

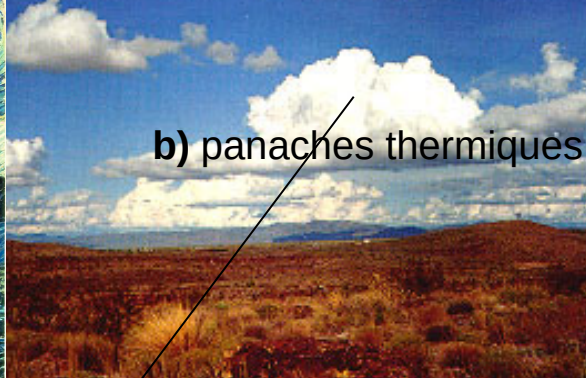
a) turbulence



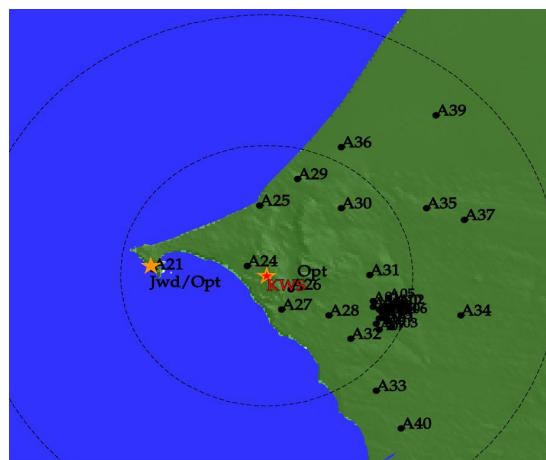
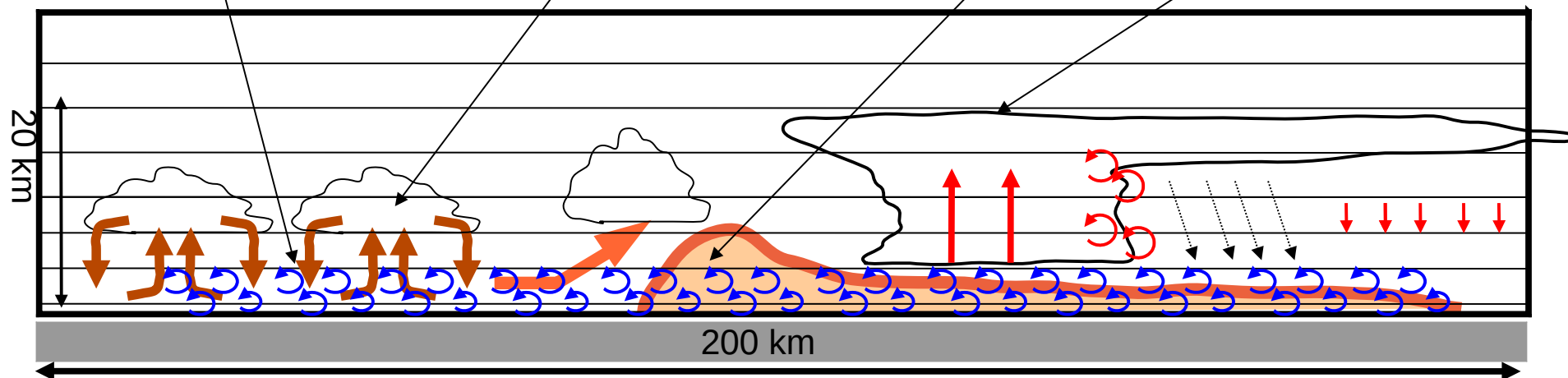
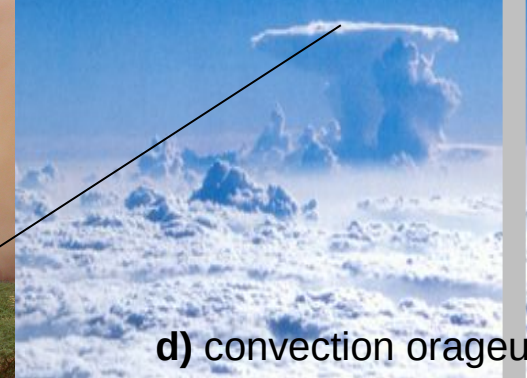
c) poches froides



b) panaches thermiques

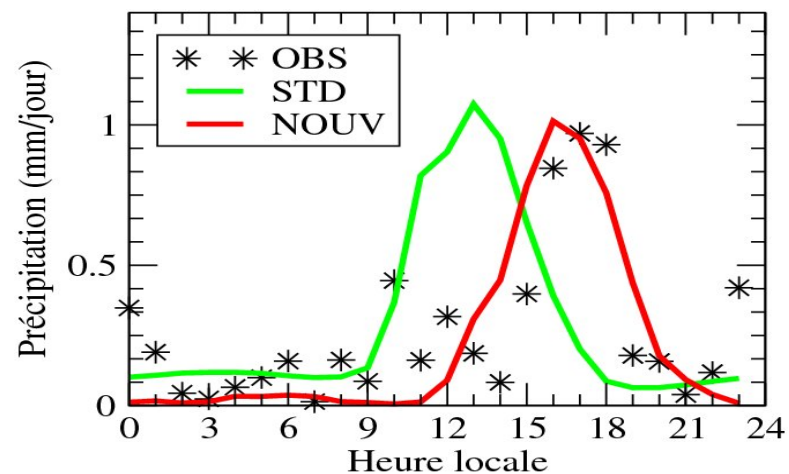


d) convection orageuse



Evolution moyenne de la pluie dans la journée au Sénégal dans une Simulation 3D

Réseau d'observation au Sénégal. Campagne AMMA.



