MODELISATION Méso-NH 3D

Cas réel Canicule d'avril 2010 sur l'Afrique de l'Ouest

ANR ACASIS (Alerte Canicules Sahel et Impact Santé) 2014-18 :

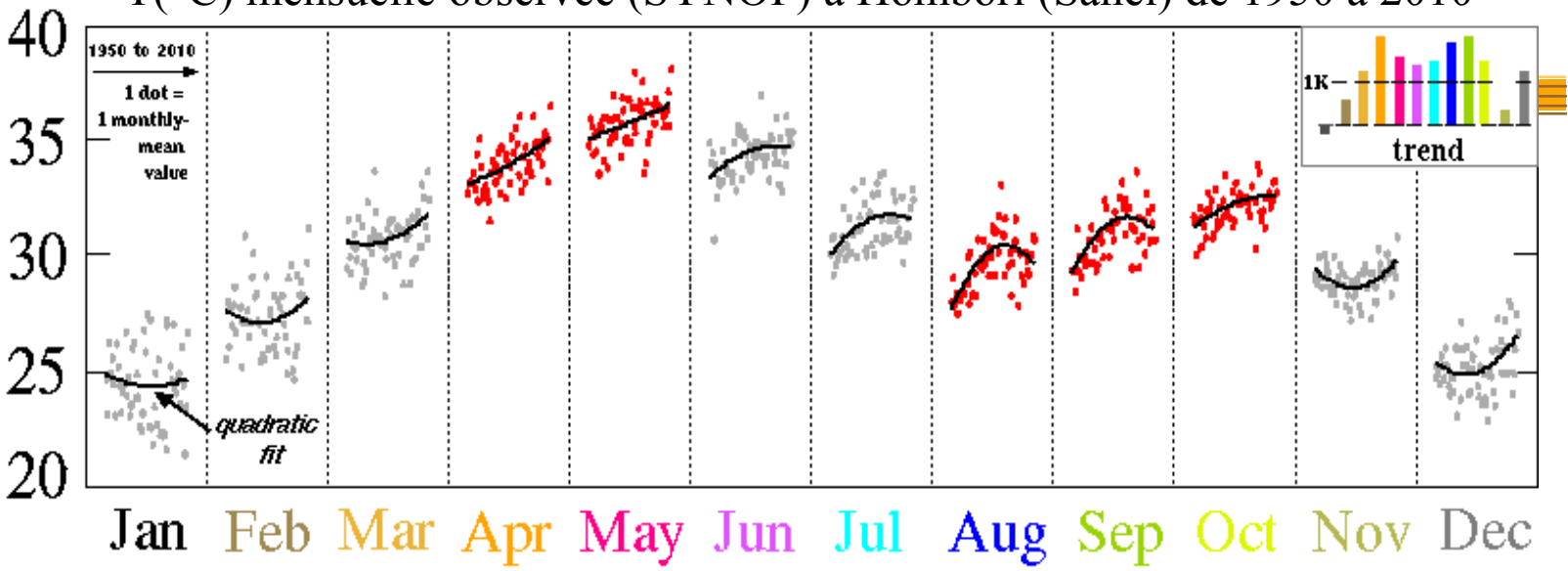
- Compréhension Canicule
- Amélioration des modèles
- Volet sociétal : santé, …
- Situation différente de AMMA

CNRM/GMME/MOANA :

- Mireille Tomasini
- Françoise Guichard
- Fleur Couvreux

Motivations d'ACASIS

T(°C) mensuelle observée (SYNOP) à Hombori (Sahel) de 1950 à 2010



Guichard et al. (2014)

- Plus fort réchauffement au printemps (+2°) au Sahel, moment où la température est déjà critique
- Evaluation de la capacité des modèles de climat à reproduire ces fortes températures et la tendance associée ?

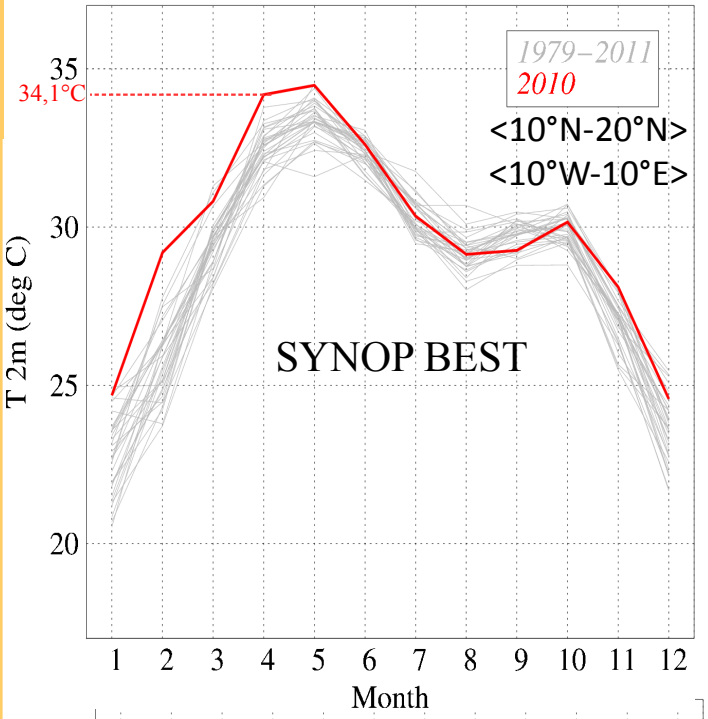
  Cf. déjà forte dispersion de T entre réanalyses (écart >5° pendant la mousson sur le Sahara)

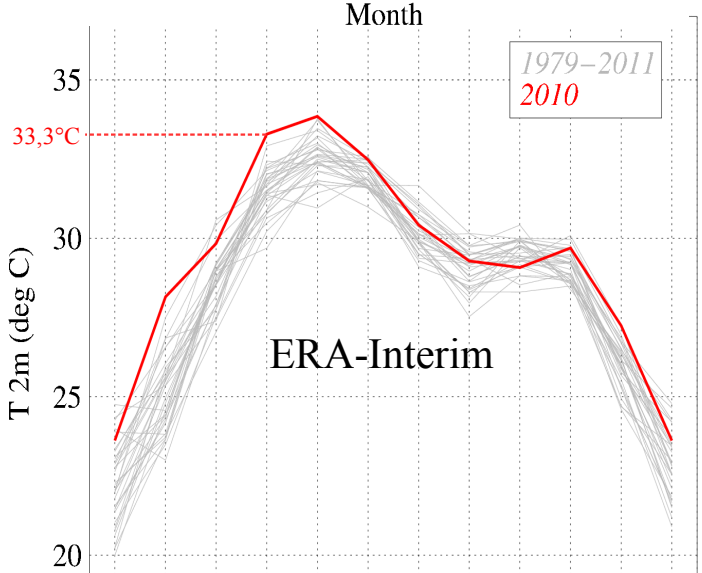
  (*Roehrig et al., J. Climate 2013)*

Choix de la période : 10-20/04/10

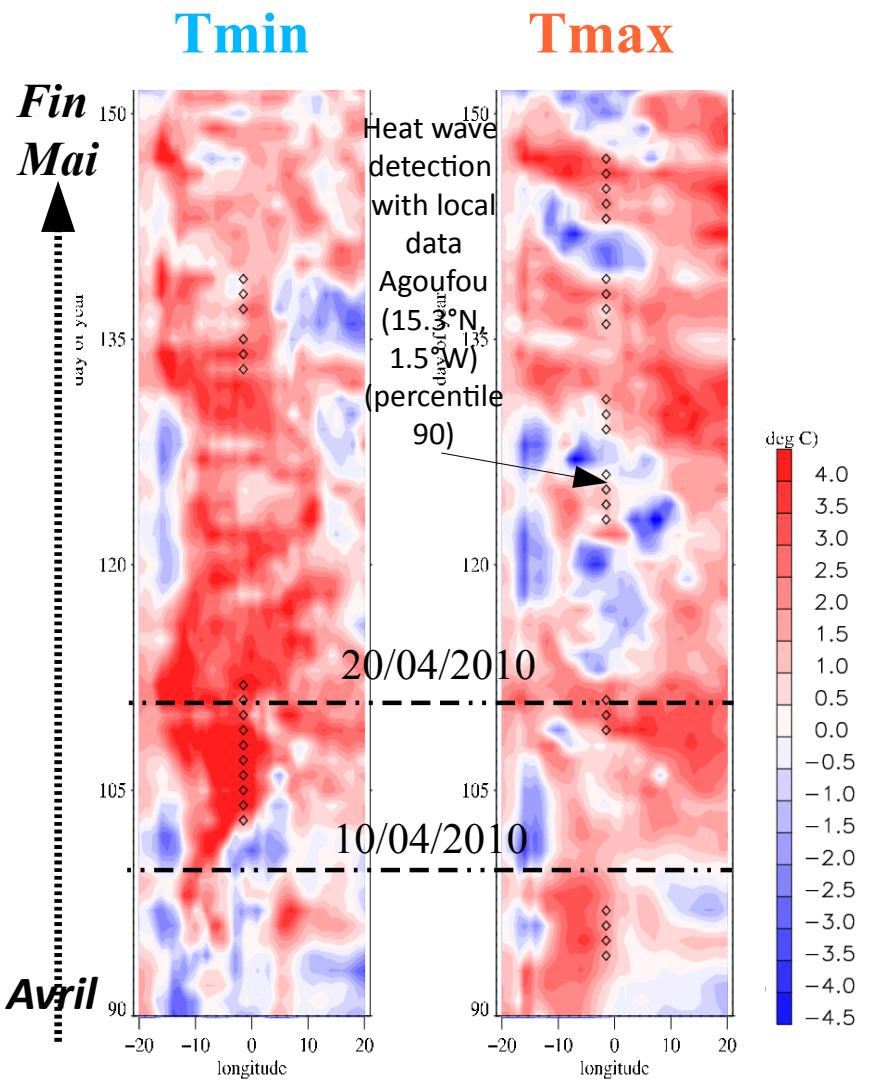
Record 50°C à Niamey le 19/04/10, Idem au Mali, Burkina, Tchad, Sénégal. Décésx2

