

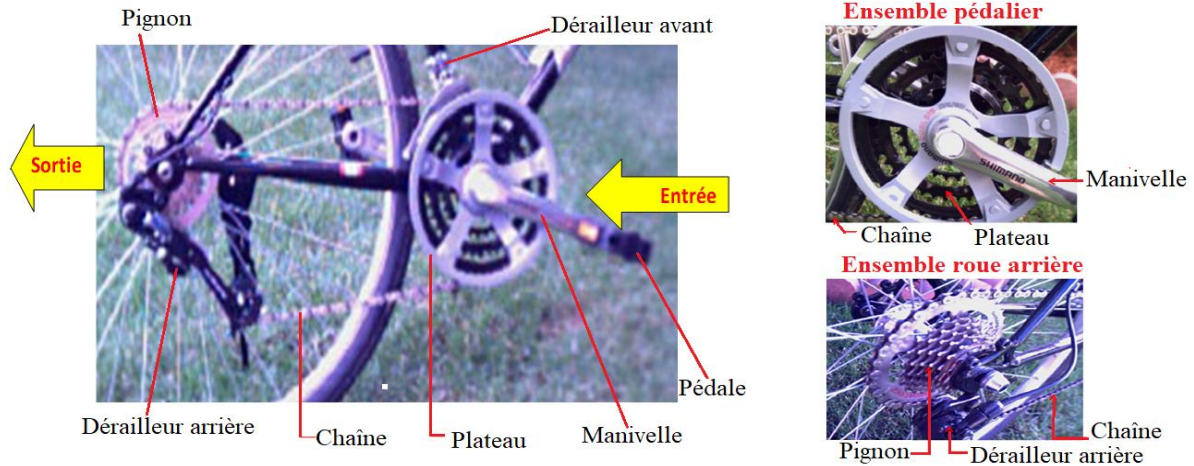
# TRANSMISSION D'UNE FORCE ET D'UNE PUISSANCE DANS UNE BICYCLETTE

## I. Notion de bicyclette

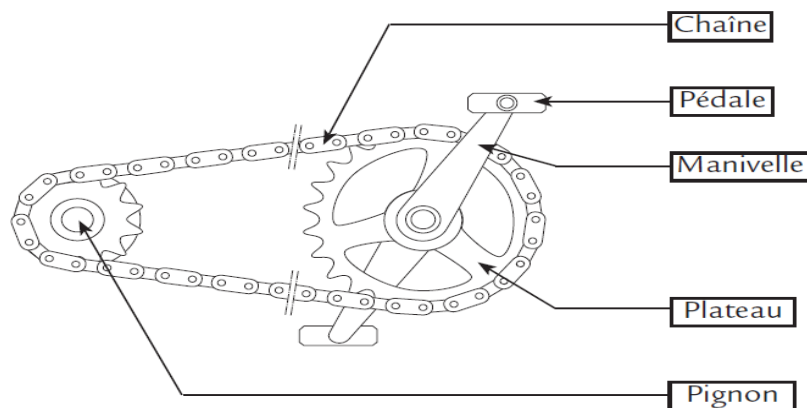
Une **bicyclette** est un moyen de transport terrestre à deux-roues, qui permet à l'utilisateur assis sur sa selle de se déplacer grâce à sa **force musculaire**.

Une bicyclette est équipée d'un système transmission qui permet de transmettre le mouvement pour faciliter le travail mécanique

## II. Système de transmission de mouvement dans une bicyclette



### 1. Schéma de système de transmission d'une bicyclette



### 2. Les organes constituant le système de transmission d'une bicyclette

On distingue :

- à l'**entrée** ou l'ensemble pédalier composé de : les pédales, les manivelles, les plateaux (roues dentées) et un dérailleur avant ;
- à la **sortie** ou l'ensemble roue arrière : les pignons ou roues libres (roues dentées) et un dérailleur arrière ;
- la **chaîne**.

### 3. La transmission du mouvement

Lorsque le cycliste pédale, la chaîne transmet le mouvement de rotation du plateau au pignon. La transmission du mouvement se fait par l'intermédiaire de la chaîne.

#### Vocabulaire à retenir

La **chaîne** est une suite d'anneaux qui servent à transmettre le mouvement.

La **chaîne cinématique** est la suite ordonnée des organes par lesquels se transmet le mouvement.

#### NB

La **chaîne cinématique** de la bicyclette est :



### III. Le rapport de transmission ou le braquet

#### 1. Expression littérale

Dans le système de transmission d'une bicyclette on désigne par :

$Z_e$  : nombre de dents à l'entrée ou plateau ou pédalier

$Z_s$  : nombre de dents à la sortie ou pignon ou roue libre

$N_e$  : vitesse de rotation à l'entrée

$N_s$  : vitesse de rotation à la sortie

$M_{ce}$  : moment de couple à l'entrée ou effort à l'entrée

$M_{cs}$  : moment de couple à la sortie ou effort à la sortie

Quand le système fonctionne, le nombre de dents, les vitesses de rotations et les moments de couple de forces, obéissent aux relations suivantes :

$$Z_e \times N_e = Z_s \times N_s \Leftrightarrow \frac{Z_e}{Z_s} = \frac{N_s}{N_e} \text{ et } M_{ce} \times N_e = M_{cs} \times N_s \Leftrightarrow \frac{M_{ce}}{M_{cs}} = \frac{N_s}{N_e}$$

Dans ce système de transmission, le rapport  $\frac{Z_e}{Z_s}$  est appelé **braquet** ou **rapport de transmission**

L'expression littérale du braquet est :

$$K = \frac{Z_e}{Z_s} \text{ or } \frac{Z_e}{Z_s} = \frac{N_s}{N_e} = \frac{M_{ce}}{M_{cs}} ; \quad K = \frac{Z_e}{Z_s} = \frac{N_s}{N_e} = \frac{M_{ce}}{M_{cs}}$$

#### N'oublie pas :

- le braquet n'a pas d'unité

- le braquet est un multiplicateur de vitesse et un diviseur d'effort pour le système de transmission.

$$N_s = K \times N_e \Leftrightarrow N_e = \frac{N_s}{K} ; M_{cs} = \frac{M_{ce}}{K} \Rightarrow M_{ce} = K \times M_{cs}$$

#### 2. Définition du braquet

Le braquet ou rapport de transmission noté  $k$ , est le quotient entre le nombre de dents du pédalier et le nombre de dents du pignon.

