

<i>Séquence 2</i>	<h2 style="margin: 0;">Le travail d'une force constante</h2>
-------------------	--

**A. Travail et puissance d'une force constante**

A.1. La force constante	P1
A.2. Notion de travail d'une force	P1
A.3. Le travail d'une force constante	P1
A.4. Puissance d'une force	P2

**B. Travail de quelques forces particulières**

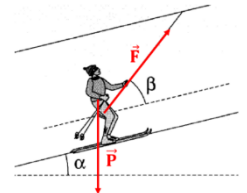
B.1. Le travail du poids	P2
B.2. Le travail de la réaction du support	P4

**A. Travail et puissance d'une force constante**

**A.1. 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.

**Exemple :** Le poids  $\vec{P}$  et la force motrice  $\vec{F}$  gardent la même direction, le même sens et la même valeur au cours du mouvement : ce sont des forces constantes



**A.2. Notion du travail d'une force**

• 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  $\vec{F}$ ...).

**Si l'objet est en mouvement**, ces forces

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

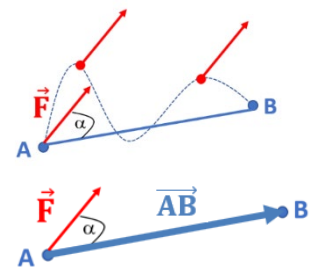
**On dit qu'une force travaille lorsqu'elle a une action sur le mouvement du système.**

- 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**

**A.3. 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.

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



► ► 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  $\vec{AB}$  :

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

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

$0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$	$\cos\alpha > 0$	$\Leftrightarrow W_{AB}\vec{F} > 0$	<b>Le travail est dit moteur</b>	$\vec{F}$ est une force motrice
$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$	$\cos\alpha < 0$	$\Leftrightarrow W_{AB}\vec{F} < 0$	<b>Le travail est dit résistant</b>	$\vec{F}$ est une force résistante

### Quelques cas particuliers

$\alpha = 0^\circ$	$\cos\alpha = 1$	$\Leftrightarrow W_{AB}\vec{F} = F \times AB$	
$\alpha = 90^\circ$	$\cos\alpha = 0$	$\Leftrightarrow W_{AB}\vec{F} = 0$	<b>La force <math>\vec{F}</math> ne travaille pas :</b> <b><math>\Leftrightarrow</math> une force perpendiculaire au déplacement a un travail nul</b>
$\alpha = 180^\circ$	$\cos\alpha = -1$	$\Leftrightarrow W_{AB}\vec{F} = -F \times AB$	

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

## A.4. Puissance d'une force



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

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



$\Leftrightarrow$  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.*

► ► **La puissance moyenne d'une force est le quotient du travail  $W$  qu'elle fournit par la durée  $\Delta t$  correspondante :**

$$P_{\text{moy}}(W) = \frac{W\vec{F}(J)}{\Delta t(s)}$$

**Remarque :**

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

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

## B. Travail de quelques forces particulières

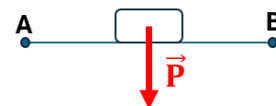
### B.1. Le travail du poids

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

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

#### 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 :  $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overline{AB} = P \times AB \times \cos 90^\circ = 0$

