

# **Apport de l'équilibre radiatif-convectif-dynamique pour la réduction des biais de précipitations des modèles globaux**

Catherine Rio<sup>1</sup>, Frédéric Hourdin<sup>2</sup>, Jean-Yves Grandpeix<sup>2</sup>, Mamadou Lamine Thiam<sup>2</sup>

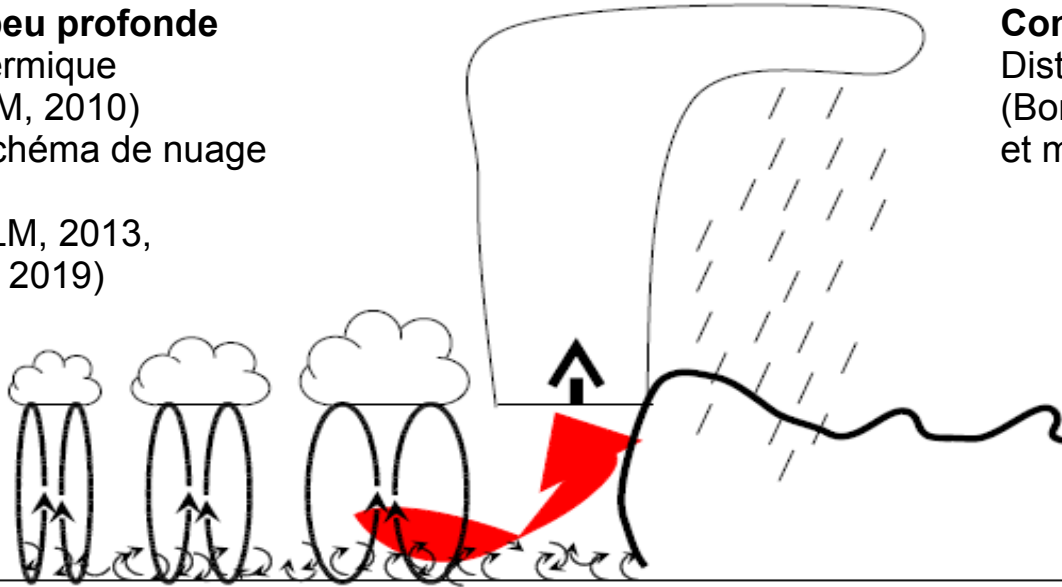
1. Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse, France
2. Laboratoire de Météorologie Dynamique, Paris, France

# Paramétrisation de la convection dans LMDZ6

Trois paramétrisations co-existent pour représenter la convection

## Convection peu profonde

Modèle du thermique  
(Rio et al., BLM, 2010)  
couplé à un schéma de nuage  
bi-gaussien  
(Jam et al., BLM, 2013,  
Hourdin et al., 2019)



## Condensation grande-échelle

Distribution lognormale de l'eau totale  
(Bony et Emanuel, JAS, 2001)  
et microphysique de Sundqvist (QJRMS, 1978)

## Convection profonde

Schéma d'Emanuel (JAS, 1991) couplé à la  
paramétrisation des poches froides de  
Grandpeix et Lafore (JAS, 2010) et à la  
distribution lognormale de  
Bony et Emanuel (JAS, 2001)

## Couplage thermique-convection profonde :

Fermeture en ALP (Rio et al., 2013) et déclenchement stochastique (Rochetin et al., 2014)

## Développements en mode **1D/LES** ou **1D/CRM** :

Nuages bas (ARMCU, RICO, BOMEX, SANDU)

Cycle diurne de la convection continentale  
(EUROCS, AMMA)

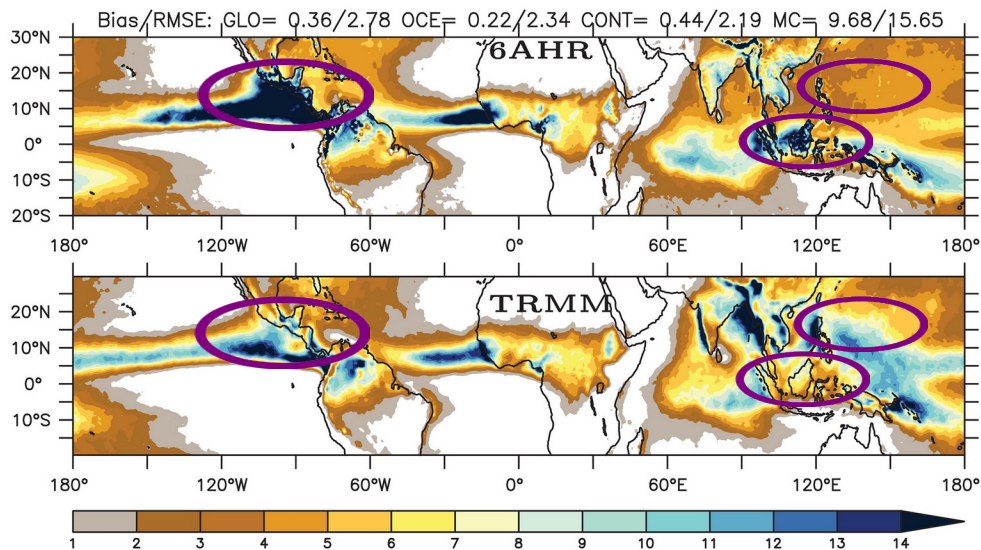
Convection océanique (RCE, TWP-ICE, TOGA)

