

La nouvelle physique LMDZ

Catherine Rio

pour

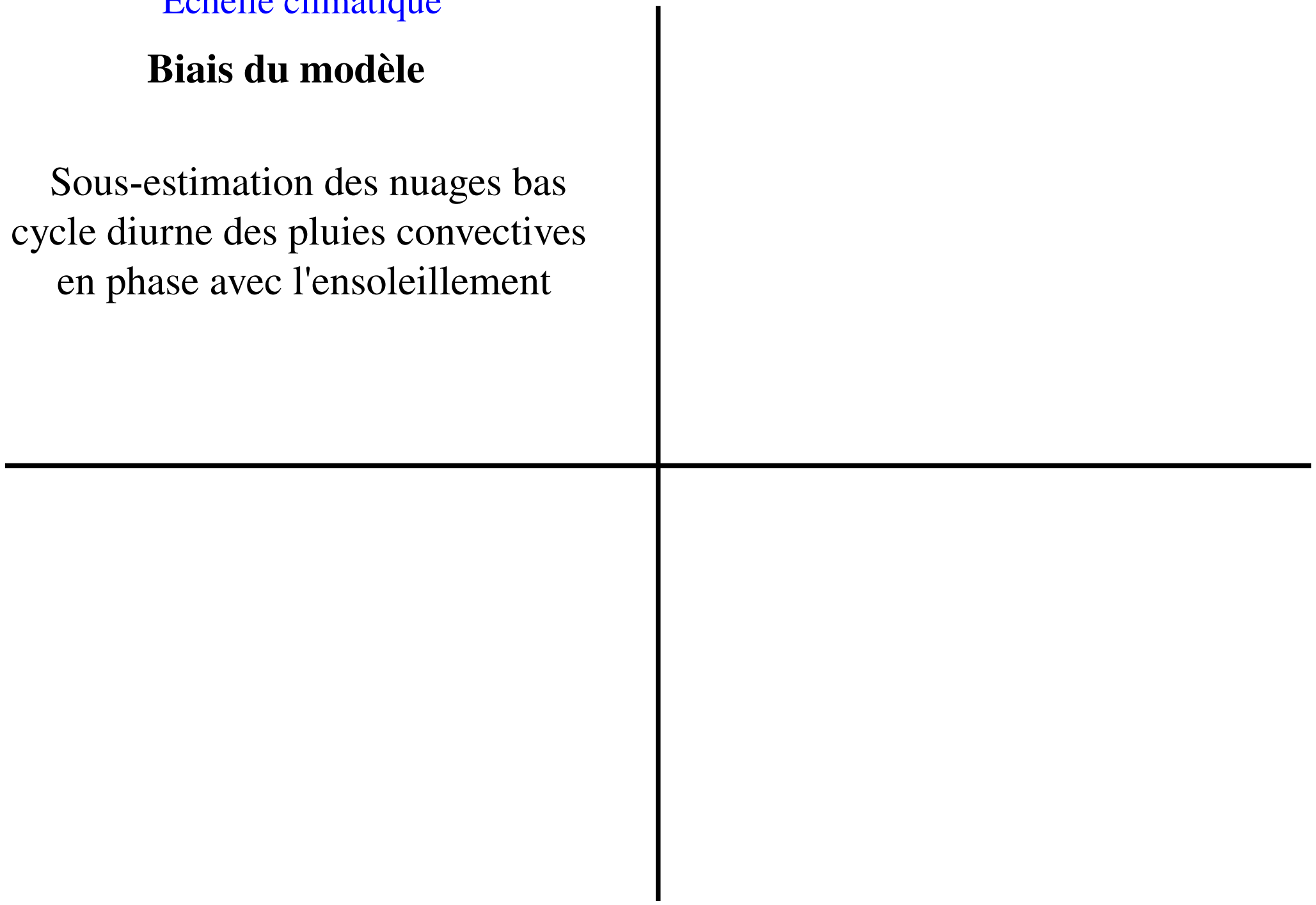
l'équipe modélisation du climat LMD-Jussieu

Développements

Echelle climatique

Biais du modèle

Sous-estimation des nuages bas
cycle diurne des pluies convectives
en phase avec l'ensoleillement



Développements

Echelle climatique

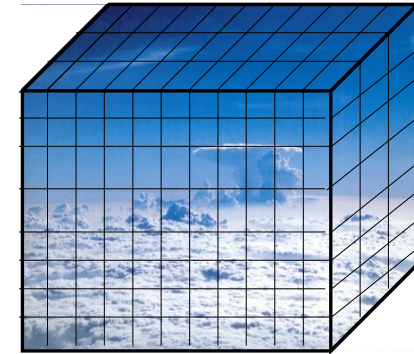
Echelle des processus physiques

Biais du modèle

Sous-estimation des nuages bas cycle diurne des pluies convectives en phase avec l'ensoleillement



couche limite, convection, nuages

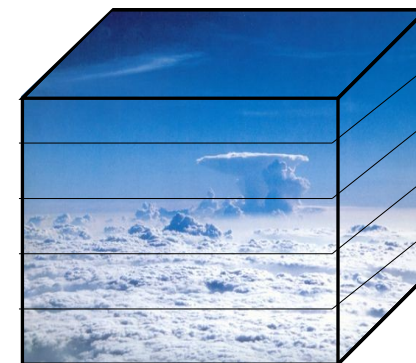


Forçages grande-échelle

Flux de surface

Equipe méso-échelle du CNRM
J.-P. Lafore,
F. Couvreux...

'Physique commune' avec le CNRM
P. Marquet,
M.-P. Lefèbvre...



Forçages grande-échelle

Flux de surface

Paramétrisation des processus

Développements

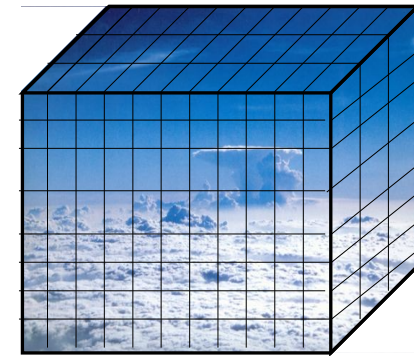
Echelle climatique

Echelle des processus physiques

Biais du modèle

couche limite, convection, nuages

Sous-estimation des nuages bas
cycle diurne des pluies convectives
en phase avec l'ensoleillement



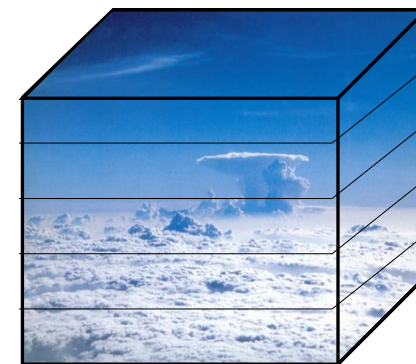
Forçages
grande-
échelle

Flux
de
surface

Equipe méso-échelle
du CNRM
J.-P. Lafore,
F. Couvreux...

'Physique commune'
avec le CNRM
P. Marquet,
M.-P. Lefèbvre...

Impact sur la simulation
du climat présent et futur:
ITCZ, MJO, moussons, nuages bas ...



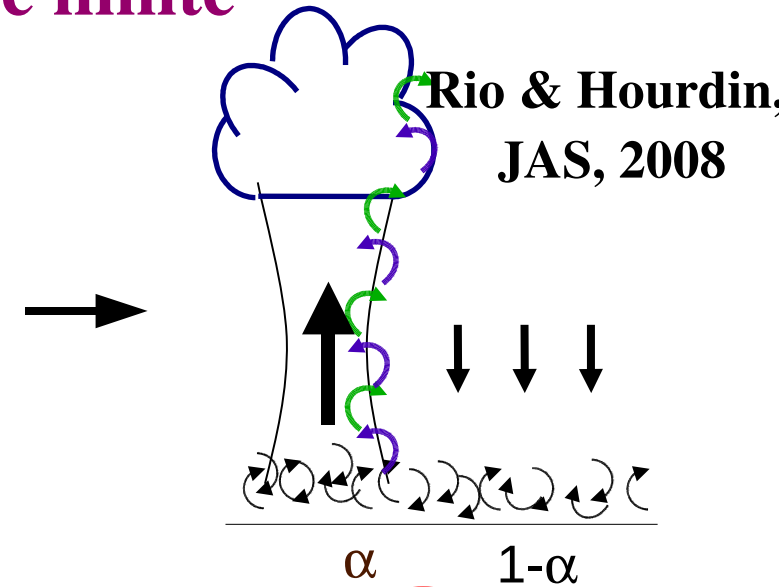
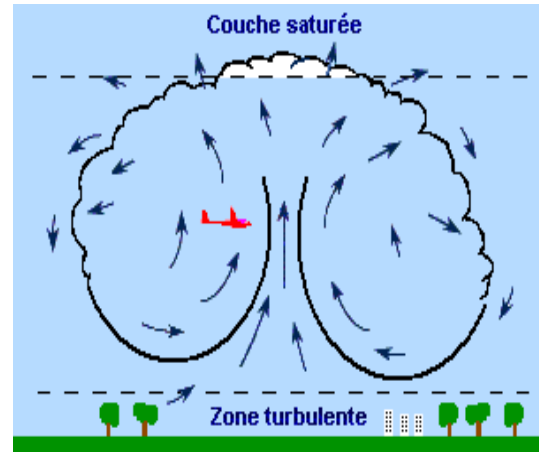
Forçages
grande-
échelle

