

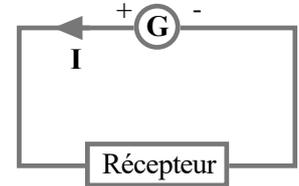
1. Le courant électrique.

1.1. Définition.

Le courant électrique est un mouvement d'ensemble de charges électriques :

- les **électrons** dans les métaux, les alliages métalliques et le graphite.
- les **ions** (positifs ou négatifs) dans les électrolytes (liquides contenant des ions).

Par convention, le sens du courant électrique est orienté du + vers le - du générateur en passant par l'extérieur.



1.2. Intensité du courant électrique.

L'intensité du courant électrique est définie par la quantité d'électricité transportée par unité de temps :

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

avec :

- **I** en A (ampères)
- **Q** en C (coulombs),
- **Δt** en s (secondes).

$Q = n \times e$ où **n** représente le nombre d'électrons traversant une section quelconque d'un conducteur métallique du circuit métallique et **e**, la charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

1.3. Mesure.

L'ampèremètre, ci-contre, placé **en série**, mesure l'intensité du courant **I**. Si l'indication est positive, le courant circule effectivement dans le sens indiqué.

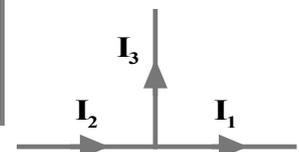


1.4. Loi des nœuds.

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

LOI DES NŒUDS : La somme des intensités des courants arrivant à un nœud est égale à la somme des intensités des courants sortant du nœud.

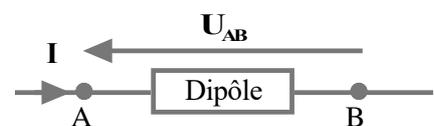
Exemple : $I_2 = I_1 + I_3$.



2. La tension électrique entre deux points d'un circuit.

2.1. Définition.

Le passage du courant électrique entre deux points A et B d'un circuit est lié à l'existence d'une différence de potentiel électrique entre ces deux points.



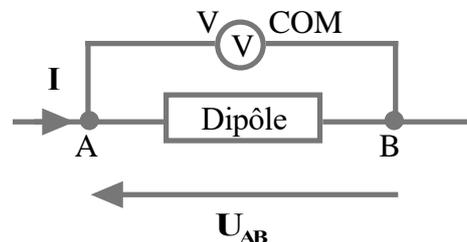
U_{AB} représente la tension entre les points A et B, on la schématise par une flèche dont la pointe est tournée vers A.

On la note U_{AB} , où V_A et V_B représentent respectivement les potentiels des points A et B, mesurés par rapport à un potentiel de référence : $V_M = 0 \text{ V}$, M représentant la masse.

2.2. Mesure.

Le voltmètre, ci-contre, placé **en parallèle**, mesure la tension U_{AB} . Cette tension peut être soit positive soit négative, c'est une grandeur algébrique. On peut donc écrire :

$$U_{BA} = -U_{AB}$$

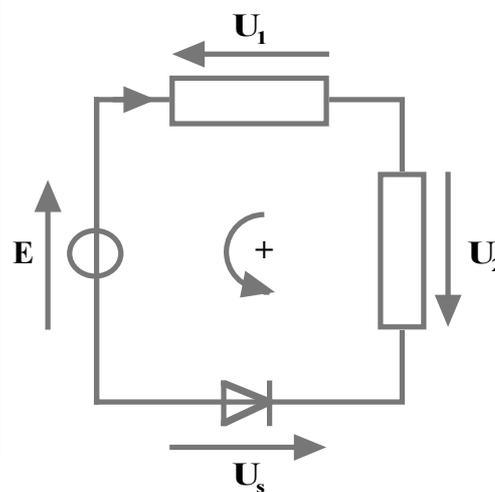


2.3. Loi des mailles.

Une maille est un chemin fermé, passant par différents points d'un circuit électrique.