### IV. Le développement de la bicyclette

#### 1. Définition

Le développement d'une bicyclette est la distance parcourue par la bicyclette pour un tour complet du pédalier.

#### 2. Expression littérale du développement

$$d = \pi \times D \times K \text{ ou } d = 2 \pi \cdot R \cdot K \text{ ou } d = P \times K$$

$d$  : développement de la bicyclette (en mètre)

$D$  : diamètre de la roue (en mètre)

$R$  : rayon de la roue (en mètre)

$K$  : braquet (sans unité)

$P$  : périmètre de la roue

#### N'oublie pas

Les relations mathématiques qui permettent de calculer :

➤ la distance parcourue par la bicyclette :

$$d = 2 \pi R n_s \text{ ou } d = p n_s \text{ ou encore } d = 2 \pi R K n_e ; d = d \times n_e ; \text{ avec } n_s = K n_e$$

➤ la vitesse linéaire de la bicyclette :

$$V = 2 \pi R N_s \text{ ou } V = p N_s \text{ ou encore } V = 2 \pi R K N_e ; V = \mathcal{D} \times N_e$$

## V. Rôle du dérailleur

Mécanisme qui permet de faire passer la chaîne d'un pignon ou d'un plateau à un autre, pour changer de développement.

## EVALUATION

### Exercices

#### Exercice 1

Une bicyclette porte 57 dents au pédalier et 19 dents au pignon. Le diamètre des roues est de 50cm.

- Calcule le rapport de transmission
- Calcule le développement de cette bicyclette

#### Exercice 2

La vitesse de rotation de sortie d'un vélo tout terrain (VTT) est 1tr/s. Le nombre de dents à l'entrée est 18 et le nombre de dents à la sortie est 12. Calcule :

- le braquet de ce VTT.
- La vitesse de rotation du pédalier de ce VTT.

## TRANSMISSION D'UNE FORCE ET D'UNE PUISSANCE DANS UNE POULIE

### I. Machine simple

#### 1. Définition

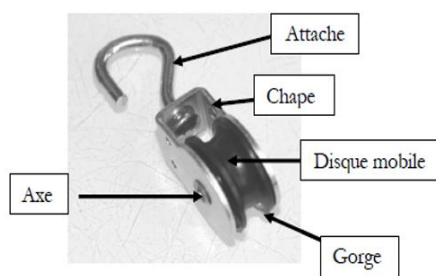
Une machine simple est un dispositif qui diminue l'effort nécessaire pour effectuer un travail, en augmentant la distance sur laquelle la force s'exerce.

En d'autre terme, une machine simple est un système mécanique (sans moteur) qui permet de réduire la force pour effectuer une certaine manœuvre.

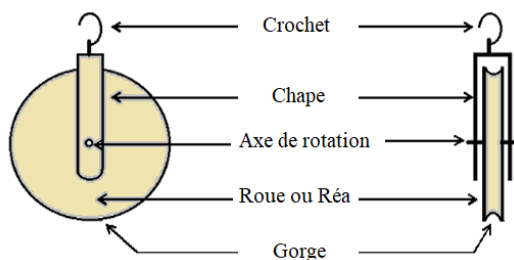
#### 2. Exemples

La poulie simple ou fixe, la polie mobile ou renversée, la poulie à deux gorges, le palan, le plan incliné, le levier, le treuil.....

### II. Transmission d'une force dans une poulie



#### 1. Schéma descriptif d'une poulie



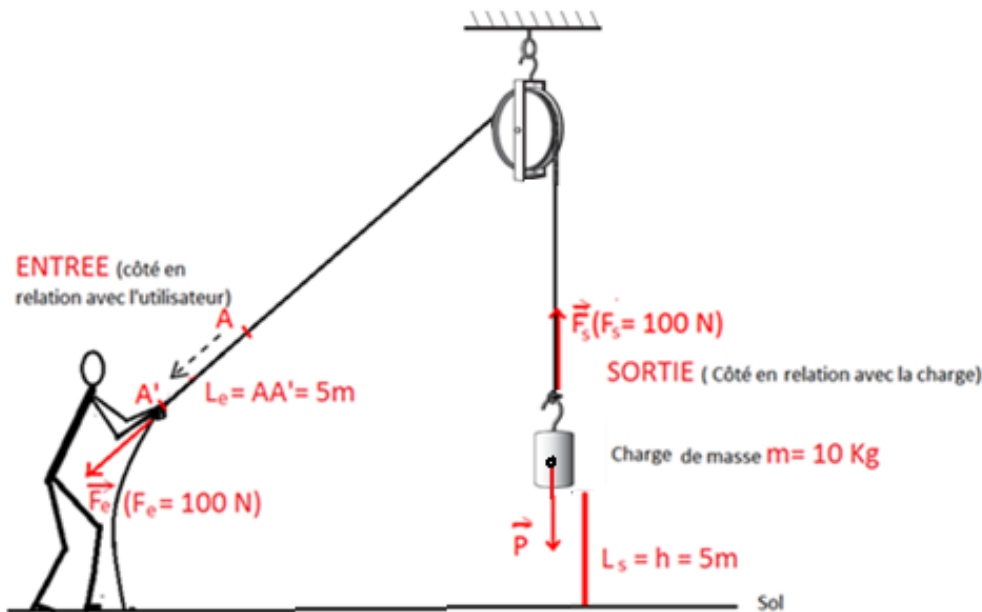
#### 2. Description

Une poulie est une roue à gorge pouvant tourner autour de son axe de rotation.