**En global,** amélioration de la représentation :  
des nuages bas

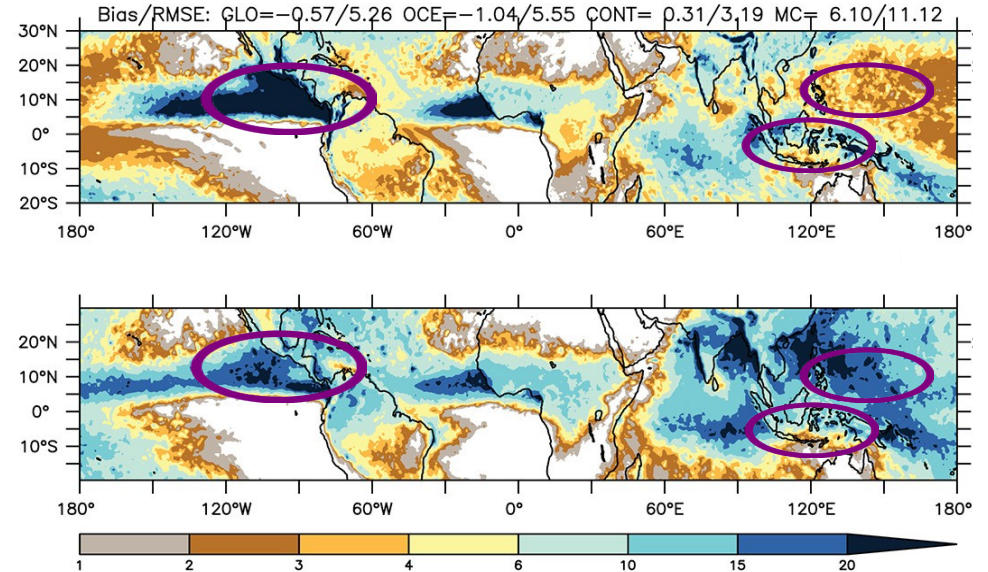
du cycle diurne de la pluie continentale

# Biais de précipitations dans LMDZ6

## Pluie moyenne JJAS (mm/jour)



## Variabilité jour à jour des pluies (mm/jour)



- Pluie satisfaisante sur continent
- Gros patches de pluie sur l'ITCZ sur océan
- Surestimation des pluies sur les îles du continent maritime
- Sous-estimation de la pluie sur la warm pool

- Surestimation dans l'ITCZ sur océan
- Sous-estimation dans l'Indien et le Pacifique Ouest

# Approche 1D/LES : L'équilibre radiatif-convectif

L'équilibre radiatif-convectif : RCE

Daleu et al., 2015

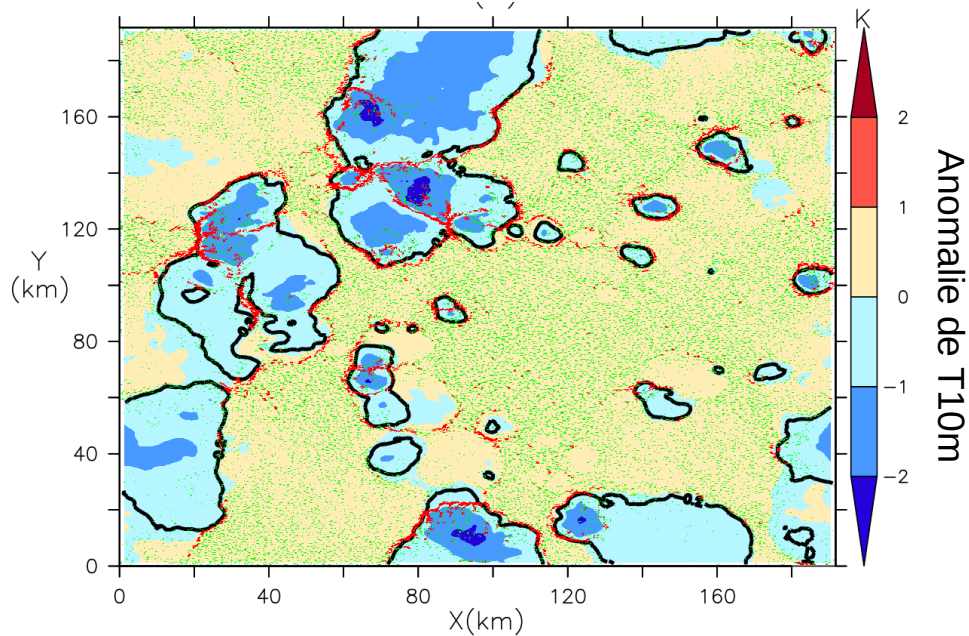
Rayonnement imposé (-1.5 K/day)

