LE TRAVAIL D'UNE FORCE CONSTANTE

Synthèse (2/3)

►► Notion du travail d'une force *(voir Activité dirigée)*

• Soit un système (*objet quelconque*) sur lequel s'exerce plusieurs forces :
(Par exemple, le poids $\vec{P}$, les frottements $\vec{f}$, la réaction du support $\vec{R}$, une force motrice $\vec{F}$…).

<u>**Si l'objet est en mouvement**</u>**,** ces forces

- peuvent être responsables de ce mouvement en le modifiant ou en le provoquant.
- peuvent n'avoir aucune action sur le mouvement

On dit qu'une force travaille lorsqu'elle a une action <u>sur le mouvement du système</u>.

- Si la force favorise le déplacement, on dira que la force exerce **un travail moteur**
- Si la force empêche le déplacement, on dira que la force exerce **un travail résistant**
- Si la force n'a aucune action sur le mouvement, on dira que **la force ne travaille pas**

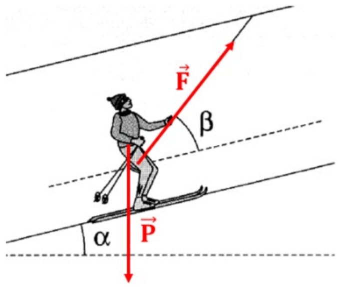
►► La force constante

► ► Une force $\vec{F}$ est dite constante si elle garde la même direction, le même sens et la même valeur au cours du temps. Seul son point d'application se déplace.

<u>**Remarque**</u> **:**

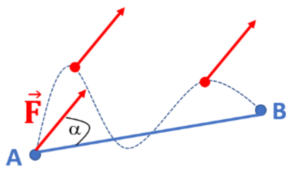
• **Le poids $\vec{P}$** d'un objet est toujours vertical, dirigé vers le bas : c'est donc une force constante quelle que soit la situation.

• **La force motrice $\vec{F}$** exercée par le câble sur le skieur est également une force constante

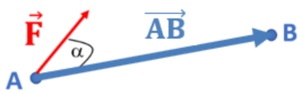


►► Le travail d'une force constante

• Un solide soumis à une force $\vec{F}$ constante localisée se déplace de telle façon que le point d'application de la force passe d'une position A à une position B,

en suivant une trajectoire rectiligne	en suivant une trajectoire quelconque
	

↳ On appelle « vecteur déplacement » le vecteur $\overrightarrow{AB}$



▸ ▸ Le travail d'une force constante se déplaçant d'un point A vers un point B, est égal au produit scalaire du vecteur force $\vec{F}$ par le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$:

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} \quad \Leftrightarrow \quad W_{AB}(\vec{F}) = \mathrm{F} \times \mathrm{AB} \times \cos\alpha$$

*F : valeur de la force constante (**en N**)* *AB : distance parcourue (**en m**)*	*$W_{AB}(\vec{F})$: travail de la force $\vec{F}$ (**en J**)* *α : angle entre $\vec{F}$ et $\overrightarrow{AB}$*

0° ≤ α < 90°	$\cos\alpha > 0$	↳ $W_{AB}\vec{F} > 0$	**Le travail est dit moteur**	$\vec{F}$ est une force motrice
90° < α ≤ 180°	$\cos\alpha < 0$	↳ $W_{AB}\vec{F} < 0$	**Le travail est dit résistant**	$\vec{F}$ est une force résistante

Quelques cas particuliers			
α = 0°	$\cos\alpha = 1$	↳ $W_{AB}\vec{F} = F \times AB$	
α = 90°	$\cos\alpha = 0$	↳ $W_{AB}\vec{F} = 0$	**La force $\vec{F}$ ne travaille pas :** **↳ une force perpendiculaire au déplacement a un travail nul**
α = 180°	$\cos\alpha = -1$	↳ $W_{AB}\vec{F} = -F \times AB$	

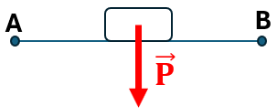
Remarque : *On note le travail d'une force par la lettre W (de l'anglais WORK pour travail)*

►► Le travail du poids

- Le poids $\vec{P}$ d'un objet est une force constante.

