

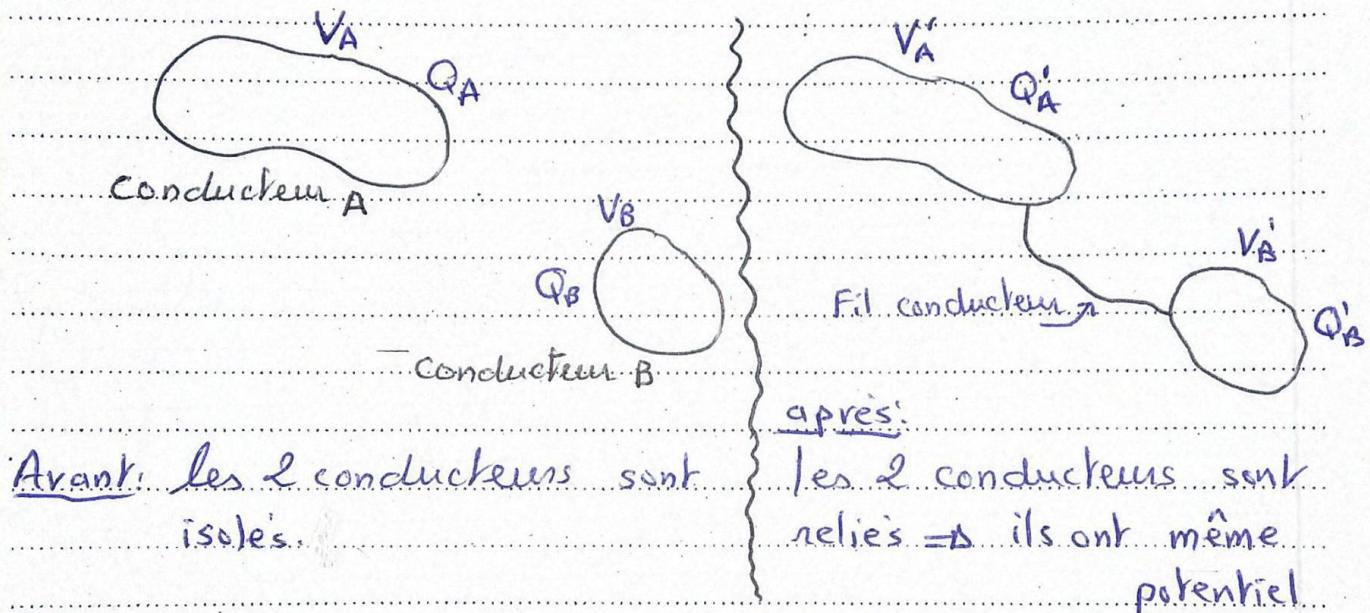
Chapitre III

Electrocinétique et circuits électriques

1.1 La conduction électrique : (le courant)

1.1.1 Rupture d'un équilibre électrostatique:

Soyons deux conducteurs (A) et (B) en équilibre électrostatique. Leurs potentiels sont V_A et V_B ($V_A > V_B$) et leurs charges Q_A et Q_B .

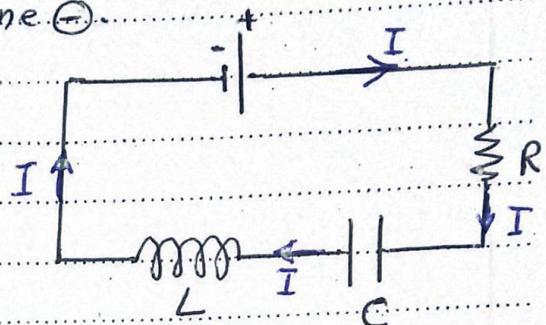


On relie (A) et (B) par un fil conducteur \Rightarrow l'ensemble (A, B) et le fil forment un conducteur unique, donc ils auront le m^e potentiel $V'_A = V'_B$, et de nouvelles charges Q'_A et Q'_B (on a eu un nouveau état d'équilibre) \Rightarrow il ya eu circulation de charges de (A) vers (B) \Rightarrow un courant électrique (temporaire) a par couru le fil.

