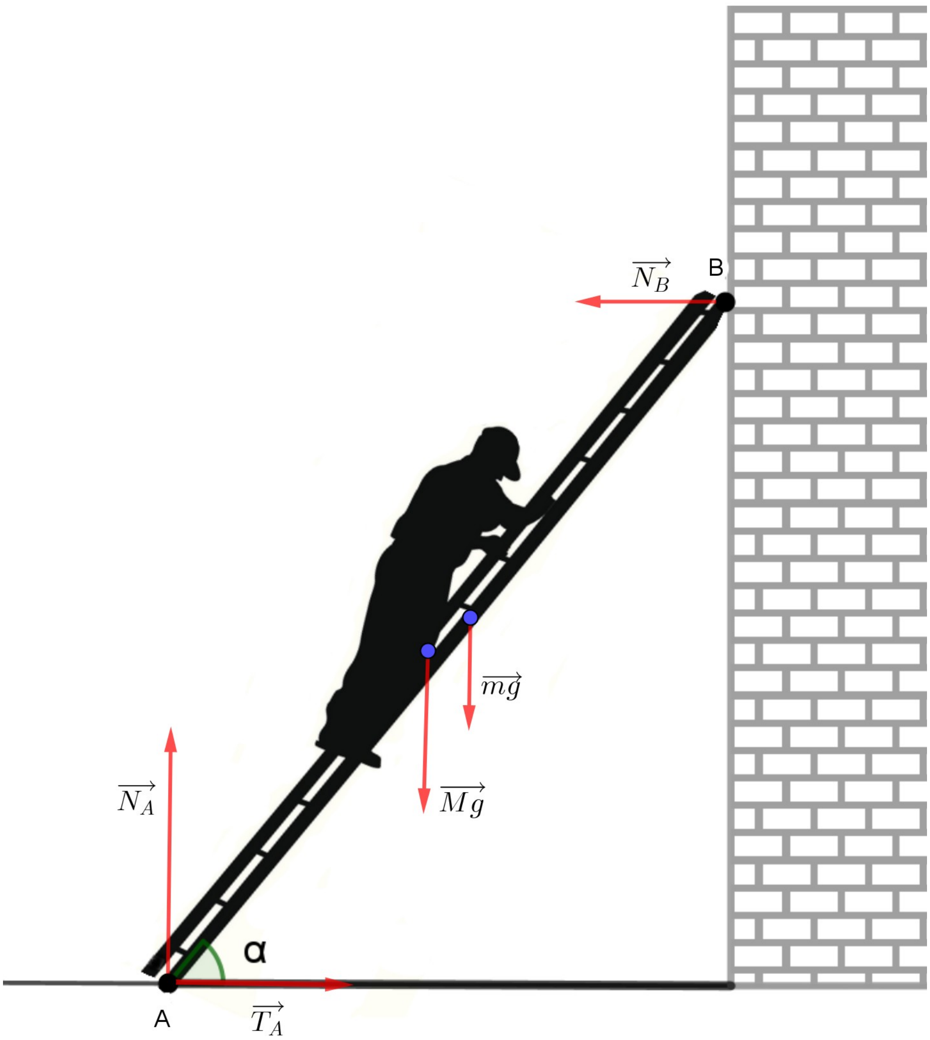
Le bilan des forces sur le système {homme + échelle} :



1/ Déterminons les moments des forces au point A :

- $M_A(\vec{P}) = -Mgcos(\alpha) \times x$
- $M_A(\vec{p}) = -mgcos(\alpha) \times (\frac{l}{2})$
- $M_A(\vec{N}_B) = N_B lsin(\alpha)$

Le principe fondamental de la statique donne :

$$Mgcos(\alpha) \times x + mgcos(\alpha) \times (\frac{l}{2}) = N_B lsin(\alpha)$$

Le bilan des forces en projection sur l'axe des x et des y donne :

$$\begin{cases} T_A = N_B \\ (M+m)g = N_A \end{cases}$$

il en résulte que :

$$\begin{cases} N_A = (M+m)g \\ T_A = g\cot(\alpha)\left(\frac{Mx}{l} + \frac{m}{2}\right) \end{cases}$$

il y a adhérence si : $T_A \leq \mu_s N_A$ donc :

$\frac{Mx}{l} + \frac{m}{2} \leq \mu_s \tan(\alpha)(M+m)$ et en posant : $\tau = \frac{m}{M}$

$x \leq l\left(\mu_s(1+\tau)\tan(\alpha) - \frac{\tau}{2}\right)$

2/ Marc peut grimper au bout de l'échelle si $x_l \geq l$ donc :

$\left(\mu_s(1+\tau)\tan(\alpha) - \frac{\tau}{2}\right) \geq 1$ soit :

$\tan(\alpha) \geq \dfrac{1+\frac{\tau}{2}}{\mu_s(1+\tau)}$.

avec m=15kg, M=75kg et μ_s=0,6 on obtient : $\alpha \geq 56{,}8\,°$.