

# Chapitre 3.4 – La puissance électrique

## La puissance

La puissance est le rythme auquel l'énergie est transformée par unité de temps. On obtient la puissance  $P$  en effectuant la division de la variation de l'énergie  $\Delta E$  sur l'intervalle de temps  $\Delta t$  requis pour effectuer la transformation :

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

où  $P$  : Puissance en watt (W)  
 $\Delta E$  : Variation de l'énergie en joule (J)  
 $\Delta t$  : Intervalle de temps en seconde (s)



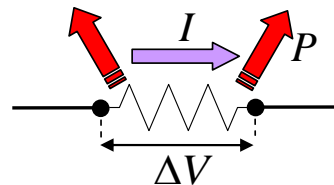
Une perceuse électrique transforme de l'énergie chimique (batterie) en énergie mécanique (rotation de la mèche). Le courant électrique est le média de transport de l'énergie.

## La puissance électrique

Dans un circuit électrique, la puissance électrique  $P$  d'un composant électrique se mesure en effectuant le produit de la variation de potentiel électrique  $\Delta V$  aux bornes du composant avec le courant  $I$  qui circule dans le composant :

$$P = I \Delta V$$

où  $P$  : Puissance en watt (W)  
 $I$  : Courant électrique en ampère (A)  
 $\Delta V$  : Variation du potentiel électrique en volt (V)



### Preuve :

Considérons la variation de l'énergie potentielle électrique  $dU_e$  d'un groupe de charges  $q$  sur un intervalle de temps  $dt$  causée par un composant électrique. Évaluons la puissance électrique par unité de charge :

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad P = \frac{\Delta U_e}{\Delta t} \quad (\text{Énergie électrique : } \Delta E = \Delta U_e)$$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{(q \Delta V)}{\Delta t} \quad (\text{Relation énergie-potential : } \Delta U_e = q \Delta V)$$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{q}{\Delta t} \Delta V \quad (\text{Réécriture})$$

$$\Rightarrow \quad P = I \Delta V \quad \blacksquare \quad (\text{Courant électrique : } I = \Delta q / \Delta t)$$

## La puissance d'un résistor ohmique

La puissance  $P$  d'un résistor ohmique peut être évaluée à partir du courant  $I$  qui circule dans le résistor ou à partir de la différence de potentiel  $\Delta V$  qu'il produit dans le circuit le tout influencé par la résistance  $R$  du résistor :



Résistor ohmique

$$P = R I^2 \quad \text{et} \quad P = \frac{(\Delta V)^2}{R}$$

où  $P$  : Puissance en watt (W)  
 $R$  : Résistance du résistor en ohm ( $\Omega$ )  
 $I$  : Courant électrique en ampère (A)  
 $\Delta V$  : Variation du potentiel électrique en volt (V)

### Preuve :

À partir de la définition de la puissance électrique  $P$ , intégrons la notion de résistance à partir de la loi d'Ohm d'un résistor ohmique :

$$\begin{aligned} P = I \Delta V &\Rightarrow P = I(RI) && \text{(Loi d'Ohm : } \Delta V = RI \text{)} \\ &\Rightarrow P = RI^2 && \text{(Réécriture)} \quad \blacksquare \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P = I \Delta V &\Rightarrow P = \left(\frac{\Delta V}{R}\right)\Delta V && \text{(Loi d'Ohm : } \Delta V = RI \Rightarrow I = \Delta V / R \text{)} \\ &\Rightarrow P = \frac{(\Delta V)^2}{R} && \text{(Réécriture)} \quad \blacksquare \end{aligned}$$

**Situation A : Un résistor 150 $\Omega$ 10W.** Un résistor de 150  $\Omega$  libère 10 W de puissance thermique lorsqu'il est adéquatement utilisé dans un circuit. On désire évaluer (a) le courant qui circule dans le résistor et (b) la différence de potentiel aux bornes du résistor lorsque le résistor est adéquatement utilisé.



