

LA LOI DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

Les femmes, et aussi les hommes, ont une tendance naturelle à vouloir comprendre le monde qui les entoure. Elles ou ils font donc des observations, des suppositions, des expériences et des déductions qui les amènent à énoncer des idées générales, des lois ou des principes qui expliquent leur environnement, leurs réussites ou leurs échecs. Par exemple on se rend compte facilement que le sucre est une nourriture plus efficace que les poireaux pour supporter les grands froids ou pour courir un marathon ; des expériences peuvent le confirmer et permettent de préciser les quantités nécessaires à chaque action et comment les aliments apportent leur énergie à notre corps.

Les progrès scientifiques ont ainsi pu apporter des réponses à certaines de nos interrogations. Cela fut parfois assez simple et parfois plus difficile, car la *connaissance spontanée* des phénomènes ne s'est pas toujours avérée la plus judicieuse pour notre compréhension du monde.

Il en fut ainsi de la *notion de mouvement*.

Quand on voit une voiture circuler sur une route rectiligne à la vitesse de 60 kilomètres/heure, on se dit qu'il faut bien qu'il y ait une source d'énergie qui entretienne cette vitesse. Et on pense que ce mouvement va se ralentir progressivement, comme cela se produit sur une route goudronnée.

La réalité, qui a été prouvée par des essais et des expériences, est toute autre : *le principe fondamental, c'est qu'un corps qui n'est soumis à aucune force se déplace en ligne droite à une vitesse constante !*

Evidemment il a fallu, une fois, lui donner une impulsion pour qu'il passe du repos (vitesse zéro) à une certaine vitesse ; mais c'était « une fois », à un moment donné ; une fois parti, le corps n'a besoin d'aucune impulsion pour continuer.

Ce qui fait que ce corps ralentit, dans les faits, c'est une force qui s'oppose à son mouvement ; cette force est, le plus souvent, une *force de frottement*.



Les joueurs de curling l'ont bien compris, qui s'efforcent de balayer la glace devant leur pierre pour diminuer au maximum ces forces de frottement, si nécessaire.

S'il n'y avait aucune force de frottement, la pierre, comme la voiture, continuerait indéfiniment son chemin.

La morale de ce dernier paragraphe est que, *pour étudier les mouvements d'un corps (c'est-à-dire sa dynamique), il faut étudier les forces qui s'exercent sur lui.*

Les premiers principes de la mécanique des corps en mouvement furent énoncés, clairement (et donc en termes mathématiques), en 1687, par Isaac Newton (1643-1727) dans son livre : *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

Ce livre a été traduit en français, en 1756, par la géniale Émilie du Châtelet, alors compagne de Voltaire, sous le titre *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*.

Voici ces deux premiers principes :

- 1. Si un corps se déplace à vitesse constante, alors la somme des forces qui s'exercent sur lui est nulle.**

Cela signifie, par exemple, que si un coureur de 100 mètres court, sans accélérer ni ralentir, à 10 km/s, c'est que la force qu'il exerce vers l'avant en s'appuyant sur le sol est exactement égale aux forces de frottement sur les pieds et à la résistance que l'air oppose à son déplacement.

- 2. Si la résultante des forces s'exerçant sur un corps n'est pas nulle, ce corps subit une accélération de son mouvement proportionnelle à cette résultante (et donc, s'il était immobile, il se met en mouvement).**

La formule qui résume ce principe s'écrit $F=ma$,

où m est la masse du corps (exprimée en kilogrammes). L'accélération (a) est l'augmentation, par seconde, de la vitesse du **corps** (exprimée en kilomètres par seconde).

La loi de conservation de l'énergie

Antoine Lavoisier, grand scientifique de la Révolution, écrivit en 1789 un livre (son *Traité élémentaire de chimie*) qui éclaira la compréhension de notre monde. On y trouve cette phrase justifiée par quelques déductions de ses expériences :

Rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et l'on peut poser en principe que, dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l'opération ; il n'y a que des changements...



Plus tard, on résumera son idée par une sorte de proverbe exprimant, en quelque sorte, une loi de la nature :

Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme !

Pour Lavoisier, cela signifiait que, dans toute réaction chimique, la matière conserve sa masse totale.