SST=300K

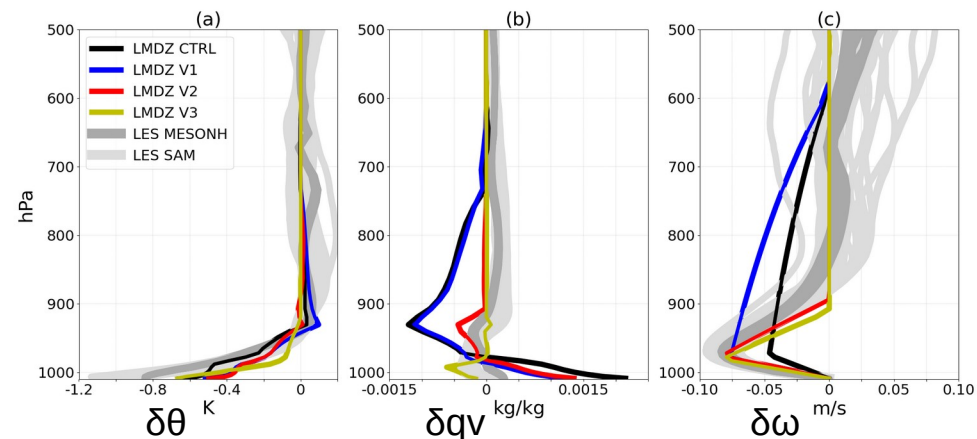
Initialisation de la température et de l'humidité relative

Guidage du vent horizontal

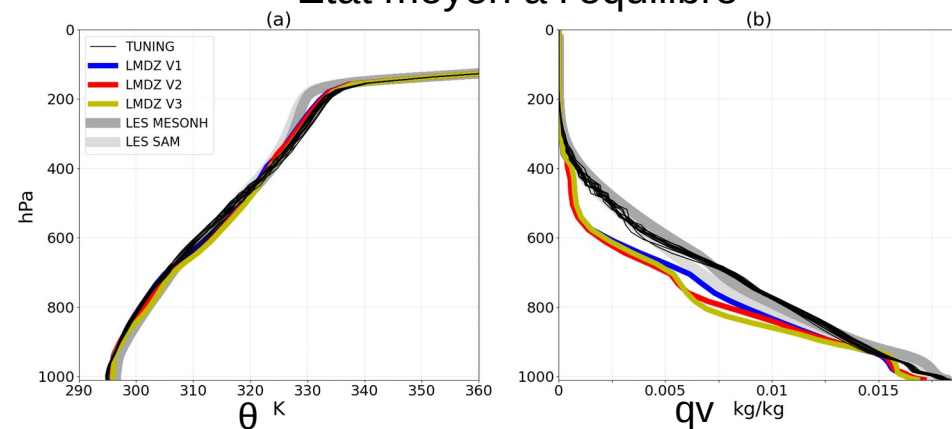
Equilibre atteint au bout de 40 jours de simulation



## Propriétés des poches froides



## Etat moyen à l'équilibre



Thiam et al., en révision pour GMD

# Représentativité des cas 1D pour le 3D

— dynamique

— convection profonde

— condensation grande-échelle

— convection peu profonde et couche limite

— rayonnement

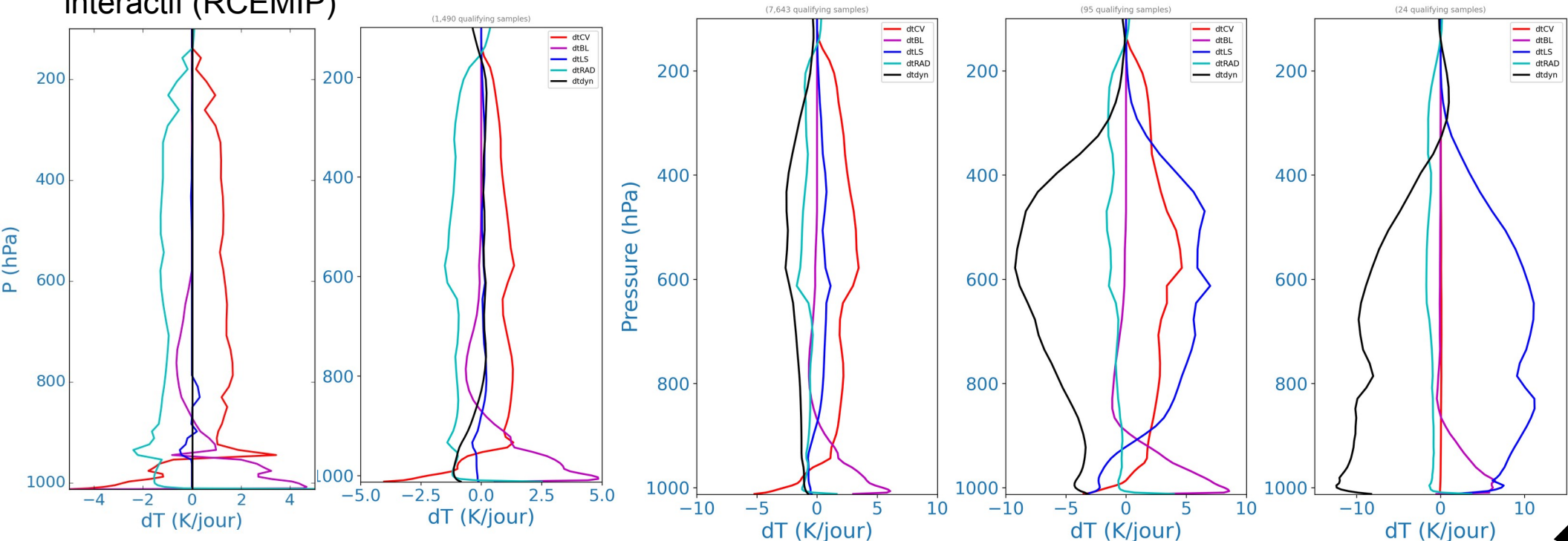
RCE 1D  
avec rayonnement  
interactif (RCEMIP)