Flux
de
surface

Mise en oeuvre dans LMDZ 3D

Paramétrisation des processus

Les thermiques de couche limite



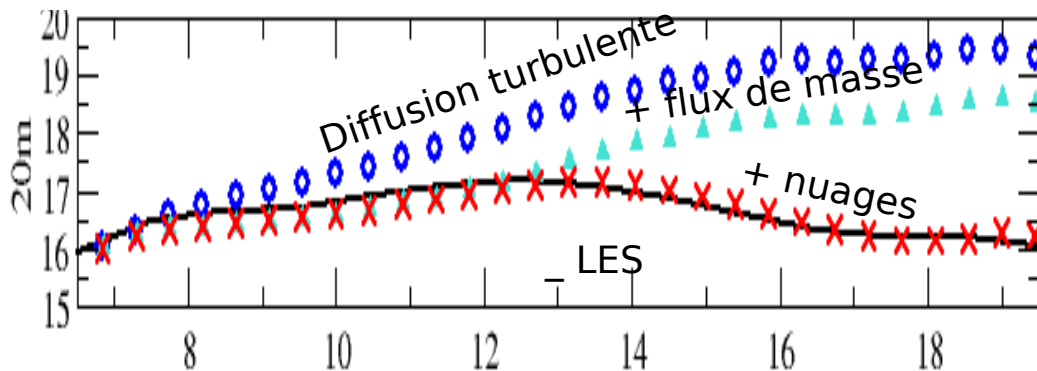
Rio & Hourdin,
JAS, 2008

Cycle diurne des cumulus continentaux (cas ARM)
1D: Environnement ARPEGE/ Physique LMDZ

$$\overline{\rho w' \theta'} = -\rho K \frac{\partial \theta}{\partial z} - \rho (\theta_a - \theta)$$

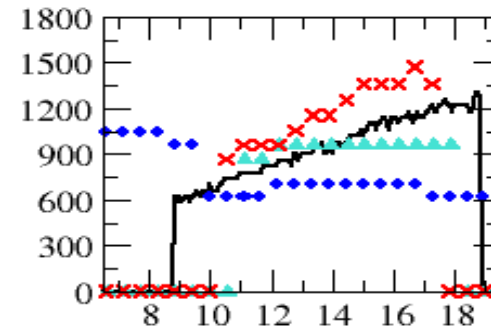
Schéma diffusif TKE Schéma en flux de masse

humidité spécifique (g/kg)



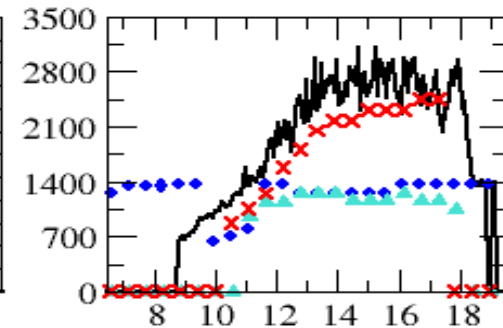
heure locale

base des nuages



heure locale

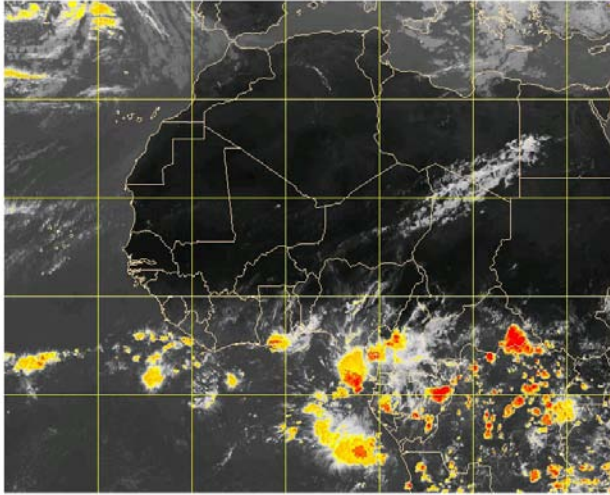
sommet des nuages



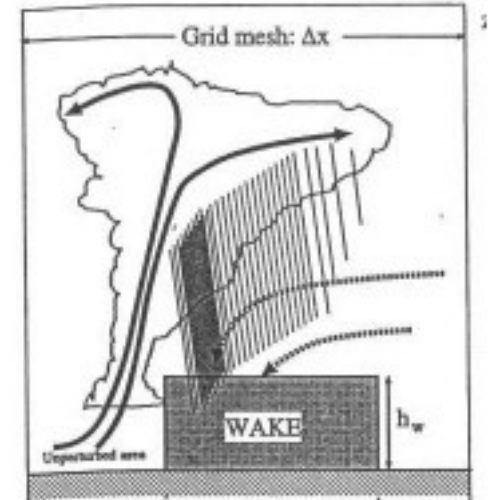
heure locale

Les courants de densité Paramétrisation des poches froides

Grandpeix & Lafore, JAS, 2009



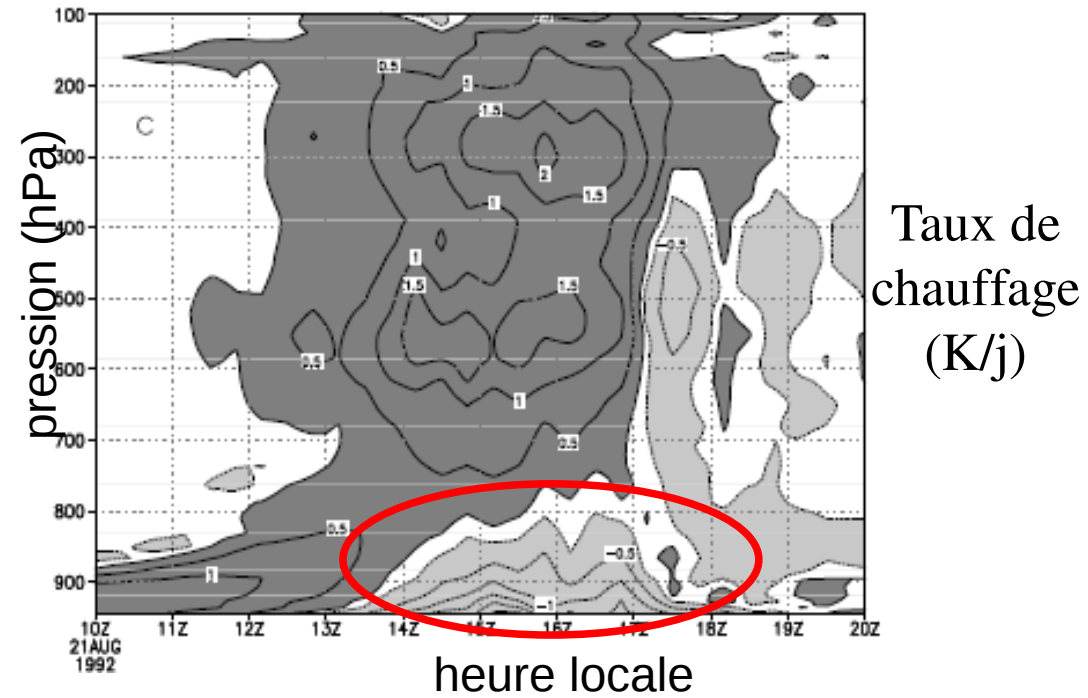
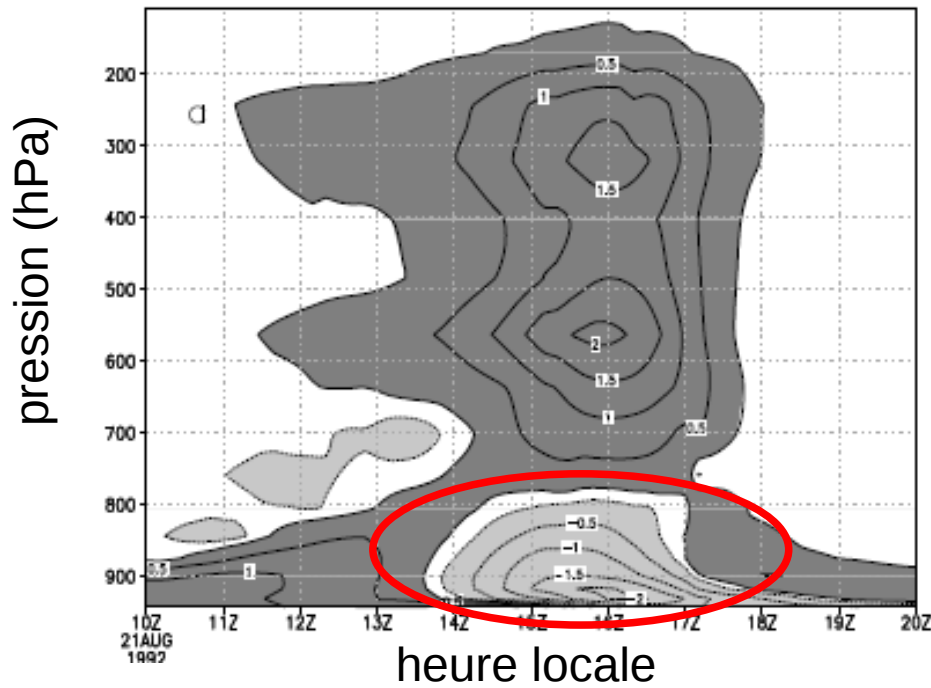
Guichard Françoise



