

12 : L'ÉNERGIE

Plan du chapitre

Énergie et puissance

Formes et transformations

- Formes d'énergie
- Transformation d'énergie
- Sources d'énergie
- Transport et stockage de l'énergie

Bilan énergétique

- Schéma d'une chaîne énergétique
- Rendement d'un dispositif énergétique

Énergie mécanique

- Énergie cinétique
- Énergie potentielle de pesanteur
- Conservation de l'énergie mécanique
- Frottements

Énergie chimique

- Énergie chimique et conversions
- Combustion

Énergie électrique

- Production d'énergie électrique
- Loi d'Ohm et effet Joule
- Fonctionnement d'un générateur non idéal de tension
- Conversion d'énergie électrique

Introduction

L'énergie (du grec ἐνέργεια : *force en action*) est ce qui permet d'agir. Sans elle, rien ne se passe, pas de mouvement, pas de lumière, pas de vie !

Au sens physique, l'énergie caractérise la capacité à modifier un état, à produire un travail entraînant du mouvement, de la lumière, ou de la chaleur. Toute action ou changement d'état nécessite que de l'énergie soit échangée.

Généralités sur l'énergie

Énergie et puissance

 Distinguer puissance et énergie.

 Connaître et utiliser la relation $E = P \cdot \Delta t$.

La **puissance** est une quantité d'énergie échangée (perdue ou gagnée) par unité de temps.


$$E = P \cdot \Delta t$$


L'unité S.I. de la puissance est le watt (W). $1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$.

 Il est capital de connaître cette formule !

Formes et transformations

 Connaître diverses formes d'énergie.

 Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.

 Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en termes de conservation, de dégradation.

 Identifier des problématiques :


- d'utilisation des ressources énergétiques ;
- du stockage et du transport de l'énergie.

 Argumenter en utilisant le vocabulaire scientifique adéquat.


■ Formes d'énergie

L'énergie peut prendre de multiples formes (mécanique, chimique, nucléaire, électromagnétique, thermique, rayonnante, etc.).

• L'**énergie mécanique** est associée au mouvement et à la position d'un système.


 Exemple : un moteur produit de l'énergie mécanique, qui est transmise aux roues de la voiture.

• L'**énergie chimique** est associée aux liaisons chimiques.

 Exemple : le mélange essence + O₂ contient une grande quantité d'énergie chimique.

■ Transformation d'énergie

L'**énergie jamais ne se perd ni ne se créer**. Elle ne fait que se transformer.

 Exemple : lors de la combustion de l'essence dans un moteur, l'énergie chimique de l'essence (et du O₂ de l'air) est transformée en énergie mécanique (la voiture avance) et en énergie thermique (le moteur chauffe). Il n'y a aucune perte dans le processus. Dans un moteur thermique, pour 100 J d'énergie chimique libérée, on obtient environ 15 J d'énergie mécanique et 85 J d'énergie thermique.



L'éolienne transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique

Exercice 1 Freinage d'un avion


■ Sources d'énergie

Une source d'énergie est un gisement d'énergie que l'Homme peut utiliser pour ses besoins.

Sources d'énergies renouvelables ou non

Énergies renouvelables : elles ne peuvent pas s'épuiser à l'échelle de temps humaine. Exemples : énergie solaire, énergie éolienne, énergie marémotrice, énergie hydraulique, énergie tirée de la biomasse.

Énergies non renouvelables : elles existent en quantité limitée sur Terre, et ces réserves ne peuvent pas se renouveler. Exemples : uranium, charbon, hydrocarbures fossiles (gaz « naturel » et pétrole).

 Ne pas confondre formes d'énergie et sources d'énergie.

Exercice 2 Une bête classique

Utilisation des différentes sources d'énergie

De nombreux critères sont à prendre en compte lorsqu'on souhaite analyser les avantages et les inconvénients d'une ressource énergétique :

- Impacts sur l'environnement ;
- Coût des installations, de l'énergie elle-même, et éventuellement du démantèlement des installations (nucléaire) ;
- Disponibilité de l'énergie
- Capacité à produire une puissance importante
- Taille et complexité du dispositif de production
- Facilité de stockage et de transport de l'énergie produite

■ Transport et stockage de l'énergie

• Les sources d'énergie chimique (pétrole, gaz naturel, charbon) sont relativement faciles à stocker et à transporter, même sur de longues distances.

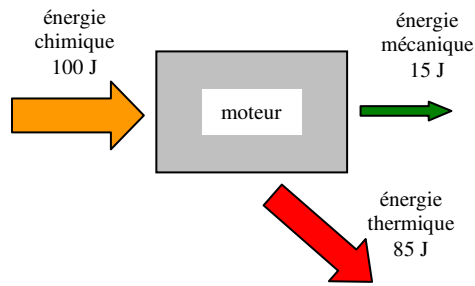
• L'électricité est coûteuse à stocker (la mise au point de batteries efficaces est un enjeu technologique majeur aujourd'hui) et ne se transporte efficacement que sur des distances relativement faibles.