RCE 3D

3D w500~1cm/s

3D w500~3cm/s

3D w500 > 5 cm/s

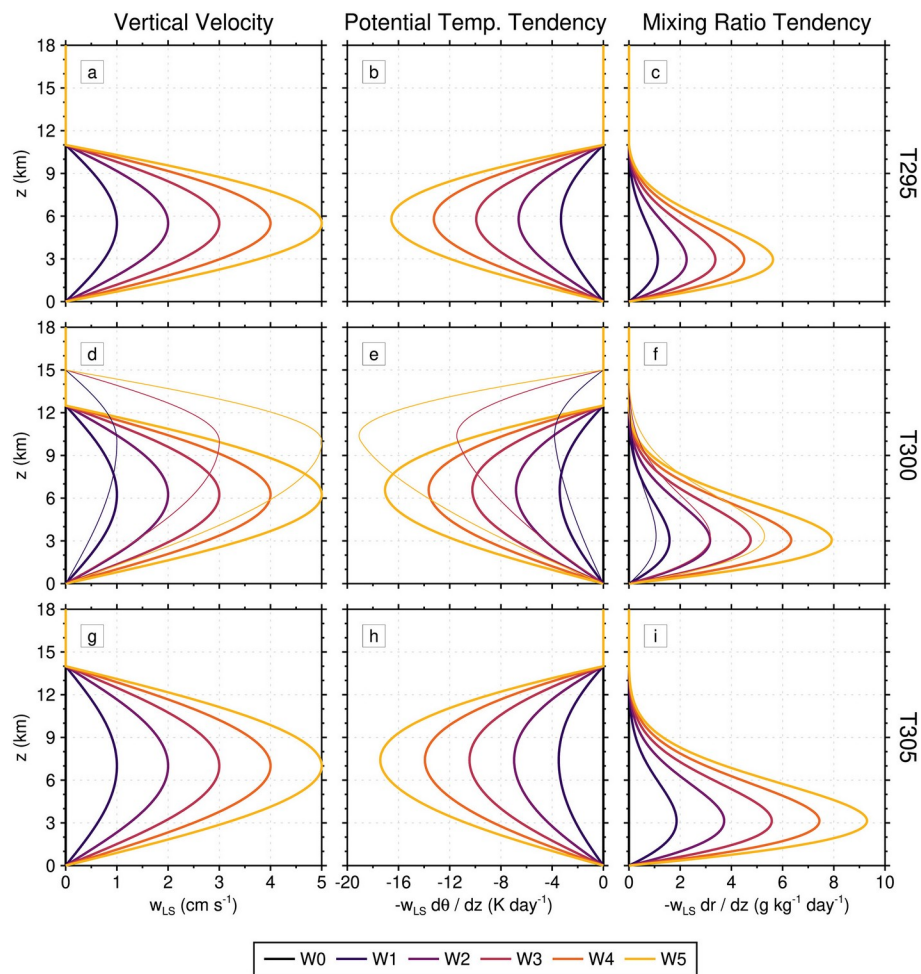


Bonne représentativité du RCE pour w500~0 Part grandissante de la condensation grande-échelle quand w

