

Exploration systématique des versions successives de LMDZ sur une batterie de cas 1D

M-P Lefebvre, F. Hourdin, L.Fairhead, J-Y Grandpeix, C.Rio

LMDZ est la composante atmosphérique du modèle de climat intégré de l'IPSL : **deux versions pour CMIP5**

LMDZ5A (SP)

LMDZ5B (NPv3.2)

Couche limite Diffusion turbulente contre gradient (Louis/Laval)

Diffusion turbulente (Mellor&Yamada)
Couche limite convective
Schéma flux de masse
(modèle des thermiques (Rio/Hourdin))

Convection Schéma en flux de masse (Emanuel)
Fermeture en CAPE

Schéma d'Emanuel modifié
ALE/ALP déclenchement/fermeture
Avec modèle des thermiques
+ poches froides (Grandpeix/Lafore)

Surface Modèle Orchidee 2 couches

Modèle Orchidee 2 couches

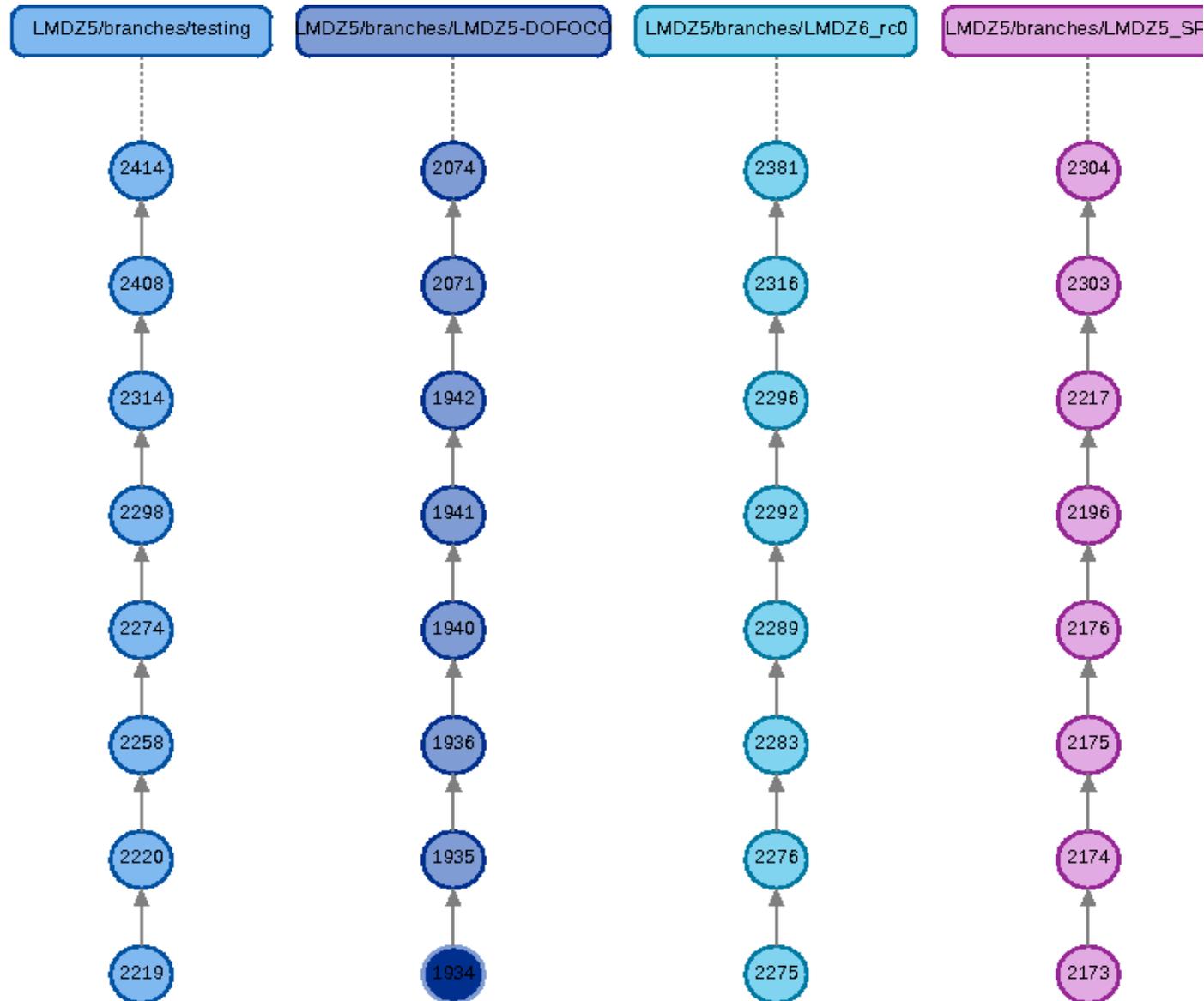
Version « pre CMIP6 » :LMDZ5B avec les modifications suivantes

thermiques actifs dans les zones de stratocumulus / déclenchement stochastique de la convection
prise en compte de la thermodynamique de la glace / Orchidee 11 couches (au lieu de 2)

LMDZ : un modèle en évolution permanente

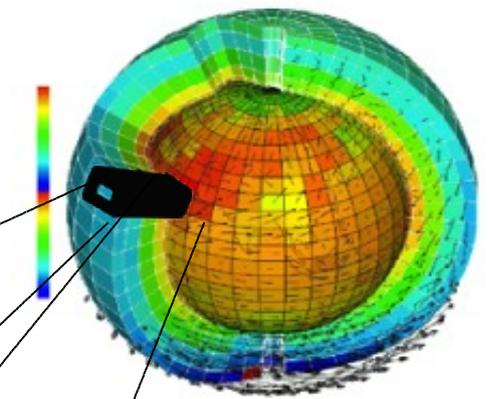
Les développements du code sont gérés par le gestionnaire de source « svn », sur un serveur qui centralise et met à disposition toutes les modifications effectuées avec un système de versions gérées en fonction de leur date.

On peut installer une version, « commettre » des modifications, mettre à jour une version ancienne avec une plus récente ...etc