En d'autre terme, une poulie est un dispositif mécanique de levage ou de traction comprenant un disque monté sur un axe et équipé d'un câble passant autour du disque.

### 3. Transmission d'une force dans une poulie fixe ou simple.

#### 3.1. Schéma



#### 3.2. Relations caractéristiques

##### ➤ Condition d'équilibre

À l'équilibre, la force d'entrée  $\vec{F}_e$  et la force de sortie  $\vec{F}_s$  ont des intensités égales.

$$F_e = F_s = p \quad \text{avec} \quad p = m \times g$$

##### ➤ Déplacements à l'entrée et à la sortie

À l'équilibre et lors d'un mouvement régulier (frottements négligeables), les déplacements ont la même longueur.

$$L_e = L_s = h$$

$F_e$  : force d'entrée en (N)

$F_s$  : force de sortie en (N)

$P$  : poids de la charge en (N)

$m$  : masse de la charge en (Kg)

$g$  : intensité de pesanteur en (N/Kg)

$L_e$  : longueur d'entrée en (m)

$L_s$  : longueur de sortie en (m)

#### 3.3. Rôle de la poulie simple

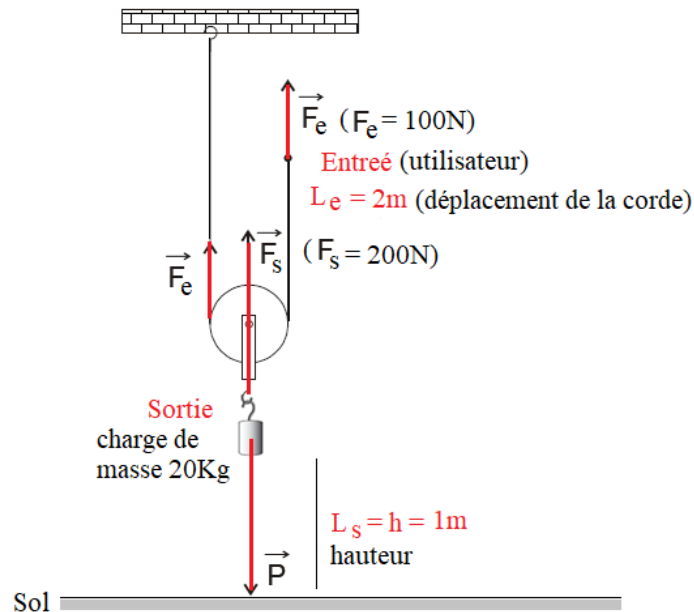
La poulie simple permet de modifier la direction d'une force sans en modifier l'intensité.

##### Remarque

- **Avantage** : son seul avantage est de modifier la direction de cette force : il nous est plus facile de tirer vers le bas car nous pouvons nous aider de notre propre poids que de soulever vers le haut
- **Inconvénient** : une telle poulie ne diminue pas la force que doit exercer la personne pour soulever l'objet.

## 4. Transmission de la force dans une poulie fixe

### 4.1. Schéma



### 4.2. Relations caractéristiques

#### ➤ Condition d'équilibre

À l'équilibre, l'intensité de la force d'entrée n'est que la moitié de l'intensité de la force de sortie

$$F_s = 2 F_e ; F_e = \frac{F_s}{2} \text{ avec } F_s = p = m \cdot g$$

#### ➤ Déplacements à l'entrée et à la sortie

À l'équilibre et lors d'un mouvement régulier (frottements négligeables), la longueur d'entrée est égale au double de la longueur de sortie (ou de la hauteur h).

$$L_e = 2 L_s ; L_s = \frac{L_e}{2} \text{ avec } L_s = h$$

### 4.3. Rôle de la poulie mobile

La poulie mobile permet de multiplier par deux la force appliquée (entrée), mais divise par deux le déplacement.

#### Remarque

- **Avantage** : la force motrice exercée est deux fois plus petite que dans le cas de la poulie fixe
- **Inconvénient** : pour soulever la charge d'une hauteur h, il faut tirer sur la corde sur une distance deux fois plus longue ou divise par deux le déplacement.

#### N'oublie pas

Dans la pratique une poulie mobile est souvent associée à une poulie fixe ; cette association cumule les avantages suivants :

- L'effort à exercer est moindre grâce à la poulie mobile ;
- L'utilisateur exerce sa force dans de bonnes conditions grâce à la poulie fixe

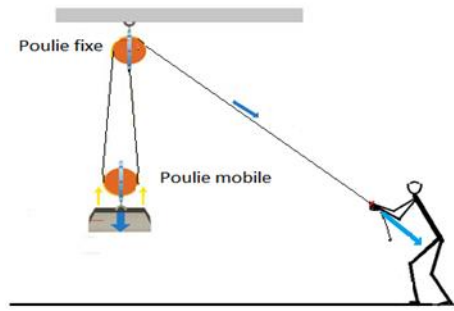


Schéma de l'association poulie mobile-poulie fixe

### III. Travail mécanique dans une machine simple

#### 1. Travail d'entrée

Le travail d'entrée est le produit de la force à exercer (force motrice) par la longueur de corde à tirer. Son expression littérale est :

$$J \quad W_e = F_e \times L_e \quad m$$

N

$W_e$  : travail d'entrée  
 $F_e$  : intensité de la force d'entrée  
 $L_e$  : longueur de la corde à tirer

#### 2. Travail de sortie

Le travail de sortie est le produit de la force résistante par la hauteur à laquelle on veut soulever la charge.

$$J \quad W_s = P \times h = m \times g \times h \quad m$$

N    m    kg    N/kg

$W_s$  : travail de sortie  
 $P$  : poids la charge  
 $h$  : hauteur parcourue par la charge  
 $m$  : masse de la charge  
 $g$  : intensité de la pesanteur

### IV. Puissance mécanique dans une machine simple.

#### 1. Puissance d'entrée

La puissance d'entrée dans une machine simple est le quotient du travail d'entrée par le temps mis pour l'effectuer.