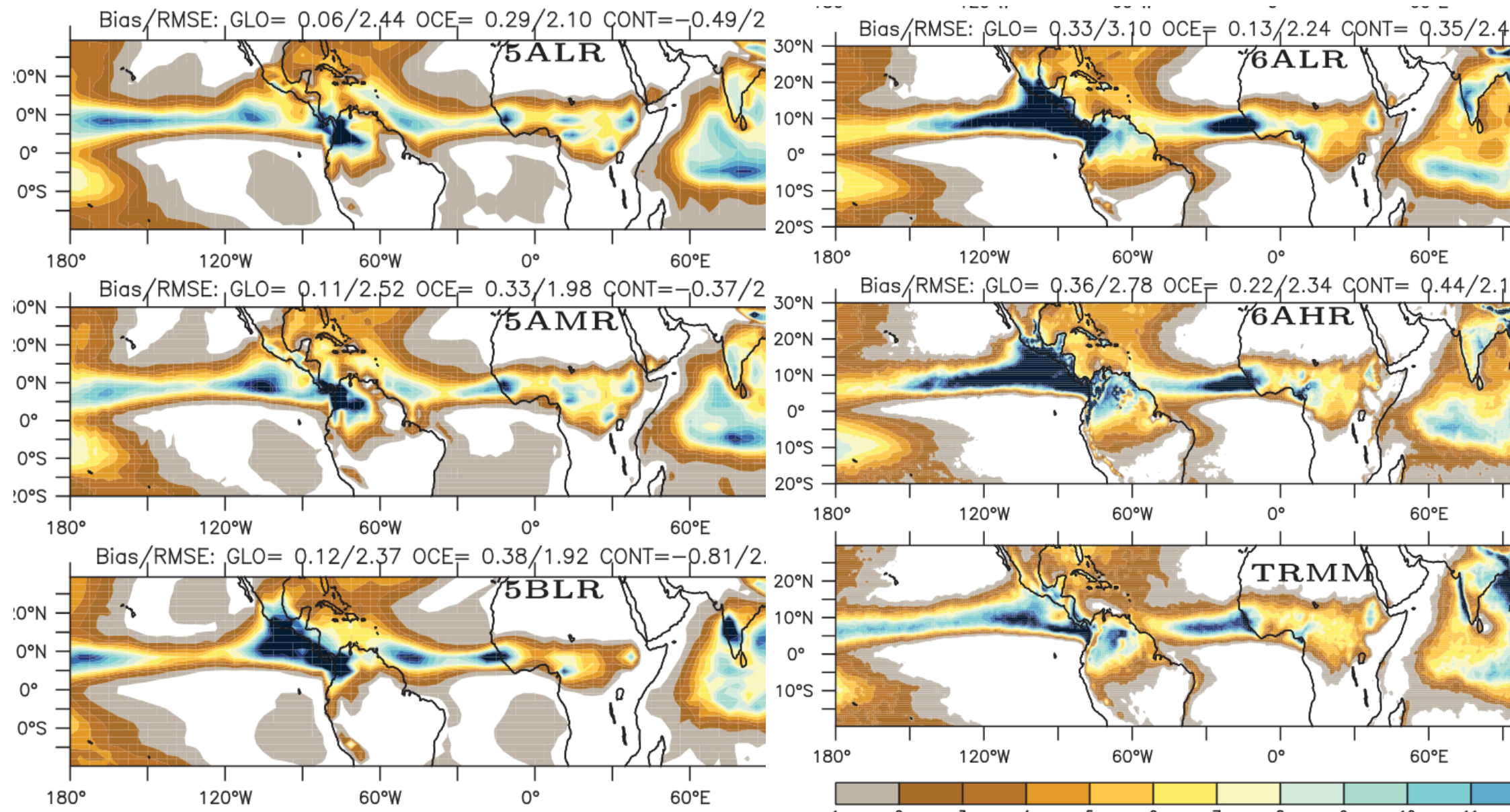
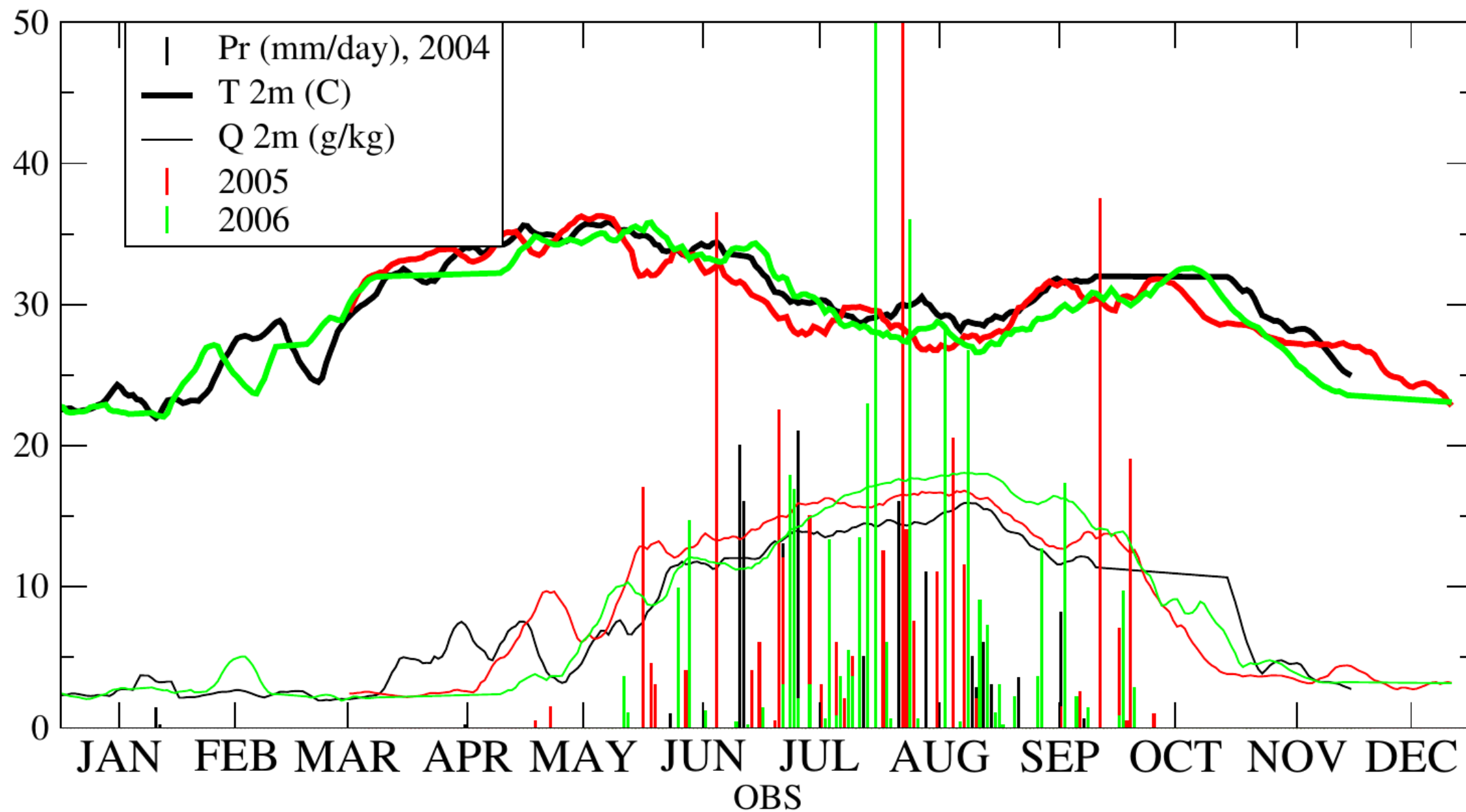
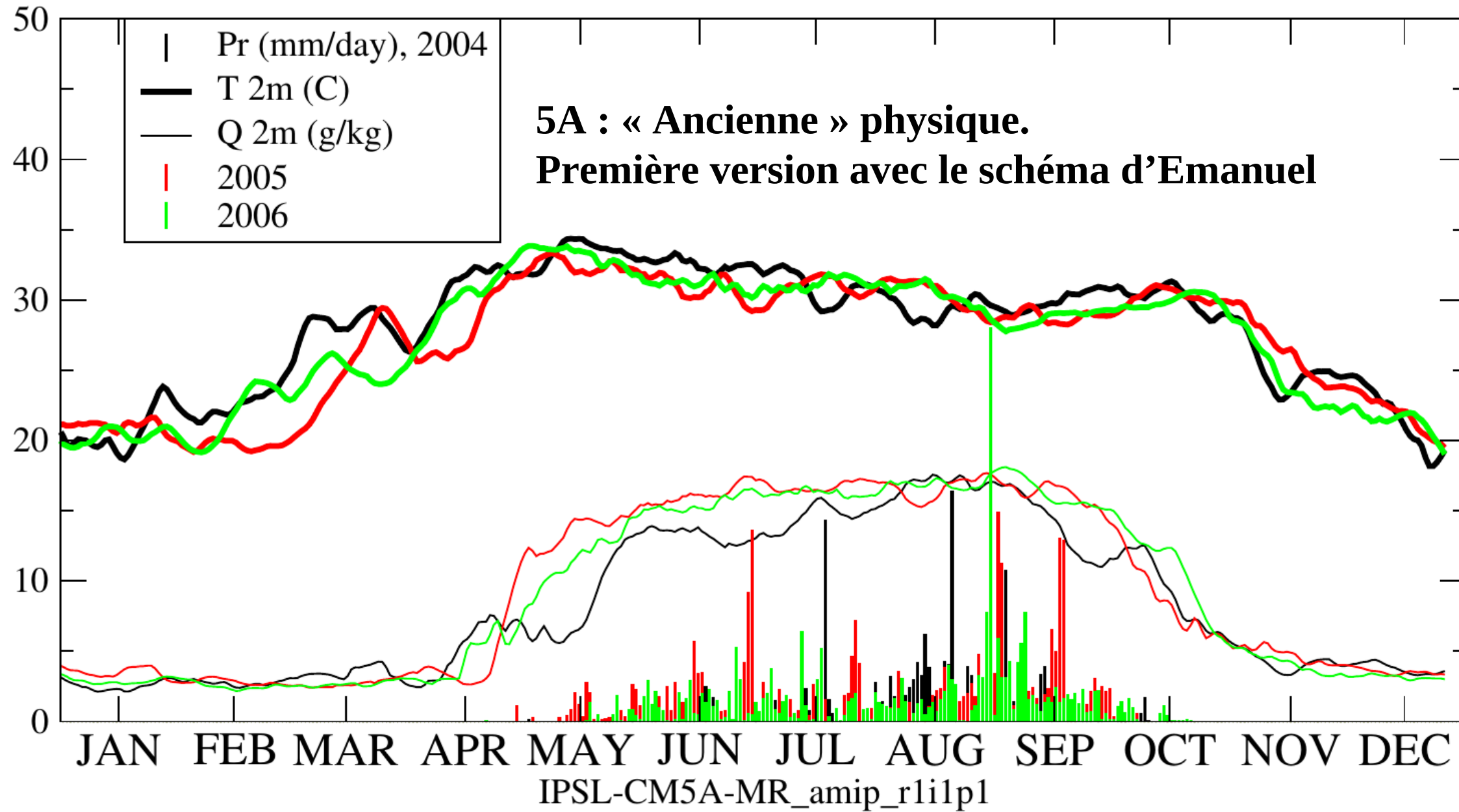


