

Cours SVT_S2
Chapitre-8:

Courant électrique
Réseaux électriques linéaires
Magnétisme

Pr. Farida Fassi
Faculté des Sciences de Rabat

Le courant électrique

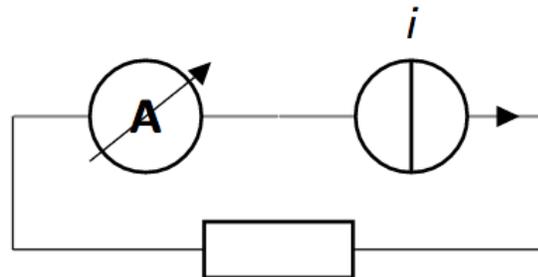
- Un courant électrique est un déplacement d'ensemble de porteurs de charge électrique.
- Ces déplacements de charge sont créés par l'action de la force électromagnétique
- **Dans le cas d'un circuit électrique, c'est un générateur qui crée le courant.**
 - Il possède une borne (+), qui présente un déficit d'électrons (cations) et une borne (-), qui possède un surplus d'électrons.
 - Lorsque les deux bornes sont reliées par un matériau conducteur, les électrons se dirigent de la borne (-) vers la borne (+) : un courant électrique apparaît.

Intensité du courant

- L'intensité du courant électrique ou tout simplement « courant », est définie comme le débit de charge électrique à travers le circuit :

$$i = \frac{dq}{dt}$$

- où i est l'intensité du courant, q la charge électrique et t le temps.
 - L'intensité du courant se mesure en Ampères, **symbole A.**
 - Par définition, un ampère est égal à **un coulomb par seconde**
- L'intensité se mesure à l'aide d'un ampèremètre branché en série.



Sens du courant

- Par convention, **le courant électrique sort du générateur par la borne positive (+) et revient au générateur par sa borne négative (-).**

Cette convention est appelée convention « récepteur »

- À l'intérieur des générateurs, c'est la convention inverse qui s'applique : le courant est réputé circuler de la borne (-) vers la borne (+) : **c'est la convention « générateur »**

- Le sens conventionnel peut être différent du sens réel de déplacement des porteurs de charge. En particulier, les électrons se déplacent dans le sens inverse du sens conventionnel.

Association des résistances

- On appelle dipôle tout composant électronique qui possède deux bornes.
- Un conducteur ohmique est un dipôle passif
 - Le conducteur ohmique est aussi appelé: résistor ou bien résistance
- Association en série

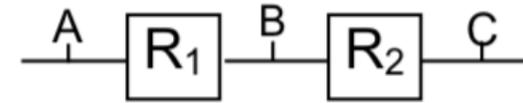
- Considérons 2 conducteurs ohmiques de résistance R_1 et R_2 montés en série dans un circuit électrique parcouru par un courant d'intensité I .

$$V_A - V_B = R_1 I \quad \text{et} \quad V_B - V_C = R_2 I$$

Entre A et C, le conducteur équivalent aura la résistance R tel que :

$$V_A - V_C = R.I$$

D'autre part, on a : $V_A - V_C = (V_A - V_B) + (V_B - V_C) = (R_1 + R_2).I$



D'où : $R = R_1 + R_2$. Dans le cas de n résistances, la résistance

$$\text{équivalente s'écrit : } R = \sum_{i=1}^n R_i$$

Association en parallèle

- Considérons les 2 conducteurs montés en parallèle : ils seront soumis à la même différence de potentiel

$$\text{On a : } V_A - V_B = R_1 I_1 = R_2 I_2$$

Si R est la résistance du conducteur équivalent on a aussi : $V_A - V_B = R.I$

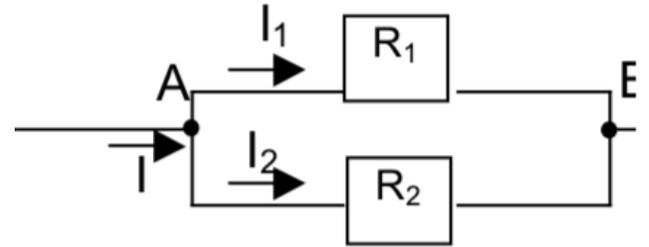
D'autre part au nœud A on a :

$$I = I_1 + I_2 \quad \rightarrow \quad \frac{V_A - V_B}{R} = \frac{V_A - V_B}{R_1} + \frac{V_A - V_B}{R_2}$$

$$\text{On en déduit : } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Dans le cas de n résistances montées en parallèle, la résistance équivalente

$$\text{s'écrit : } \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$



Caractéristiques d'un générateur

- **Définition:** un générateur électrique est un dipôle qui **transforme** différentes formes d'énergie (chimique, mécanique, rayonnée) en énergie électrique
 - Un générateur est caractérisé par sa **force électromotrice (f.e.m) « E »**
 - et sa **résistance interne « r. »**
 - **Loi d'Ohm d'un générateur: Générateur fermé sur un circuit**

