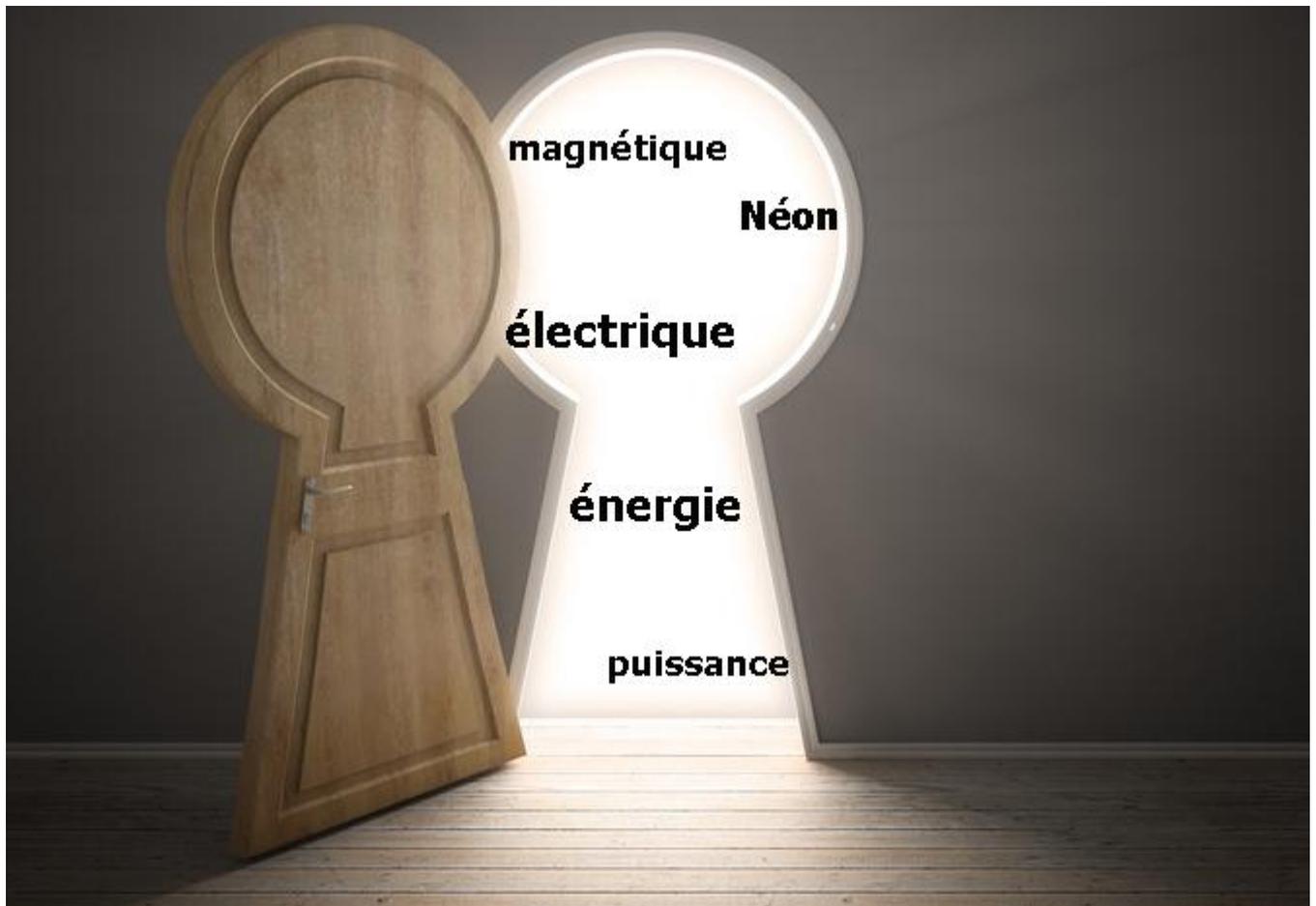


# Énergétique / Puissance



<http://www.audeladeslignes.com/>

## Objectifs :

- **Définir** les frontières de l'étude et les données d'entrée,
- **Faire** les hypothèses simplificatrices nécessaires et **proposer** un modèle d'étude adapté,
- **Justifier** un modèle d'étude proposé pour une situation donnée,
- **Élaborer** un paramétrage dans des cas simples,
- **Choisir** une méthode d'étude ou un outil de calculs et **appliquer** un principe ou une loi pour déterminer les grandeurs physiques utiles.