Guichard et al. (2014)





Anomalies / 30 ans de données ERA-Interim
<14°N-16°N>



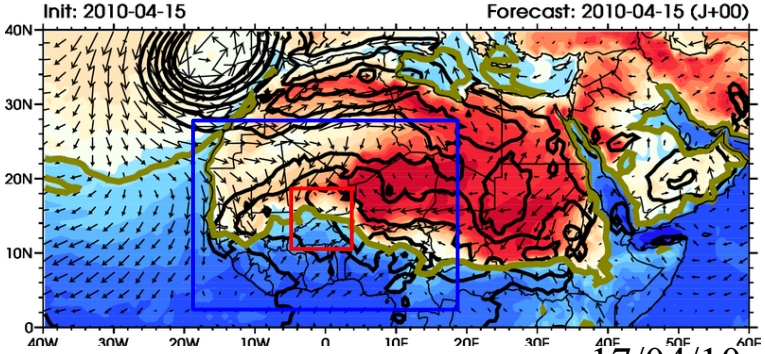
Situation synoptique du 10 au 20 avril 2010

- SST Atlantique en anomalie très chaude
- Dépression stationnaire au large du Maroc ventilant le Sahara et empêchant l'intrusion d'air humide de la Méditerranée => Intensification et extension de la dépression thermique saharienne => Augmentation des Tmax surtout au nord du FIT et à l'Est
- Dorsale SW/NE de fort Td (humidité) augmentant les Tmin surtout au sud du FIT et à l'ouest
- Remontée du FIT à partir du 13/04 (~16° du 15-17/04)

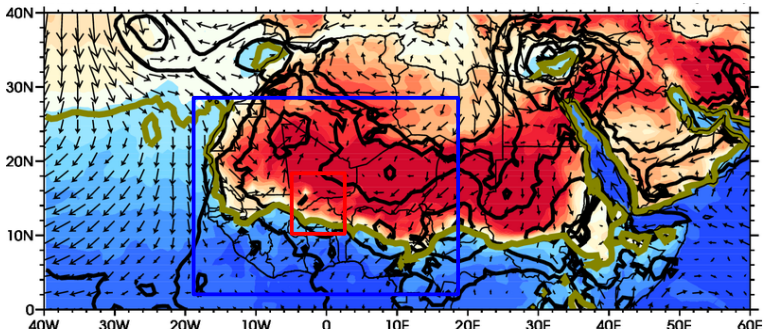
Analyses ECMWF

Pmer 1000 à 1010 hPa

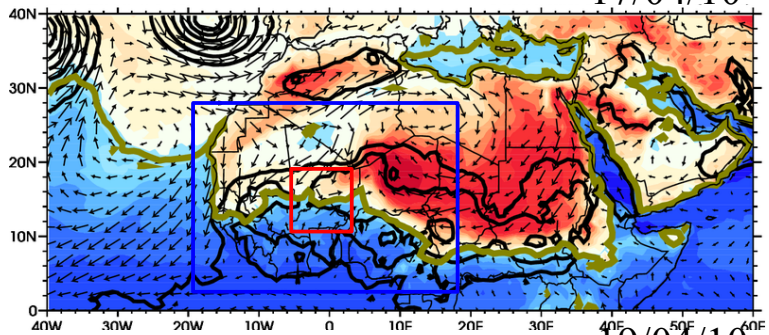
15/04/10



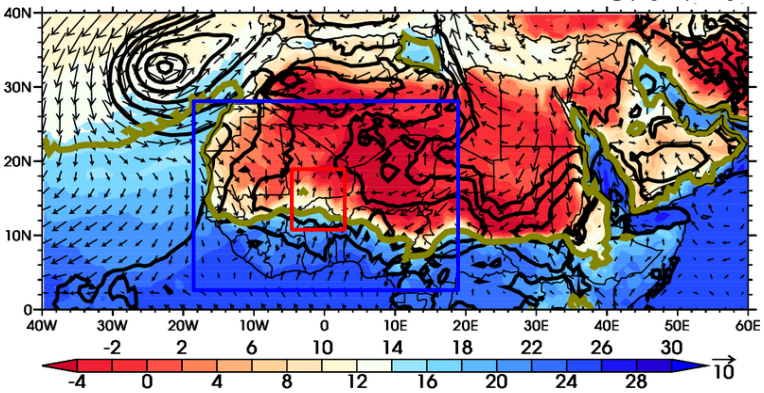
11/04/10



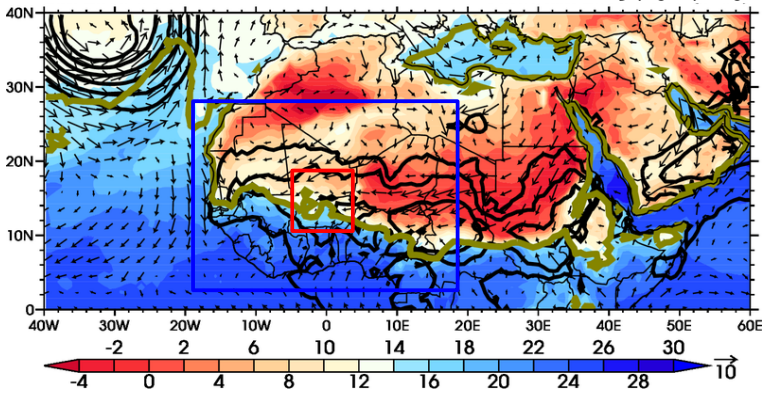
17/04/10



13/04/10



19/04/10

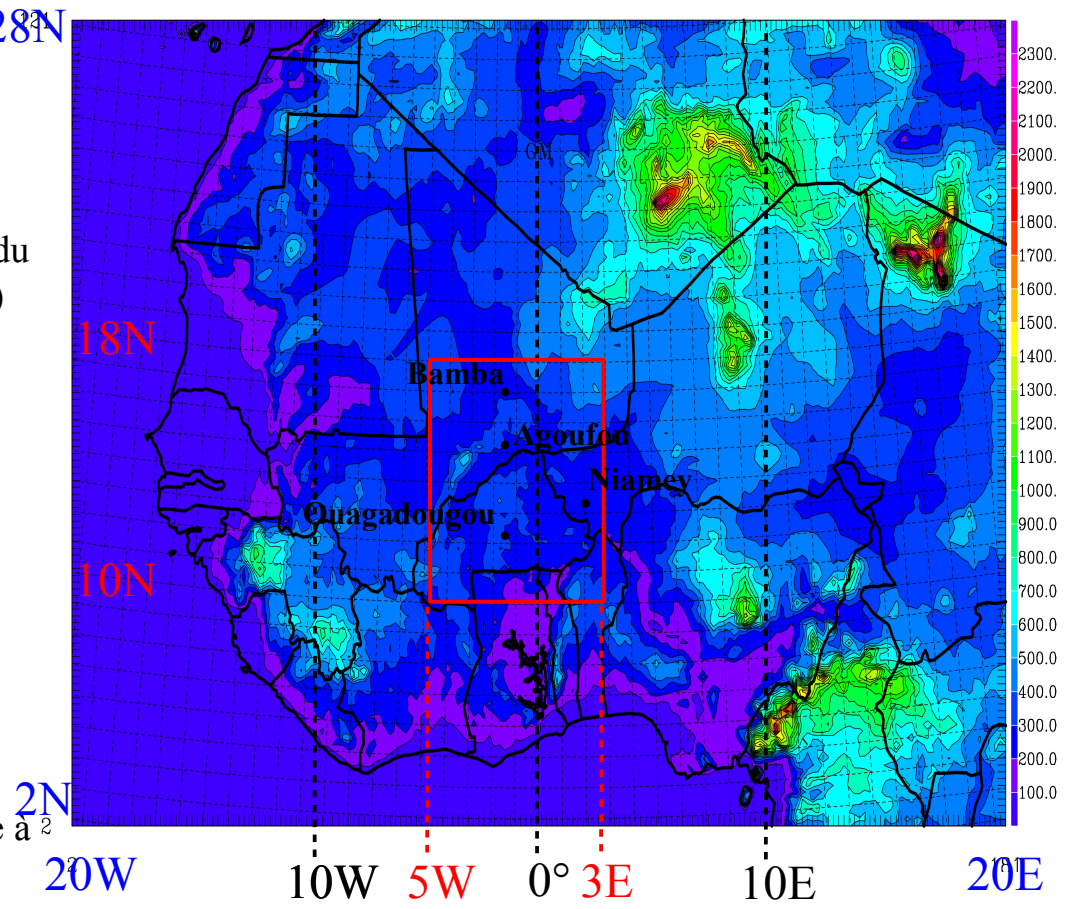


Site MISVA : isv.sedoo.fr
Fig. R. Roehrig

Caractéristiques des simulations

Premières simulations de ce cas d'inter-comparaison de modèles régionaux et globaux

