Chauffage par impact des planétésimaux

Félix Bunel et Hadrien Vergnet

12/12/2016

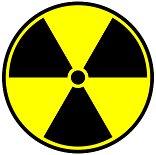
Laboratoire de Géologie de Lyon
Terre Planètes Environnement

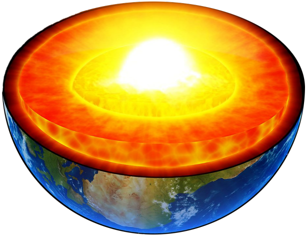
Comment un noyau peut il se former rapidement ?

- La séparation des métaux des silicates se fait sous forme (partiellement) fondue.

D'où vient l'énergie nécessaire à la fusion ?

- Chauffage radioactif
- Chauffage par impact



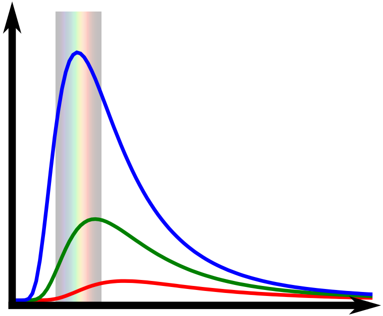


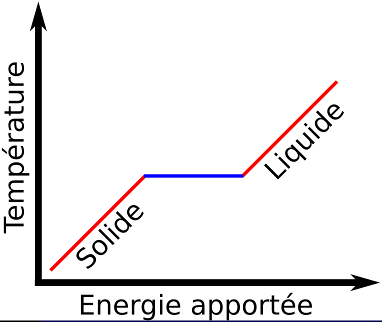
Sommaire

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = k_T \Delta T + P$$

$+$ perte radiative
à la surface

$+$ chaleur latente
de changement d'état



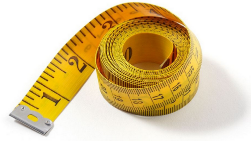


Un problème de diffusion
Grandeurs caractéristiques

Temps de demi-vie

$$\tau_{1/2}$$

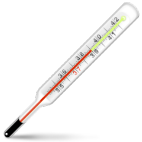
$\simeq 0.7$ My



Longueur de diffusion

$$\sqrt{\frac{k_T \tau_{1/2}}{\rho C_p}}$$

$\simeq 10$ km



Température de la nébuleuse

$$T_{neb}$$

$\simeq 300$ K

Spatiale : $T(r) \to T_i$

$$\Delta T = \frac{T_{i+1} + T_{i-1} - 2T_i}{\Delta r^2}$$

Temporelle : $T(t) \to T^i$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T^{i+1} - T^i}{\Delta t}$$

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = k_T \Delta T + P \quad \sim \quad (Id + M)T^{i+1} = T^i + P$$

$$M = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & & \\ -1 & 2 & -1 & & \\ & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & & -1 & 2 & -1 \\ & & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

Diffusion sans accrétion

yolo

Diffusion avec accrétion

yolo

Chauffage par impact

yolo

Perspectives

yolo

Equation matricielle

$$(Id + M)T^{t+1} = T^t + c_0(P + S)$$

$$c_0 = \frac{\Delta t \tau_{1/2}}{\rho C_p T_{neb}}$$

$$M = \frac{\Delta t \ r_{i+1/2}^2}{r_i^2 \Delta r^2} \ d1 + \frac{\Delta t \ r_{i-1/2}^2}{r_i^2 \Delta r^2} \ d2$$

$$d1 = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & & \\ & 1 & -1 & & \\ & & \ddots & \ddots & \\ & & & 1 & -1 \\ & & & 0 & 0 \end{bmatrix} d2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & & & \\ -1 & 1 & & & \\ & \ddots & \ddots & & \\ & & -1 & 1 & \\ & & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

Conclusion