

Représentation de la transition entre la convection peu profonde et la convection profonde à échelle kilométrique

Catherine Rio¹, Fleur Couvreur¹, Aude Champouillon²,
Frédéric Hourdin³, Jean-Pierre Chaboureau⁴, Nicolas Rochetin³

Merci à : Najda Villefranque¹, Quentin Rodier¹, Sébastien Riette¹

(1) Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse, France

(2) Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble, France

(3) Laboratoire de Météorologie Dynamique, Paris, France

(4) Laboratoire d'Aérodynamique, Toulouse, France

AMA/DEPHY – 20 mars 2025 - Toulouse



La transition de la convection peu profonde à la convection profonde

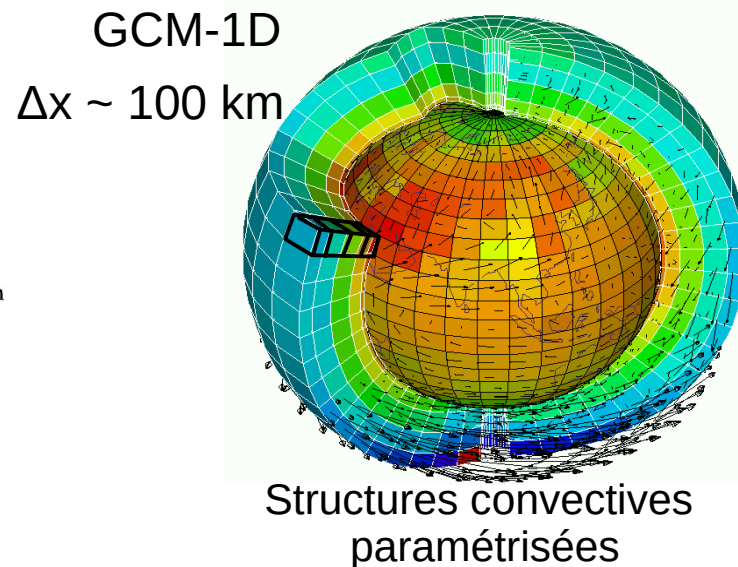
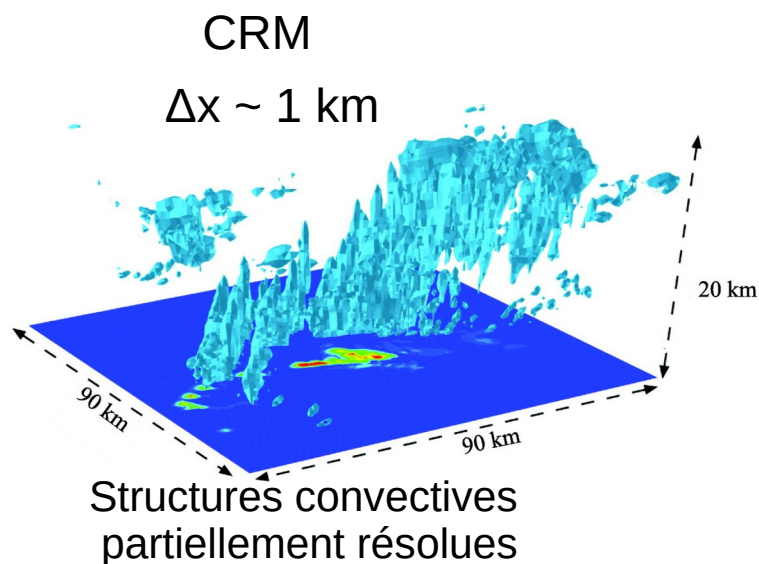
Particulièrement abordée sous l'angle de la représentation du cycle diurne de la pluie continentale dans les modèles paramétrés

Guichard et al. (2004), Chaboureau et al. (2004), Grabowski et al. (2006), Couvreux et al. (2012)

Transition sur océan

Kuang and Bretherton (2006), Teixeira et al. (2011)

Comparaisons entre modèle haute résolution et SCM sur des cas d'études (GASS, DEPHY)



→ Ce même cadre peut être utilisé pour évaluer les modèles kilométriques à partir de LES

Cas d'étude continental et océanique

Transition continentale **Cas EUROCS**

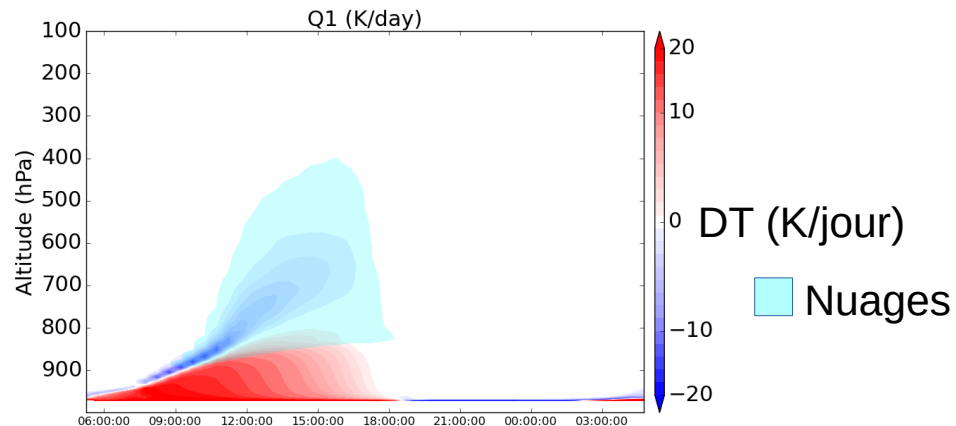
27 juin 1997 sur le site ARM-SGP en Oklahoma
Guichard et al., 2004 ; Chaboureau et al., 2004

- Flux de surface imposés homogènes
- Advection forcée
- Guidage des vents horizontaux
- Rayonnement activé

