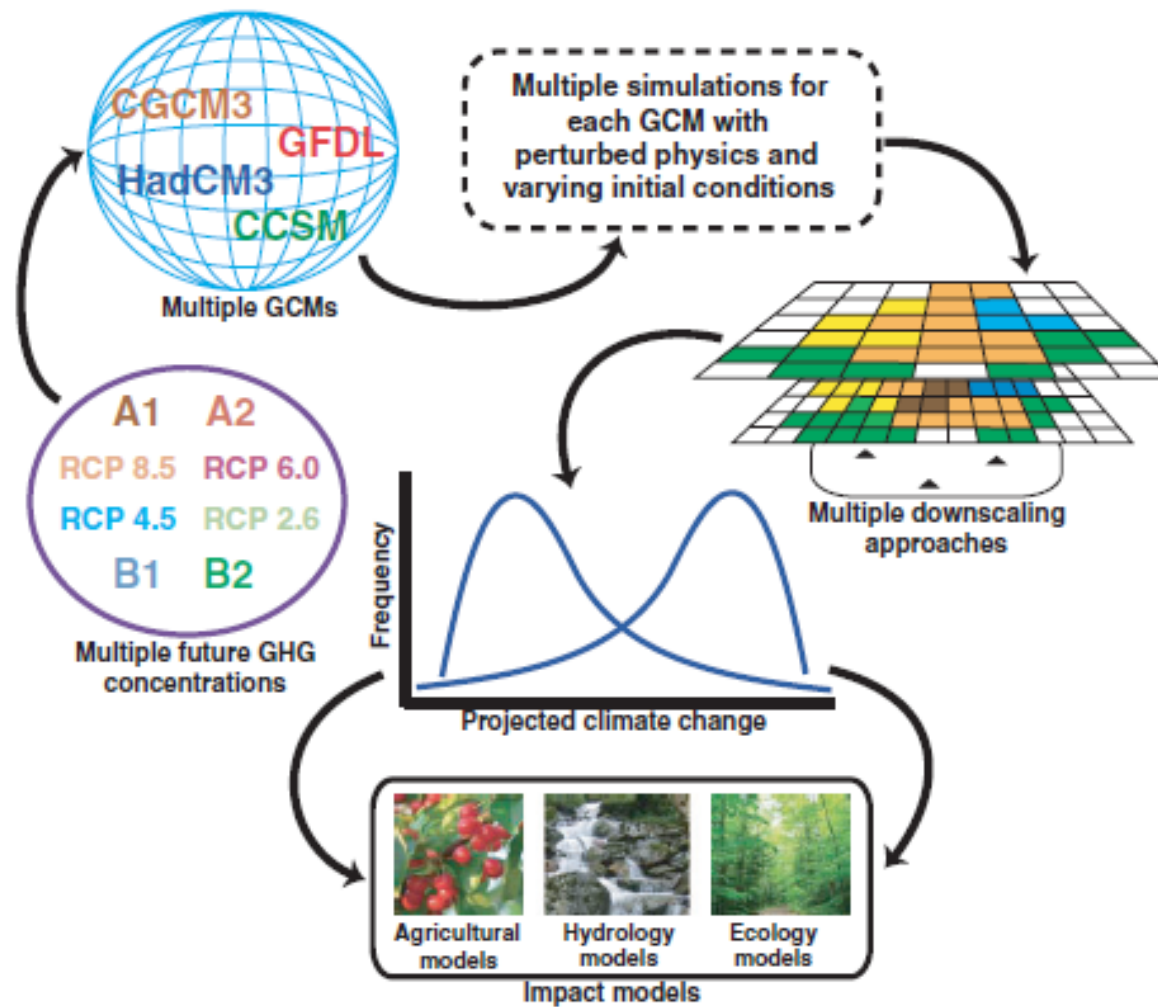
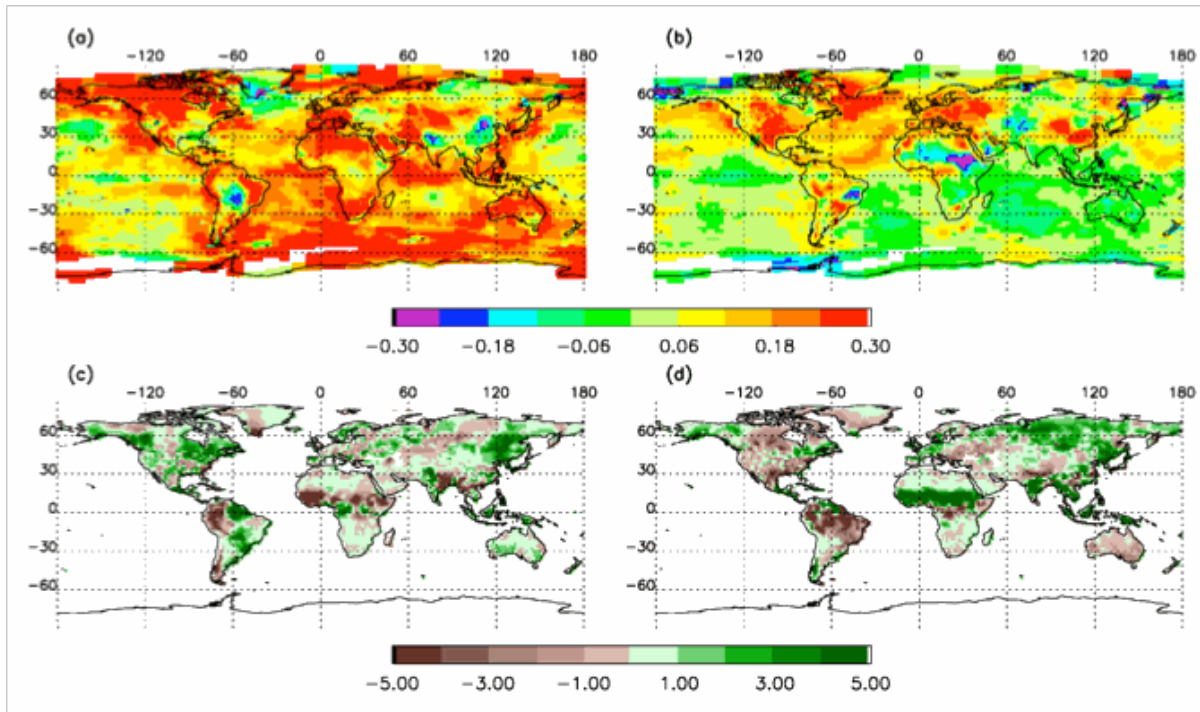


Fig. 2. Sources of uncertainty and possible distributions of an ensemble of projected local/regional climate change. The dashed line indicates uncertainty sources that are infrequently considered.

Rôle des forçages externes

Ting et al 2009, in J Climate



Réchauffement des océans tropicaux (anthropogénique?)

Reduction du réchauffement au Nord vs Sud Atlantique est naturel

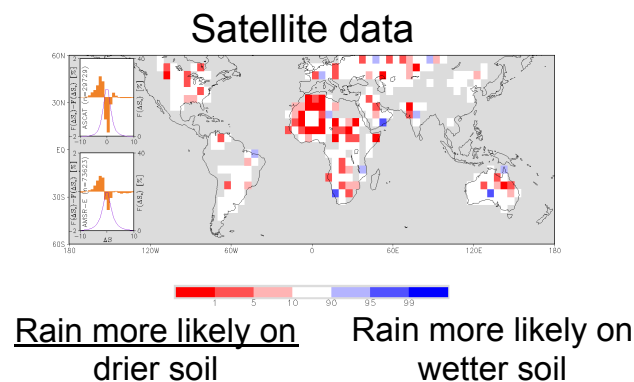
et lié à l'AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation)

Mais peut-être aussi anthropogénique

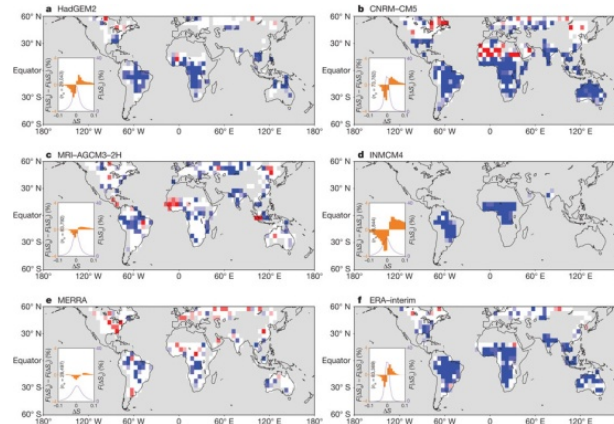
Le réchauffement des océans cause de la sécheresse sahélienne