LOI DES MAILLES : Pour appliquer cette loi, il faut respecter les règles suivantes :

- On choisit arbitrairement un sens de parcours de la maille et un point de départ.
- On affecte du signe + les tensions dont la flèche indique le même sens.
- On affecte du signe - les tensions dont la flèche indique le sens contraire.



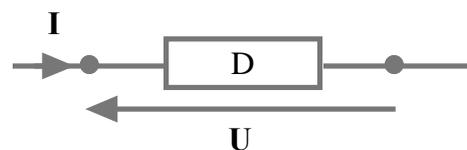
Exemple : $-E + U_s - U_2 + U_1 = 0$.

3. Puissance électrique.

3.1. Convention récepteur.

La puissance électrique « reçue » algébriquement par un dipôle D quelconque s'écrit :

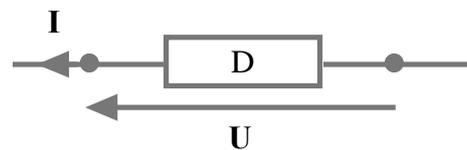
$$P = U \times I \text{ avec } P \text{ en W (watts).}$$



3.2. Convention générateur.

La puissance électrique « perdue » algébriquement par un dipôle D quelconque s'écrit :

$$P = U \times I \text{ avec } P \text{ en W (watts).}$$



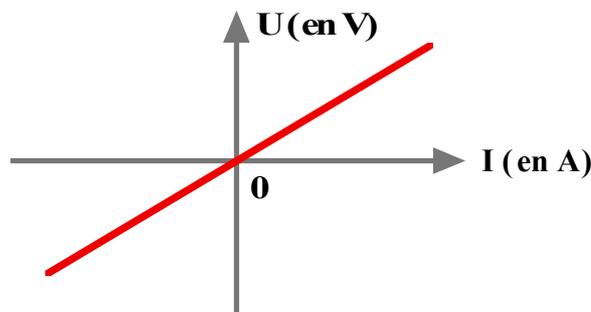
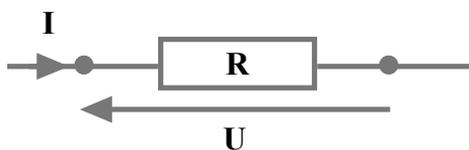
3.3. Bilan.

	Convention générateur	Convention récepteur
$U \times I > 0$	Dipôle générateur : le dipôle perd effectivement de l'énergie	Dipôle récepteur : le dipôle reçoit effectivement de l'énergie
$U \times I < 0$	Dipôle récepteur : le dipôle reçoit effectivement de l'énergie	Dipôle générateur : le dipôle perd effectivement de l'énergie

4. Les conducteurs ohmiques.

4.1. Loi d'Ohm.

La caractéristique courant-tension $U = f(I)$ est une droite qui passe par l'origine des axes : la tension électrique est proportionnelle à l'intensité du courant électrique qui circule.



D'après la convention récepteur, la LOI D'OHM s'écrit :

$$U = R \times I$$

avec : U en V ; I en A ; R en Ω (ohms).

R est une grandeur positive, qui caractérise le résistor linéaire ; on l'appelle la résistance électrique du dipôle.

Le résistor est un **dipôle passif** (il n'échange pas d'énergie), linéaire et symétrique (non polarisé).

4.2. Conductance.

La conductance G du résistor s'écrit : $I = G \times U$ et en posant $G = \frac{1}{R}$. Elle s'exprime en siemens (S).

4.3. Conductivité et résistivité.

La résistance électrique R d'un fil conducteur, de section s , est proportionnelle à la longueur l de ce fil. On peut donc écrire :

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

ρ est la résistivité du matériau qui constitue le fil ; elle s'exprime en Ωm .

En travaux pratiques, le rhéostat illustre bien cette relation.

