

LE COURANT ÉLECTRIQUE

1. Constitution de la matière :

1.1 Les atomes :

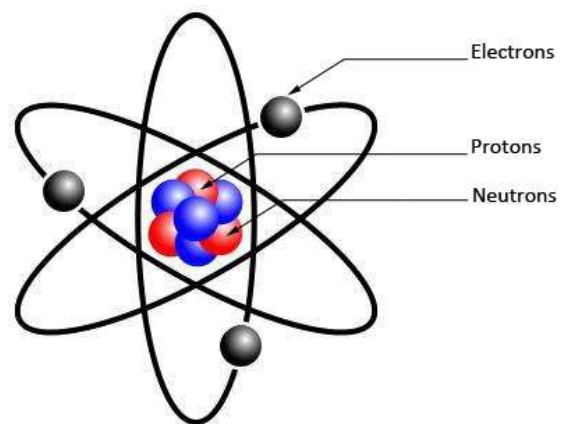
L'atome est le constituant élémentaire de la matière, c'est un assemblage de particules fondamentales.

Il est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons, qu'on appellera « nuage électronique ».

1.2 Le noyau :

C'est la partie centrale de l'atome (environ 10 000 fois plus petit que l'atome lui-même).

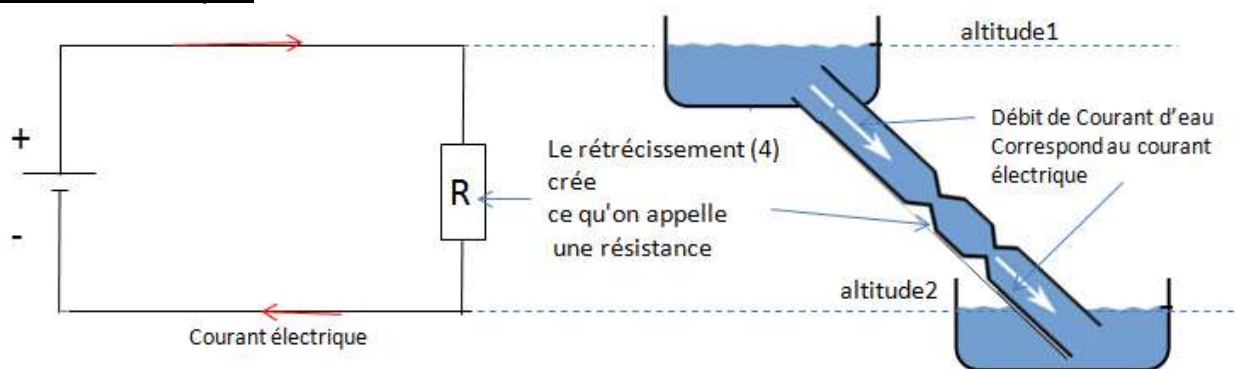
Il est constitué de protons, chargés positivement et de neutrons, sans charge électrique.



1.3 Le nuage électronique :

Autour du noyau gravitent des électrons. Les électrons sont des charges électriques négatives très petites et très légères. Ces charges négatives gravitent autour du noyau à des distances bien déterminées. Sur ces orbites, appelées couches électroniques, on trouve toujours un nombre bien déterminé d'électrons.

Courant électrique:



Pour que le courant électrique puisse circuler dans le conducteur qui relie les deux bornes d'un générateur, il faut évidemment qu'il y ait un déséquilibre dans le nombre d'électrons libres.

Nature microscopique du courant électrique:

Le courant électrique est un mouvement d'ensemble de porteurs de charges électriques. Il existe deux types de porteurs de charges électriques :

- les électrons (charge négative) dans les métaux.
- les ions (charge positive ou négative) dans les électrolytes.

La charge élémentaire exprimée en Coulomb est : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Un électron transporte la charge : $-e$ donc $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

2. Définitions :

2.1 Circuit électrique :

Un courant électrique ne peut s'établir que dans un circuit électrique fermé.

Celui-ci doit contenir au moins un générateur électrique et un récepteur.

