

Interactions surface/couche limite/convection: contraste entre le Sahel et l'Amazonie

Cours M2 de modélisation numérique

janvier 2020

I. Installation de la version 1D de LMDZ

Pour effectuer ce TD, vous devez avoir préalablement installé LMDZ et sa version 1D: voir la fiche technique LMDZ1D.

II. Cas d'étude d'équilibre radiatif/convectif continental

Vous allez faire tourner le modèle non sur un cas observé mais dans un cadre idéalisé dans lequel les advections de grande-échelle au bord de la colonne sont nulles, et les processus atmosphériques répondent uniquement au rayonnement ainsi qu'à leur couplage à la surface.

L'objectif du mini-projet est de contraster le cycle diurne des processus atmosphériques et de surface dans un environnement désertique (Sahel) et un environnement tropical humide (Amazonie).

Pour cela, vous allez lancer 2 simulations de 10 jours, une dans chaque environnement.

- Cas sahélien:

On se place pendant la saison des pluies (26 juillet 2006) dans la région d'Agoufou (15.3N, 1.5W).

Editez lmdz1d.def

et faites les modifications nécessaires pour avoir :

Latitude

rlat=15.3

Longitude (longitude 0 on se place en heure locale)

rlon=0

surface albedo

albedo=0.26

Initial bucket water content (kg/m2) when land

qsolinp=25

Longueur de rugosité de la surface

rugos=0.01

Commenter la ligne donnant qsol0

qsol0=10

Le modèle d'hydrologie

Les variables qsol0 et qsolinp contrôlent l'évaporation dans un modèle d'hydrologie de surface dit « bucket » ou saut d'eau.

Le réservoir en eau du sol se remplit en fonction du bilan entre précipitation et évaporation :

$dh/dt = P - E$, q en mm d'eau

Si $h > 150\text{mm}$ on suppose que l'eau ruisselle ailleurs.

L'évaporation elle-même s'exprime en fonction de l'évaporation potentielle (celle d'une surface d'eau libre dans les mêmes conditions) et un coefficient d'aridité β :

$E = \rho C_d \|V\| \beta (q_{\text{sat}}(T_s) - q_{\text{air}})$

où le coefficient d'aridité est 1 pour $h > 75\text{ mm}$ et décroît pour des valeurs plus faibles, limitant l'évaporation pour manque de disponibilité en eau :

$\beta(h) = \min (h / 75\text{mm} , 1)$

qsolinp est la valeur initiale de h et qsol0 une valeur imposée tout au long de la simulation. Si qsol0 n'est pas donné, alors h évolue sous l'effet de la précipitation et de l'évaporation.

Puis éditez run.def pour définir le jour et la durée de la simulation:

Le jour 207 dans un calendrier à 360 jour situe la simulation fin Juillet.

```
calend=earth_360d
dayref=207
nday=10
anneeref=2006
```

Régler les sorties hourly à leur niveau maximum : 10

```
phys_out_filekeys= y n n n n
phys_out_filenames= hourly histhf day histins histLES
phys_out_filelevels= 10 10 10 10 10
phys_out_filetypes= ave(X) ave(X) ave(X) inst(X) inst(X)
phys_out_filetimesteps= 1hr 30mn 1day 1hrA 6hr
```

Enfin, lancez une simulation avec ./lmdz1d.e.

- Cas amazonien:

On se place pendant la saison des pluies (23 février 1999) au Rondonia au Brésil (10.45S, 62.2W) (mais on préférera aussi mettre la longitude à 0)

Modifier lmdz1d.def et run.def pour faire une simulation de 10 jours à partir du 23 février 1999 à 10.45S.

Modifiez de plus: l'albedo (albedo=0.12), le contenu initial en eau du sol (qsolinp=50) et la rugosité (rugos=1.8).

III. Etude du cycle diurne

Dans un premier temps, comparez le cycle diurne des propriétés de surface (tsol, qsol, evap), de la pluie (precip), des nuages (rneb) dans les 2 environnements.

Contrastez plus particulièrement l'évolution des flux de surface latent et sensible (flat, sens), de la température et de l'humidité près de la surface (t2m, q2m), le développement de la couche limite diffuse (dtvdf,dqvdf), de la couche limite convective (dtthe, dqthe), de la convection profonde précipitante (dtcon, dqcon) et des poches froides (dtwak, dqwak).

Essayez d'interpréter ces différences.

Dans un second temps, on essaiera de mieux comprendre les interactions atmosphère/surface en coupant une boucle de rétroaction entre les deux. Pour cela, relancez les deux simulations précédentes avec un modèle de sol simplifié, dans lequel l'évapo-transpiration est prescrite et ne répond donc pas à l'évolution simulée de l'atmosphère. Pour cela, fixer qsol0 dans config.def à la valeur de qsolinp de physiq.def On pourra également essayer de déterminer qui de la rugosité, de l'insolation (contrôlé par la latitude et la saison), ou de l'humidité joue un rôle déterminant.

IV. Simulations tri-dimensionnelle.

On comparera le résultat de ces simulations uni-dimensionnelles à des simulations 3D effectuées avec un zoom soit sur le Sahel, soit sur l'Amazonie.

On lancera d'abord des simulations de 3 ans pour mettre les réservoirs de sol à l'équilibre.

Puis on effectuera des simulations de 1 mois en saison des pluies pour étudier l'impact d'un changement de rugosité ou d'albedo. On essaiera de relier les résultats aux résultats des simulations uni-dimensionnelles.