

## Séance 2

### Énergies, Puissances et rendement

#### Savoirs et compétences :

- ☐ CO2.1 Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité globale d'un système.



<b>1</b>	<b>Energie et puissance mécanique</b>	<b>2</b>
1.1	Energie mécanique potentielle . . . . .	2
1.2	Énergie mécanique cinétique . . . . .	2
1.3	Puissance mécanique : . . . . .	2
1.4	Energie et puissance électrique en courant continu . . . . .	3
<b>2</b>	<b>La chaîne d'énergie</b>	<b>4</b>
2.1	Puissance . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Rendement d'un système</b>	<b>5</b>
3.1	Généralités . . . . .	5
3.2	Rendement d'un système décomposable . . . . .	5
3.3	Ordre de grandeur de quelques rendements . . . . .	6

# 1 Énergie et puissance mécanique

Une énergie mécanique est homogène à (partage les même unités que) une Force (en Newton N) multipliée par une longueur (en mètre m).

## 1.1 Énergie mécanique potentielle

**Définition** Une masse  $m$  subissant une accélération  $g$  et pouvant réaliser un déplacement potentiel  $H$  dispose d'une énergie potentielle  $E_p = P \times H, E = m \times g \times H$ , avec  $H$  en m,  $m$  en kg et  $g$  en  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Il s'agit de l'énergie que peut acquérir la masse lors de sa chute.

Sur terre, la gravitation vaut  $g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

■ **Exemple** Un ascenseur, composé d'une cabine pesant **1000 kg** et accueillant 3 personnes pour une masse totale de **200 kg** se trouve au dernier étage, à une hauteur de **27m**. Quelle est l'énergie récupérable lors de la descente de l'ascenseur? (En joule et en kWh)

🔧 **On calcule sa masse :**  $m = m_1 + m_2 = 1200 \text{ kg}$ . **On calcule l'énergie potentielle :**  $E_p = m g H = 1200 \times 9.81 \times 27 = 317.84 \text{ J}$

✓ **Correction :** **On calcule sa masse :**  $m = m_1 + m_2 = 1200 \text{ kg}$ . **On calcule l'énergie potentielle :**  $E_p = m g H = 1200 \times 9.81 \times 27 = 317.84 \text{ J}$  ■

## 1.2 Énergie mécanique cinétique

### Masse en translation

**Définition** Une masse  $m$  se déplaçant dans un mouvement de **translation** à une vitesse  $v$  dispose d'une énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$  avec  $m$  en kg et  $v$  en m/s.

■ **Exemple** Une voiture de 1.5 tonne est lancée à 50 km/h. Calculez son énergie cinétique.

🔧 **On calcule l'énergie cinétique :**  $E_c = \frac{1}{2} \times 1500 \times (50000 \times 3600)^2 = 115740 \text{ J} = 115.7 \text{ kJ}$

✓ **On calcule l'énergie cinétique :**  $E_c = \frac{1}{2} \times 1500 \times (50000 \times 3600)^2 = 115740 \text{ J} = 115.7 \text{ kJ}$  ■

### Masse en rotation

**Définition** Une **masse ponctuelle**  $m$  en rotation à une distance  $l$  autour d'un axe  $\Delta$  à la vitesse angulaire  $\Omega$  dispose d'une énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} m \times l^2 \times \omega^2$

## 1.3 Puissance mécanique :

Puisque l'énergie mécanique est homogène à une force fois une longueur, la puissance mécanique est homogène à **une force X une longueur / un temps (seconde) ou encore une force X une vitesse.**

**Définition** En translation :

Dans le cas de la translation, la puissance vaut :  $P_{\text{meca}} = E/t = F \times L/t = F \times v$ , en  $W = \text{N m s}^{-1}$

**En rotation :**

En rotation, la puissance mécanique peut se calculer comme le produit du couple  $C$  par la fréquence de rotation  $\Omega$ .  $P_{\text{meca}} = C \cdot \Omega$

## 1.4 Energie et puissance électrique en courant continu

### Energie électrique

**Définition** L'énergie électrique se manifeste lors du déplacement de charges électriques (électrons ou ions). Ce déplacement est appelé **courant électrique**, noté **I** et exprimé en **Ampère A**.

