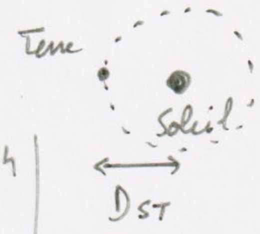
PARTIE B – La Lune (MP – Mines - 2003)

1) • Loi de Stefan : $\boxed{P_S = 4\pi R_S^2 \cdot \sigma T_S^4}$

• La terre reçoit une partie de la puissance émise par le soleil.

$$P_0 = P_S \times \frac{\pi R_T^2}{4\pi D_{ST}^2}$$



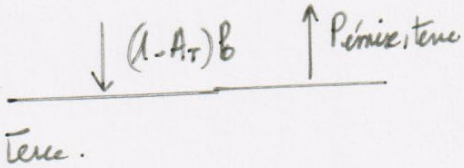
$$\Leftrightarrow \boxed{P_0 = \pi \cdot \frac{R_T^2 R_S^2}{D_{ST}^2} \cdot \sigma T_S^4}$$

• Equilibre thermique : $P_0 = P_{émise\ terre}$

$$\Leftrightarrow \cancel{\pi} \frac{R_T^2 R_S^2}{D_{ST}^2} \cancel{\sigma} T_S^4 = 4\cancel{\pi} R_T^2 \cdot \cancel{\sigma} T_T^4$$

$$\Leftrightarrow \boxed{T_T = T_S \cdot \sqrt{\frac{R_S}{2D_{ST}}}}$$

2) Le bilan thermique est modifié par l'albédo :



$$(1-A_T)P_0 = P_{émise,terre}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{T_T^4 = (1-A_T) T_S^4 \left(\frac{R_S}{2D_{ST}}\right)^2}$$

3) A.N : $\underline{T_T = 252\,K}$

4) Le soleil et la terre émettent dans des domaines spectraux différents : autour de 0,5 µm pour le soleil et 10 µm pour la terre d'où la différence d'absorption de l'atmosphère.

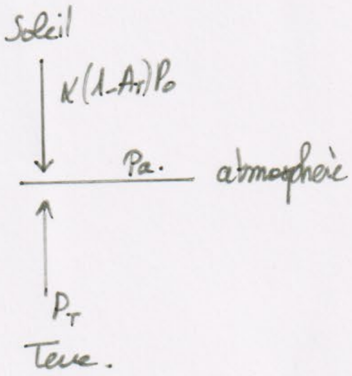
5). L'ensemble terre/atmosphère absorbe $(1-A_T)P_0$ dont :

- $\alpha(1-A_T)P_0$ absorbé par l'atmosphère
- $P_1=(1-\alpha)(1-A_T)P_0$ —— " la terre.

$\Leftrightarrow P_1=(1-\alpha)\,4\pi R_T^2\sigma T_T^4$

- La moitié de l'énergie rayonnée par l'atmosphère l'est en direction de la terre où elle est totalement absorbée :

$$P_2=\frac{1}{2}P_a = 4\pi R_T^2.\sigma T_a^4$$



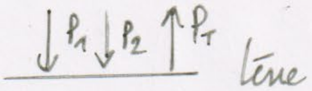
- Bilan thermique sur l'atmosphère :

$$P_a=\alpha(1-A_T)P_0+P_T$$

D'où : $8\pi R_T^2\sigma T_a^4=\alpha\,4\pi R_T^2.\sigma T_T^4+4\pi R_T^2.\sigma T_T'^4$

$$\Leftrightarrow \quad T_a^4=\frac{1}{2}\left(\alpha T_T^4+T_T'^4\right) \quad (1)$$

- Bilan thermique sur la terre :



$P_1+P_2=P_T$

$\Leftrightarrow (1-\alpha)4\pi R_T^2.\sigma T_T^4+4\pi R_T^2\sigma T_a^4=4\pi R_T^2\sigma T_T'^4$

$\Leftrightarrow \quad T_T'^4=T_a^4+(1-\alpha)T_T^4$

(1) $\Rightarrow \quad T_T'^4=\frac{1}{2}\left(\alpha T_T^4+T_T'^4\right)+(1-\alpha)T_T^4$

$\Rightarrow \quad T_T'^4\left[1-\frac{1}{2}\right]=T_T^4\left(1-\alpha+\frac{\alpha}{2}\right)$