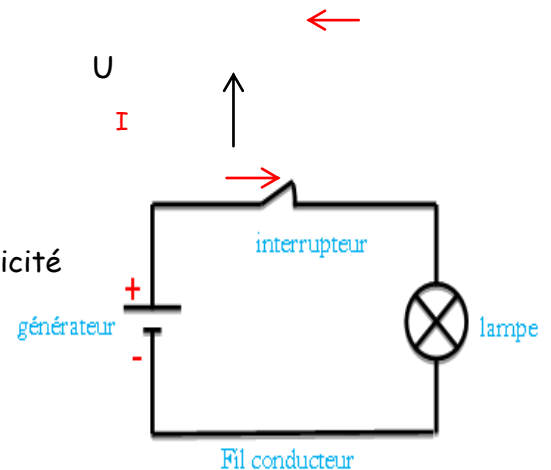
Des conducteurs (fils) relient les différents éléments du circuit.

L'interrupteur permet d'autoriser ou non le passage du courant électrique.

2.2. Intensité du courant électrique :

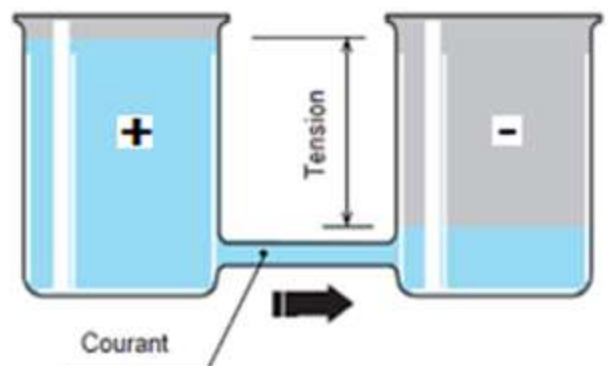
- L'intensité du courant dans un conducteur est la quantité d'électricité qui le traverse par unité de temps. Pendant la durée t , N charges transportent la quantité d'électricité : $Q = N \cdot e$. L'intensité du courant électrique est définie par la relation :

$$I = \frac{Q}{t} \quad : I \text{ en Ampères (A), } Q \text{ en Coulombs (C) et } t \text{ en secondes (s).}$$



2.3. Différence de potentiel (tension):

Pour que le courant électrique puisse circuler dans le conducteur qui relie les deux bornes d'un générateur, il faut évidemment qu'il y ait un déséquilibre dans le nombre d'électrons libres. C'est-à-dire un état électrique différent pour



chaque borne. Cet état est appelé potentiel électrique. L'unité de différence de potentiel (ddp) est le VOLT (V), symbolisé par la lettre U. Pour mesurer cette ddp, on utilise un voltmètre. Celui-ci se branche toujours en parallèle sur le circuit.

2.4. Sens conventionnel du courant électrique et mesure :

Par convention, le courant électrique est orienté dans le sens du mouvement des porteurs de charges positives (sens inverse du déplacement des électrons).

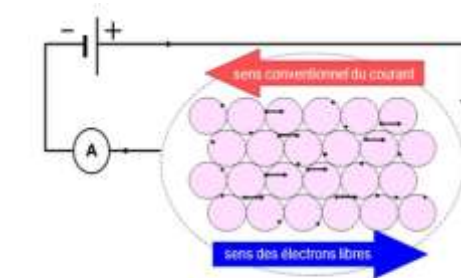
Le courant sort de la borne positive et entre par la borne négative d'un générateur.

La mesure du courant électrique se fait avec un ampèremètre que l'on branche en série dans le circuit conformément au schéma ci-dessous :

Lors de l'étude d'un circuit, souvent on ne

connaît pas le sens réel du courant. Dans ce cas, on choisit arbitrairement un sens (dessin d'une flèche) et on mesure :

- Si $I > 0$, alors le courant circule dans le sens de la flèche.
- Si $I < 0$, alors le courant circule dans le sens opposé à la flèche.



Remarque :

Les électrons libres se déplacent en sens inverse du sens conventionnel du courant.

2.5. Loi des nœuds :

Un nœud est une connexion qui relie au moins trois fils.