## Sommaire

Objectif	0
1 - Principe Fondamental de la dynamique.	2 - 3
1.1 - Cas d'un solide en translation	3 - 5
2.1 - Cas d'un solide en rotation	5
2.1.1 Moment d'inertie	6 - 7
2.1.2 Moteur pilote 5000	8 - 9
2.1.3 Déséquilibre : vibreur téléphone	10 - 11
Revue de presse (VTT Magazine)	12

# 1) LES DIFFERENTES FORMES D'ENERGIE

## 1.1- Définition de l'énergie

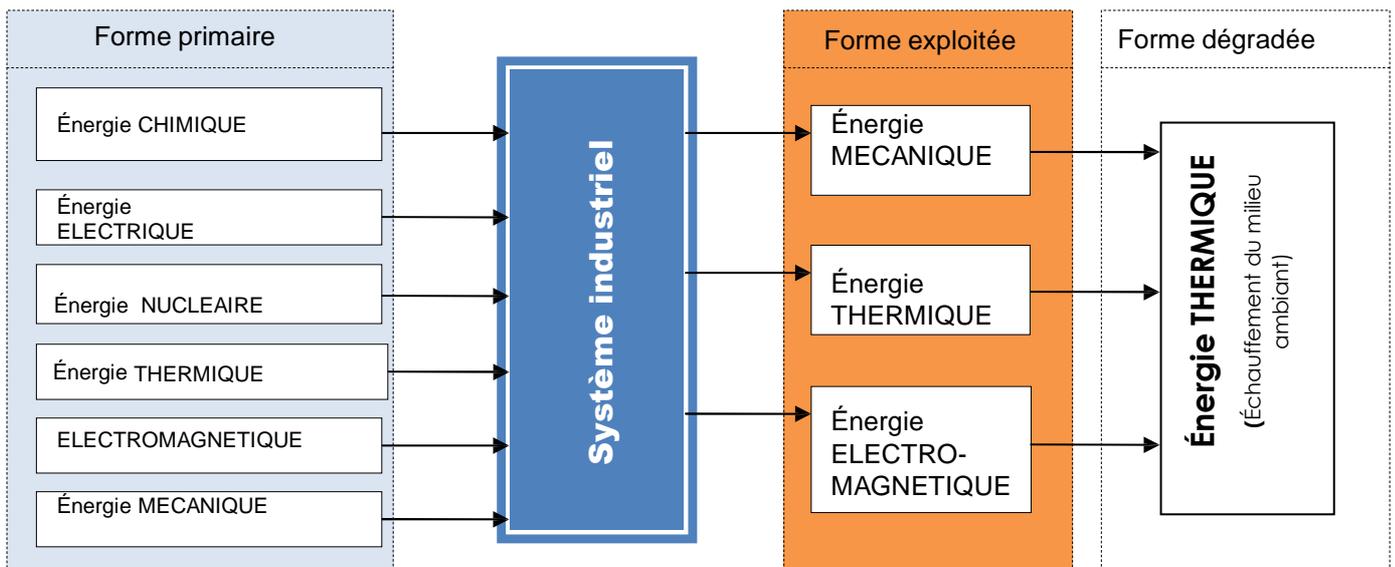
« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » ..... Antoine Laurent de Lavoisier

L'énergie est une grandeur physique qui caractérise la capacité d'un ensemble matériel à se modifier ou à modifier son environnement pour se mouvoir, produire de la chaleur, nous éclairer....