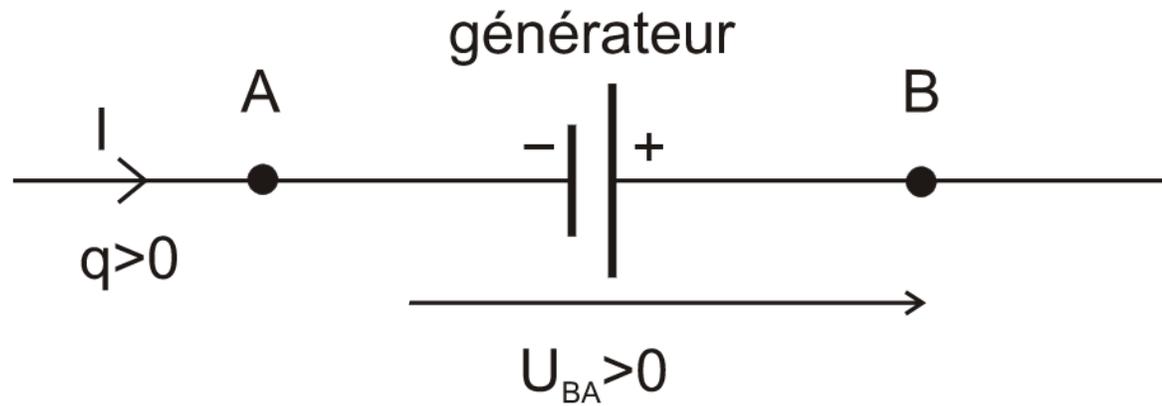
$$V_p - V_N = E - rI$$

“rI” chute ohmique de tension à l'intérieur du générateur.

En régime permanent, à l'intérieur du générateur les charges ont une vitesse $\vec{V} = \text{cte}$ → apparition de forces de frottement → apparition d'une résistance qui caractérise ce frottement : c'est la résistance interne du générateur notée r.

→ provoque une chute de tension aux bornes du générateur par rapport à sa valeur à vide.

Générateur de tension



➤ **Le courant circule à travers le générateur du potentiel moins élevé vers le potentiel plus élevé.**

Exemples:

- La pile transforme de l'énergie chimique en énergie électrique.
- La dynamo transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique.
- La photopile transforme de l'énergie rayonnée en énergie électrique.

Caractéristiques d'un récepteur

➤ **Définition:** Un récepteur électrique est un appareil qui transforme l'énergie électrique reçue en d'autres formes d'énergie.

➤ **Loi d'Ohm d'un récepteur**

- Loi d'ohm pour un récepteur :
Le courant doit entrer par sa borne positive :
$$U = E' + r' I$$

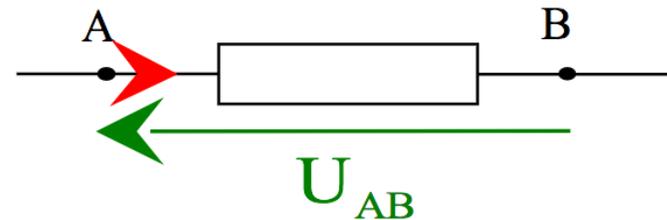
 E' force contre électromotrice du récepteur

➤ **Energie électrique reçue**

➤ **En convention récepteur, la tension aux bornes d'un appareil est celle dont la flèche est orientée en sens inverse du sens du courant qui traverse l'appareil.**

Exemples:

- résistance traversé par un courant, il convertit l'énergie électrique reçue en énergie sous forme thermique Q
- Le moteur convertit l'énergie électrique en travail mécanique et dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique Q .



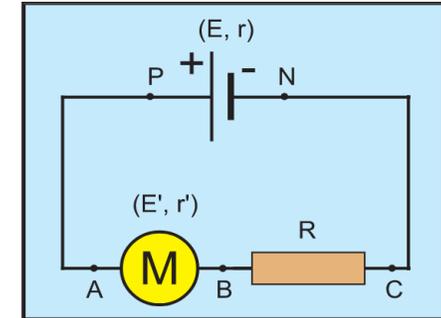
➤ Dans le cas ci-contre, la tension, U_{AB} est positive si le courant circule de A vers B.