$$W \quad P_e = \frac{W_e}{t} \quad J$$

s

$P_e$  : puissance d'entrée  
 $W_e$  : travail d'entrée  
 $t$  : temps mis

#### 2. Puissance de sortie

La puissance de sortie dans une machine simple est le quotient du travail de sortie par le temps mis pour l'effectuer.

$$W \quad P_s = \frac{W_s}{t} \quad J$$

s

$P_s$  : puissance de sortie  
 $W_s$  : travail de sortie  
 $t$  : temps mis



## V. Conservation du travail et de la puissance en présence des frottements

### 1. Expression de conservation

Dans un système de transmission, les frottements absorbent une partie du travail d'entrée, ainsi les expressions littérales de conservation s'écrivent :

$$W_e = W_s + Q \quad ; \quad P_e = P_s + P_p$$

$$Q = W_e - W_s : \text{Quantité de chaleur due aux frottements ou travail perdu en (J)}$$

$$P_p = P_e - P_s : \text{Puissance perdue en (W)}$$

### 2. Rendement d'une machine simple

$$P_s < P_e \Rightarrow \frac{P_s}{P_e} < 1, \text{ ce rapport est le rendement de transmission}$$

#### 2.1. Définition

Le rendement d'une machine simple est le quotient de sa puissance de sortie par sa puissance d'entrée.

#### 2.2. Expression littérale

n'a pas d'unité

$$r = \frac{P_s}{P_e} \quad \text{ou} \quad r = \frac{W_s}{W_e}$$

W

$r$  : rendement de la machine

$P_s$  : puissance de sortie

$P_e$  : puissance d'entrée

$W_s$  : travail de sortie

$W_e$  : travail d'entrée

### N'oublie pas

**Puisque  $P_s < P_e$  ou  $W_s < W_e$ , donc le rendement d'une machine simple est toujours inférieur à un (1). Le rendement est aussi le rapport entre le travail fourni par la machine et le travail consommé par cette machine multiplié par 100 %. Il s'agit d'un rapport de deux grandeurs identiques, il n'a donc pas d'unité.**

Le rendement est toujours inférieur à 100% car il y a toujours une perte de travail sous forme de chaleur.

## VI. Importance des machines simples

- Transport d'objets lourds,
- Élévation d'objet, etc.

### EVALUATION

#### Questions

1- Question à réponse construite

Donne l'importance des machines simples dans le domaine de constructions des habitations.

2- QCM

Choisis la réponse juste. Pour maintenir en équilibre une charge d'intensité 100N à l'aide d'une poulie immobile, un ouvrier doit exercer sur la corde une force d'intensité égale à : 50N ; 100N ; 150N ; 200N.

#### Exercices

##### Exercice 1

Une machine simple de rendement 90% développe à la sortie une puissance de 0,8 KW. Calcule en KW sa puissance d'entrée.

##### Exercice 2

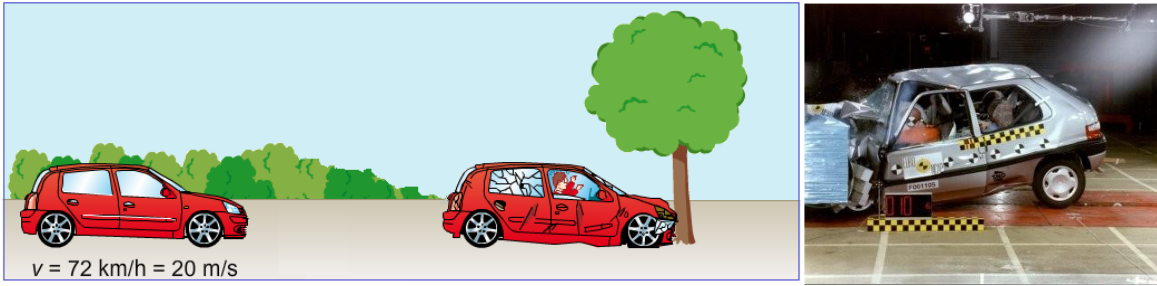
Calcule :

- la valeur de la force motrice (ou force d'entrée) à développer pour maintenir en équilibre une charge de masse 40kg à l'aide d'une poulie fixe.
- la valeur de la force motrice (ou force d'entrée) à exercer pour maintenir en équilibre une charge de masse 40kg à l'aide d'une poulie mobile.

##### Exercice 3

Un élève tire de 10m la corde passant dans la gorge d'une poulie mobile. À quelle hauteur sera soulevée la charge à monter.

## DIFFERENTES FORMES ET SOURCES D'ENERGIE



Une voiture qui se heurte contre un obstacle subit un choc ; donc, cette voiture en mouvement possède du « travail en réserve » qui est à l'origine du choc.

### I. Notion d'énergie

Un corps ou système possède de l'énergie s'il est capable de fournir un travail. Donc, l'énergie, c'est du « travail en réserve ».

L'énergie, notée **E**, s'exprime en **joule (J)**.

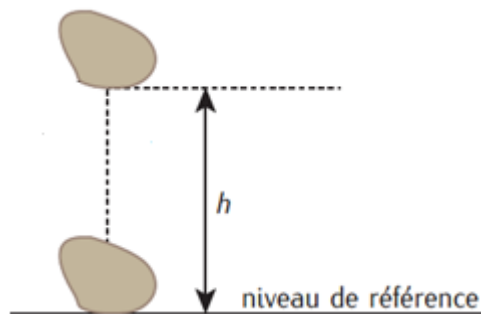
### II. Différentes formes d'énergie

#### 1. Énergie mécanique

##### 1.1. Énergie potentielle de pesanteur ou énergie potentielle de niveau

###### ➤ Exemple

Lorsqu'on lâche une pierre située à une altitude  $h$ , son poids effectue un travail. Au point de départ la pierre possède donc de l'énergie.