MESONH-LES

Domaine : 200km x 200km

Résolution : 200m



Transition océanique **Cas KB06**

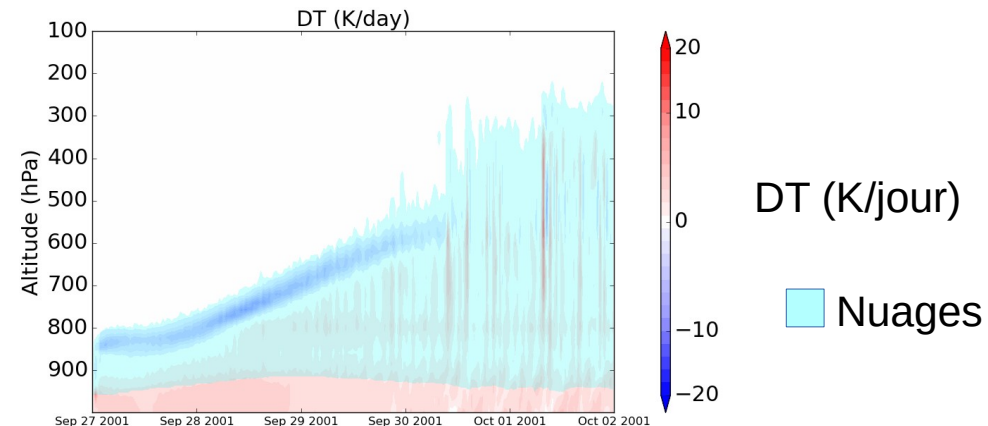
Extension du cas BOMEX au large de la Barbade sur
5 jours : Kuang et Bretherton, 2006

- Flux de surface imposés homogènes
- Advection forcée
- Pas de rayonnement interactif