## 1.2- Les formes d'énergie

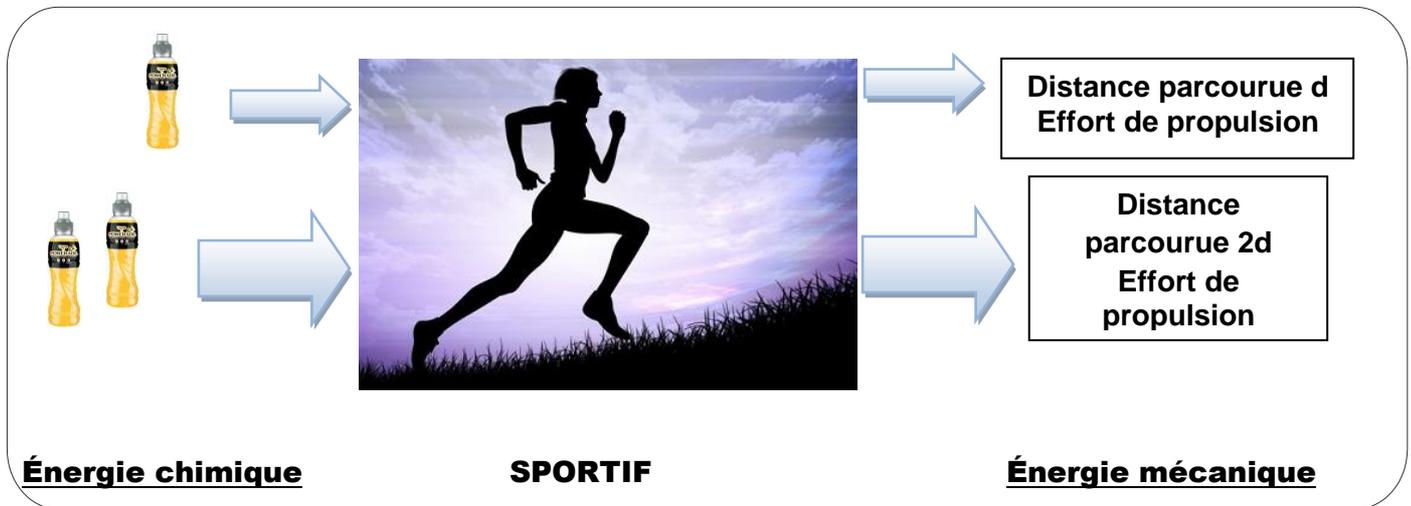
L'énergie est une grandeur conservative (qui ne varie pas en quantité) qui apparaît dans l'univers qui nous entoure sous diverse formes (voir diagramme suivant). Le fait que l'énergie se conserve implique qu'elle ne fait que changer de forme ; en aucun cas il ne peut y avoir consommation d'énergie.

Lorsqu'on parle de « pertes énergétique », on commet un abus de langage ; en fait, on sous-entend transformation d'une forme d'énergie exploitable en une forme inexploitable (dégradé ou dissipée)



Exemples concrets : une automobile





*Remarques*

Dans les applications grand public, et notamment dans le domaine de la nutrition, on exprime fréquemment l'énergie en calories ( $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ );

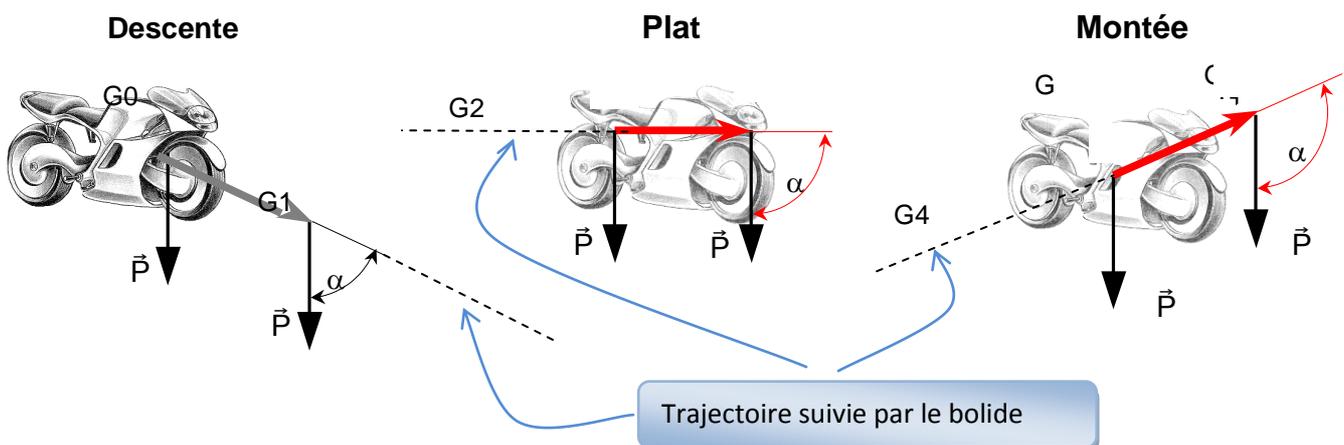
En électricité, on utilise le Watt-heure (*Wh*), énergie consommée pendant une heure par un appareil ayant une puissance d'un Watt.

**1.3- Énergie mécanique.**

**a) Travail d'une force invariante en translation**

Une moto se déplace sur une route. Selon l'instant, sur le trajet le poids de la moto n'a pas la même influence sur son avance. On dit alors que le poids « **travaille** ».

- Déplacement d'une moto sur des routes de pentes différentes :



Instant	Distance L	$\vec{P}$ (N)	Angle	Travail du poids
$[t_0 ; t_1]$	$[G_0G_1]$	$- mg \cdot \vec{y}$	$\alpha < 90^\circ$	$W > 0$ , bénéfique à l'avance => <b>travail moteur</b>
$[t_2 ; t_3]$	$[G_2G_3]$		$\alpha > 90^\circ$	$W < 0$ , néfaste à l'avance => <b>travail résistant</b>
$[t_4 ; t_5]$	$[G_4G_5]$		$\alpha = 90^\circ$	$W = 0$ , aucune influence

Expression analytique :

unité (Joule, J)

$$W_{12} = F \cdot L \cdot \cos \alpha$$

F : Intensité de la force qui travaille (N)  
 L : Longueur parcourue au cours de [t<sub>1</sub> ; t<sub>2</sub>] (m)  
 α : Angle formé par la force et le déplacement (degré(45°) ou rad (π/4))

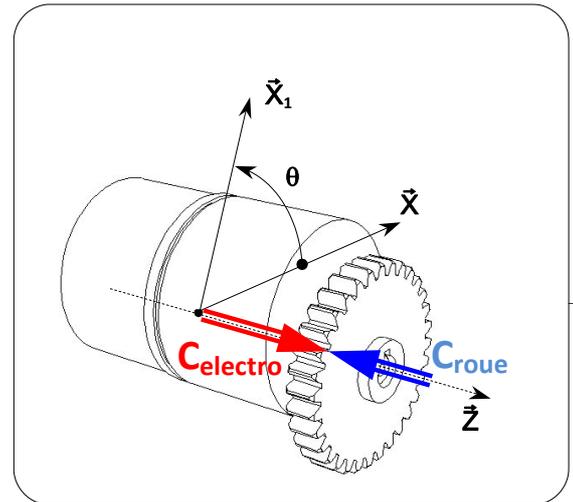
**b) Travail d'un couple constant :**

Un moteur fonctionne pendant un laps de temps [ 0 ; t<sub>1</sub> ]. A l'instant t<sub>1</sub> :

Le couple électromagnétique **constant** sur le rotor « **travaille** ».