Une charge électrique (quantité d'électricité) se mesure en coulomb (C), **1 C correspond à un courant de 1 Ampère pendant 1 seconde.**

**Définition** Energie électrique :

**Une charge électrique  $q$  soumise à une différence de potentiel  $\Delta U$  dispose d'une énergie potentielle électrique  $E_{elec} = q\Delta U$**

■ **Exemple** Un drone Parrot est équipé de 3 cellules au lithium délivrant chacune 334mA.h sous 11,1V. Déterminez l'énergie embarquée par ce drone en **kJ** puis en **Wh** lorsque la batterie est entièrement chargée.

🔗 **Calcul de la charge :**  $Q = 334 \times 10^{-3} \times 3600 = 1202.4C$  **On en déduit alors l'énergie :**  $E_{elec} = 3 \times Q \times \Delta U = 40040J = 11.1Wh$

✓ **Calcul de la charge :**  $Q = 334 \times 10^{-3} \times 3600 = 1202.4C$  **On en déduit alors l'énergie :**  $E_{elec} = 3 \times Q \times \Delta U = 40040J = 11.1Wh$

### La puissance électrique d'un courant continu :

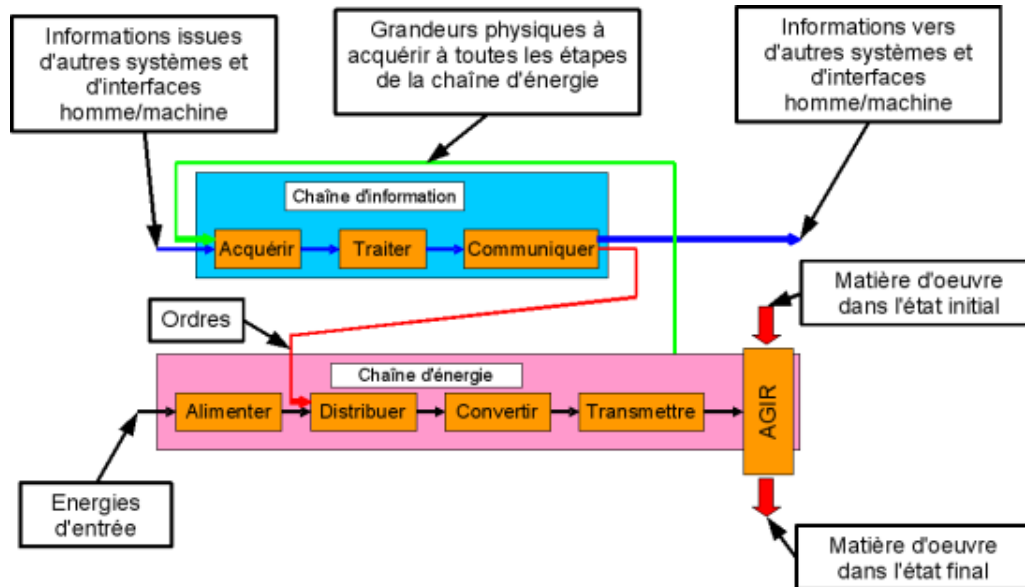
La puissance électrique est le produit du courant  $I$  et de la différence de potentiel  $\Delta U$ , notée  $U$ .

$$P = U \times I$$

## 2 La chaîne d'énergie

Un système est une entité qui utilise de l'énergie afin d'**agir** sur une **matière d'oeuvre**. Le cheminement de l'énergie entre sa source et son utilisation concrète peut être modélisée par une succession de blocs appelée **Chaîne d'énergie**.

**Objectif** Afin de décrire le fonctionnement d'un système, la chaîne d'énergie est un outil adapté faisant apparaître les différents organes impliqués dans l'adaptation et l'utilisation de l'énergie.



**Définition** La chaîne d'énergie se décompose en différents blocs fonctionnels associés aux fonctions :

**Alimenter et stocker :** **Apporter au système l'énergie pour son fonctionnement**

**Distribuer :** **Répartir, réguler, commander, piloter la distribution de l'énergie au système**

**Convertir :** **Transformer l'énergie initiale en énergie utilisable (thermique, mécanique, ...) par le système.**

**Transmettre :** **Transporter, l'énergie d'un endroit à un autre pour obtenir l'effet attendu (chaleur, lumière, ...)**

### 2.1 Puissance

La puissance échangée entre deux composants ou sous-systèmes est le produit de deux types de grandeurs :

