

EXERCICE 1 (4 points) (physique-chimie et mathématiques)

Une coulée comme Léon Marchand

On appelle coulée la phase sous-marine qui suit le plongeon ou le virage d'un nageur. Cet exercice présente une évaluation des forces de frottements auxquelles le nageur est soumis lors d'une coulée.

Partie 1

On suppose que le déplacement du nageur se produit à une profondeur constante lors de la coulée. Pendant cette phase, le sportif se laisse glisser dans l'eau, sans nager. Le mouvement du nageur est supposé rectiligne. Dans ces conditions, on peut considérer que le nageur est uniquement soumis à la force résultante des forces de frottement de l'eau sur son corps, appelée traînée hydrodynamique et notée \vec{T} . Cette force est de même direction que la vitesse du nageur, mais de sens opposé. La figure 1 ci-après représente l'évolution de la vitesse du nageur en fonction du temps.

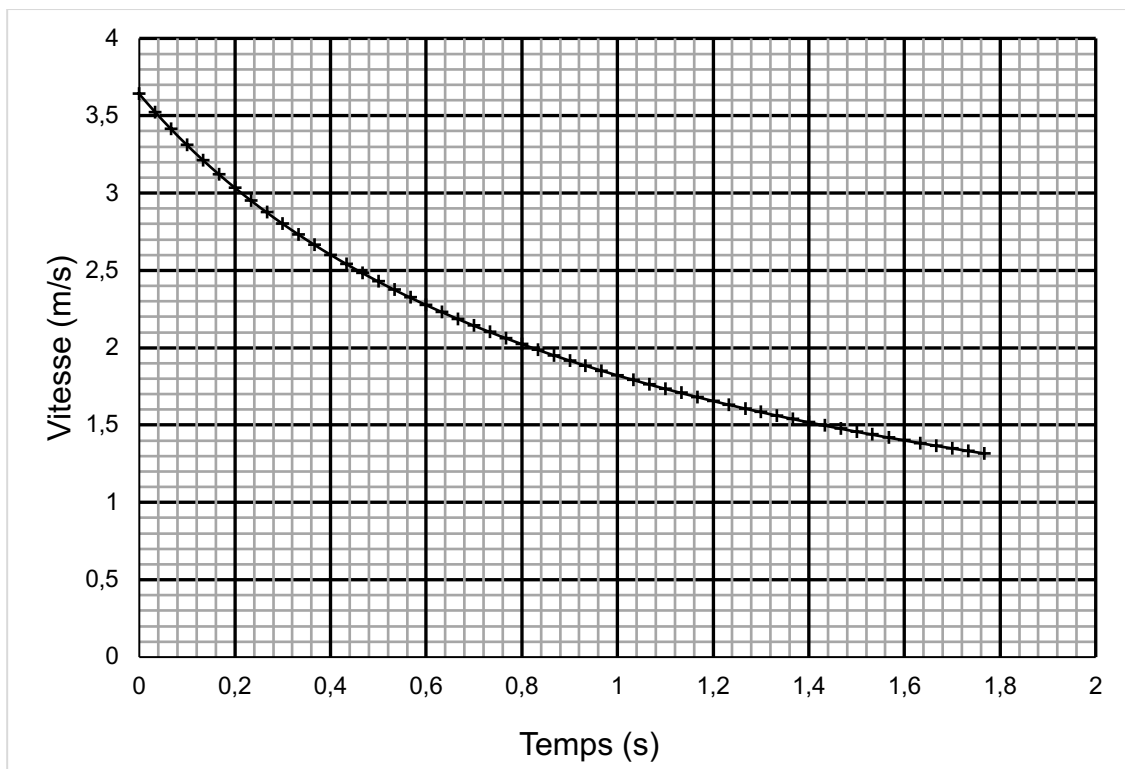


Figure 1 – Vitesse du nageur en fonction du temps

Q1. Indiquer en justifiant la réponse si le mouvement lors de la coulée du nageur est accéléré, décéléré, ou uniforme.

Q2. Indiquer en justifiant la réponse si au cours de ce mouvement le travail de la force de traînée hydrodynamique \vec{T} est positif, nul ou négatif.

Donnée : masse du nageur $m = 80$ kg

Q3. Calculer la valeur de l'énergie cinétique du nageur aux instants $t = 0$ et $t = 1,6$ s.

On rappelle que la variation de l'énergie cinétique d'un système en mouvement entre deux instants est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui lui sont appliquées lors de son déplacement.

Q4. En admettant que la seule force qui travaille est la force de traînée hydrodynamique \vec{T} , calculer la valeur de son travail entre les instants $t = 0$ et $t = 1,6$ s.

Partie 2

On détermine un modèle numérique à partir de l'expérience de la partie 1. On suppose que la distance parcourue par le nageur durant la coulée, exprimée en mètre, en fonction du temps t , exprimée en seconde, est définie sur l'intervalle $[0; 2]$ par :

$$f(t) = 3,64 \ln(1 + t).$$

Q5. Calculer $f(0)$.

Q6. On admet que la vitesse du nageur, en m/s, est donnée, en fonction du temps en s, par $v(t) = \frac{3,64}{1+t}$.

Montrer que l'accélération, correspondant à la dérivée de v est $a(t) = \frac{-3,64}{(1+t)^2}$.

Q7. Interpréter le signe de a dans le contexte de l'exercice et vérifier la cohérence avec l'observation de la courbe représentative de la fonction v .

Q8. Rappeler la relation entre le vecteur accélération \vec{a} et la force de traînée hydrodynamique \vec{T} . Montrer que la modélisation effectuée est compatible avec une force de traînée de valeur proportionnelle au carré de la vitesse.