Loi de Pouillet

- **But de la loi de Pouillet : calculer l'intensité de courant dans un circuit fermé.**
- **Considérant un circuit électrique fermé, et contenant de générateur, de récepteur et des résistances.**

➤ **La relation:**
$$I = \frac{E - E'}{r + r' + R}$$

- **est l'expression d'une loi, dite **Loi de Pouillet**, circuits électriques**
- **constitués uniquement de dipôles linéaires associés en série.**



➤ **Enoncé de la loi de Pouillet :**

- **Dans un circuit série comportant (n) générateurs en série, (m) récepteurs actifs et (k) résistances, l'intensité du courant est égale au quotient de la somme des f.e.m. des différents générateurs diminuée de la somme des f.c.e.m. des différents récepteurs actifs par la somme des résistances de tous les dipôles.**

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n E_i + \sum_{i=1}^m E'_i}{\sum_{i=1}^k R_i}$$

- **Attention, dans cette expression les f.e.m E_i sont comptés positivement si I sort par le pôle + du générateur, les f.c.e.m E'_i sont comptés négativement.**

force contre-électromotrice (f.c.e.m)
force électromotrice (f.e.m)

Réseaux électriques linéaires en régime permanent

➤ Définitions

- Réseau électrique : c'est un ensemble de conducteurs (générateurs, récepteurs ou résistances) reliés entre eux par des fils conducteurs.
- Le réseau est dit linéaire lorsqu'il est constitué par des dipôles dont la caractéristique $u=f(I)$ est une droite.
 - Un nœud est un point du réseau où sont connectés plus de 2 conducteurs.
 - Une branche est une portion du circuit située entre 2 nœuds.
 - Une maille est un ensemble de branches formant une boucle fermée.
- En général, l'étude des réseaux électrique consiste à déterminer les intensités de courant qui circule dans chaque branche, connaissant les valeurs des résistances, des f.e.m et des f.c.e.m constituant le circuit.

Lois de Kirchhoff

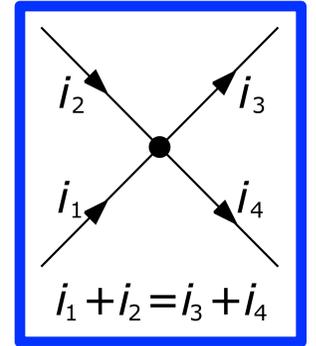
- Les **lois de Kirchhoff** sont des propriétés physiques qui s'appliquent sur les circuits électriques, Les deux lois de Kirchhoff sont :

➤ La loi des nœuds

- la somme algébrique des intensités des courants qui entrent par un nœud est égale à la somme algébrique des intensités des courants qui en sortent

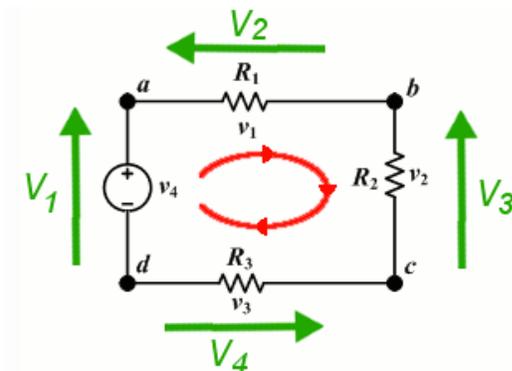
➤ La loi des mailles: dans une maille d'un réseau électrique, la somme des tensions le long de cette maille est toujours nulle ».

- La somme **algébrique** des tensions rencontrées en parcourant un circuit fermé est **nulle**.
- Les flèches rencontrées dans le sens de parcours seront comptées positivement.
- Les flèches rencontrées dans le sens inverse de parcours seront comptées négativement.



