

# TP1 : Travail d'une force constante

Les machines simples sont des dispositifs que l'homme a imaginés pour faciliter l'exécution de certaines tâches comme déplacer ou soulever un objet lourd. On a utilisé très tôt le plan incliné, le coin, la roue, la poulie, le levier ... Archimède fit l'étude des leviers et Descartes établit en 1637 le principe commun utilisé par toutes les machines simples. Nous allons étudier l'un de ces dispositifs : le palan.

## 1. Approche de la notion de travail

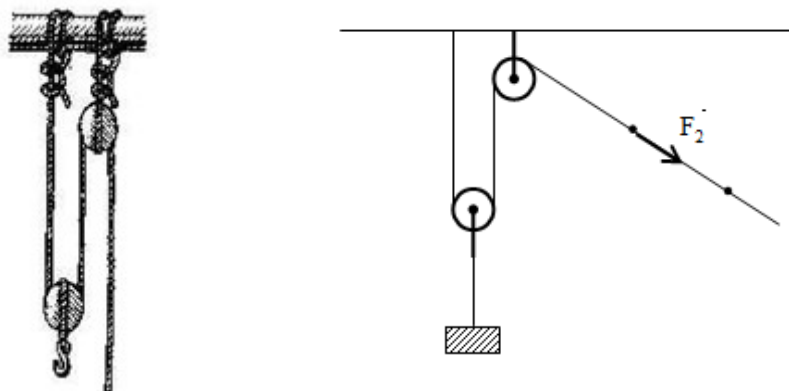
### 1.1 Étude préliminaire

- a. On veut maintenir "en l'air" un objet S de masse  $m = \dots\dots\dots$  g. Quelle est la valeur de la force  $\vec{F}_1$  que la main doit exercer ? Justifiez brièvement. On prendra  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .....
- b. Après une phase de démarrage que l'on n'étudie pas, on veut élever à vitesse constante le même objet. Quelle est la valeur de la force  $\vec{F}'_1$  que la main doit exercer durant la phase de montée? Justifiez brièvement. ....
- c. Pour élever, à vitesse constante, l'objet S d'une hauteur  $h$  en le tenant directement à la main, de quelle distance  $d_1$  doit-on déplacer le point d'application de  $\vec{F}_1$  (c'est-à-dire la main) ? .....

Les machines simples sont des dispositifs que l'homme a imaginés pour faciliter l'exécution de certaines tâches comme déplacer ou soulever un objet lourd. On a utilisé très tôt le plan incliné, le coin, la roue, la poulie, le levier ... Archimède fit l'étude des leviers et Descartes établit en 1637 le principe commun utilisé par toutes les machines simples. Nous allons étudier l'un de ces dispositifs : le palan.

### 1.2 Palan

On désire maintenant utiliser un palan pour soulever l'objet S. Le palan étudié est un des palans utilisés autrefois, dans la marine par exemple. Il s'appelle "cartahu double" et est constitué d'une poulie mobile munie d'un crochet et d'une poulie fixe représentée par le schéma ci-dessous:



- a. Déterminez expérimentalement la valeur de la force  $\vec{F}_2$  à exercer à l'extrémité du fil pour maintenir S en équilibre.  $F_2 = \dots\dots\dots$

La direction de  $\vec{F}_2$  a-t-elle une influence sur cette valeur ? .....

- b. Déterminez expérimentalement la valeur de la force  $\vec{F}'_2$  à exercer à l'extrémité du fil pour élever S à vitesse constante, après une phase de démarrage non étudiée.  $F'_2 = \dots\dots\dots$

- c. Quel est l'intérêt évident de l'utilisation de ce dispositif ? .....
- e. En utilisant le palan, pour élever S, à vitesse constante, d'une hauteur h, déterminez expérimentalement de quelle distance  $d_2$  on doit déplacer le point d'application de  $\vec{F}_2$  .....
- f. Quel est l'inconvénient caché du palan? .....
- g. Regroupez vos résultats dans le tableau ci-contre :

Parmi les relations suivantes lesquelles sont vérifiées par l'expérience :

Action directe	$F_1 =$	Utilisation du palan	$F'_2 =$
	$d_1 =$		$d_2 =$

$$\frac{F_1}{F'_2} = \frac{d_1}{d_2} \quad \text{Ou} \quad \frac{F_1}{F'_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{ou} \quad F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2 \quad \text{ou} \quad F_1 \cdot d_2 = F_2 \cdot d_1$$

## 1. 2 Expression du travail d'une force

### Définition:

Des objets soumis à une force dont le point d'application se déplace peuvent:

- être mis en mouvement
- changer d'altitude
- voir leur température s'élever
- se déformer temporairement ou définitivement.