- Etat de la surface affecte les précipitations via les flux de chaleur sensible et latente
 - E.g. humidité du sol, végétation
- Utiliser une combinaison d'observations et de modèles

Analyse Globale de pluie et d'humidité du sol



Modèles Globaux

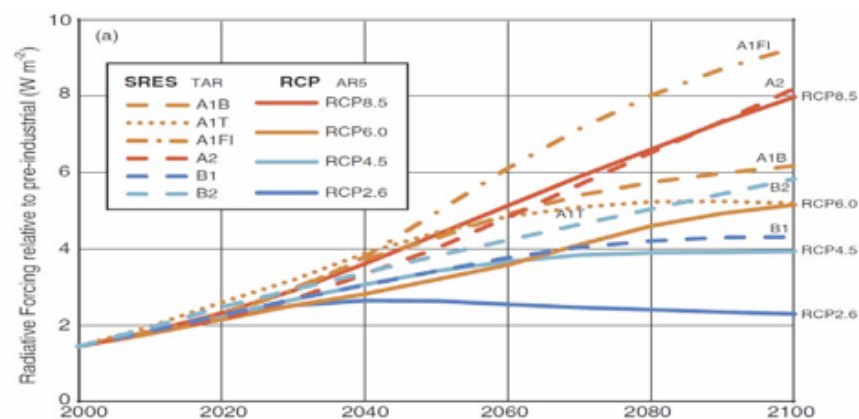


Modèles de climat
conventionnels donnent un
signal opposé

Taylor et al Nature 2012

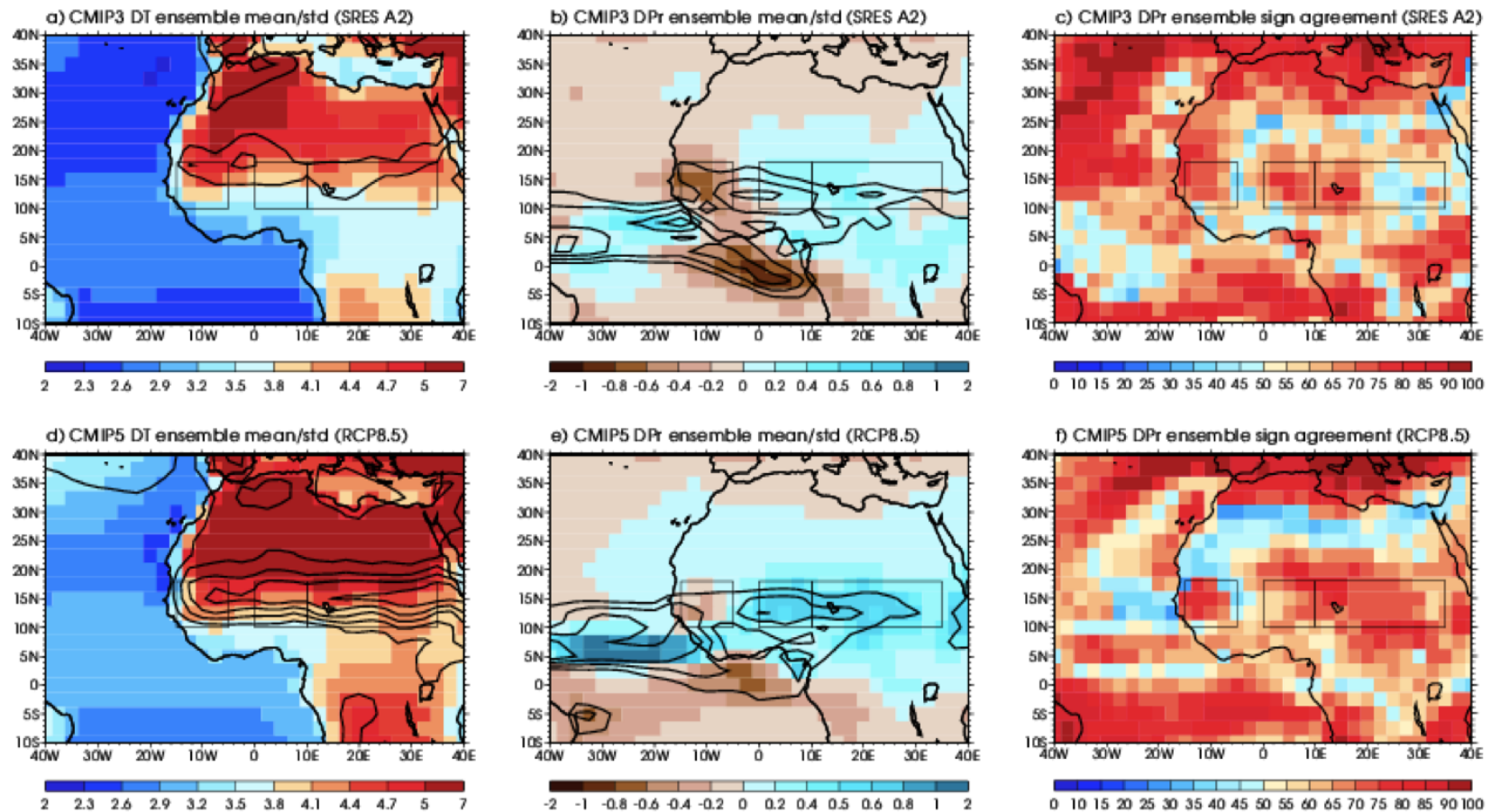
Caractéristiques des rcp

Nom	Forçage radiatif	Concentration de GES (ppm)	Trajectoire	Comparaison avec SRES/AR4
Rcp 8.5	> 8.5 W/m ² en 2100	>1370 eq-CO ₂ en 2100	croissante	A2/A1F
Rcp 6.0	~6 W/m ² au niveau de stabilisation après 2100	~850 eq-CO ₂ au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement	B2
Rcp 4.5	~4.5 W/m ² au niveau de stabilisation après 2100	~660 eq-CO ₂ au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement	B1
Rcp 2.6	Pic à ~3 W/m ² avant 2010 puis décroissance	Pic ~490 eq-CO ₂ avant 2100 puis déclin	Pic puis déclin	Pas d'équivalent



RCP= Representative Concentration Pathways

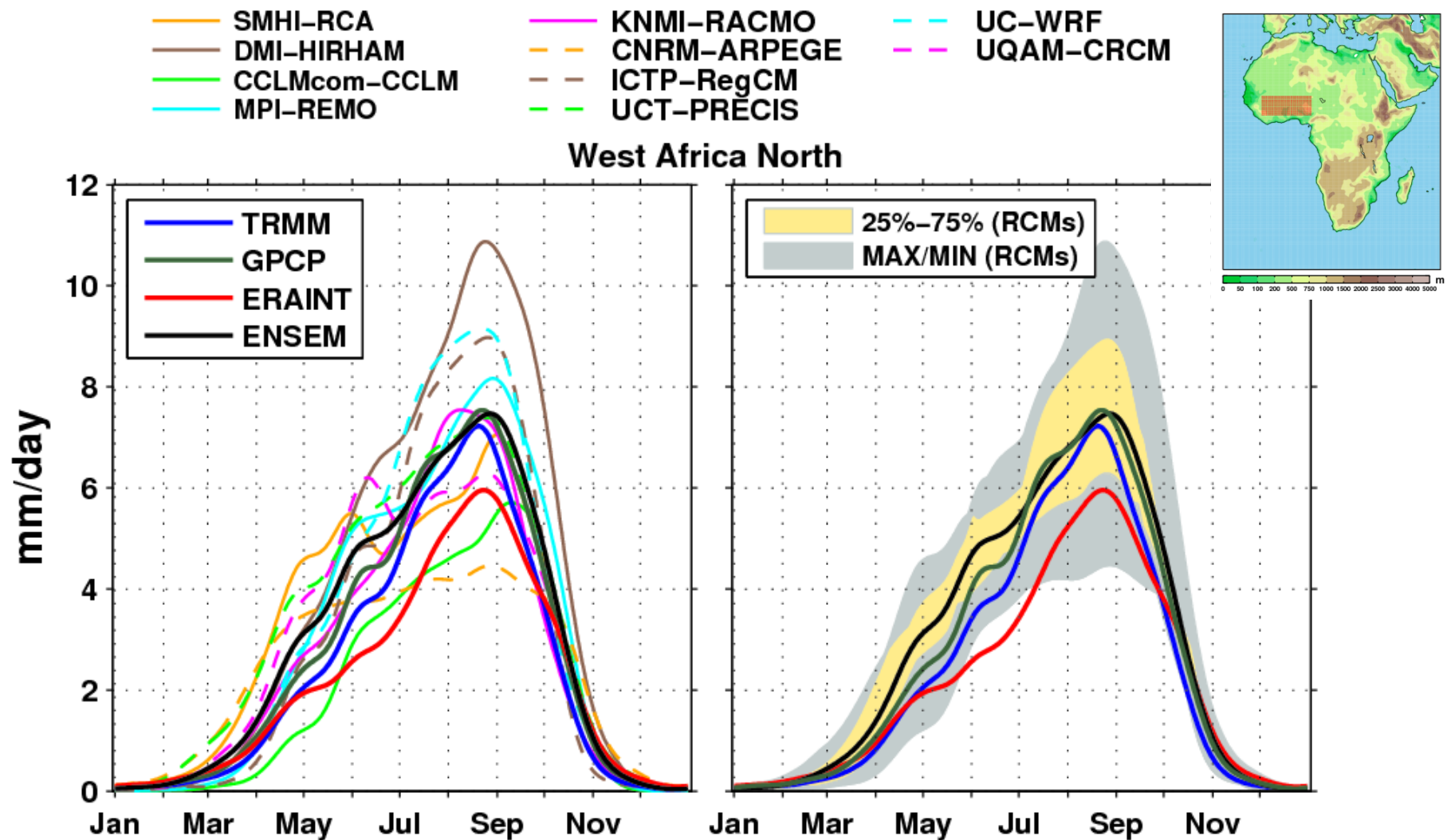
Profil d'évolution des concentrations en GES, émissions des polluants et de l'utilisation des terres