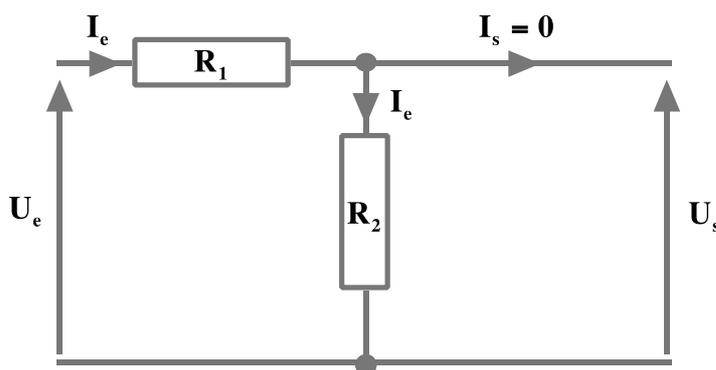
Les métaux sont de bons conducteurs électriques ; leur résistivité est de l'ordre de $10^{-8} \Omega m$, elle est donc très faible. Elle varie aussi un peu avec la température θ : $\rho = \rho_0(1 + a \times \theta)$.

L'inverse de la résistivité s'appelle la conductivité et s'exprime en Sm^{-1} .

4.4. Pont diviseur de tension.

La relation ci-dessous appelé relation du pont diviseur de tension permet de résoudre de nombreux problèmes d'électricité sans calculer les intensités des courants :

$$U_s = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_e$$



4.5. Associations de résistors linéaires.

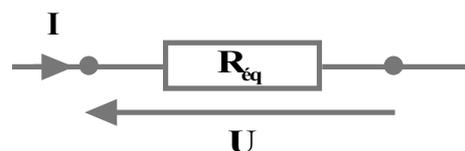
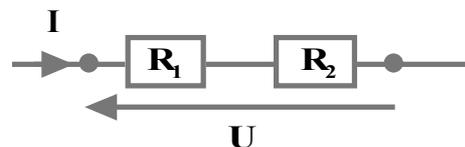
4.5.1. Association série.

Les deux schémas ci-contre sont équivalents si :

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$$

Ce résultat peut être généralisé à **n** résistances en série, soit :

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



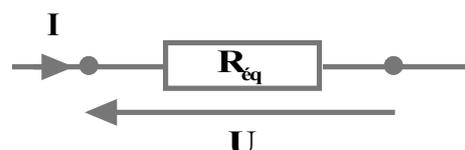
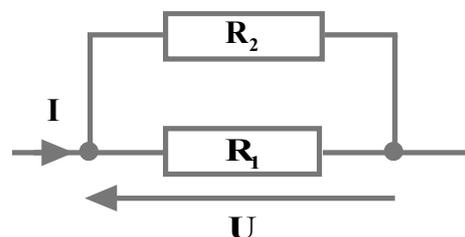
4.5.2. Association parallèle.

Les deux schémas ci-contre sont équivalents si :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Ce résultat peut être généralisé à **n** résistances en parallèle, soit :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



4.6. Bilan de puissance.

D'après la LOI D'OHM et d'après l'expression générale de la puissance reçue par un dipôle, on obtient les expressions de la puissance perdue par **effet Joule** par un conducteur ohmique de résistance **R** :

$$P = R \times I^2 \qquad P = \frac{U^2}{R}$$

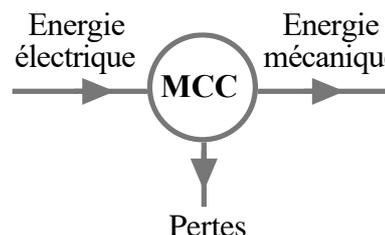
avec : **U** en V ; **I** en A ; **R** en Ω ; **P** en W.

5. Électromoteurs.