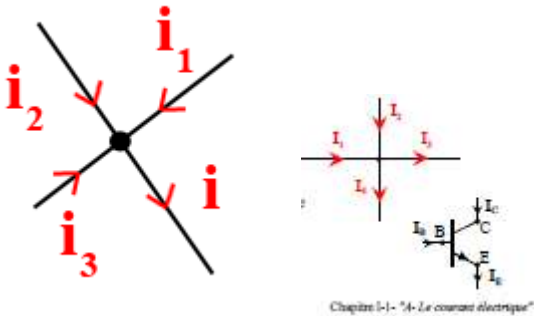
Il ne peut y avoir d'accumulation de charges électriques dans un nœud, il en résulte la loi ci-dessous

Loi des nœuds : La somme des intensités des courants qui arrivent au nœud est égale à la somme des intensités des courants qui sortent du nœud.

Dans l'exemple ci-contre, la loi des nœuds donne la relation : $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$.

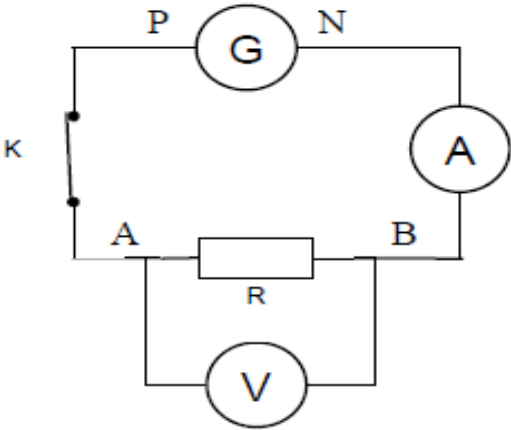
Remarque : Un composant électronique ou même une portion de circuit se comporte comme un nœud (pas d'accumulation de charges).

Pour le transistor bipolaire, par exemple, on a la relation : $I_E = I_B + I_C$

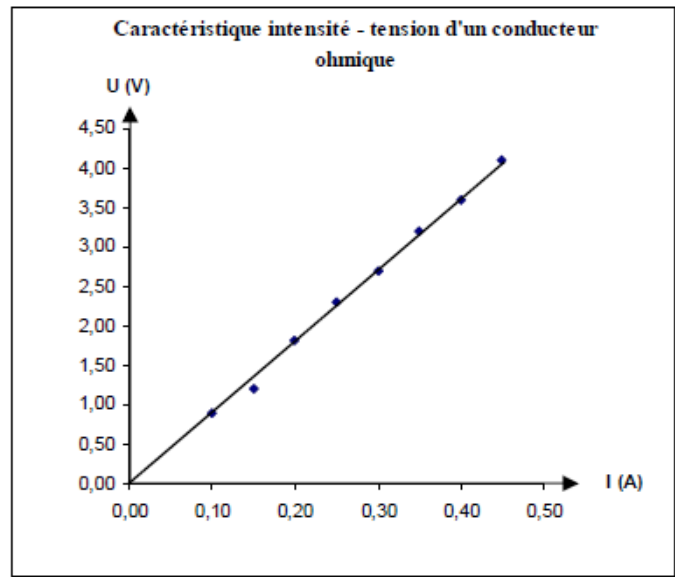


2.6. Loi d'Ohm pour un conducteur ohmique :

On varie la tension aux bornes du générateur à tension réglable *G*, et on note pour chaque tension *U*_{AB} l'intensité *I* correspondante.
Une expérience réalisée a donné les valeurs du tableau suivant :



<i>U</i> (V)	0,90	1,20	1,82	2,30	2,70	3,20	3,60	4,10
<i>I</i> (A)	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
$R = \frac{U}{I}$								



Traçons le graphique de la tension en fonction de l'intensité, $U = f(I)$ appelé caractéristique intensité tension d'un conducteur ohmique. La caractéristique intensité - tension d'un conducteur ohmique est une droite qui passe par l'origine. L'équation de cette droite est de la forme : $U = k \times I$ avec $k = \text{constante} > 0$. La constante k caractérise le conducteur ohmique : on l'appelle sa résistance électrique R , mesurée en Ohm (Ω). Loi d'ohm aux bornes d'un conducteur ohmique : $U = R \times I$

La différence de potentiel entre les bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité du courant qui la traverse.

Remarque :

- La résistance d'un fil de connexion est négligeable.
- La résistance d'un ampèremètre est négligeable.
- La résistance d'un voltmètre est très grande.