Résultat des projections CMIP3 et CMIP5

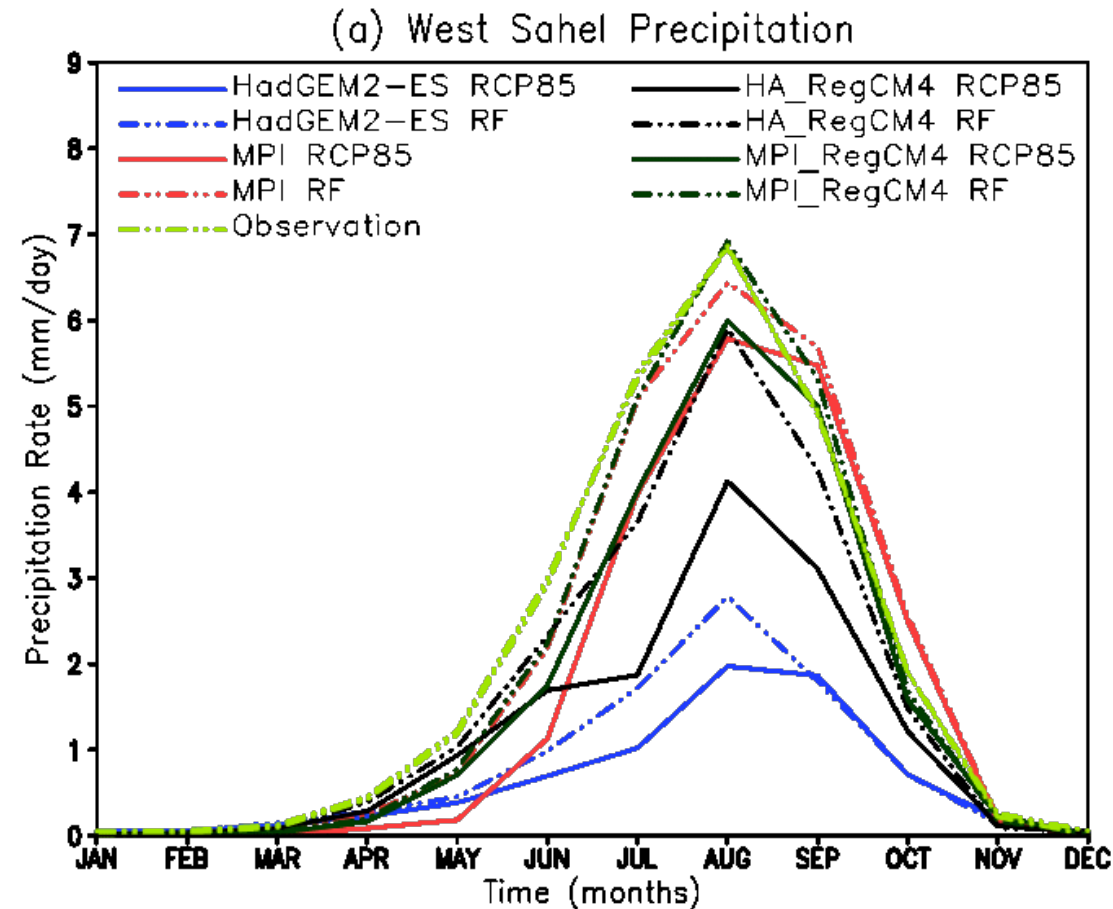
- Ca chauffe. En particulier sur les continents et sur l'Afrique
- Précipitations au Sahel : augmentation à l'Est / diminution au Sénégal
- Dispersion persistante entre les modèles mais cohérence CMIP3/5

Annual cycle



**ERA-Interim underestimates precipitation in West Africa
wide spread among RCMs but the ensemble mean does a good job**

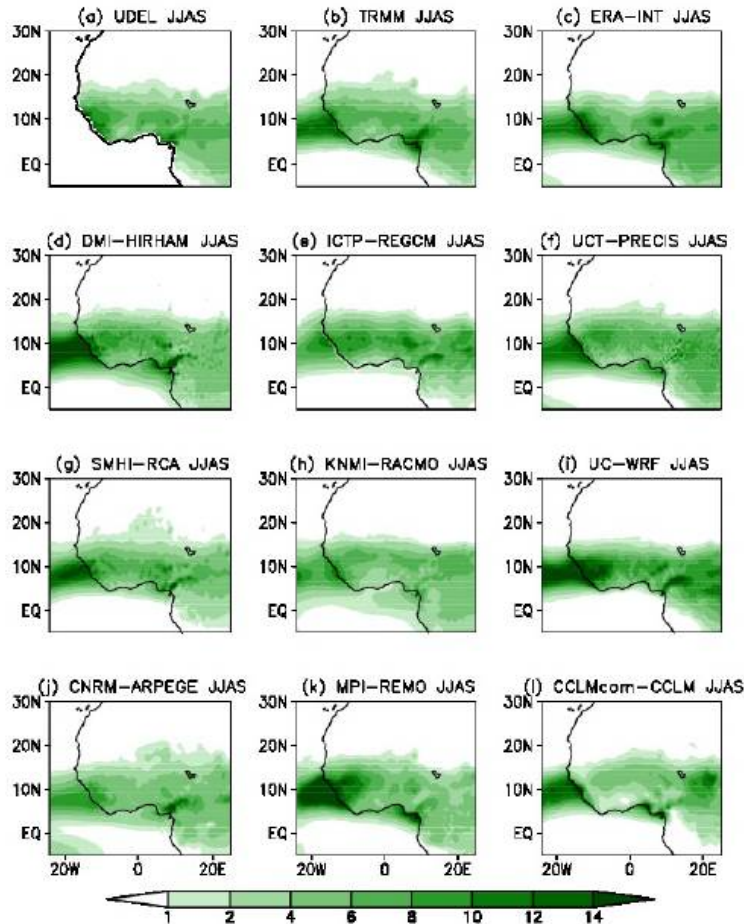
Focus over West Sahel: Change in precipitation seasonal cycle from RegCM4 and corresponding driving GCMs.



Mains conclusions: Delay of onset, early withdraw and thus shortening of rainy season length which may probably explain the dry conditions in this region.