Figure 10. Average rainfall over the period June-July-August-September (mm/day, white if below 1 mm/day) for TRMM observations (top) and successive configurations of the model. The mean bias and root-mean-square errors (in mm/day) are shown on the top of each graph, considering either the full region (GLO), the Oceans only (OCE) or the continents, separating the Maritime continent (MC, defined by a box in longitude [90°E,180°E] and latitude [10°S,10°N]) from the other continents (CONT). Fields were interpolated on the LR⁶ grid before computing the bias and root-mean-square error.

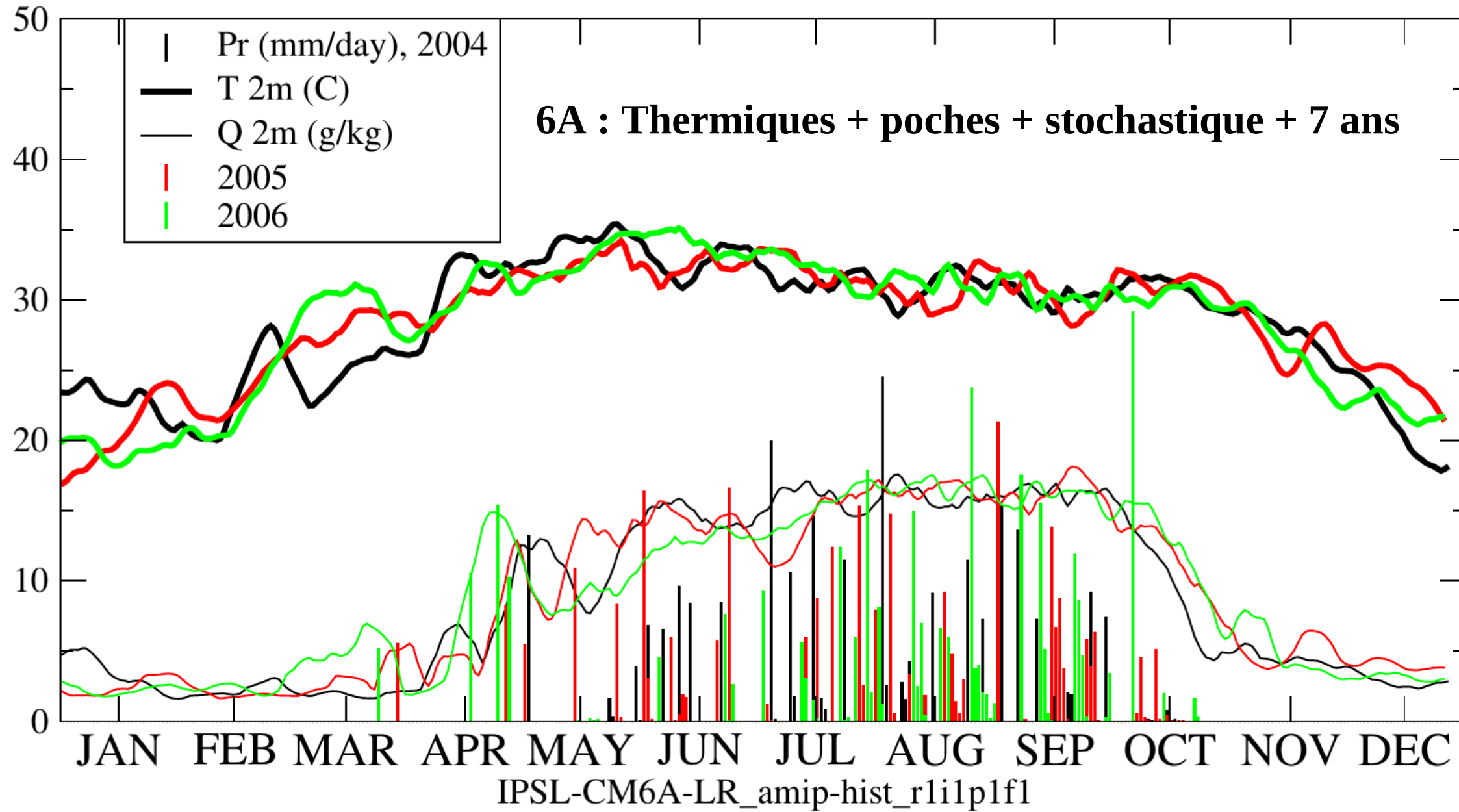
Observations Agoufou, Mali, 2004, 2005, 2006



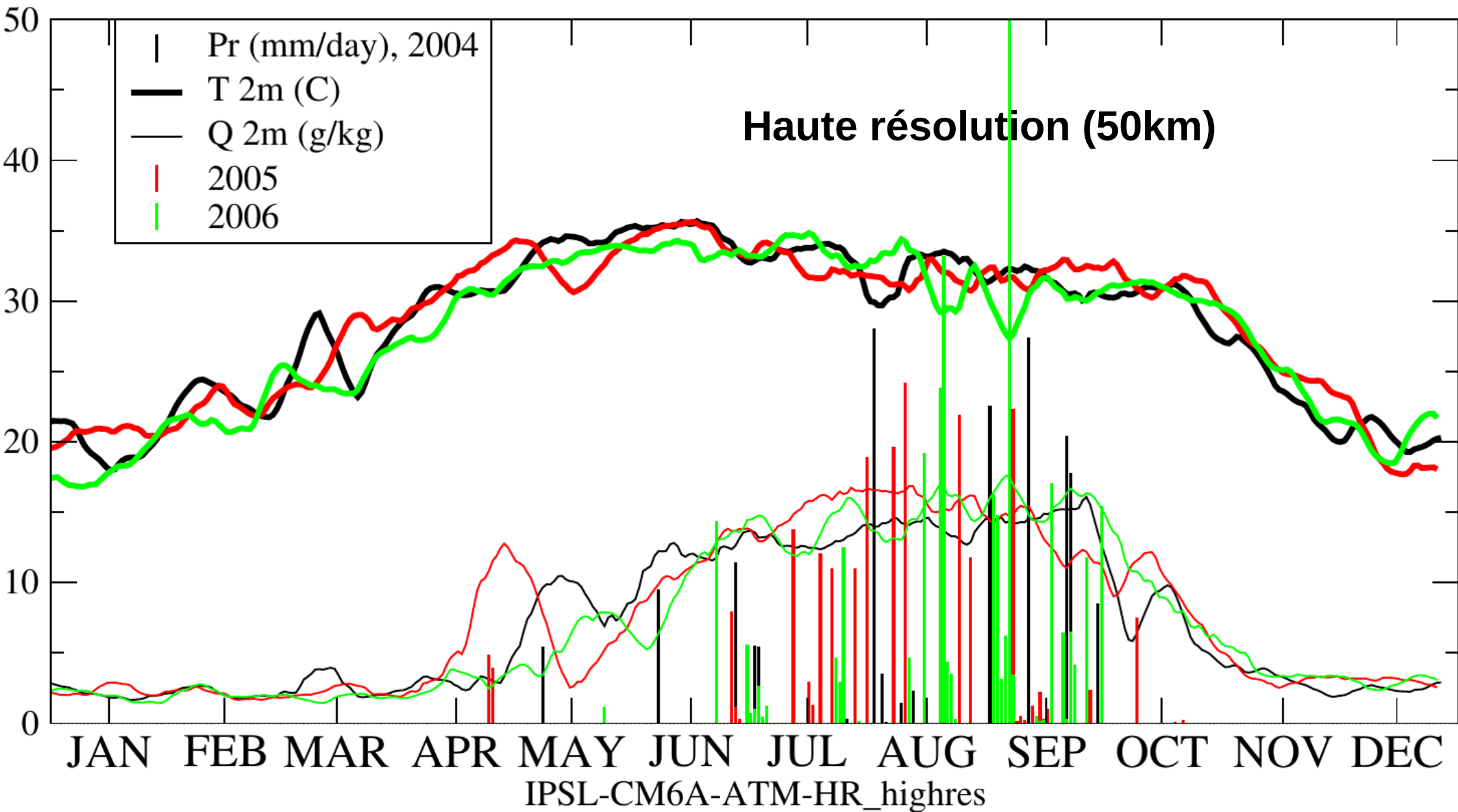
Simulations amip, IPSL-CM5A Agoufou, Mali, 2004, 2005, 2006



