

**Objectifs :** Proposer une formulation du théorème de l'énergie cinétique à partir du travail d'une force.

### A-Travail d'une force constante

#### Document 1 : Pousser une voiture

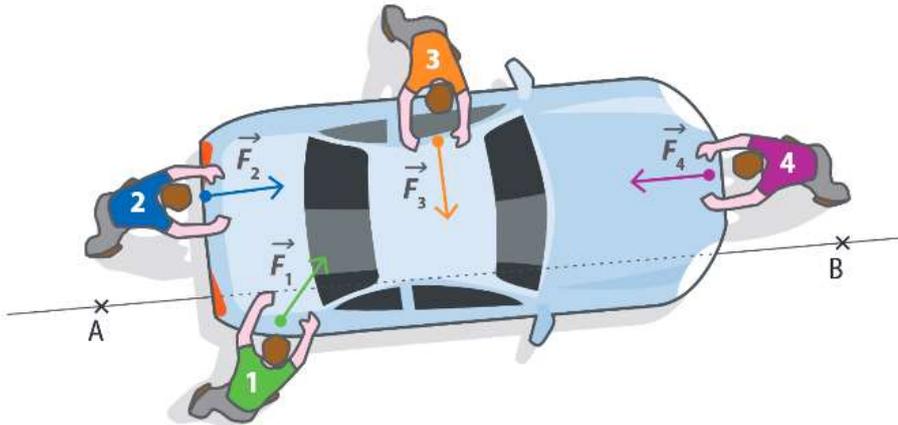


Figure 1

Les personnages 1, 2, 3 et 4 exercent des forces de même valeur sur la voiture lors du déplacement de A à B.

#### Définitions :

Le travail d'une force est l'énergie fournie à un système par cette force lors de son déplacement. (en Joule J)

Une force est motrice si son travail est positif.

Une force est résistante si son travail est négatif.

#### Document 2 : Dépannage

La voiture, de masse  $m=1120$  Kg, est à présent tractée par une dépanneuse sur une route rectiligne, inclinée d'un angle  $\beta=5,0^\circ$  par rapport à l'horizontale. On étudie le déplacement de la voiture sur une distance  $AB=500$ m.

Le câble de traction exerce sur la voiture une tension de norme  $T=1,2 \cdot 10^4$ N et incliné d'un angle  $\Theta=75^\circ$  par rapport à la route.

L'action de l'air sur la voiture est négligée. On considère que les frottements exercés par la route sur la voiture sont constants de norme  $f=2,0$ kN.

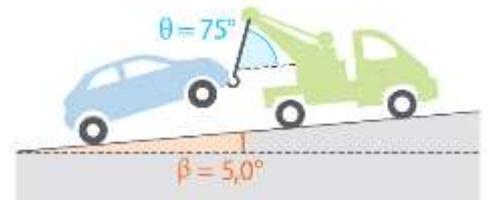
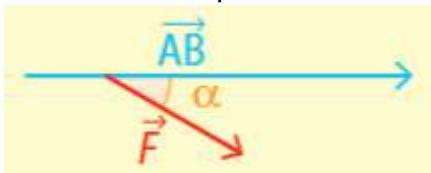


Figure2

#### Travail :

1. Qualifier l'effet des efforts de chacun des personnages du doc1 : est-il utile au déplacement de A à B ? Est-il contre productif ? inutile? Comparer entre elles les actions des personnages 1 et 2.



2. On propose trois expressions pour calculer le travail d'une force  $\vec{F}$  constante sur un trajet de A à B. En justifiant, choisir celle qui est cohérente avec la réponse à la question 1 :

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \quad ; \quad W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha \quad ; \quad W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \sin \alpha$$

3. Dresser le bilan des forces qui s'appliquent sur la voiture tractée du doc 2. les représenter sur un schéma.
4. En utilisant l'expression trouvée à la question 2, calculer les travaux de ces forces sur le déplacement de A à B.
5. Quelles sont les forces qui sont motrices ? résistantes ?
6. La voiture gagne-t-elle ou perd-elle de l'énergie du fait de l'ensemble des forces qui s'appliquent sur elle ?

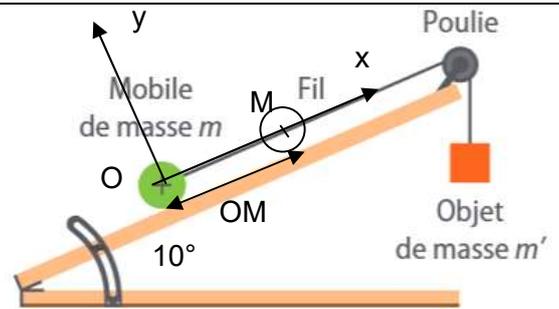
## B-Théorème de l'énergie cinétique

### Document 1 : Montage expérimental

On étudie le mobile de masse  $m$ , modélisé par son centre de gravité  $M$ , dans le référentiel terrestre. On néglige les frottements exercés par le plan incliné sur le mobile et les frottements de la poulie.