CORDEX - AFRICA

Mean JJAS rainfall



Intraseasonal variability

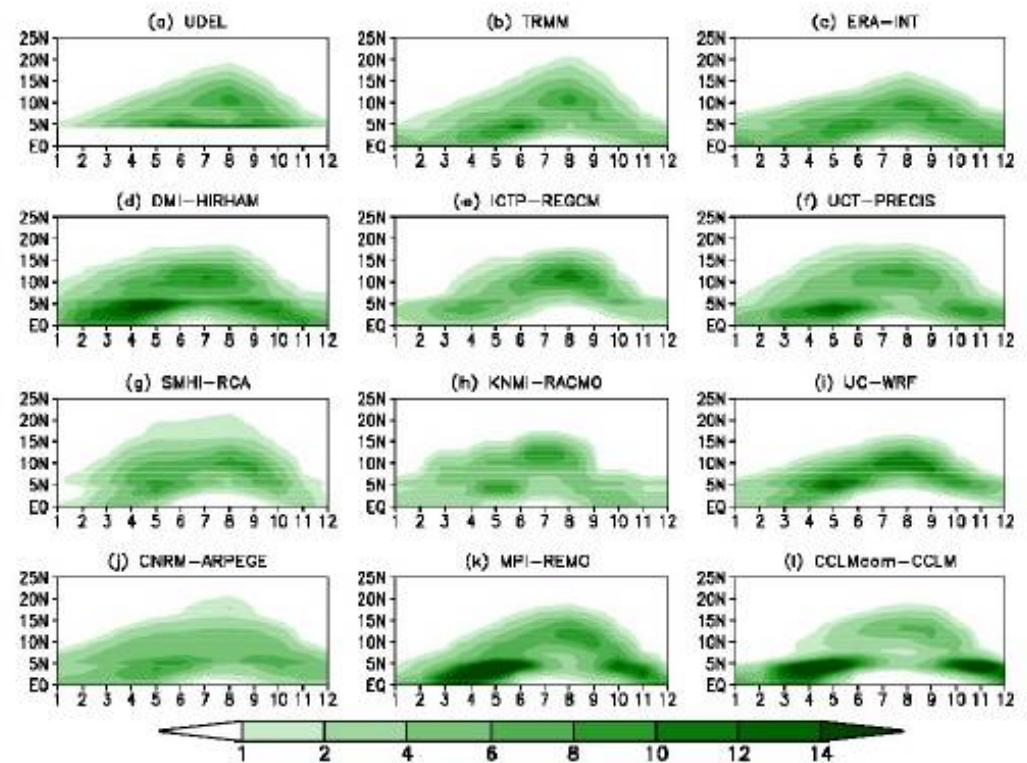
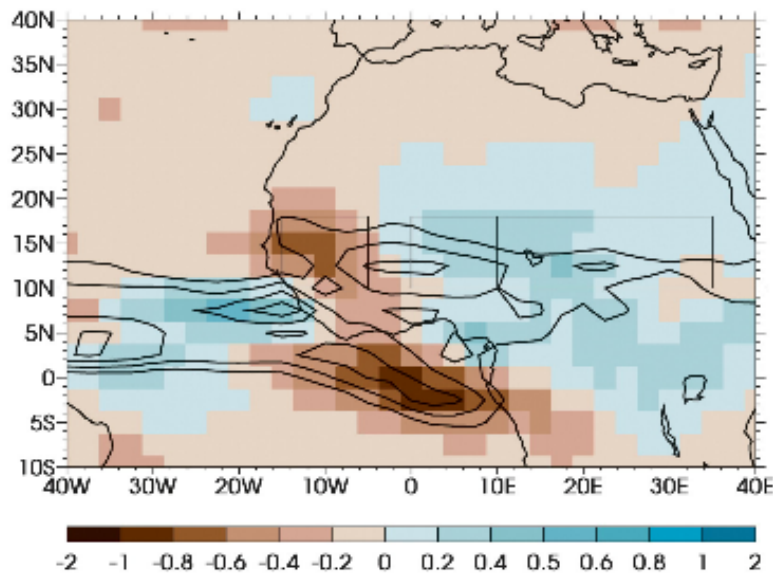


Figure 4: Hovmöller diagram of daily rainfall for West Africa, averaged between 10W and 10E for three precipitation products and nine models (1989 -2008)

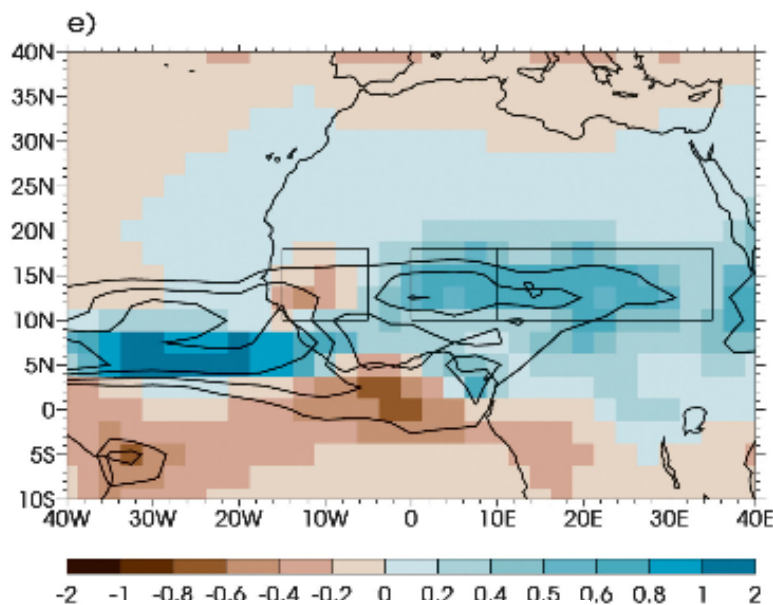
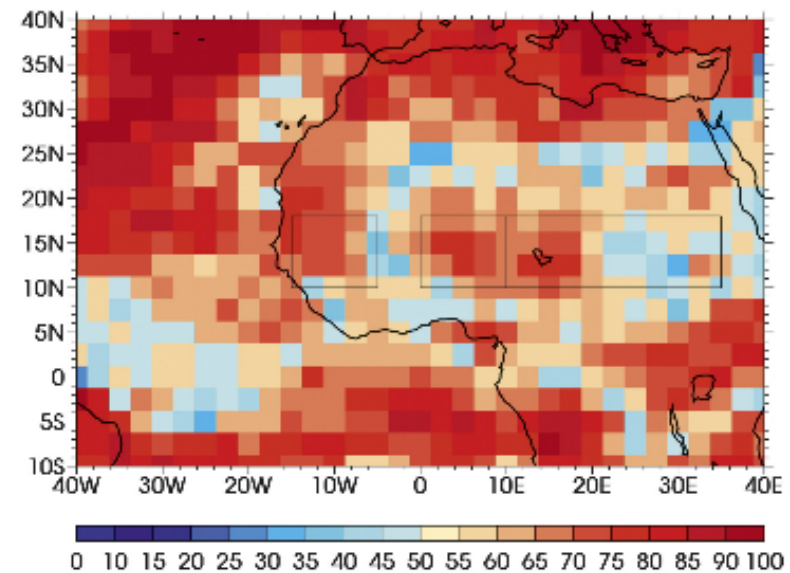
Gbobaniyi et al., 2014
Diedhiou et al. 2014

*Comparison of 9 RCMs vs 2 rainfall products
(UDEL, TRMM and ERA-INT)*

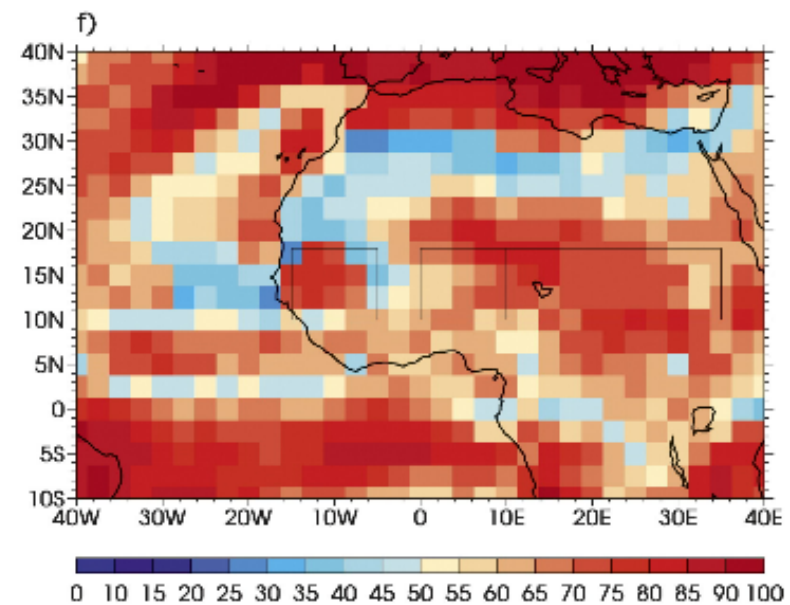
JAS Precip [207,2100]-[1971,2000] Model ensemble mean