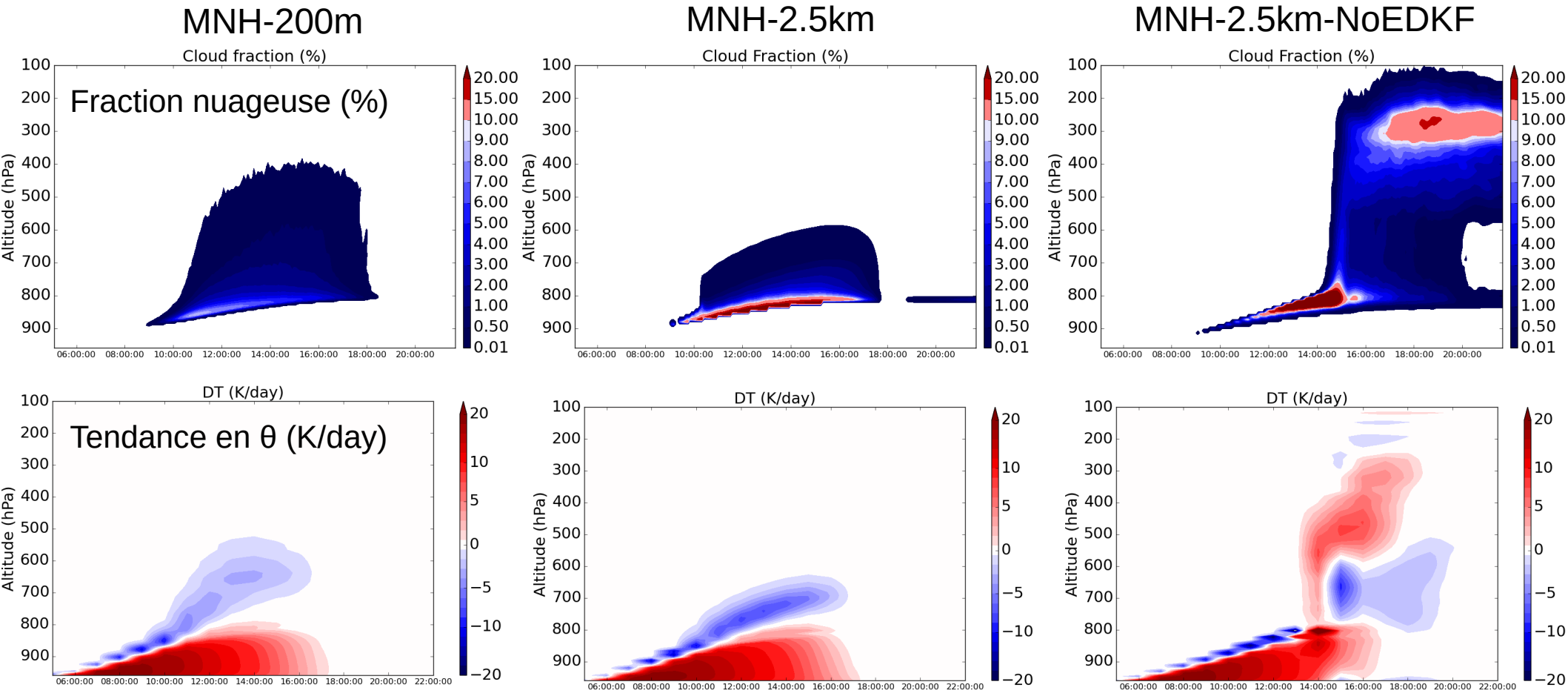
MESONH-LES

Domaine : 50 km x 50 km

Résolution : 100m



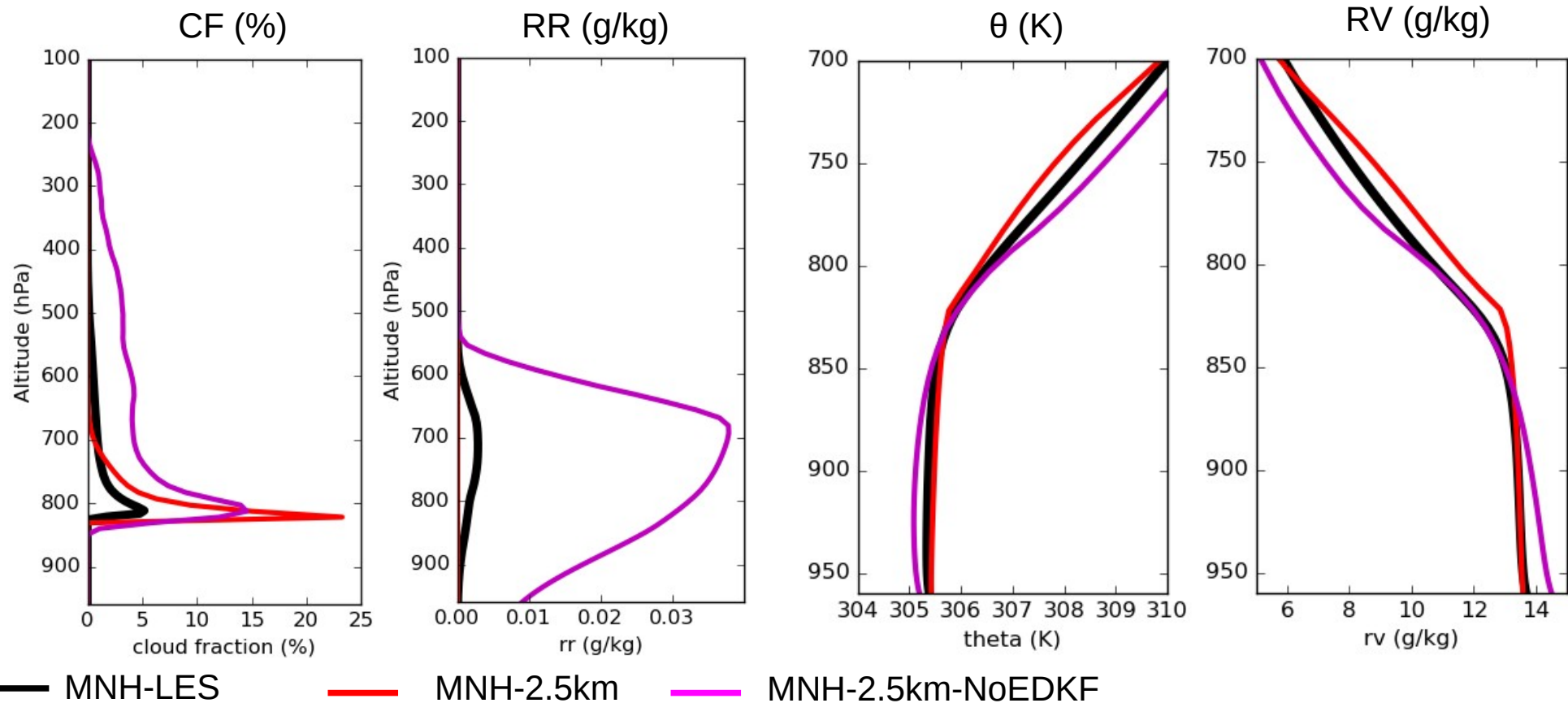
Le cas EUROCS : Représentation de la transition



- Sous-estimation de l'extension verticale des nuages à 2.5km de résolution
- Déclenchement de convection profonde si on désactive le schéma de convection peu profonde

Le cas EUROCS : Profils thermodynamiques et précipitations

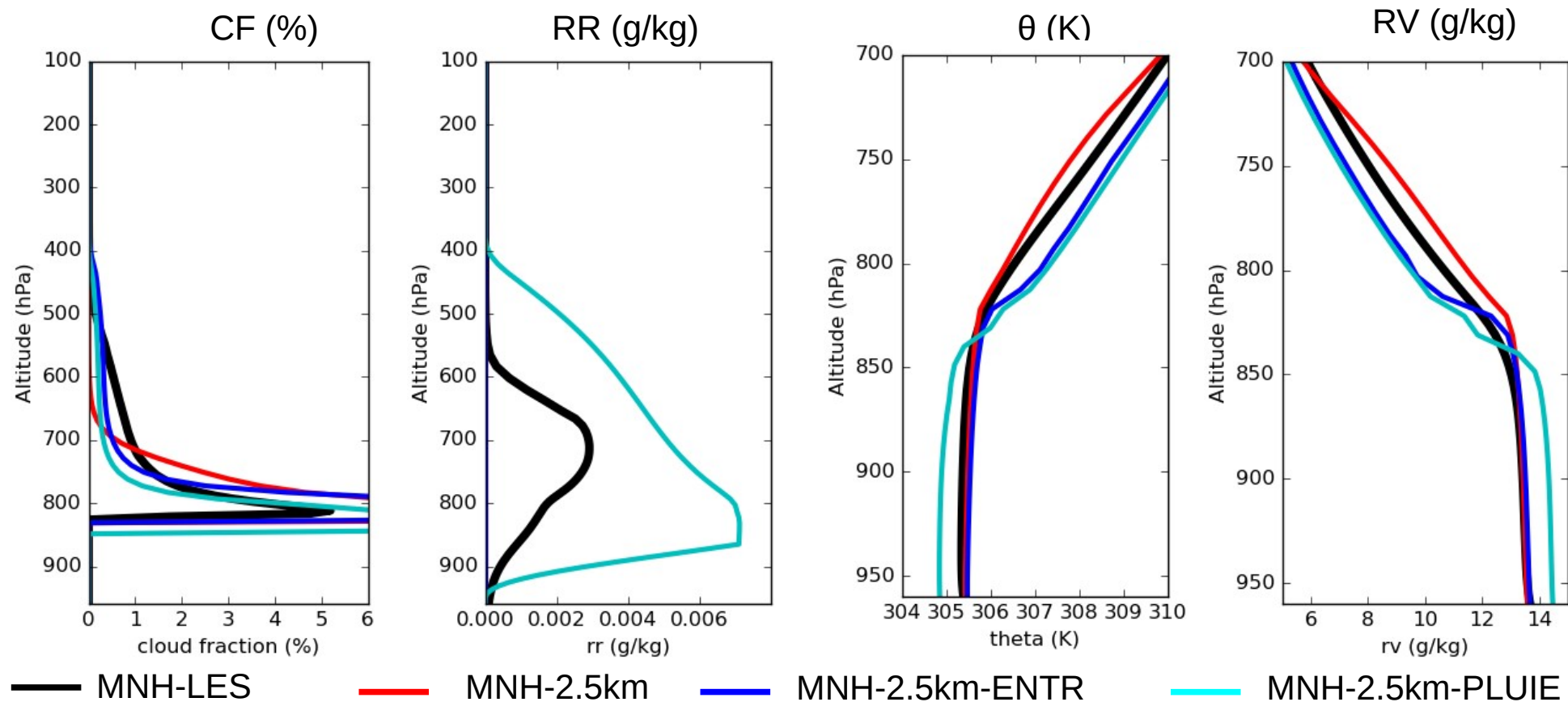
A l'heure du maximum d'extension nuageuse dans la LES