5.1. Définition.

C'est un **dipôle actif** (il échange de l'énergie), linéaire et dissymétrique (il est polarisé). Il fonctionne soit en **générateur** (il transforme l'énergie chimique, lumineuse, mécanique, etc... en énergie électrique), soit en **récepteur** (il transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie : mécanique par exemple). Ces transformations d'énergie sont souvent accompagnées de pertes par **effet Joule**.

Exemple : Le moteur à courant continu.



5.2. Caractéristique courant-tension d'un générateur linéaire.

➤ La caractéristique courant-tension $U = f(I)$ d'un générateur est représentée ci-dessous.

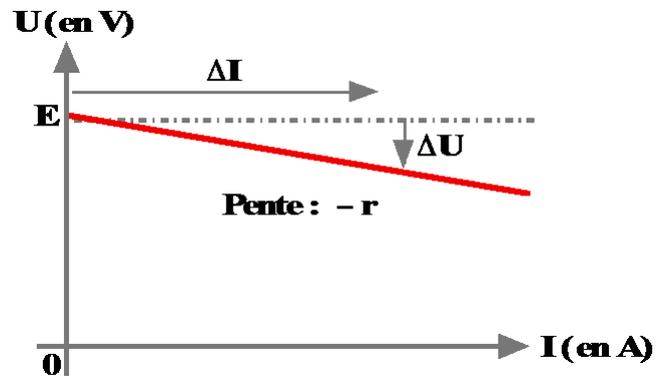
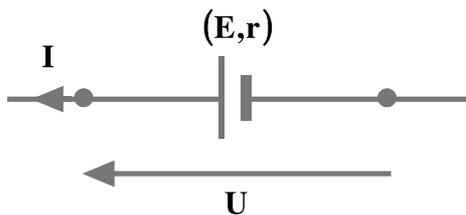
Elle a pour équation:

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

E est la force électromotrice (f.é.m.) du générateur en V.

r est la résistance interne du générateur en Ω .

Le générateur est représenté ci-après :



➤ Bilan de puissance :

Multiplions par I l'équation de la caractéristique : $UI = EI - r \times I^2$.

EI : puissance électrique absorbée par le générateur ;

UI : puissance électrique fournie au reste du circuit ;

$r \times I^2$: puissance dissipée par **effet Joule** (chaleur) dans le générateur.

5.3. Caractéristique courant-tension d'un récepteur linéaire.

➤ La caractéristique courant-tension $U = f(I)$ d'un récepteur est représentée ci-dessous.

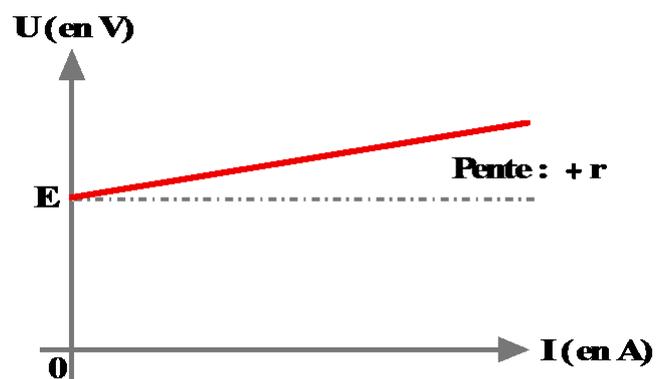
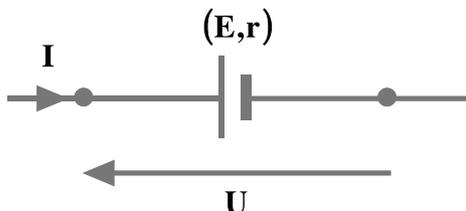
Elle a pour équation:

$$U = E + r \times I$$

E est la force électromotrice (f.é.m.) du récepteur en V.

r est la résistance interne du récepteur en Ω .

Le récepteur est représenté ci-après :



➤ Bilan de puissance :

Multiplions par I l'équation de la caractéristique : $UI = EI + r \times I^2$.