% agreement on sign of precip change among models



Isolignes: intermodel standard deviation
($d=0.3\text{mm/day}$ starting at 1mm/day)

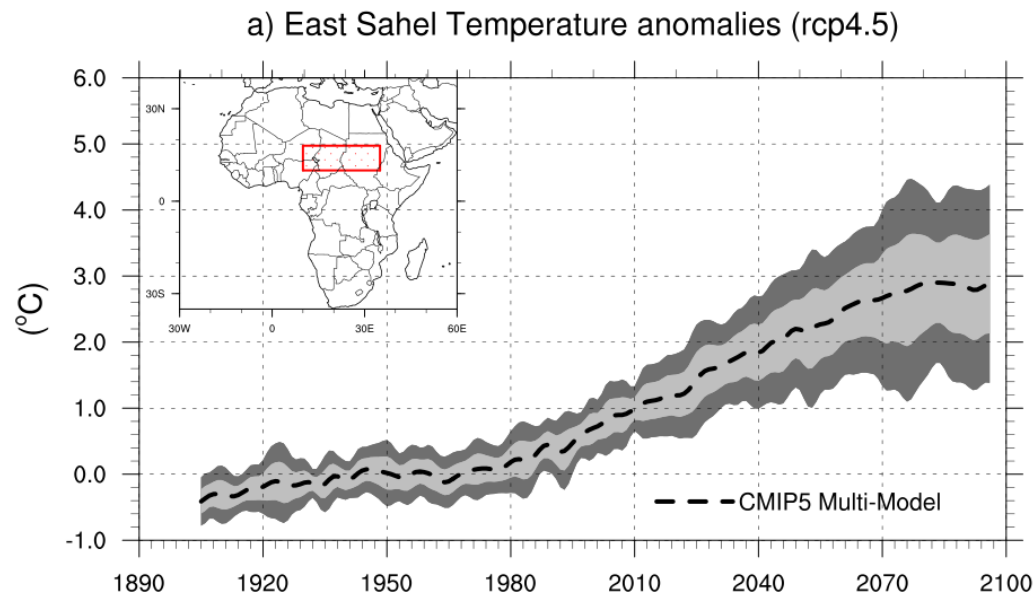
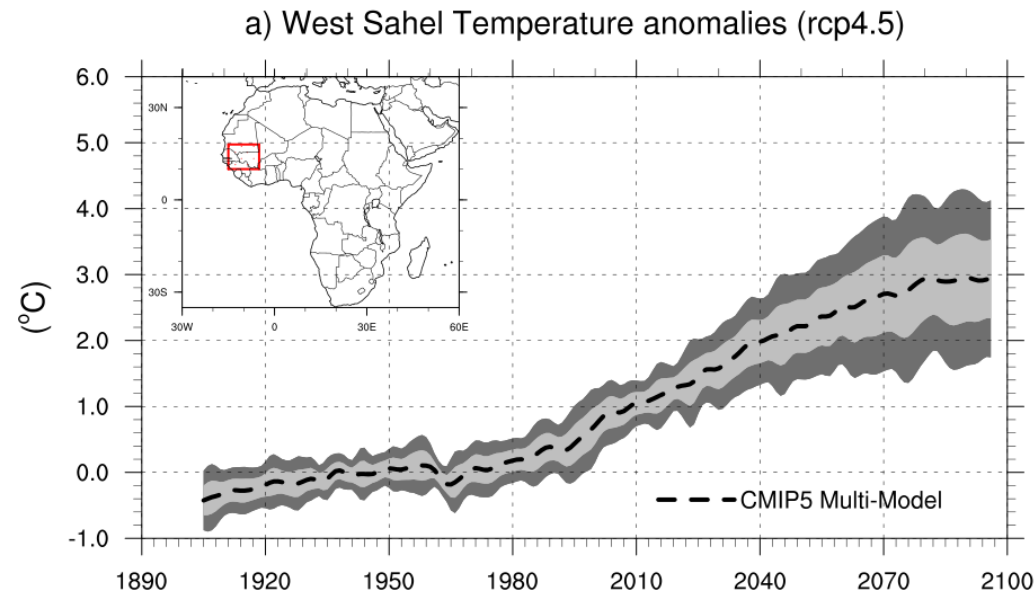


Roehrig et al. (2013)

Projections du climat en AO

Ouest

- Réchauffement de 1°C en 2010, 2°C en 2040 et 3°C en 2100
- Dispersion relativement faible jusqu'en 2040 mais assez élevée au-delà
- A partir de 2070: plages de variation de la température **1.8°-4°C**



Est

A partir de 2070: plages de variation de la température **1°-4.5°C**

Projections du climat en AO

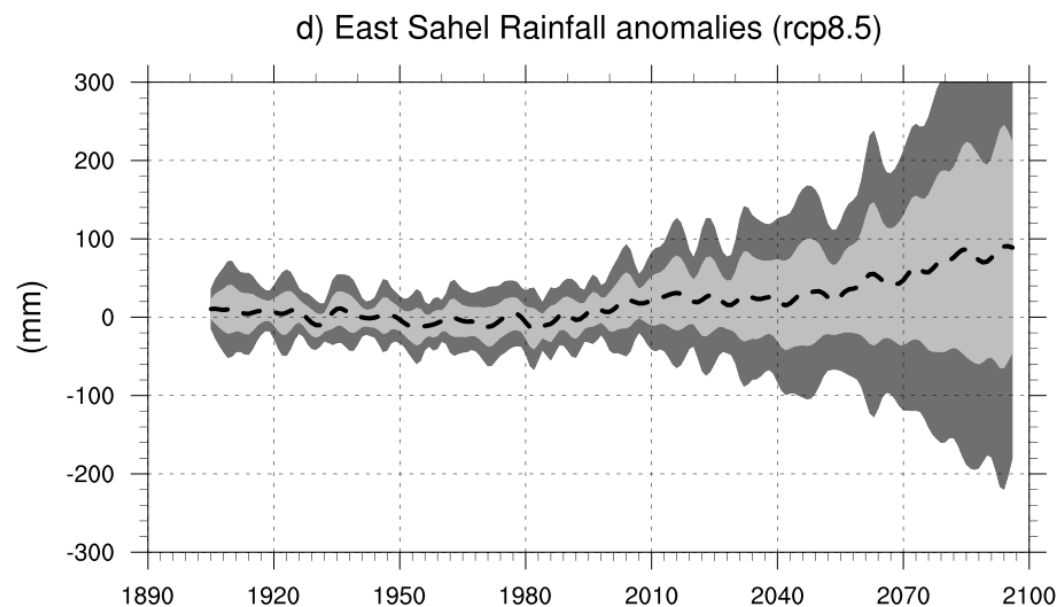
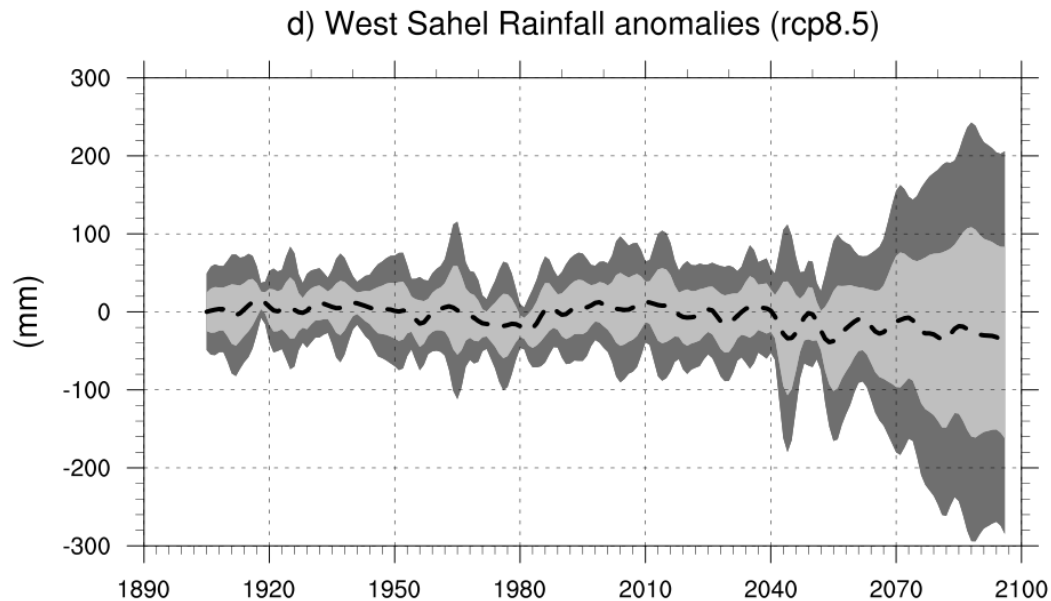
Ouest