- Sur 10 jours
- Maille 25x25km² ou 5x5km²
- 65 niveaux (premier à 10m)
- Initialisation et couplage aux bords avec les 40 réanalyses du CEP (toutes les 6h et à 25km)
- ISBA avec ecoclimats_v2
- Schéma de rayonnement du CEP
- Schéma de convection profonde Kain-Fritsch-Bechtold & peu profonde Eddy-Diffusivity-KF
- Microphysique ICE3 (6 hydrométéores)
- TKE prognostique (fermeture à l'ordre 1,5 avec BL89)



Simulations et données

- 5 simulations différentes :

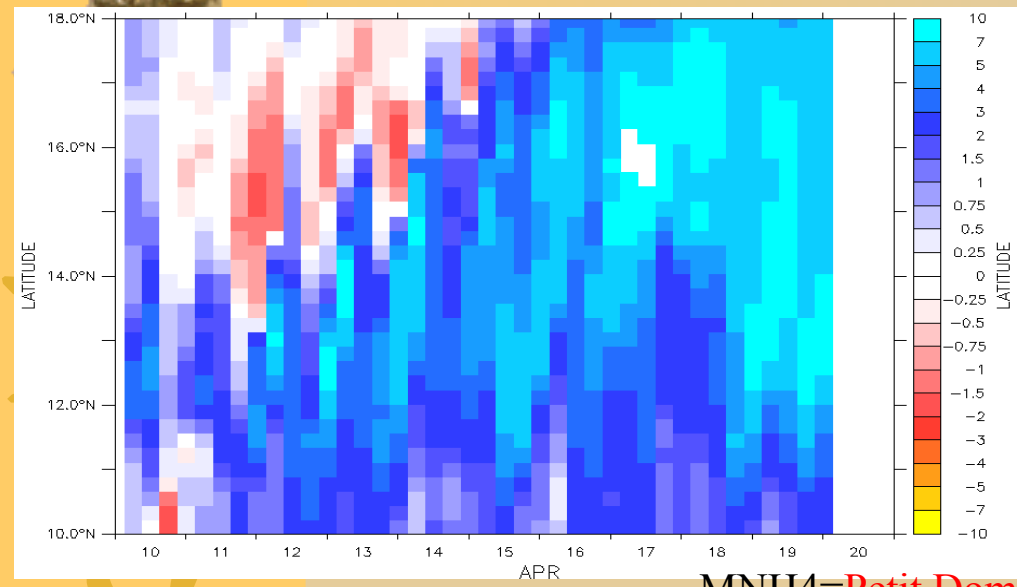
Nom	Résolution	Domaine	Convection profonde paramétrée (schéma KAFR)	Convection peu profonde paramétrée (schéma EDKF)	Appel du schéma de rayon-nement
MNH1	25 km	Grand	x	x	2/3h
MNH2	25 km	Petit	x	x	2/3h
MNH3	5 km	Petit	x	x	2/3h
MNH4	5 km	Petit			2/3h
MNH4D	5 km	Petit		x	5/15mn

- Données pour l'évaluation des simulations :
  - SYNOP (~40 stations)
  - Stations météo automatique et de flux AMMA-CATCH (3 sites)
  - Radiosondages (~ 10 sur l'Afrique de l'Ouest)
  - Eau précipitable GPS (Djougou, Niamey, Ouagadougou)
  - Satellites (AOD Deep Blue, CERES, MSG, TRMM, RFE2, flux radiatifs)

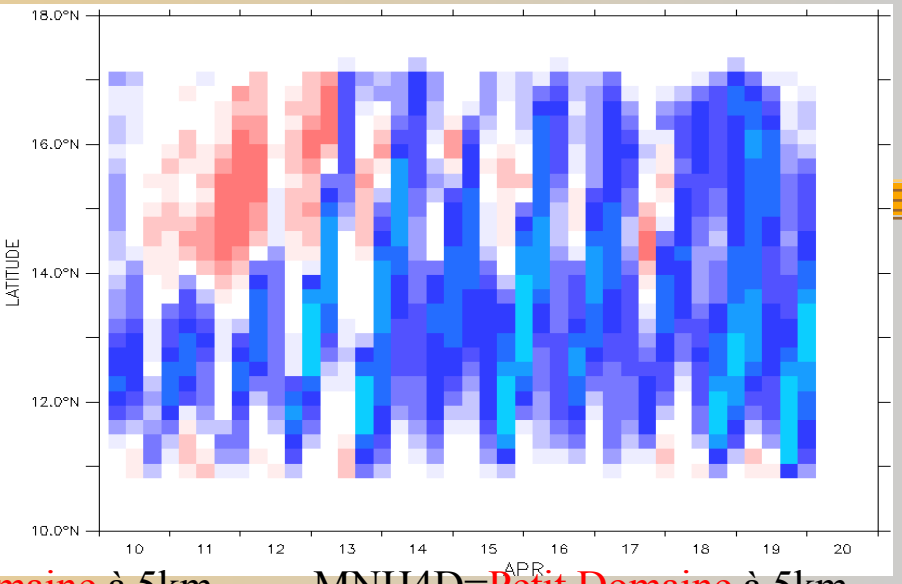
Comparaison au couplage : MNH- CEP

rv (g/kg, <5W-3E>, 30m)

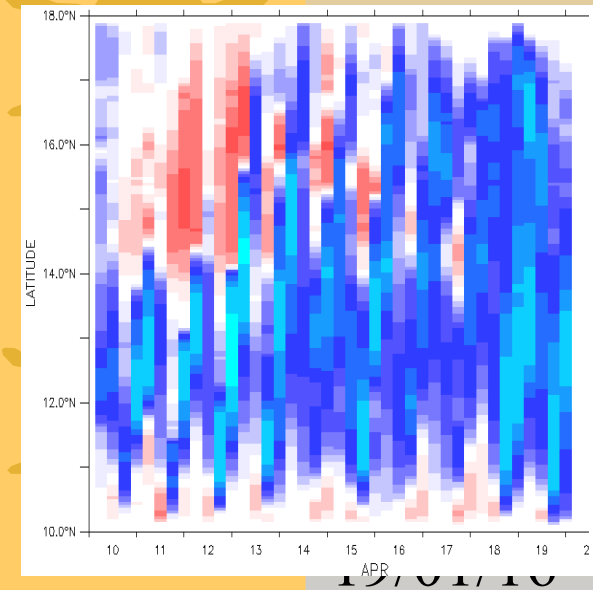
MNH1=Grand Domaine à 25km



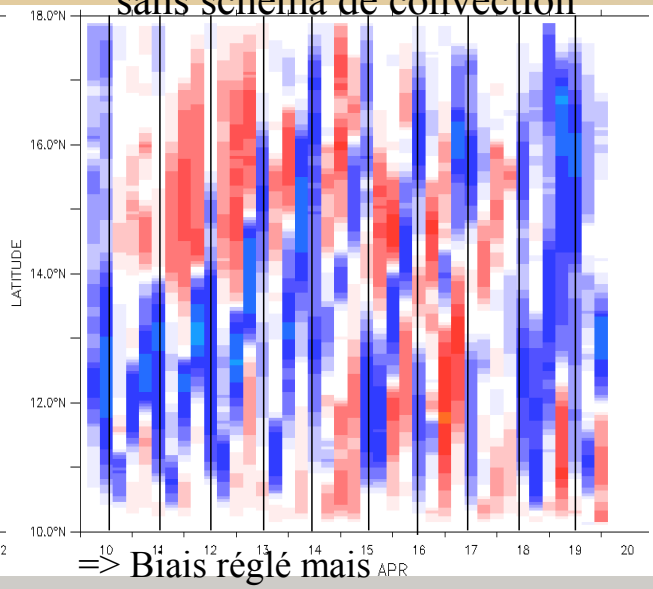
MNH2=Petit Domaine à 25km



MNH3=Petit Domaine à 5km

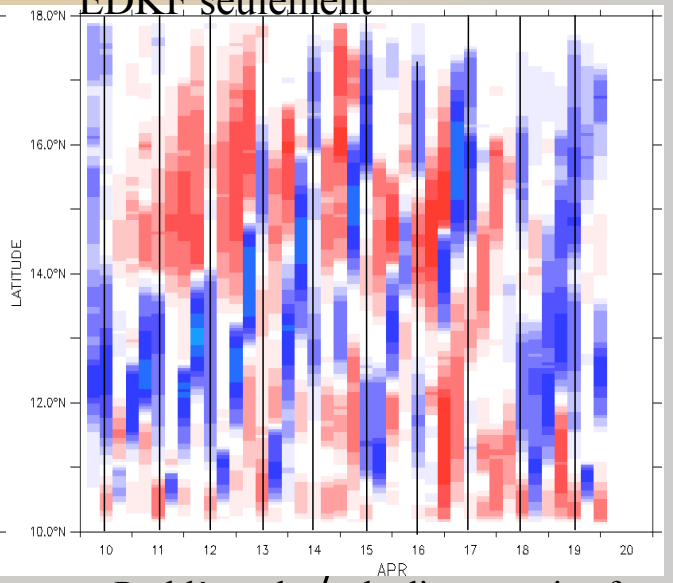


MNH4=Petit Domaine à 5km
sans schéma de convection



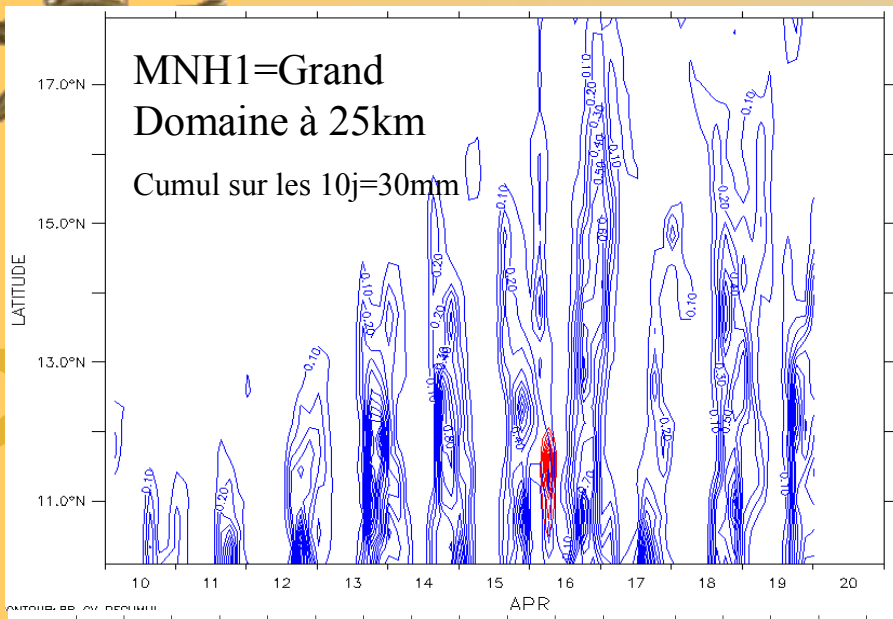
=> Biais réglé mais
reste un problème de cycle diurne