UI : puissance électrique absorbée par le récepteur ;

EI : puissance électrique transformée en une autre forme d'énergie ;

$r \times I^2$: puissance dissipée par **effet Joule** (chaleur) dans le récepteur.

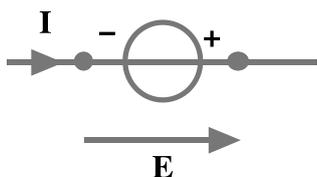
5.4. Générateurs particuliers.

5.4.1. Générateur de tension parfait.

Un générateur de tension parfait maintient entre ses bornes la même tension $U = E$ quel que soit le courant I qu'il débite.

Sa résistance interne est nulle : $r = 0$.

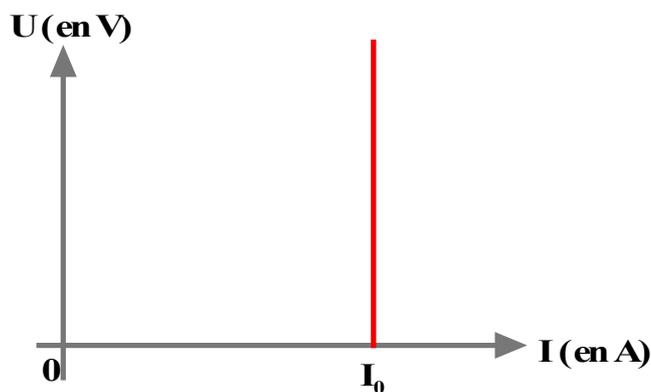
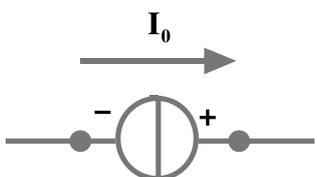
Symbole d'une source de tension :



5.4.2. Générateur de courant parfait.

Un générateur de courant parfait délivre le même courant quelle que soit la tension qui en résulte.

Symbole d'une source de courant :



6. Théorème de Millman.

Il résulte de la loi des nœuds et il permet de simplifier les calculs.

On considère le circuit ci-contre.

Exprimons le courant dans chaque branche :

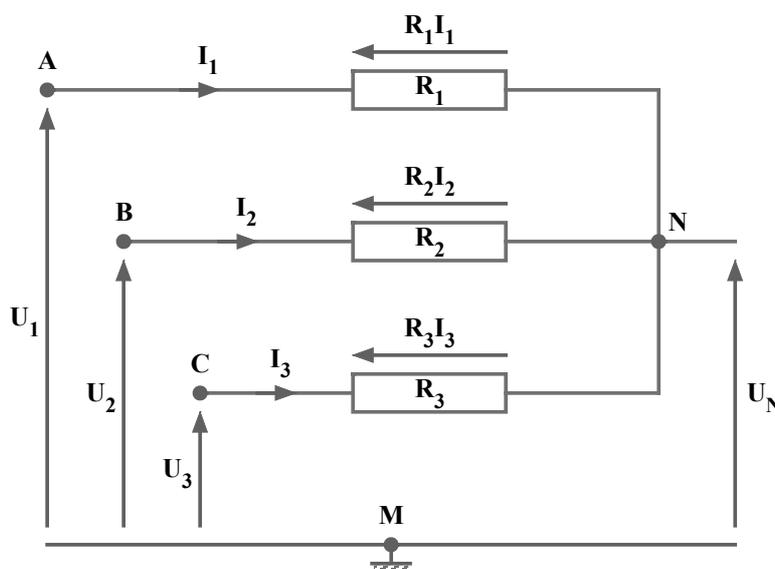
$$I_1 = \frac{U_1 - U_N}{R_1},$$

$$I_2 = \frac{U_2 - U_N}{R_2},$$

$$I_3 = \frac{U_3 - U_N}{R_3}.$$

D'après la loi des nœuds en N, on a :