- Grande variabilité des pluies d'une saison à l'autre
- Tendance à la baisse des pluies à partir de 2040
- Très forte dispersion des pluies **± 250 mm**

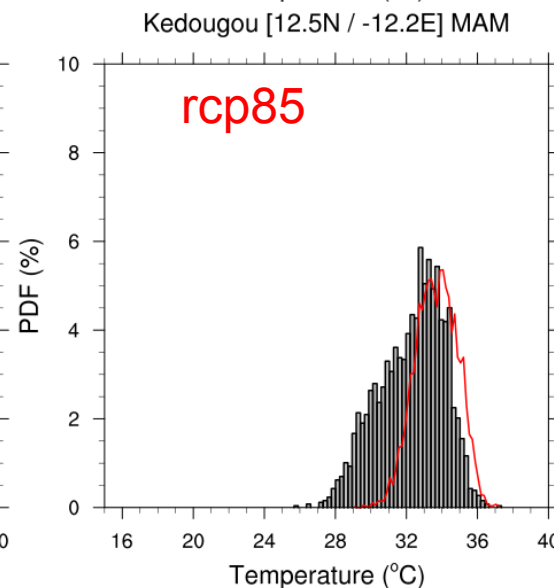
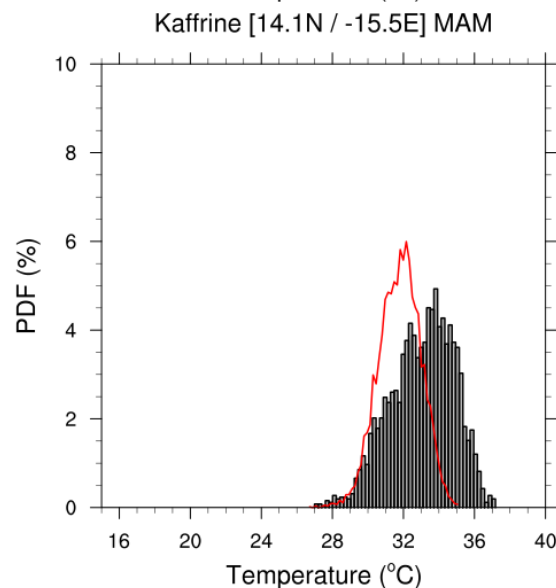
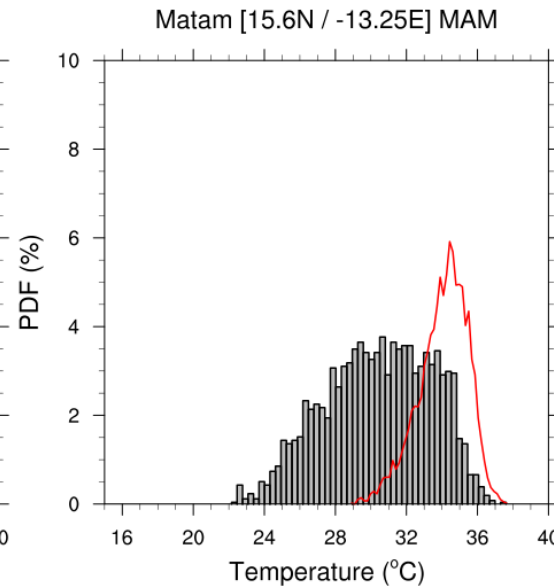
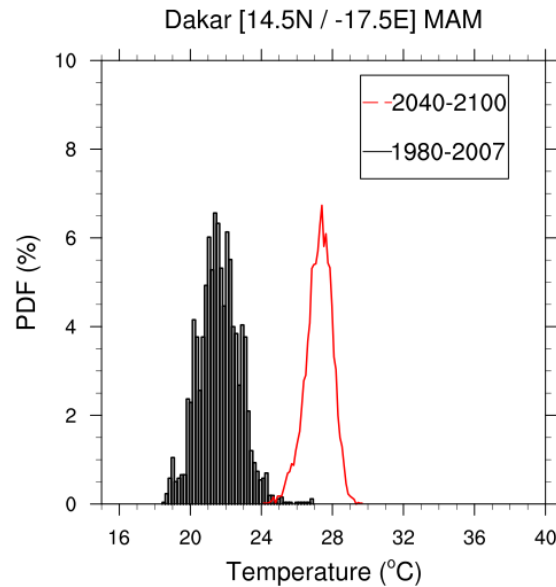
Conséquence: **alternance d'excédents et de déficits de pluie**

Est

- Tendance à la hausse des pluies à partir de 2010
- Plus forte dispersion des pluies **± 300 mm**



Quelques résultats sur le Sénégal



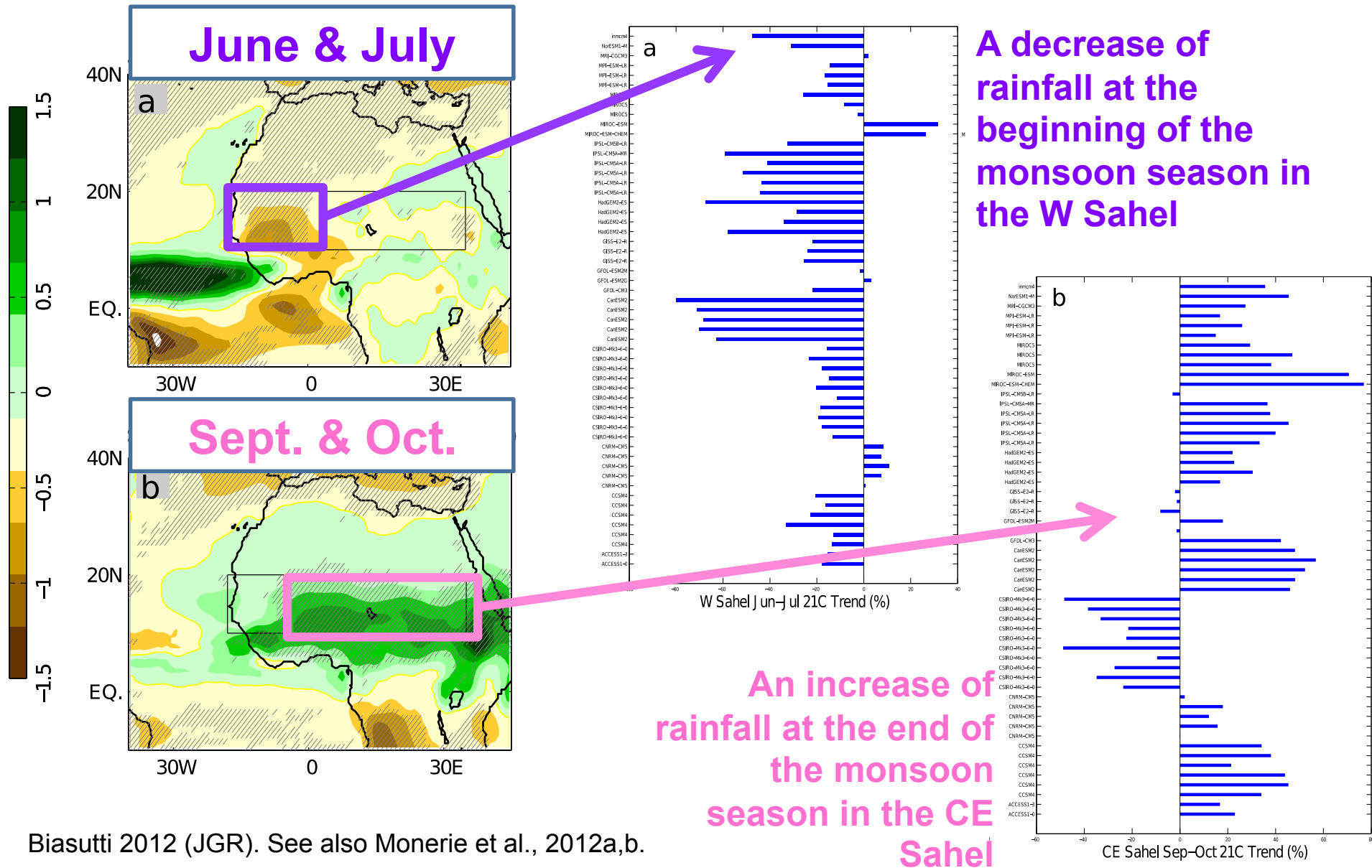
Scénario rcp4.5

- Réchauffement caractérisé par des distributions plus serrées pour toutes les stations
- Réchauffement très accentué à Dakar et Matam: **augmentation des températures les plus faibles et des températures les plus chaudes**

Scénario rcp8.5

Kédougou: Réchauffement similaire à Matam

Some robust features of CC are already known



Biasutti 2012 (JGR). See also Monerie et al., 2012a,b.