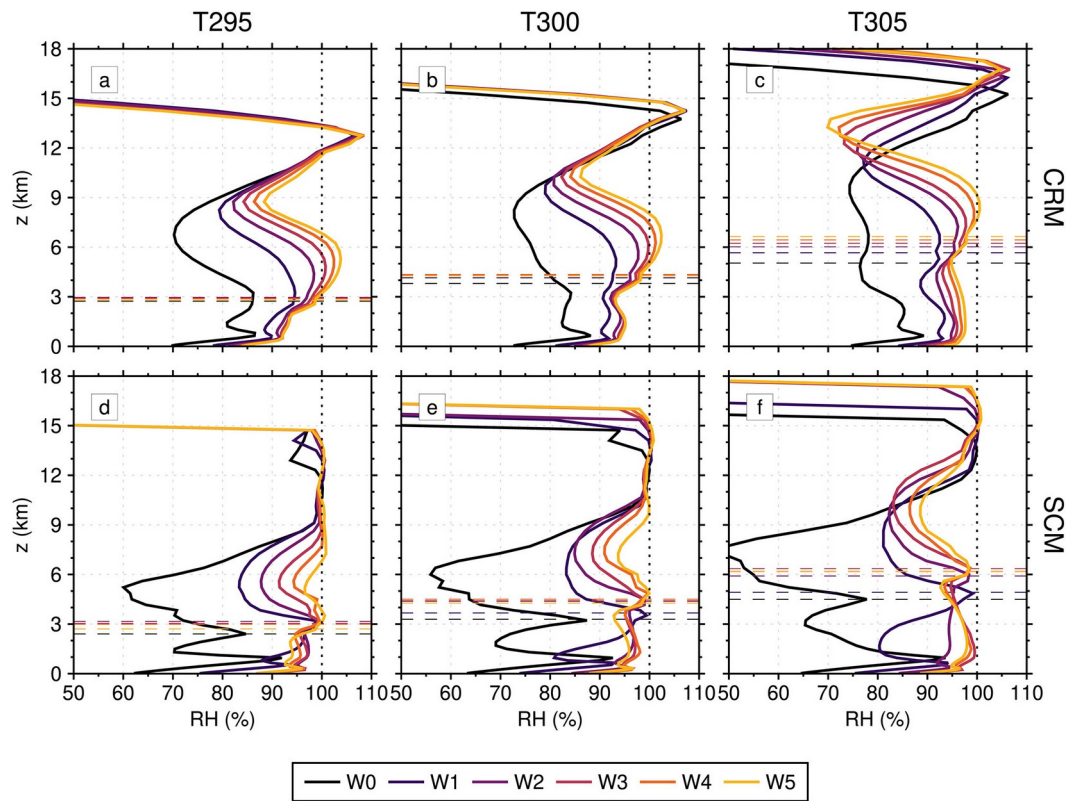
# L'équilibre radiatif-convectif-dynamique

Warren et al., JAMES, 2020

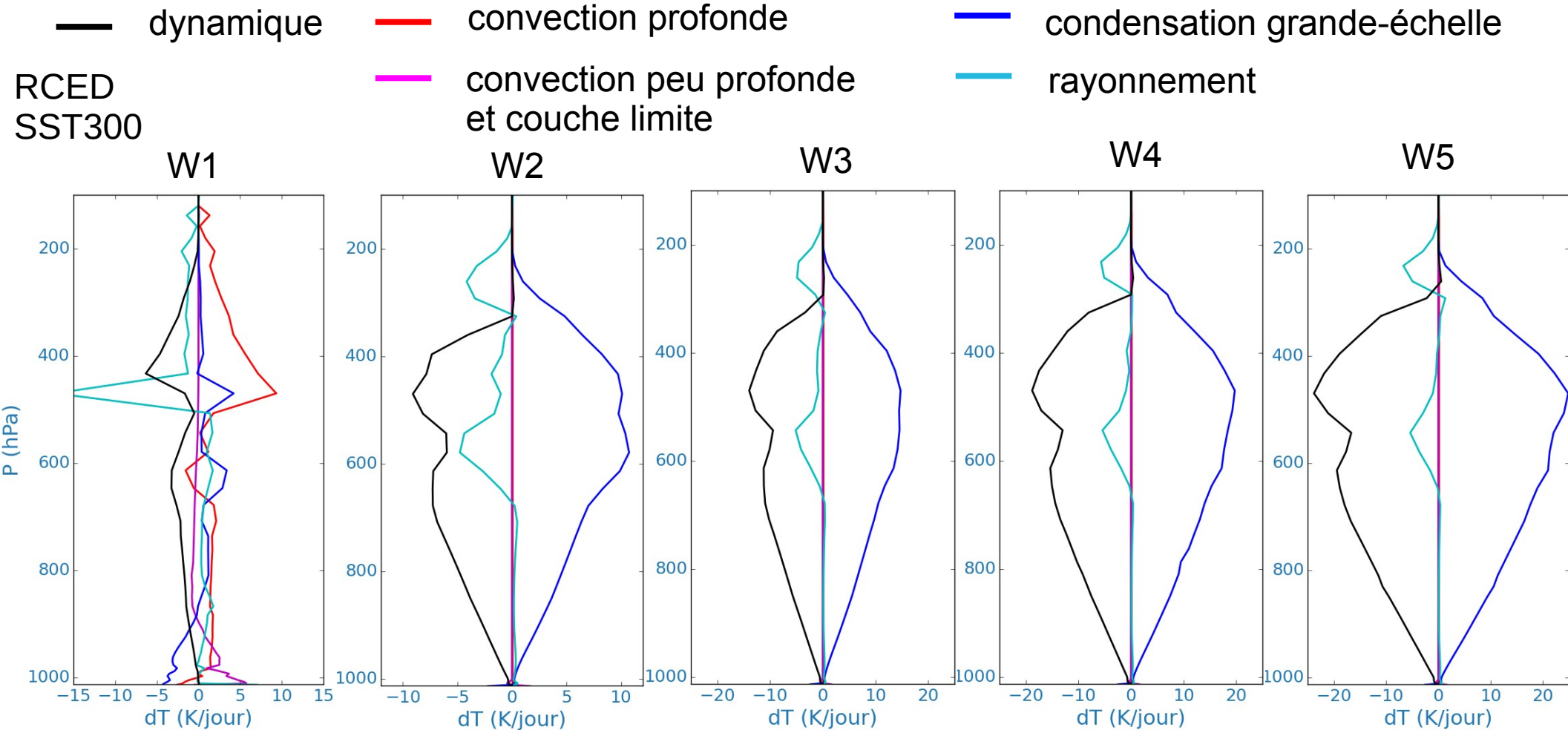
Simulation RCEMIP avec rayonnement interactif  
Ajout d'une vitesse ascendante de grande échelle  
de différentes intensités