Bilan énergétique

■ Schéma d'une chaîne énergétique

Un bilan énergétique consiste à expliciter la ou les formes d'énergie qui entre(nt) dans un système (un moteur, un appareil électrique, ou même un être vivant) et celle ou celles qui en sorte(nt).

Exemple : bilan énergétique d'un moteur thermique



Exercice 3 Voiture à hydrogène et énergie solaire

■ Rendement d'un dispositif énergétique

Le rendement d'un dispositif énergétique est le rapport entre l'énergie intéressante produite et l'énergie entrante, le plus souvent exprimé en pourcentage.

Exemple : dans le cas du moteur thermique, l'énergie qui nous intéresse est l'énergie mécanique (l'énergie thermique produite est inutile, sauf exceptions). Ici, le rendement est de $15/100 = 0,15$ soit 15 %.

Exercice 4 Bilan énergétique de panneaux photovoltaïques

Exercice 5 Voiture à hydrogène et énergie solaire (bis)

Énergie mécanique

Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre.

L'énergie mécanique d'un objet est liée à la position et au mouvement de l'objet. C'est la somme de son énergie potentielle et de son énergie cinétique.

$$E_{\text{mécanique}} = E_{\text{cinétique}} + E_{\text{potentielle}}$$

■ Énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un solide en translation, de masse m et ayant une vitesse v dans un référentiel d'étude est définie par :

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

m : masse en kg
 v : vitesse en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 E_C : énergie cinétique en J

Remarque : comme la vitesse dépend du référentiel d'étude, l'énergie cinétique dépend elle aussi du choix du référentiel.

Exemple : énergie cinétique d'une voiture.

Une voiture de masse $m = 1,5 \cdot 10^3$ kg se déplaçant à $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (soit $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) à une énergie cinétique de $E_C = 0,5 \times 1,5 \cdot 10^3 \times 25^2 = 4,69 \cdot 10^5$ J.

Convertir des km/h en m/s

En physique, une vitesse doit toujours être exprimée en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans les calculs.

$$1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

■ Énergie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide de masse m , dans un champ de pesanteur uniforme d'intensité g et à l'altitude z est définie par :

$$E_{PP} = m \cdot g \cdot z$$

m : masse en kg
 g : intensité de la pesanteur ($9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$)
 z : altitude en m
 E_{PP} : énergie cinétique en J

Remarque : L'altitude z dépend du choix de l'origine des altitudes. Cela peut être le niveau de la mer, le sol ou le fond d'une mine. E_{PP} dépend donc de ce choix. Elle peut être négative si l'objet descend plus bas que l'origine des altitudes.

Exemple : énergie potentielle de pesanteur

Une personne de 60 kg se trouvant au premier étage, à une altitude de 3 m par rapport au sol extérieur (défini comme l'origine des altitudes) a une $E_{PP} = 60 \times 9,8 \times 3 = 1,76 \cdot 10^3$ J.

TP 12.1 : Énergie mécanique

Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement.

■ Conservation de l'énergie mécanique

Lorsqu'un objet n'est soumis qu'à son poids et que les frottements sont négligeables, alors l'énergie mécanique reste constante tout au long du mouvement. On dit qu'elle se conserve.

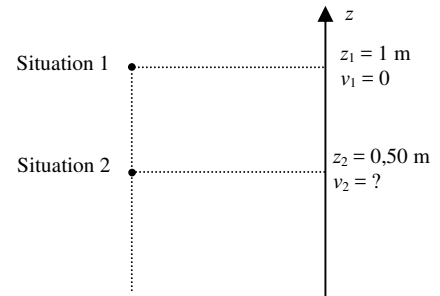
Ceci signifie que, dans cette situation, si on connaît l'énergie mécanique d'un système à un moment donné, on peut connaître à tout moment sa vitesse si on connaît son altitude et réciproquement.

Conservation de l'énergie mécanique

Énergie mécanique d'un ballon lancé

Exemple :

On laisse tomber un objet de masse $m = 1,0$ kg d'une altitude de 1 m. Quelle est sa vitesse lorsqu'il se trouve à $0,5$ m d'altitude ? Les frottements sont considérés comme négligeables et $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



Comme cet objet n'est soumis qu'à son poids et qu'on néglige les frottements, alors l'énergie mécanique se conserve : $E_{M1} = E_{M2}$

$$0,5 \times m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot z_1 = 0,5 \times m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot z_2$$

On simplifie tout les termes de chaque membre de l'équation par m et on isole v_2 avec un **calcul littéral** :

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \cdot g \cdot z_1 - 2 \cdot g \cdot z_2}$$

$$v_2 \approx 3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Exercice 6 Lancé de caillou

Exercice 7 Jeu de fête forraine

■ Frottements

Des forces de frottement apparaissent sur un système dès qu'il y a un déplacement dans un fluide ou qu'il y a contact avec un solide.