Propagation d'une ligne de grain (cas HAPEX Sahel)
LMDZ 1D

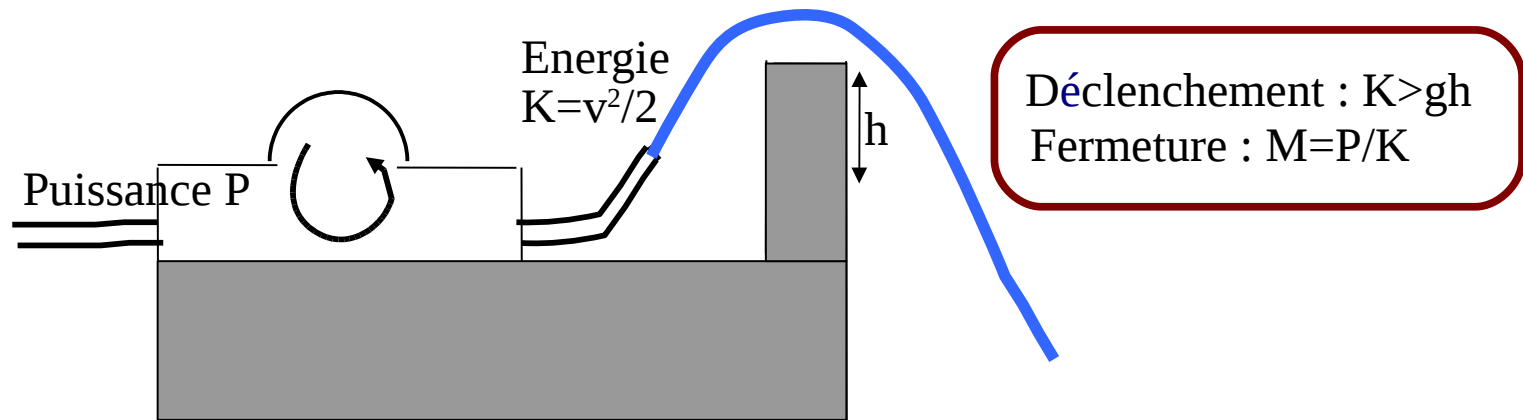
LMDZ

MESO-NH



La convection profonde

Grandpeix & Lafore, JAS, 2009



K: Energie de soulèvement ou Available Lifting Energy

ALE en J/kg

P: Puissance de soulèvement ou Available Lifting Power

ALP en W/m²

La convection profonde contrôlée par les thermiques et les poches froides:

➤ Déclenchement de la convection profonde:

$$\text{MAX}(ALE_{th}, ALE_{wake}) > |CIN|$$

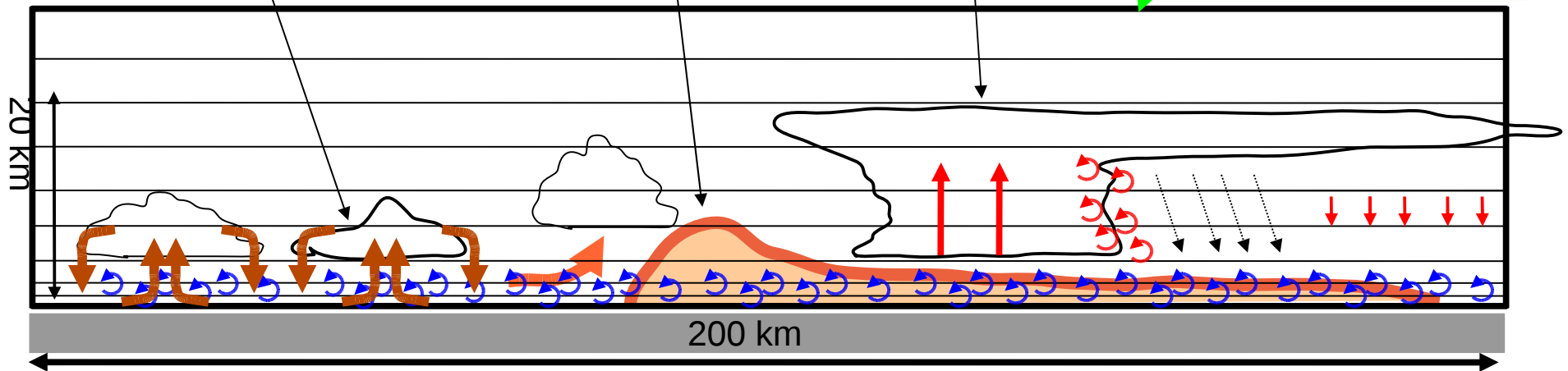
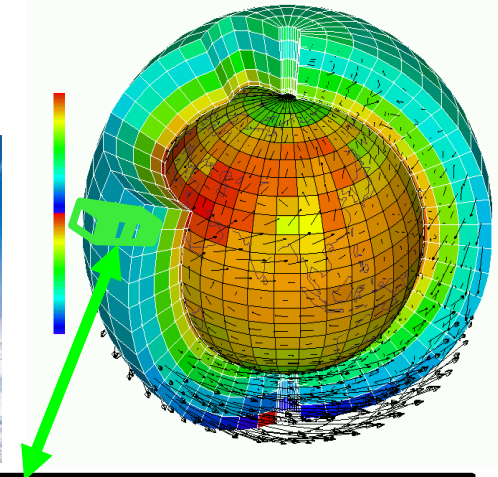
➤ Intensité de la convection profonde:

$$Mb = F(ALP_{th} + ALP_{wake})$$

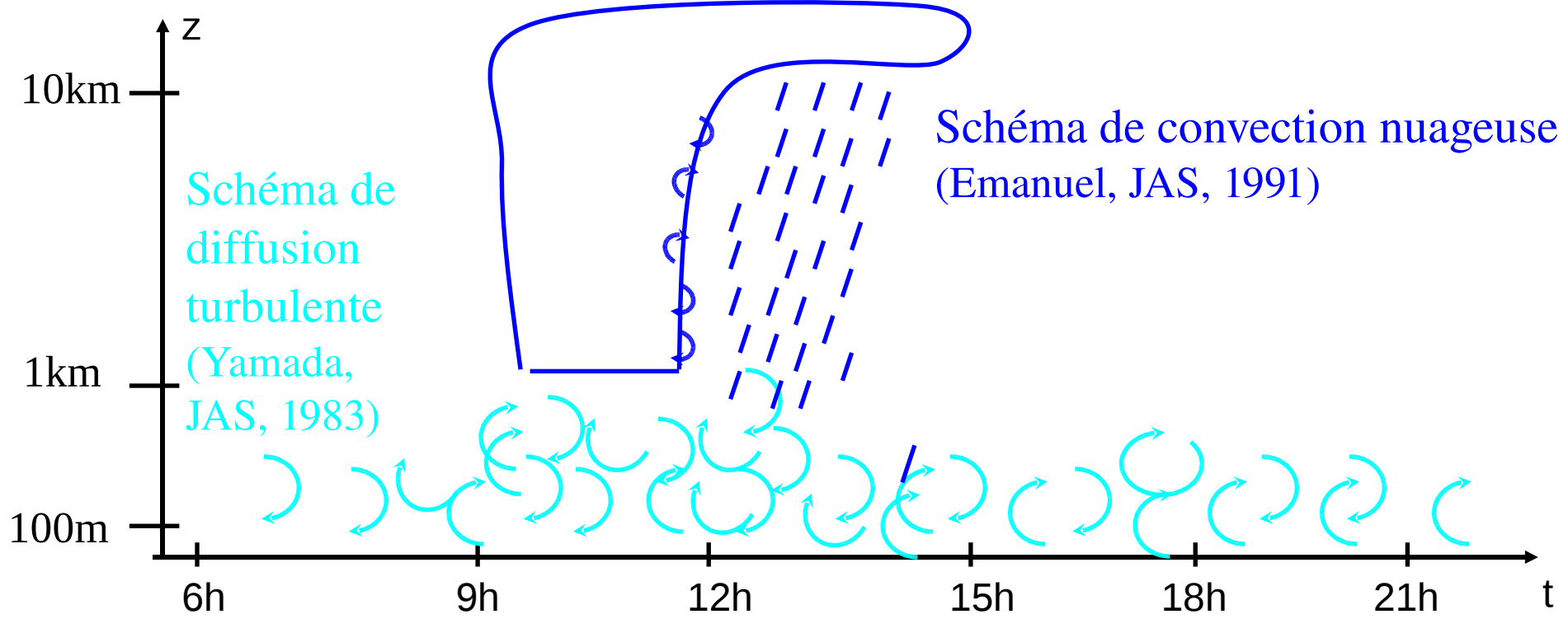
La physique de LMDZ

NvIIe AR4

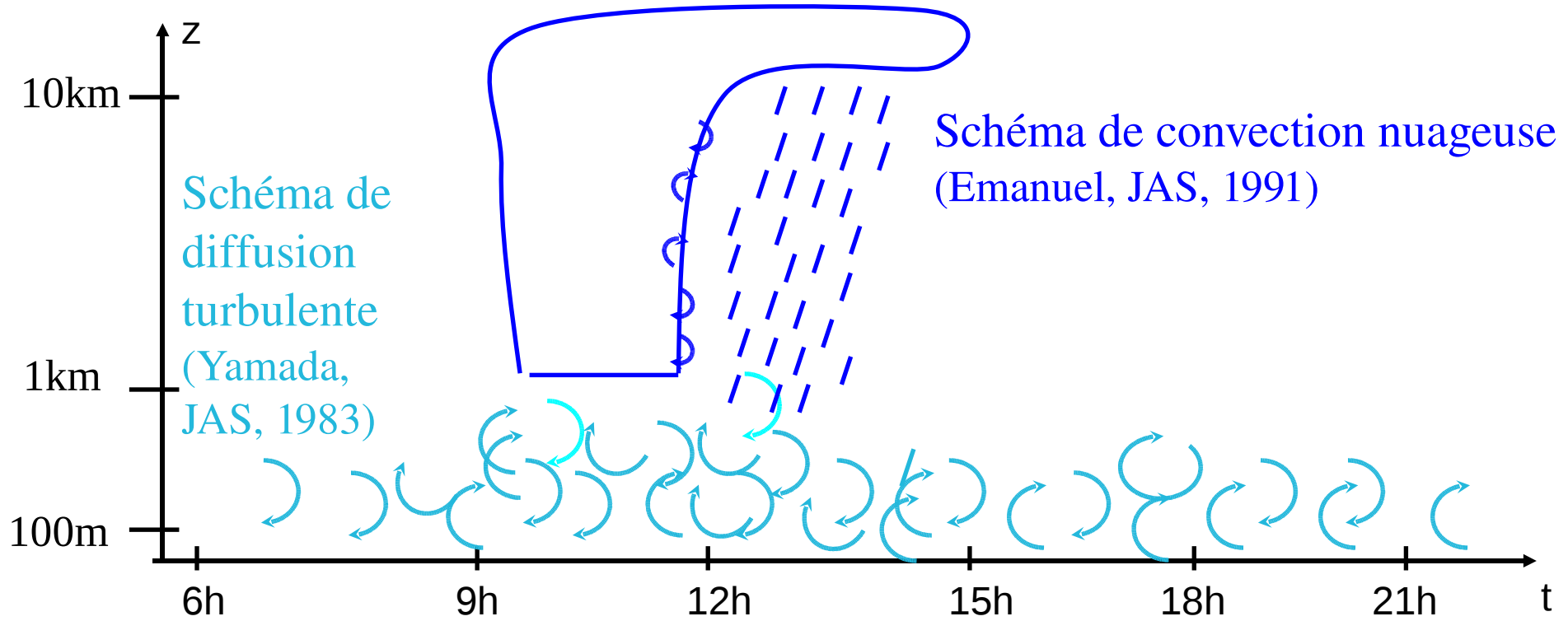
	Couche limite	Convection	Nuages / précipitations
	Schéma diffusif Louis / Laval	Flux de masse K. Emanuel	Schéma de nuage Bony & Emanuel (2001)
	Schéma diffusif TKE pronos + modèle du thermique	Flux de masse K. Emanuel ALE – ALP + poches froides	Pluies conv (Emanuel) Pluies strat (Li)



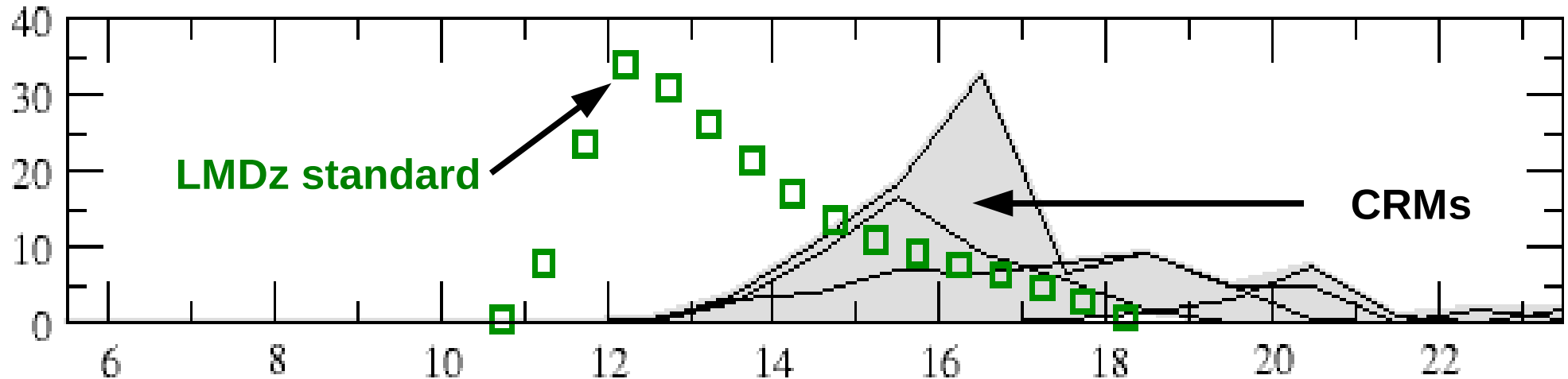
Le cycle diurne de la convection continentale dans LMDz