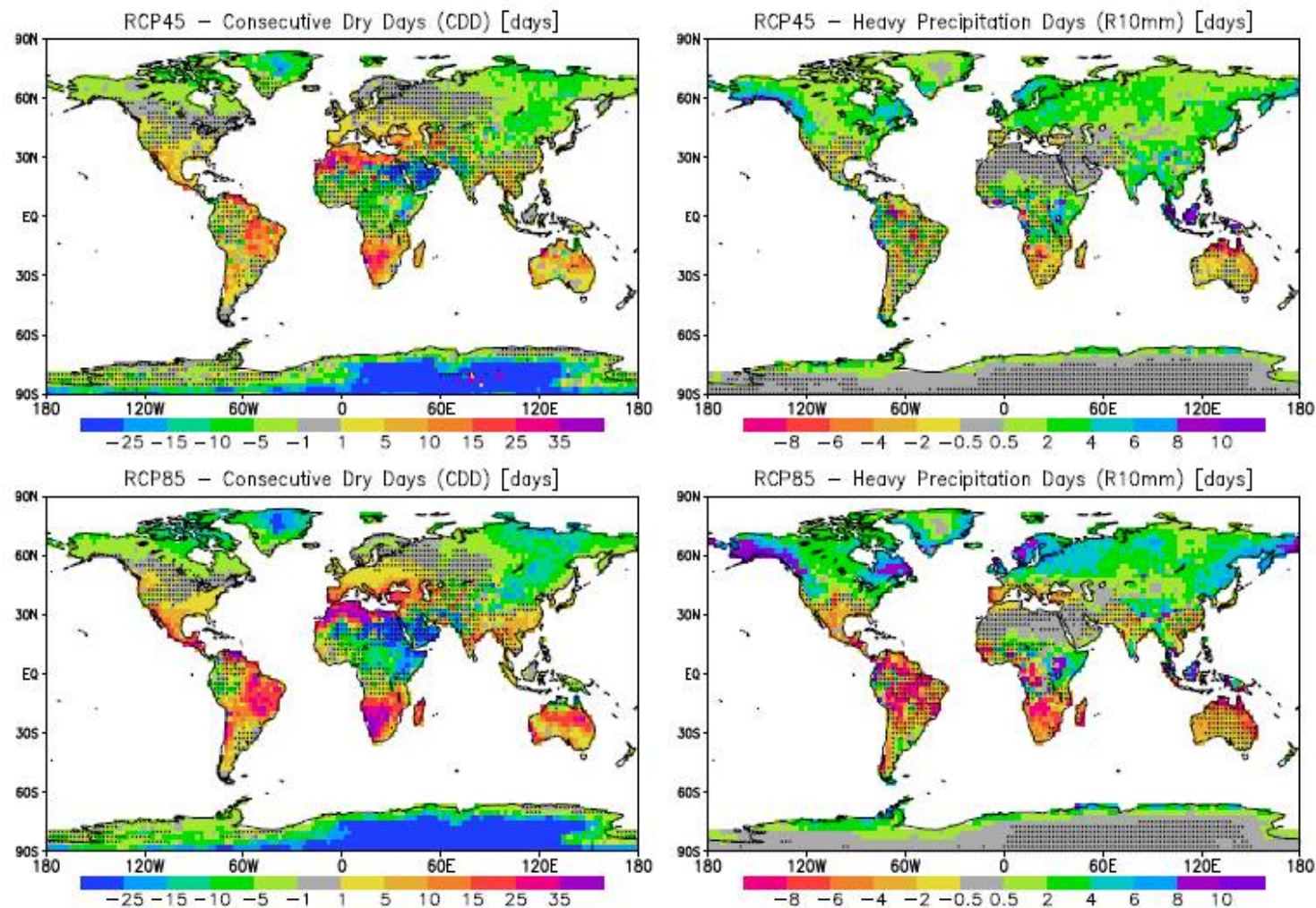


Figure 13. The multimodel median of temporally averaged changes of consecutive dry days (CDD, left) and heavy precipitation days (R10mm, right) over the time period 2081–2100 for RCP2.6 (top), RCP4.5 (middle), and RCP8.5 (bottom). Changes are displayed as differences (in days) relative to the reference period (1981–2000). Stippling indicates grid points with changes that are not significant changes at the 5% significance level.

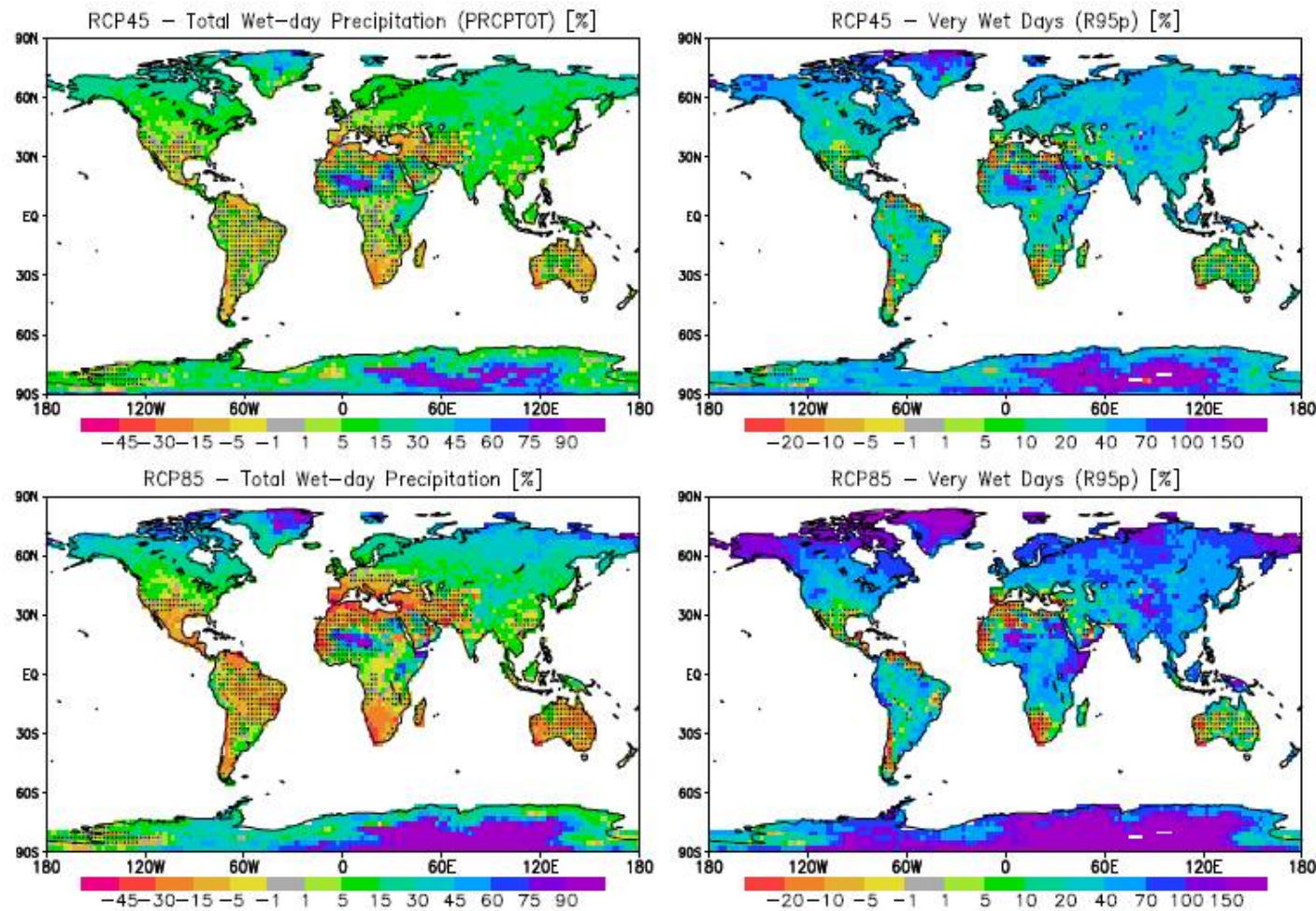


Figure 12. The multimodel median of temporally averaged total wet-day precipitation (PRCPTOT, left), very wet day precipitation (R95p, right) over the time period 2081–2100 expressed relative to the reference period 1981–2000 (in %) for RCP2.6 (top), RCP4.5 (middle), and RCP8.5 (bottom). Stippling indicates grid points with changes that are not significant at the 5% significance level.