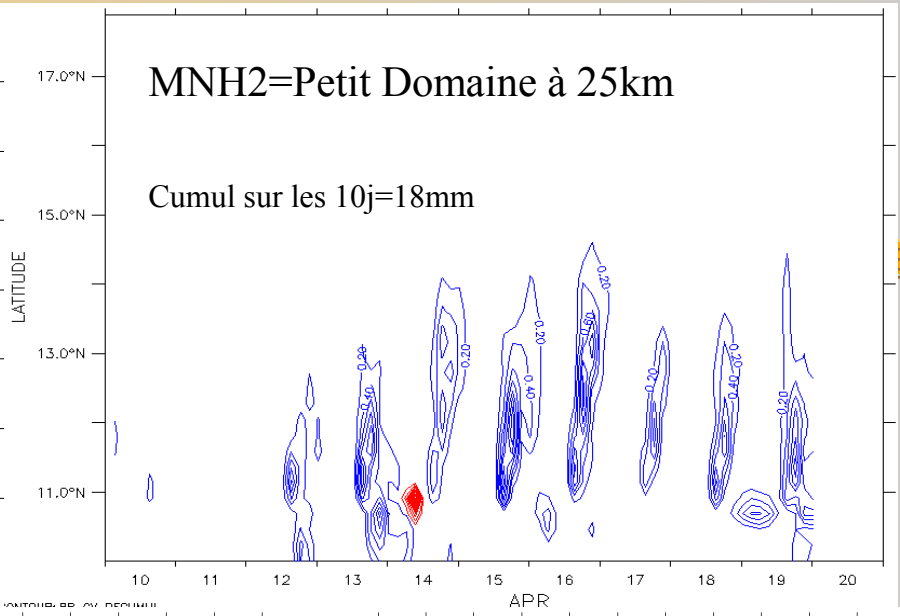
MNH4D=Petit Domaine à 5km
EDKF seulement

