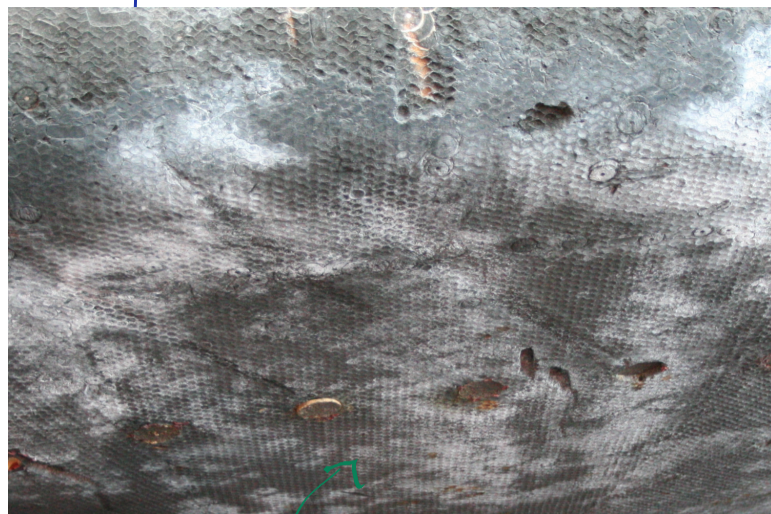


# Bouclier thermique



bouclier thermique  
d'Apollo 12.

1.

$$\Delta E_m = E_{m_f} - E_{m_i}$$

$$= \left( \frac{1}{2} m v_f^2 + m g z_f \right) - \left( \frac{1}{2} m v_i^2 + m g z_i \right)$$

$$\begin{array}{cccc} 0,0606\text{J} & 0,296\text{J} & 91\text{J} & 2,96\text{J} \end{array}$$

$$= -946\text{J}$$

La variation d'énergie mécanique est due au travail des forces non conservatives. Ici, il s'agit des forces de frottement.

$$\Delta E_m = W(\vec{f})$$

← frottements

Les frottements doivent donc dissiper 946J d'énergie. Et on constate qu'une majeure partie de cette énergie mécanique à dissiper est sous forme cinétique.

2. 1<sup>er</sup> ppe de la thermo:

$$\Delta(E_m + U) = Q + W$$

$$\Delta E_m + \Delta U = Q + W$$

~~$W(\vec{p})$~~

$$\Delta U = Q$$

~~$W(\vec{p})$~~  comme le système est supposé indéformable, il n'y a pas de travail des faces de pression  $\Rightarrow$  le seul travail échangé est celui des faces de frottements

3. L'énoncé nous dit que le transfert thermique mesuré par le bovclier vaut:

$$Q = \alpha |\Delta E_m|$$

Comme le bovclier est considéré comme incompressible, on a (en l'absence de changement d'états):

$$\Delta U = m_b \times c_b \times \Delta T$$

$$= Q$$

$$= \alpha |\Delta E_m|$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{\alpha}{m_b \times c_b} |\Delta E_m|$$

$$= \frac{0,10}{400 \times 1,5 \times 10^3} \times 9,4 \times 10^{10}$$

$$= 1,6 \times 10^4 \text{ K}$$

Cette élévation de température est absurde pour un matériau solide car la température finale dépasserait très largement la température de sublimation du matériau.

4. On suppose que l'ensemble de la variation d'énergie interne sert à changer d'état:

$$\Delta U = m \times L_{\text{sub}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{\Delta U}{L_{\text{sub}}}$$

$$= \frac{9,4 \times 10^9}{3,0 \times 10^7}$$

$$= 3,1 \times 10^2 \text{ kg} < 400 \text{ kg}$$

Pour dissiper l'énergie thermique reçue, il "suffit" donc de sublimer environ 310 kg du bouclier. Comme celui-ci fait 400 kg, c'est possible.

5. On veut le flux qui pénètre dans la cabine et donc qui traverse le bouclier:

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}} \leftarrow (T_{sub} - T_i)$$

$\swarrow$   
 $\frac{e}{\lambda S}$

$$\Rightarrow \Phi = \frac{\lambda S}{e} \times (T_{sub} - T_i)$$

$$= \frac{0,020 \times 10}{5,0 \times 10^{-2}} (3,9 \times 10^3 - 300)$$

$$= 14 \text{ kW} < P_{clim}$$

Comme le système de refroidissement\* est capable d'extraire jusqu'à 15 kW, la température intérieure sera maintenue.

\* il fonctionne en éjectant vers l'extérieur une certaine quantité d'eau qui refroidit un conduit fermé en se vaporisant (encore un changement d'état).