L'expression du travail du poids est donc : $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB}$

Cas (1) : Mouvement sans changement d'altitude



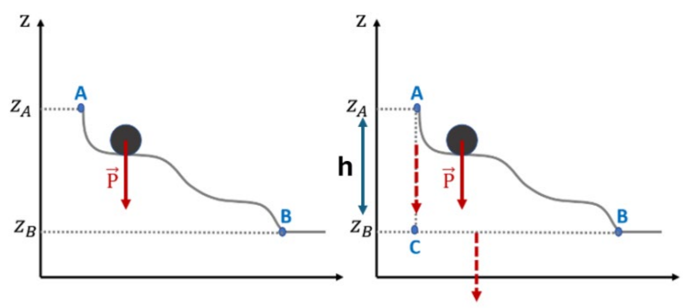
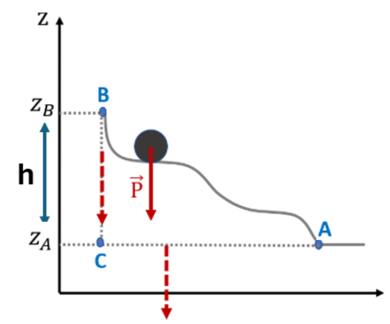
- Si le mouvement se fait sans changement d'altitude, le vecteur $\vec{P}$ reste constamment perpendiculaire au déplacement : $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = \mathrm{P} \times \mathrm{AB} \times \cos 90° = 0$

Cas (2) : Etude d'une montée ou d'une descente

- Dans le cas d'une montée ou d'une descente, il peut être compliqué d'utiliser la formule

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB}$ car il faut déterminer l'angle entre $\vec{P}$ et $\overrightarrow{AB}$!

Trouvons une autre formule !!……

Lors de la descente	Lors de la montée
	

Travail du poids $\vec{P}$	
Lors de la descente	Lors de la montée
$W_{AB}\vec{P} = \vec{P}.\overrightarrow{AB} = \vec{P}.\left(\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CB}\right) = \vec{P}.\overrightarrow{AC} + \vec{P}.\overrightarrow{CB}$	
$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times \mathbf{cos0°} + P \times CB \times \mathbf{cos90°}$	$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times \mathbf{cos90°} + P \times CB \times \mathbf{cos180°}$
$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times \mathbf{1} + P \times CB \times \mathbf{0}$	$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times \mathbf{0} + P \times CB \times (\mathbf{-1})$
$\boldsymbol{W_{AB}\vec{P} = P \times AC}$	$\boldsymbol{W_{AB}\vec{P} = -P \times BC}$
$posons\ h = AC$	$posons\ h = BC$
$\boldsymbol{W_{AB}\vec{P} = mhg} > 0$ Le travail du poids est moteur lors de la descente	$\boldsymbol{W_{AB}\vec{P} = -mgh} < 0$ Le travail du poids est résistant lors de la montée

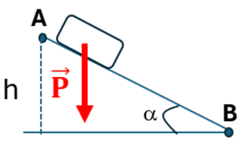
Le travail du poids lors d'un déplacement au cours duquel l'altitude de son point d'application a varié d'une valeur h est : $\boldsymbol{W_{AB}\vec{P} = \pm mgh}$

Avec

$W_{AB}\vec{P} = mgh$ lors d'une descente

$W_{AB}\vec{P} = -mgh$ lors d'une montée

remarque : dans le cas d'une montée (ou d'une descente) le long d'une pente rectiligne



$W_{AB}\vec{P} = \pm\, mgh$

avec $\boldsymbol{h = AB \times sin\alpha}$

►► Le travail de la réaction du support

(1) La réaction d'un support

- La force exercée par un support sur un objet est notée $\vec{R}$.