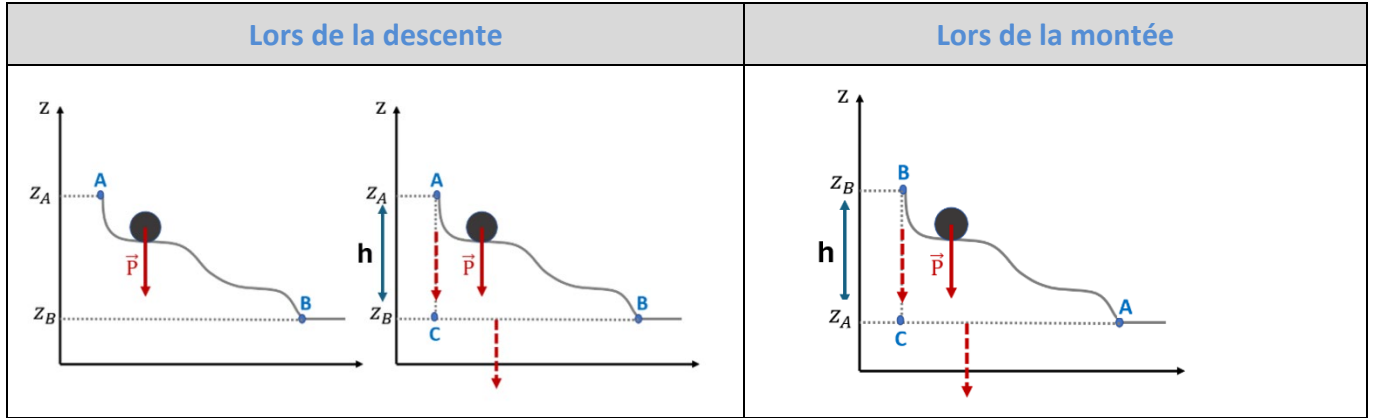


**Cas (2) : Etude d'une montée ou d'une descente**

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

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

*Trouvons une autre formule !!.....*



Travail du poids $\vec{P}$	
Lors de la descente	Lors de la montée
$W_{AB}\vec{P} = \vec{P} \cdot \vec{AB} = \vec{P} \cdot (\vec{AC} + \vec{CB}) = \vec{P} \cdot \vec{AC} + \vec{P} \cdot \vec{CB}$	
$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times \cos 0^\circ + P \times CB \times \cos 90^\circ$	$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times \cos 90^\circ + P \times CB \times \cos 180^\circ$
$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times 1 + P \times CB \times 0$	$W_{AB}\vec{P} = P \times AC \times 0 + P \times CB \times (-1)$
$W_{AB}\vec{P} = P \times AC$	$W_{AB}\vec{P} = -P \times BC$
posons $h = AC$	posons $h = BC$
$W_{AB}\vec{P} = mgh > 0$ Le travail du poids est moteur lors de la descente	$W_{AB}\vec{P} = -mgh < 0$ Le travail du poids est résistant lors de la montée

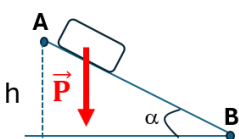
► ► Le travail du poids lors d'un déplacement au cours duquel l'altitude de son point d'application a varié d'une valeur h est :  $W_{AB}\vec{P} = \pm mgh$

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  $h = AB \times \sin \alpha$

## B.2. Le travail de la réaction du support

### (1) La réaction d'un support

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

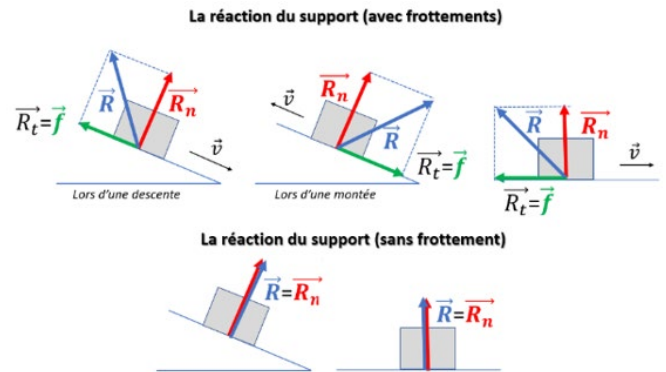
Cette force a deux actions :

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

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

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

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



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

remarque : Lorsqu'il n'y a pas de frottement, on a  $\vec{R} = \vec{R}_n$  :  $\vec{R}$  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
<p><math>\vec{f}</math> est une force constante.</p> <p>L'angle entre <math>\vec{f}</math> et le vecteur déplacement <math>\vec{AB}</math> est de <math>180^\circ</math></p> <p><math>W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{AB} = f \times AB \times \cos 180^\circ = -f \times AB</math></p>	<p><math>\vec{f}</math> est une force non constante.</p> <p>On ne peut pas calculer son travail</p>
<p><math>\vec{R}_n</math> est une force constante.</p> <p>Elle est perpendiculaire au déplacement.</p> <p><math>W_{AB}(\vec{R}_n) = 0</math></p>	<p><math>\vec{R}_n</math> est une force non constante.</p> <p>MAIS, <b>à chaque instant</b>, <math>\vec{R}_n</math> reste constamment perpendiculaire au déplacement donc son travail est nul</p> <p>On admet que l'on a également : <math>W_{AB}(\vec{R}_n) = 0</math></p>