

**A-1 ÉTUDE MECANIQUE DU MOUVEMENT.**

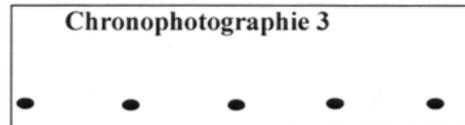
Un véhicule roule à vitesse constante sur une route plane. Il est soumis aux quatre forces suivantes : son poids  $\vec{P}$ , la réaction de la route  $\vec{R}_N$ , la force motrice  $\vec{F}$ , et une force de frottement  $\vec{f}$ .

La direction de la force de réaction, notée  $\vec{R}_N$ , sera supposée perpendiculaire à la route.

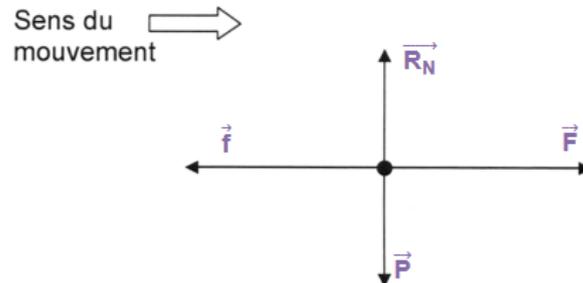
**A-1-1 Caractéristique du mouvement**

- a) Le véhicule est animé d'un mouvement rectiligne uniforme. Choisir parmi les chronophotographies suivantes celle qui correspond au mouvement étudié (le véhicule est modélisé par un point). Justifier la réponse.

Le mouvement est rectiligne et uniforme, donc la trajectoire est une droite et la vitesse est constante. Il s'agit de la 3<sup>e</sup> chronophotographie.



- b) Reproduire le schéma ci-dessous sur votre copie (le point représente toujours le véhicule) et indiquer à quelles forces (présentées précédemment) correspondent les vecteurs.



- c) Que peut-on dire de la résultante des forces pour le mouvement étudié ?  
Le mouvement est rectiligne et uniforme, d'après le principe d'inertie, la résultante des forces est donc nulle.

En déduire la relation entre les intensités de la force motrice  $F$  et de la force de frottement  $f$ .

On peut donc en déduire que  $F = f$

**A-1-2 Etude de la force de frottement et de son lien avec la consommation**

On considérera que la force motrice d'intensité  $F$  doit compenser la force de frottement d'intensité  $f$  (de type fluide) dont les caractéristiques sont données en **annexe 1 page 11/14**.

- a) Quelles sont les grandeurs du tableau de l'**annexe 1 page 11/14** dont dépendent la force de frottement et donc la consommation ?

$$\text{On a : } f = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C$$

Dans le tableau  $S$  reste constante, et le fluide est le même pour toutes les voitures (donc  $\rho$  reste constante).

Donc  $f$  ne dépend ici que de la vitesse  $v$  et du coefficient  $C$

- b) Montrer qu'il est possible de faire l'hypothèse que la consommation est proportionnelle au coefficient de traînée pour une vitesse donnée (dans le tableau de l'**annexe 1 page 11/14**, on prendra par exemple une vitesse de 50 km/h).

On peut le vérifier avec les données en calculant les rapports des consommations et des coefficients de traînée :

$$\frac{0,42}{0,38} = 1,1 = \frac{0,91}{0,82} \quad \frac{0,38}{0,30} = 1,3 = \frac{0,82}{0,65} \quad \frac{0,42}{0,30} = 1,4 = \frac{0,91}{0,65}$$

- c) Peut-on faire l'hypothèse d'une proportionnalité entre consommation et vitesse ? Expliquer en analysant les données de l'**annexe 1 page 11/14**.

Non, d'après le graphique représentant la consommation en fonction de la vitesse : les courbes ne sont pas des droites passant par l'origine. La consommation n'est pas proportionnelle à la vitesse.

- d) Par une analyse dimensionnelle, montrer que l'expression de la force de frottement fluide est bien homogène à une force (on rappelle que  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m.s}^{-2}$ ).

$$\text{On a : } f = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C$$

$$\left[ \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C \right] = [\rho] \times [V]^2 \times [S] = \frac{\text{M}}{\text{L}^3} \times \left( \frac{\text{L}}{\text{T}} \right)^2 \times \text{L}^2 = \frac{\text{ML}}{\text{T}^2} \text{ Ce qui est bien homogène à une force.}$$

## A-2 ÉTUDE ENERGETIQUE

On se propose de réaliser l'étude énergétique d'un autre véhicule équipé d'une part d'un moteur thermique (gazole) et d'autre part d'un moteur électrique.

