

Etude de la circulation générale de l’atmosphère et de la variabilité des pluies à partir de la configuration aquaplanète de LMDZ.

TD Modélisation numérique: Physique de l’atmosphère

February 12, 2014

Ce TD vise à montrer l’utilité de la configuration aquaplanète de LMDZ dans l’étude du climat. A la différence d’une simulation “climatique”, dans une configuration idéalisée de type aquaplanète, les conditions aux limites et initiales sont idéalisées. Toute la planète est recouverte d’eau, le relief est absent et les températures à la surface de la mer (ou SSTs comme “Sea Surface Temperatures”) sont imposées et constantes dans le temps. L’annonce est disponible sous forme de pdf sur

wget <http://www.lmd.jussieu.fr/~lmdz/Distrib/TDaqua.pdf>

ce qui peut vous permettre de faire des copier/coller.

1 Les simulations aquaplanète

Les simulations aquaplanète vont vous permettre d’explorer l’état moyen du climat, les rétroactions nuageuses et la variabilité intrasaisonnière des pluies ainsi que l’influence de la physique sur le climat simulé dans un cadre simplifié. Vous allez réaliser plusieurs simulations avec les 2 jeux de paramétrisations physiques de LMDZ. Le premier dit “AR4” contient les packages de la physique utilisés pour réaliser les simulations pour le projet CMIP5. Le deuxième jeu dit “AR5” (ou “nouvelle physique”) contient en plus la représentation des panaches thermiques associés à la convection peu profonde et les courants de densité créés par l’évaporation des pluies.

Avec chacun des jeux de la physique vous allez réaliser 3 simulations. Une simulation dite de contrôle et qui correspond au climat présent et deux simulations de sensibilité, l’une avec une anomalie de +2K sur les SSTs et l’autre avec un “patch d’eau chaude” centrée à 110° sur le Pacifique ouest et s’étendant sur 150° de longitude vers l’ouest et vers l’est.

1.1 Comment réaliser une simulation aquaplanète

Pour faire tourner une simulation aquaplanète créez un répertoire AQUA dans le répertoire LMDZ5. Recompilez le modèle à la résolution 48x36x39 et copiez l’exécutable gcm.e dans le répertoire AQUA. Copiez également les fichiers de paramètres *.def du répertoire BENCH48x36x19. Editez le fichier gcm.def ; ajoutez

```
read_start=n
```

et modifiez

```
iflag_phys=103
```

Notez que le paramètre *iflag_phys* peut prendre des valeurs entre 101 et 114, valeurs qui correspondent à différents profils de SSTs (voir les routines *iniaqua* et *profil_sst* du fichier *phyaqua.mod.F* dans le répertoire lib/phylmd).

Dans `config.def` mettez-vous à l'équinoxe de printemps (paramètre `solarlong0`) et prenez un profil d'ozone symétrique par rapport à l'Equateur et constant sur l'année (paramètre `read_climoz`):

```
solarlong0=0
read_climoz=-1
```

Pour une simulation idéalisée on peut considérer que chaque mois dure 30 jours. Pour l'étude proposée une simulation de 5 mois est suffisante pour explorer l'état moyen de l'atmosphère et sa variabilité intrasaisonnière. Changez la longueur de la simulation (paramètre `nday` de `run.def`) en mettant 150 jours (au lieu des 360).

Mettez à 10 le niveau de sortie du fichier mensuel `histmth` (1ère valeur du paramètre `phys_out_filelevels` dans `config.def`) afin d'avoir les tendances en température et humidité associés aux différents processus physiques. Dans `config.def` mettez à 10 jours la fréquence de sortie du fichier `histmth` en mettant la première valeur du paramètre `phys_out_filetimesteps` à 10day.

Faites tourner le modèle LMDZ `./gcm.e > listing 2>&1`

1.2 Simulation aquaplanète +2K

Créez un nouveau répertoire `AQUA_2K`. Copiez les `*.def` et le `gcm.e` du repertoire AQUA. Modifiez le profil de SSTs:

```
iflag_phys=104
```

et lancez la simulation.