Equilibre atteint par un CRM et un SCM



# Equilibre des tendances dans LMDZ6-1D



La convection profonde et peu profonde s'éteignent pour  $w_{500} > 2\text{cm/s}$ .

La tendance de condensation grande-échelle s'équilibre alors avec la dynamique et le rayonnement.

# Modification de l'équilibre entre les différentes paramétrisations

Revisite des paramétrisations pour booster la convection profonde par rapport à la condensation grande-échelle :

## **Partitionnement Convection/condensation de grande-échelle**

- Ajout d'un terme de grande-échelle dans la fermeture en ALP du schéma de convection (Rio et al., 2013):

$$M_b = f(\text{ALP}) + \text{coef} \times \omega_{ls}(\text{lfc}) \quad \text{avec ici coef} = 10$$

- Augmentation de l'évaporation des pluies convectives qui alimente les poches froides pour booster l'intensité convective

- Diminution de l'évaporation des pluies grande-échelle qui ont tendance à inhiber la convection

## **Partitionnement Convection peu profonde/Convection profonde**

- Désactivation du schéma de convection profonde si la température du sommet de la tour convective est plus chaude que 240K.

# Equilibre des tendances dans LMDZ7dev-1D

— dynamique

— convection profonde

— condensation grande-échelle

RCED  
SST300

— convection peu profonde  
et couche limite

— rayonnement

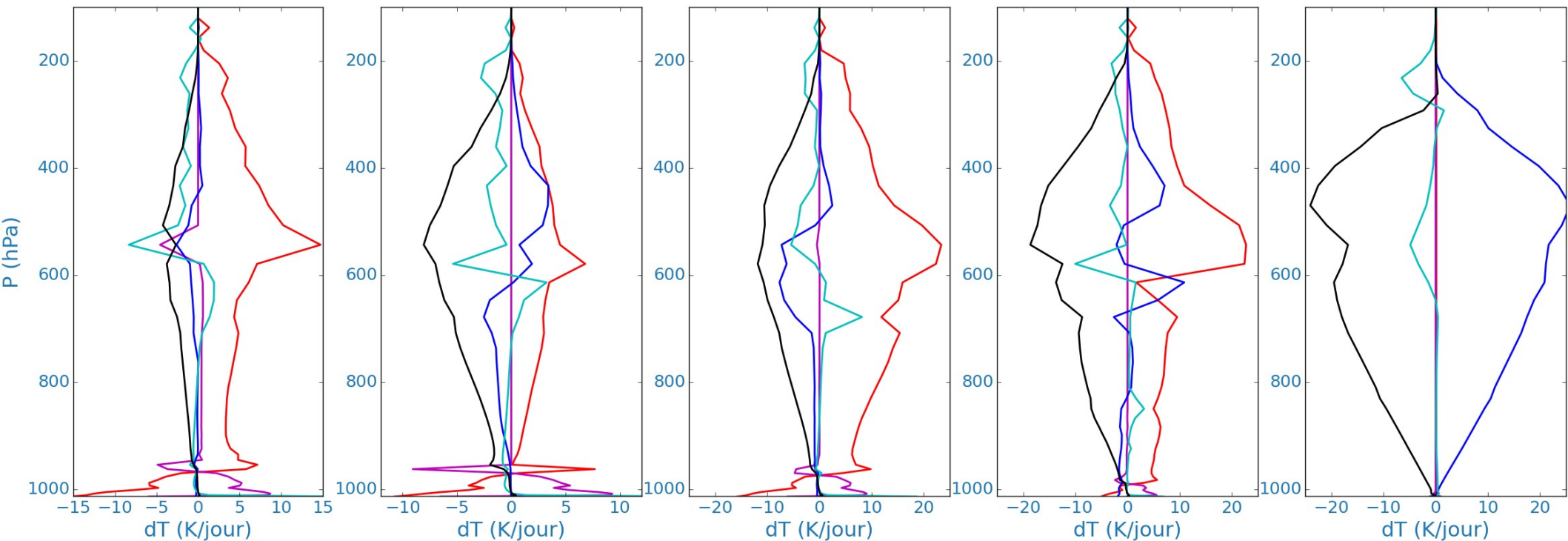
W1

W2

W3

W4

W5



La convection reste active jusqu'à  $w = 4\text{cm/s}$

# Simulations CRM avec Meso-NH

Objectif : contraindre le partitionnement des différents processus

Setup RCEMIP (Jean-Pierre Chaboureau)