###### ➤ Définition

*L'énergie potentielle de niveau est l'énergie que possède un corps du fait de sa position par rapport au sol.*

###### ➤ Expression de l'énergie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle de niveau dépend de la hauteur et de la masse

$$\boxed{E_p = P \cdot h = m \cdot g \cdot h} ; \quad h = \frac{E_p}{P} = \frac{E_p}{m \cdot g}$$

(J)    (N) (m)    (Kg) (N/Kg) (m)

### Remarque

La valeur de  $E_p$  dépend de l'altitude choisie comme référence ( $h = 0$  ;  $E_p = 0$ )

##### 1.2. Énergie cinétique

###### ➤ Exemples

Exemple 1 : un courant d'eau fait tourner une roue hydraulique. L'eau en mouvement effectue un travail ; donc, l'eau en mouvement possède de l'énergie.

Exemple 2 : une voiture en mouvement peut déplacer une autre voiture si elle la heurte ; donc, une voiture animée d'une vitesse possède de l'énergie.

Nous pouvons conclure de ces deux exemples que tout corps en mouvement possède de l'énergie, appelée *énergie cinétique*.

###### ➤ Définition

*L'énergie cinétique est l'énergie que possède un corps en mouvement (ou animé d'une vitesse).*



### ➤ Expression de l'énergie cinétique

L'énergie cinétique dépend de la masse et de la vitesse

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad m = \frac{2 E_c}{v^2} \quad v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}}$$

$E_c$  en (J) ;  $m$  en (Kg) ;  $V$  : vitesse en (m/s)

### ➤ Variation de l'énergie cinétique en fonction de la vitesse

Par exemple, si la vitesse double, l'énergie cinétique est multipliée par 4. Donc, lorsque la vitesse augmente l'énergie cinétique augmente.

### Remarque

Pour un corps au repos ( $v = 0$ ), l'énergie cinétique est nulle ( $E_c = 0$ )

Les forces résistantes (par exemple les forces de frottements) diminuent l'énergie cinétique.

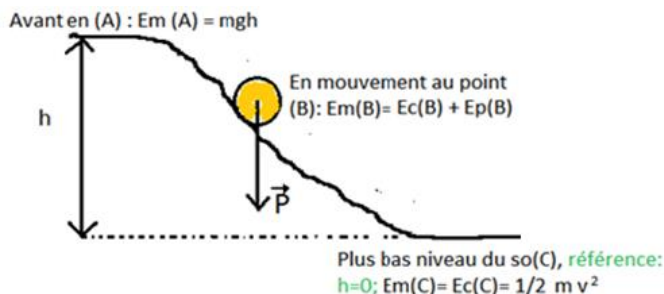
### 1.3. Définition de l'énergie mécanique

*L'énergie mécanique totale est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.*

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h = m \left( \frac{v^2}{2} + g \cdot h \right) \quad E_c = E_m - E_p; E_p = E_m - E_c$$

### 1.4. Conservation de l'énergie mécanique en absence des frottements

#### ➤ Schéma



Au cours du déplacement de A en C : il y a transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique :

$$E_c(A) = E_p(C) \Leftrightarrow \frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$$

#### ➤ Retiens

Lorsque les frottements sont négligeables, l'énergie mécanique totale se conserve, elle reste constante.

$$E_m = E_m(1) = E_m(2)$$

L'énergie cinétique se transforme peu à peu en énergie potentielle de pesanteur, et réciproquement.

$$E_c(1) = E_p(2)$$

La hauteur et la vitesse sont liées par les relations suivantes :

$$\text{Hauteur : } h = \frac{v^2}{2g} \quad \text{Vitesse : } v = \sqrt{2gh}$$

### 1.5. Non conservation de l'énergie mécanique en présence des frottements

En présence des frottements, l'énergie mécanique diminue (ne se conserve pas). Cette diminution d'énergie mécanique s'accompagne de l'apparition de la chaleur (énergie thermique).

$$Q (\text{chaleur}) = E_m(1) - E_m(2)$$

$Q$  : Énergie perdue ou quantité de chaleur exprimée en **joule**

$E_m(1)$  : Énergie mécanique en position 1 (ou initiale)

$E_m(2)$  : Énergie mécanique en position 2 (ou finale)

## 2. Les autres formes d'énergie

### 2.1. Énergie électrique

Celle libérée par un générateur de courant électrique (pile, batterie, alternateur...)

### 2.2. Énergie chimique

Les piles, les accumulateurs et tous les combustibles (carburant, gaz naturel, charbon, bois) possèdent de l'énergie chimique. L'énergie chimique est l'énergie libérée lors des réactions chimiques.

### 2.3. Énergie thermique ou énergie calorifique

L'énergie thermique est liée à l'agitation des molécules, c'est une forme d'énergie cinétique au niveau microscopique.

**On appelle l'énergie thermique, l'énergie libérée par les corps chauds ;** par exemple, un radiateur, un fer à repasser, une plaque chauffante...

### 2.4. Énergie lumineuse ou rayonnante

Le soleil, le laser, la lampe, libèrent de l'énergie rayonnante. L'énergie rayonnante est l'énergie libérée par les sources de lumière.

### 2.5. Énergie éolienne

C'est la forme d'énergie cinétique libérée par le vent.

### 2.6) Énergie hydraulique

C'est l'énergie libérée par l'eau, par exemple l'eau des rivières ou les chutes d'eau

### 2.7. Énergie géothermique : la géothermie

C'est la forme d'énergie thermique libérée par la terre, par exemple lors des éruptions volcaniques.

### 2.8. Énergie nucléaire

C'est la forme d'énergie libérée lors des réactions nucléaires (de fission ou fusion des noyaux des atomes).