Le cycle diurne de la convection continentale dans LMDz

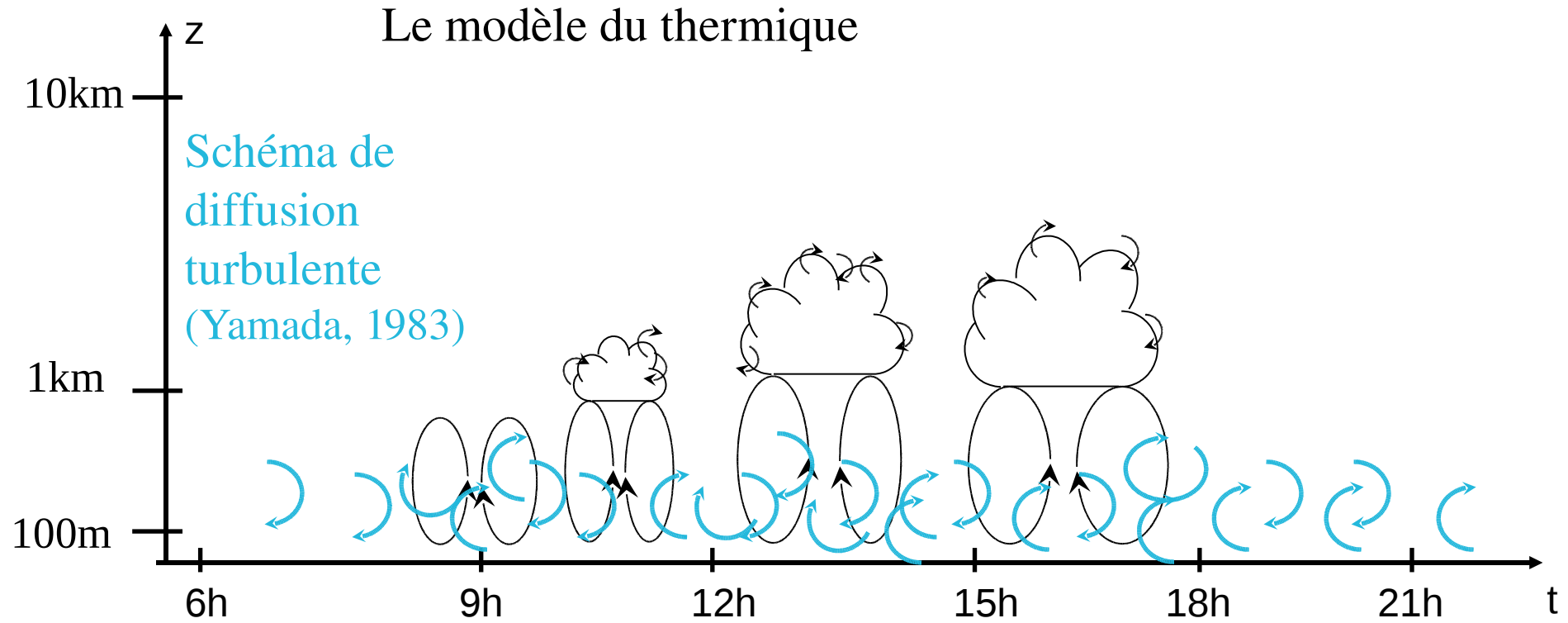


Cycle diurne des précipitations le 27 juin 1997 sur le site ARM en Oklahoma

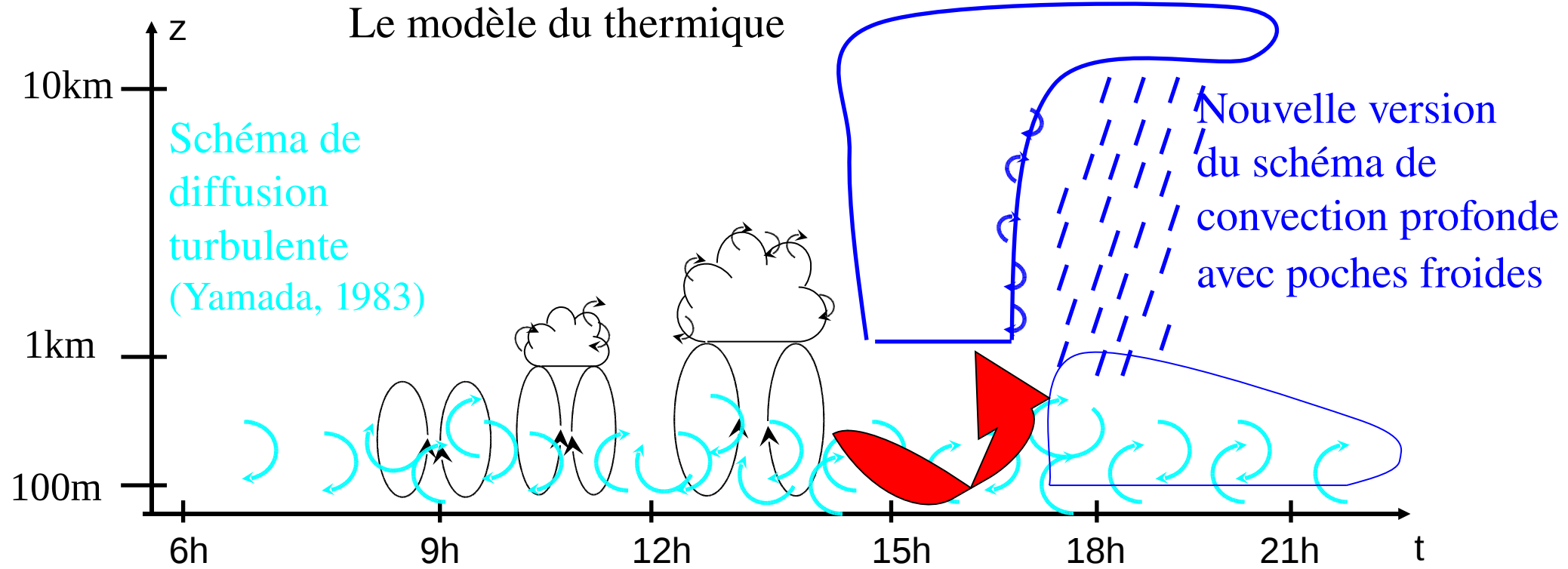


Maximum de précipitations en phase avec le maximum d'ensoleillement

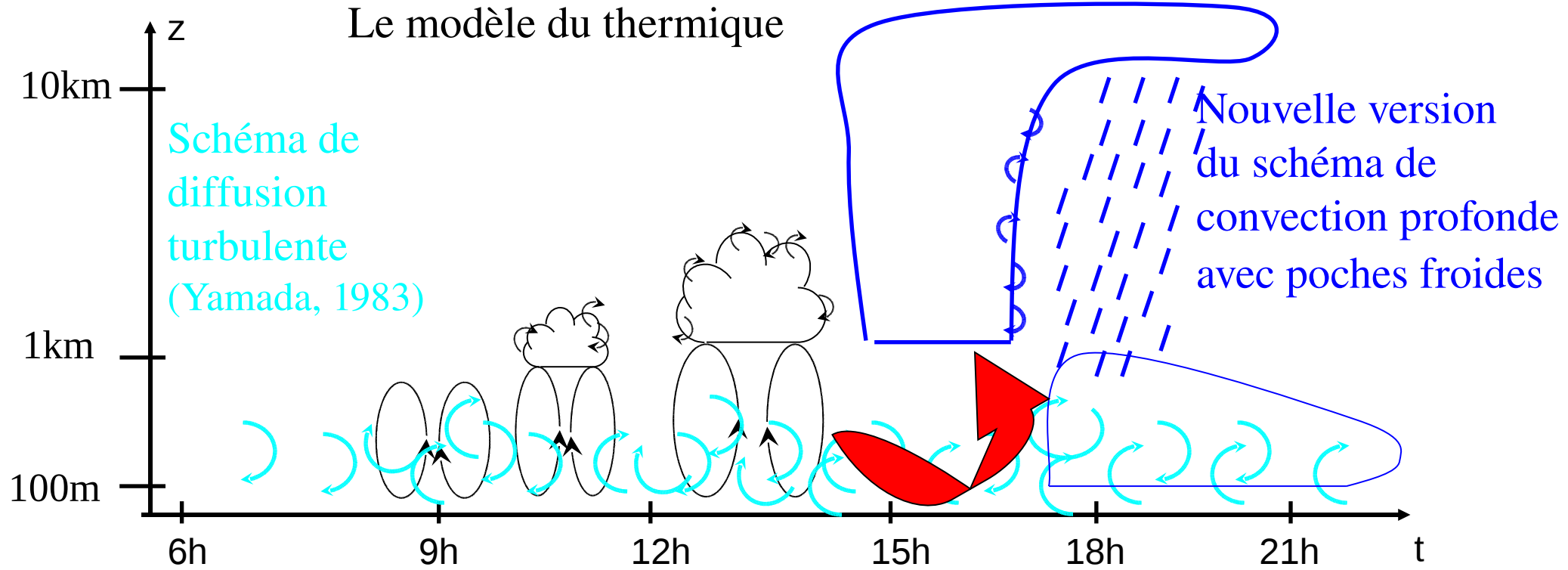
Le cycle diurne de la convection continentale dans LMDz



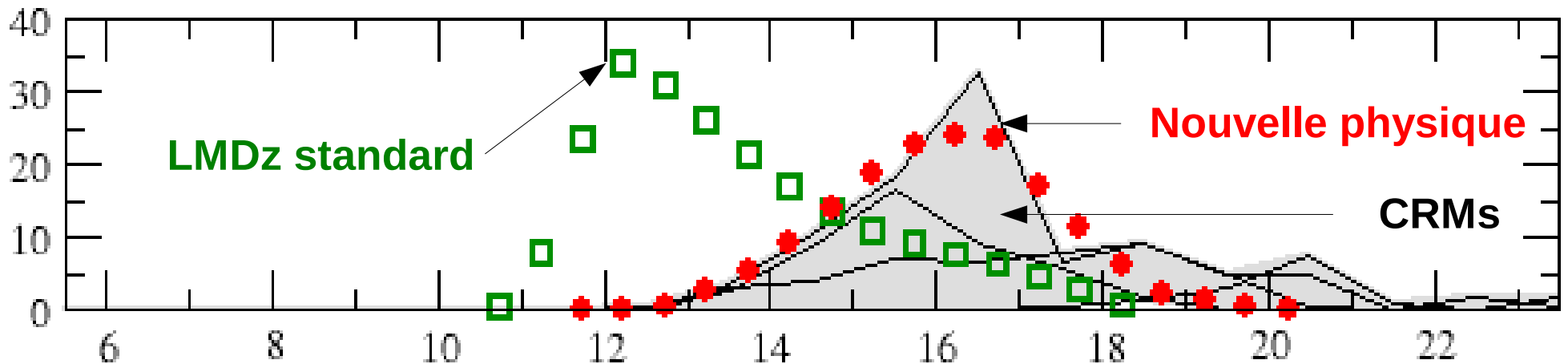
Le cycle diurne de la convection continentale dans LMDz



Le cycle diurne de la convection continentale dans LMDz



Cycle diurne des précipitations le 27 juin 1997 sur le site ARM en Oklahoma



Du 1D au 3D

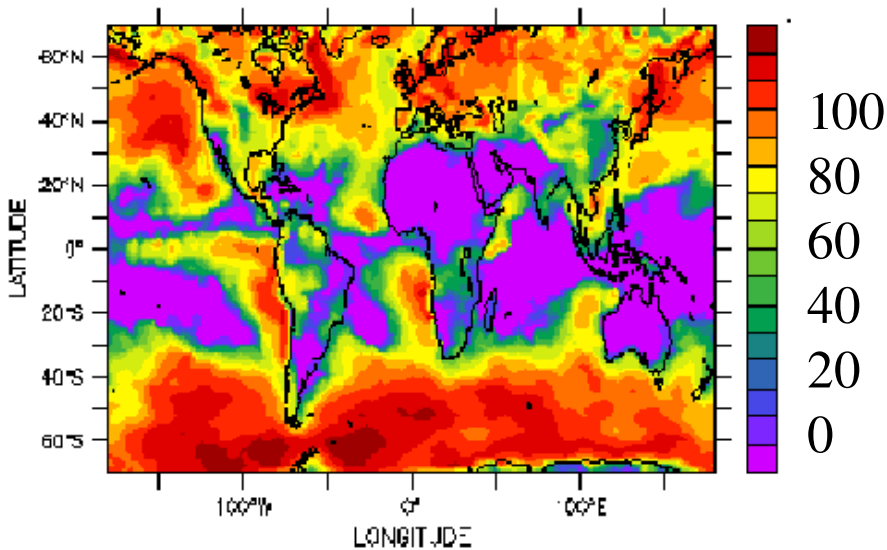
- ➔ Problème(S) d'instabilité numérique
Apparemment résolus
Premières simulations avec un pas de temps de 10 minutes
- ➔ Re-réglage du modèle: en cours

