

# L'énergie et ses enjeux

Dans notre société moderne, l'énergie joue un rôle fondamental dans tous les aspects de notre vie quotidienne. Des domaines tels que la production industrielle, les transports, les services et même notre confort domestique dépendent de l'énergie sous différentes formes. Comment faire le lien entre nos pratiques quotidiennes et le concept d'énergie ? Quelles sont les principales caractéristiques d'un convertisseur d'énergie ?

## Sommaire

<b>I</b>	<b>Caractéristiques de l'énergie</b>	2
1	Une définition de l'énergie	2
2	Formes d'énergie	2
3	Unités de l'énergie	2
<b>II</b>	<b>Convertisseur d'énergie</b>	2
1	Notion de rendement	2
2	Notion de réversibilité	3
<b>III</b>	<b>Lien entre puissance et énergie</b>	4
1	Puissances moyennes	4
2	Puissance instantanée	4
3	Expression de l'énergie en fonction de la puissance	4
4	Autonomie d'un système	5

# I Caractéristiques de l'énergie

## 1 Une définition de l'énergie

L'énergie est une propriété fondamentale de la matière. Elle exprime la capacité d'un système à **accomplir un travail** ou à provoquer des changements.

Elle se présente sous diverses formes et elle se conserve, c'est-à-dire qu'elle ne peut ni être créée ni détruite, mais elle peut être transformée d'une forme à une autre.

## 2 Formes d'énergie

L'énergie peut se manifester sous **différentes formes** :

- Énergie **cinétique** : associée au mouvement d'un objet. Plus la vitesse d'un objet est élevée, plus son énergie cinétique est grande ;
- Énergie **potentielle** : stockée dans un objet en raison de sa position par rapport à un point de référence. Par exemple, un objet en hauteur possède de l'énergie potentielle gravitationnelle ;
- Énergie **thermique** : associée à la température d'un système. Elle est liée au mouvement des particules qui composent le système ;
- Énergie **électrique** : transportée par les charges électriques et utilisée pour alimenter les appareils électriques et électroniques ;
- Énergie **chimique** : stockée dans les liaisons chimiques des molécules. Elle est libérée ou absorbée lors des réactions chimiques ;
- Énergie **nucléaire** : libérée lors des réactions nucléaires, comme la fusion et la fission nucléaire ;
- Énergie **électromagnétique** : associée aux champs électriques et magnétiques. Elle joue un rôle fondamental dans de nombreux phénomènes physiques, tels que la lumière ou les ondes radio.

## 3 Unités de l'énergie

### ♥ Connaître 1

L'énergie s'exprime en joules (J).

Cependant, pour des raisons pratiques ou historiques, on peut être amené à employer d'autres unités de l'énergie :

- Le kilowattheure, souvent utilisé en électricité :  $1 \text{ kWh} = 1 \times 10^3 \times 3600 \text{ J}$  ;
- L'électron-volt, utilisé dans le domaine du rayonnement :  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;
- La tep, utilisée dans le domaine de l'économie :  $1 \text{ tep} = 4,19 \times 10^{10} \text{ J}$  ;
- La calorie, utilisée dans le domaine de l'alimentation :  $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ .

### 💡 Remarque

Chaque unité est adaptée à son contexte spécifique et permet de caractériser l'énergie selon les besoins de chaque domaine. Par exemple, la calorie serait peu pratique pour la consommation énergétique d'un foyer tandis que le kilowattheure est plus approprié.

# II Convertisseur d'énergie

## 1 Notion de rendement

Un convertisseur d'énergie ne convertit pas toute l'énergie reçue en énergie utile car une partie est dissipée (perdue) sous forme d'énergie thermique.

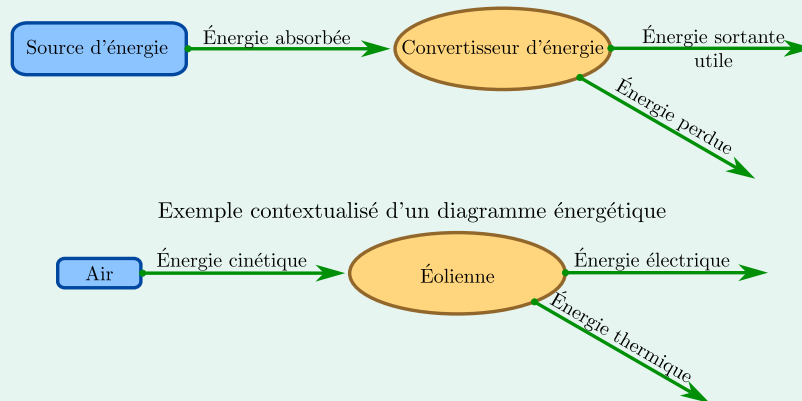
**Méthode 1 Construction d'un diagramme énergétique**

FIGURE 1 – Deux diagrammes énergétiques

**♥ Connaitre 2**

Le rendement  $\eta$  d'un convertisseur d'énergie est défini par :

$$\eta = \frac{\text{Énergie sortante utile}}{\text{Énergie absorbée}} \leq 1$$

$\eta < 1$  lorsque l'énergie thermique n'est pas utile.

**Exercice d'application 1**

Donner le rendement du convertisseur employé pour chacun des cas suivants.

