**Représentation des nuages de glace et de leur effet radiatif dans le modèle LMDZ: Application à une phase active et inhibée de convection au large de Darwin**

Cours M2 de modélisation numérique

*18 février 2015*

## I. Installation de la version 1D de LMDZ

Sur votre machine, connectez-vous sous le login qui vous a été attribué et placez-vous dans le répertoire dans lequel vous avez installé le modèle LMDZ.

Pour utiliser la version unicolonne du modèle, vous devez télécharger des fichiers supplémentaires:
wget http://www.lmd.jussieu.fr/~hourdin/COURS/twpice.tar
tar xvf twpice.tar

## II. Cas d'étude TWP-ICE

Vous allez faire tourner le modèle sur un cas d'étude de convection profonde océanique, issu de la campagne TWP-ICE (Tropical Warm Pool International Cloud Experiment) ayant eu lieu début 2006 au large de Darwin, en Australie. La campagne s'est étendue du 18 janvier au 4 février 2006. Pendant cette période, une phase dite “active” de convection profonde de plusieurs jours, associée à de fortes précipitations, précède une phase de convection dite “suppressed”, pendant laquelle la convection est moins profonde et associée à de plus faibles précipitations.

Placez-vous dans le répertoire:
cd TWPICE
et compilez le modèle avec la commande:
./compile

L'objectif du mini-projet est de documenter l'effet radiatif des nuages en fonction de la répartition de leur contenu en eau liquide et glace, et de comprendre quels paramètres contrôlent la représentation des nuages froids et de leurs propriétés optiques dans le modèle LMDZ. Pour cela, on effectue d'abord une simulation de référence avec la physique standard du modèle, puis on effectuera des tests de sensibilité aux paramètres contrôlant la représentation des nuages de glace dans LMDZ (cf annexe).

Avant de lancer la simulation de référence, vérifiez que vous avez bien:
Dans run.def:
dayref=18
anneeref=2006
nday=17

Dans gcm.def:
day_step=1440
iphysiq=5
nsplit_phys=1

Dans config.def:
Activez uniquement le fichier hourly.nc avec des moyennes (ave) toutes les heures (1hr) et un niveau de sortie égal à 10.

Dans physiq.def (récupéré dans le répertoire INPUT):
fact_cldcon=0.

Lancez une simulation de référence en effectuant (dans le répertoire TWPICE):
./lmdz1d.e
Les sorties de la simulation se trouvent dans le fichier hourly.nc.
Sauvegardez cette simulation comme votre simulation de référence:
mv hourly.nc hourly_ref.nc

## III. Etude des nuages

Dans un premier temps, décrivez la distribution verticale des nuages (rneb), leur contenu en eau liquide (lwcon) et en glace (iwcon). Commentez leur effet radiatif au sommet de l'atmosphère en comparant le flux SW net ciel clair (tops0) et le flux SW net incluant l'effet des nuages (tops), ainsi qu'en comparant le flux LW net ciel clair (topl0) et le flux LW net incluant l'effet des nuages (topl). Regardez également l'effet radiatif des nuages à la surface, dans le SW (sols, sols0) et dans le LW (soll, soll0).

Dans un second temps, effectuez des tests de sensibilité aux paramètres contrôlant la représentation des nuages de glace (cf annexe). Regardez leur effet sur la fraction nuageuse, leur contenu en eau liquide ou glace et leur forçage radiatif résultant en surface et au sommet de l'atmosphère.
Pour relancer une simulation, on modifiera les paramètres nécessaires dans physiq.def et on lancera:
./lmdz1d.e
Ne pas oublier de sauvegarder chaque simulation sous un nom différent. N'hésitez pas à demander conseil pour la gamme des valeurs plausibles des paramètres à explorer.

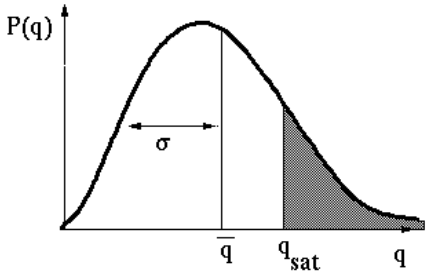
ANNEXE: Paramétrisation des nuages dans LMDZ:

Le schéma de nuages exploré ici est celui de Bony & Emanuel (JAS, 2001). Dans ce schéma, la fraction nuageuse est calculée en supposant une distribution à priori de l'eau totale moyenne dans la maille, comme illustré sur la figure ci-dessous. A chaque niveau, la distribtion P(q) est supposée lognormale.
Un ensemble d'équations relie la fraction nuageuse (=l'aire grisée, cf), l'eau nuageuse moyenne dans la maille (qtn) et l'eau dans les nuages (qinc):

$$cf = \int_{qsat}^{\infty} P(q)\,dq$$

$$qtn = \int_{qsat}^{\infty} qP(q)\,dq$$

$$qinc = \frac{qtn}{cf} - qsat$$




Ainsi, l'humidité totale moyenne dans la maille, ainsi que l'humidité à saturation étant connues, il est possible de déduire la fraction nuageuse en imposant la largeur de la distribution σ.
Pour cela, on impose un profil de $\sigma / \bar{q}$ (variable ratqs) variant de *ratqsbas* en surface à *ratqshaut* au dessus de 300hPa.

D'autres paramètres contrôlent ensuite la répartition du condensat nuageux entre eau liquide et glace. Eau liquide et glace co-existent entre les températures comprises entre *t_glace_min* et *t_glace_max*. Au-dessus de t_glace_max, toute l'eau condensée est liquide, en dessous de t_glace_min elle est glacée.

D'autres paramètres permettent de caractériser les cristaux de glace: leur rayon effectif (rei_max) et leur vitesse de chute (fallv_lsc=fallv_con).

Enfin, il est possible d'activer la prise en compte de l'effet thermodynamique de formation de glace au lieu d'eau liquide qui était négligé jusqu'à présent:
iflag_ice_thermo=1