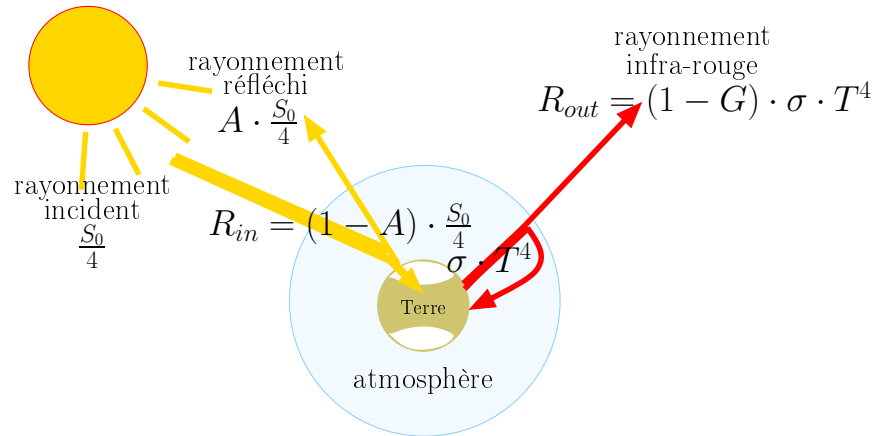


Atelier sur le changement climatique

Camille Risi (crlmd@lmd.jussieu.fr)

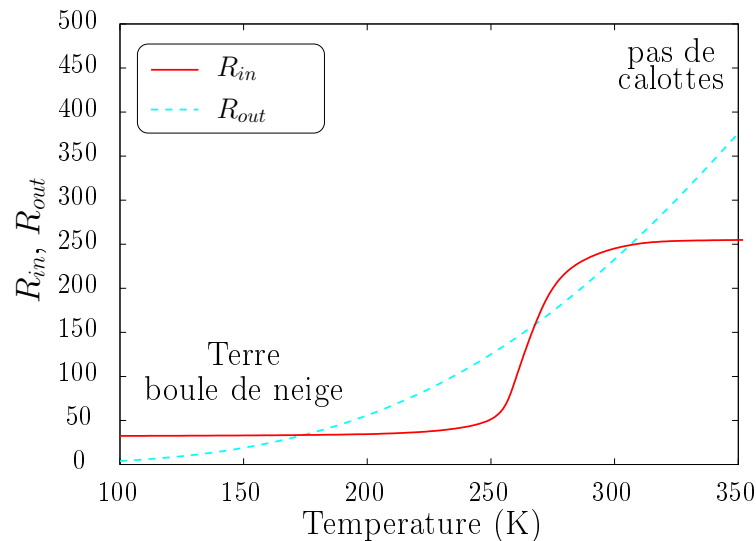
29 aout 2012

L'activité est basée sur le bilan radiatif global de la terre:



1 Température d'équilibre et hystérésis

Les formes de $R_{in} = (1-A) \cdot \frac{S_0}{4}$ et $R_{out} = (1-G) \cdot \sigma \cdot T^4$ en fonction de la température sont données ci-dessous.



1.1 Etats d'équilibre

De manière graphique:

- Quels sont les différents états d'équilibre de la Terre?
- Sont-ils stables ou instables
- Dans quel état sommes-nous?

1.2 Compréhension des mécanismes du changement climatique

- Calculer la température d'équilibre en fonction de G , A et S_0
- Que se passe-t-il si le CO_2 augmente?
- Que se passe-t-il si la couverture de glace augmente?

1.3 Phénomène d'hystérésis

De manière graphique:

- Que se passe-t-il quand le CO_2 diminue au delà d'un certain seuil?
- Comment peut-on revenir à l'état initial?

2 Calcul du changement de température en réponse à un changement de forçage radiatif

On suppose que le doublement de CO_2 induit une petite perturbation du bilan radiatif notée ΔR_f . La température T de la Terre s'ajuste alors pour trouver un nouvel équilibre.

2.1 Cas sans rétroaction

On suppose que A et G restent constants.

Calculer ΔT en fonction de ΔR_f et de λ_0 .

On note:

$$\lambda_0 = \frac{1}{4 \cdot (1 - G) \cdot \sigma \cdot T^3}$$

On notera dorénavant ΔT_0 le ΔT obtenu sans rétroaction.

2.2 Cas avec rétroaction

Cette fois, A et G dépendent de variables α_i , $i \in [1 : n]$, qui dépendent elles-mêmes de T .

Calculer ΔT en fonction de ΔR_f , de ΔT_0 et de f .

On note:

$$f = \lambda_0 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{dR}{d\alpha_i} \cdot \frac{d\alpha_i}{dT}$$

3 Estimation de la densité de probabilité de ΔT

Cet exercice nécessite d'avoir fini l'exercice 2.

On ne connaît pas f exactement, mais on suppose que les études de modélisation permettent d'estimer une densité de probabilité de f notée $h_f(f)$. On la suppose gaussienne de moyenne \bar{f} et d'écart type σ_f . On veut en déduire la densité de probabilité de ΔT , notée $h_T(\Delta T)$.

- quel est l'écart type de ΔT ?
- quelle est la densité de probabilité de ΔT ? Est-elle symétrique? Une réponse graphique suffit.

4 Contrainte observationnelle pour ΔT basée sur les observations du dernier maximum glaciaire

On cherche $h_T(\Delta T)$.

On suppose que l'on connaît le changement de température au LGM $\Delta\theta$ avec quelques incertitudes: $h_\theta(\Delta\theta)$

On suppose qu'on a accès à des résultats de simulations du dernier maximum glaciaire et de doublement de CO_2 pour les différents modèles du GIEC, et/ou différents tests de sensibilité aux paramètres pour un modèle donné.

Comment en déduire $h_T(\Delta T)$?