1.3 Simulation aquaplanète avec patch d'eau chaude

Copiez le code `phyacqua_mod.F.new` sur `LMDZ5/libf/phyldm` :

```
cd LMDZ5/libf/phyldm
wget http://www.lmd.jussieu.fr/~lmdz/Distrib/phyacqua_mod.F.new
```

Gardez l'ancien code `phyacqua_mod.F` et recopiez le nouveau sur `phyacqua_mod.F`.

```
\mv phyacqua_mod.F phyacqua_mod.F.old
\cp phyacqua_mod.F.new phyacqua_mod.F
```

Le nouveau code `phyacqua_mod.F.new` contient en plus un profil de SSTs contenant un patch d'eau chaude centré sur le Pacifique Ouest. Recompilez le modèle LMDZ. Créez un nouveau répertoire `AQUA_PATCH`. Copiez les `*.def` du répertoire AQUA et le `gcm.e` de LMDZ5 et modifiez le profil de SSTs:

```
iflag_phys=115
```

Lancez la simulation.

1.4 Simulations aquaplanète “nouvelle physique”

Refaites les 3 simulations ci-dessus en prenant cette fois-ci les paramètres de la nouvelle physique. Commencez par créer chaque fois un nouveau répertoire : `AQUA_NP`, `AQUA_NP_2K` et `AQUA_NP_PATCH`. Copiez les `*.def` des repertoires AQUA* correspondants et les executables `gcm.e` respectifs. Copiez le fichier `physiq.def_L39_NPv3.1` (se trouvant sur `LMDZ5/DefLists`) sur `physiq.def`:

```
cd AQUA_NP
\cp ../DefLists/physiq.def_L39_NPv3.1 physiq.def
```

2 Analyses des résultats

2.1 Etat moyen et rétroactions nuageuses

Exporez les simulations *AQUA* et *AQUA_2K* en termes de circulation générale et de bilan radiatif au sommet de l'atmosphère.

Comparez pour cela les moyennes zonales de la vitesse verticale (*vitw*), du vent zonal (*vitu*), de la température (*temp*) et de l'humidité (*rhum*). Comparez également la distribution verticale des nuages (moyenne zonale de *rneb*).

Comparez les flux radiatifs ondes courtes et ondes longues avec nuages (variables *tops* et *topl*) et sans (variables *tops0* et *topl0*). Est-ce que le bilan énergétique (*tops-templ*) change beaucoup entre la simulation de contrôle et celle avec +2K ? L'effet des nuages sur le bilan radiatif est évalué au travers des forçages radiatifs ondes longues et courtes: *tops-temps0* et *templ0-templ*. Comment change l'effet radiatif des nuages dans un climat plus chaud ?

Notez que lors du premier mois de simulation le modèle est en phase d'ajustement. Refaites l'analyse ci-dessus en moyennant à partir du 2ème mois.

2.2 Variabilité des précipitations sub-tropicales

Exporez les simulations *AQUA* et *AQUA_PATCH* en termes de variabilité des pluies et du flux radiatif ondes longues (*LW*) au sommet de l'atmosphère. Mettez-vous dans une bande latitudinale proche de l'Equateur ($10^{\circ}S - 10^{\circ}N$) et tracez le diagramme de Hovmöller des précipitations et du flux radiatif *LW* au sommet de l'atmosphère. Caractériser la variabilité intrasaisonnière des pluies (fréquence d'occurrence, propagation, moyennes et variances).

2.3 Influence de la physique sur les différents aspects étudiés auparavant

Exporez de même les simulations *AQUA_NP*, *AQUA_NP_2K* et *AQUA_NP_PATCH* en termes d'état moyen, rétroactions nuageuses et variabilité des précipitations.

Quelles sont les différences les plus importantes entre les 2 physiques ? (état moyen, distribution nuageuse, variabilité des pluies). Pour expliquer les différences que vous voyez comparez les tendances physiques (*dtphy*, *dqphy*) et leur répartition entre les différents processus (couche limite, convection, grande-échelle, cf. première séance).