

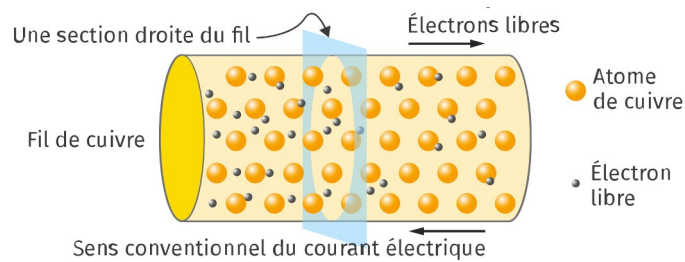
P10. Lois élémentaires dans un circuit électrique

Cours

I Qu'est-ce que le courant électrique ?

On appelle **courant électrique** le déplacement de charges électriques dans un matériau. Par convention, on considère que le sens du courant correspond au déplacement des charges positives.

Dans un métal conducteur, le courant électrique correspond au déplacement des électrons de valence, qui se déplacent donc dans le sens contraire du courant.



Si l'**intensité du courant** électrique est constante au cours du temps (courant continu), elle est notée I .

Si l'intensité varie au cours du temps, elle est notée $i(t)$: c'est une fonction du temps.

L'intensité du courant s'exprime en **Ampère**.

Pour un courant continu, l'intensité du courant correspond à la quantité de charge électrique traversant la section de conducteur à chaque seconde.

L'intensité I d'un courant continu est donc définie par :

$$I = \frac{q}{\Delta t} \quad q \text{ en C (Coulomb)}, \Delta t \text{ en s}, I \text{ en A}$$

avec la charge qui a circulé pendant la durée Δt .

Pour une durée Δt qui tend vers 0, cette expression devient : $i(t) = \frac{dq}{dt}$.

L'intensité du courant correspond donc à la dérivée de la charge $q(t)$ qui traverse la section de conducteur à chaque instant.

II Qu'appelle-t-on tension électrique ?

L'énergie potentielle électrique d'une charge q portée à un potentiel électrique V s'exprime :

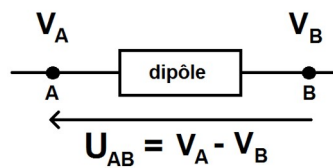
$$E_p = q \cdot V \quad q \text{ en C, } V \text{ en Volt et } E_p \text{ en J.}$$

Le **potentiel électrique** en un point, noté V et exprimé en **Volt**, correspond donc à l'énergie qu'il faut fournir pour apporter une charge électrique unitaire en ce point. Il décrit l'état d'énergie électrique de ce point.

On appelle **tension électrique** entre 2 points A et B, la différence de potentiel entre ces 2 points :

$U_{AB} = V_A - V_B$

 $V_A, V_B \text{ et } U_{AB} \text{ en Volt (V)}$



La tension U_{AB} est fléchée de B vers A.

III Etudier un circuit électrique

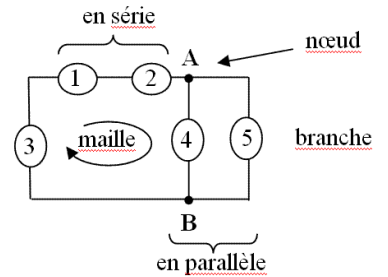
Un peu de vocabulaire ...

Un **dipôle** est un composant électrique possédant 2 bornes.

Une **maille** est un ensemble de dipôles connectés entre eux de manière à former une boucle.

Un **nœud** est un point du circuit électrique où sont connectés au moins trois dipôles différents.

Une **branche** est une portion de circuit située entre deux nœuds qui se suivent.



La **caractéristique d'un dipôle** est un graphique présentant l'évolution de la tension à ses bornes en fonction de l'intensité du courant électrique.

Un circuit est **en série** s'il comporte une seule maille et ne forme donc qu'une seule boucle. Les dipôles y sont tous connectés les uns à la suite des autres.

Un circuit est **en dérivation** s'il comporte un minimum de deux mailles. Dans un circuit en dérivation il y a donc toujours au moins deux boucles et deux nœuds.

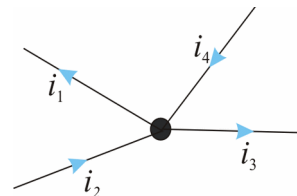
Lois de l'intensité électrique

Dans un circuit **en série**, l'intensité du courant est la même en tout point du circuit.

Loi des nœuds :

Dans un circuit **en dérivation** (ou **en parallèle**), la somme des intensités qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités qui en repartent.

