

MU070 – Physique du Climat

TP nuages et vapeur d'eau

On utilisera dans ce TP deux modèles se trouvant à l'adresse:

<http://forecast.uchicago.edu/models.html>

ModTran est un modèle de transfert radiatif de complexité intermédiaire qui calcule un spectre complet dans l'infrarouge. Les données en entrée sont la composition de l'atmosphère (CO₂, CH₄, O₃, H₂O...) et le profil de température.

NCAR est un code simplifié de transfert dans le visible et l'infrarouge, qui calcule une température au sol à l'équilibre, le gradient dT/dz étant imposé. On obtient également des profils verticaux des flux nets visible et IR (positifs vers le bas) et des taux de chauffage (dT/dt). Il vaut mieux utiliser le code radiatif (*radiation scheme*) « Chou » au lieu de « CCM3 », même si il est intéressant de les comparer.

I Effet des nuages (ModTran)

1. Comparer l'effet de différents types de nuages sur le rayonnement IR sortant au sommet de l'atmosphère dans le code *ModTran*. Quels nuages ont l'impact le plus grand ? Comment les nuages modifient le spectre IR ?
2. De combien varie l'altitude apparente d'émission avec l'apparition d'un cirrus ? Comparer à un doublement du CO₂. (Pour calculer l'altitude d'émission, utiliser $I_{\text{out}} = \sigma T(z_e)^4$).
3. Impact à la surface : mettre le capteur (*sensor*) à 0 km et choisir l'option « *looking up* ». Quel est l'effet des nuages sur le rayonnement IR incident ? Quel sera l'effet de nuages sur la température nocturne à la surface ?

II Nuages (NCAR)

1. Comparer l'effet sur la température de surface d'une couverture nuageuse haute ou basse (varier le pourcentage de couverture). Interpréter les profils des taux de chauffage atmosphériques.
2. Quel est l'impact d'un changement de la taille des gouttes nuageuses de 10 à 8 microns ? Comparer avec l'effet d'un doublement du CO₂.
3. Changer le contenu en eau des nuages hauts de 100 à 2 g.m⁻². Tracer l'évolution de la température de surface à l'équilibre. Comment peut-on expliquer l'aspect de la courbe ?

III Rétroaction vapeur d'eau

1. Dans le code *ModTran*, de combien varie le rayonnement sortant au sommet de l'atmosphère pour une augmentation de T_{sol} de 1°, quand la vapeur d'eau est

maintenue constante? Calculer l'effet de serre $G = \sigma T_{\text{sol}}^4 - I_{\text{out}}$. Répéter pour un doublement du CO_2 avec T_{sol} constant.

2. Refaire ces calculs avec cette fois l'humidité relative constante. Conclusion ?
3. A partir d'un profil initial, augmenter le CO_2 d'une quantité importante, puis faire varier T_{sol} jusqu'à retrouver le rayonnement sortant I_{out} initial. Comparer l'augmentation de T_{sol} nécessaire pour vapeur d'eau constante ou humidité relative constante.
4. Refaire cette expérience pour différents profils initiaux : chauds ou froids, humides ou secs (utiliser *vapor scale*).
5. On place maintenant le capteur au sol, « *looking up* ». Faire varier progressivement la température au sol sur $\pm 10^\circ$. Tracer l'évolution du rayonnement IR incident à la surface I , et du rayonnement net $\sigma T_{\text{sol}}^4 - I$. Comparer pour vapeur d'eau ou H.R. constantes.