Du 1D au 3D

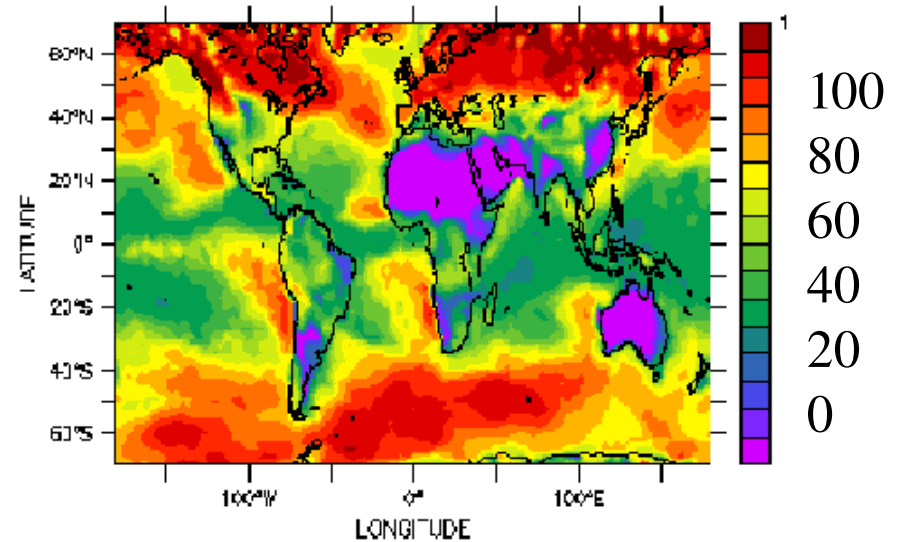
- ➔ Problème(S) d'instabilité numérique
Apparemment résolus
Premières simulations avec un pas de temps de 10 minutes
- ➔ Re-réglage du modèle: en cours

Couverture des nuages bas

LMDz AR4



LMDz avec modèle du thermique



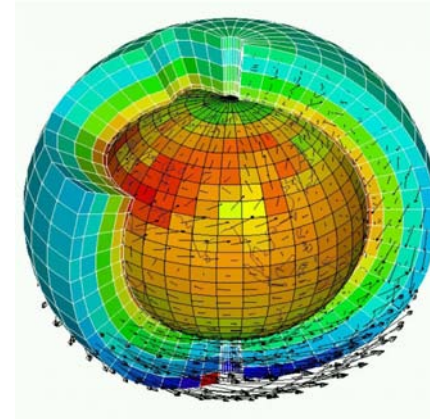
Augmentation des nuages bas sur les océans tropicaux
Moins de nuages aux moyennes latitudes

Les nuages bas

Observations CALIPSO
sur grille LMDZ

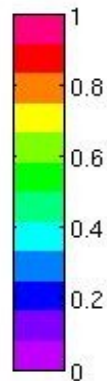
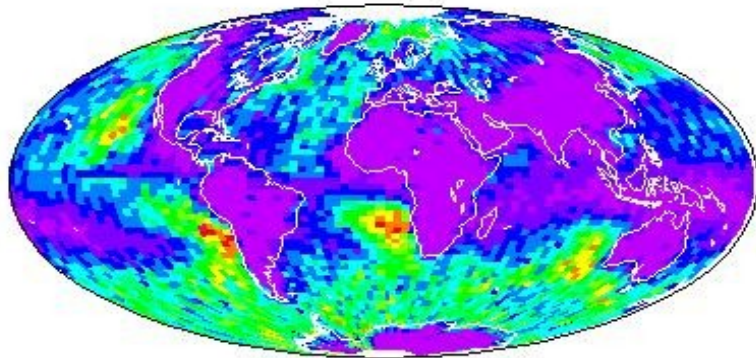


LMDz global
+ simulateur CALIPSO

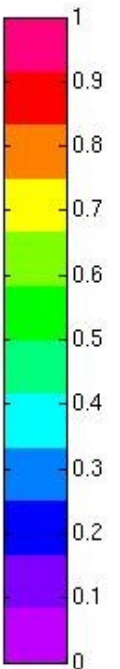
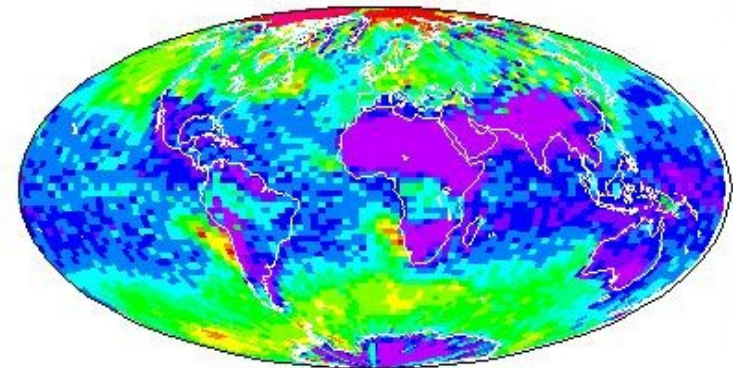


