

Effet de Serre (agregation interne 2010)

1) $\phi = \sigma T^4$
 Flux au faiaque rayonné par un CN
 Température de surface
 cte de Stefan

2) $P_S = \sigma T_S^4 \times 4\pi R_S^2$

3) $P_{S \rightarrow T} = P_S \frac{\pi R_T^2}{4\pi d^2} = \frac{\sigma T_S^4 \times 4\pi R_S^2 R_T^2}{4d^2}$

$P_{S \rightarrow T} = \frac{\pi \sigma T_S^4 R_S^2 R_T^2}{d^2}$

4) loi de Wien: $\lambda_{mT_S} = cte = 2,9 \cdot 10^{-3} K \cdot m$

$T_S = \frac{cte}{\lambda_m} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{520 \cdot 10^{-9}} = 558 \cdot 10^3 K$

5) $P_{T \rightarrow S} = (1-A) P_{S \rightarrow T} = \frac{(1-A) \pi \sigma T_S^4 R_S^2 R_T^2}{d^2} = 4\pi R_T^2 \sigma T_T^4$

$T_T = \left(\frac{(1-A) R_S^2}{4d^2} \right)^{1/4} T_S$

Température d'équilibre les inférieure à celle réellement constatée.

6) $\frac{\Delta S}{S} = \frac{4\pi(R_{re})^2 - 4\pi R^2}{4\pi R^2} = \frac{(R_{re})^2 - R^2}{R^2}$

$\frac{\Delta S}{S} = \left(1 + \frac{e}{R}\right)^2 - 1 \approx 1 + \frac{2e}{R} - 1 = \frac{2e}{R}$

$\frac{\Delta S}{S} = \frac{20 \cdot 10^3}{64 \cdot 10^6} = 0,3\%$

7) Bilan thermique au niveau du sol:

$(1-\alpha) P_{S \rightarrow T} + P_{atm \rightarrow T} = P_{T \rightarrow atm}$

Bilan thermique au niveau de l'atmosphère:
 $\alpha P_{S \rightarrow T} + P_{T \rightarrow atm} = P_{atm \rightarrow T} + P_{atm \rightarrow espace}$

Rq: la phrase "l'ensemble Terre-atmosphère" ou le même albedo que la Terre seule "est" ambiguë → où la réflexion a-t-elle lieu?

8) 4) Etudions différentes interprétations.

9) Sans tenir compte de l'albedo
 $(1-\alpha) P_{S \rightarrow T} + P_{atm \rightarrow T} = P_{T \rightarrow atm}$
 $\alpha P_{S \rightarrow T} + P_{T \rightarrow atm} = 2 P_{atm \rightarrow T}$

$T_T = 243K = -30^\circ C$

$$P_{T \rightarrow atm} = \frac{P_{T \rightarrow atm}}{2} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P_{S \rightarrow T}$$

⊖ Réflexion au niveau du sol :

$$P_{T \rightarrow atm} = 2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P_{S \rightarrow T}$$

$$4 \pi R_T^2 \sigma T_T^4 = 2 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{\pi \sigma T_S^4 R_S^2 R_T}{d^2}$$

$$T_T = \left(\frac{1}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \left(\frac{R_S}{d}\right)^2\right)^{1/4} T_S$$

$P_{T \rightarrow atm \text{ cu}}$

$$(1-A)(1-\alpha) P_{S \rightarrow T} + \alpha P_{S \rightarrow T} + \alpha A(1-\alpha) P_{S \rightarrow T} + P_{T \rightarrow atm \text{ cu}} = 2 P_{atm \rightarrow T}$$

$$T_T = \left(\frac{1}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \left(\frac{7.10^8}{1.5.10^{10}}\right)^2\right)^{1/4} 5.58.10^3$$

$$P_{T \rightarrow atm \text{ cu}} = 2 \left[\left(1 - A\right) \left(1 - \alpha\right) + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha A}{2} \left(1 - \alpha\right) \right] \left(\frac{R_S}{d}\right)^2 T_S^4 P_{S \rightarrow T}$$

$$T_T = 306 \text{ K} = 33^\circ \text{C} \quad \text{Trop chaud.}$$

⊕ Réflexion au niveau de la frontière extérieure de l'atmosphère

$$\left(1 - A\right) \left(1 - \alpha\right) P_{S \rightarrow T} + P_{atm \rightarrow T} = P_{T \rightarrow atm}$$

$$\left(1 - A\right) \alpha P_{S \rightarrow T} + P_{T \rightarrow atm} = 2 P_{atm \rightarrow T}$$

$$\left(1 - A\right) \left(1 - \alpha\right) P_{S \rightarrow T} + \left(1 - A\right) \alpha P_{S \rightarrow T} + P_{T \rightarrow atm} = P_{T \rightarrow atm}$$

$$\left(1 - A\right) \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P_{S \rightarrow T} + P_{T \rightarrow atm} = P_{T \rightarrow atm}$$

$$P_{T \rightarrow atm} = 2 \left(1 - A\right) \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P_{S \rightarrow T} \Rightarrow T_T = 276 \text{ K} = 3^\circ \text{C} \Rightarrow \text{Trop froid.}$$

$$P_{T \rightarrow atm} = 2 \left(1 - A\right) \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P_{S \rightarrow T} \Rightarrow T_T = 276 \text{ K} = 3^\circ \text{C} \Rightarrow \text{Trop froid.}$$

$T_T = 287 \text{ K} = 14^\circ \text{C} = T_0$ Modèle raisonnable

$$2 P_{atm \rightarrow T} = \alpha P_{S \rightarrow T} + \alpha A(1-\alpha) P_{S \rightarrow T} + (1-A)(1-\alpha) P_{S \rightarrow T} + P_{atm \rightarrow T}$$

$$4 \pi R_T^2 \sigma T_T^4 = \left[\alpha + \alpha A(1-\alpha) + (1-A)(1-\alpha) \right] \pi \sigma T_S^4 R_S^2 R_T^2$$

$$T_T = \left[\frac{1}{4} \left(\alpha + \alpha A(1-\alpha) + (1-A)(1-\alpha) \right) \left(\frac{R_S}{d}\right)^2 \right]^{1/4} T_S$$

$T_1 = 257 \text{ K} = -14^\circ \text{C} \rightarrow$ Modèle de l'atmosphère isotherme peu réaliste

isotherme peu réaliste