

# Chapitre 8 : Conversion d'énergie



“Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme” (Lavoisier).

## 1 Énergie, énergie cinétique et énergie potentielle

En physique, l'énergie est une mesure de la capacité d'un système à modifier son environnement, son état, sa trajectoire etc. L'unité de l'énergie est le **joule** (J).

Par exemple, il faut de l'énergie pour monter un canapé au deuxième étage du collège. Mais aussi de l'énergie pour mettre un objet en mouvement. On appelle ainsi *l'énergie cinétique* et *l'énergie potentielle* ces deux types d'énergie. Là encore, nous serons amenés à utiliser le kJ (kiloJoule) qui vérifie comme toujours

$$1\text{kJ} = 1000\text{J}. \quad (1)$$

kJ			J
1	0	0	0

Table 1: Tableau de conversion entre kJ et J.

### 1.1 Énergie cinétique

Un corps en mouvement possède une énergie qu'on appelle énergie cinétique. On note souvent l'énergie cinétique  $E_c$  et, pour un objet de masse  $m$  et se déplaçant à la vitesse  $v$ , l'énergie cinétique s'écrit

$$E_c = \frac{1}{2}m \times v^2. \quad (2)$$

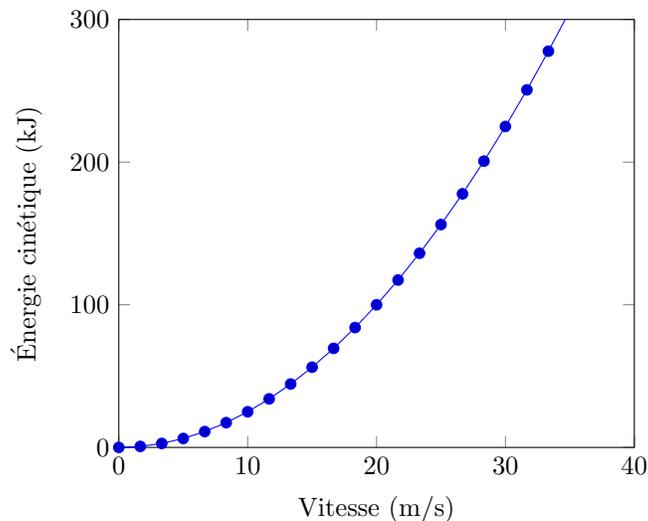


Figure 1: Évolution de l'énergie cinétique d'une voiture de 500kg en fonction de sa vitesse. Rappel : 20m/s=72km/h.

## 1.2 Énergie potentielle de pesanteur

Un corps en altitude par rapport au sol possède une énergie potentielle de pesanteur  $E_p$ . Cette énergie dépend de

- la planète où il est, donc l'intensité de pesanteur  $g$ ,
- sa hauteur par rapport au sol  $h$ ,
- sa masse  $m$ .

On a ainsi tout simplement

$$E_p = m \times g \times h. \quad (3)$$

Ainsi, plus on est haut par rapport au sol, plus notre énergie potentielle de pesanteur est importante.

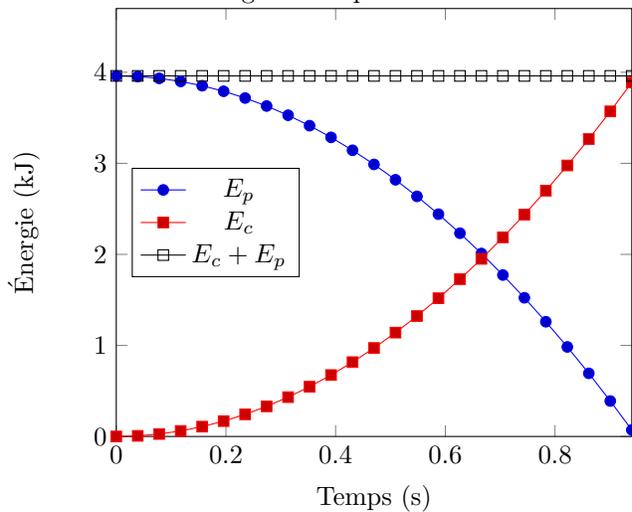


Figure 2: Juste avant de plonger, l'énergie potentielle du plongeur de 60kg, s'il est à 10m, est égale à  $E_p = 60 \times 10 \times 10 = 6000\text{J} = 6\text{kJ}$ .