Couverture des nuages bas

LOW CLOUD FRACTION OBSERVED

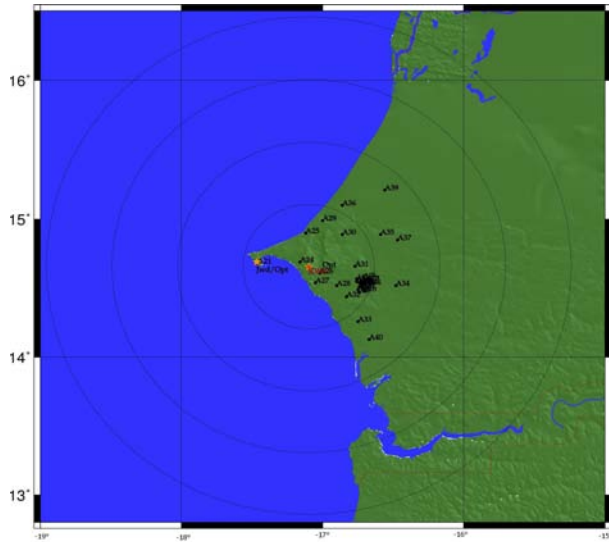


LOW CLOUD FRACTION-MODEL

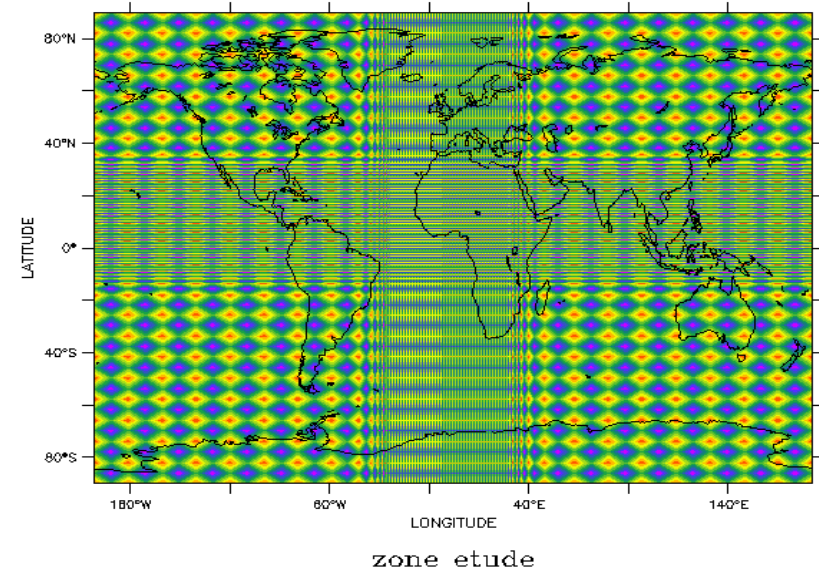


Le cycle diurne des précipitations

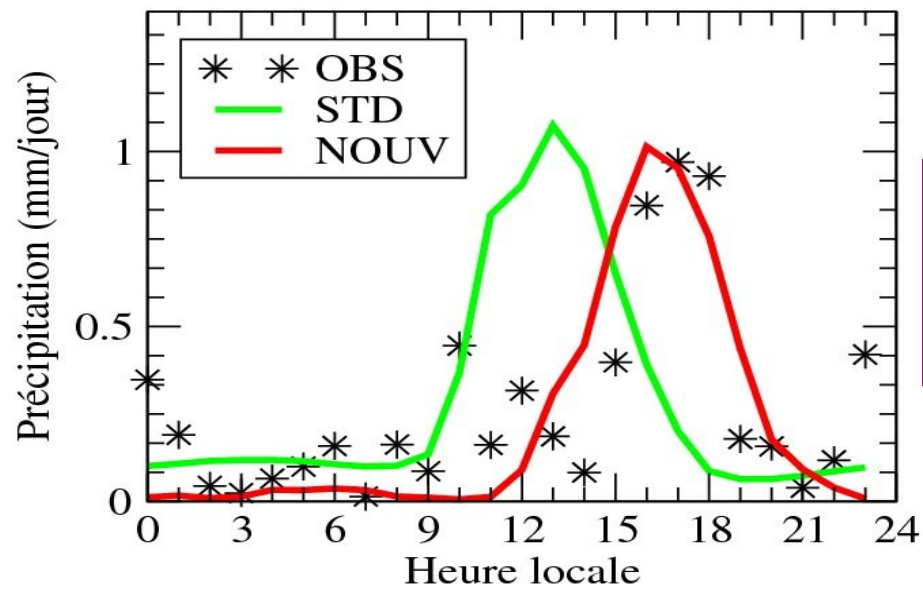
Réseau d'observations
Campagne AMMA



LMDz en mode zoomé guidé
sur l'Afrique de l'Ouest



Evolution moyenne de la pluie dans la journée au Sénégal



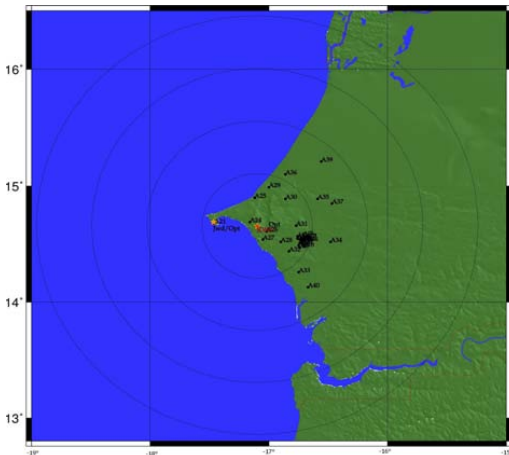
Décalage du cycle diurne
de la convection orageuse
continentale confirmée

Conclusions

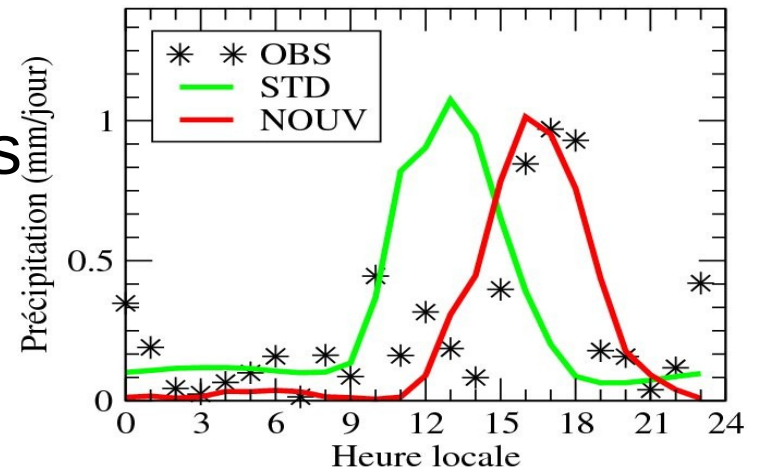
- × La nouvelle physique: le résultat de dix années de développements
- × Pertinence du cadre 1D et des configurations zoomées guidées pour évaluer la physique des modèles
- × Du 1D au 3D, il y a un GRAND pas!
- × Améliorations attendues: transport et nuages de couche limite, cycle de vie de la convection
- × Quels impacts sur les mécanismes climatiques, la sensibilité climatique, pour la composante chimie/aérosols?

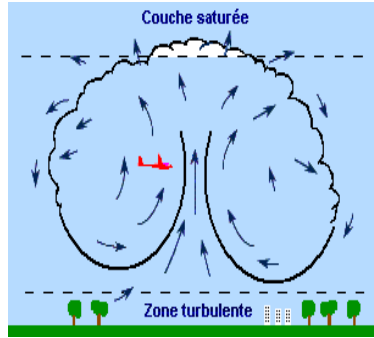
Les développements futurs...

- × Les stratocumulus
- × Le schéma de nuages
- × La microphysique



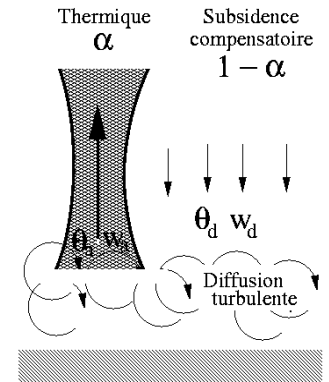
Evolution
moyenne
de la pluie dans
la journée
au Sénégal
Réseau
d'observation





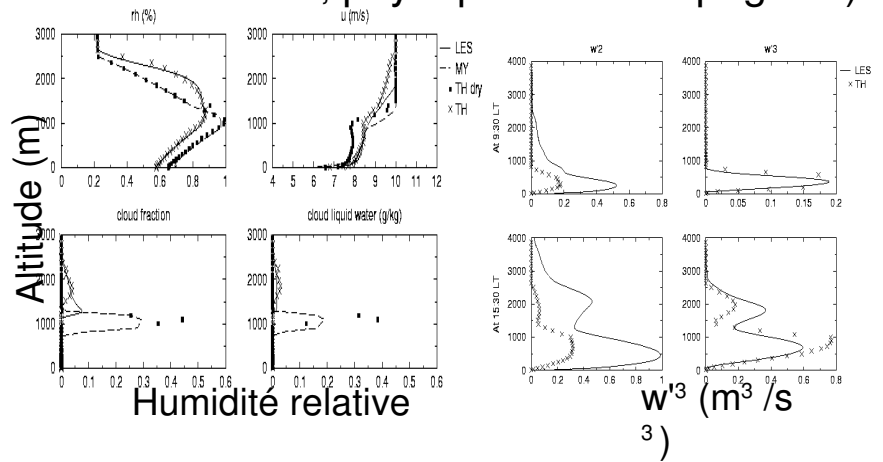
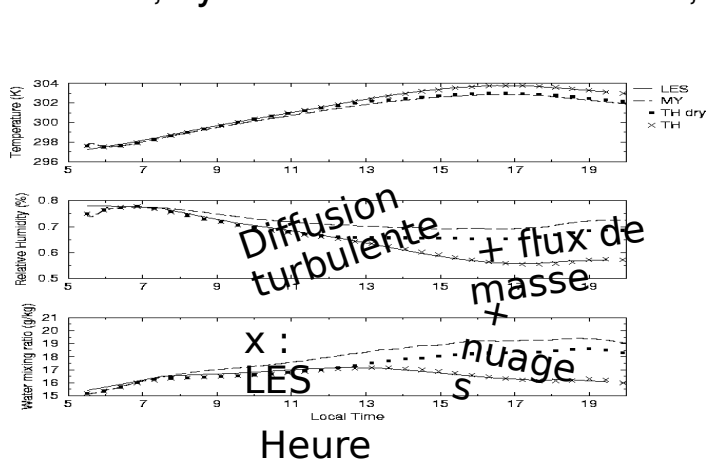
Combinaison schéma diffusif TKE et schéma en flux de masse

$$\rho \overline{w'\theta'} = -\rho K \frac{\partial \theta}{\partial z} + \rho F (\theta_a - \theta)$$

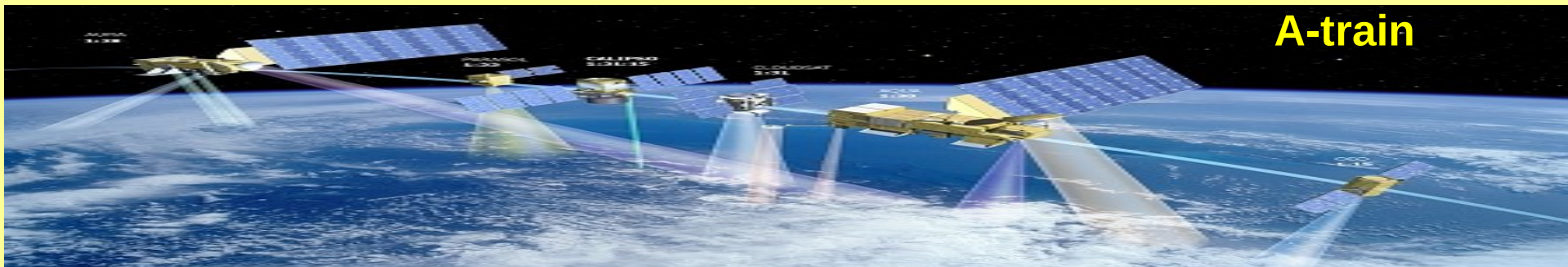


Simulations des grands tourbillons (x : LES) et paramétrisation en mode uni-colonne (Cas ARM, cycle diurne avec cumulus ; flux imposés en surface, physique LMDZ/Arpege1D).