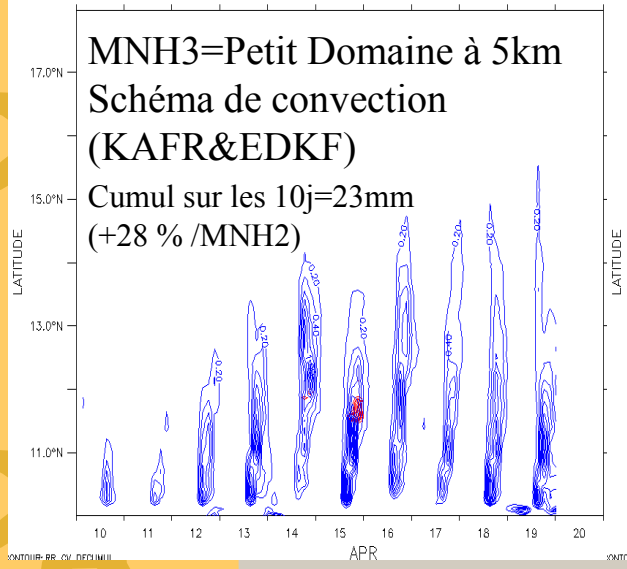


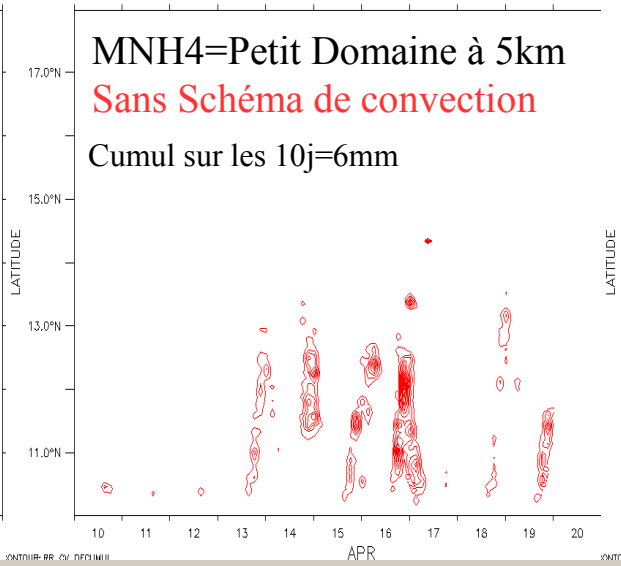
=> Problème de cycle diurne moins fort

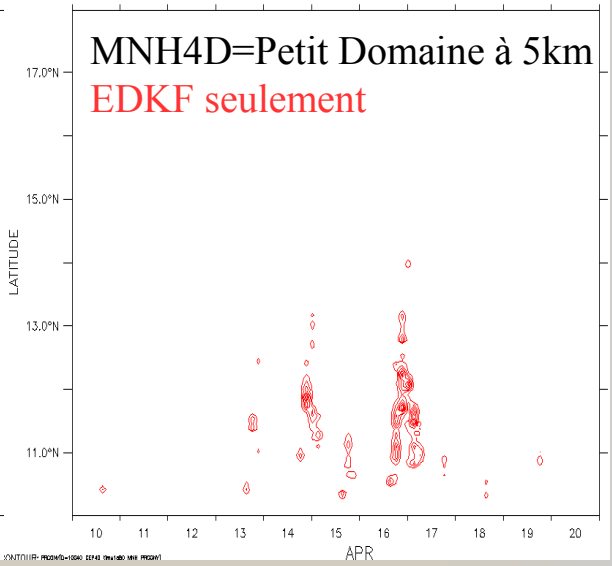
Pluie non résolue et résolue <5W-3E>







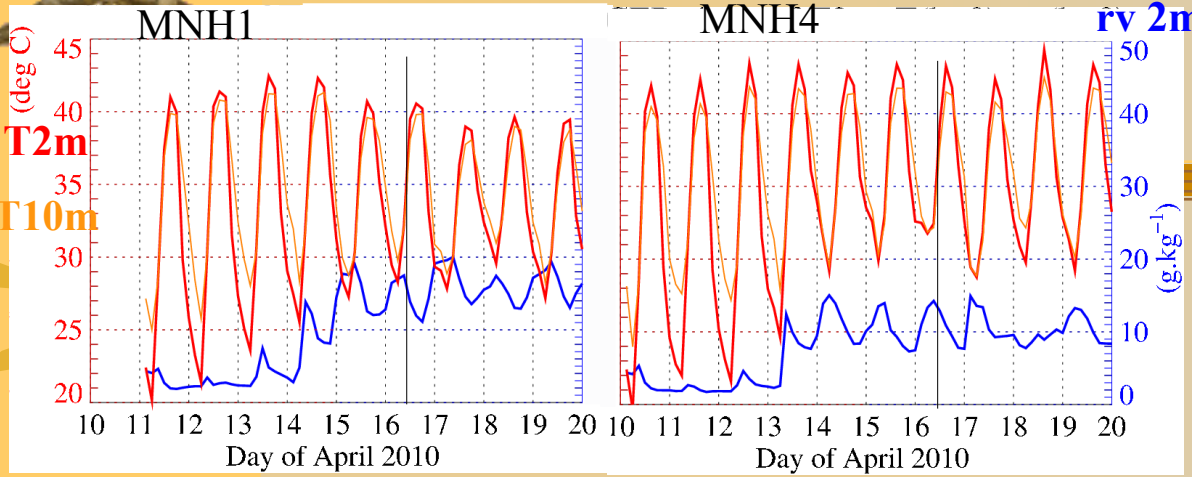


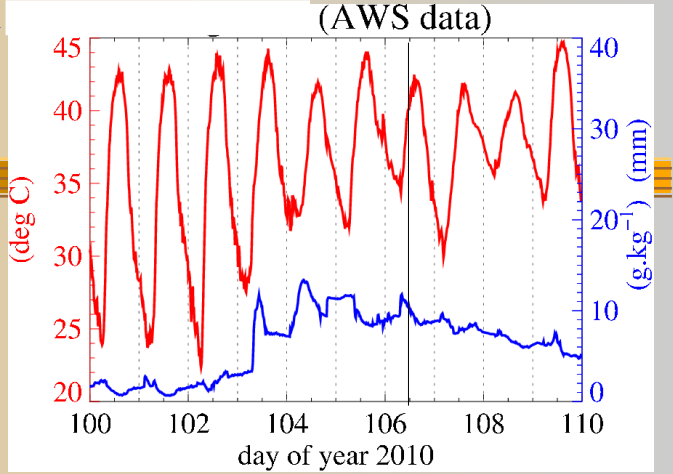


A venir : Comparaison avec TRMM&RFE2

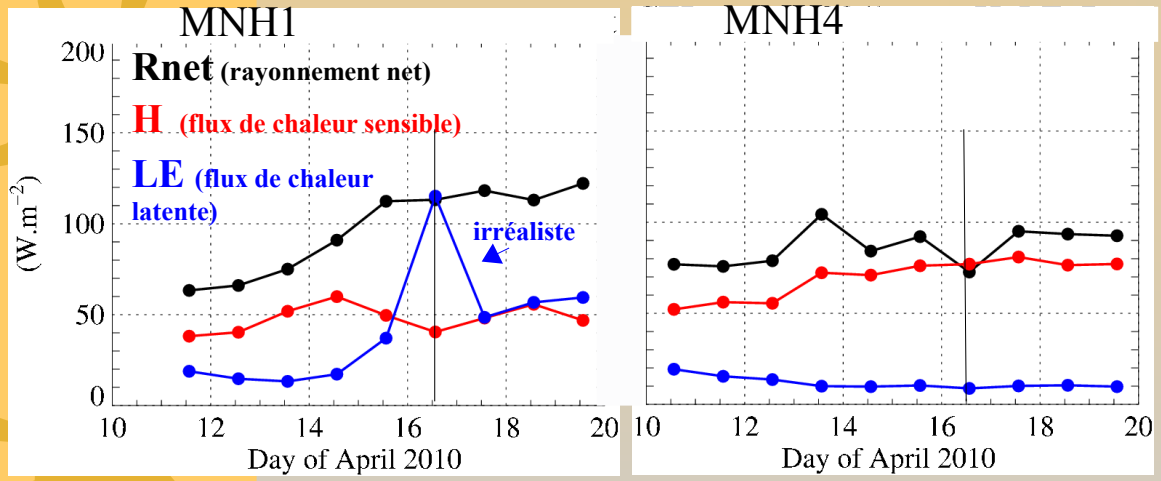
Thermodynamique et bilan énergétique à la surface : évaluation

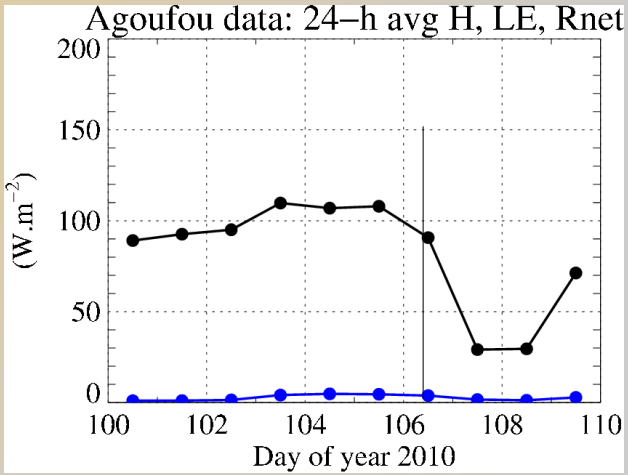
Exemple d'AGOUFOU (même conclusion avec les données du Niger)





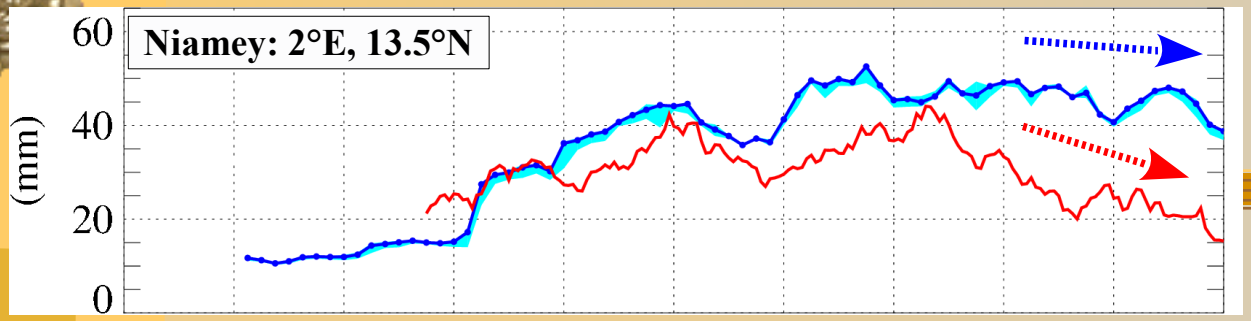
- Sans schéma de convection profonde, rv + en accord avec les obs

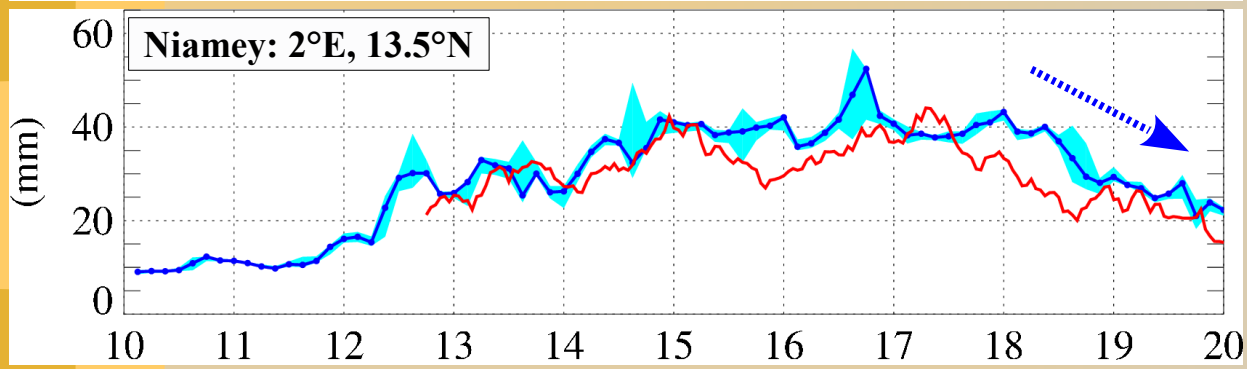




- Elimination des pluies => Le flux de chaleur latente devient négligeable et T2m ↑ en accord avec les obs
- Moyenne de la corrélation sur les 10 jours de T et Rv entre MNH4 et AWS de 0,85
- La chute de Rnet en fin de simulation n'est pas vue : aérosols ou nuages ?

EAU PRECIPITABLE (PW) : comparaison simulations-observations GPS

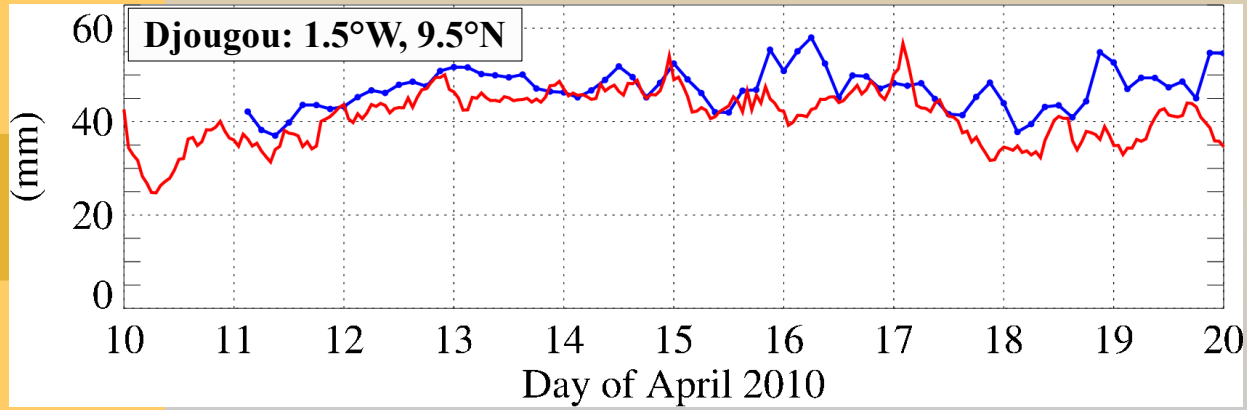




Simulation MNH1
trop forte augmentation de la vapeur d'eau au Sahel (i.e. le problème n'est pas qu'à la surface)

Simulation MNH4
Le biais est en grande partie corrigé
On simule bien la diminution de PW après le 18 avril

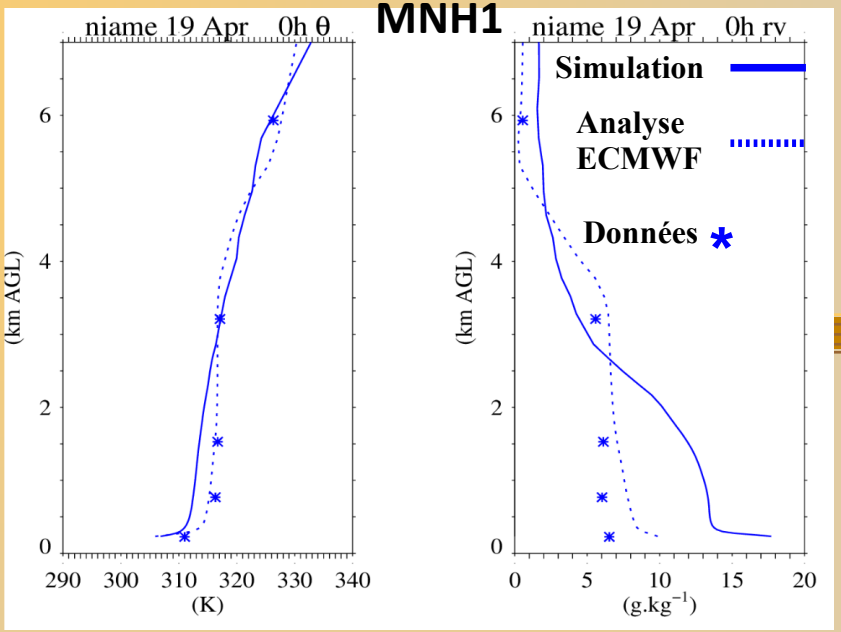
Profils verticaux



Simulation MNH1
Plus au sud, à Djougou, la simulation est plus en accord avec les données