- Mélange vertical surestimé avec EDKF, sous-estimé sans EDKF
- Pas de pluie dans la simulations avec EDKF

Le cas EUROCS : Entrainement et précipitations

A l'heure du maximum d'extension nuageuse dans la LES



- Possibilité d'étendre l'extension verticale des nuages en diminuant le taux d'entrainement
- L'activation de la pluie dans EDKF dégrade les profils thermodynamiques

Le cas EUROCS : organisation spatiale nuageuse

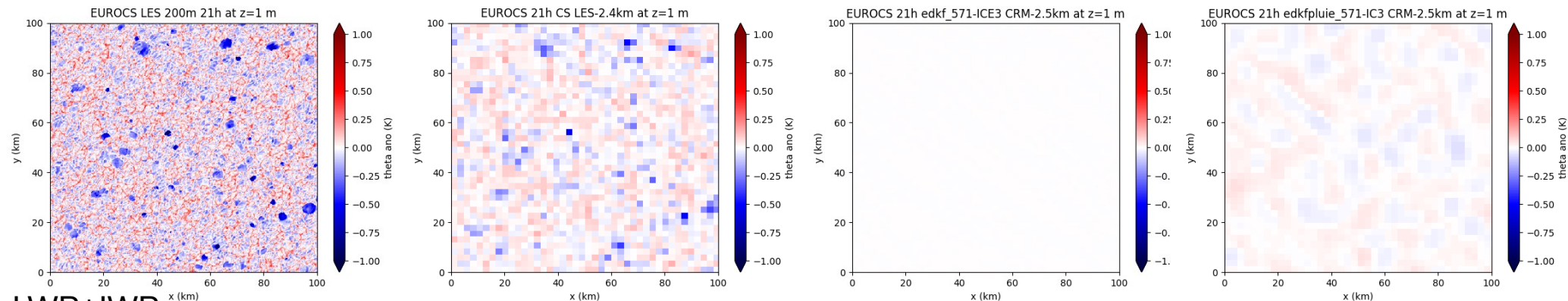
MNH-200m

MNH-200m
à 2,4km

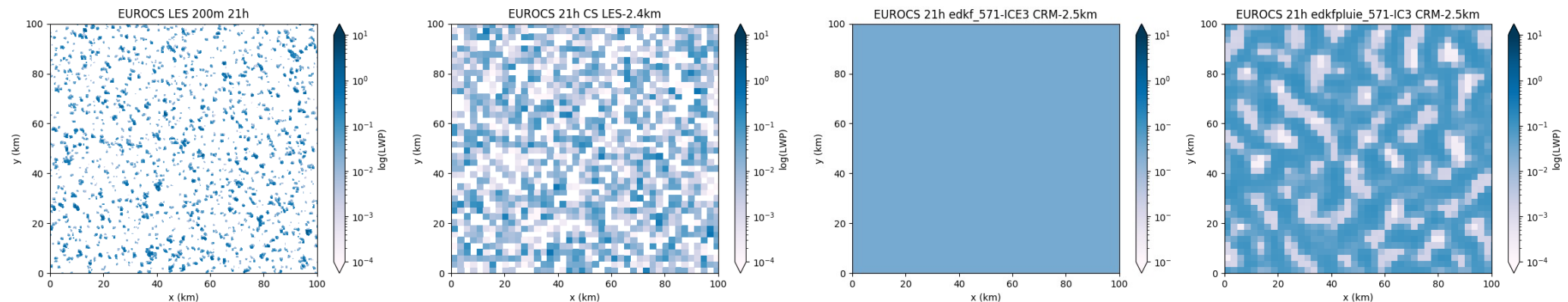
MNH-EDKF-2.5km

MNH-EDKF-PLUIE-2.5km

Anomalie de θ en surface

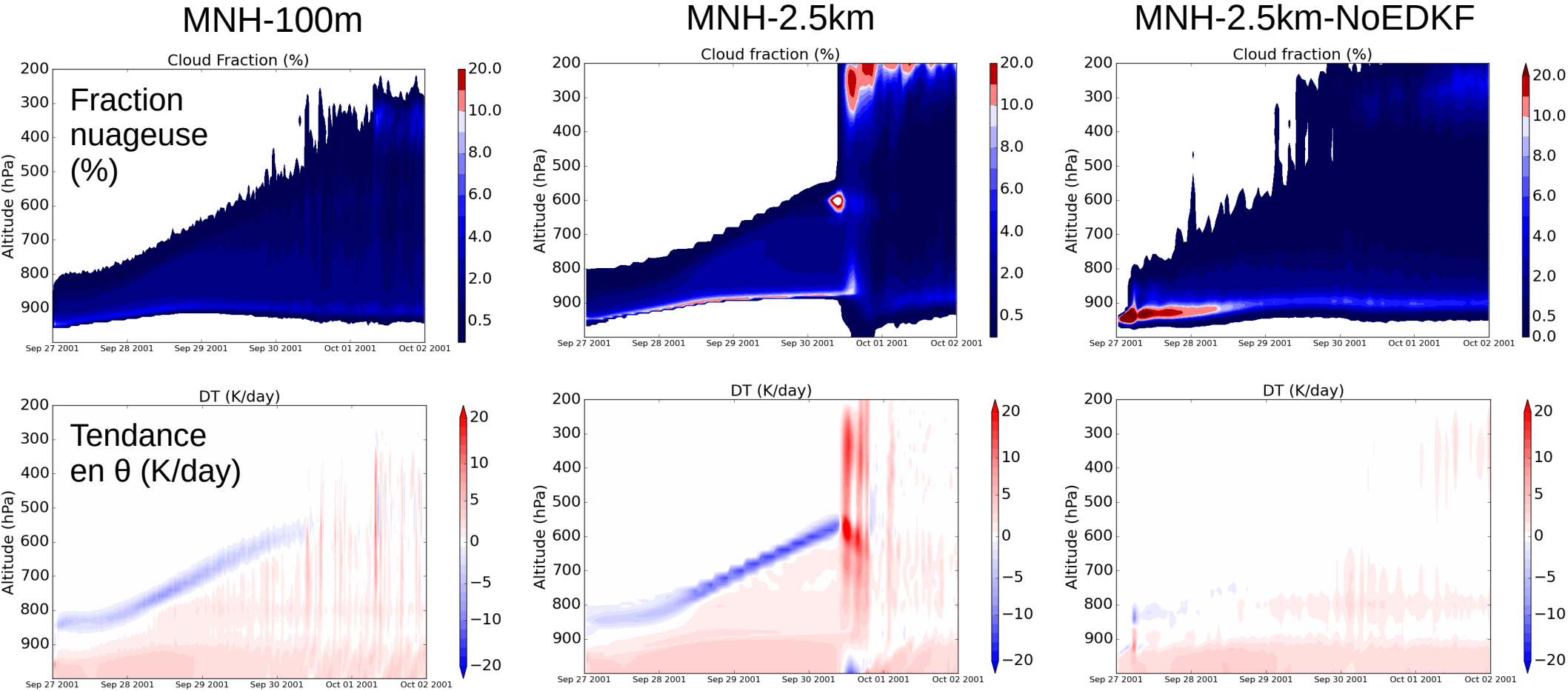


LWP+IWP