2.8 Association des conducteurs ohmiques :

Le conducteur ohmique équivalent à une association de conducteurs ohmiques est celui qui remplace cette association sans modifier ni la tension aux bornes de cette association, ni le courant qui la traverse.

a) Conducteurs ohmiques en série :

La résistance R_e du conducteur ohmique équivalent à plusieurs conducteurs ohmiques placés en série est donnée par la relation :

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots$$

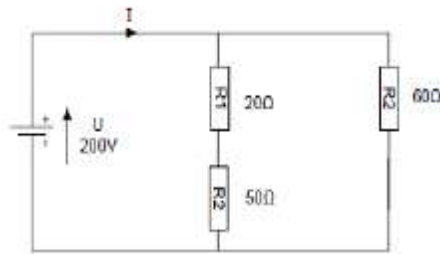
b) Conducteurs ohmiques en parallèle :

La résistance R_e du conducteur ohmique équivalent à plusieurs conducteurs ohmiques placés en dérivation est donnée par la relation :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Exercice :

Soit le circuit suivant, déterminer la résistance équivalente, puis le courant fourni par générateur.

**2.9. Loi de Joule :**

L'effet Joule est l'effet thermique produit par le passage du courant électrique dans un conducteur ohmique.

- La puissance électrique P (exprimée en Watt (W)) consommée par un dipôle est :

$$P = U \times I$$

(W) (V) (A)

Dans un conducteur ohmique, toute cette puissance est transformée en puissance thermique. On a :

$$P = U \times I$$

Pour un conducteur ohmique $U = R \times I$:

$$P = R \times I \times I = R \times I^2$$

Pour un conducteur ohmique : $I = \frac{U}{R}$

$$P = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

L'énergie électrique E consommée par un dipôle électrique sous une tension U parcouru par un courant d'intensité I pendant une durée Δt est donnée par l'expression :

$$E = P \times \Delta t$$

$$\text{Joule (J)} = (W) \times (s)$$

$$\text{kilowatt-heure (kWh)} = (kW) \times (h)$$

$$E = U \times I \times \Delta t$$

$$(J) = (V) \times (A) \times (s)$$

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$$

$$= 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}$$

$$= 3600000 \text{ Joules} = 3,6.10^6 \text{ Joules}$$

Dans un conducteur ohmique, toute cette énergie est transformée en chaleur. On a :

$$E = P \times \Delta t$$

Pour un conducteur ohmique :

$$E = R \times I^2 \times \Delta t$$

$$(J) (\Omega) (A) (s)$$

$$E = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t$$

Loi de Joule : dans un conducteur ohmique, le courant électrique produit un dégagement de chaleur proportionnel à la résistance du conducteur ohmique, au carré de l'intensité du courant et à la durée de passage du courant.

Exercice :

Un radiateur électrique à une puissance de 1000 W et absorbe un courant de 4,4A. Quelle est la résistance de ce radiateur ?

2.10. Résistance d'un conducteur ohmique filiforme :

La résistance d'un fil conducteur homogène dépend de trois facteurs : sa longueur, sa section et la substance qui le constitue. L'expérience montre que, à température donnée, la résistance d'un tel conducteur est proportionnelle à sa longueur l et inversement proportionnelle à sa section s :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

La constante ρ qui dépend de la nature de la substance, est appelée résistivité de cette substance. Dans le SI, la résistivité est exprimée en ohm - mètre ($\Omega.m$).

Résistivité de quelques substances à 20°C

Substance	Résistivité (en $\Omega.m$)
<i>Argent</i>	$1,6.10^{-8}$
<i>Cuivre</i>	$1,7.10^{-8}$
<i>Mercure</i>	98.10^{-8}
<i>Bois</i>	$10^8 \rightarrow 10^{11}$
<i>Caoutchouc</i>	$10^{13} \rightarrow 10^{15}$

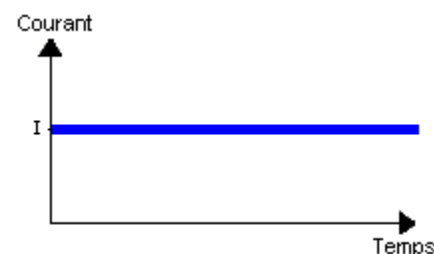
Exercice : Calculer la résistance d'une bobine de conducteur en cuivre d'une longueur de 100m et de section $2,5\text{mm}^2$?