$\Rightarrow \quad T_T'^4=(2-\alpha)\,T_T^4 \quad (2)$

6) A.N : $\underline{T'_T = 285\,K}$

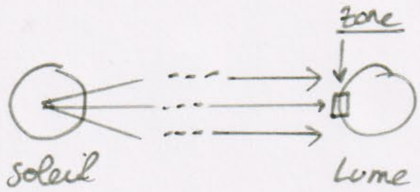
7) ① et ② $\Rightarrow T_a^4 = \dfrac{1}{2}\left(\alpha T_T^4 + (2-\alpha) T_T^4\right)$

$\Rightarrow \boxed{T_a = T_t}$

8) De même qu'à la question 2 : $\boxed{T^4_{L,soleil} = (1-A_L)\, T_S^4 \left(\dfrac{R_S}{2D_{ST}}\right)^2}$

A.N : $\underline{T_{L,soleil} = 275\,K}$

9) La zone de température la plus élevée est la zone de la lune où les rayons arrivent perpendiculairement à la surface.



10) Bilan thermique sur d^2S :

$$P_{L,émise} = (1-A_L) P_0$$

$$\Leftrightarrow d^2S \cdot \sigma T^4_{L,max} = (1-A_L)\, d^2S \cdot \frac{4\pi R_S \sigma T_S^4}{4\pi D_{ST}^2}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{T^4_{L,max} = (1-A_L)\, T_S^4 \left(\frac{R_S}{D_{ST}}\right)^2}$$

11) Atmosphère terrestre :

$$\varphi_A = (1-A_L) \cdot \left(\frac{R_T}{D_{LT}}\right)^2 \sigma T_a^4$$

Flux solaire réfléchi par la terre

$$A_T P_0 = \frac{\pi R_T^2}{4\pi D_{ST}^2} \cdot 4\pi R_S^2 \cdot \sigma T_S^4 = \boxed{\pi A_t \left(\frac{R_T}{D_{ST}} R_S\right)^2 \sigma T_S^4 = A_t P_0}$$

Ce rayonnement est renvoyé de façon isotrope dans un $\frac{1}{2}$ espace. La fraction arrivant sur d^2S de la lune est t.q :

$$d^2P = (1-A_L).\, A_T P_0 \frac{d^2S}{\frac{4\pi}{2} D_{LT}^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varphi_S = (1-A_L) A_T . \left(\frac{R_T R_S}{D_{ST} D_{LT}}\right)^2 \sigma T_S^4}$$

A.N : $\begin{cases} \varphi_A = 9{,}6.10^{-2}\, W/m^2 \\ \varphi_S = 6{,}3.10^{-2}\, W/m^2 \end{cases}$

12) Bilan thermique sur d^2S : $P_{L/T} = P_A + P_S$

$$\Rightarrow \boxed{T'^4_{L,Terre} = \frac{\varphi_A + \varphi_S}{\sigma}} = \underline{\underline{41K}}\ (\ll 120K)$$

13) La modification serait négligeable en effet $\varphi_{S,direct} = (1-A_L)\frac{R_S^2}{D_{ST}^2}\sigma T_S^4 = \underline{1{,}3 kW/m^2}$

14) Or $\begin{cases} \lambda_{visible} = [0{,}38\ ;\ 0{,}78]\,\mu m \\ \lambda_{IR} = [0{,}78\ ;\ 100]\,\mu m \end{cases}$

15) . D'après la loi de Wien avec $T_{L,soleil} = 275\,K \Rightarrow \lambda_m T = 2898\,\mu m K.$

$\Rightarrow$ $\underline{\lambda \sim 10\mu m \text{ dans l'IR}}$

. Le clair de lune est dû au rayonnement solaire réfléchi par la lune.

16) La chaleur due à la radioactivité est évacuée par rayonnement d'où :

$$4/3\,\pi R_L^3 . p_L = 4\pi R_L^2 \sigma T^4_{L,ROCHES} \implies \boxed{T^4_{L,ROCHE} = \frac{R_L p_L}{3\sigma}} = \underline{\underline{18K}}$$

17) Non, la radioactivité ne modifie pas notre raisonnement car $\underline{T_{L,ROCHES} \ll T_{L,max}}$