## III. Sources d'énergie

Les sources d'énergie sont classées en deux familles : **les sources renouvelables** et **les sources non renouvelables**

### 1. Sources d'énergie renouvelables

Les **sources d'énergie renouvelables** sont des **sources d'énergie inépuisables** à l'échelle de l'humanité. C'est le cas :

- de **l'eau** ;
- du **vent** ;
- du **Soleil ou rayonnement solaire** (toute l'énergie reçue sur terre provient du Soleil) ;
- de **la Terre** (chaleur de la terre) ;

Il s'agit aussi de **la biomasse** (matières organiques d'origine végétale comme le bois, les plantes, capable de fournir de l'énergie chimique)...

### 2. Sources d'énergie non- renouvelables

Les sources d'énergie **non- renouvelables** sont des **sources d'énergie épuisables** à l'échelle de l'humanité. Il existe :

- **les sources d'énergie fossile**, souvent appelées **combustibles fossiles** ; elles sont issues de la fossilisation des êtres vivants (autrement dit issues de la décomposition des végétaux et animaux dans le sous-sol). C'est le cas du **pétrole**, du **gaz naturel**, du **charbon** (ou **houille**) ; l'énergie que l'on produit est appelée « **énergie fossile** »,
- **les sources d'énergie nucléaire** (les combustibles nucléaires) : *l'uranium*...

SOURCE D'ENERGIE	FORME D'ENERGIE	UTILISATION
PETROLE, GAZ, CHARBON (HOUILLE)	ÉNERGIE CHIMIQUE	ELECTRICITE, CHALEUR, TRANSPORT (carburant)
SOLEIL	ÉNERGIE LUMINEUSE (OU SOLAIRE)	ÉLECTRICITÉ ET CHALEUR
VENT	ÉNERGIE ÉOLIENNE (OU CINÉTIQUE)	ÉLECTRICITÉ
EAU (mouvement de l'eau : chute d'eau ou courant)	ÉNERGIE HYDRAULIQUE (OU CINÉTIQUE)	ÉLECTRICITÉ
BIOMASSE (bois, végétaux, déchets biodégradables)	ÉNERGIE CHIMIQUE	ELECTRICITE, CHALEUR, TRANSPORT (biogaz ou biocarburant)
CHALEUR DE LA TERRE (sous forme d'eau chaude ou de vapeur d'eau)	ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE	CHALEUR ET ÉLECTRICITÉ
URANIUM	ENERGIE NUCLEAIRE	ELECTRICITE

## EVALUATION

### PARTIE A : QUESTIONS

#### Questions à réponse construite

- 1) Distingue l'énergie cinétique de l'énergie potentielle de niveau à partir de leurs formules.
- 2) Quand dis-t-on qu'un corps possède de : a) l'énergie potentielle ; b) l'énergie cinétique.
- 3) Explique ce que tu entends par énergie fossiles. Donne un exemple.
- 4) Indique la forme d'énergie que possède : a) un charbon incandescent ; b) une chute d'eau.
- 5) Cite une source d'énergie : a) renouvelable ; b) non renouvelable.
- 6) Définis les termes : géothermie, énergie nucléaire.

#### QCM

- 1) Désigne deux sources d'énergie renouvelable parmi celle-ci : charbon de terre, vent, pétrole, eau, gaz naturel.
- 2) Retrouve les sources d'énergies renouvelables dans les propositions ci-dessous (raye les mauvaises réponses) :

BIOMASSE	GÉOTHERMIE	ÉOLIEN
GAZ NATUREL	CHARBON	SOLAIRE
PÉTROLE	HYDRAULIQUE	NUCLÉAIRE

#### Exercices

##### Exercice 1

Calcule l'énergie cinétique d'un camion de 10 tonnes (10.000 kg) lancé à 50 km/h (13,9 m/s).

##### Exercice 2

À quelle hauteur de chute correspond un accident à la vitesse de 120 km/h?

##### Exercice 3

- 1) Détermine l'énergie cinétique libérée par une personne de 50 kg qui roule dans une voiture lancée à 40 km/h?
- 2) Détermine l'énergie potentielle d'une personne de 50 kg qui est soulevée à 6 mètres du sol.
- 3) Parmi les deux situations suivantes, précise celle qui est plus dangereuse : avoir un accident à 40 km/h sans ceinture de sécurité ou tomber de 6 mètres de haut?

##### Exercice 4

Une boule d'acier de masse 500g tombe d'une hauteur de 5mètres. En supposant les frottements sont négligeables, calcule :

- 1) son énergie cinétique et son énergie potentielle avant la chute ;
- 2) son énergie cinétique et son énergie potentielle au contact du sol (On te donne  $g=10 \text{ N/kg}$ )

## MOTEUR À PISTON

### ➤ Photos à observer



### ➤ Information

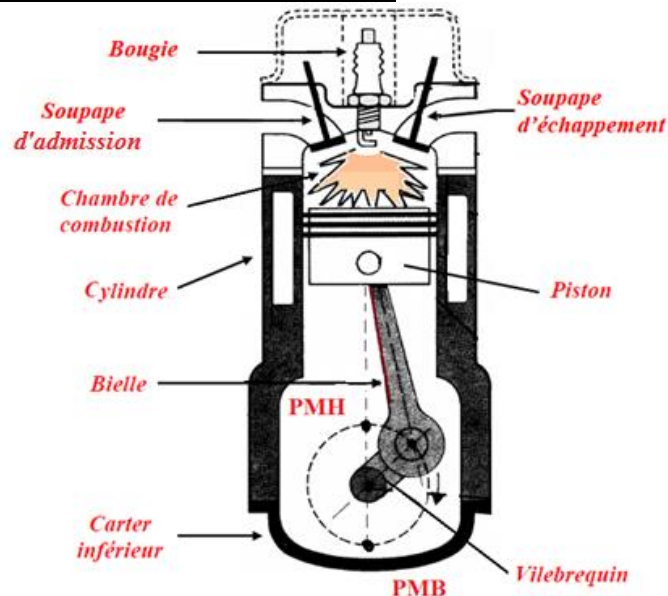
Par rapport au carburant utilisé, on distingue les moteurs à explosion (carburant utilisé : essence) et les moteurs diesel ou moteur à injection (carburant utilisé : gasoil). Ces moteurs sont des machines thermiques à combustion interne parce que la combustion se produit à l'intérieur du moteur.

