

# Concepts et chiffres de l'énergie : Mémento des unités

Culture Sciences  
de l'Ingénieur

Delphine CHAREYRON - Hélène HORSIN MOLINARO  
Bernard MULTON

Édité le  
08/09/2020

école —————  
normale —————  
supérieure —————  
paris-saclay —————

Le dossier « Les chiffres de l'énergie » est co-rédigé et co-publié avec le site [Culture Sciences Physique](#). Les données sont tirées de nombreuses références (rapports de groupes de recherche, publications dans des revues spécialisées, rapports d'instituts nationaux...).

Dans cette ressource, nous proposons au lecteur les définitions et unités associés à l'énergie, unités que l'on retrouve le long des ressources du dossier « les chiffres de l'énergie ».

## 1 – L'énergie

Dans le Système International, l'unité de l'énergie est le **joule**, du nom du physicien anglais James Joule (1818-1889).

Symbole : J ; équivalence  $1 \text{ J} = 1 \text{ N.m}$

En physique, l'énergie est caractérisée par son universalité dans les équivalences entre chaleur, travail mécanique, rayonnements, etc. Et en énergétique, elle caractérise un service énergétique rendu (travail, éclairage, ...).

Avec une énergie  $E$  de 1 J on soulève une masse  $m$  de 1 kg d'une hauteur  $h$  de 10 cm environ (selon  $E = mgh$ , avec  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ). C'est une unité très petite par rapport aux énergies mises en jeu à l'échelle humaine, mais très grande au niveau microscopique de l'atome. Pour les quantités d'énergie plus importantes, on utilise les kilojoules [kJ] jusqu'aux exajoules [EJ] soit  $10^{18} \text{ J}$ .

## 2 – La puissance

La puissance correspond à un débit d'énergie. Elle est exprimée en **watt**, du nom du physicien écossais James Watt (1736-1819). Ainsi, elle caractérise l'intensité des transformations énergétiques et le dimensionnement des convertisseurs d'énergie.

Symbole : W ; équivalence  $1 \text{ W} = 1 \text{ J.s}^{-1}$

## 3 – Le kilowattheure

Le **kilowattheure** est une unité commerciale d'énergie électrique. C'est l'énergie produite (ou consommée) en une heure par un générateur (ou un récepteur) de puissance moyenne égale à 1 kW.

Symbole : kWh

Les factures d'électricité sont habituellement quantifiées en **kilowattheure**, mais cette unité peut-être également employée pour toute autre forme d'énergie. On utilise également le mégawattheure (MWh =  $10^6 \text{ Wh}$ ), le térawattheure (TWh =  $10^{12} \text{ Wh} = 10^9 \text{ kWh}$ ) (production et consommation d'électricité à l'échelle d'un pays) ou encore le pétawattheure (PWh =  $10^{15} \text{ Wh}$ ) à l'échelle mondiale.

## 4 – La tonne équivalent pétrole

Dans le contexte économique, l'énergie est souvent exprimée en **tonne équivalent pétrole**, ou *ton of oil equivalent* en anglais [toe].

Symbole français : tep ; équivalence 1 tep  $\approx$  11 630 kWh  $\approx$  41,8 GJ

Une tep correspond à l'énergie produite par combustion d'une tonne de pétrole brut standard. Un baril de pétrole standard (159 litres) fournit environ 0,14 tep ou 1 700 kWh, le baril devient ainsi également une unité d'énergie. D'une façon générale, au-delà des hydrocarbures liquides, la relation entre la quantité de combustible et l'énergie produite dépend fortement de la nature du combustible. Ainsi, la combustion d'une tonne de bois de chauffage fournit une quantité d'énergie comprise entre 0,3 et 0,5 tep.

Dans le cas du charbon, on utilise également la tonne équivalent charbon [tec] en français, et [tce] en anglais pour *ton coal equivalent*) :

1 tec  $\approx$  8 140 kWh

## 5 – La calorie

La **calorie** est l'unité d'énergie utilisée pour mesurer les échanges de chaleur. Une calorie est l'énergie nécessaire pour élever la température d'un gramme d'eau liquide d'un degré Celsius.

Symbole : cal ; équivalence 1 cal = 4,181 J

Dans le domaine de la nutrition, l'unité qu'on désigne par calorie est la kilocalorie [kcal] appelée également grande calorie [Cal].

## 6 – L'électron-volt

L'**électron-volt** est l'énergie acquise par un électron accéléré par une tension électrique d'un volt. Sachant que la charge de l'électron vaut  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C (coulombs), l'électron-volt vaut :

Symbole : eV ; équivalence 1 eV =  $1,602 \cdot 10^{-19}$  J

C'est l'unité des bilans microscopiques d'énergie pour les réactions chimiques ou nucléaires.

Par exemple, la fission d'un atome d'uranium 235 demande une énergie de 200 MeV, c'est-à-dire  $3,2 \cdot 10^{-11}$  J. L'énergie mise en jeu pour les collisions de particules dans l'accélérateur LHC, de l'ordre de 13 TeV, représente  $20,8 \cdot 10^{-7}$  J.

## 7 – Unités anglo-saxonnes

**British Thermal Unit** est l'équivalent de la calorie dans le système d'unités de mesure anglo-saxonnes. La BTU est la quantité d'énergie requise pour élever une livre (pound) d'eau liquide d'un degré Fahrenheit.

Symbole : BTU ; équivalence 1 BTU  $\approx$  1055 J

**British Thermal Unit per hour** est l'unité de mesure de la puissance cohérente.

Symbole : BTU/h ; équivalence 1 BTU/h  $\approx$  293 W

Quadrillon BTU est l'unité de mesure de l'énergie aux USA.

Symbole : quadBTU ; équivalence  $1 \text{ quadBTU} = 10^{15} \text{ BTU} \approx 290 \text{ TWh}$

## 8 – Équivalences et préfixes

nom	unité	équivalence
Énergie	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N.m} = 1 \text{V.A.s}$
Puissance	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J.s}^{-1}$
kilowattheure	kWh	$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ 000 J} = 3,6.10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$
tonne équivalent pétrole	tep	$1 \text{ tep} \approx 11 \text{ 630 kWh} \approx 41,8 \text{ GJ}$
baril (159 l ou 140 kg)		$1 \text{ baril} \approx 1700 \text{ kWh}$
électron-volt (particule)	eV	$1 \text{ eV} = 1,602.10^{-19} \text{ J}$
british thermal unit quadrillon BTU (US)	BTU quadBTU	$1 \text{ BTU} = 1050 \text{ J}$ $1 \text{ quadBTU} = 10^{15} \text{ BTU}$

*Unités et équivalence*

kilo	$10^3$
méga	$10^6$
giga	$10^9$
téra	$10^{12}$
Péta	$10^{15}$
exa	$10^{18}$

*Préfixes du Systèmes international d'unités*

### Dossier Concepts et Chiffres de l'Énergie

Retrouvez toutes les ressources du dossier « [Concepts et Chiffres de l'Énergie](#) »

Retrouvez « Concepts et chiffres de l'énergie » sur le site [Culture Sciences Physique](#)

## Références :

[1]: BIPM - Bureau International des Poids et Mesures, <https://www.bipm.org/fr/about-us/>

[2]: Système international d'unités, 9<sup>e</sup> édition 2019 (définitions page 26),  
<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9.pdf>

Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>