- Une grandeur d'effort  $e$
- Une grandeur de flux  $f$

Domaine d'activité	Grandeur de flux $f$	Grandeur d'effort $e$	Puissance $P = f \times e$	Unité
Électrique	Intensité $I$ en Ampère (A)	Tension $U$ en Volts (V)	$P = U \times I$	Watts (W)
Mécanique (Translation)	Vitesse $V$ en m/s	Force $F$ en Newtons (N)	$P = F \times V$	Watts (W)
Mécanique (Rotation)	Vitesse $\omega$ en m/s	Couple $C$ en Newton.mètre (Nm)	$P = C \times \omega$	Watts (W)
Hydraulique	Débit $Q$ en m <sup>3</sup> /s	Pression $p$ en Pascals (Pa)	$P = Q \times p$	Watts (W)

### 3 Rendement d'un système

#### 3.1 Généralités

**Définition** Pour un système réalisant une conversion d'énergie, le rendement est défini comme étant le rapport entre l'énergie recueillie en sortie et l'énergie fournie en entrée.

$$\eta = \frac{E_{\text{sortie}}}{E_{\text{entrée}}}$$

Le rendement est défini comme une grandeur sans dimension qui caractérise l'efficacité d'une transformation. À l'intérieur d'un mécanisme, certains facteurs liés à des phénomènes physiques transforment une partie de l'énergie en chaleur. Ces pertes sont généralement dues à :

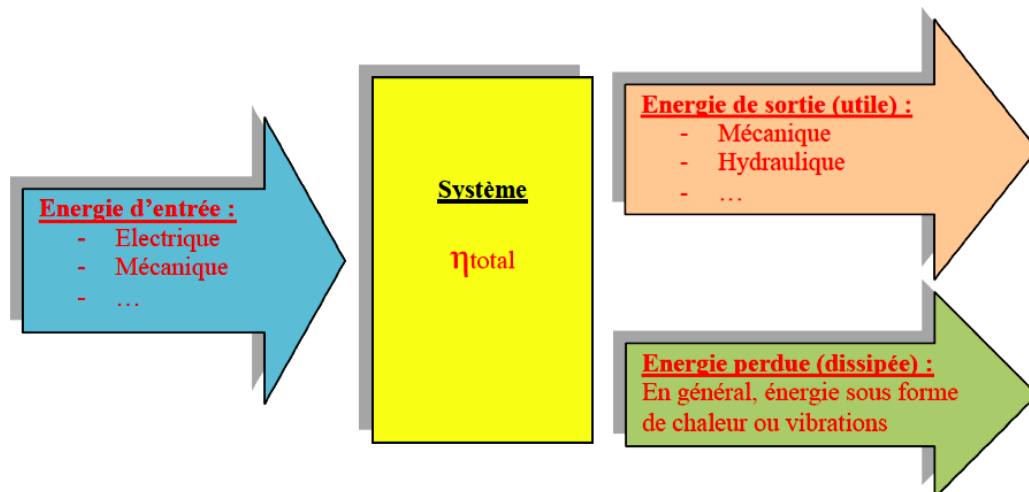
- La résistance au glissement, au roulement, pivotement dans les liaisons
- La viscosité des fluides utilisés pour le transfert d'énergie ou pour la lubrification
- La déformation des pièces

**Définition** Le rendement est également défini comme le rapport entre la puissance utilisable en sortie et la puissance que le système a absorbée en entrée.

$$\eta = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{E_{\text{sortie}}}{E_{\text{entrée}}}$$

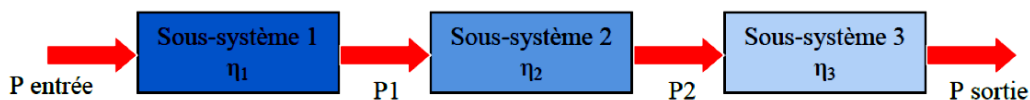
♥ Par définition, le rendement est **TOUJOURS INFÉRIEUR À 1** :

$$\eta \leq 1$$



#### 3.2 Rendement d'un système décomposable

Dans le cas d'un système décomposé en sous-systèmes, le rendement total correspond au produit des rendements de chacun des sous-systèmes :



##### ■ Exemple

$$\eta_{\text{global}} = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_2} \frac{P_2}{P_1} \frac{P_1}{P_{\text{entrée}}} = \eta_3 \times \eta_2 \times \eta_1$$

**Définition** Dans le cas général d'un système divisé en  $n$  sous-systèmes :

$$\eta_{\text{global}} = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots \times \eta_n$$

### 3.3 Ordre de grandeur de quelques rendements

**Moteur thermique (à explosion) :**



**Moteur électrique :**



**Roulement à billes :**



**Engrenages à denture droite :**