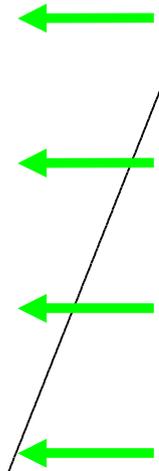
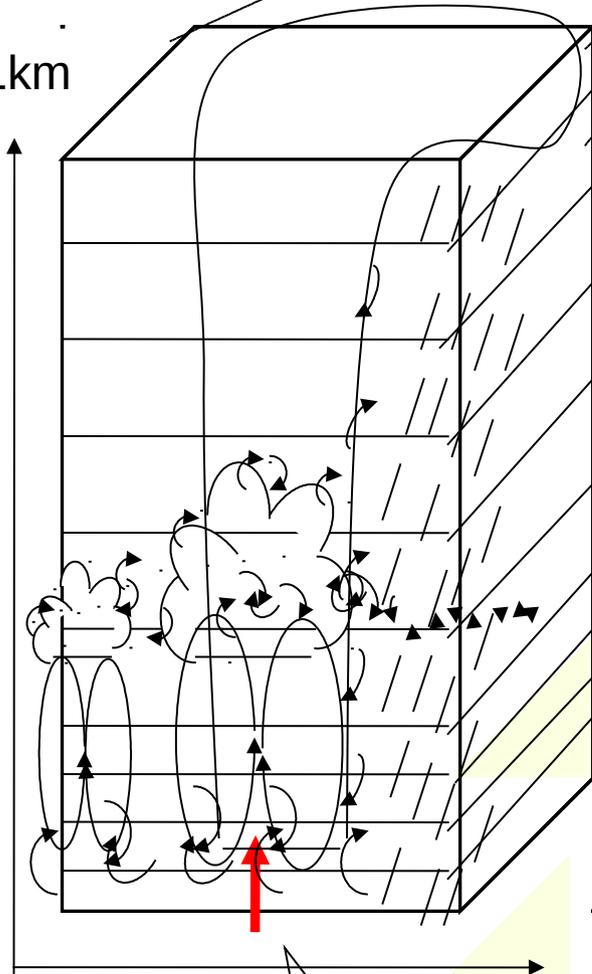
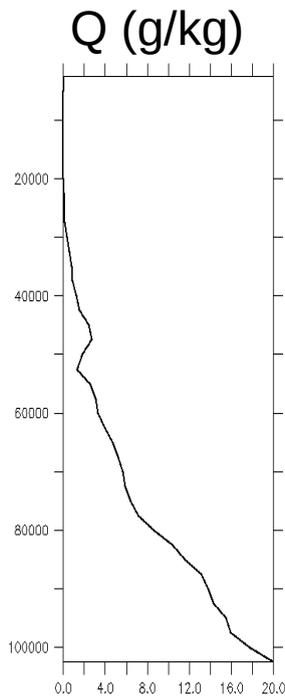
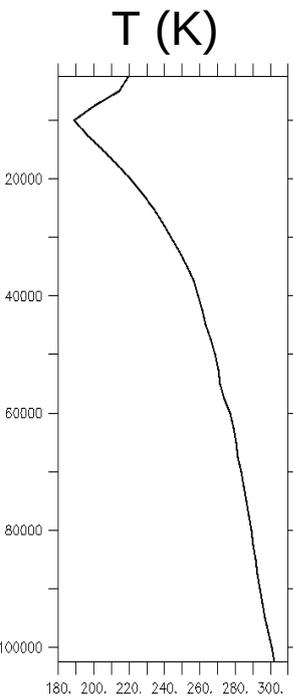


La version 1D de LMDZ

- On impose des conditions de grande échelle.
- La durée du cas est de quelques heures à quelques mois
- On étudie les paramétrisations dans un environnement donné



$z \sim 20\text{km}$
 $\Delta z =$
30m - 1km



Forçages grande échelle (constants ou non)
Température, humidité, vent

Conditions de surface :
Flux de surface ou
Température de surface

$\Delta x =$
50-300 km

Bibliothèque de cas 1D :

Convection sèche ou peu profonde :

Arm_cu (cycle diurne de petits cumulus sur terre)

Ayotte (convection de couche limite , ciel clair)

IHOP

Rico (petits cumulus précipitants sur mer)

Bomex

Stratocumulus et transition vers les cumulus

Sandu (transition avec 3 variantes en fonction de la SST)

Fire (cycle diurne de stratocumulus)

Convection profonde sur océan:

Succession de phases actives et inhibées de convection

Toga (1 mois)

case_e (partie de Toga)

TWPICE : au large de Darwin

Cindynamo : Madden Julian Oscillation
(3 mois)

Convection profonde sur terre:

Hapex : ligne de grain au Sahel

AMMA : orage local

Bibliothèque de cas 1D :

Couche limite stable:

- Dice
- GABLS4

Atmosphère forcée ou couplé avec Orchidee



Cas DICE : couche limite sur SGP durant 3 jours et 3 nuits



Cas GABLS4 : interaction d'une couche limite très stable avec une surface neigeuse

Cas idéalisés:

- + RCE : équilibre radiatif/convectif sur océan ou continent
- + Derbyshire : sensibilité à l'humidité troposhérique

Installation de LMDZ1D

- Script d'installation « install.sh » qui télécharge le modèle et l'installe sur un PC Linux
- On utilise uniquement les composantes atmosphère et végétation
- A intervalle régulier, création d'un « package » du modèle, comprenant la version modifiée de LMDZ et des versions figées de modipsl et Orchidee
- Ce script installe les sources (y compris une version de netcdf) et des utilitaires. Avantage d'être utilisable « en autonome »
- Fait tourner automatiquement un BENCH 3D (48x36x19)
- On installe ensuite la bibliothèque de cas 1D

Script automatique de lancement

```
listecas=" arm_cu rico sandufast sanduref sanduslow fire toga twpice case_e "
```

```
listedef="NPv3.2 NPv4.12 NPv5.00 NPv5.10 NPv5.17g"
```

```
ici=`pwd`
```

```
if [ "$phys" = "" ] ; then
```

```
    phys_=""
```

```
else
```

```
    phys_=${phys}_
```

```
fi
```

```
rm -f $ici/RESU/*.pdf
```

```
for DEF in $listedef ; do
```

```
# Choix des niveaux
```

```
case $DEF in
```

```
    SP|NPV3.1|NPv3.2) L=39 ;;
```

```
    NPv4.12) L=59 ;;
```

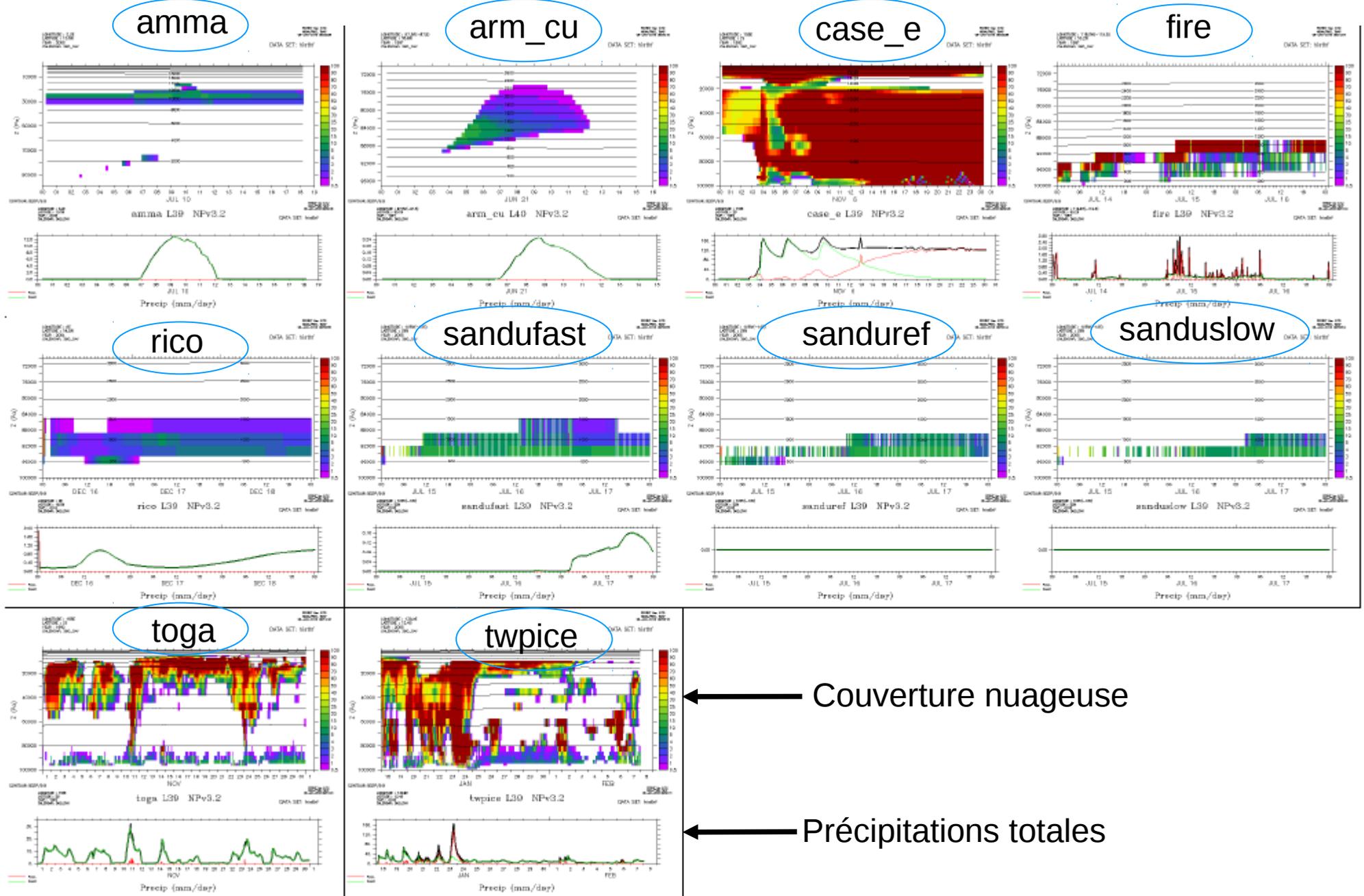
```
    H2002) L=800 ;;
```

```
    *) L=70
```

```
esac
```