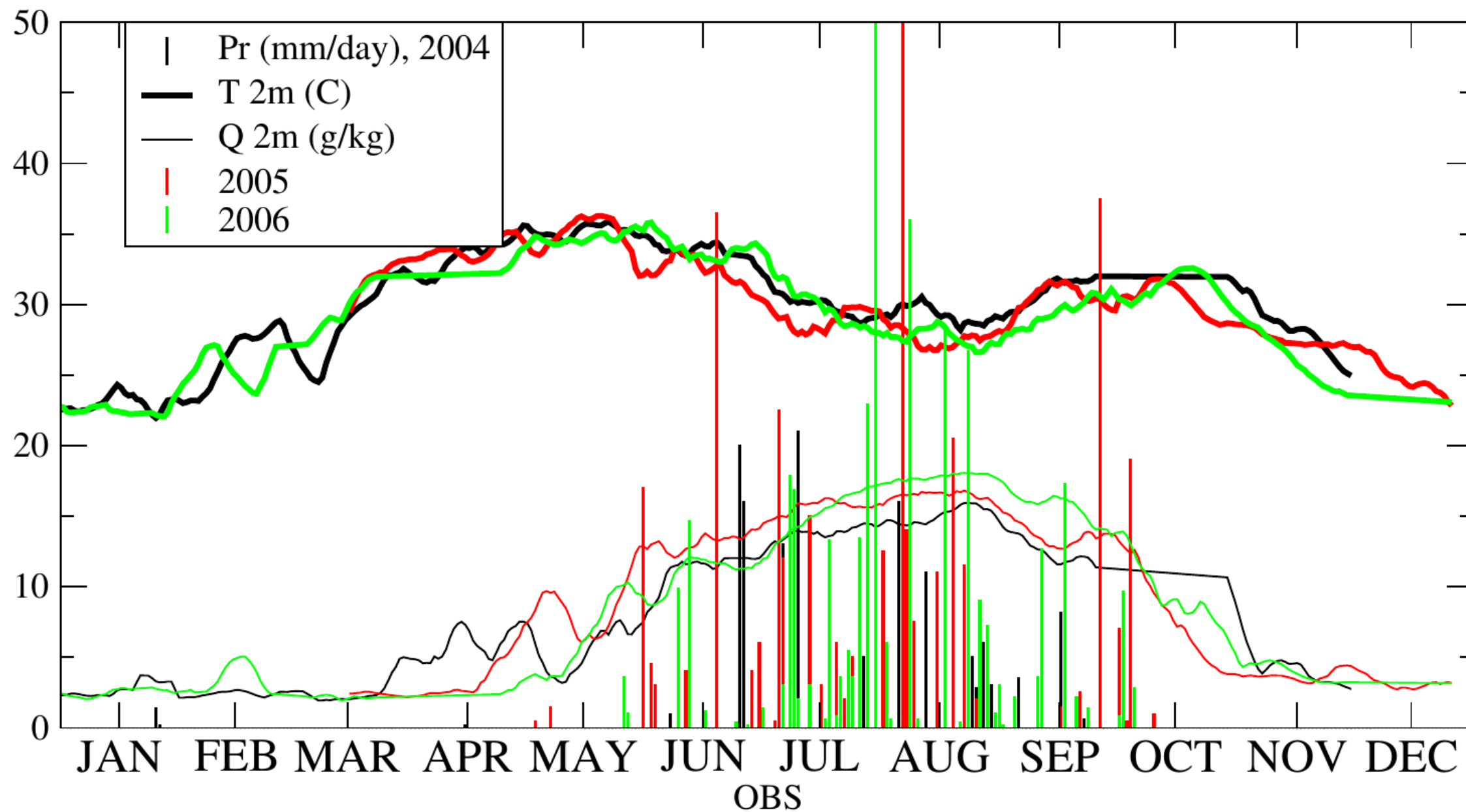
Simulations amip, IPSL-CM6A Agoufou, Mali, 2004, 2005, 2006



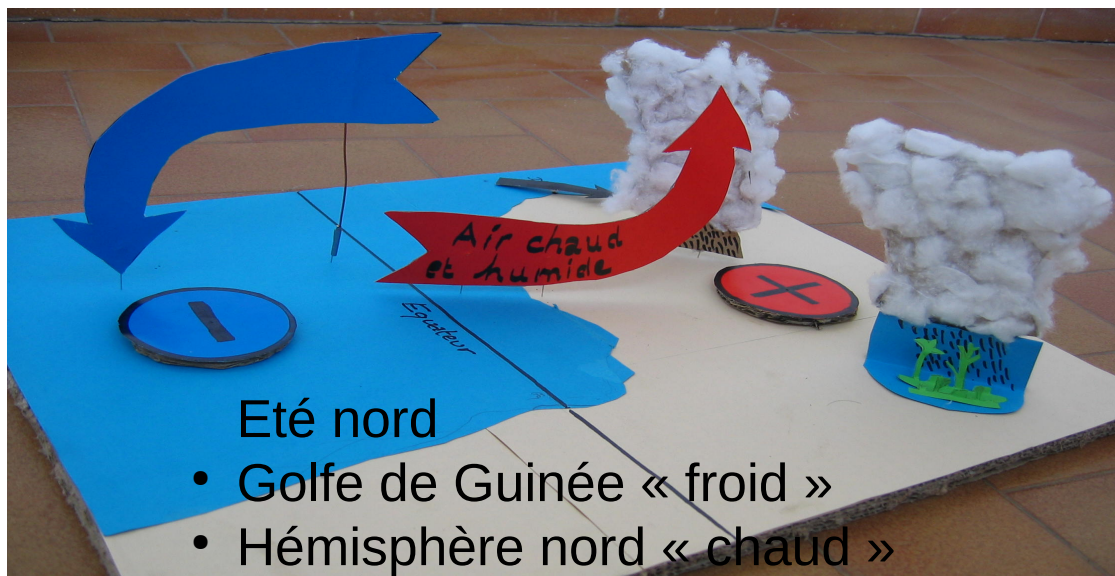
Simulations amip, IPSL-CM6A-50km Agoufou, Mali, 2004, 2005, 2006