- Un chargeur de téléphone par induction avec  $P_u = 15 \text{ W}$  et  $P_a = 45 \text{ W}$
- Une lampe à incandescence recevant une puissance  $P_a = 15 \text{ W}$  pour fournir une puissance utile  $P_u = 75 \text{ mW}$  ;
- Une plaque vitrocéramique fournissant  $P_u = 1,8 \text{ kW}$  et absorbant  $P_a = 2000 \text{ W}$ .

**💡 Remarque**

$\eta \leq 1$  traduit le **principe de conservation de l'énergie** qui énonce que **l'énergie ne peut ni être créée ni être détruite**.

**2 Notion de réversibilité**

Un convertisseur d'énergie réversible est un dispositif capable de convertir l'énergie d'une forme à une autre et de revenir à l'état initial sans pertes d'énergie significatives.

Exemple : La recharge d'une batterie implique la conversion d'énergie électrique en énergie chimique. Lors de l'utilisation de la batterie pour alimenter un appareil, l'énergie chimique est convertie en énergie électrique.

**💡 Remarque**

- Bien que réversible en théorie, des pertes d'énergie surviennent en raison de résistances internes, rendant le processus de conversion irréversible ;
- Les convertisseurs d'énergie irréversibles sont ceux qui entraînent des pertes significatives d'énergie lors du processus de conversion.

Exemple : le moteur à combustion interne dans une voiture est un convertisseur d'énergie irréversible.

### III Lien entre puissance et énergie

On peut imaginer deux personnes grimper une colline avec un vélo. La première personne pédale rapidement et atteint le sommet en quelques minutes, tandis que la deuxième personne pédale lentement et met plus de temps pour atteindre le sommet. Les deux personnes peuvent atteindre le sommet avec la même quantité d'énergie totale dépensée, mais elles utilisent des puissances différentes pour y parvenir.

#### 1 Puissances moyenne

Lors d'un transfert d'énergie, le **débit du transfert** est la puissance  $P$ . Un débit est une quantité par seconde. Ici, la quantité est l'énergie transférée pendant  $\Delta t$ .

##### ♥ Connaitre 3

La **puissance moyenne**  $P_m$  s'écrit :

$$P_m = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{E(t_2) - E(t_1)}{t_2 - t_1} \quad \left\{ \begin{array}{l} P_m \text{ en watts (W)} \\ \Delta E \text{ en joules (J)} \\ \Delta t \text{ en secondes (s)} \end{array} \right.$$

où  $\Delta E$  est l'énergie transférée pendant la durée  $\Delta t$ .

#### 2 Puissance instantanée

La puissance instantanée  $P_i(t)$  est définie comme la limite de la puissance moyenne lorsque la durée de mesure tend vers zéro.

##### ♥ Connaitre 4

La **puissance instantanée**  $P_i(t)$  représente la quantité d'énergie transférée par unité de temps à un instant donné. Calculer la puissance instantanée, revient à calculer la **dérivée de l'énergie par rapport au temps** :

$$P_i(t) = \frac{dE}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{E(t+h) - E(t)}{(t+h) - t}$$

La dérivée de l'énergie  $E'(t)$  permet de capturer les variations instantanées de la puissance au fil du temps. Cette approche mathématique permet de caractériser avec précision les changements rapides et les fluctuations dans la puissance d'un système.

#### 3 Expression de l'énergie en fonction de la puissance

Connaitre la puissance associée à un système est plus facile que de connaître l'énergie convertie par ce système. C'est pourquoi, il est intéressant de définir l'expression de l'énergie en fonction de la puissance instantanée.

##### ♥ Connaitre 5

On associe à un système la puissance instantanée  $P_i(t)$ . L'énergie  $E$  convertie par ce système entre  $t = 0s$  et  $t = t_1$  s'écrit :

$$E = \int_0^{t_1} P_i dt$$

C'est l'**intégrale** de  $P_i$  sur l'intervalle de temps allant de  $t = 0s$  à  $t = t_1$ .

## ♥ Connaître 6

$\int_0^{t_1} P_i dt$  représente l'aire sous la courbe située entre le temps  $t = 0 \text{ s}$  et le temps  $t = t_1$ .

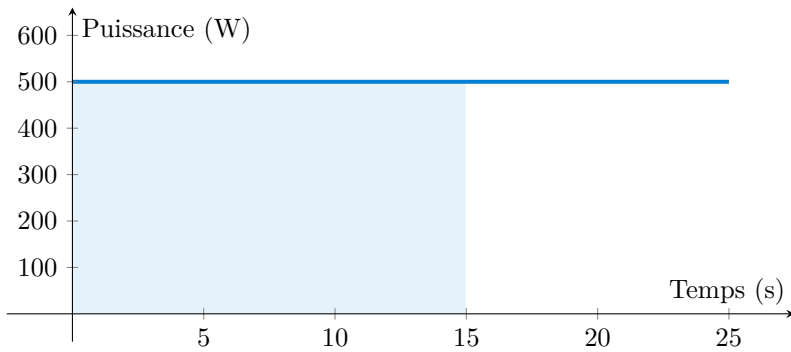


FIGURE 2 – Puissance en fonction du temps d'un système.

## Exercice d'application 2

Déterminer l'énergie convertie en 15 s par un système dont la puissance est fournie par la FIGURE 2.

## 4 Autonomie d'un système

On peut estimer l'autonomie  $\Delta t$  d'un système en connaissant la quantité d'énergie  $E$  stockée par ce système et la puissance moyenne  $P_m$  de fonctionnement :

$$\Delta t = \frac{E}{P_m}$$