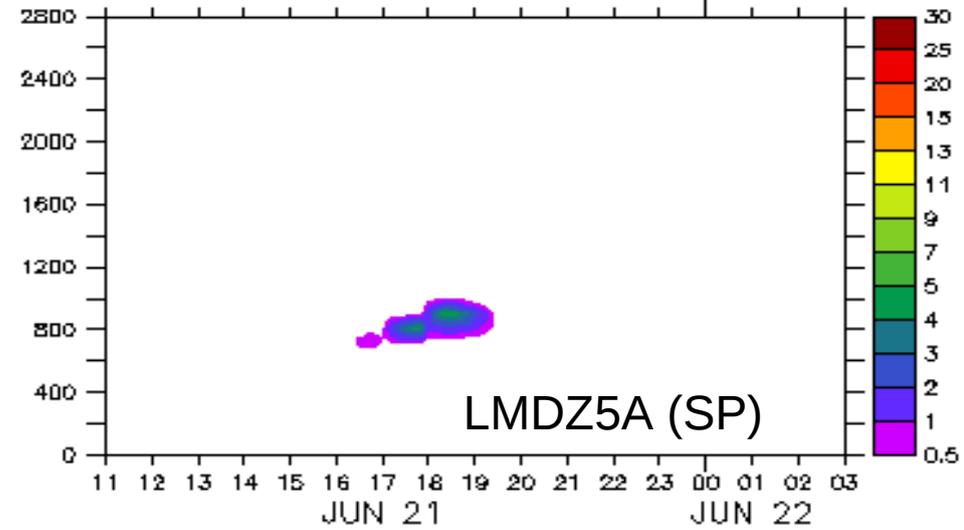
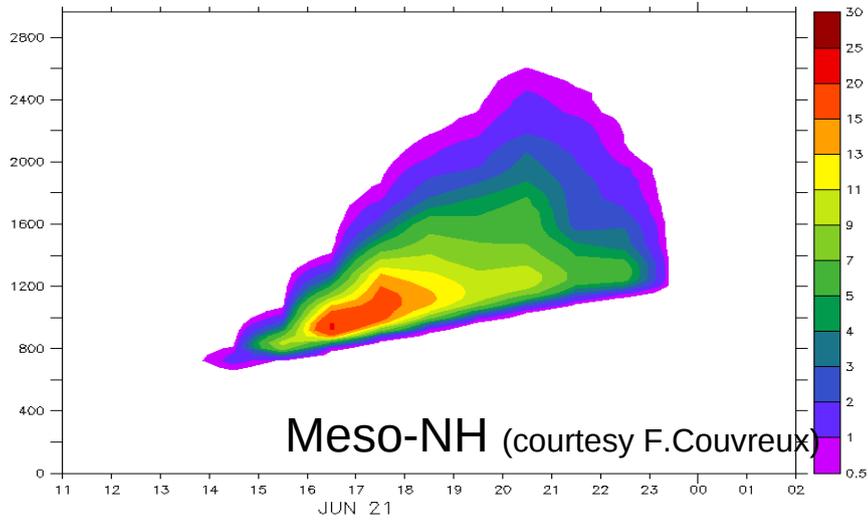
```
.....
```

Résultats pour la version NPv3.2 de la physique

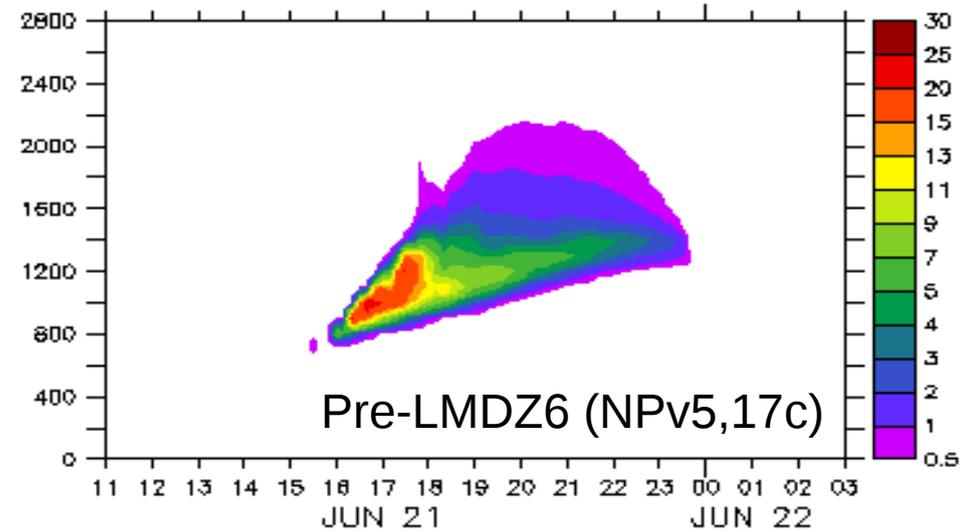
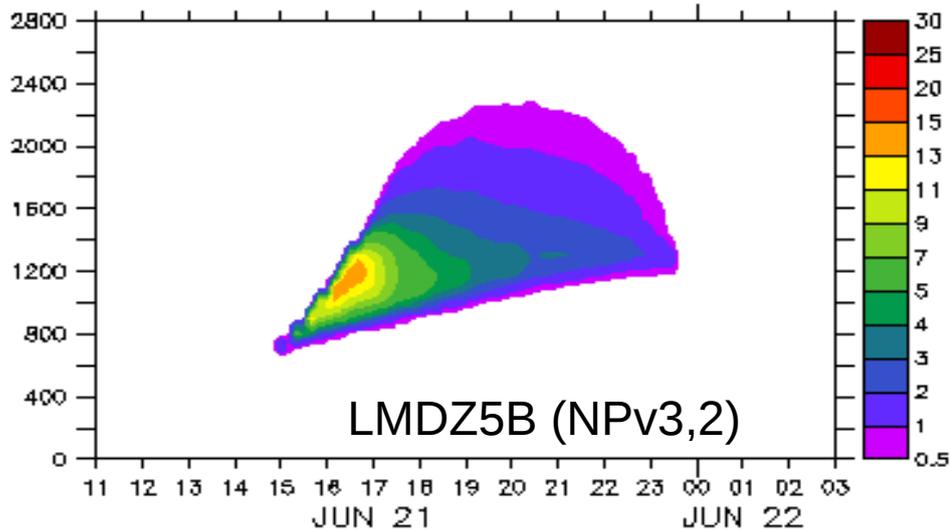


Quelques exemples ...

