

Mesure de l'énergie et de la puissance

En mécanique, on a tout d'abord défini l'énergie en termes de travail, c'est-à-dire le produit d'une force sur une distance. Dans le SI, l'unité d'énergie est le joule qui est défini comme la force d'un newton agissant sur une distance d'un mètre, ou

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ newton-mètre}$$

A l'origine, on a considéré que d'autres formes d'énergie comme la chaleur étaient des quantités indépendantes et on a donc défini des unités de mesures distinctes pour les quantifier mais, maintenant que nous savons que les diverses formes d'énergie sont équivalentes, nous pouvons utiliser des facteurs de conversion pour passer d'un type de mesure à un autre. Avant l'adoption du Système international, la teneur énergétique de produits comme le pétrole brut, les produits du pétrole, le gaz naturel et le charbon s'exprimait normalement en British thermal units (Btu) alors que les quantités d'énergie électrique étaient mesurées en kilowatts-heures (kWh). Les facteurs de conversion sont les suivants:

$$1 \text{ Btu} = 1,054 \text{ joules} = 1.054 \text{ kilojoule, et}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,600,000 \text{ joules} = 3.6 \text{ mégajoules.}$$

La puissance mesure la rapidité avec laquelle l'énergie est fournie ou peut être fournie. Par conséquent, la puissance est égale à l'énergie, divisée par le temps. Dans le SI, l'unité de puissance est le watt.

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ seconde}}$$

Quand on fournit du travail au rythme de 1 joule par seconde, la puissance est d'un watt. Comme on peut mesurer tous les types d'énergie en joules, on peut également mesurer les taux de tous les types de transformation d'énergie en watts. Par le passé, on exprimait normalement la puissance en Btu/heure, en watts ou en chevaux. Il nous faut donc les conversions de puissance suivantes:

$$1 \text{ Btu/heure} = 0.293 \text{ watt, et}$$

$$1 \text{ cheval} = 746 \text{ watts.}$$

Quand la puissance est produite à un taux constant, la quantité d'énergie produite en un temps donné est la suivante:

$$\text{énergie} = \text{puissance} \times \text{temps.}$$

Autrement dit, 1 joule = 1 watt-seconde. Pour prendre un exemple familier, nous payons nos

factures d'électricité en fonction du nombre de kilowattheures d'énergie électrique que nous avons utilisés au cours de la période de facturation. Pour calculer l'énergie représentée par un kilowattheure, il faut multiplier la puissance par le temps, c'est-à-dire:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 1,000 \text{ watts} \times 3,600 \text{ secondes (en une} \\ &\quad \text{heure)} \\ &= 3,600,000 \text{ wattsecondes} \\ &= 3.6 \text{ mégajoules} \end{aligned}$$

Comme on peut mesurer tous les types d'énergie en joules, il s'ensuit qu'on peut mesurer les taux de tous les types de transformation d'énergie à l'aide d'une même unité. Dans le SI, cette unité de puissance est le watt. Le watt est la puissance d'un joule d'énergie par seconde. Une centrale de 500 mégawatts est une centrale qui peut fournir 500 millions de watts d'énergie électrique.

Comme le joule et le watt sont de petites mesures d'énergie et de puissance, nous utiliserons des multiples de ces unités. Dans le SI, cinq préfixes suffisent pour la presque totalité des quantités d'énergie dont il sera question dans notre rapport, ainsi que l'illustrent les exemples suivants.

<u>PRÉ-FIXÉS SI</u>	<u>SYM-BOLE</u>	<u>VALEUR</u>	<u>EXEMPLE</u>
kilo	k	10 ³ (millier)	kilovolts (kV)
méga	M	10 ⁶ (million)	mégatonnes (Mt)
giga	G	10 ⁹ (milliard)	gigawatts-heures (GWH)
téra	T	10 ¹² (billion)	téravatts (TW)
péta	P	10 ¹⁵ (mille billions)	pétajoules (PJ)

Si le lecteur se souvient de ces cinq multiples, il comprendra ce que l'on entend lorsque l'on parle de kilovolts pour une ligne de transmission électrique, de mégatonnes pour la production annuelle de charbon du Canada, de gigawatts-heures pour la vente d'énergie électrique par le Québec aux États-Unis, de téravatts pour la capacité mondiale de production d'électricité et de pétajoules pour la demande d'énergie du Canada.

Penchons-nous maintenant sur le budget énergétique naturel de la Terre, c'est-à-dire la façon dont l'énergie traverse l'environnement superficiel de notre planète. Comme le sujet de notre examen est le taux du flux de l'énergie, nous mesurons une puissance et comme les quantités de puissance en question sont très grandes, nous utiliserons comme unité le téravatt (10¹² watts ou billion de watts).

Les apports d'énergie à notre environnement proviennent de trois sources: (1) le rayonnement solaire intercepté par la Terre; (2) l'énergie des marées dérivée