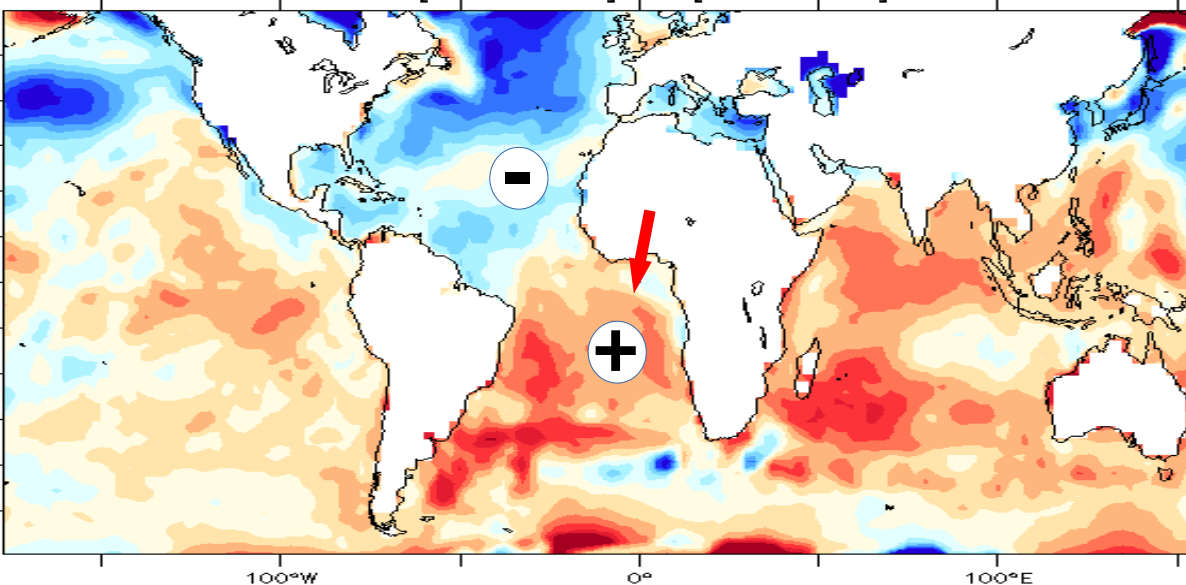
Observations Agoufou, Mali, 2004, 2005, 2006



La grande sécheresse sahélienne (1975-1990)



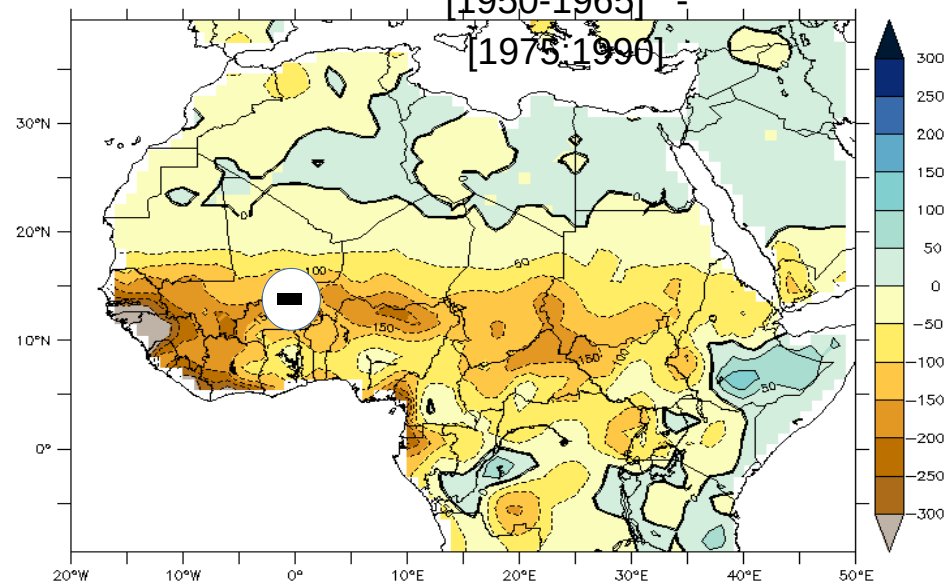
Δ SST : [1950-1965] - [1975-1990]



Différence de température (°C)

Δ pr, CRU observations

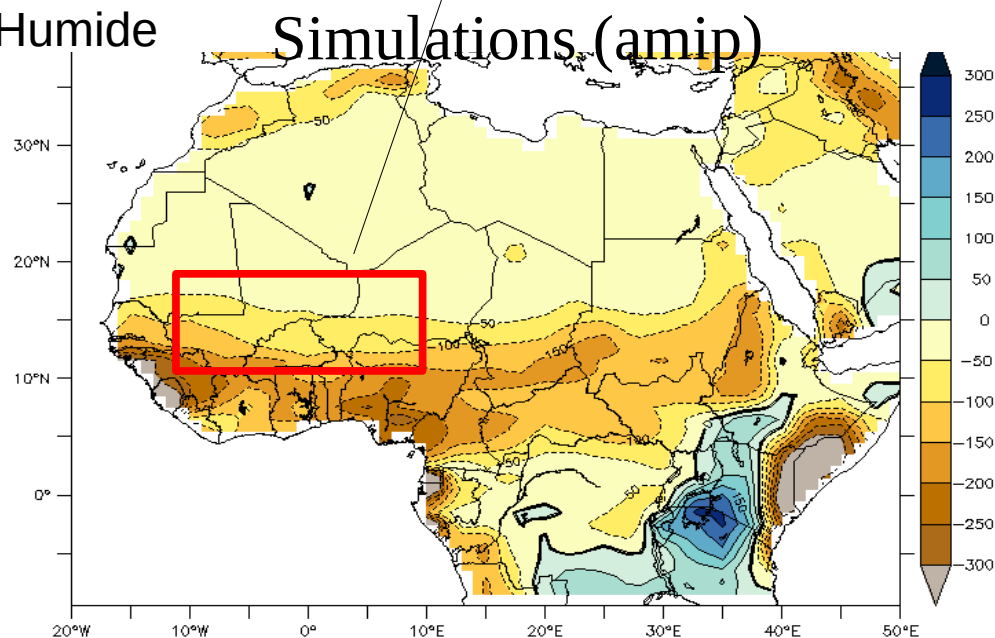
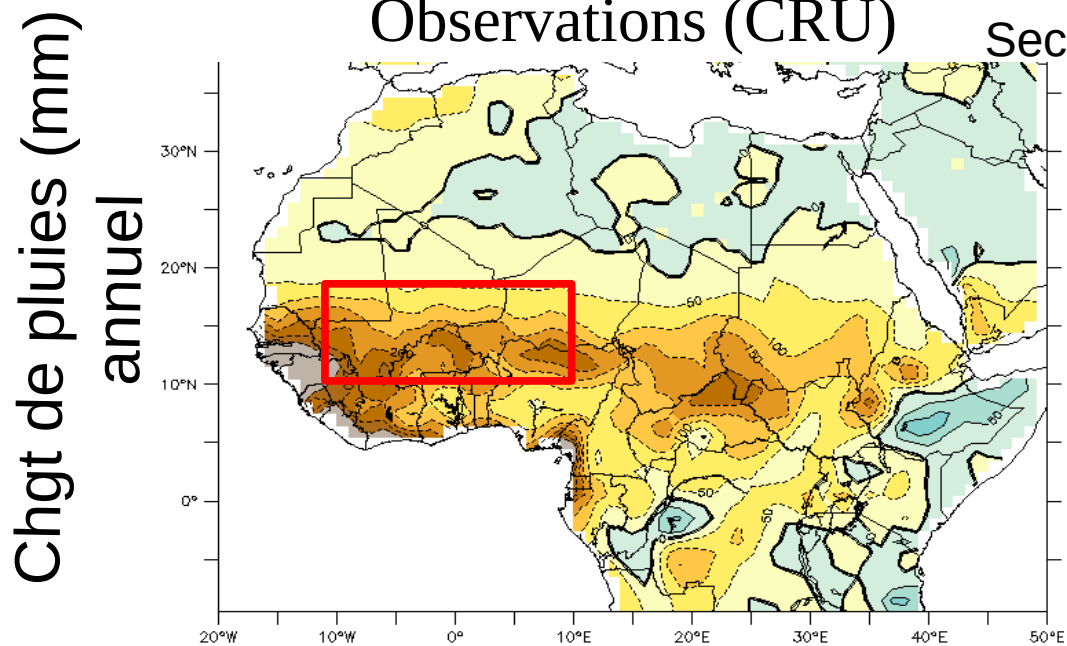
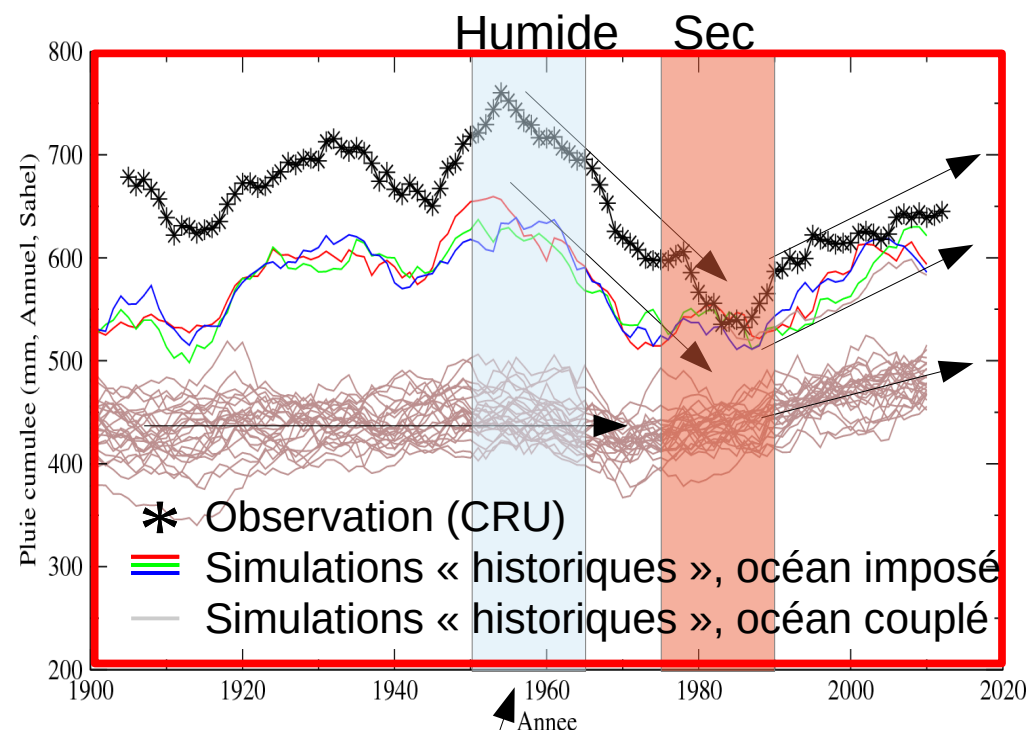
[1950-1965] - [1975-1990]