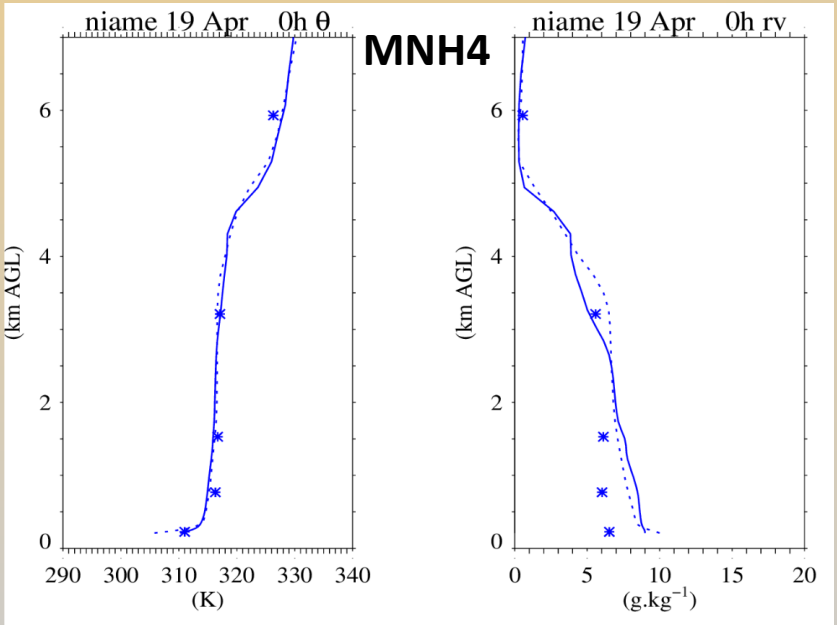
- Les biais des simulations avec schéma de convection profonde notés à la surface et en intégrale sur l'atmosphère (eau précipitable) affectent toute la couche limite

MNH1



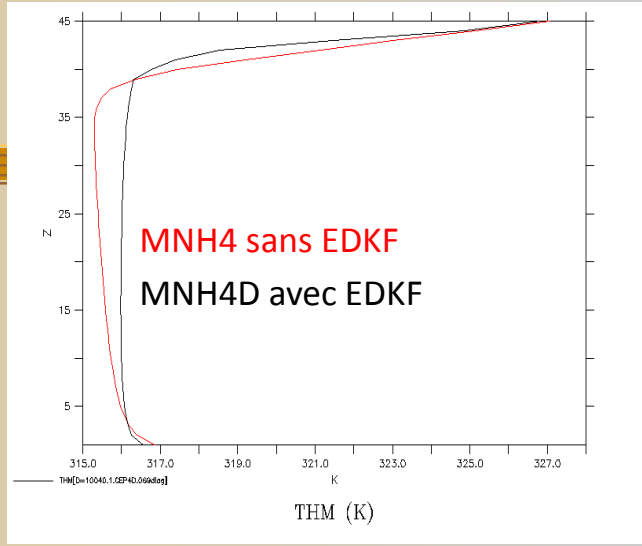
➡ *Biais froid (~ 4K) et humide (> 6g.kg^{-1})*

MNH4

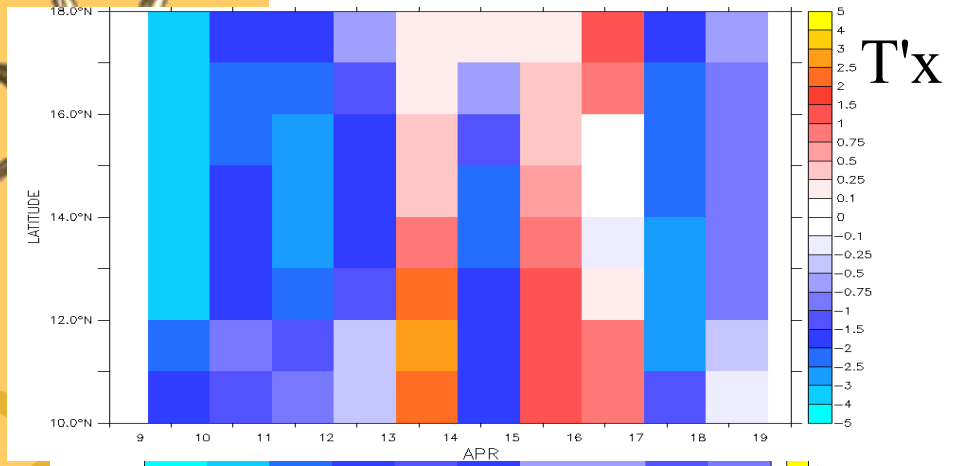


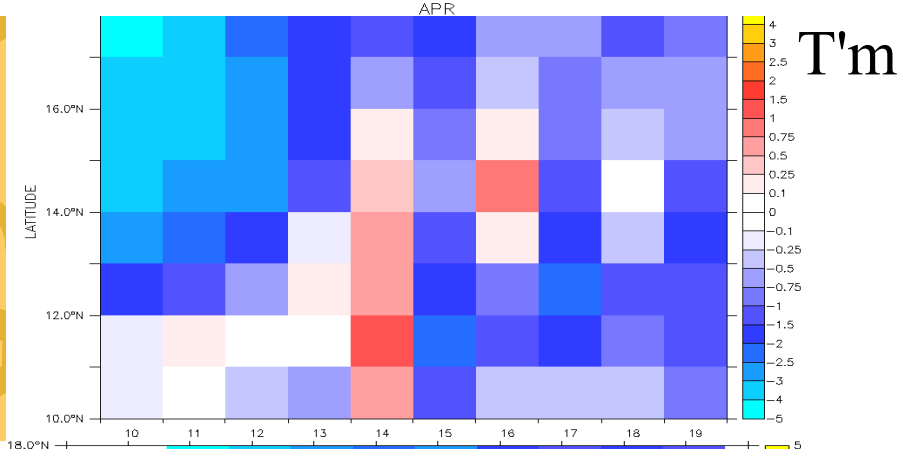
➡ *Le biais est largement réduit*

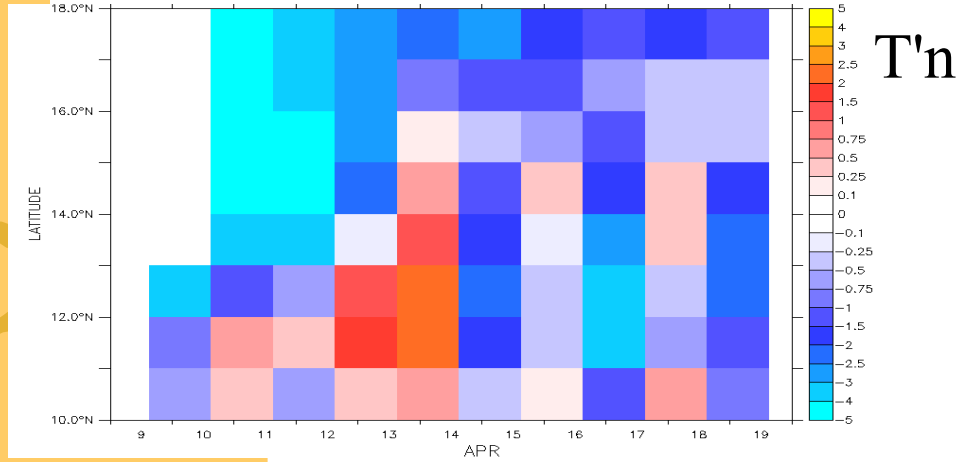
Niamey 18/04/10/15h



- Le schéma de convection peu profonde EDKF améliore aussi un peu les profils par un meilleur mélange en journée







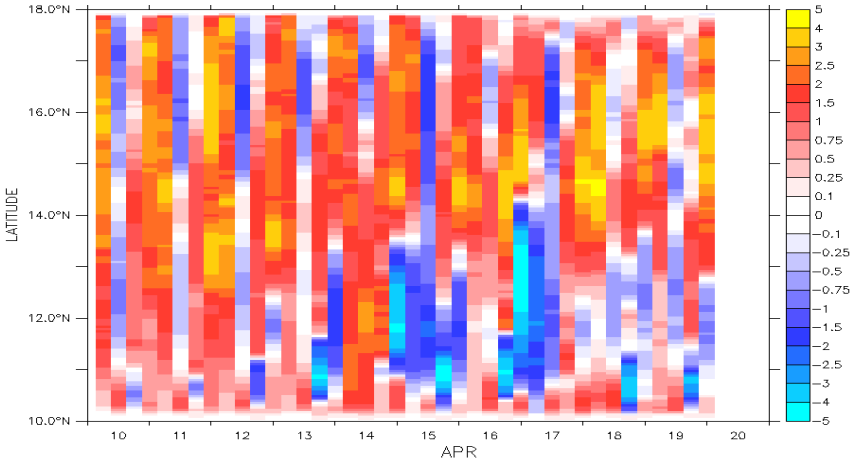
<5W-3E>

T2m MNH4D - Obs BEST

- Plutôt un biais froid confirmé à ponctuellement avec le réseau de stations automatiques et SYNOP
- Interpolation à 2m d'ISBA entre le premier niveau 10m et la surface trop froide surtout dans les minima car très forte inversion la nuit

