



## TP N°5 : LE TRAVAIL : UN MODE DE TRANSFERT DE L'ÉNERGIE

### Comment déterminer la vitesse acquise par un solide sur lequel une force a effectué un travail W donné ?

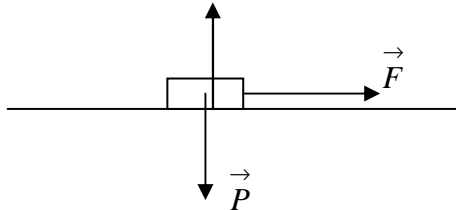
#### 2) Questions préliminaires :

- a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le mobile de masse M (les forces de frottements sont négligeables). Faire un schéma représentant le mobile et les forces.

Poids  $\vec{P} = M \vec{g}$  du mobile

Réaction  $\vec{R}$  de la table

Force  $\vec{F}$  exercée par le fil



- b. Que vaut la force exercée par le fil ?

Systeme :

➤ masse marquée m :  $\vec{P}' + \vec{T} = m \vec{a}$  d'où par projection sur un axe vertical  $P - T = ma$

➤ mobile autoporteur :  $F = T = M a$  d'où  $a = \frac{T}{M} = \frac{F}{M}$

et donc  $mg - F = m \frac{F}{M}$  soit  $F \left(1 + \frac{m}{M}\right) = mg$  d'où  $F = \frac{M}{m + M} mg$

- c. A quoi est égale la somme vectorielle des forces appliquées sur le mobile ?  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{F}$

#### 3) Questions :

- a. Le coussin d'air étant en marche, si on abandonne, en un point O et sans vitesse initiale, le mobile à l'action de la force constante  $\vec{F}$ , quelle sera d'après vous l'allure de l'enregistrement chronophotographique du mouvement ? Vous répondrez de manière qualitative mais précise en vous aidant d'un dessin de l'enregistrement supposé.

D'après la 2<sup>ème</sup> loi de Newton, le mobile a un mouvement rectiligne accéléré, la force  $\vec{F}$  ayant même sens que le mouvement.

- b. De quelles grandeurs dépend, selon vous, la vitesse acquise en un point A ? A votre avis, comment ces grandeurs influent-elles sur la valeur de cette vitesse et pourquoi ? »

La vitesse V acquise dépend de

- La valeur F de la force : si F augmente, V augmente
- La masse M du mobile : si M augmente, V diminue ;
- La distance OA parcourue : si OA augmente, V augmente

- c. On désire savoir comment varie la vitesse V atteinte par le mobile en un point A quelconque en fonction du travail  $W(\vec{F})$  effectué par la force  $\vec{F}$  entre O et A :

Des différentes hypothèses de relations simples ci-dessous liant  $W(\vec{F})$ , M et V et dans lesquelles a est une constante à déterminer, quelles sont celles qui sont recevables et donc



méritent d'être testées par l'expérience ? (Vous éliminerez celles qui ne le sont pas et vous direz pourquoi) »

$$(1) \quad W = a(M + V)$$

$$(2) \quad W = a.M.V$$

$$(3) \quad W = a.M.V^2$$

$$(4) \quad W = a.M^2.V$$

$$(5) \quad W = a.M^2.V^2$$

$$(6) \quad W = a.\frac{M}{V}$$

$$(7) \quad W = a.\frac{V}{M}$$

La relation 1 n'est pas homogène.

Pour un travail donné, si M augmente, V diminue, donc les relations 6 et 7 ne conviennent pas car pour ces deux relations, si M augmente, il faut que V augmente aussi.

d. Elaborez par écrit un protocole expérimental permettant de tester les hypothèses retenues (On utilisera ensuite le tableur Excel).

Faire différents enregistrements en faisant varier les valeurs de M et F.

Calculer la vitesse V pour différentes positions A, le travail W de  $\vec{F}$ , et calculer grâce au tableur EXCELL les rapports :

$$\frac{W}{M^2V} \quad ; \quad \frac{W}{M^2V^2}$$

Tracer les courbes  $W = f(MV)$   $W = f(MV^2)$  pour plusieurs enregistrements.

### Conclusion :

La vitesse acquise par un mobile de masse M sur lequel une force  $\vec{F}$  effectue seule un travail  $W(\vec{F})$  satisfait à la relation :

$$W(\vec{F}) = \frac{1}{2}.M.V^2 \quad (W \text{ en J, } M \text{ en kg et } V \text{ en m.s}^{-1})$$

## **II Notion d'énergie cinétique :**

- Le mobile, dans son mouvement a accumulé un capital appelé « énergie cinétique » noté  $E_c$ .
- Ce capital d'énergie n'a pas été créé, mais résulte intégralement d'un transfert d'énergie de la machine vers le mobile. Nous noterons  $W_R$  cette énergie reçue.
- Cet apport d'énergie  $W_R$  est mesuré par le travail  $W(\vec{F})$  de la force exercée par la machine sur le mobile :  $W(\vec{F}) = W_R$  et donc :

$$W_R = \frac{1}{2}MV^2$$

Par conséquent :

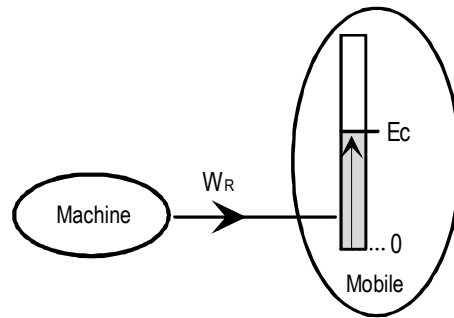
Le travail d'une force constitue un mode de transfert d'énergie.