Lors d'un mouvement, les forces de frottement transforment une partie de l'énergie mécanique du système en énergie thermique : les frottements sont responsables d'échauffement.

Si les frottements ne sont pas négligeables, alors le système perd peu à peu de l'énergie mécanique. Celle-ci est convertie en énergie thermique

Énergie chimique

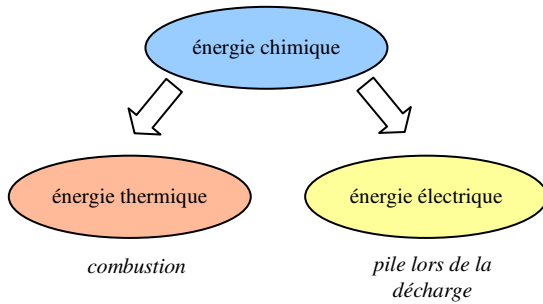
Stockage et conversion d'énergie chimique.

L'énergie chimique est une forme d'énergie potentielle qui peut être perdue ou gagnée lors d'une réaction chimique. Elle est liée à la rupture et à la formation de liaisons.

■ Énergie chimique et conversions

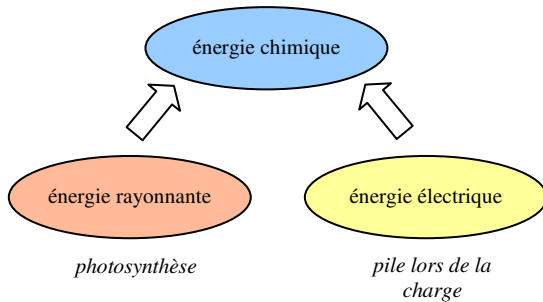
Réactions exothermiques

La plupart des réactions chimiques spontanées sont **exothermiques** : de l'énergie chimique est transformée en une autre forme d'énergie (le plus souvent de l'énergie thermique). Dans les piles et batteries, l'énergie chimique est transformée en électricité.



Réactions endothermiques

Certaines réactions nécessitent un apport d'énergie pour qu'elles puissent se faire. L'exemple le plus courant est la transformation d'énergie électrique en énergie chimique lors de la charge d'une batterie. La photosynthèse convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique.



■ Combustion

🔗 Écrire une équation de combustion. Argumenter sur l'impact environnemental des transformations mises en jeu. Déterminer l'ordre de grandeur de la masse de CO_2 produit lors du déplacement d'un véhicule.

TP 12.2 : Énergie de combustion de l'éthanol

🔗 Mettre en œuvre un protocole pour estimer la valeur de l'énergie libérée lors d'une combustion.

Définition : une combustion est la réaction d'un combustible (substance inflammable) avec un comburant (le dioxygène de l'air).

Combustion complète

La combustion complète d'une espèce chimique ne contenant que des atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ne produit que du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau.

Le CO_2 est un gaz à effet de serre et contribue au réchauffement climatique.

Combustion incomplète

La combustion incomplète d'un combustible (lorsque la quantité de dioxygène disponible est insuffisante, par exemple) peut produire, entre autres, du carbone C ou du monoxyde de carbone CO (toxique !).

Exercice 8 Équations-bilan de combustion

Exercice 9 Énergie, combustion et CO_2

Exercice 10 Transport et empreinte carbone

Énergie électrique

🔗 Connaître et comparer des ordres de grandeur de puissances.

🔗 Système électrique à basse consommation.

■ Production d'énergie électrique

Piles, panneaux photovoltaïque, alternateur

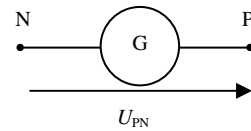
■ Loi d'Ohm et effet Joule

TP 12.3 : Mise en évidence de l'effet Joule

🔗 Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'effet Joule.

■ Fonctionnement d'un générateur non idéal de tension

Un générateur idéal de tension fournit toujours la même tension, quelque soit l'intensité du courant qu'il délivre.



Pour un générateur idéal de tension, $U_{PN} = \text{constante}$. Cette constante est notée E et est appelé la **force électromotrice**.

Dans la réalité, un générateur idéal de tension n'existe pas, même si, pour des intensités de courant pas trop fortes, beaucoup de générateur se comportent comme des générateurs idéaux.

TP 12.4 : Loi de fonctionnement d'un générateur

🔗 Pratiquer une démarche expérimentale pour exprimer la tension aux bornes d'un générateur et d'un récepteur en fonction de l'intensité du courant électrique.

■ Conversion d'énergie électrique