ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

— PREMIÈRE – PHYSIQUE-CHIMIE —

1. INTENSITÉ DU COURANT ÉLECTRIQUE

L'**intensité** I du courant est le **débit de charges électriques** à travers une section d'un conducteur :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

I en ampère (A) $\quad Q$: charge (C) $\quad \Delta t$ en s
$1\ \text{A} = 1\ \text{C}\cdot\text{s}^{-1} \quad Q = N\,e$ avec $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C

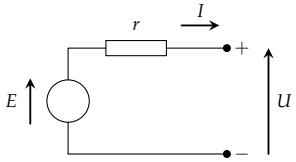
- **Sens conventionnel** : du pôle + vers le pôle − à l'extérieur du générateur ; les électrons circulent en **sens inverse**.
- Q est la charge qui traverse la section pendant Δt : $Q = I \times \Delta t$.

Exemple

$I = 0{,}50$ A pendant $\Delta t = 2{,}0$ min $= 120$ s : $Q = I\,\Delta t = 60$ C, soit $N = \dfrac{Q}{e} \approx 3{,}8 \times 10^{20}$ électrons.

2. SOURCE RÉELLE DE TENSION

Une source réelle (pile, batterie) est modélisée par une source idéale de tension E en série avec sa **résistance interne** r.

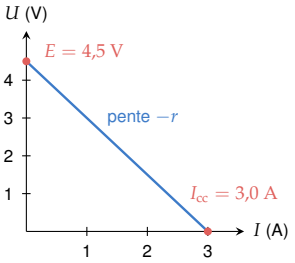


Loi de la source réelle

$$U = E - r\,I$$

U : tension aux bornes (V) $\quad E$: force électromotrice (V) $\quad r$: résistance interne (Ω)
I : courant débité (A)

Court-circuit ($U = 0$) : $I_{cc} = \dfrac{E}{r}$



Exemple : $E = 4{,}5$ V, $r = 1{,}5\ \Omega$

3. PUISSANCE ET ÉNERGIE ÉLECTRIQUES

Un dipôle soumis à la tension U et traversé par le courant I échange la puissance électrique :

$$P = U\,I$$

L'énergie électrique transférée pendant la durée Δt est :

$$E = P\,\Delta t = U\,I\,\Delta t$$

P en W ($1\ \text{W} = 1\ \text{J}\cdot\text{s}^{-1}$) $\quad U$ en V $\quad I$ en A $\quad E$ en J (Δt en s).
$1\ \text{kWh} = 3{,}6 \times 10^6$ J (P en kW, Δt en h).

Exemple

Radiateur de 2,0 kW pendant 3,0 h : $E = 2{,}0 \times 3{,}0 = 6{,}0\ \text{kWh} \approx 2{,}2 \times 10^7$ J

4. EFFET JOULE

Dans un conducteur ohmique de résistance R parcouru par un courant I, de l'énergie électrique est transférée sous forme de **chaleur**.

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

Avec la loi d'Ohm $U = R\,I$: $P_J = U\,I = \dfrac{U^2}{R}$. $\quad P_J$ en W, R en Ω, I en A. $\quad$ Énergie : $E_J = P_J\,\Delta t$.

- **utile** : bouilloire, grille-pain, radiateur ;
- **pertes** : échauffement des câbles et des composants.

Exemple

$R = 50\ \Omega$, $I = 2{,}0$ A : $P_J = R\,I^2 = 50 \times 2{,}0^2 = 2{,}0 \times 10^2$ W

5. BILAN DE PUISSANCE ET RENDEMENT

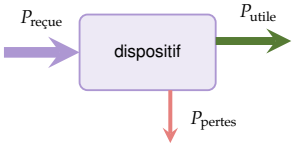
Par conservation de l'énergie, la puissance reçue par un dispositif se répartit en puissance **utile** et en **pertes** (souvent par effet Joule) :

$$P_{\text{reçue}} = P_{\text{utile}} + P_{\text{pertes}}$$

Le **rendement** est :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}}$$

η sans unité, $0 \le \eta \le 1$ (ou en %).



Les pertes sont dissipées sous forme de chaleur.

Exemple : moteur

$P_{\text{reçue}} = 120$ W, $P_{\text{utile}} = 90$ W : $P_{\text{pertes}} = 30$ W, $\eta = \dfrac{90}{120} = 0{,}75 = 75\ \%$

Cas d'une source réelle

$$E\,I = U\,I + r\,I^2 \qquad \eta = \frac{U\,I}{E\,I} = \frac{U}{E}$$

$E\,I$: puissance totale ; $U\,I$: puissance utile fournie au circuit ; $r\,I^2$: pertes par effet Joule dans la résistance interne.

Exemple

$E = 4{,}5$ V, $r = 1{,}5\ \Omega$, $I = 1{,}0$ A : $U = 3{,}0$ V, $U\,I = 3{,}0$ W, $r\,I^2 = 1{,}5$ W, $\eta = \dfrac{3{,}0}{4{,}5} \approx 67\ \%$

À RETENIR

$I = Q/\Delta t$ et $Q = N\,e$. — Source réelle : $U = E - r\,I$. — Effet Joule : $P_J = R\,I^2$. — $P = U\,I$ et $E = P\,\Delta t$. — Rendement : $\eta = P_{\text{utile}}/P_{\text{reçue}} \le 1$.

pierre-carree.fr