#### I. Principe du moteur à piston

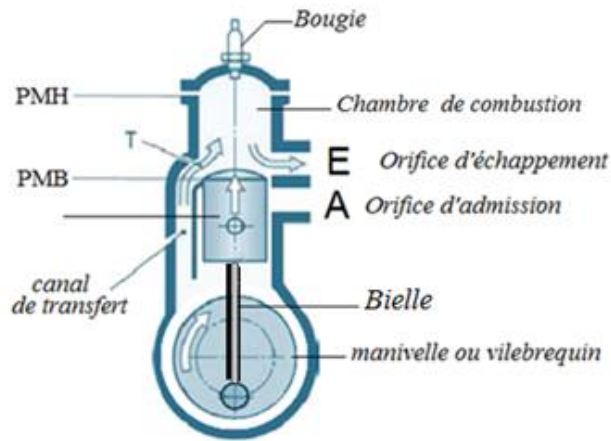
Le moteur à piston est une machine qui transforme l'énergie thermique provenant de la combustion du carburant en énergie mécanique.

#### II. Principaux organes du moteur à piston

##### 1. Description schématique d'un moteur à quatre temps



## 2. Description schématique moteur à deux temps



## 3. Vocabulaire

**PMH** : Point Mort Haut ; **PMB** : Point Mort Bas

**On appelle PMH et PMB les points que franchit l'énergie cinétique du volant moteur.**

**On appelle course le déplacement du piston entre les deux points morts.**

**A** : Admission      **E** : Échappement

## 4. Fonctions de quelques organes

**Le piston** : permet de comprimer le mélange gazeux puis permet l'échange d'énergie entre les gaz et les organes.

**Le cylindre** : permet de guider le piston en translation

**La bielle** : permet de transmettre le mouvement du piston à la manivelle

**Le système bielle-manivelle** : permet de transformer le mouvement de translation du piston en mouvement de rotation du vilebrequin

**Le vilebrequin ou arbre moteur** : permet de transmettre le mouvement de rotation au volant moteur et aux autres organes

**Le volant moteur** : permet de maintenir le mouvement de rotation du vilebrequin (grâce à son énergie cinétique)

**La bougie** : permet l'explosion du mélange par une étincelle qui jaillit entre ses électrodes

**Le carburateur** : permet d'effectuer le mélange d'air-essence

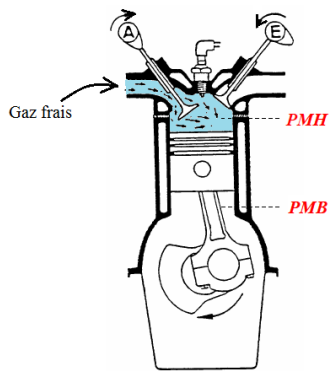
## 5. Moteur à explosion

### 5.1) Cycle du moteur à 4 temps

On appelle cycle la succession des phases suivantes : admission, compression, combustion- détente et échappement.

Le moteur à quatre temps réalise le cycle en quatre courses de piston (deux allers et retours) et deux (2) tours de vilebrequin. Un temps correspond à une course du piston soit  $\frac{1}{2}$  TOUR de vilebrequin.

### 1er temps : Admission

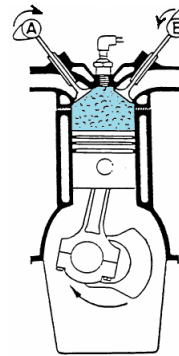


**Rôle** : Admettre le mélange air-carburant dans le cylindre

#### Fonctionnement

La soupape d'admission s'ouvre et celle d'échappement fermée ; le piston descend en aspirant le mélange air-essence.

### 2ème temps : Compression

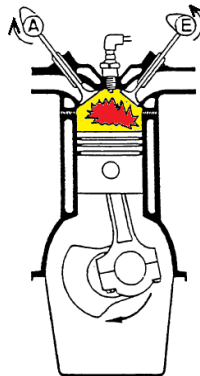


**Rôle** : Comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie.

#### Fonctionnement

Les deux soupapes sont fermées ; le piston remonte en comprimant le mélange gazeux.

### 3ème temps: Inflammation – Détente

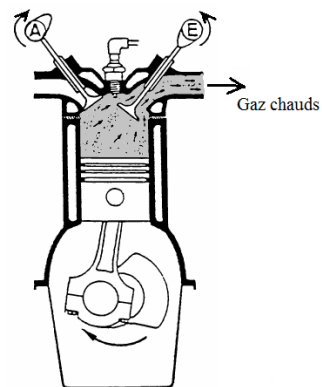


**Rôle**: Créer un travail à partir de la combustion du mélange. C'est le seul **temps moteur**.

#### Fonctionnement

Les deux soupapes sont fermées ; le piston étant au PMH, la bougie produit une étincelle électrique qui enflamme le mélange ; l'explosion du mélange repousse le piston vers le PMB.

### 4ème temps: Échappement



**Rôle** : Évacuer les gaz brûlés

#### Fonctionnement

La soupape d'échappement est ouverte, celle d'admission est fermée ; le piston remonte en chassant les gaz brûlés à l'extérieur.

### NB

Les moteurs à essence, dans lesquels la combustion de l'essence est amorcée par l'étincelle d'une bougie, possèdent un système d'allumage commandé.

Le mélange d'air et d'essence peut se faire :

- soit par un carburateur ;
- soit par un système d'injection (actuellement, il existe des moteurs à explosion équipés d'un système d'injection).

### Remarque

Le 3<sup>e</sup> temps est dit **moteur** parce qu'il y a transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique ; les autres temps (1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup>) sont des **temps résistants**.

Dans le cycle du moteur à 4 temps, le vilebrequin effectue 2 tours et l'explosion se produit une fois, chaque soupape s'ouvre une fois.