Plus tard, on découvrira que, dans de multiples situations, certaines quantités se conservent et ne peuvent être ni perdues, ni créées ; ainsi en est-il, par exemple, de la *quantité d'énergie*.

Mais pour pouvoir affirmer que, au cours de l'évolution d'une certaine transformation, **l'énergie se conserve**, encore faut-il savoir mesurer cette énergie (que ce soit l'énergie fournie par un sportif en train de courir, ou celle que doit fournir un ascenseur pour le faire monter de 2 étages, ou celle qui est nécessaire pour envoyer un javelot à 80 mètres ou pour effectuer une pirouette en patin à glace...) ; le sportif accumule de l'énergie en respirant, en mangeant et en buvant ; il peut en restituer une partie en courant, ou en sautant, ou en lançant un poids...

Ce qui change alors, ce sont les formes sous lesquelles se présente cette énergie...

Dans la pratique du sport, on rencontre essentiellement trois sortes d'énergies :

- . l'énergie cinétique d'un corps en mouvement,
- . l'énergie de rotation d'un corps, qui tourne autour d'un point ou d'un axe,
- . l'énergie de pesanteur d'un corps, à une certaine hauteur sur la Terre.

L'énergie cinétique (ou énergie de mouvement) E_c , d'un corps

de masse m , lancé à la vitesse V est donnée par la formule

$$E_c = \frac{1}{2}mV^2.$$

Par exemple Usain Bolt, qui pèse 92 kg, lancé à 10 mètres par seconde, possède une énergie de mouvement de $\frac{1}{2} \times 90 \times 10 \times 10$, soit 4600 joules.

Les énergies se mesurent en effet en « joule » quand les masses se mesurent en kilogrammes, les distances en mètres et le temps en seconde.



L'énergie de rotation (ou énergie cinétique de rotation)

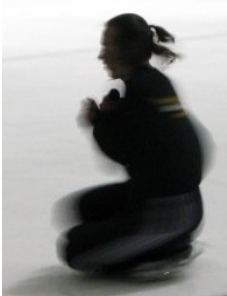
E_r , d'un corps ponctuel de masse m , situé à la distance r de son axe de rotation, et tournant à la vitesse angulaire de ω radians par seconde vaut $E_r = \frac{1}{2}mr^2\omega^2$.

(Pour votre culture, le produit mr^2 est le *moment d'inertie* du corps en rotation.)



En notant t le nombre de tours par seconde, on a $\omega = 2\pi t$; et en arrondissant π^2 à 10, on a $E_r = 20mr^2t^2$.

Pratiquement, pour calculer l'énergie de rotation d'un corps humain lors d'une pirouette, on additionne les énergies de chaque point de ce corps ; l'énergie de rotation du corps entier est donnée par la formule $20MR^2t^2$, M étant la masse totale du corps, R la distance à l'axe de rotation du centre de gravité de la moitié du corps et t le nombre de tours par seconde de ce corps en rotation.



Par exemple, Philippe Candeloro, qui pesait 60 kg, avait, assis sur les genoux en exécutant la « pirouette Candeloro », le centre de gravité de la moitié de son corps à environ 20 cm de l'axe de son corps. Lors d'une pirouette, effectuée à la vitesse de 3 tours par seconde, il disposait donc d'une énergie de $20 \times 60 \times (0,2)^2 \times 3^2$, soit 432 joules.

L'énergie de pesanteur (ou énergie potentielle) E_p , d'un corps de masse m, placé à la hauteur h, est donnée par la formule : $E_p = mgh$, où $g \approx 9,81$.

Par exemple, pour élever son centre de gravité de 5 mètres, Armand Duplantis, qui pèse 70 kg, doit dépenser une énergie de pesanteur voisine de $70 \times 10 \times 5$, soit 3500 joules.

Si ce nombre g, qui mesure « l'accélération de la pesanteur », est arrondi à 10, on a

$$E_p = 10mh.$$



Deux textes (à télécharger comme celui-ci) étudient la transformation de l'énergie de mouvement en énergie de pesanteur (lors d'un saut à la perche) ou en énergie de rotation (lors d'une pirouette en patins à glace).

André Deledicq