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$



$$\frac{U_1 - U_N}{R_1} + \frac{U_2 - U_N}{R_2} + \frac{U_3 - U_N}{R_3} = 0$$

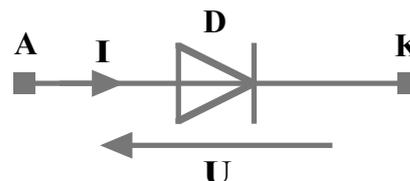
En regroupant les termes en U_n , on obtient :

$$U_N \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} \Rightarrow U_N = \frac{\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

7. Dipôles passifs particuliers.

7.1. Diode parfaite.

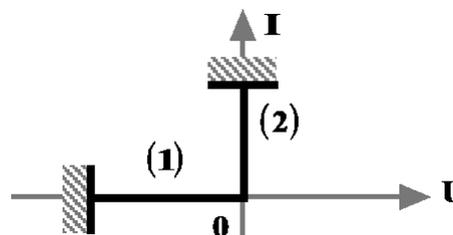
Symbole de la diode :



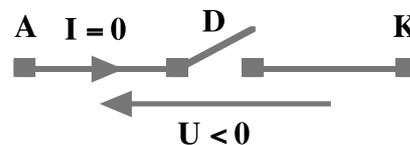
La caractéristique courant-tension montre que la diode est un dipôle non linéaire asymétrique.

La tension de seuil U_s est faible et I augmente très rapidement avec la tension (sens direct).

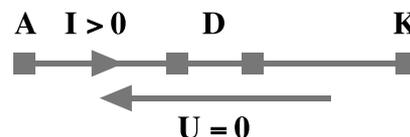
On utilise souvent la caractéristique simplifiée ci-contre de la diode parfaite avec $U_s = 0$.



(1) : La diode équivaut à un interrupteur ouvert

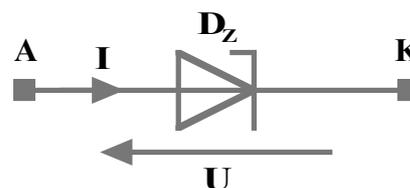


(2) : La diode équivaut à un interrupteur fermé



7.2. Diode Zener parfaite.

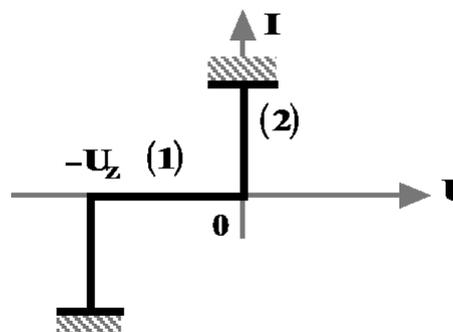
Symbole de la diode Zener :



La caractéristique courant-tension de la diode Zener est représentée ci-contre.

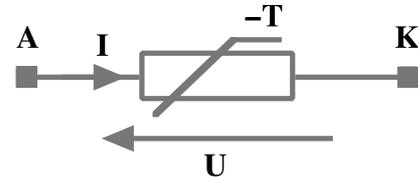
La tension Zener U_z varie de quelques volts à quelques centaines de volts

On utilise souvent la caractéristique simplifiée ci-contre de la diode parfaite.



7.3. Thermistance à CTN.

La résistance d'une C.T.N. (coefficient de température négative) dépend fortement de la température : elle chute lorsque la température du dipôle augmente.



Une thermistance peut servir de capteur de température.

8. Association d'un dipôle actif et d'un dipôle passif.

Lors de l'association d'un dipôle actif et d'un dipôle passif, on impose une tension U_p et une intensité I_p communes à ces deux dipôles. Le point de coordonnées (U_p, I_p) correspond, graphiquement, au point de fonctionnement de l'ensemble.

Ce point peut être déterminé de façon analytique si les caractéristiques $U = f(I)$ des deux dipôles sont connues ou, de façon graphique.