### 5.2) Cycle du moteur à deux temps

Le **moteur à deux temps** possède les mêmes organes que le moteur à 4 temps ; cependant dans le moteur à deux temps, les **soupapes** sont remplacées par les **orifices** appelés **lumières**.

Le **moteur à deux temps** réalise ce cycle en deux courses de piston et un (1) seul tour de vilebrequin.



### 1<sup>er</sup> temps : admission et compression

Le piston remonte en comprimant le mélange gazeux ; la lumière A (admission) s'ouvre et un nouveau mélange est admis dans le carter.

### 2<sup>e</sup> temps : explosion- détente et échappement

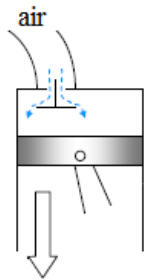
Le piston en haut de sa course, la bougie produit une étincelle ; l'explosion repousse le piston vers le bas ; la lumière E (échappement) s'ouvre puis les gaz brûlés sont évacués dans l'atmosphère.

### 6. Moteur à combustion progressive : moteur diesel

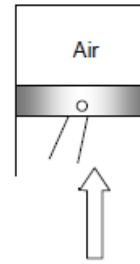
Dans le **moteur Diesel**, la combustion est déclenchée par l'injection du gasoil sous pression dans l'air fortement comprimé et chauffé ; il se produit une **auto-inflammation**, cela signifie que le mélange s'enflamme spontanément. Ce moteur est encore appelé **moteur à injection**.

#### 1<sup>er</sup> temps : aspiration d'air

Le piston en descendant aspire uniquement de l'air.

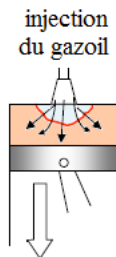


#### 2<sup>e</sup> temps : compression d'air (à une température à environ 600°C)



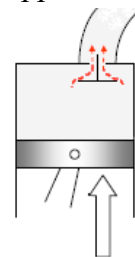
#### 3<sup>e</sup> temps : injection et détente

Le gasoil est injecté dans la chambre à combustion, au contact de l'air chaud, il s'enflamme ; la détente des gaz de combustion produit un travail, c'est le **temps moteur**.



#### 4<sup>e</sup> temps : échappement

Les gaz sont expulsés du cylindre par la soupape d'échappement



### 7. Comparaison entre moteur à explosion et moteur diesel

Moteur à explosion	Moteur diesel
<i>Carburant : essence</i>	<i>Carburant : gasoil</i>
<i>Chargement : essence-air</i>	<i>Chargement : air pur</i>
<i>Carburateur</i>	<i>Pompe à injection</i>
<i>À une bougie</i>	<i>N'a pas de bougie, mais a un injecteur</i>
<i>Combustion explosive</i>	<i>Combustion progressive</i>
<i>Allumage provoqué par l'étincelle électrique</i>	<i>Allumage provoqué par l'air comprimé et chauffé</i>

## 8. Rendement d'un moteur à piston

Le rendement d'un moteur à piston est le rapport de la puissance recueillie sur l'arbre par la puissance thermique fournie par la combustion du carburant.

$$r = \frac{W_s}{W_e} = \frac{P_s}{P_e} = \frac{E_{\text{mécanique}}}{E_{\text{thermique}}}$$

$$P_s = 2\pi N M \text{ (Puissance sur l'arbre)}$$

La valeur du rendement dépend du type de moteur :

- Moteur à explosion environ 25%
- Moteur diesel environ 30%

Le rendement d'un moteur à piston est faible à cause de la difficulté de transformer l'énergie thermique en énergie mécanique ; pour améliorer ce rendement, il faut :

- lubrifier les organes du moteur ;
- refroidir le moteur.

### EVALUATION

#### Questions à réponse construite

- 1) Distingue un moteur Diesel d'un moteur à explosion à partir du carburant utilisé.
- 2) Donne le principe d'un moteur à piston.
- 3) Explique pourquoi le 3<sup>e</sup> temps d'un cycle de moteur à 4 temps est qualifié de temps moteur.
- 4) Décris le 1<sup>er</sup> temps d'un cycle de moteur à quatre temps.
- 5) Écris la relation qui permet d'évaluer le rendement d'un moteur à piston en fonction d'énergie thermique et de l'énergie mécanique.

#### QCM

- 1) Identifie l'organe de fonction du moteur à 4 temps qui permet d'effectuer le mélange air-essence dans les propositions ci-dessous (raye les mauvaises réponses) :

SOUPAPE D'ADMISSION	PISTON
CARBURATEUR	BOUGIE

- 2) Retrouve, dans la liste suivante, l'organe qui permet de préparer le carburant pour alimenter la chambre de combustion :

a) pompe d'injection ; b) piston ; c) volant moteur

#### Appariement

- 1) Relie à l'aide d'une flèche, le temps d'un cycle du moteur à 4 temps à sa la fonction.

Temps	Fonctions
2 <sup>e</sup> temps •	• Créer un travail à partir de la combustion
3 <sup>e</sup> temps •	• Évacuer les gaz brûlés
4 <sup>e</sup> temps •	• Comprimer le mélange gazeux

- 2) Retrouve pour chaque opération réalisée dans un moteur à explosion son organe de fonction donné dans la colonne de gauche.

#### **Opérations**

#### **Organes de fonction**

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| A) Préparation du mélange air-combustible                                    | 1) Carburateur ou système d'injection |
| B) Transformation du mouvement rectiligne alternatif en mouvement circulaire | 2) Conduit ou soupape d'échappement   |
|  | 3) Ensemble piston- bielle- manivelle |
|  | 4) Piston                             |

- 3) Associe à l'aide d'une flèche, un élément de la colonne A à un élément de la colonne B.

#### **Colonne A**

#### **Colonne B**

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Moteur à 2 temps • | • Il réalise le cycle complet en deux tours de vilebrequin |
| Moteur à 4 temps • | • Il réalise le cycle complet en deux courses de piston    |