À partir de la puissance d'un résistor, évaluons le courant qui circule dans le résistor :

$$\begin{aligned} P = RI^2 &\Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} &\Rightarrow I = \sqrt{\frac{(10)}{(150)}} \\ &&& \Rightarrow \boxed{I = 258,2 \text{ mA}} \quad \text{(a)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P = \frac{(\Delta V)^2}{R} &\Rightarrow \Delta V = \sqrt{PR} &\Rightarrow \Delta V = \sqrt{(10)(150)} \\ &&& \Rightarrow \boxed{\Delta V = 38,73 \text{ V}} \quad \text{(b)} \end{aligned}$$

## Exercices

**Référence :** Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 11

Un moteur électrique en opération tire 2 ampères sous 120 volts, et dégage de la chaleur au taux de 36 W.

- Quelle est la fraction d'énergie perdue sous forme de chaleur ?
- Quelle est la puissance mécanique développée par le moteur ?

**Référence :** Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 19

Une résistance de  $50 \Omega$  porte un courant de 2,5 A. On la plonge dans 1500 g d'eau à  $20^\circ\text{C}$  pendant 3 minutes. Quelle sera la température finale de l'eau.

P.S. Il faut 4180 J d'énergie pour élever d'un degré la température de 1 kg d'eau.

Rappel : Relation chaleur-température :  $Q = mC\Delta T$

## Solutions

**Référence :** Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 11

Débutons par évaluer la puissance électrique totale livrée par notre courant électrique de 2 A à 120 V :

$$P = I \Delta V \quad \Rightarrow \quad P = (2 \text{ A})(120 \text{ V})$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{P = 240 \text{ W}}$$

Nous pouvons évaluer le ratio  $R_{\text{perte}}$  de perte de chaleur en pourcentage à l'expression suivante :

$$R_{\text{perte}} = \frac{P_{\text{chaleur}}}{P} \times 100\% \quad \Rightarrow \quad R_{\text{perte}} = \frac{(36 \text{ W})}{(240 \text{ W})} \times 100\%$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{R_{\text{perte}} = 15\%} \quad \text{(a)}$$

À partir de la perte en chaleur de 36 W, évaluons la puissance mécanique du moteur :

$$P = P_{\text{méc}} + P_{\text{chaleur}} \quad \Rightarrow \quad P_{\text{méc}} = P - P_{\text{chaleur}}$$
$$\Rightarrow \quad P_{\text{méc}} = (240 \text{ W}) - (36 \text{ W})$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{P_{\text{méc}} = 204 \text{ W}} \quad \text{(b)}$$

**Référence :** Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 19

Évaluons la puissance électrique de notre résistance :

$$P = RI^2 \quad \Rightarrow \quad P = (50\Omega)(2,5\text{ A})^2$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{P = 312,5 \text{ W}}$$

Évaluons la variation d'énergie dégagée par la résistance durant le temps de chauffage :

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta E = P\Delta t$$
$$\Rightarrow \quad \Delta E = (312,5 \text{ W}) \left( 3 \text{ min} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right)$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{\Delta E = 56250 \text{ J}}$$

Avec l'énergie électrique de disponible pour chauffer notre eau ( $\Delta E = Q$ ), évaluons la variation de la température : ( $C_{\text{eau}} = 4180\text{J/kg}$ )

$$\Delta E = Q \quad \Rightarrow \quad \Delta E = mC\Delta T \quad (\text{Chaleur : } Q = mC\Delta T)$$
$$\Rightarrow \quad \Delta T = \frac{\Delta E}{mC}$$
$$\Rightarrow \quad \Delta T = \frac{(56250 \text{ J})}{(1,5 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg})}$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{\Delta T = 8,971 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Ainsi l'eau atteint la température de :

$$\Delta T = T_f - T_i \quad \Rightarrow \quad T_f = T_i + \Delta T$$
$$\Rightarrow \quad T_f = (20^\circ\text{C}) + (8,971^\circ\text{C})$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{T_f = 28,971^\circ\text{C}}$$