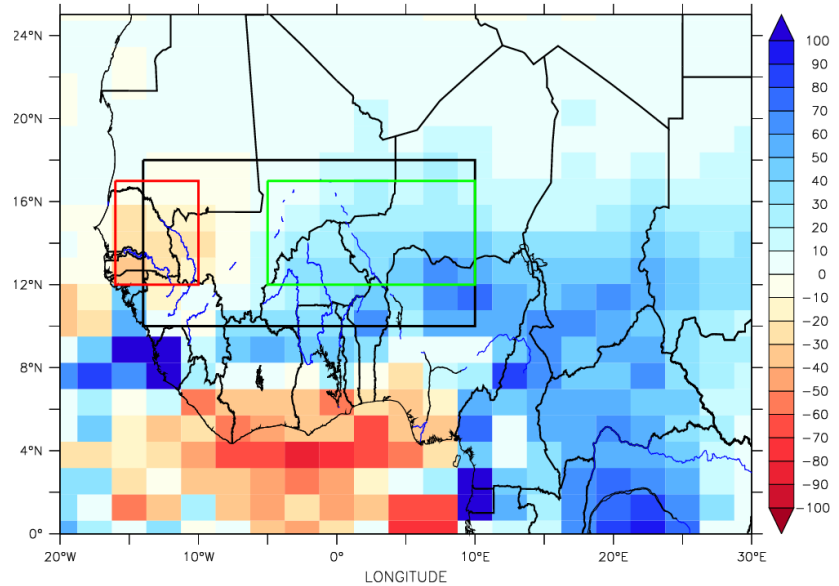


Différence de précipitation (mm)