Remarque: on a la conservation de la charge totale.
 $Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B$

1.2/ Sens conventionnel du courant:

Par convention le passage du courant est la circulation des charges positives (fictives), donc le sens du courant à l'extérieur du générateur est du signe \oplus vers le signe \ominus .

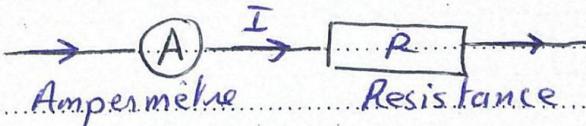


1.3/ Intensité du courant: (شدة التيار)

L'intensité du courant électrique I est la quantité de charge (dq) qui traverse un conducteur par unité de temps (par seconde).

$$I = \frac{dq \text{ (C)}}{dt \text{ (s)}}$$

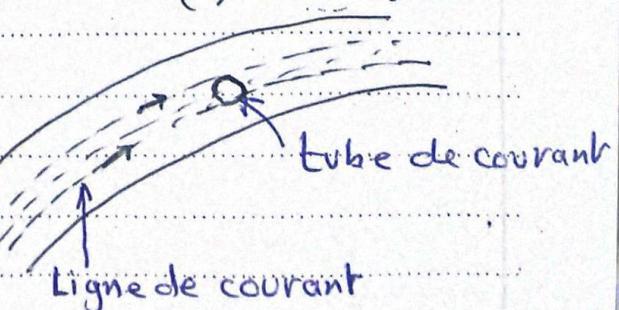
Rmq: pour mesurer un courant électrique, il faut placer l'ampermètre en série.



1.4/ Vecteur densité de courant:

On appelle ligne de courant la trajectoire orientée des charges >0 en mv.t (fictives).

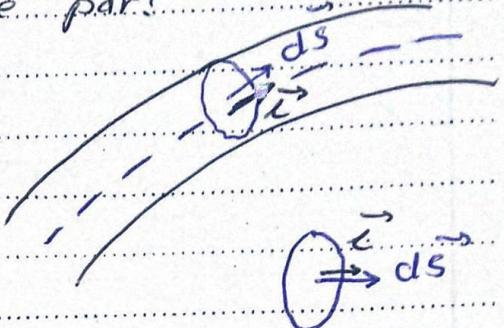
On appelle tube de courant l'ensemble des lignes de courant s'appuyant sur un contour fermé (fictif).



On appelle vecteur densité de courant : le vecteur \vec{i} parallèle aux lignes de courant, tel que son module est donné par :

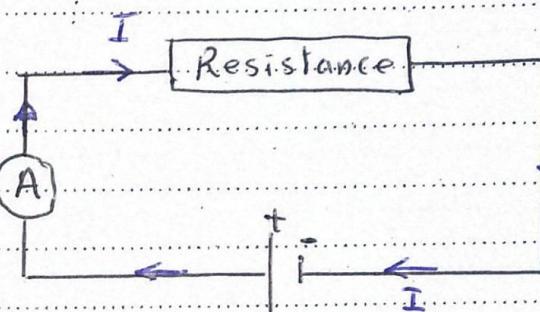
$$i = \frac{dI}{ds} \text{ (A/m²)}$$

ou bien : $I = \sum \vec{i} \cdot d\vec{s} = \iint_S \vec{i} \cdot d\vec{s}$



2°1 La loi d'Ohm:

2.1/ Définition :

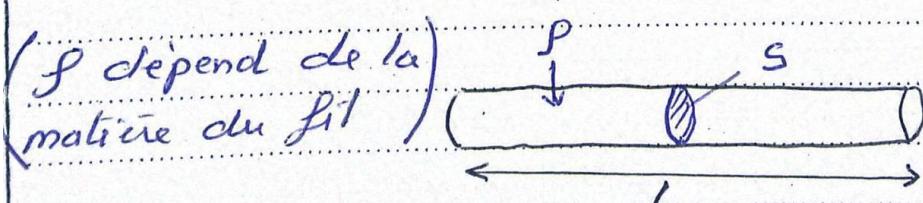


Si on relève la tension (d.d.p) = V aux bornes d'un conducteur (résistance par exemple), et on mesure le courant "I" traversant ce conducteur, on remarque que le rapport $\frac{V}{I}$ reste constant \Rightarrow cette constante est la valeur de la résistance électrique du conducteur.