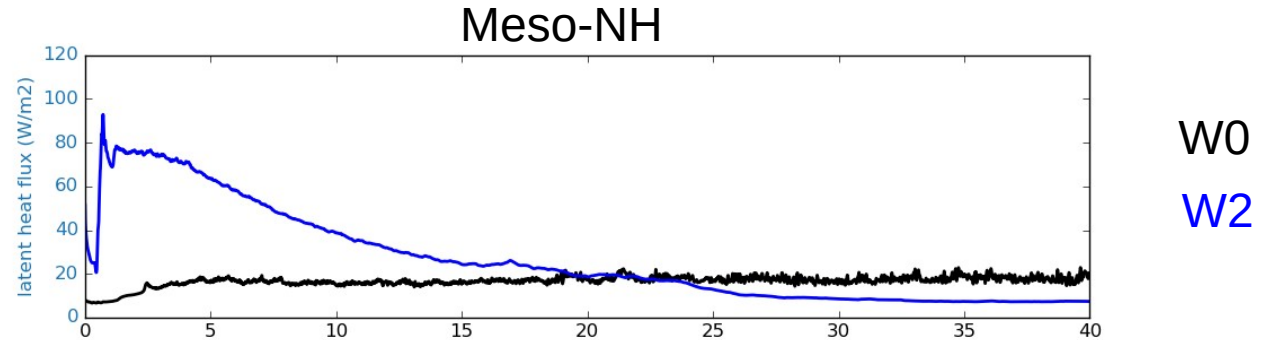
+ guidage en vent

MNH-v7-5-2

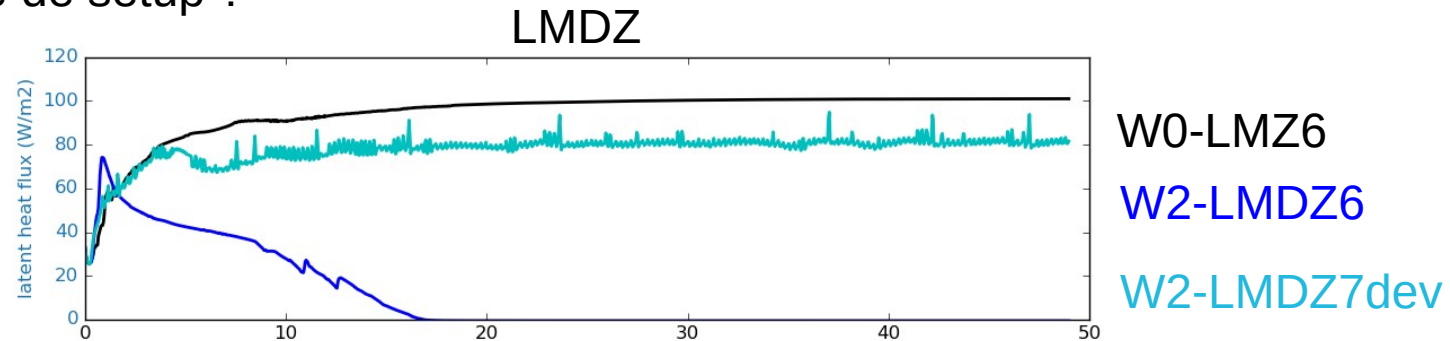
Domaine : 250km x 250km

$dx = dy = 2.5km$

91 niveaux verticaux



Le flux latent devient très faible au bout d'une quinzaine de jours dans Meso-NH : plus de convection résolue ! Problème de setup ?



Ou Problème de partitionnement convection résolue/microphysique ?

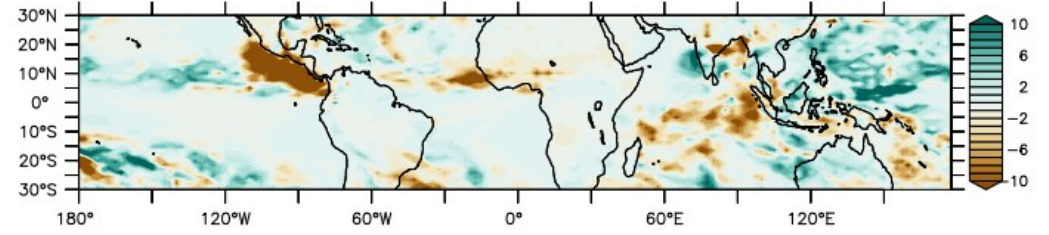
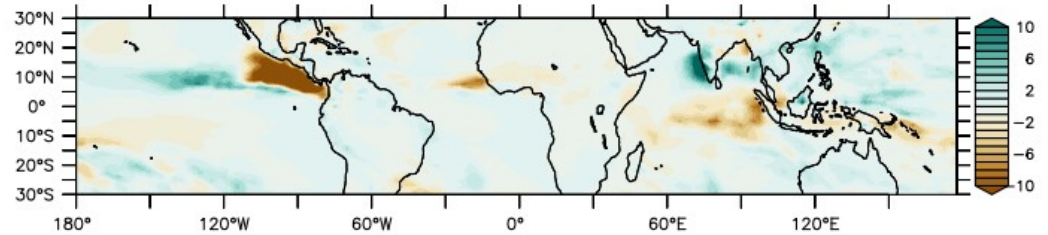
Simulation LES pour répondre à cette question : besoin de résoudre problèmes de temps de calcul