L'angle d'inclinaison est de  $10^\circ$

La tension  $\vec{T}$  du fil a alors la même valeur que le poids de l'objet de masse  $m'$ .  $T = m' \cdot g$   
 $m = 110\text{g}$  et  $m' = 29\text{g}$



### Document 2 : vitesse instantanée

On considère qu'à une image donnée, la vitesse du point  $M_i$  représentant le mobile est sa vitesse moyenne entre sa position sur l'image considérée et sa position sur l'image suivante :

$$v(M_i) = \frac{M_i M_{i+1}}{t_{i+1} - t_i}$$

ceci se traduit également par une relation plus appropriée dans notre cas :  $v(M_i) = \frac{OM_{i+1} - OM_i}{t_{i+1} - t_i}$

### Document 3 : distance parcourue sur le plan incliné

à partir des coordonnées du point  $M$  dans le repère  $(O, x, y)$ , le vecteur position de  $M$  s'écrit

$$\vec{OM} = (x_M) \cdot \vec{i} + (y_M) \cdot \vec{j}$$

Donc sa valeur s'écrit  $OM = x_M$  pour simplifier on écrira  $x_M = x$

### Document 4 : le calcul du travail d'une force

L'expression du travail d'une force le long d'un chemin  $AB$  est donné par la relation  $\vec{F}$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

l'angle  $\alpha$  correspond à l'angle  $(\vec{F}, \vec{AB})$

Dans le cas de l'expérience étudiée le mobile se déplace de  $O$  à  $M$ .

$$\text{Donc } W_{OM}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{OM} = F \cdot OM \cdot \cos \alpha$$

Relation mathématique :

$$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$$

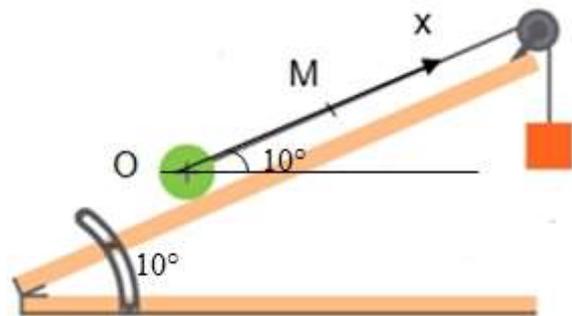


figure3

## Exploitation de la vidéo : aide avec la documentation REGRESSI

Le montage expérimental est visible au bureau du professeur.

La vidéo de l'expérience est accessible depuis le réseau sur le lecteur U:\premiere-spé\théorème energie cinétique et est nommée "plan incline.avi" ou sur l'ENT.

### Travail :

#### 1. Réalisation du pointage dans le logiciel REGRESSI (depuis application locale)

- ouvrir la vidéo (choisir type de fichier video.avi, mpg)
- réaliser l'étalonnage : la largeur de la bande orange visible dans la vidéo est de 50,0 cm.
- positionner l'origine du repère sur la première image, sur le point blanc du mobile, les axes orientés vers la droite et le haut comme sur le schéma.

Cliquer sur l'axe des abscisses et déplacer pour orienter l'axe des x le long de la pente comme sur le schéma.

- réaliser le pointage en cliquant sur mesurer.
- S'arrêter avant la dernière image en cliquant sur stop. Puis cliquer sur traiter.

## 2. Exploitation des données

- Représenter les forces appliquées au mobile au point O sur le schéma de la figure3 du dessus.
- Ecrire l'expression du travail des ces forces pour un déplacement entre O à M (position du système à un instant t).
- Calculer ces travaux pour une position de M prise dans le tableau de valeurs de regressi.
- En déduire quelle(s) force(s) sont motrice(s), résistante(s) et celle(s) qui ne travaille(nt) pas.
- Déterminer le travail total  $W_{TOT}$  de ces forces en calculant la somme des travaux de ces forces.
- Calculer la valeur de la vitesse au point M considéré.
- En déduire la variation d'énergie cinétique  $\Delta E_{c(OM)} = E_c(M) - E_c(O)$  du mobile entre O et M.

## 3. Conclusion

- Comparer les valeurs trouvées pour  $\Delta E_{c(OM)}$  et  $W_{TOT}$
- Conclure en proposant une expression du théorème de l'énergie cinétique qui exprime le lien entre la variation d'énergie cinétique d'un système entre 2 points et la somme des travaux des forces appliquées à ce système entre ces 2 points.

## 4. généralisation à tous les points

- Exprimer OM en fonction de x.
- Ecrire la formule mathématique qui permet de calculer la vitesse instantanée v du mobile sur le plan incliné au point M (voir doc 2).
- Créer une grandeur nommée v (en double cliquant sur l'icône « Y+ » voir la documentation de regressi), sélectionner « grandeur calculée » et saisir la formule mathématique pour calculer v.
- Créer la grandeur Ec et saisir la formule en fonction de  $m=110g$  et de la valeur de la vitesse v pour la calculer .
- Créer la grandeur travail du poids WP entre O et M, et saisir la formule en fonction de  $m=110g$ , g , x et de l'angle  $10^\circ$  pour la calculer .
- Créer la grandeur travail de la tension du fil WT, et saisir la formule en fonction de  $m'=29g$ , g et de x et pour la calculer .
- Créer la grandeur travail total  $WTOT = WP + WT$
- Sur le graphe afficher la courbe représentant les grandeurs Ec et WTOT en fonction du temps. Conclure, le Théorème de l'énergie cinétique est-il vérifié ?

Matériel paillasse prof : banc à coussin d'air , une poulie + fil + 1 masse d'environ 29g, + un chariot mobile de masse 110g ; inclinaison de  $10^\circ$ .

## Correction

### Dans regressi

't=Temps

'x=Abscisse

'y=Ordonnée

$v=(x[i+1]-x[i])/(t[i+1]-t[i])$  syntaxe à saisir dans grandeur calculée

$Ec=0.5*0.110*v*v$

$Wp=-0.110*9.81*x*\sin(10)$

$WT=x*0.029*9.81$

$Wtot=Wp+WT$

avec  $m = 110g$

$m'=29g$

angle =  $10^\circ$

on montre que  $WTOT=Ec$  au cours du temps