

## M1 SPE – Physique du Climat

### TP transfert radiatif

On utilisera dans ce TP le modèle de transfert radiatif *ModTran* se trouvant à l'adresse:

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

*ModTran* est un modèle de complexité intermédiaire qui calcule un spectre complet dans l'infrarouge. Les données en entrée sont la composition de l'atmosphère (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O...) et le profil de température.

Dans l'interface web, seuls quelques profils verticaux typiques de T et H<sub>2</sub>O sont utilisés (*locality*). Ils peuvent être modifiés en ajoutant une température constante (*T offset*) ou en multipliant la vapeur d'eau par une constante (*vapor scale*).

On peut demander le spectre de rayonnement montant (*looking down*) ou descendant (*looking up*) à différentes altitudes.

N'hésitez pas à explorer ces modèles en plus des questions suivantes...

#### I Impact du CO<sub>2</sub>

1. **Saturation des bandes d'absorption.** Comparer le spectre du rayonnement sortant pour des concentrations de CO<sub>2</sub> de 1, 10, 100 et 1000 ppm (et éventuellement d'autres valeurs intermédiaires). Comment évolue le rayonnement total sortant en fonction de la concentration de CO<sub>2</sub>?
2. Répéter pour un profil de type « mid-latitude winter ».
2. À une concentration de 10 000 ppm, un pic apparaît dans la bande d'absorption du CO<sub>2</sub>. À quelle température est émis ce rayonnement ? D'où vient-il ?
3. Comparer l'effet d'un doublement du CO<sub>2</sub> sur l'énergie totale émise pour les tropiques et les moyennes latitudes. Où l'impact est-il le plus fort ? Pourquoi ?
4. En utilisant une décroissance de la température de 6°/km à partir de la surface, estimer une altitude d'émission du rayonnement sortant pour des concentrations actuelle et doublée de CO<sub>2</sub>.

#### II Méthane

1. À quel endroit du spectre est-ce que le méthane absorbe ? À quelle concentration atteindrait-on une saturation de ces bandes d'absorption ?
2. Comparer l'effet d'un doublement de la concentration actuelle de méthane à un doublement du CO<sub>2</sub>. Comparer l'effet d'augmentations de 10 ppm de méthane et de CO<sub>2</sub>.
3. Quel est l'équivalent-CO<sub>2</sub> d'un doublement du méthane ? (Combien de CO<sub>2</sub> faut-il ajouter pour obtenir le même effet sur le rayonnement sortant).

### **III Surface**

On s'intéresse maintenant au rayonnement infra-rouge incident à la surface. Pour cela, mettre le capteur à 0 km, et « looking up ».

1. Quelle est la forme du spectre, comparée à celui au sommet de l'atmosphère ?  
Interpréter.
2. Comparer l'effet d'une augmentation du  $\text{CO}_2$  sur le rayonnement en surface et au sommet de l'atmosphère.