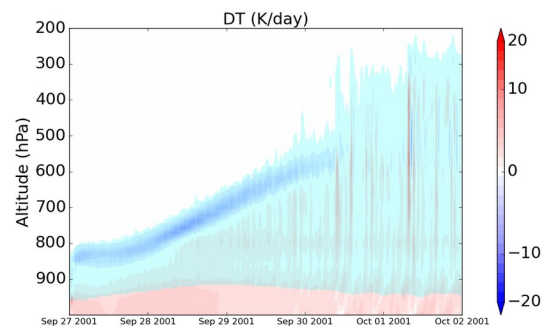
- Aucune variabilité spatiale dans la simulation MNH-2.5km
- Besoin de représenter la pluie dans les congestus pour la générer

Le cas KB2006 : Représentation de la transition

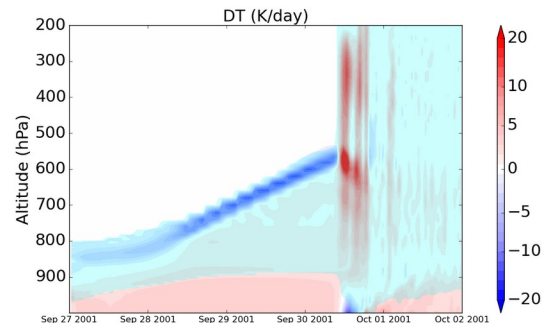


- Transition abrupte de conv peu profonde paramétrisée à conv profonde résolue dans MNH-2.5km
- Sous-estimation du mélange vertical sans schéma de convection peu profonde

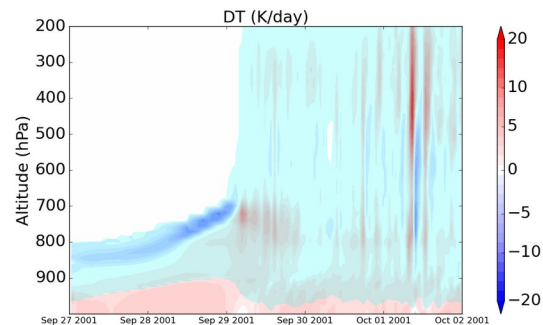
Le cas KB2006 : Impact des précipitations dans EDKF



MNH-100m

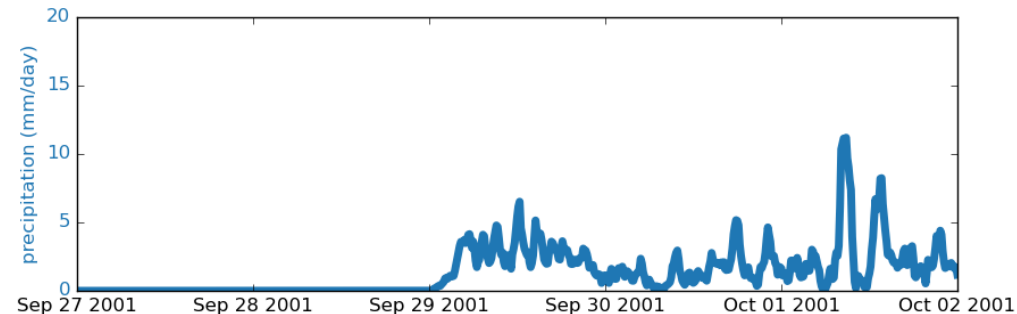
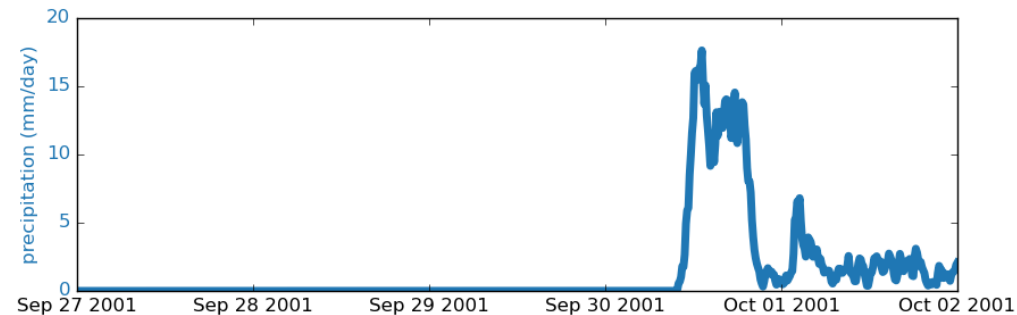
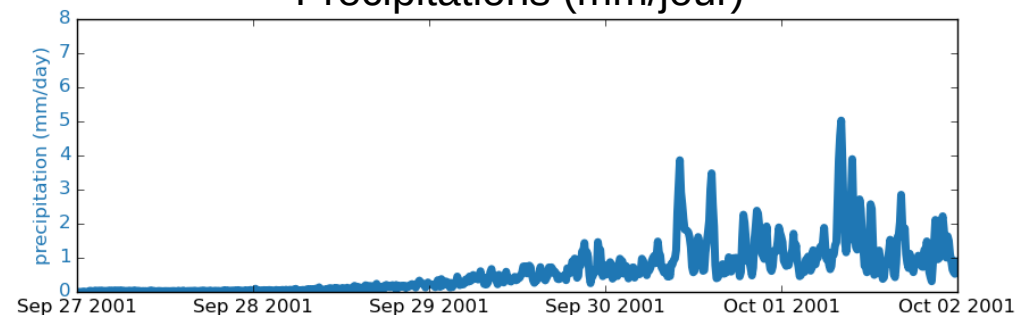