Le **moment résultant constant** de l'action de la roue « **travaille** ».

Angle parcouru	Couple (Nmm)	Travail du couple : W
	$\vec{C}_{electro} = +100 \cdot \vec{z}$	$W > 0$ , travail moteur
	$\vec{C}_{roue} = -90 \cdot \vec{z}$	$W < 0$ , travail résistant



Expression analytique :

unité (Joule, J)

$$W_{12} = C \cdot \theta$$

C : Intensité du couple travaille (Nm)  
 θ : Angle parcouru au cours de [t<sub>1</sub> ; t<sub>2</sub>] (rad)

**1.4- Autres formes d'énergie mécanique:**

**a) Énergie cinétique :**

Énergie associée à la vitesse d'une masse en déplacement.

unité (Joule, J)

Translation :  $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$

Rotation :  $E_c = \frac{1}{2} \cdot I_{Gz} \cdot \omega^2$

(z = axe de rotation)

m : Masse du solide en mouvement (Kg)  
 V : Vitesse du solide en translation (m/s)  
 I<sub>Gz</sub> : moment d'inertie du solide en mouvement (Kg.m<sup>2</sup>)  
 ω : Vitesse du solide en rotation (rad/s)

**b) Énergie potentielle de hauteur :**

Énergie associée à l'altitude d'une masse placée dans un champ de pesanteur.

unité (Joule, J)

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

m : Masse du solide en hauteur (Kg)  
 g : Accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>)  
 h : Altitude du solide (m)

**c) Énergie potentielle de déformation :**

Énergie associée à un solide déformé élastiquement.

unité (Joule, J)

$$E = \frac{1}{2} \cdot K \cdot X^2$$


K : Raideur du ressort (N/m)  
 x : flèche (m)

**b) Principe de conservation de l'énergie :**

**Lavoisier** (chimiste français du XVIII<sup>ème</sup> siècle) disait : « *rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme* ».

Ce principe s'applique à l'énergie et on dit alors que l'énergie est une grandeur conservative.

**Exemple :** Un plat chaud posé sur la table va se refroidir : il perd de l'énergie thermique et l'air environnant la récupère. Le principe dit que l'énergie perdue par le plat est égale à celle acquise par l'air environnant (le système {air + plat cuisiné} est donc bien à énergie constante)

Expression analytique :

$$E_c + E_p + E_e = \text{cte}$$

$E_c$  : Énergie cinétique (J)

$E_p$  : Énergie potentielle de hauteur (J)

$E_e$  : Énergie potentielle de déformation (J) (=0 quand solide indéformable)

**c) Théorème de l'énergie cinétique :**

$$\Delta E_{c1 \rightarrow 2} = \sum W_{1 \rightarrow 2}$$

$\Delta E_c$  : Variation de l'énergie cinétique entre  $t_1$  et  $t_2$ .

$\sum W_{1 \rightarrow 2}$  : travail entre  $t_1$  et  $t_2$ .

La variation d'énergie cinétique d'un système matériel sur un trajet donné est égale à la somme des travaux des forces subies par le système sur ce trajet.

**2- Les formes de puissance**

En physique, on caractérise la puissance échangée entre deux composants ou sous-systèmes comme le produit de deux types de grandeurs :

- une grandeur d'effort
- une grandeur de flux

Le tableau suivant traduit ces mêmes grandeurs pour différents domaines :