En suivant la boucle rouge et en faisant attention au sens, les tensions peuvent être listées comme ceci :

$$+V_1 + -V_2 + -V_3 + -V_4 = 0$$

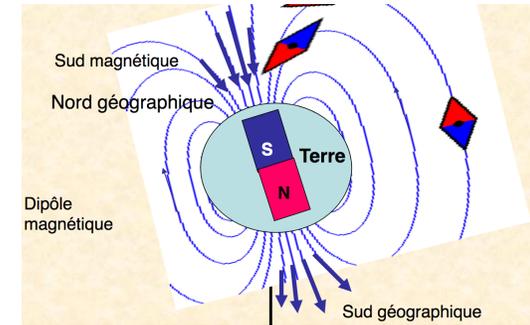


MAGNETISME

Champ et force magnétique

Introduction

- **Quel est le moyen le plus simple pour produire un champ magnétique?**
- Les effets magnétiques sont connus depuis l'antiquité (*aimant*).
 - **les Chinois développent la boussole** (*La boussole est un aimant*).
- **la Terre elle-même est un gigantesque aimant**
 - Le pôle nord de la boussole s'oriente vers le sud magnétique de la Terre
- Par contre **la relation entre phénomènes magnétiques et électricité est beaucoup plus récente**
 - En 1820 : **Oersted établit le lien entre les courants électriques et le magnétisme** :
 - lorsqu'il place un fil conducteur au voisinage d'une boussole, il y'a déviation de l'aiguille de la boussole selon le sens du courant dans le fil conducteur.



Le champ d'induction magnétique créé par une charge en mouvement

Une charge q , se trouvant à l'instant t en un point P et se déplaçant avec une vitesse \vec{v} , crée en M , un champ magnétique $\vec{B}(M)$ donné par :

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \cdot \vec{v} \wedge P\vec{M}}{PM^3}$$

Unités :

- Dans le système international, le champ magnétique s'exprime en Tesla (T).
- Autre unité : le Gauss (G) : $1\text{G} = 10^{-4} \text{T}$.
- μ_0 : perméabilité du vide, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{H.m}^{-1}$

➤ Perméabilité du vide est souvent exprimée en [Henry](#) par mètre

Le champ d'induction magnétique créé par un ensemble de charges en mouvement

- Le champ magnétique total créé par un ensemble de charges en mouvement est la somme des champs créé par chaque charge :

$$\vec{B}(M) = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{i=1}^n \frac{q_i \cdot \vec{v}_i \wedge P_i \vec{M}}{P_i M^3}$$

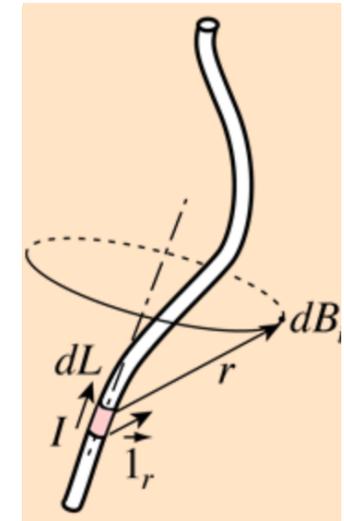
Expérience Biot-Savart 1821

- Cherchant à déterminer comment **le champ magnétique produit par un courant circulant dans un fil variait en fonction de l'intensité du courant et la distance au fil**, Biot-Savart ont mesuré l'effet du champ sur une boussole.

Un courant d'intensité I assimilé à une distribution continue de charge, crée en un point M , un champ magnétique $\vec{B}(M)$ donné par :

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_C \frac{I \cdot d\vec{l} \wedge P\vec{M}}{PM^3}$$

- **l'élément de champ dB vient d'un élément de courant Idl**
➤ **L'orientation du sens de B est donnée par la règle de la main droite**



Force magnétique

- **Force de Lorentz:** Force magnétique sur une particule chargée

La force électromagnétique subie par une particule de charge q et de vitesse \vec{v} est donné par l'expression de Lorentz:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

On peut décomposer cette force en deux forces: $\vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_m$

où $\vec{F}_e = q\vec{E}$ est la force électrique

et $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ est la force magnétique

- **Force de Laplace:** Actions magnétiques sur un circuit fermé

La force qui s'exerce sur un circuit C fermé parcouru par un courant d'intensité I est appelé force de Laplace et donné par l'expression :

$$\vec{F}_L = I \oint_C d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

backup

Notion de résistance

La *résistance* d'un dipôle électrique exprime la capacité du dipôle à s'opposer au passage du courant.

Cette résistance a pour conséquence une *chute de tension* entre les deux bornes du dipôle : en d'autres termes, les électrons possèdent moins d'énergie après être passés dans le dipôle qu'avant d'y entrer. Ils ont dû *dépenser une partie de cette énergie* pour traverser le dipôle.

La résistance, notée R , s'exprime en Ohms, symbole Ω . La chute de tension aux bornes de la résistance est donnée par la *Loi d'Ohm*, et s'écrit ainsi :

$$U = R \cdot I$$

Ou encore $u(t) = R \cdot i(t)$ en régime variable.