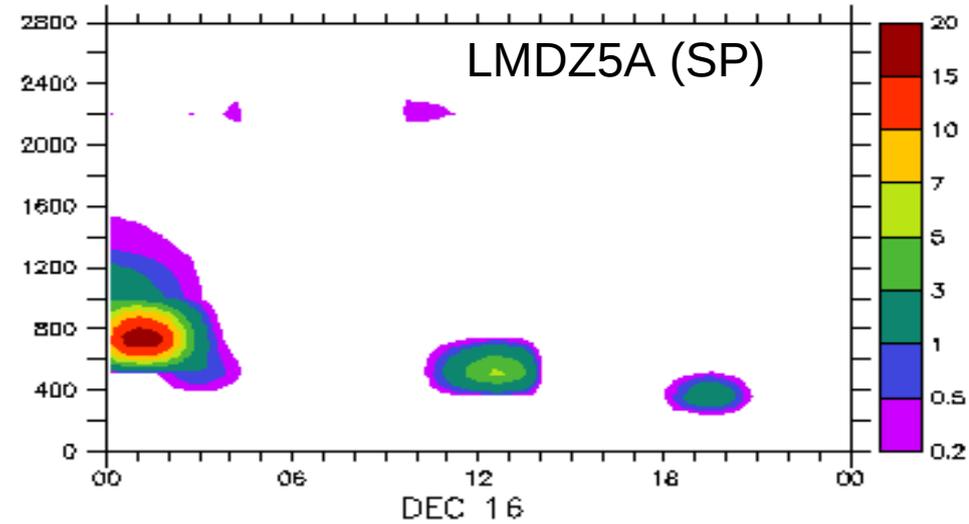
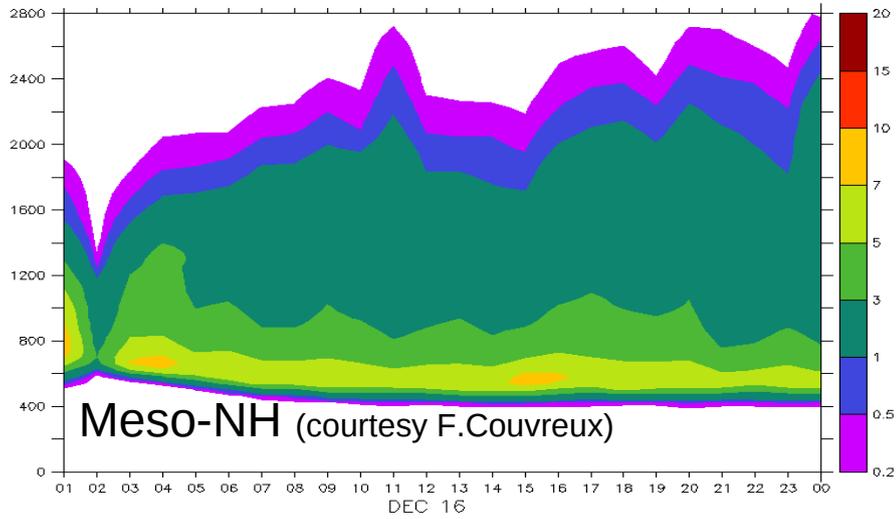
Représentation du cycle diurne des cumulus continentaux



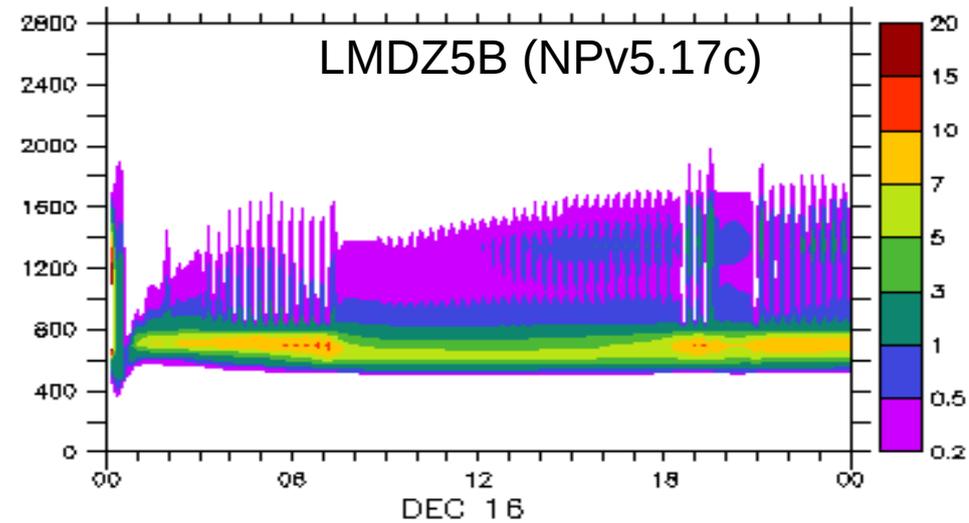
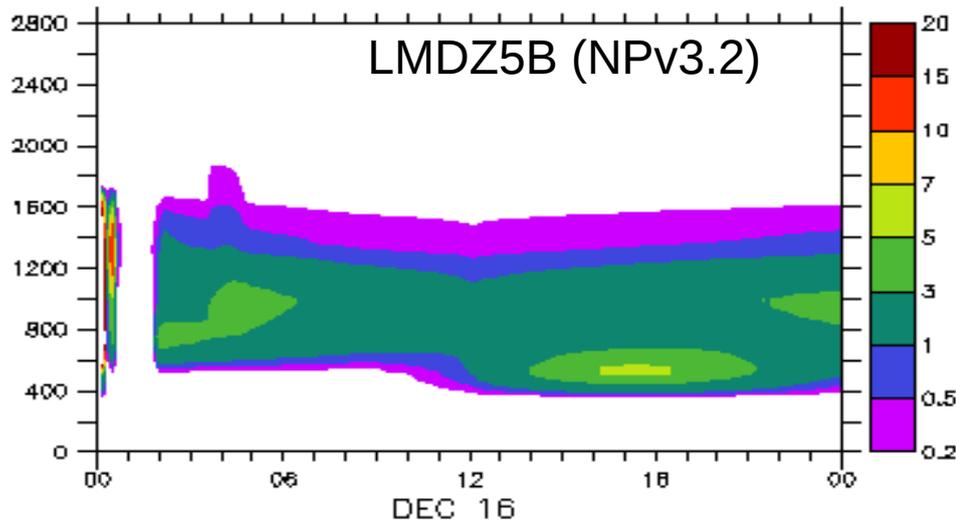
Cas arm cu : nébulosité (%)



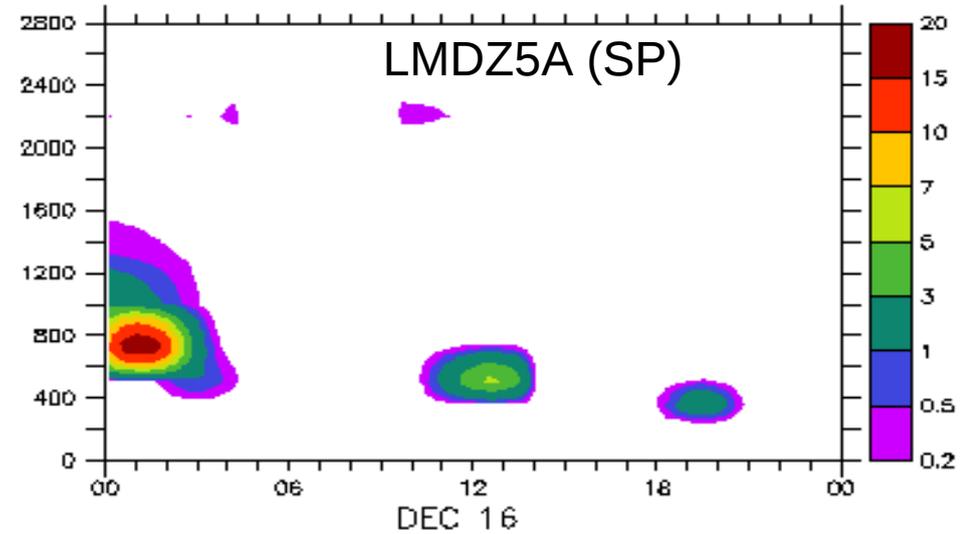
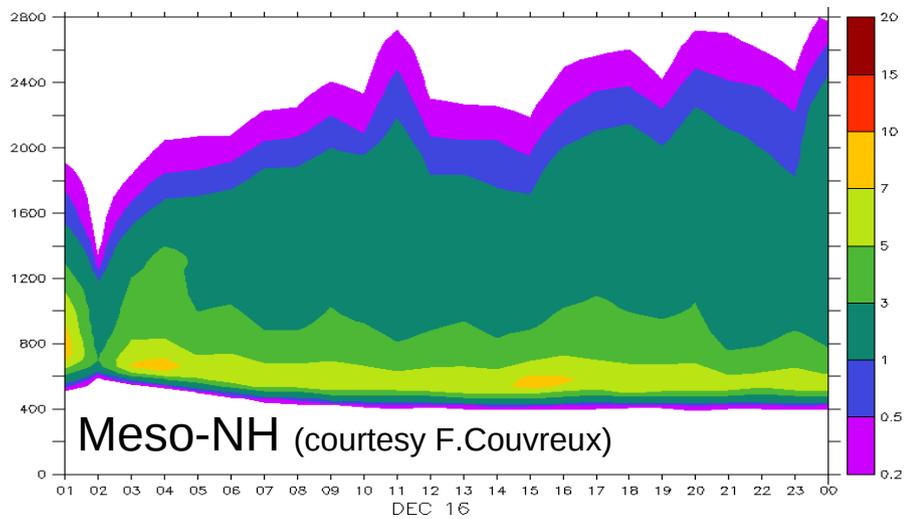
Représentation de cumulus océaniques