L'énergie cinétique d'un mobile satisfait à la relation :

$$E_c = \frac{1}{2}MV^2$$

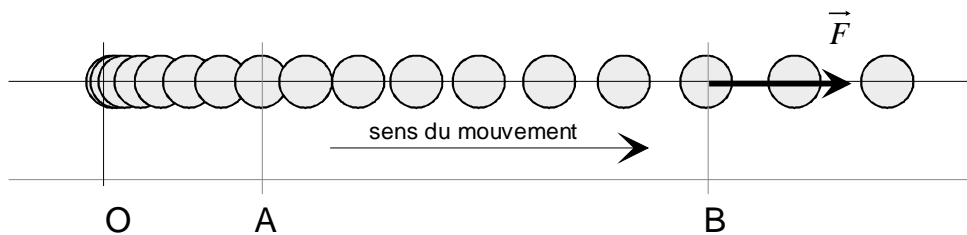
avec  $E_C$  en J , M en kg et V en m.s<sup>-1</sup>

Comment représenter ce transfert à l'aide d'un diagramme : diagramme en énergie :



### III Comment le travail d'une force modifie-t-il l'énergie cinétique d'un solide en translation ?

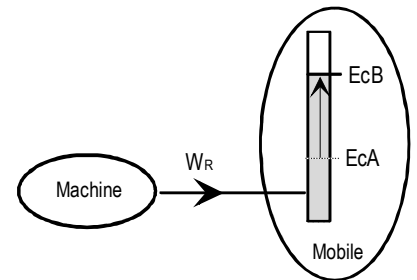
1) Cas d'un travail moteur :



D'après ce que l'on a vu au dessus, on peut écrire :

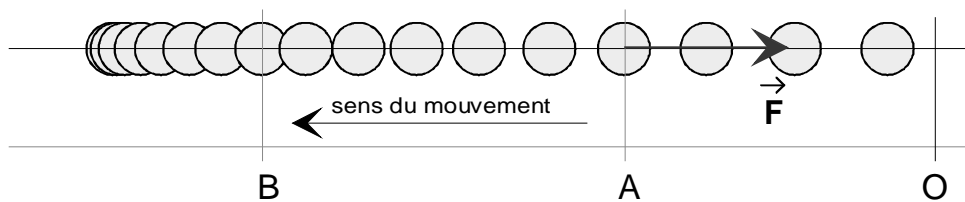
$$\begin{cases} E_{CA} = W_{OA}(\vec{F}) = F \cdot OA \\ E_{CB} = W_{OB}(\vec{F}) = F \cdot OB \end{cases} \quad \text{Or } W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \quad \text{et } OA + AB = OB$$

D'où  $W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot (OB - OA) = F \cdot OB - F \cdot OA = E_{CB} - E_{CA}$



2) Cas d'un travail résistant :

Si le mobile était lancé dans le sens inverse de la force  $\vec{F}$  :

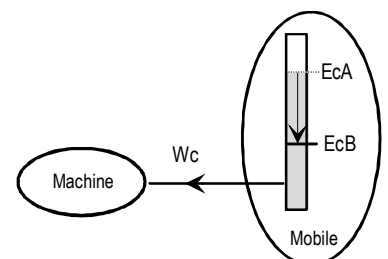


Le résultat est ici inverse : l'énergie cinétique en B est inférieure à celle que le mobile avait en A. Nous disons ici que le mobile a cédé une énergie  $W_c$  à l'extérieur mesurée par le travail, ici

résistant et donc négatif, de la force  $F$ .  $W_C = W_{AB}(\vec{F})$

On écrit alors :  $E_{CA} + W_c = E_{CB}$  avec  $W_c < 0$  soit  $E_{CB} - E_{CA} = W_{AB}(\vec{F})$

Le diagramme d'énergie est le suivant :





CONCLUSION :

**L'énergie cinétique finale d'un solide en translation est toujours égale à la somme de son énergie cinétique initiale et de l'énergie reçue et (ou) de l'énergie cédée en raison des travaux des forces extérieures qui lui sont appliquées. Le travail constitue un mode de transfert de l'énergie.**

**IV Relation entre travail et variation d'énergie cinétique :**

Entre deux positions, dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en translation est égale à la somme des travaux des forces extérieures s'exerçant sur le solide.

$$\frac{1}{2}MV_B^2 - \frac{1}{2}MV_A^2 = \sum W_{AB}(\vec{F}_{ext})$$