TH10m MNH4D - CEP

toutes les 6h

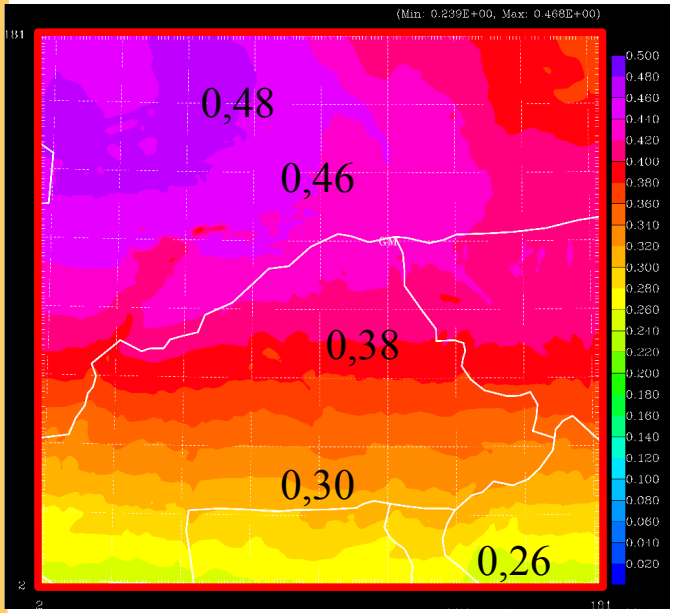


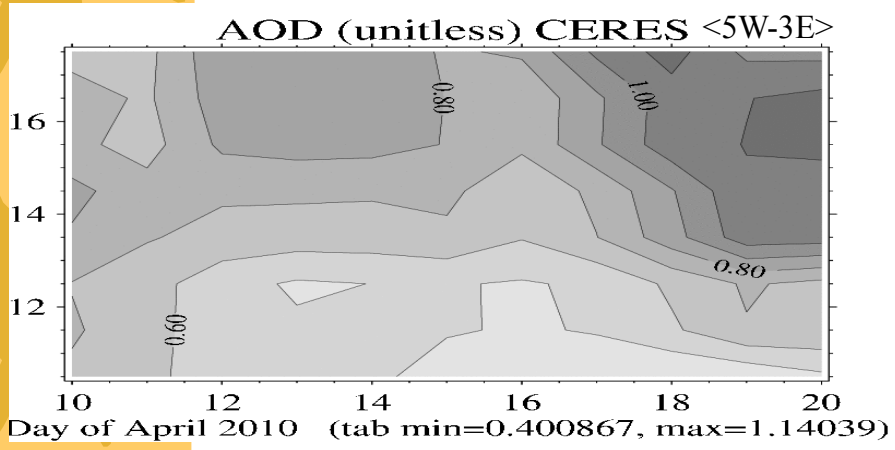
- Plutôt un biais chaud dans la CLA sauf à 12h

AEROSOLS

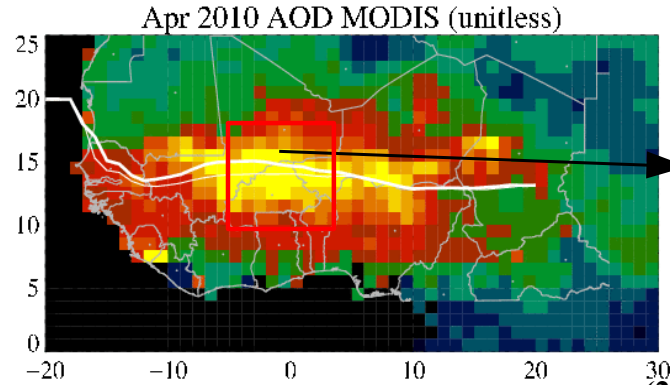
- Bon AOD important car comme les nuages, ils refroidissent la surface (SW <<, LW>) et réchauffent l'atmosphère (SW&LW>)
- Tegen etal 97 sous-estime entre 3 à 4 fois l'AOD sur la boîte Sahélienne en 2010 (mais même / clim : facteur 2)