$$R = \frac{V}{I} \quad (\Omega) \quad \Rightarrow \quad V = U = R I$$

(النهاية المقاوم) (النهاية المقاوم)

2.2/ Relation entre la résistance et la résistivité d'un conducteur :



L'expérience montre que :

- si la longueur du fil augmente $\Rightarrow R \uparrow$

- Si la résistivité du fil augmente $\Rightarrow R \uparrow$

- Si la section S \downarrow $\Rightarrow R \uparrow$

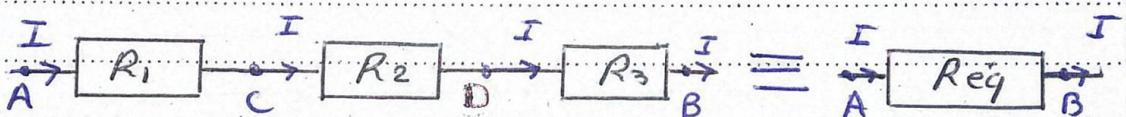
La résistance d'un fil conducteur de longueur L de résistivité ρ et de section S est donnée par :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$\left\{ \begin{array}{l} R \text{ en } (\Omega) \\ L \text{ en cm} \\ S \text{ en } (m^2) \\ \rho \text{ en } (\Omega \cdot m) \end{array} \right.$

2.3.1 Associations (groupements) de résistances:

a) Résistances en Série:



$$V_A - V_B = R_{eq} \cdot I$$

$$V_1 = V_A - V_C = R_1 I$$

$$V_2 = V_C - V_D = R_2 I$$

$$V_3 = V_D - V_B = R_3 I$$

$$V_A - V_B = (V_A - V_C) + (V_C - V_D) + (V_D - V_B)$$

$$R_{eq} \cdot I = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

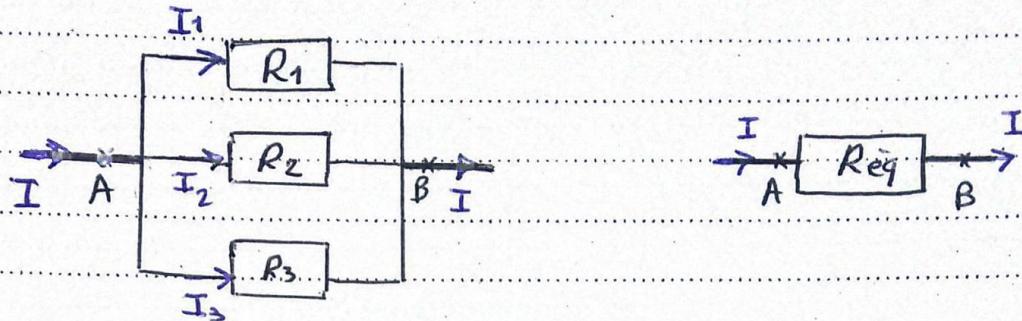
$$R_{eq} \cdot I = (R_1 + R_2 + R_3) I \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

La résistance équivalente des résistances en série est la somme des résistances.