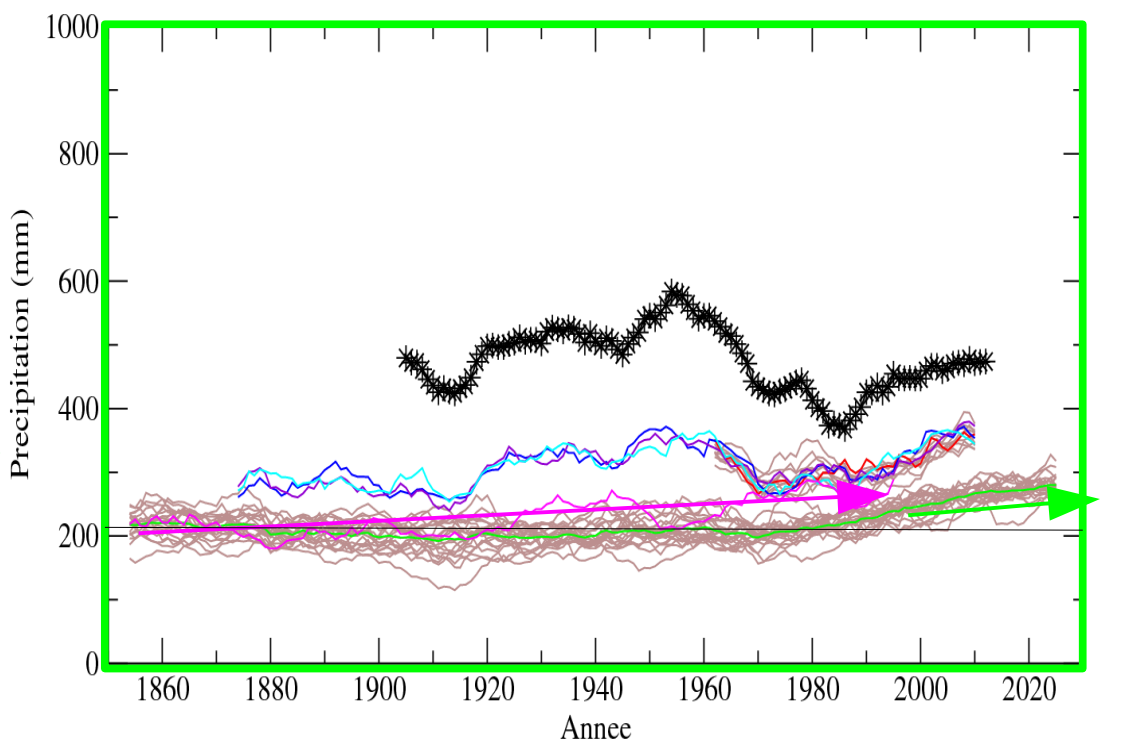
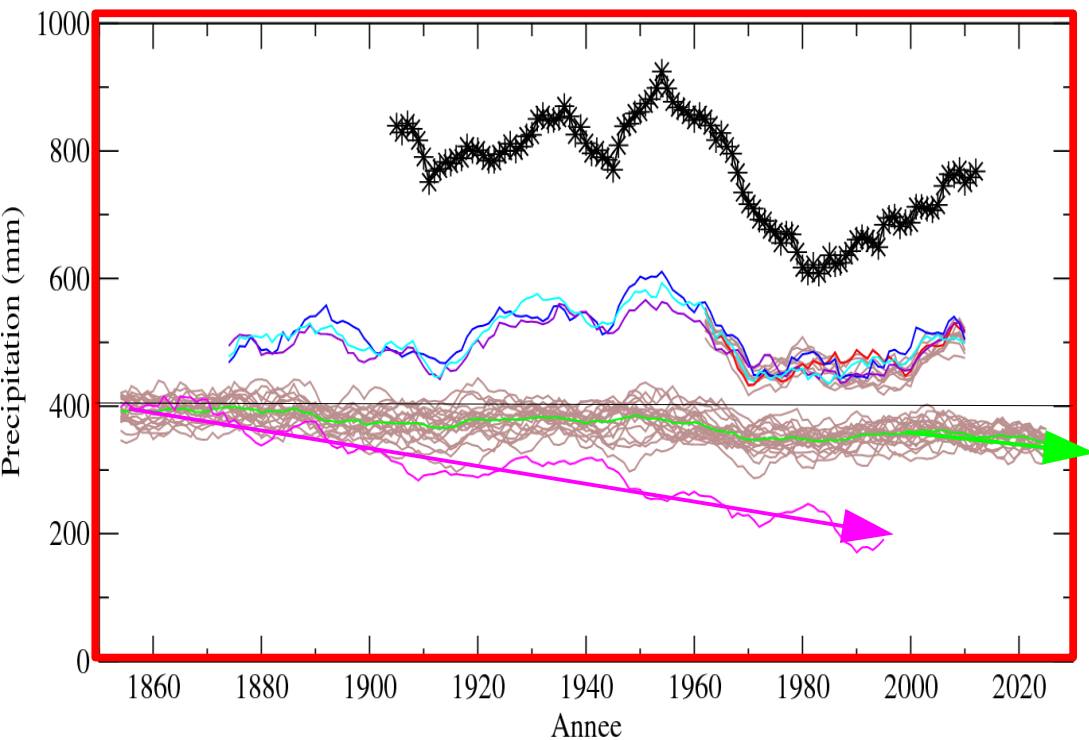
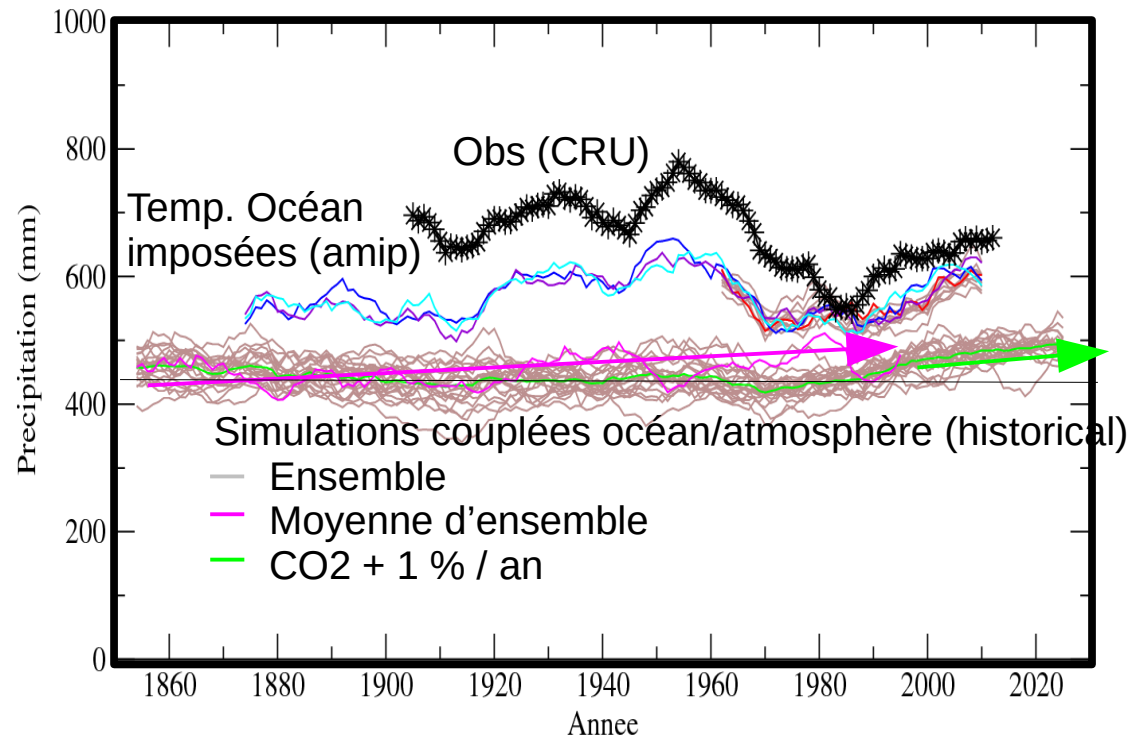
La grande sécheresse sahélienne (1975-1990)

- La sécheresse des années 70-90 est en grande partie reproduite si on impose les variations observées de températures de l'océan au modèle atmosphérique.
- Elle n'est pas observée dans les simulations où on calcule les températures de surface avec un modèle d'océan.
- Sans doute un événement particulier de variabilité.
- Le retour des pluies récent est peut être en partie expliqué par le réchauffement global.

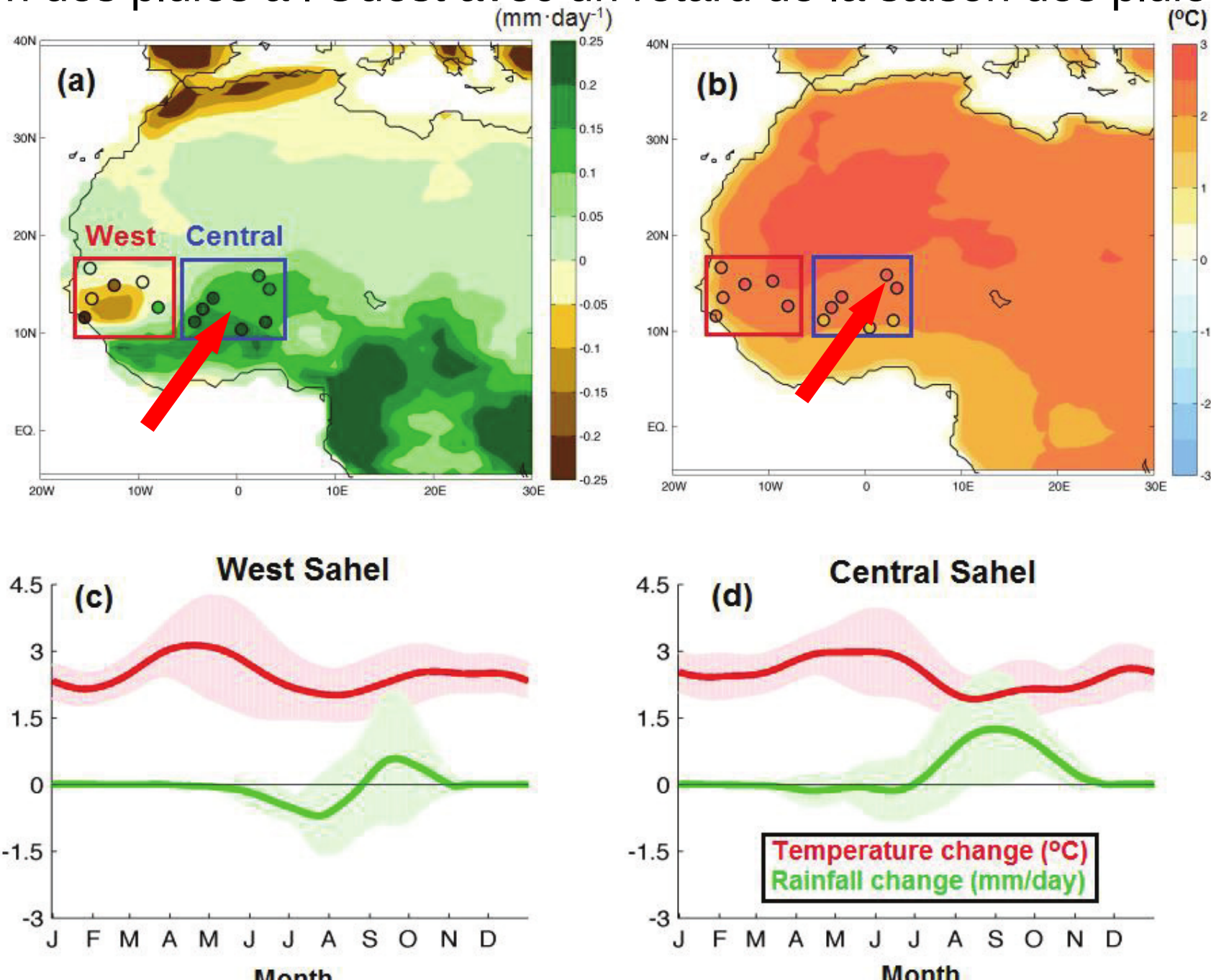




Changement pluies annuelles (mm)
entre 1998-2009 et 2018-2029
Modèle IPSL-CM6A, moyenne d'ensemble



- Un renforcement du contraste thermique avec le Sahara qui induit un renforcement des pluies de mousson au Sahel Central.
- Une diminution des pluies à l'Ouest avec un retard de la saison des pluies.



