

Exercice 2 (D'après bac STL Biotechnologie Polynésie Juin 2013)

La trainée, appelée aussi force de résistance aérodynamique, est une force qui s'oppose à l'avancement d'un véhicule dans l'air. Il est donc dans l'intérêt des constructeurs de diminuer la trainée, à l'origine d'une augmentation de la consommation en carburant.

La partie avant d'un véhicule particulier représente en général près de 11% de cette trainée. En modifiant notamment l'inclinaison et la forme du pare-brise, on peut diminuer cette trainée. Les documents (B1), (B2) et (B3), utiles à la réflexion, sont présentés dans l'annexe B.

1 Force de trainée

1.1 Compléter le tableau du document réponse DR1.

1.2 À partir du document (B1), justifier sans calcul que la relation entre la force de trainée F et la vitesse V peut s'écrire $F = k \times V^2$, où k est une constante.

1.3 Déterminer graphiquement le coefficient directeur (ou pente) k de la droite. Indiquer son unité.

2 Détermination du coefficient de trainée C_x

Expression de la force de trainée $F = 0,5 \times \rho \times S \times C_x \times V^2$

Données : masse volumique de l'air $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

Surface frontale de la voiture $S = 1,74 \text{ m}^2$

Coefficient de trainée C_x sans unité

vitesse V en m.s^{-1}

2.1 En utilisant le résultat de la question 1.3, déterminer la valeur du coefficient de trainée C_x .

2.2 Au vu du document (B2), de quoi dépend C_x et donc la force de trainée ?

$$\text{Données : moyenne } C_{x\text{moy}} = \frac{\sum C_{x\text{mesuré}}}{\text{nombre de mesures}}$$

$$\text{incertitude absolue } \Delta C_x = \frac{q \times \sigma_{n-1}}{\sqrt{\text{nombre de mesures}}}$$

$q = 2$, pour un taux de confiance de 95 %

2.3 On réalise la mesure du coefficient C_x plusieurs fois. Les premiers résultats de ces mesures sont donnés dans le document (B3). Calculer la valeur moyenne de ces premiers résultats $C_{x\text{moy}}$.

2.4 On effectue en tout cent mesures du coefficient C_x .

On trouve une valeur moyenne de $C_{x\text{moy}} = 0,380$ avec un écart-type $\sigma_{n-1} = 1,5 \times 10^{-2}$.

Donner la valeur de C_x avec l'incertitude absolue correspondant à un taux de confiance de 95%. Pour ce taux de confiance, le coefficient q vaut 2.

3 Consommation en diesel

La voiture à moteur diesel consommant du gazole roule à 130 km.h^{-1} .

Elle est soumise à la force de trainée $F = 517 \text{ N}$.

Données : vitesse $V = 130 \text{ km.h}^{-1}$

Force de trainée $F = 517 \text{ N}$

Distance parcourue $d = 100 \text{ km}$

Masse de la voiture $m = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}$

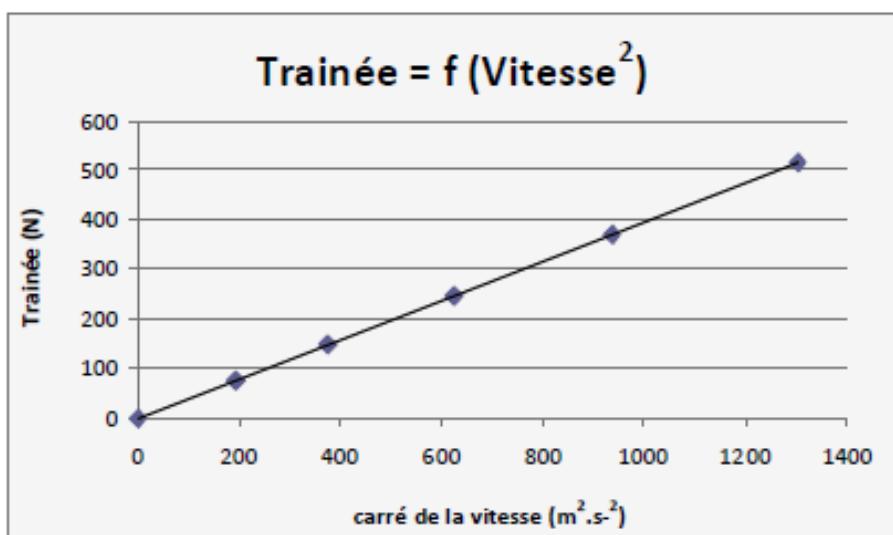
$$\text{Formule : énergie cinétique : } E_C = \frac{1}{2} m \times V^2$$

3.1 Une voiture roule sur une route horizontale et rectiligne sur une distance $d = 100 \text{ km}$, à la vitesse constante $V = 130 \text{ km.h}^{-1}$. Montrer que le travail de la force de trainée correspondante vaut, en valeur absolue, $W = 51,7 \text{ MJ}$.

3.2 Calculer l'énergie cinétique E_C de la voiture à cette vitesse.

ANNEXE B : Propriétés aérodynamiques

B1 - Graphique Trainée F en fonction de V^2



B2 - Exemples de coefficients de trainée C_x

Forme	Coefficient de trainée
Sphère →	0.47
Demi-sphère →	0.42
Cube →	1.05
Corps profilé →	0.04
Semi-corps profilé →	0.09

Mesures des coefficients de trainée

Expérience	1	2	3	4	5
C_x	0,383	0,382	0,378	0,375	0,382

B3 - Mesures du coefficient de trainée C_x

Force de trainée F(N)	76,7	149,3	248,0	371,5	517,0
Vitesse V (km.h ⁻¹)					130
Vitesse V (m.s ⁻¹)	13,9	19,4	25,0	30,6	36,1

DR1 – Relation entre la force de trainée et la vitesse d'une voiture diesel