## 2 Transfert énergétique

### 2.1 Conservation de l'énergie

Si il n'y a pas de frottement, de *dissipation d'énergie*, lorsqu'un objet chute, la somme de son énergie potentielle de pesanteur et de son énergie cinétique se conserve.



“Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme” (Lavoisier).

Là encore, comme pour les atomes qui se conservent dans une réaction chimique, l'énergie ne se perd pas et ne se crée pas mais se transforme : l'énergie potentielle de pesanteur se transforme en énergie cinétique.

Figure 3: À gauche, évolution de l'énergie du plongeur ci-dessus lors du saut. L'énergie potentielle de pesanteur ( $E_p$ ) est représentée en bleue : elle décroît puisque, lors du, saut, la hauteur du plongeur diminue. L'énergie cinétique est représentée en rouge . Celle-ci augmente. En effet, l'énergie potentielle de pesanteur du plongeur est convertie en énergie cinétique au cours de la chute. À droite, Lavoisier.

Mathématiquement, cette conservation se note

$$E_c + E_p = \text{constante}. \quad (4)$$

Mais, lors d'une chute d'un corps, est-ce que toute l'énergie potentielle se transforme toujours en énergie cinétique?

## 2.2 Expérience : étude du saut de Felix Baumgartner

En 2012, Felix Baumgartner a sauté d'une hauteur de 39km. Ce jour, il a battu plusieurs records dont celui de la chute libre la plus haute jamais réalisée ainsi que la vitesse de chute libre la plus importante. Il fut également le premier humain à franchir la vitesse du son sans l'assistance d'une machine [1]. Grâce aux capteurs embarqués dans sa combinaison, nous avons eu accès à sa position et sa vitesse en fonction du temps et il a donc été possible de calculer son énergie cinétique et son énergie potentielle de pesanteur au fur et à mesure de sa chute. Ci-dessous, il est représenté l'évolution de son altitude en fonction du temps.