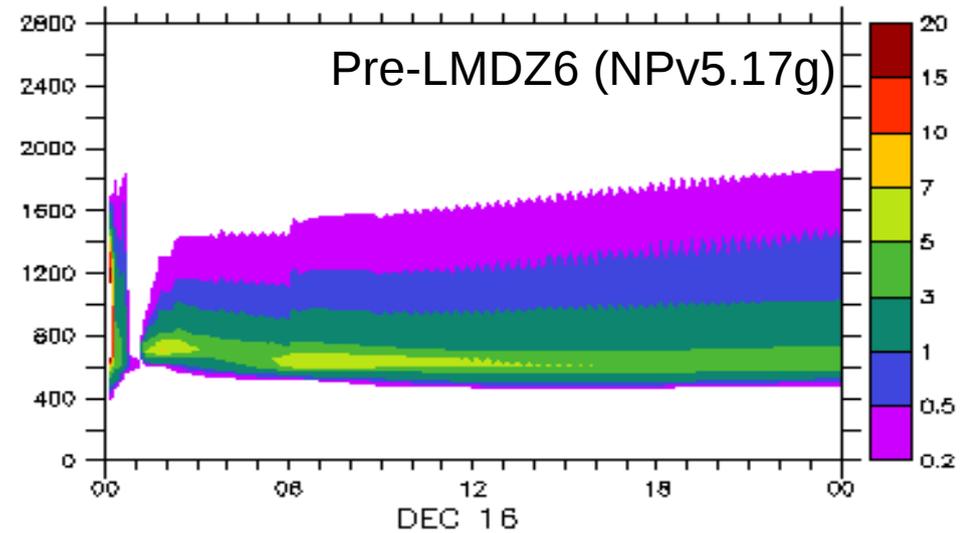
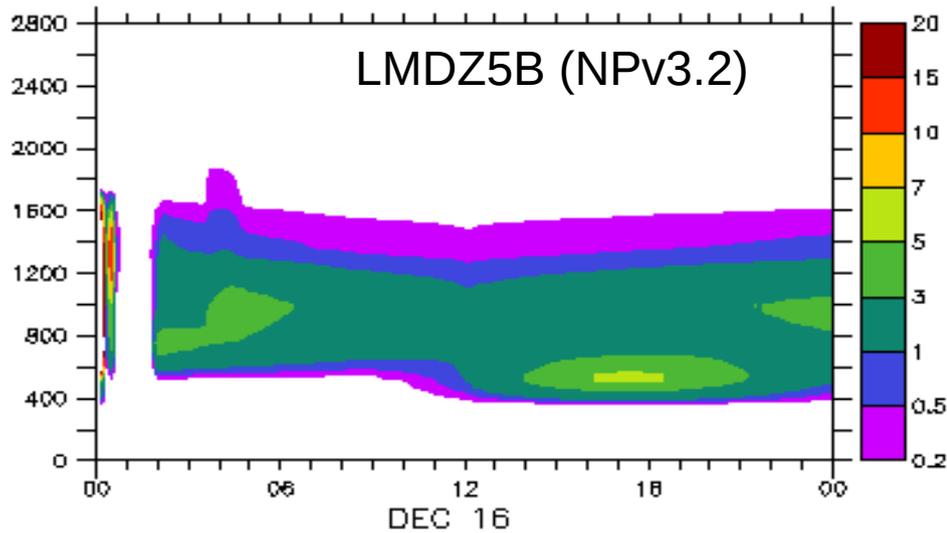
Cas rico : nébulosité (%)



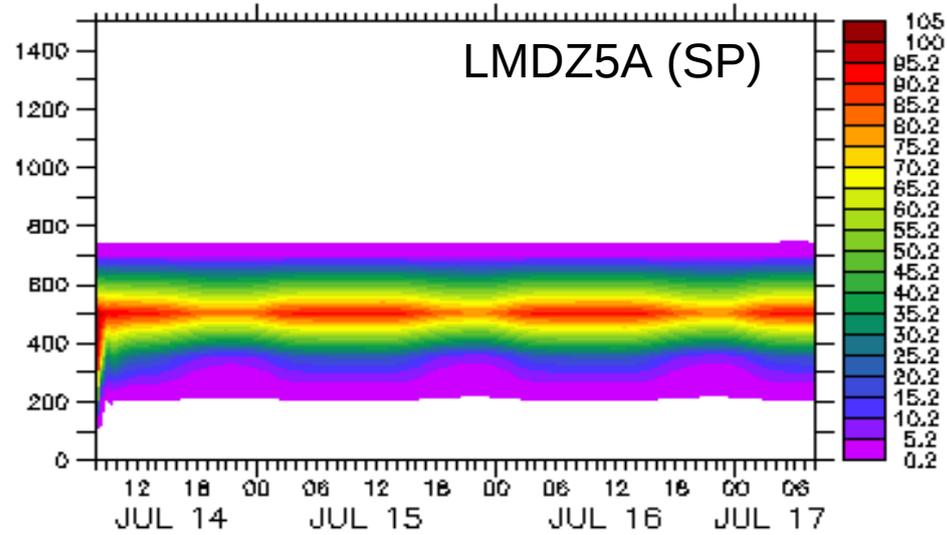
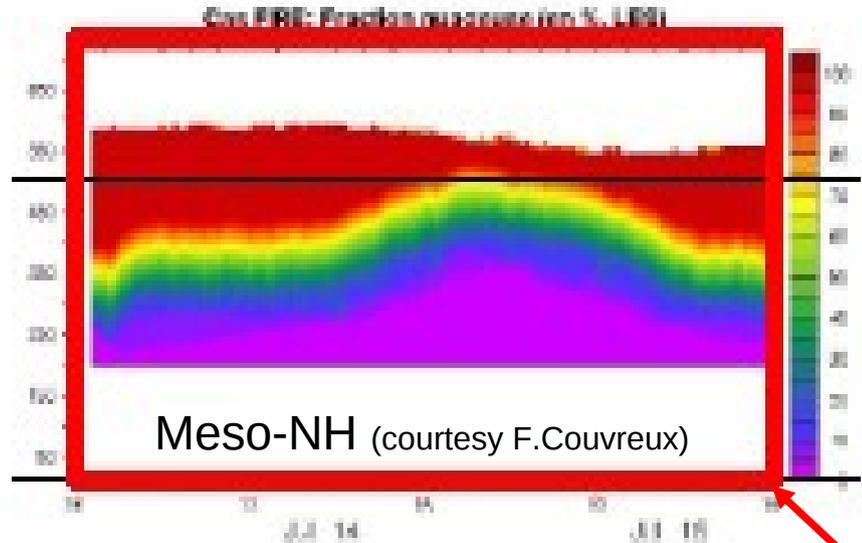
Représentation de cumulus océaniques