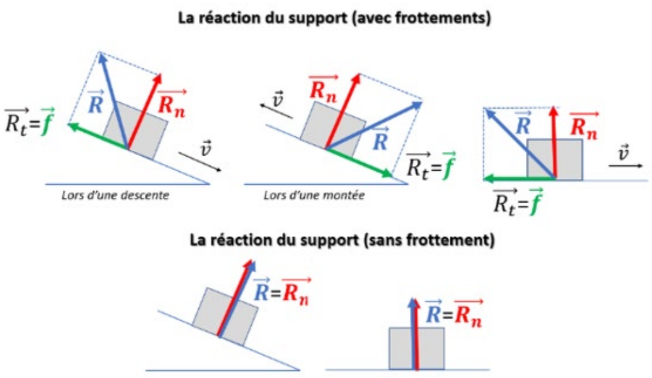
<u>Cette force a deux actions :</u>

- elle empêche l'objet de « rentrer » dans le sol (sous l'action de son poids $\vec{P}$) **:**

cette action est représentée par la composante $\overrightarrow{R_n}$

- elle empêche l'objet de glisser lorsque l'objet est en mouvement :

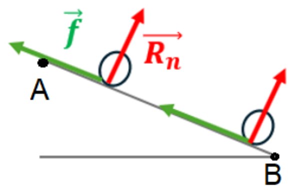
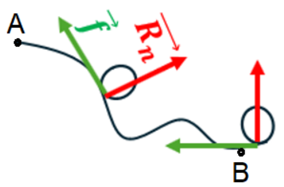
cette action est représentée par la composante $\vec{f}$



$\vec{R} = \overrightarrow{R_n} + \vec{f}$	
$\overrightarrow{R_n}$	$\vec{f}$
Réaction normale	*Force de frottements*
Perpendiculaire au déplacement	Opposée au déplacement

<u>remarque</u> : Lorsqu'il n'y a pas de frottement, on a $\vec{R} = \overrightarrow{R_n}$: $\vec{R}$ est donc perpendiculaire au support

(2) Le travail de la réaction d'un support

Dans le cas d'un déplacement rectiligne gardant la même direction et le même sens	**Si le déplacement n'est plus rectiligne**
	
$\vec{f}$ est une force constante. *L'angle entre $\vec{f}$ et le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$ est de 180°* $W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = \mathrm{f} \times \mathrm{AB} \times \cos 180° = -\mathrm{f} \times \mathrm{AB}$	***$\vec{f}$ est une force non constante.*** On ne peut pas calculer son travail
$\overrightarrow{R_n}$ est une force constante. *Elle est perpendiculaire au déplacement.* $W_{AB}(\overrightarrow{R_n}) = 0$	***$\overrightarrow{R_n}$ est une force non constante.*** MAIS, ***<u>à chaque instant</u>***, *$\overrightarrow{R_n}$ reste constamment perpendiculaire au déplacement* *On admet que l'on a également :* $W_{AB}(\overrightarrow{R_n}) = 0$

►► Puissance d'une force

(1) Notion de puissance

• Pour monter des briques au 3ème étage d'une construction, il existe 2 méthodes :

- Un maçon peut les monter lui-même par l'escalier

- Une grue peut monter les briques

➯ Dans les deux cas, le travail à fournir est le même : *la grue et le maçon exercent le même travail, fournissent la même énergie.*

• En revanche, la durée du travail exercé par la grue est beaucoup plus brève que la durée du travail exercé par le maçon :

on dit que la puissance de la force développée par la grue est supérieure à celle de la force développée par l'homme, ou plus couramment, que la puissance de la grue est supérieure à celle du maçon.

(2) Puissance moyenne d'une force

►► La puissance moyenne d'une force est le quotient du travail W qu'elle fournit par la durée Δt correspondante : $P_{moy}(W) = \frac{W\vec{F}(J)}{\Delta t(s)}$

Remarque :

➯ si $W_{AB}\vec{F} > 0$, la puissance est positive ; on parle de **puissance motrice**

➯ si $W_{AB}\vec{F} < 0$, la puissance est négative ; on parle de **puissance résistante.**