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i$$

b) Résistances en II:

Dans ce cas la d.d.p. (tension) entre les résistances est la même.



$$U_{R_1} = U_{R_2} = U_{R_3} = V_A - V_B$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 = R_3 I_3 = R_{\text{eq}} I = V_A - V_B$$

$$\text{Or on a: } I = I_1 + I_2 + I_3$$

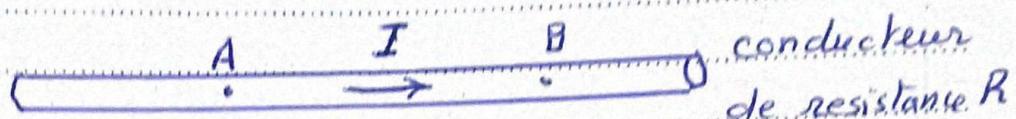
$$\frac{(V_A - V_B)}{R_{\text{eq}}} = \frac{(V_A - V_B)}{R_1} + \frac{(V_A - V_B)}{R_2} + \frac{(V_A - V_B)}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

La résistance équivalente des résistances en parallèle est donnée par :

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

3/ La loi de Joule:



Le passage d'un courant dans un conducteur entraîne une perte d'énergie qui se traduit par un réchauffement du conducteur ; cette énergie s'écrit :

$$dW = \underbrace{(V_A - V_B)}_{RI} \underbrace{dq}_{I \cdot dt}$$

avec dq = quantité de charges qui passe dans un temp. dt

$$dW = RI^2 dt \rightarrow W = RI^2 t$$

cette énergie transformée en chaleur est l'effet Joule.

cette énergie "W" correspond à une puissance donnée par :

$$P = \frac{W}{t} = RI^2$$

comme $V = V_A - V_B = U = RI$

donc : $P = RI^2 = VI = \frac{V^2}{R}$

Les unités sont : { R en Ohm (Ω)

{ V en Volt (V)

I en Ampère (A)

P en Watt (W)

W en Joule (J)

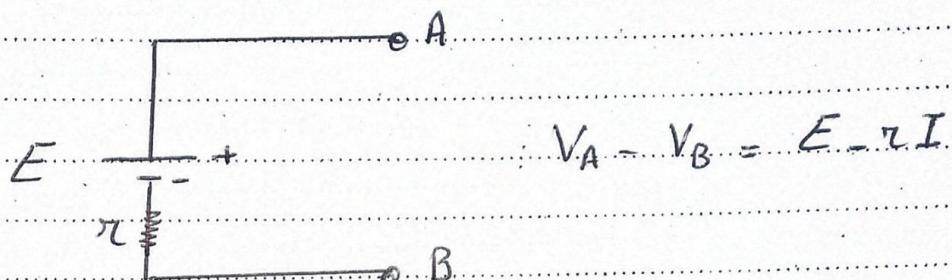
t en seconde (s)

4/ Les circuits électriques:

4.1/ Générateur: (2go)

Un générateur est un dipôle (2 bornes) qui transforme une forme d'énergie (chimique, mécanique,...) en énergie électrique.

Le générateur est caractérisé par sa force électromotrice "E" (volts) et sa résistance interne "r".

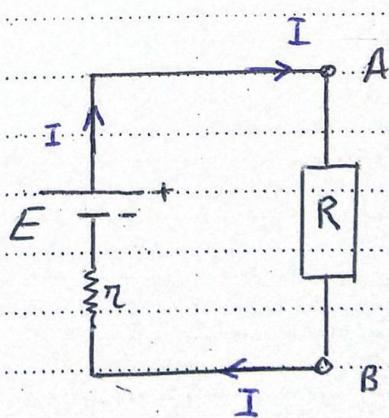


4.2/ Notions de puissance:

Si on branche par exemple une résistance R entre A et B, le bilan des puissances sera:

- La puissance fournie par le générateur est:

$$P_f = E \cdot I$$



- La puissance perdue dans le générateur est:

$$P_p = r I^2$$

- La puissance consommée (utilisée) dans le circuit est:

$$P_c = P_{ue} = R I^2 = (V_A - V_B) I$$

comme: $P_f = P_p + P_c$

comme : $P_f = P_p + P_c$

$$\Rightarrow EI = \tau I^2 + (V_A - V_B)I$$

c'est pour cela la d.d.p à la sortie d'un générateur est donnée par :

$$V_A - V_B = E - \tau I$$

4.3/ Rendement d'un générateur: ($\eta = f$)

Le rendement d'un générateur est défini par le rapport entre la puissance utilisée dans le circuit et la puissance fournie par le générateur.