Dans tous ces cas, on dira que la force travaille. Le travail d'une force est noté W et mesuré en joules (J).

a. Au cours de la montée de S à vitesse constante, montrer que la force  $\vec{F}_1$  ou la force  $\vec{F}'_2$  a fourni un travail? Justifiez. Qu'est-ce qui a été modifié pour S?

.....

b. Sachant que, dans le cas étudié, les travaux produits par les forces constantes  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}'_2$  ont la même valeur, proposez à partir des relations trouvées à la question g, une relation pour exprimer  $W(\vec{F}_1)$  d'une part et  $W(\vec{F}'_2)$  d'autre part .

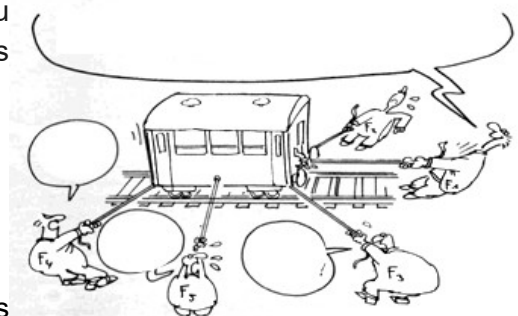
$$W(\vec{F}_1) = W(\vec{F}'_2) \quad \text{Avec} \quad W(\vec{F}_1) = \dots\dots \quad \text{et} \quad W(\vec{F}'_2) = \dots\dots$$

## 2. Recherche d'un autre paramètre intervenant dans le travail d'une force

2.1 Imaginez ce que pourraient dire les personnages du dessin humoristique ci-contre en complétant les bulles avec les propositions suivantes:

- Je résisterai
- C'est moi le meilleur
- Je fais ce que je peux
- Je ne sers à rien

On précise que le wagon doit se déplacer d'une distance L vers la droite.



2.2 Analysez ces situations avec « l'œil du physicien »:

- Quelle est la direction la plus efficace pour faire avancer le wagon ?.....

- Pour la faire reculer ?.....
- Y a-t-il une direction particulièrement inefficace pour déplacer le wagon ?.....

**2.3** On désigne par  $\alpha$  l'angle entre la direction de la force et le déplacement. Parmi les relations ci-dessous proposées pour définir le travail qu'une force constante de valeur  $F$  effectue sur un mobile au cours d'un déplacement rectiligne de longueur  $L$ , quelle est celle qui paraît le mieux convenir?

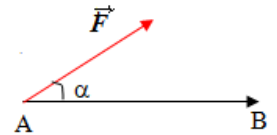
- a.  $W = F \times L$       b.  $W = F \times L \times \sin\alpha$       c.  $W = F \times L \times \cos\alpha$       d.  $W = F \times L \times \alpha$

### 2.4 Avez-vous choisi la bonne formule?

Considérons une force  $\vec{F}$  dont le point d'application se déplace de A vers B.

La direction de la force fait un angle  $\alpha$  avec celle du vecteur  $\vec{AB}$  (voir figure ci-contre)

- En utilisant la formule choisie précédemment, compléter la 4<sup>ème</sup> colonne du tableau.



F (N)	L (m)	Angle	W (J) évalué par la formule .....
100	2,5	0°	
50	2,5	0°	
100	1,25	0°	
100	2,5	90°	
100	2,5	180°	
100	2,5	30°	
100	2,5	60°	

### 2.5 Conclusion

- Comment appelle-t-on le produit de deux vecteurs? .....
- Comment le note-t-on? .....
- Comment le calcule-t-on? .....

Le travail mécanique  $W_{AB}(\vec{F})$  d'une force constante  $\vec{F}$ , lorsque son point d'application se déplace de A vers B en ligne droite est égal au produit .....de la force  $\vec{F}$  par le vecteur  $\vec{AB}$  soit

$$W_{AB}(\vec{F}) = \dots\dots\dots$$

Selon les cas, un travail peut être « moteur », « résistant » ou « nul ». Pour quelle valeur de l'angle  $\alpha$  diriez-vous qu'un travail est moteur ? résistant ? nul ?

.....

.....

.....