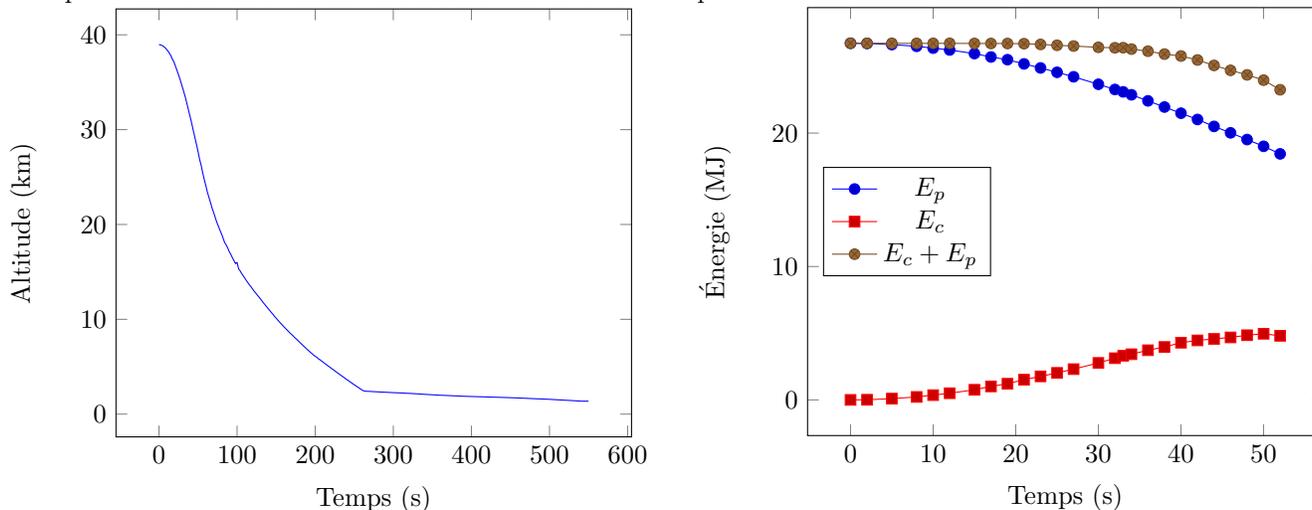
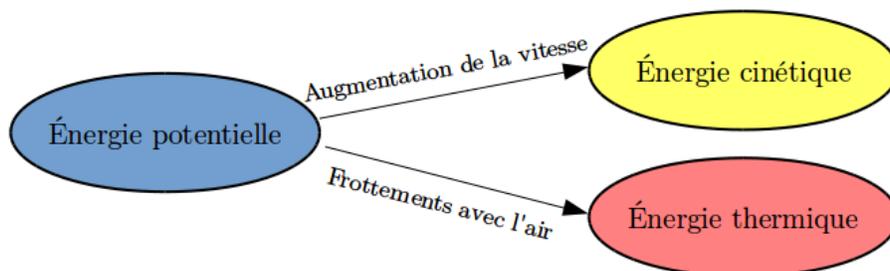


Figure 4: À gauche, évolution de l'altitude de Felix Baumgartner lors de son saut de 39km de haut. À droite, évolution de l'énergie cinétique  $E_c$  (carrés rouges), de l'énergie potentielle  $E_p$  (ronds bleus) et de l'énergie mécanique  $E_m = E_c + E_p$  (ronds marrons) lors de la chute. Notée que l'énergie est graduée en mégaJoule ( $1\text{MJ} = 10^6\text{J}$ ). Les données sont tirées de [1].

Sur la figure 4, la courbe donnant l'évolution de l'altitude marque un coude aux alentours de 270 secondes : il s'agit du moment où le sauteur déploie son parachute. Nous allons maintenant nous intéresser aux trois courbes de droite, qui montrent l'évolution de l'énergie cinétique (carrés rouges); de l'énergie potentielle (ronds bleus) et de l'énergie mécanique (ronds marrons) de Felix Baumgartner sur les 50 premières secondes de sa chute.

Lors du saut, Felix perd de l'altitude et donc son énergie potentielle de pesanteur diminue. Cependant, cette énergie potentielle se transforme en énergie cinétique (la courbe rouge augmente). Au début du saut, on observe que l'énergie mécanique est constante : cela signifie que **toute** l'énergie potentielle de pesanteur est transformée en énergie cinétique.

Cependant, on remarque après 25 secondes que l'énergie mécanique diminue. Toute l'énergie potentielle n'est pas transformée en énergie cinétique : une partie est dissipée. En effet, lorsqu'un corps se déplace avec une grande vitesse dans de l'air, il dissipe une partie non négligeable de son énergie dans les frottements.



## 2.3 Transfert et conversion d'énergie

L'énergie ne peut être ni créée, ni détruite. Elle ne peut que être transférée d'un corps à un autre ou convertie d'une forme à une autre.

On parle de **transfert d'énergie** lorsque deux corps s'échangent de l'énergie : l'un en perd et l'autre en gagne. C'est le cas par exemple de la boule de gauche du pendule de Newton qui, en tapant les boules, transfère son énergie cinétique à la boule de droite.

On parle de **conversion d'énergie** lorsque l'énergie change de forme. On représente alors cette conversion par une *chaîne énergétique*.