Sultan et al, 2017

Fig. 1. (a) Multi-model mean, annual mean rainfall anomalies (in $\text{mm}\cdot\text{day}^{-1}$) between future and past (2031-2060 in the RCP8.5 scenario and 1960-1990 in the Historical scenario), averaged over 8 climate models. Field values are the anomalies in the raw model output (regridded to 1 degree resolution). Filled circles are anomalies in the bias-corrected output (see Section 2.2). The boxes

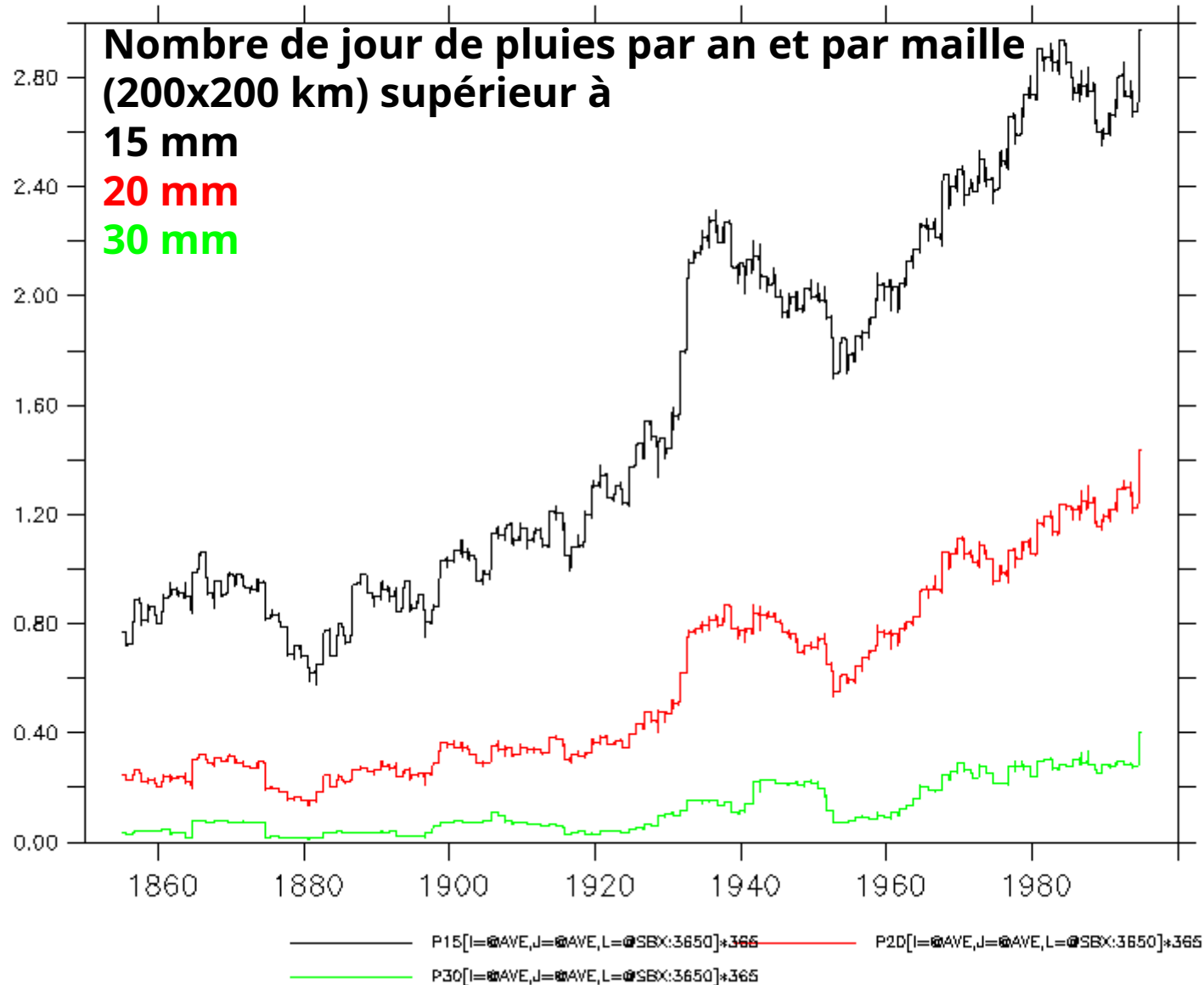
indicate the sites of West Sahel and Central Sahel. (b) As in (a), but for temperature in $^{\circ}\text{C}$. (c) Smoothed daily anomalies in rainfall (mm/day , green) and temperature ($^{\circ}\text{C}$, red) averaged over the sites of West Sahel. The solid line is the multi-model mean, the shading represents one standard deviation scatter. (d) As in (c), but for the sites of Central Sahel.

indicate the sites of West Sahel and Central Sahel. (b) As in (a), but for temperature in $^{\circ}\text{C}$. (c) Smoothed daily anomalies in rainfall (mm/day , green) and temperature ($^{\circ}\text{C}$, red) averaged over the sites of West Sahel. The solid line is the multi-model mean, the shading represents one standard deviation scatter. (d) As in (c), but for the sites of Central Sahel.

LONGITUDE : 8W(-8) to 10E
LATITUDE : 13N to 18N

DATA SET: pr_day_IPSL-CM6A-LR_1pctCO2_r1i1p1f1_gr_18500101-19991231

IPSL-CM6A-LR model output prepared for CMIP6 / CMIP 1pctCO2



Conclusions (1/2)

Amélioration de LMDZ

- Travail sur les paramétrisations qui porte ses fruits
- Modèle du thermique → meilleure représentation de la météorologie de surface
- Modèle du thermique → meilleure représentation des nuages et flux radiatifs
- Modèle du thermique → meilleure représentation du soulèvement des poussières
- Poussières interactive → meilleure représentation des flux (importance pour Tmin?)
- Thermiques+convection profonde + poches froides → meilleur cycle diurne des pluies
- Déclenchement stochastique → intermitence des pluies
- Une valeur ajoutée faible d'un passage de 200 à 50km de résolution

Un modèle multi-configurations pour l'amélioration et la compréhension

- 1D : cadre de développement et amélioration des paramétrisations
- 3D forcé en SST + guidé en vent : test des paramétrisation « en condition »
- 3D forcé en SST (libre) : étude des mécanismes climatiques non couplés
- 3D coupé océan+atmosphère : changement climatique (et modes de variabilité couplés)

Conclusions (2/2)

Climat futur : origine de la connaissance/confiance

- Modélisation/cohérence avec les observations récentes/compréhension
- Beaucoup d'incertitudes encore. Modèles imparfaits, observations difficiles, variabilité climatique forte (et une seule trajectoire réelle).

Changements de température :

- Le climat chauffe sous l'effet de l'augmentation des gaz à effet de serre
- Ce réchauffement est plus fort sur les continents
- Les maximum de température au Sahel au printemps vont continuer à croître
- La distribution des vagues de chaleur autour de se réchauffement globale évoluera-t-elle dans le futur ?

Changements de pluie :

- La sécheresse sahélienne des années 70-90 est sans doute un événement particulier de la variabilité naturelle du climat, sans lien avec les activités humaines.
- La pluie moyenne devrait augmenter au Centre Sahel en conséquence du renforcement de la convergence des masses d'air vers le Sahara plus chaud (assez incertain)
- La pluie pourrait décroître à l'Ouest de la région, sans qu'on sache pourquoi
- Les événements forts pourraient se renforcer, augmentant les inondations (incertain)