Cas rico : nébulosité (%)

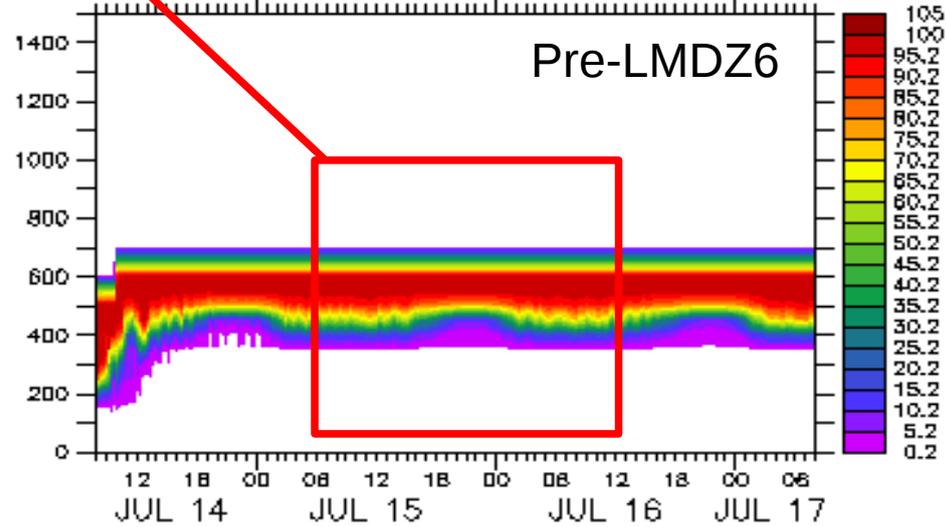
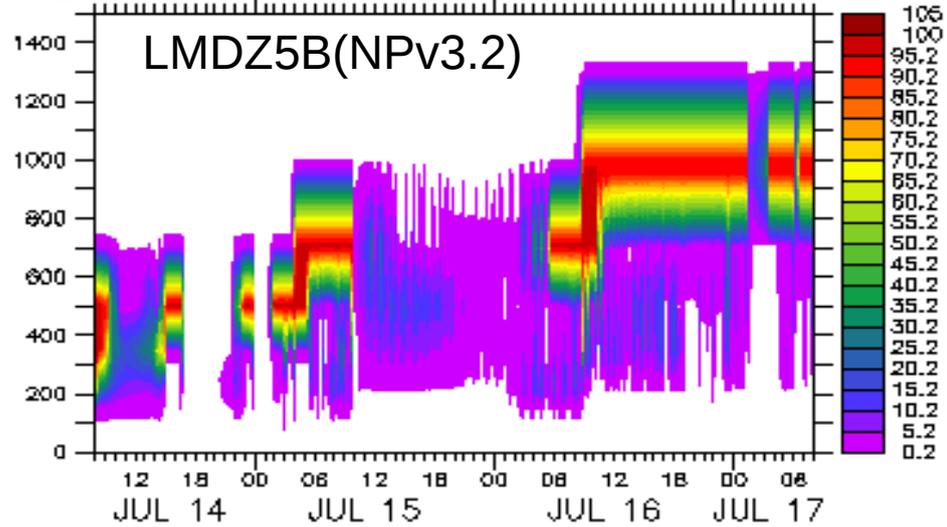


Représentation du cycle diurne des stratocumulus océaniques



Cas Fire : nébulosité (%)

- + Augmentation du nombre de niveaux : raffinement en basses couches
- + Modification entrainement/detrainement pour prise en compte mélange sommet nuage (A.Jam)

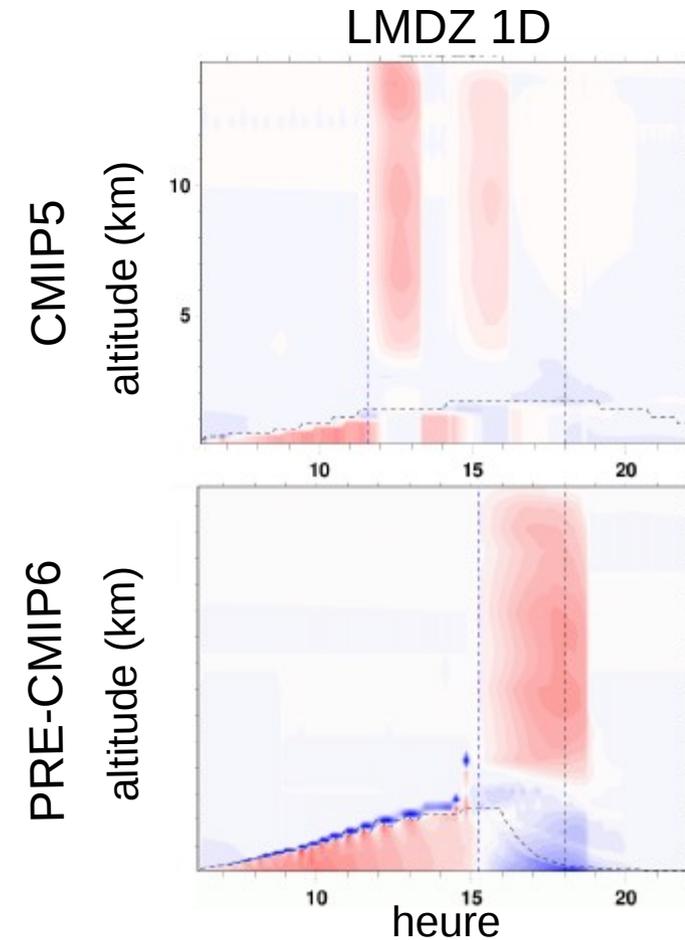
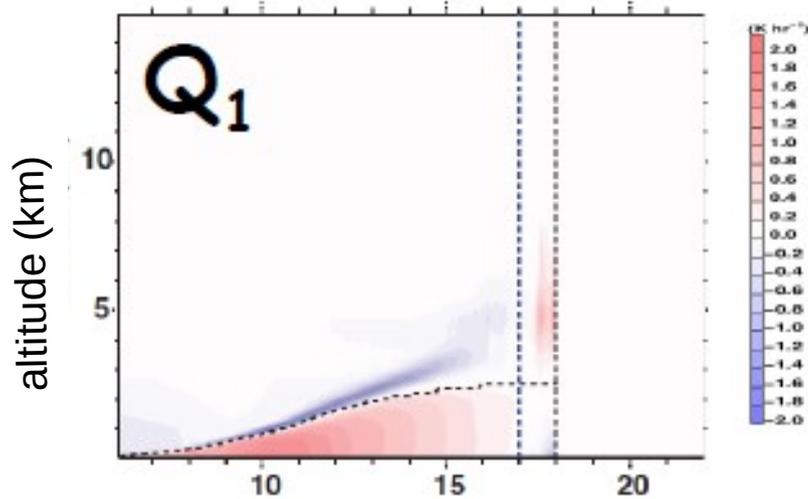


Représentation du cycle diurne de la convection continentale cas AMMA du 10 juillet 2006

(Couvreur et al., QJRMS, 2015)

Taux de chauffage Q_1 (K/hr)