# Impact sur la pluie et sa variabilité

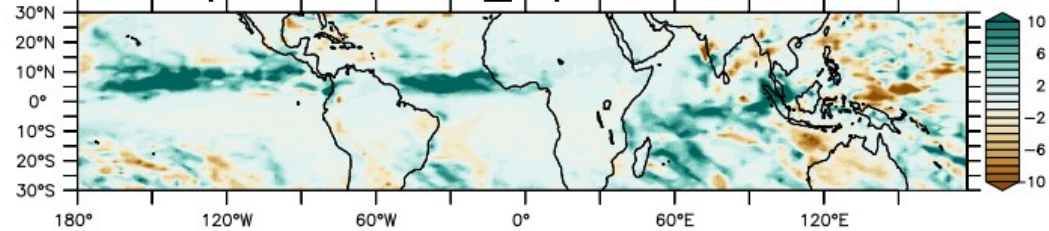
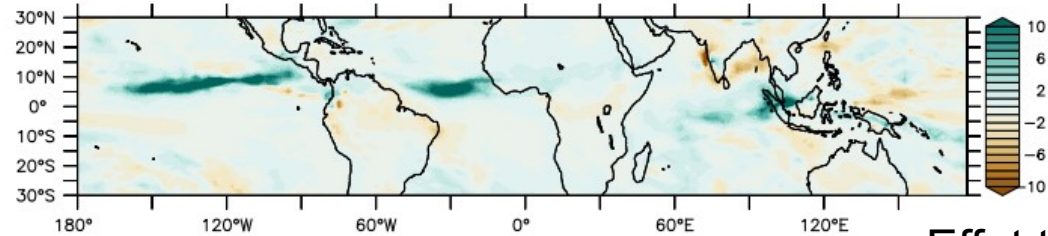
Pluie moyenne JJAS (mm/jour)

Variabilité jour à jour des pluies (mm/jour)

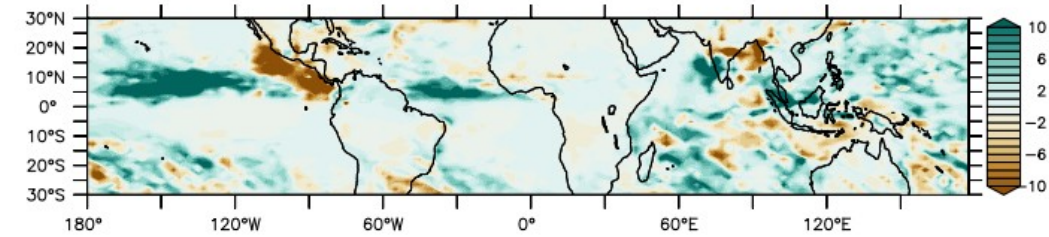
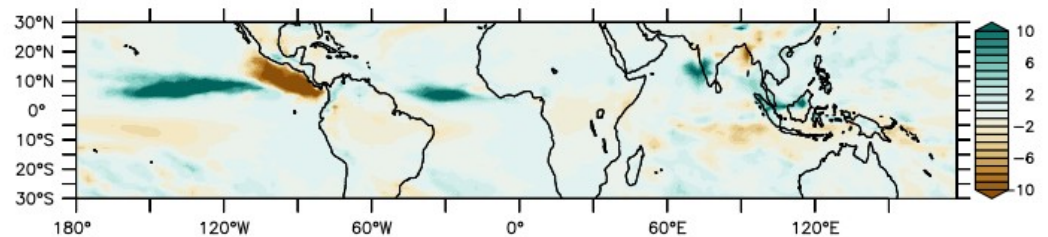
Effet de la fermeture convective et de l'évaporation des pluies



Effet de la limitation de la convection profonde si  $T_{top} > 240K$



Effet total



Va dans le sens de la réduction des biais mais besoin d'explorer la nécessité de retuner le modèle

## Conclusions/Perspectives

- Besoin d'**étendre les cas 1D/LES** pour une meilleure exploration des situations rencontrées dans le modèle global.
- Les cas type **RCE-Dynamique** sont certes idéalisés mais permettent de tester le modèle dans des situations extrêmes et permettent de reproduire des situations pathologiques rencontrées dans le modèle global.
- Le cadre RCED met en avant un problème dans la **représentation de la convection en situation de forte ascendance de grande-échelle** dans LMDZ: fermeture, entrainement, circulation méso-échelle dans les enclumes ?
- Premiers tests avec Meso-NH à 2.5km révèlent soit un problème de setup, soit un cadre intéressant pour mieux régler et comprendre les **interactions entre convection peu profonde paramétrée, convection résolue et microphysique**, comme dans LMDZ.
- Vers des simulations **LES** de référence pour l'exploration paramétrique avec Htexplo et pour y diagnostiquer la contribution relative de chaque processus aux tendances.