Humidité spéc.
(g/kg)

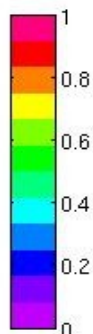
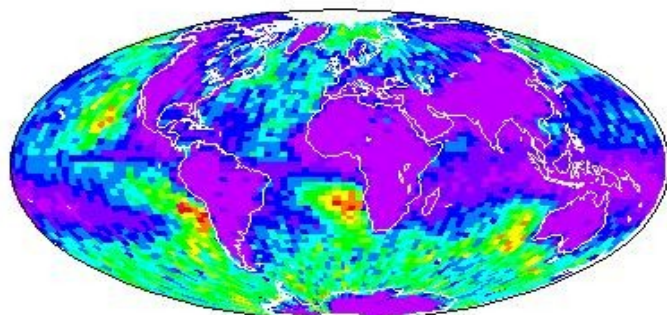


	LMD_IPCC	LMD_NEW
Turbulence	Louis/Laval	Mellor & Yamada
Précipitation	Précip: K.Emanuel (conv)+ L.Li (stratiforme) Propriétés optiques: Bony & Emanuel	Précip: K.Emanuel (conv)+ L.Li (stratiforme) Propriétés optiques: Bony & Emanuel
Convection	Flux de masse/K.Emanuel	Schéma des thermiques en flux de masse/Hourdin, Rio + K.Emanuel modifié

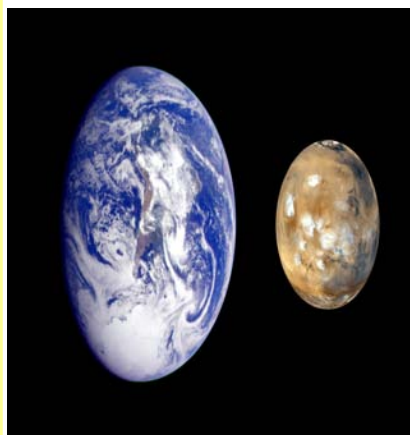
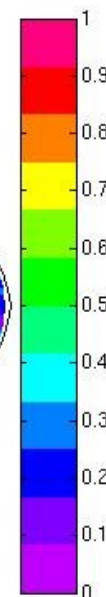
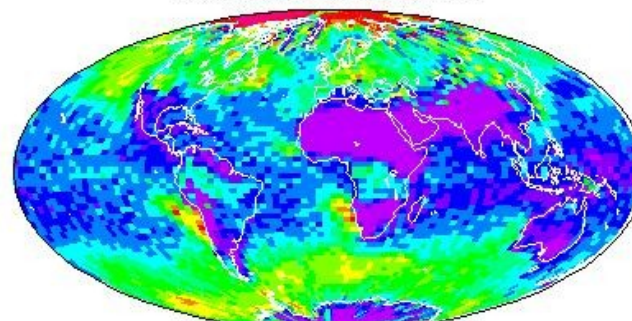


Couverture nuages bas

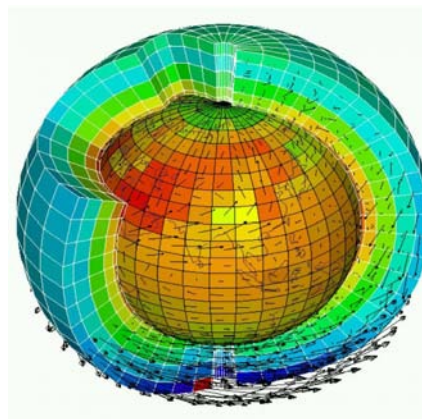
LOW CLOUD FRACTION OBSERVED



LOW CLOUD FRACTION-MODEL



Observations calipso grille LMDZ



LMDZ « nouvelle physique » + simulateur calipso

Passage 1D → 3D

Problème(S) d'instabilité numérique

Apparemment résolu.

Le modèle tourne aujourd'hui avec des pas de temps d'une demi-heure

Re-réglage : en cours

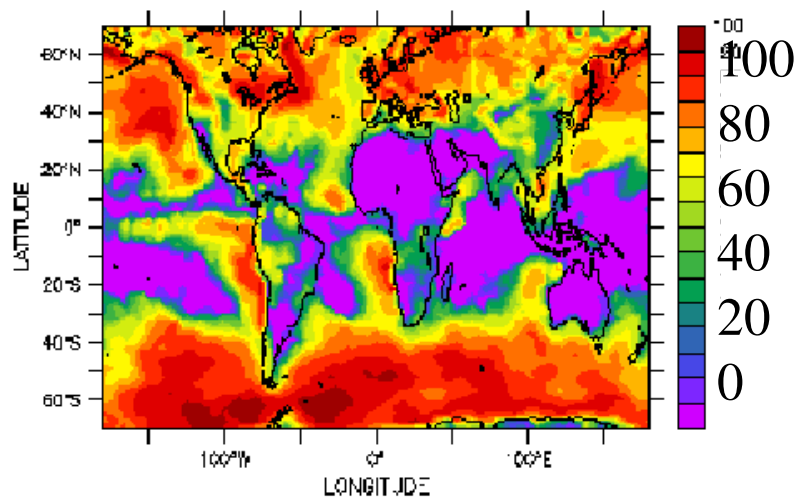
Premiers résultats :

Beaucoup plus de nuages bas sur les océans tropicaux (+)

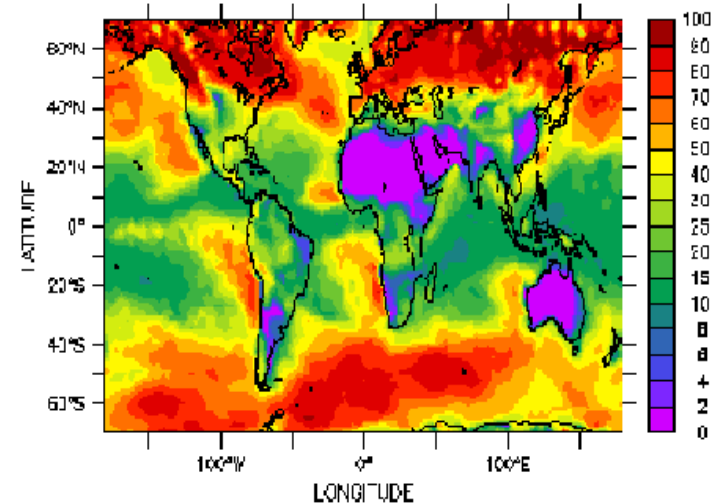
Moins de nuages sur les moyennes latitudes (+)

Décalage du cycle diurne de la convection orageuse continentale confirmé.

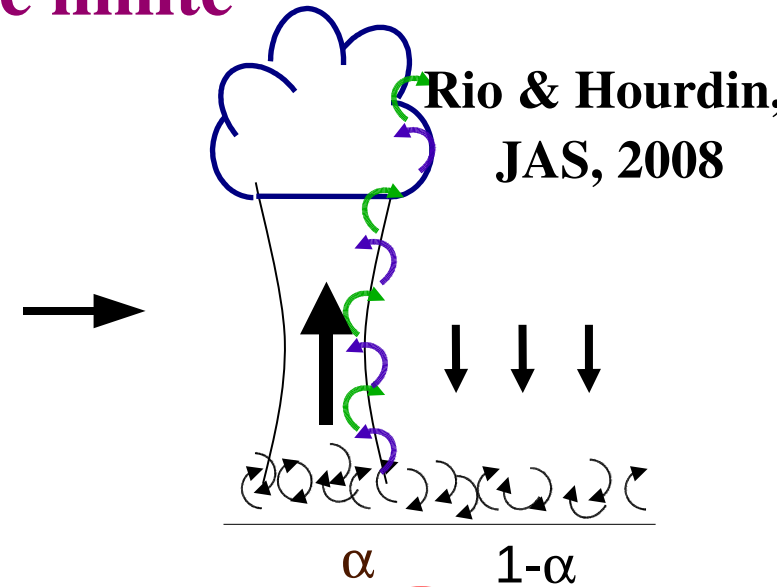
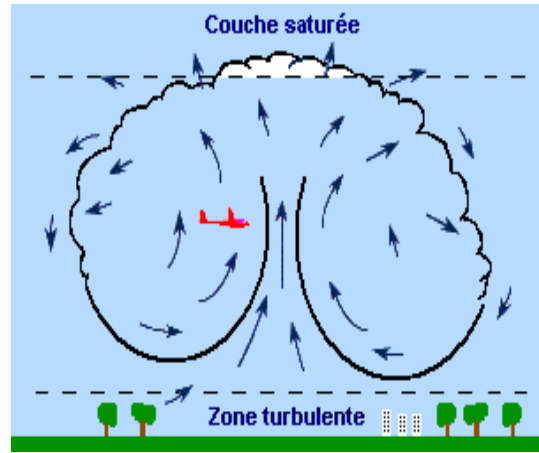
Sous-estimation des nuages bas
LMDz standard



LMDz avec modèle du thermique



Les thermiques de couche limite



Rio & Hourdin,
JAS, 2008

Cycle diurne des cumulus continentaux (cas ARM)
1D: Environnement ARPEGE/ Physique LMDZ

$$\overline{\rho w' \theta'} = -\rho K \frac{\partial \theta}{\partial z} - f(\theta_a - \theta)$$

Schéma diffusif TKE Schéma en flux de masse