MNH-2.5km



MNH-2.5km
PLUIE

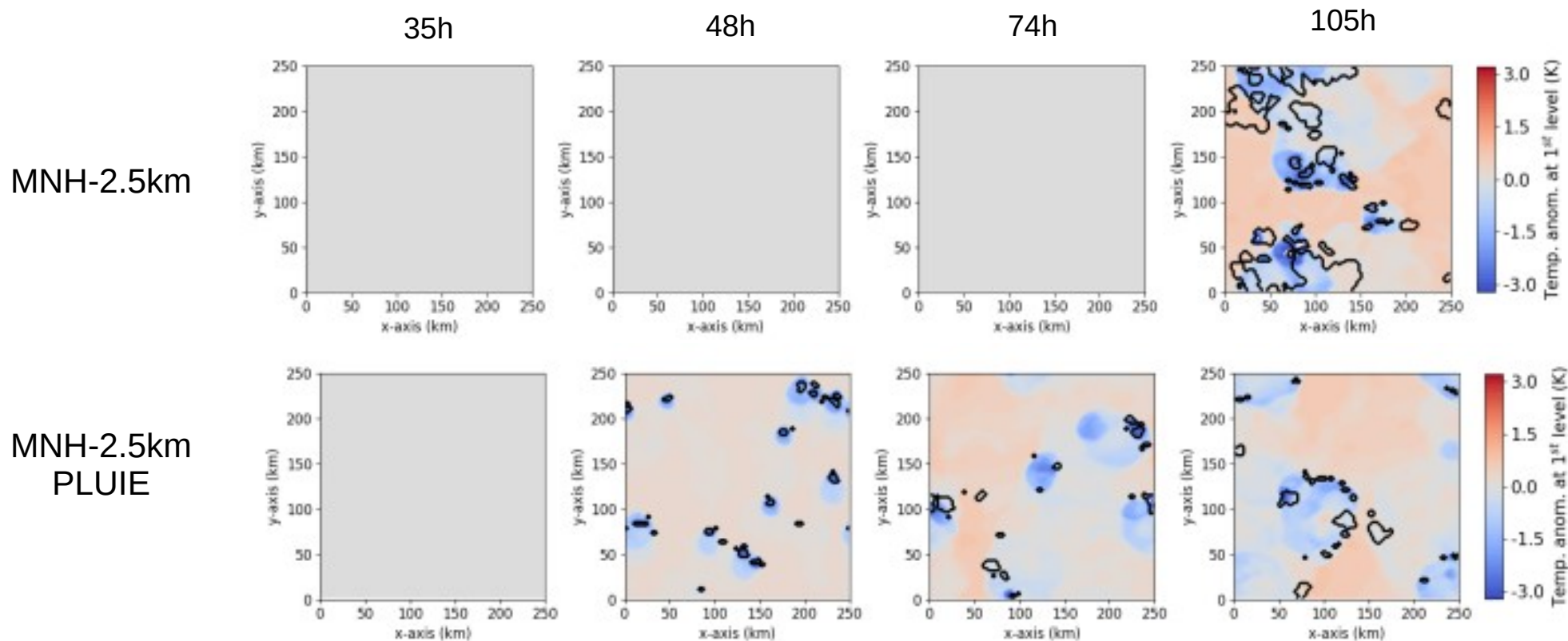
Précipitations (mm/jour)



L'activation de la pluie dans EDKF mène à un déclenchement plus précoce de convection résolue

Le cas KB2006 : organisation spatiale

Anomalie de T au 1^{er} niveau (K) et contours nuageux résolus



La pluie sous les cumulus crée des poches froides au bord desquelles s'initie la convection résolue

Et dans un modèle à convection paramétrée ?

MESO-NH
LMDZ

Critère de déclenchement
(Rochetin et al., 2014)

Convection profonde :

Résolue

Paramétrisée (Emanuel 1993 revisité par Grandpeix et Lafore, 2010)

Condensation sous-maille

Chaboureaud et Bechtold (2002)

Bony et Emanuel (2001), Jam et al. (2013)

