Chapitre 11 p. 338

61 Résolution de problème Viscosité d'une huile moteur

QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

a. On étudie la balle dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Elle est soumise à :

- son poids : $\vec{P} = m\vec{g}$
- la poussée d'Archimède : $\vec{F}_A = -\rho_{huile} V\vec{g}$
- la force de frottements : $\vec{f} = -6\pi\eta R\vec{v}_G$

D'après la deuxième loi de Newton, on peut écrire :

$$\vec{a}_G = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f}$$

d'où : $$m\frac{d\vec{v}_G}{dt} = m\vec{g} - \rho_{huile}V\vec{g} - 6\pi\eta R\vec{v}_G$$

d'où l'on déduit bien : $$\frac{d\vec{v}_G}{dt} = \vec{g}\left(1 - \frac{\rho_{huile}V}{m}\right) - \frac{6\pi\eta R}{m}\vec{v}_G$$

b. D'après le graphique **(doc. 2)**, on constate une augmentation de la vitesse de la balle jusqu'à 0,6 s, donc son mouvement est accéléré. Après cet instant, sa vitesse semble stabilisée. En l'absence d'autres forces que celles déjà mentionnées, on peut en déduire que son mouvement est alors rectiligne et uniforme d'après la deuxième loi de Newton. L'accélération est donc nulle à partir de cette date :

$$\vec{g}\left(1 - \frac{\rho_{huile}V}{m}\right) - \frac{6\pi\eta R}{m}\vec{v}_G = \vec{0}$$

d'où l'on déduit : $$\vec{v}_G = \frac{m\vec{g}}{6\pi\eta R}\left(1 - \frac{\rho_{huile}V}{m}\right)$$

PROBLÈME

On déduit de la question préliminaire **b**, l'expression de la viscosité du fluide :

$$\eta = \frac{mg}{6\pi R v_G}\left(1 - \frac{\rho_{huile}V}{m}\right)$$

En traçant l'asymptote horizontale sur le graphique, on détermine la vitesse limite atteinte par la balle lorsque le mouvement est uniforme : $v_G = 0{,}17\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. On calcule ainsi :

$$\eta = \frac{35{,}0 \times 10^{-3} \times 9{,}81}{6\pi \times 2{,}00 \times 10^{-2} \times 0{,}17}\left(1 - \frac{0{,}910 \times 10^{-3} \times 33{,}5}{35{,}0 \times 10^{-3}}\right) = 0{,}69\ \text{Pa}\cdot\text{s}$$

D'après les données de références fournies dans le **doc. 2**, l'huile utilisée est donc la SAE 50.