Ex :

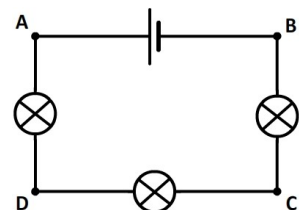


Lois de la tension électrique

Loi des mailles (ou loi d'additivité des tensions)

Dans une maille, la somme algébrique de toutes les tensions est nulle.

Ex :

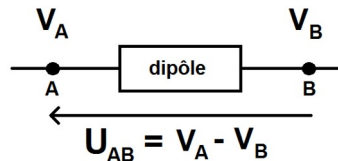


IV Energie et puissance dans un récepteur électrique

Un **récepteur électrique** est un composant qui reçoit de l'énergie électrique qu'il convertit sous une autre forme d'énergie :

Ex :	radiateur	énergie électrique	→	chaleur
	lampe	" "	→	énergie lumineuse
	moteur	" "	→	énergie mécanique

En convention récepteur, la tension aux bornes du dipôle est fléchée en sens contraire du courant.



$V_B < V_A$ car la charge perd de l'énergie
donc $U_{AB} > 0$

Une charge q se déplaçant de A vers B subit une variation d'énergie : $\Delta E_p = E_p(B) - E_p(A) = q (V_B - V_A) = I \Delta t U_{BA}$
Le récepteur reçoit donc une énergie égale à $E = - I \Delta t U_{BA} = I \Delta t U_{AB}$

La puissance électrique reçue par le récepteur $P = \frac{E}{\Delta t} = U_{AB} \cdot I > 0$

La puissance reçue par un récepteur traversé par un courant I et soumis à une tension U , en convention récepteur, s'exprime

$$P = U I$$

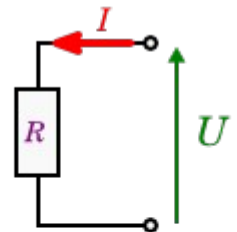
U en V, I en A et P en W.

Cas du conducteur ohmique :

En convention récepteur, aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R :

$$U = R I$$

U en V, I en A et R en Ω



Un conducteur ohmique reçoit de l'énergie électrique et la dissipe sous forme de transfert thermique : c'est l'**effet Joule**.

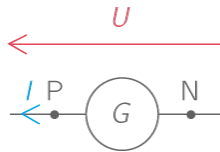
$$P = U \cdot I = R I \cdot I \quad \Leftrightarrow \quad P = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

V Energie et puissance dans un générateur électrique

Un **générateur électrique** est un composant qui convertit une forme d'énergie en énergie électrique qu'il fournit au reste du circuit :

Ex :	<i>pile</i>	<i>énergie chimique</i>	→	<i>énergie électrique</i>
	<i>centrale hydraulique</i>	<i>énergie mécanique</i>	→	" "
	<i>ou éolienne</i>			
	<i>panneau photovoltaïque</i>	<i>énergie lumineuse</i>	→	" "

En convention générateur, la tension aux bornes du dipôle est fléchée dans le sens du courant.



$V_P > V_N$ car la charge reçoit de l'énergie
donc $U_{PN} = V_P - V_N > 0$

La puissance électrique fournie par un générateur traversé par un courant I et délivrant une tension U , en convention générateur, s'exprime :

$$P = U I$$

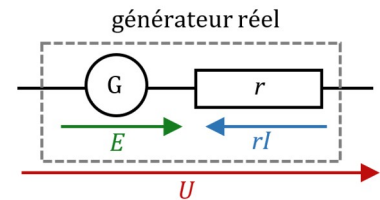
U en V, I en A et P en W.

Cas du générateur réel :

En convention générateur, la caractéristique tension - intensité d'un générateur de tension réel s'exprime :

$$U = E - r I$$

U en V, I en A et r en Ω



E est la **force électromotrice (f.e.m.)** du générateur qui correspond à la tension à vide délivrée par le générateur.
 r est sa **résistance interne**.

En fonctionnement, le générateur délivre une tension U inférieure à sa fem E en raison des pertes d'énergie dans sa résistance interne.

En effet, la puissance délivrée au circuit $P = U I$ $\Leftrightarrow P = (E - r I) \cdot I$
 $\Leftrightarrow P = E I - r I^2$
 puissance convertie en électricité effet Joule dans la résistance

Cas du générateur idéal

Un générateur de tension idéal délivre une tension constante entre ses bornes, quelque soit le courant I débité (il n'a pas de résistance interne) :

$$U = E$$