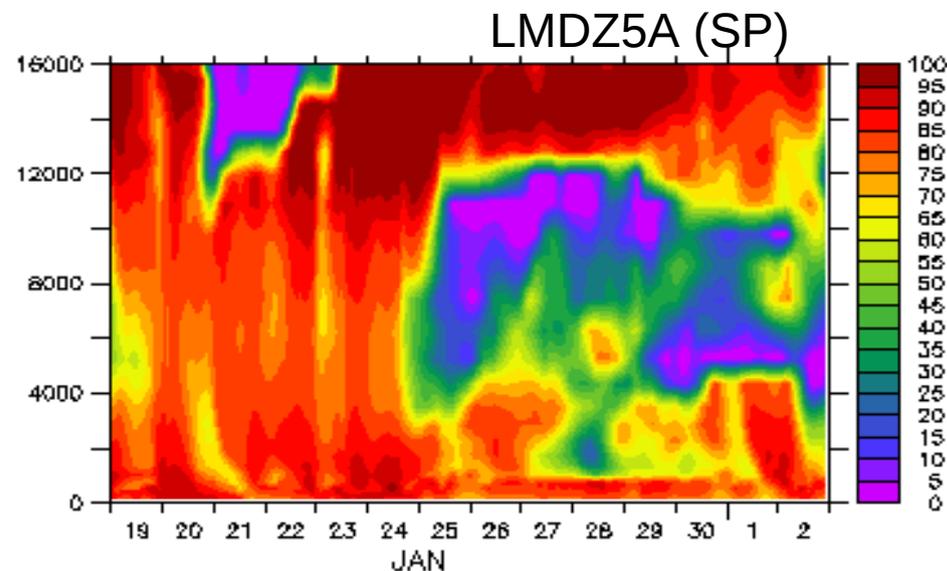
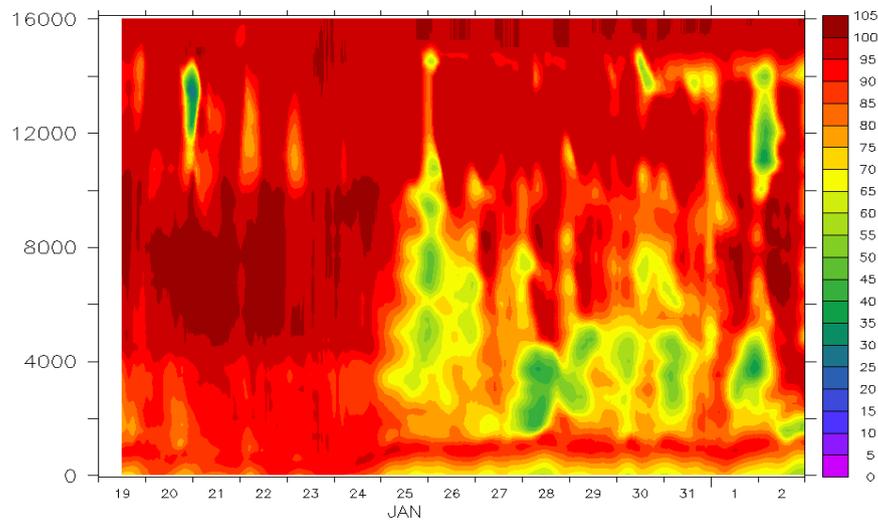
MESONH (dx=500m)



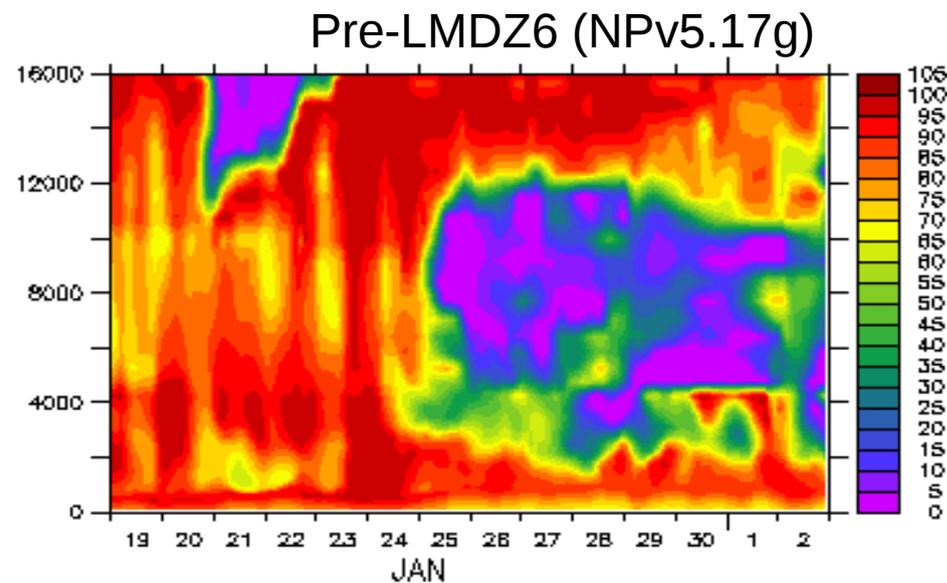
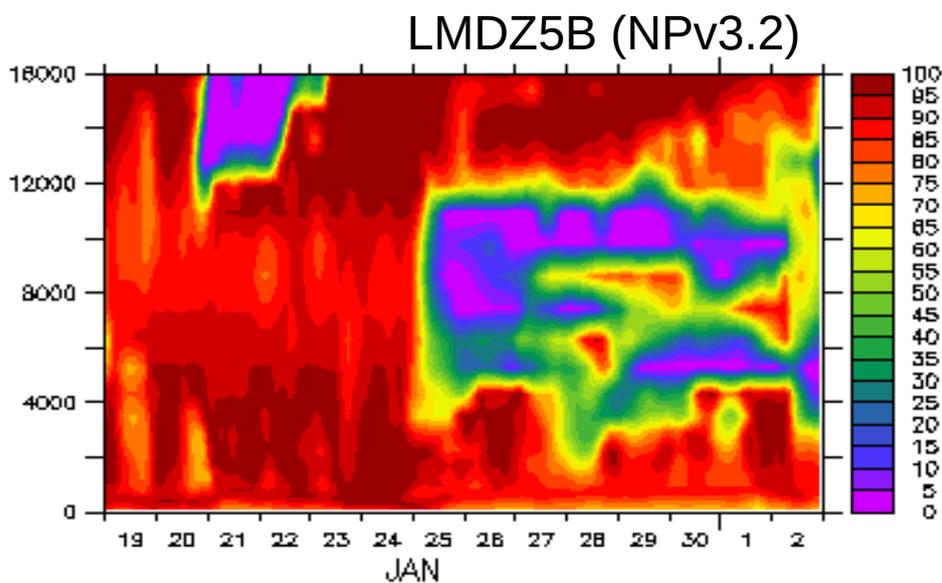
LMDZ : Nette amélioration due à la représentation des **thermiques** et des **poches froides**.