AOD MNH pour les aérosols désertiques : Tegen etal 97

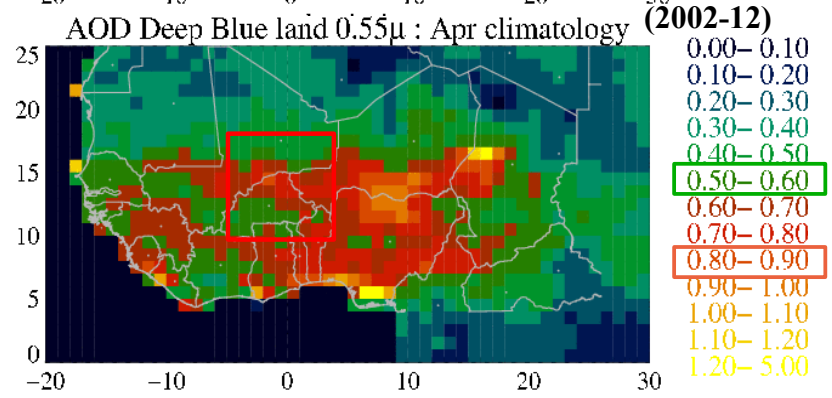


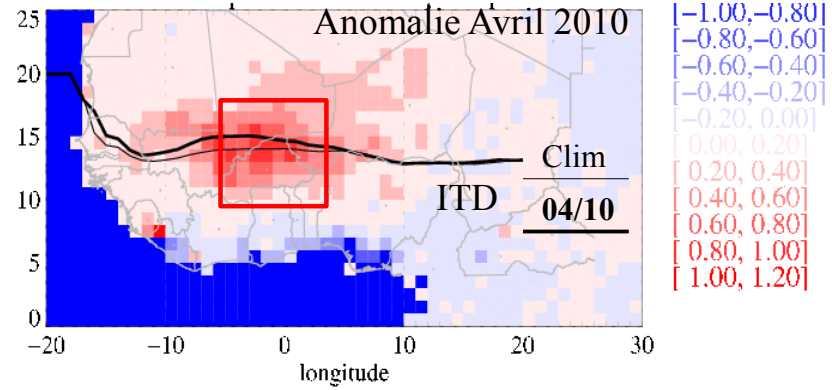


- Variabilité journalière non prise en compte dans MNH



1,3 à 1,4 pour 0,55µ soit les aérosols désertiques

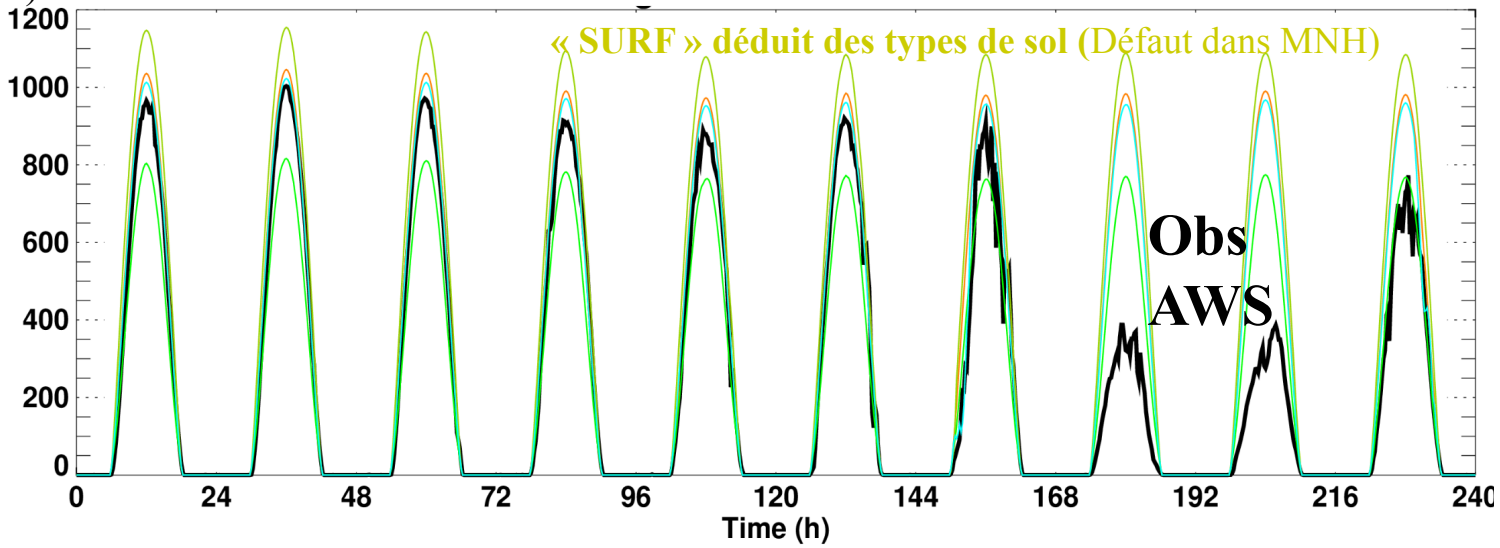




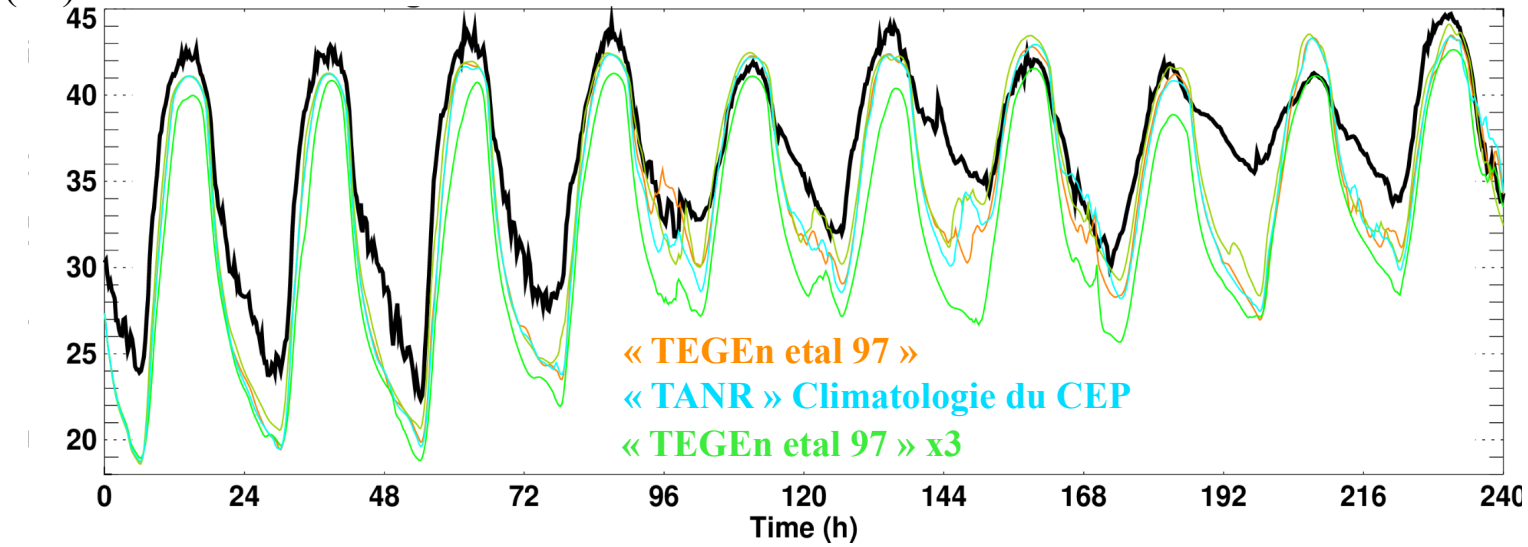
Sensibilité aux aérosols

- Par rapport à « TEGEN », « SURF » a +10 % de SWD pour Tmax = et « TEGENx3 » a -20 % de SWD pour -1°
- Ajustement du flux solaire en ciel clair à 50w/m² près
- Pas de variabilité journalière préjudiciable

Agoufou : Flux solaire descendant à la surface (SWD)

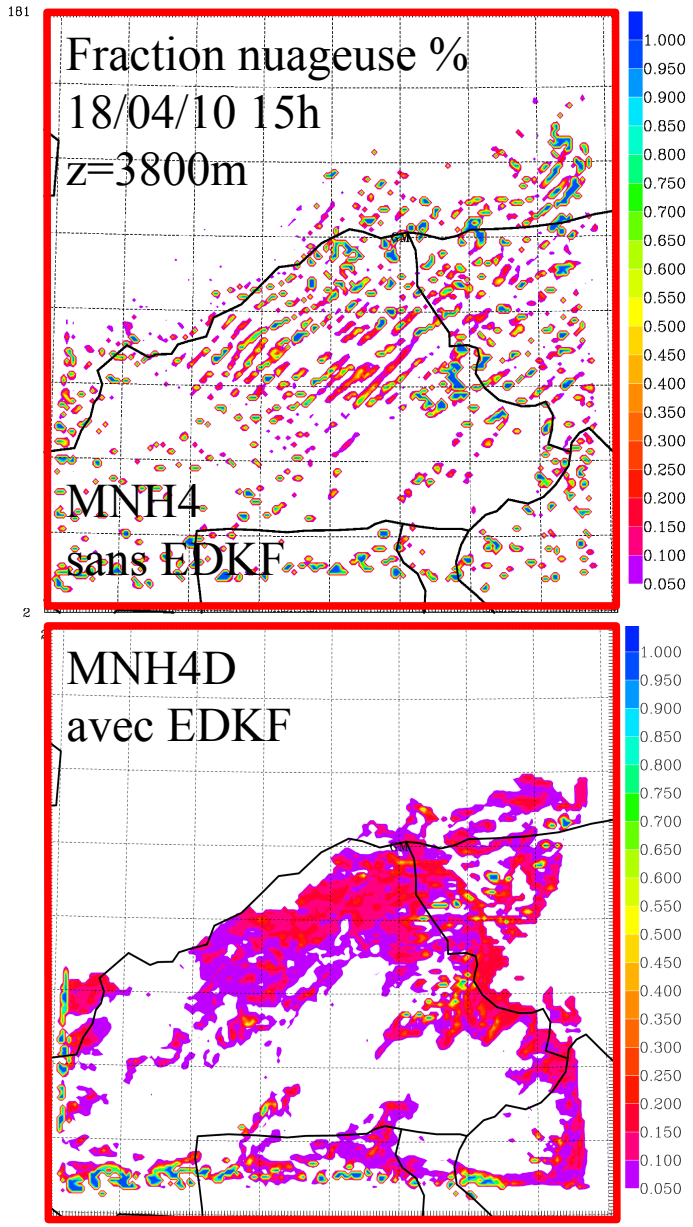


Agoufou : T2m issu d'ISBA interpolées entre la surface et le premier niveau (10m)



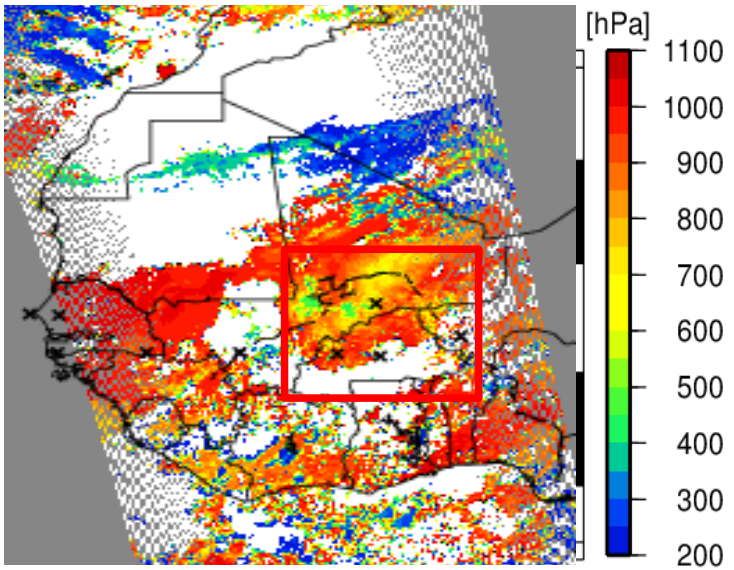
Couverture nuageuse

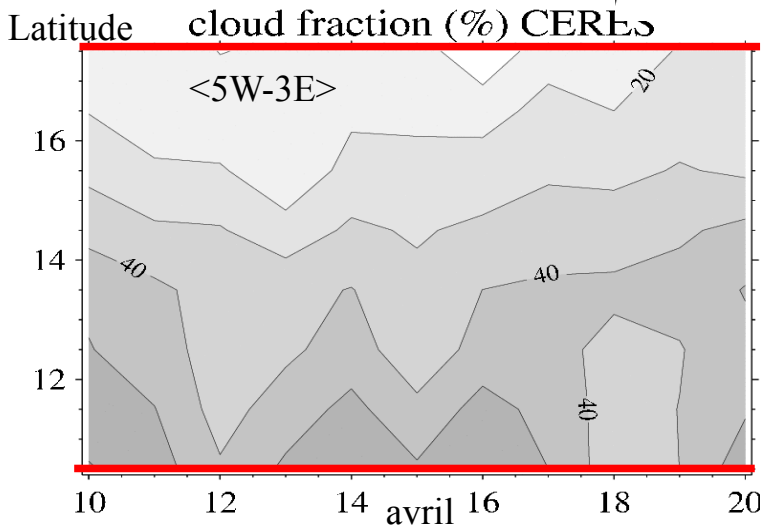
- Analyse en cours
- Manque de couvert nuageux notam-ment du 17 au 19/04/10



MODIS

18/04/10 13h40 Cloud Top Pressure





Conclusions-*Perspectives*

- **Validation** extensive à partir d'un ensemble d'observations en cours
- **Les simulations plus contraintes par l'analyse sont meilleures**
- **La paramétrisation de la convection profonde détériore les simulations des vagues de chaleur** (test à la *sensibilité τ_adjust*)
- **La paramétrisation de la convection peu profonde EDKF** améliore la simulation
- **Comparaison T2m avec les OBS :** Délicate mais on observe un biais froid (*test de sensibilité à la grille verticale en cours*)
- **Aérosols** : Période caractérisée par de fortes AOD, sensibilité des résultats aux valeurs d'AOD. (*Intérêt potentiel du module d'aérosols pour la variabilité journalière)*
- *Sensibilité à la **résolution horizontale** : impacts sur couche limite, nuages…*
- ***Sensibilité au couplage** avec ERA-INTERIM (notamment pour la future intercomparaison)*
- ***Compréhension des processus en jeu lors de la canicule** : Bilans, …*