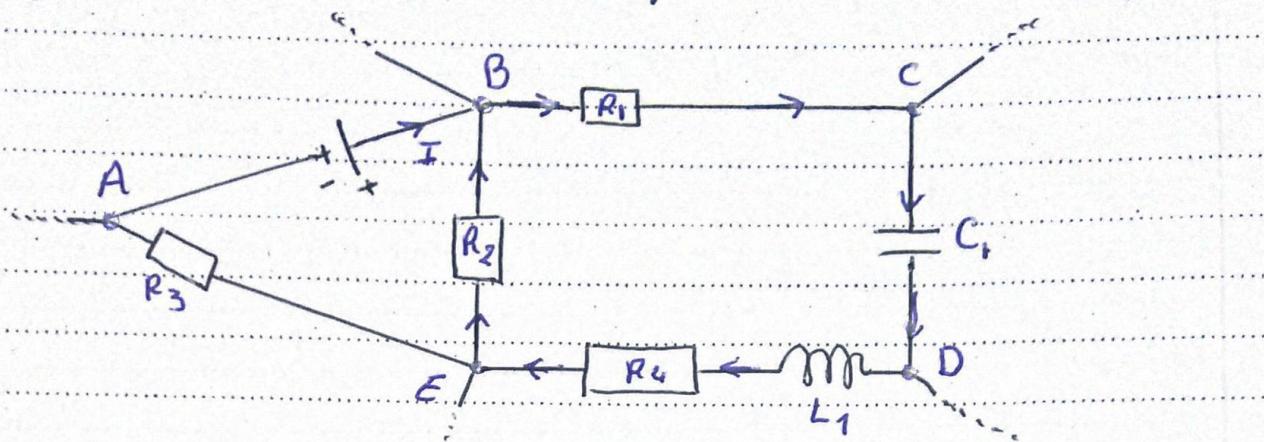
$$\eta = f = \frac{P_{ut}}{P_f} = \frac{(V_A - V_B)I}{EI} = \frac{V_A - V_B}{E}$$

5/ Application de la loi d'Ohm:

5.1/ Définition:

* Un dipôle: Un dipôle est un élément électrique qui possède deux pôles : une borne d'entrée et une borne de sortie du courant (ex : une résistance - un condensateur - une bobine ...); ces éléments sont des dipôles passifs (le courant passe) par contre le générateur est un dipôle actif.

* Un réseau: un réseau est un circuit constitué d'un ensemble de dipôles (résistances, générateurs, bobines...) reliés entre eux (voir figure)



A, B, C, D et E sont des noeuds.

* Branche:

Une branche est une partie du réseau comprise entre deux noeuds et parcouru par un seul courant (ex: branche AB, branche CD, branche BC...).

* La maille: une maille est un ensemble de branches formant un circuit fermé (ex: la maille ABEA ; la maille BCDEB).

5.2.1 La tension aux bornes de quelques éléments:

* Résistance:

$$U_{AB} = V_A - V_B = RI = R \frac{dq}{dt}$$

* Condensateur:

$$U_{AB} = V_A - V_B = \frac{q}{C} = \frac{1}{C} \int I dt$$

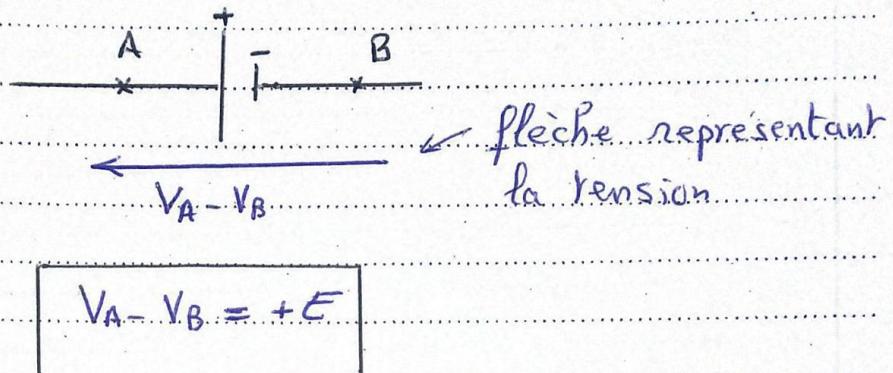
* Bobine:

$$U_{AB} = V_A - V_B = L \frac{dI}{dt} = L \frac{dq}{dt}$$

5.3:1 Représentations des Tensions:

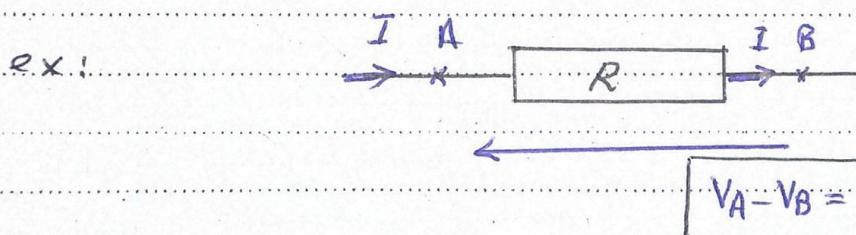
* Générateur:

La tension aux bornes d'un générateur est représentée par une flèche allant du signe (-) vers le signe (+) du générateur.



* Élement récepteur: (résistance, condensateur...)

La tension aux bornes d'un élément récepteur est représentée par une flèche opposée au sens du courant.



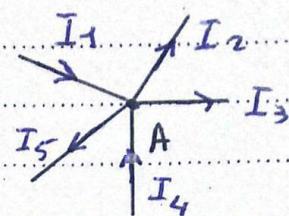
6°/ Les lois de Kirchoff:

Kirchoff a établi deux lois fondamentales qui traduisent les circuits en équations, ces lois sont la loi des noeuds et la loi des mailles.

En utilisant les lois de Kirchoff on peut déterminer les courants dans les branches.

6.1.1 La loi des noeuds:

Dans un noeud la somme des courants rentrants est égale à la somme des courants sortants.



Les courants rentrants sont: I_1 et I_4 .

Les courants sortants sont: I_2 , I_3 et I_5 .

$$\sum I_{\text{rentrants}} = \sum I_{\text{sortants}}$$

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$$

6.2.1 La loi des mailles:

La somme algébrique des tensions le long d'une maille est nulle.

(on dessine les tensions des générateurs et des éléments récepteurs par des flèches (p.10), on choisit un sens arbitraire du parcours et on fait la somme algébrique de toutes les tensions qui sera égale à zéro).

exemple:

(Les tensions sont représentées par des flèches rouges)

l'équation de la maille "ABCD'A"

s'écrit:

$$R_1 I_1 - E_1 + R_2 I_1 + R_3 I_2 + E_2 + R_5 I_5 + E_5 + R_7 I_5 + R_6 I_5 = 0$$

6.3/ Grouement des générateurs:

Des générateurs sont dits en série s'ils sont parcourus par le même courant I , et si la borne (+) de l'un est reliée à la borne (-) de l'autre.



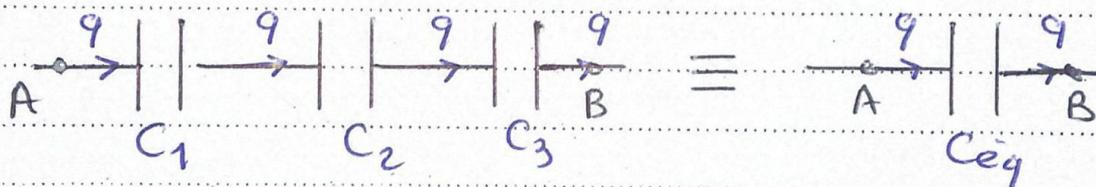
Le générateur équivalent aura :

$$E_{eq} = \sum_{i=1}^n E_i$$

$$r_{eq} = \sum_{i=1}^n r_i$$

Rappel : (sur le groupement des condensateurs)

a) Condensateurs en série:



$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

b) Condensateurs en II:

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$