En particulier : maintien de la convection malgré le refroidissement des basses couches

Convection océanique et ses interactions avec l'humidité



Cas TWPICE : humidité relative (%)



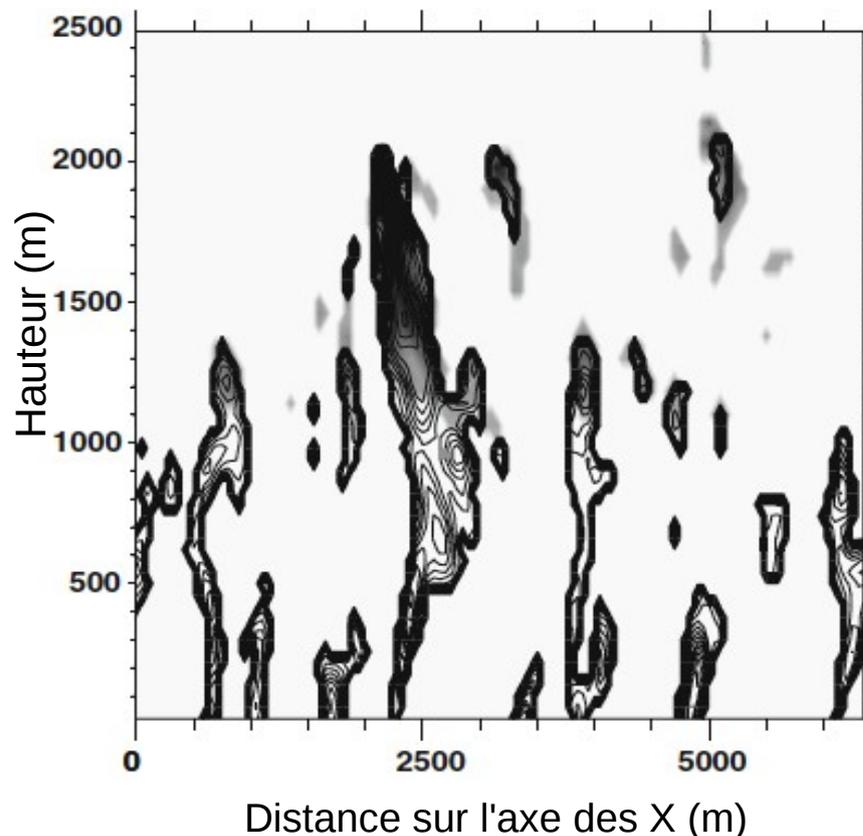
Pour aller plus loin :

- + Enrichir les diagnostics systématiques de sortie en fonction de la spécificité de chaque cas
- + Disposer des sorties équivalentes des simulations LES/CRM pour les mêmes cas

Méthode du conditional sampling

Exemple: caractérisation fine des thermiques de couche limite dans la simulation LES.

Identification des thermiques dans la simulation LES à l'aide d'un traceur



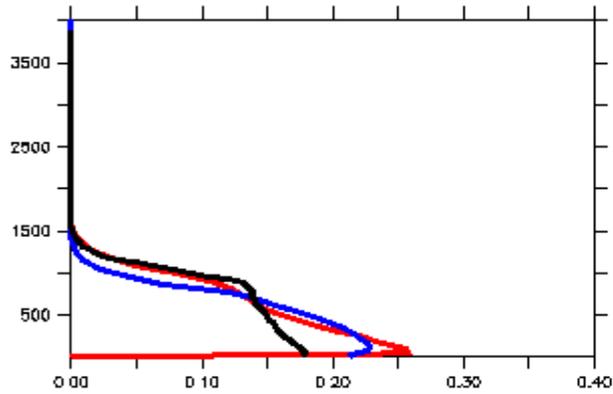
Caractéristique des thermiques, vitesse verticale, fraction couverte, flux de masse, entrainement, détrainement

Cas Arm_Cu 14h30LT
Contour= concentration du traceur
Shade= nuages ($q_v > 0$)

Profils des variables internes

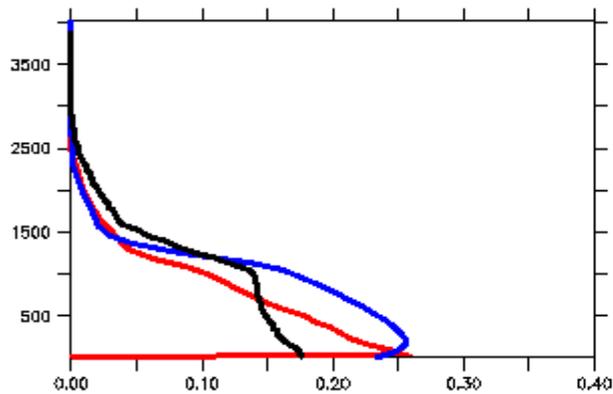
Intercomparaison des schémas EDKF et des thermiques

Fraction du panache (%)



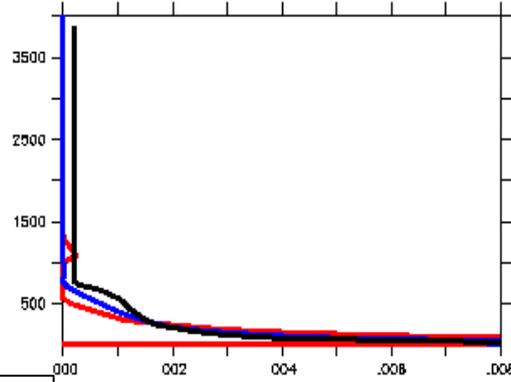
11h30LT

LMD surestime a_{th}



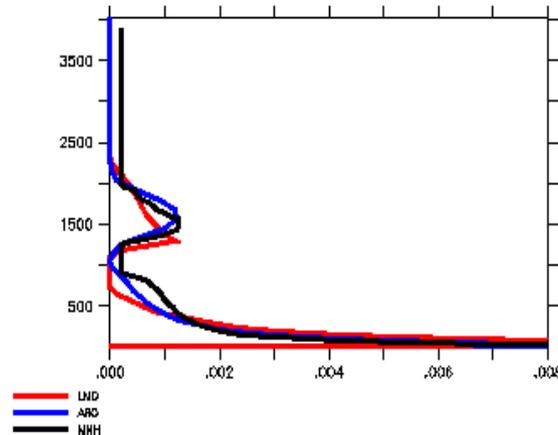
15h30LT

Fractionnel entrainement (m-1)



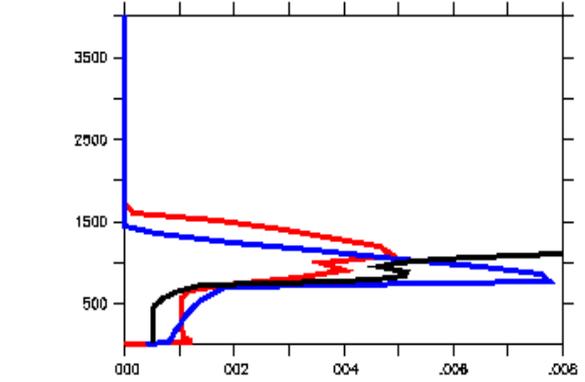
ARO
LMD
LES

Les 2 schémas
sous-estiment ϵ sous la
base



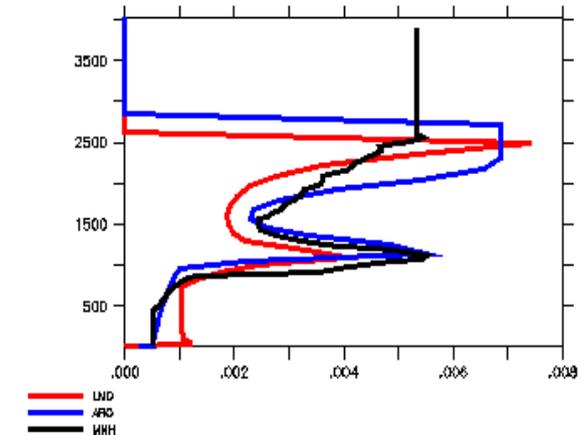
LMD
ARO
MHH

Fractionnel detrainment (m-1)



LMD
ARO
MHH

LMD surestime δ sous
la base



LMD
ARO
MHH

Conclusion :

- Toutes les ~ 2 semaines, les modifications apportées au code sont testées
- D'une part sur un BENCH 3D puis plus en détail dans des runs 3D
- D'autre part sur la batterie de cas 1D et dans différentes versions de la physique

=>

- Mise en évidence des bugs ou comportements pathologiques
- suivi étroit des versions de la physique

Perspectives :

- Adapter pour chaque cas les sorties automatiques
- Besoin de centraliser les sorties LES/CRM et les observations de référence

Merci !