

# Application de l'effet Joule

## Les applications de l'effet joule dans le chauffage

Le principe est que des appareils comme des radiateurs électriques, des plaques de cuisson ou encore un grille-pain utilisent la chaleur produite par l'**effet joule** pour fonctionner sous forme de rayonnement ou de convection. Leur rendement global est donc optimisé.



### L'essentiel

Un dipôle, de résistance  $r$ , traversé par un courant électrique, d'intensité  $I$ , transforme tout ou une partie de l'énergie qu'il reçoit en énergie thermique. Le dipôle s'échauffe : c'est l'effet Joule.

	Énergie	Puissance
<b>Notation</b>	$W_J$	$P_J$
<b>Expression</b>	$W_J = r I^2 \Delta t$	$P_J = r I^2$

L'effet Joule a :

- des avantages : il peut être recherché pour chauffer les constituants au contact du dipôle (rôle d'un radiateur, d'un fer à repasser, d'un sèche-cheveux ...)
- des inconvénients : il peut provoquer un échauffement trop important du dipôle entraînant sa détérioration.

- L'énergie dissipée sous forme d'énergie thermique par effet Joule est due à la **résistance**  $r$  du dipôle électrique (générateur, moteur ou conducteur ohmique). L'effet Joule **augmente** avec la valeur de la résistance  $r$ .
- Pour un conducteur ohmique  $R$ , qui est une résistance pure, on a  $U_{AB} = R I$  (loi d'Ohm) et l'énergie reçue est intégralement dissipée par effet Joule ; donc l'énergie dissipée par effet Joule,  $W_J$ , est égale à l'énergie électrique totale  $W_e$  et s'écrit donc :

$$W_J = W_e = U_{AB} I \Delta t = R I^2 \Delta t = \frac{U_{AB}^2}{R} \Delta t.$$

[ $\Delta t$  : la durée en seconde (s),  $W_J$  : énergie dissipée en Joule (J).]

On définit la puissance Joule :  $P_J = \frac{W_J}{\Delta t}$ .

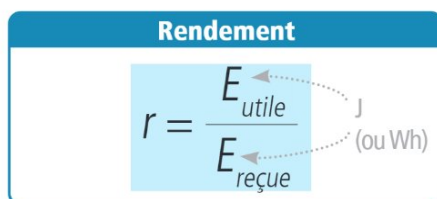
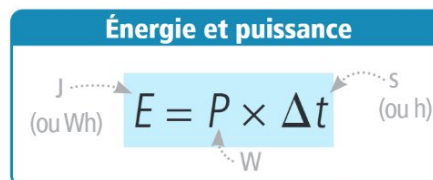
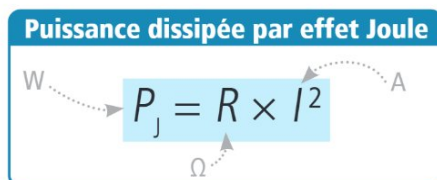
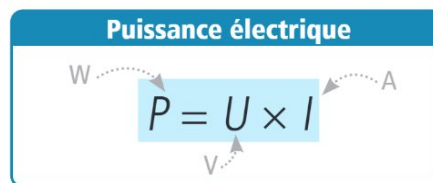
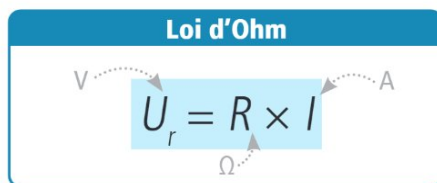
Pour un conducteur ohmique, elle est égale à la puissance électrique totale :

$$P_J = P_e = U_{AB} I = R I^2 = \frac{U_{AB}^2}{R}.$$

- De façon générale, pour tout dipôle électrique (récepteur ou générateur), de résistance interne  $r$ , l'énergie dissipée par effet Joule est :  $W_J = r I^2 \Delta t$ .

La puissance Joule est :  $P_J = \frac{W_J}{\Delta t} = r I^2$ .

## Les formules à connaître et savoir utiliser



## Effet Joule et variation de la résistance en fonction de la température

### 1. Energie thermique

Les récepteurs purement thermiques transforment toute l'énergie **électrique** en énergie **thermique**. C'est **l'effet Joule** et sa formule est :

$$W_J = R.I^2.t$$

Avec **W<sub>J</sub>** : énergie en Wattheure (Wh)  
**R** : résistance en ohm (Ω)  
**I** : Intensité du courant en ampère (A)  
**t** : temps en heure (h)

Transformation de la formule :

$$R = W_J \div (I^2.t)$$

$$t = W_J \div (R.I^2)$$

$$I = \sqrt{W_J \div (R.t)}$$

### 2. Puissance dissipée par effet Joule

La puissance dissipée par effet Joule est :

- Pour les récepteurs thermique : **la puissance utile.**
- Pour les récepteurs non thermiques : **la puissance perdue.**

$$P_J = R.I^2$$

Avec **P<sub>J</sub>** : puissance en Watt (W)  
**R** : résistance en ohm (Ω)  
**I** : Intensité du courant en ampère (A)

Transformation de la formule :

$$R = P_J \div I^2$$

$$I = \sqrt{P_J \div R}$$

### 3. Démonstration des deux formules

Nous savons qu'aux bornes d'une résistance **U = R x I** et nous savons aussi que la puissance **P = U x I** donc en remplaçant la tension **U** dans la deuxième formule par son équivalent (**R.I**) nous obtenons :

$$P = (R.I) \times I = R.I^2$$

De même nous savons que **W = P x t** et que **P = R.I<sup>2</sup>** donc en remplaçant la puissance **P** dans la première formule par son équivalent (**R.I<sup>2</sup>**) nous obtenons :

$$W = R.I^2.t$$

### 4. Formule de la variation de la résistance en fonction de la température

De la même manière que chaque matériau a une résistivité (**ρ**) qui caractérise sa capacité à laisser passer l'électricité, il a aussi un coefficient de température (**α**) qui caractérise la sensibilité de la résistance du matériau à la température.