Pour ce véhicule :

$$\begin{aligned} \text{la vitesse est constante } v &= 100 \text{ km.h}^{-1}. \\ C &= 0,330 ; \rho = 1,20 \text{ kg m}^{-3} \text{ et } S = 1,80 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

### A-2-1 Etude de la voiture à moteur thermique

- a) Calculer la force de frottement fluide  $f$  exercée sur le véhicule. On se référera à l'**annexe 1 de la page 11/14**.

$$f = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C = \frac{1}{2} \times 1,20 \times \left( \frac{100}{3,6} \right)^2 \times 1,80 \times 0,330 = 275 \text{ N}$$

- b) A vitesse constante, l'intensité de la force motrice est égale à celle de la force de frottement.

Calculer la puissance motrice  $P_m$  du véhicule, la puissance motrice étant le produit de la force motrice par la vitesse dans les unités du système international.

$$P_m = F \times v = 275 \times \left( \frac{100}{3,6} \right) = 7,64 \text{ kW}$$

- c) En toute rigueur, il faut tenir compte de la force de frottement de roulement. La puissance motrice vaut alors  $P' = 11,0 \text{ kW}$ .

Calculer l'énergie mécanique nécessaire pour parcourir 100 km en 1 heure.

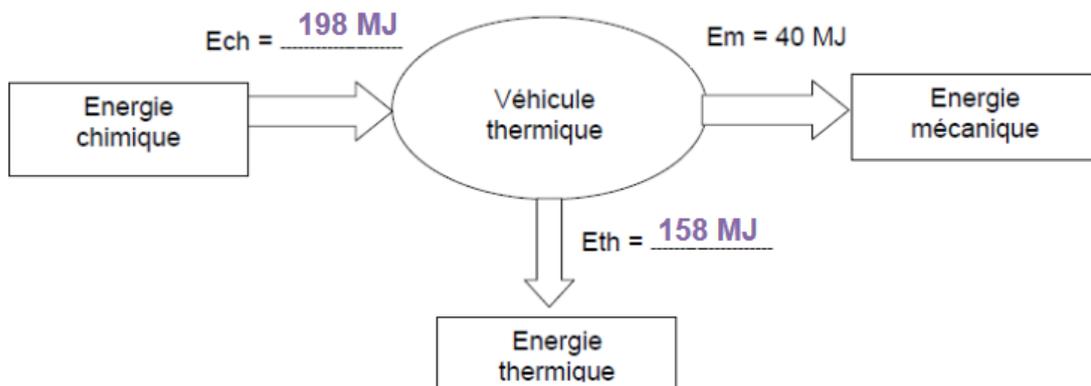
$$E_m = P' \times t = 11,0 \cdot 10^3 \times 3600 = 3,96 \cdot 10^7 \text{ J} = 39,6 \text{ MJ}$$

(soit environ 40 MJ comme cela apparaît dans le document réponse)

- d) Le rendement de la voiture « thermique » est estimé à 20 %. Quelle énergie chimique doit fournir le carburant pour parcourir les 100 km ?

$$\eta = \frac{E_m}{E_{ch}} \quad \text{donc : } E_{ch} = \frac{E_m}{\eta} = \frac{39,6}{0,20} = 198 \text{ J}$$

Compléter les valeurs du **document réponse 1 page 14/14**.



- e) L'énergie chimique disponible dans un litre de gazole vaut 36,0 MJ.  
Quelle est la consommation du véhicule, en litres, pour 100 km ?

**Pour faire 100 km, il faut  $E_{ch} = 198 \text{ MJ}$**

**Un litre de gazole contient 36,0 MJ.**

**Il faut donc  $\frac{198}{36} = 5,5 \text{ L}$  de gazole.**

En déduire l'autonomie, en km, pour un volume de gazole de 60 L ?

**Le véhicule parcourt 100 km avec 5,5 L de carburant, donc avec 60 L de carburant,**

**il peut parcourir :  $\frac{60 \times 100}{5,5} = 1091 \text{ km}$  soit  $1,1 \cdot 10^3 \text{ km}$**

### A-2-2 Etude de la voiture à moteur électrique

Le rendement de la voiture « électrique » est estimé à 80 %.

L'énergie mécanique nécessaire à la propulsion du véhicule pour une même vitesse ( $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) et une même distance parcourue (100 km) est de 39,5 MJ.

- a) Calculer l'énergie électrique nécessaire.

$$E_{\text{él}} = \frac{E_m}{\eta} = \frac{39,6}{0,80} = 49,5 \text{ J}$$

## Travaux dirigés: Résistance à l'avancement

b) Réaliser le bilan d'énergie et compléter le document réponse 2 page 14/14.