Domaine d'activités	Grandeur de flux $f$	Grandeur d'effort $e$	Puissance échangée $P = e \cdot f$	Unités de prédilection
Électrique	Intensité $I$ en A	Tension $U$ en Volts	$P = U \cdot I$	1CV = 736 Watts
Mécanique (translation)	Vitesse en $m \cdot s^{-1}$	Force en Newtons	$P = F \cdot V \cdot \cos \alpha$	
Mécanique (rotation)	Vitesse angulaire $\omega$ en $rad \cdot s^{-1}$	Couple en Newton.mètre (N.m)	$P = C \cdot \omega$	
Hydraulique	Débit $Q$ en $m^3 \cdot s^{-1}$	Pression $p$ en Pascal	$P = p \cdot Q$	

La puissance définit la quantité de travail (fournie par une action mécanique) effectué par unité de temps (par seconde). C'est le débit d'énergie crée par cette action mécanique. La puissance moyenne est donc égale au rapport du travail fourni par le temps écoulé :

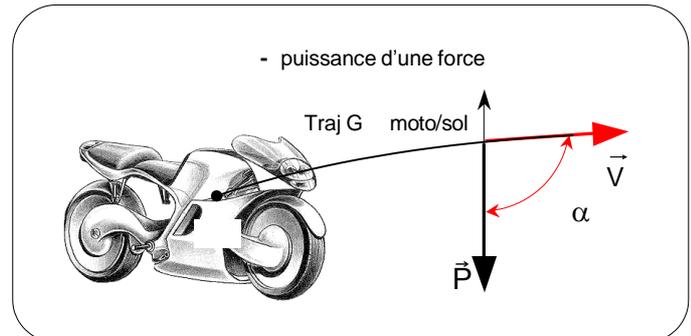
$$P = \frac{W}{t}$$

Unités: W en Joule (J) t en seconde (s) P en Watt (W)

**a) Cas particuliers d'une force invariante :**

$$P = F \cdot V \cdot \cos \alpha$$

F : Intensité de la force qui travaille (N)  
 V : Vitesse de l'origine de la force (m/s)  
 α : angle formé par la force et la vitesse (degré)



**b) Cas particulier d'un couple invariant :**

$$P = C \cdot \theta / t = C \cdot \omega$$

C : Intensité du couple travaille (Nm)  
 ω : Vitesse du solide en mouvement (rad/s)

**Exemple :** Moteur de l'agrafeuse



Données utiles en fonctionnement à **6 Volts :**

**Fréquence de rotation : 10450 tr/min**

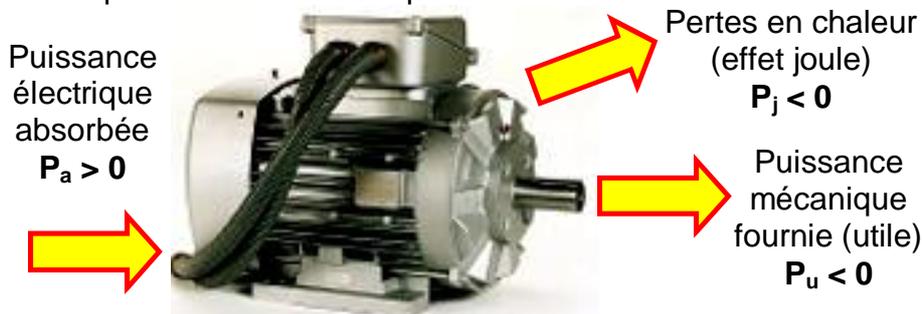
**Couple : 0,05 N.m**

A partir des données ci-dessus, déterminer la puissance disponible à la sortie du moteur.

$$P = C \cdot \omega = 0.05 \cdot (\pi \cdot 10450/30) = 54,71 \text{ W}$$

**3- Rendement d'un système**

Par convention, si on isole une machine, la puissance qu'elle reçoit est positive, celle qu'elle fournit est négative. Exemple du moteur électrique :



Le rendement est le rapport entre la **puissance disponible à la sortie** et la **puissance fournie à l'entrée du système**.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_s}{P_e} < 1$$

### 3.1.- Rendement global

Le rendement global d'un système est égal au **produit des rendements intermédiaires**.