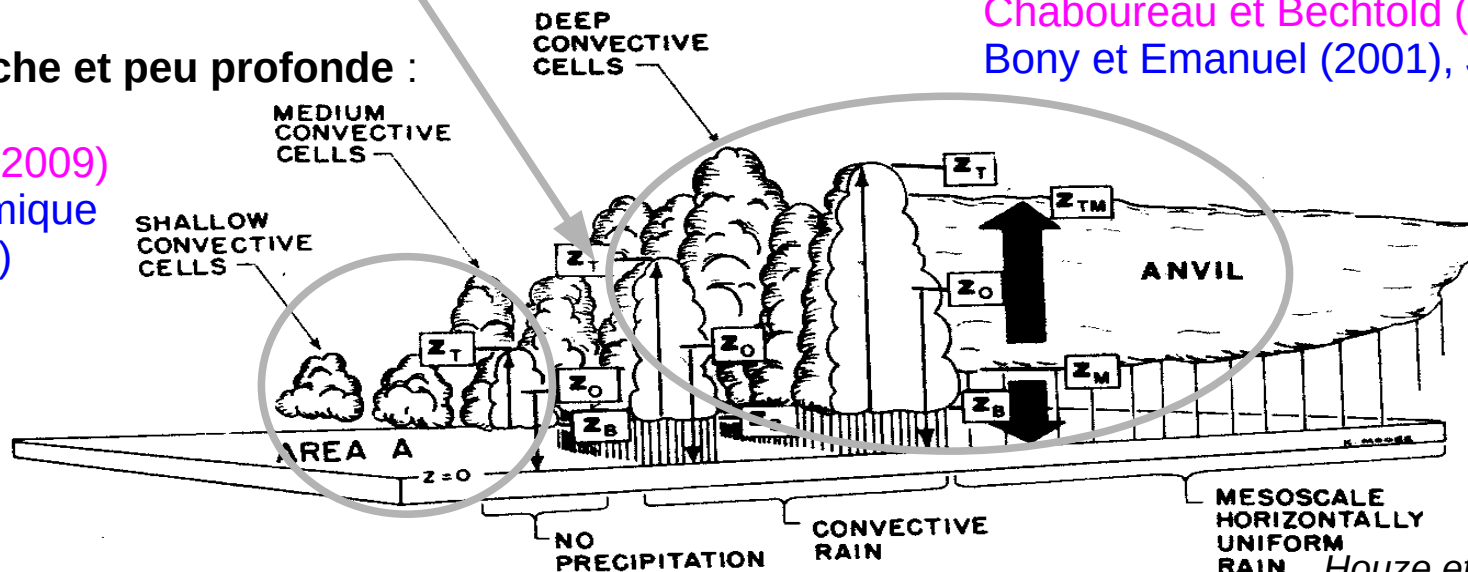
Convection sèche et peu profonde :

Schéma EDKF

(Pergaud et al., 2009)

Modèle du thermique

(Rio et al., 2008)



Turbulence

Eddy-diffusion (Cuxart et al., 2000)

Eddy-diffusion (Yamada, 1983)

Microphysique

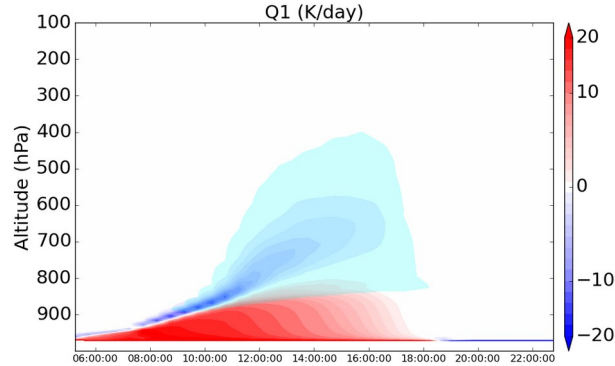
ICE3 (Pinty & Jabouille, 1998)

Zender & Kiehl (1997), Sundqvist (1978)

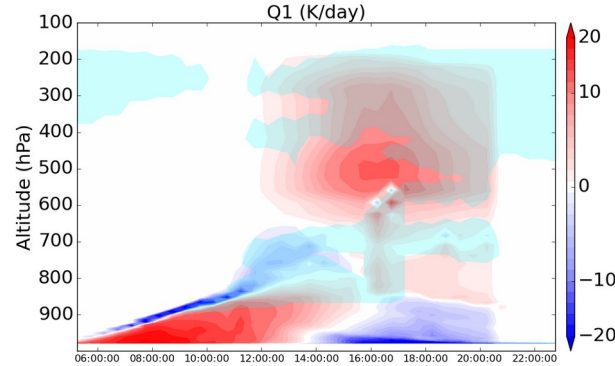
Houze et Betts, RGSP, 1981

Simulations LMDZ 1D du cas EUROCS

MNH-250m

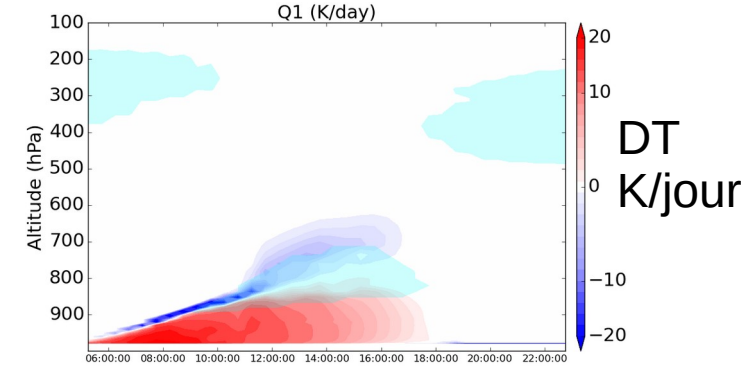


LMDZ6



Déclenchement de convection profonde dans l'après-midi

LMDZ6 – CVP Off ■ Nuages



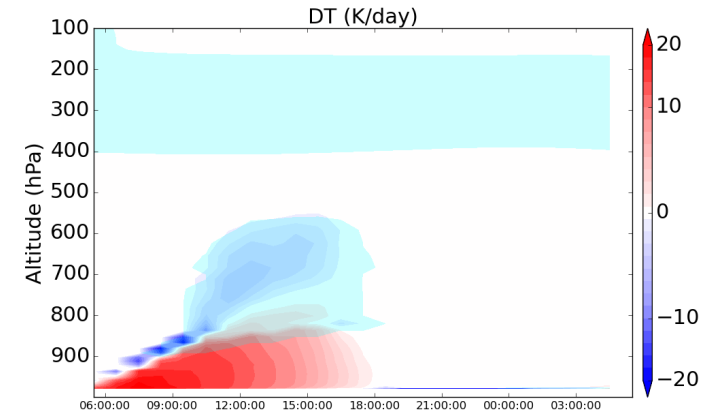
Congestus pas assez étendus verticalement

Le modèle du thermique dans sa version actuelle est-il capable de bien représenter les congestus ?