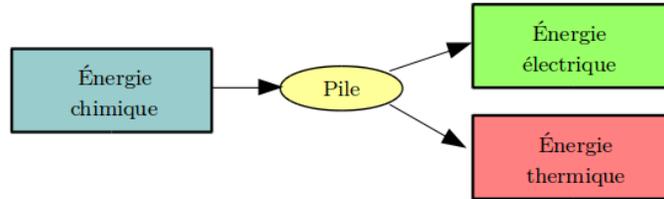


Figure 5: Chaîne énergétique d'une pile. Les molécules à l'intérieur de la pile se réarrangent ce qui est à l'origine d'un mouvement d'électrons. L'énergie chimique est donc transformée en énergie électrique mais aussi en partie en énergie thermique (la pile chauffe).

Une chaîne énergétique illustre le **principe de conservation de l'énergie**. Une partie de l'énergie reçue par le convertisseur (l'énergie exploitée) est convertie en énergie exploitable (énergie utile). Le reste de l'énergie reçue est dissipé en général sous forme d'énergie thermique (énergie dissipée).

La conservation de l'énergie se traduit par la relation :

$$E_{\text{exploitée}} = E_{\text{utile}} + E_{\text{dissipée}} \quad (5)$$

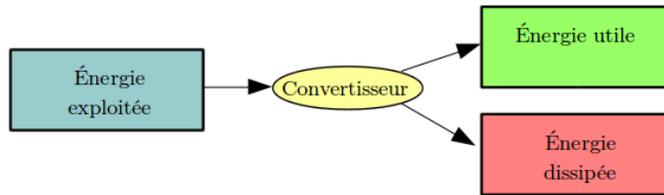


Figure 6: Allure générale d'une chaîne énergétique. Tirée de [2].

## 3 La puissance

La puissance d'un convertisseur caractérise son aptitude à convertir l'énergie rapidement. Elle s'exprime en watt (W).

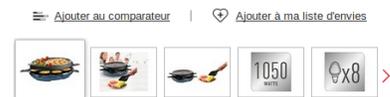
Par exemple, un appareil à raclette transforme l'énergie électrique en énergie thermique. La puissance de l'appareil ci-contre est 1050 W aussi cela signifie que cet appareil chauffera plus vite qu'un autre dont la puissance serait de 750W.

L'énergie  $E$  consommée (ou produite) par un appareil de puissance  $\mathcal{P}$  est liée à sa durée de fonctionnement  $t$  par la relation

$$E = \mathcal{P} \times t \quad (6)$$

où  $E$  s'exprime en Joules (J),  $\mathcal{P}$  en Watt (W) et  $t$  en secondes (s).

*Nota Bene* : Il est également possible d'utiliser d'autres unités qui sont plus adaptées aux appareils électriques. On exprime alors l'énergie en kilowattheure (kWh), la puissance en kilowatt (kW) et le temps en heures (h).



## Références

- [1] Science World, *Stratos Jump Data Analysis*, <https://www.scienceworld.ca/resource/stratos-jump-data-analysis/>, 22 mars 2020.
- [2] Thierry Dulaurans, others Michel Barde, Marc Bigorre, Sébastien Dessaint, Cyrille Lémonie, Emmanuel Matagne, Bruno Poudens, Isabelle Tarride, and David Théboeuf. *Physique-Chimie 3e*. Hachette, 2017.

## Attendus de l'élève

À la fin de ce chapitre, l'élève devra

- savoir que l'énergie s'exprime en joules (J) et la puissance en watts (W),
- savoir calculer l'énergie cinétique d'un corps,
- savoir calculer l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps,
- savoir que s'il n'y a pas de frottement, l'énergie potentielle de pesanteur se convertie entièrement (sans dissipation) en énergie cinétique et inversement,
- savoir réaliser une chaîne énergétique et que l'énergie exploitée se transforme en énergie utile et énergie dissipée.