Le courant continu :

C'est ce type de courant que l'on rencontre aux bornes d'une pile, d'un générateur, d'une batterie,... Il est caractérisé par un mouvement global des électrons allant d'un pôle vers l'autre sans inversion de polarité.

La notation qui indique qu'il s'agit de courant continu est **DC** (Direct Current).

On verra par exemple sur un transformateur une tension de sortie de 6 Volts DC.

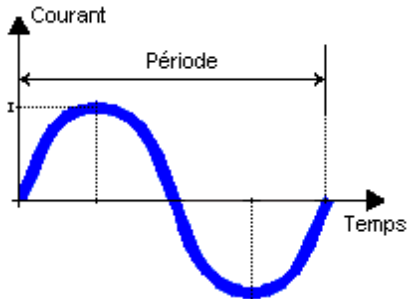


Le courant alternatif :

Celui-ci est produit comme son nom l'indique par un alternateur, un groupe électrogène ou un convertisseur, il est généralement issu du réseau de distribution (Sonalgaz). Il sert à l'alimentation de la plupart des appareils électriques présents sur le marché.

C'est aussi le type de courant le plus utilisé en sonorisation, en éclairage, en vidéo, que ce soit il se note **AC** (Alternative Current).

Le courant alternatif est un courant dont l'intensité varie de façon régulière au cours du temps, tantôt positive, tantôt négative, en passant par zéro.



Le courant (ou tension) alternatif est caractérisé par :

- son amplitude
- sa fréquence (ou période)
- sa phase

L'amplitude :

L'amplitude est la valeur du courant à un instant donné. Elle se mesure en ampères (intensité).

La fréquence :

La fréquence se mesure en Hertz. Ce qui correspond au nombre d'oscillations par seconde.

La période est le nombre de cycles en une seconde, ou encore la durée d'un cycle en secondes.

Une fréquence de 1 Hz correspond à 1 cycle, ou 1 oscillation par seconde.

Nous obtenons la relation suivante : $F = 1 / T$

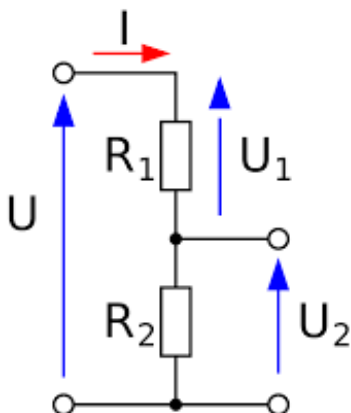
Avec : F fréquence en Hertz, et T la période en seconde.

La phase :

La phase représente la synchronisation du signal par rapport à un point de référence.

1.3. Règle du diviseur de tension :

Le calcul de la tension présente aux bornes d'une résistance ou d'un certain nombre de résistances montées en série dans un circuit série peut se faire en une seule étape à l'aide de la règle diviseur de tension. La démonstration de cette règle est courte et directe.

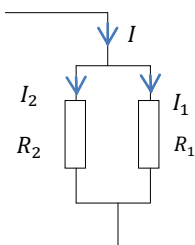


$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$$

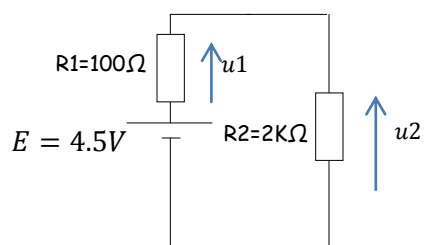
2.3. Règle du diviseur de courant :

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

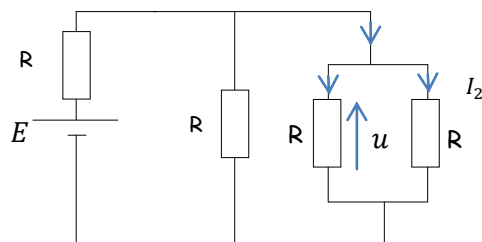


$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

EXERCICE 1 :



-Trouvez la tension aux bornes de R1 et R2 ?



-exprimez la tension u fonction de E ?