→ Exploration de la sensibilité aux paramètres avec High-Tune Explorer

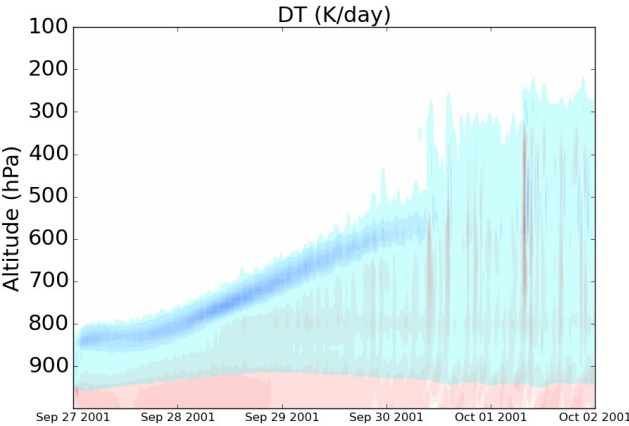
Besoin d'augmenter la taille seuil de déclenchement du schéma de convection profonde et de diminuer le paramètre de détrainement du panache thermique
Reste le problème de la pluie

LMDZdev-W2S39

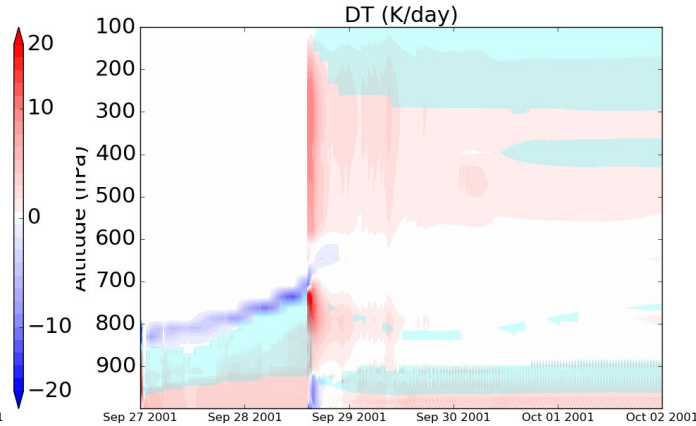


Simulations LMDZ 1D du cas KB2006

MNH-100m

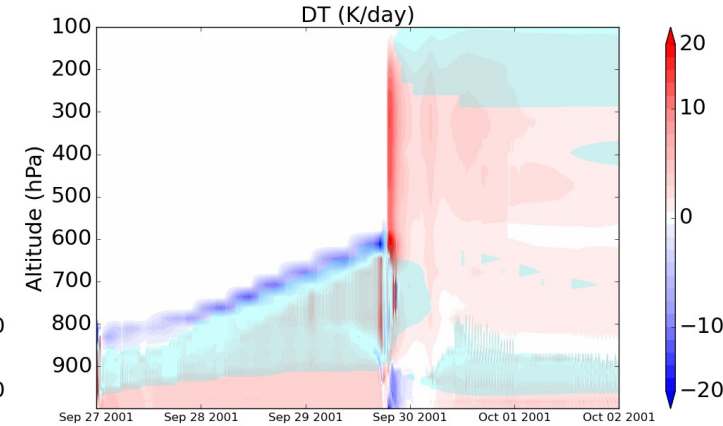


LMDZ6



LMDZ6-STRIG

Nuages

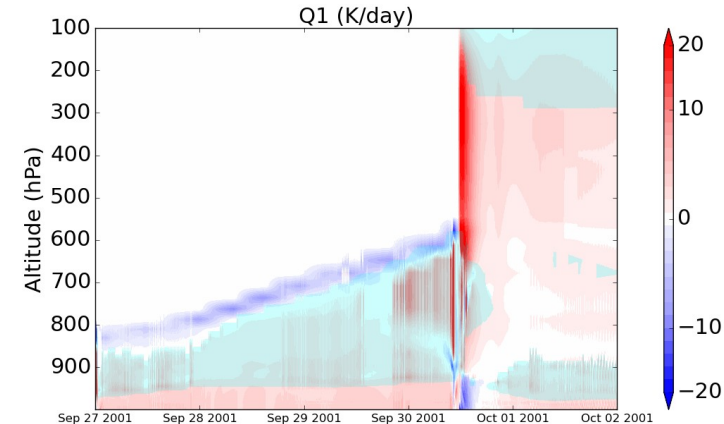


LMDZ6 : Déclenchement trop précoce de la convection profonde
Mauvaise représentation des nuages de convection profonde

Test de sensibilité : augmentation de la pluie dans les nuages peu profonds

→ Déclenchement plus tardif de la convection profonde
dû à l'effet refroidissant de l'évaporation des pluies
sous les cumulus

LMDZ6A-PLUIE



Conclusions

- Convection résolue à échelle kilométrique ?

Besoin de **paramétrisations sous-maille** au moins jusqu'au stade **congestus**

- A l'échelle d'une maille de l'ordre du **km** ou de la **centaine de km**, problématiques communes :

Turbulence

Convection peu profonde et moyenne (taux de mélange)

Nuages associés et précipitations

Critère de déclenchement versus comment passer du sous-maille au résolu ?

Intensité et organisation spatiale de la convection

A venir :

- Tester les derniers développements d'EDKF (thèse Adrien Marcel)

- Autres cas d'étude :

Issus de campagne LBA, AMMA (Stage Arthur Jardot, TROPICS)

Idéalisés (Stage Florent Dralet, PHYNH)

- Configurations plus réalistes ?

Rôle des hétérogénéités de surface notamment