Dry spells analysis

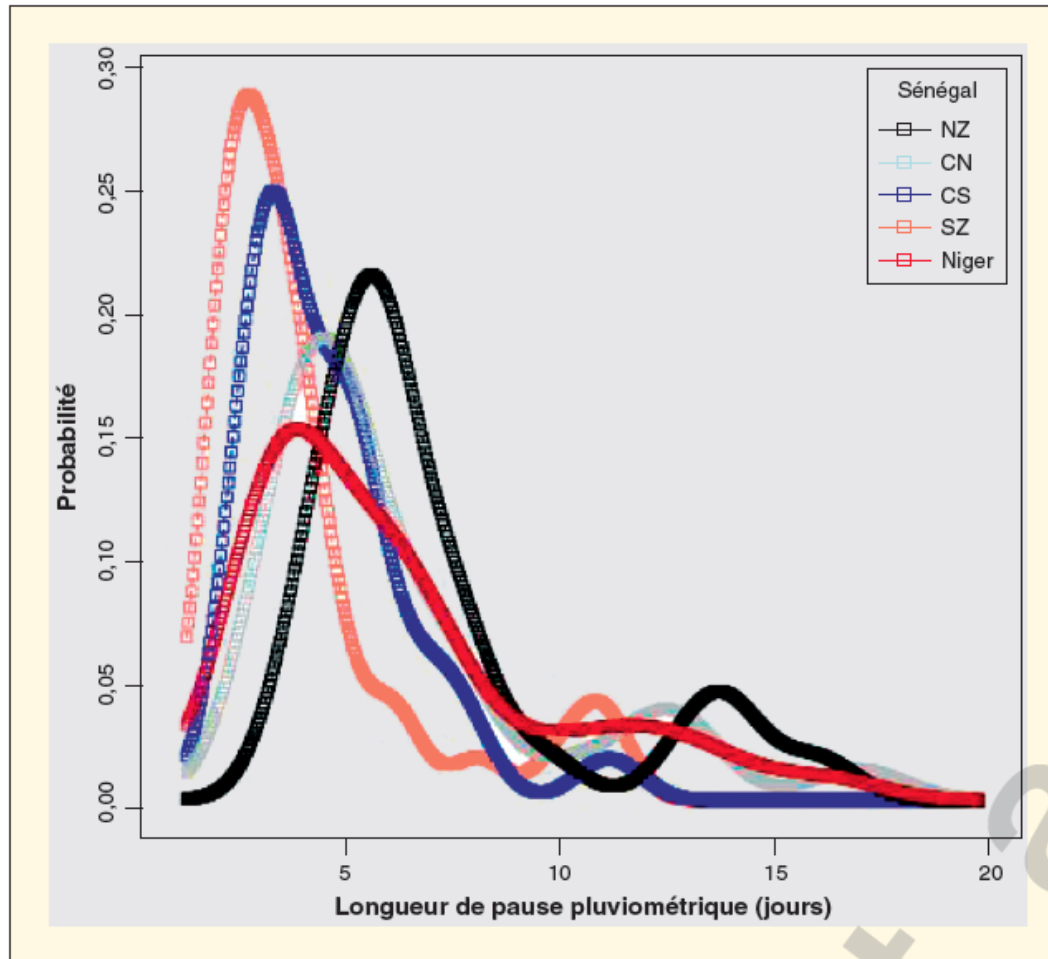
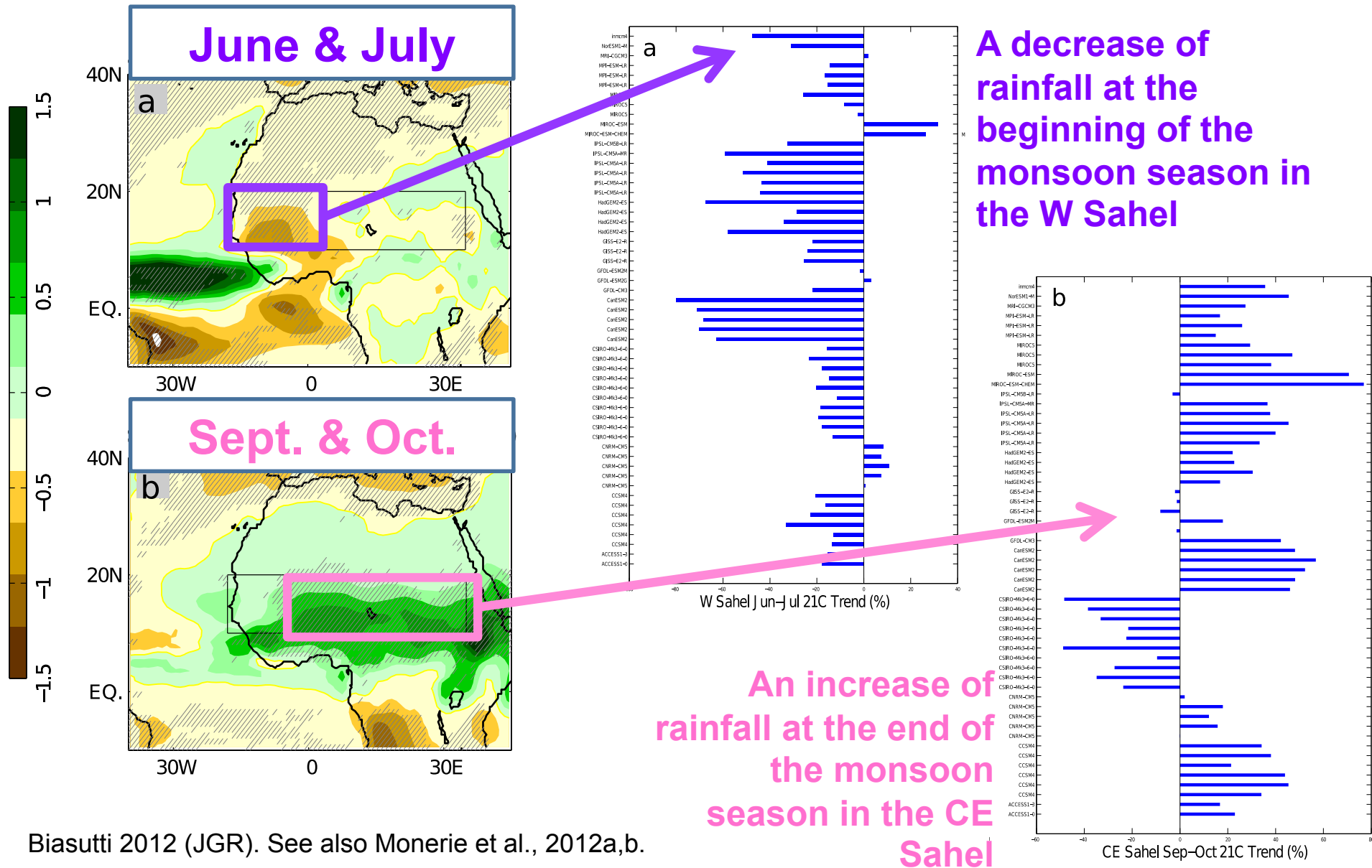


Figure 6. Densité de probabilité de la longueur moyenne saisonnière des pauses locales par zone pluviométrique au Sénégal des zones nord (NZ), centre nord (CN), centre sud (CS), sud et au Niger.

- Long dry spells (1-7 days)
- Major dry spells (>15 days)
- South Senegal (>600mm/an): extreme dry spells between 7/06 et 9/07
- Need of predictability of extreme dry spells to optimize agro meteorological monitoring

Salck et al,

Some robust features of CC are already known



Biasutti 2012 (JGR). See also Monerie et al., 2012a,b.

Conclusion: le climat et la prise de décision en Afrique

- Plus grande variabilité du climat et incertitudes des projections futures
- Plus grande difficulté à prédire le climat, donc les impacts futurs pour préparer la prise de décision
- Besoin de développer des méthodes pour utiliser les résultats des modèles avec précaution
- Besoin de mettre en place d'outils adéquats pour
 - intégrer modèles ou données de climat dans des systèmes de gestion
 - Il est possible de travailler sur la prévision environnementale (ex: prédiction de l'émergence de maladies, prédiction agricole, etc...
 -