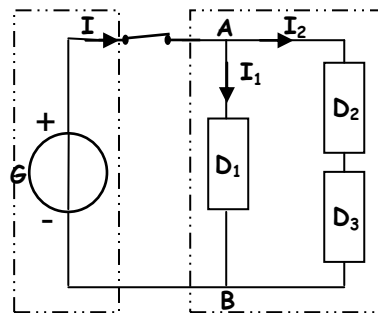


I. Rappels sur les circuits électriques.

1. Notion de circuit électrique :

Un circuit électrique est un ensemble plus ou moins complexe de conducteurs et de composants électriques ou électroniques parcourus par un courant électrique. La plupart des composants électriques sont des **dipôles** car ils possèdent deux bornes.



Générateur

Récepteurs

Un **nœud** est un point de convergence d'au moins trois fils conducteurs. Ainsi A et B sont les nœuds du circuit représenté ci-dessus.

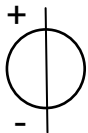
Les portions de circuit électrique placées entre deux nœuds consécutifs sont appelées des **branches**. Le circuit ci-dessus comporte alors trois branches :

- La première branche AGB comporte le générateur : c'est la **branche principale**.
- La deuxième branche AD₁B.
- La troisième branche AD₂D₃B.

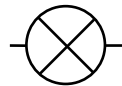
Tous les dipôles d'une même branche sont en série.

Deux branches sont **en dérivation** (ou en parallèle) si elles sont reliées aux mêmes nœuds. Ainsi les deux dipôles D₂ et D₃ sont en série, alors que le générateur, le dipôle D₁ et l'association de D₂ et D₃ sont en dérivation.

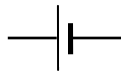
Les **symboles normalisés** des dipôles les plus couramment utilisés dans les circuits électriques en 1^{re}S sont :



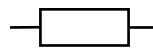
Générateur de tension



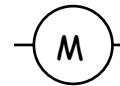
Lampe



Pile



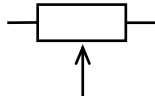
Résistance



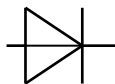
Moteur



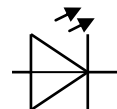
Interrupteur



Résistance variable



Diode



DEL

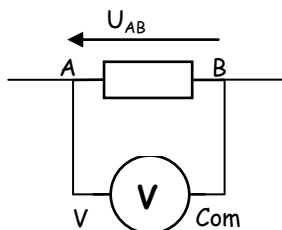
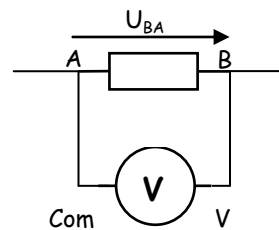


Electrolyseur

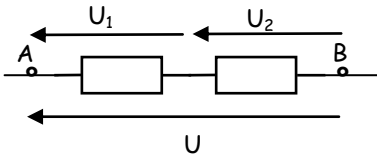
2. La tension électrique.

- **Notion de tension électrique :**

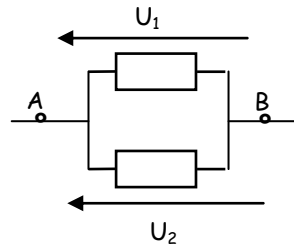
La tension électrique **entre deux points A et B** d'un circuit électrique, notée U_{AB} , s'exprime en **Volt (V)** et se mesure à l'aide d'un **voltmètre** branché en **dérivation** entre ces deux points. Elle rend compte de la différence d'états électriques qui existe entre les points A et B (ou **différence de potentiel : d.d.p**) : $U_{AB} = V_A - V_B$. La tension est une grandeur algébrique ($U_{AB} = -U_{BA}$) qui se représente par une **flèche** sur les schémas des circuits électriques.

Mesure de la tension U_{AB} Mesure de la tension U_{BA}

- Lois vérifiées par la tension :



$U = U_1 + U_2$: Loi d'additivité des tensions
(dipôles en série)



$U_1 = U_2$: Loi d'unicité des tensions
(dipôles en dérivation)

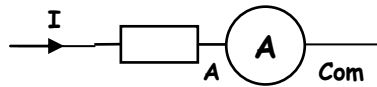
3. L'intensité du courant électrique.

- Notion d'intensité :

Dans les conducteurs métalliques, le courant électrique est dû au **déplacement des électrons libres**.

L'**intensité** I du courant électrique **en un point** du circuit caractérise le **débit d'électrons** en ce point.

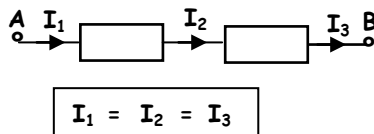
L'intensité I du courant en un point du circuit s'exprime en **Ampère (A)**, et se mesure à l'aide d'un ampèremètre placé en série en ce point.



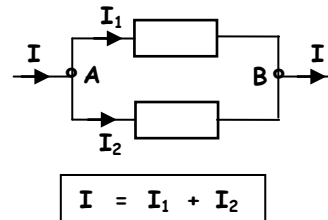
Sur un schéma électrique le **sens conventionnel** du courant électrique est représenté par une flèche sortant de la borne positive du générateur.

- Lois vérifiées par l'intensité du courant :

L'intensité du courant vérifie **deux lois** qui dépendent du type d'associations des dipôles dans le circuit électrique.



$I_1 = I_2 = I_3$
Loi d'unicité des intensités :
dipôles en série



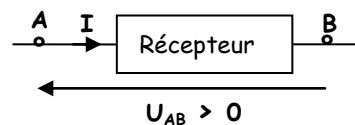
$I = I_1 + I_2$
Loi d'additivité des intensités (ou loi des nœuds) :
dipôles en dérivation

II. Etude énergétique d'un récepteur.

1. La convention récepteur :

Un récepteur est un dipôle électrique qui reçoit de l'énergie électrique pour la convertir en d'autres formes d'énergie.

Une tension U_{AB} **positive** apparaît entre ses bornes lorsqu'il est parcouru par un courant allant de **A vers B**.



Convention récepteur

La convention récepteur impose de représenter les flèches symbolisant la tension et le courant en sens opposés. Toutes les lois concernant les récepteurs se feront dans le cadre de la convention récepteur.

2. Energie électrique reçue par un récepteur :

L'énergie électrique $W_{\text{reçue}}$ par un récepteur parcouru par un courant électrique d'intensité I , circulant de A vers B, pendant une durée Δt a pour expression :

$$W_{\text{reçue}} = U_{AB} I \Delta t$$

Avec :

$W_{\text{reçue}}$: Energie électrique en Joules (J)

U_{AB} : Tension électrique en Volts (V)

I : Intensité du courant en Ampères (A)

Δt : Durée en secondes (s)

3. Puissance électrique reçue par un récepteur :

Si pendant une durée Δt l'énergie électrique reçue par un récepteur est $W_{\text{reçue}}$ alors la puissance $P_{\text{reçue}}$ du transfert d'énergie a pour expression :

$$P_{\text{reçue}} = \frac{W_{\text{reçue}}}{\Delta t} \Leftrightarrow P_{\text{reçue}} = \frac{U_{AB} I \Delta t}{\Delta t} = U_{AB} I$$

Avec :

$P_{\text{reçue}}$: Puissance reçue en Watt (W)

U_{AB} : Tension électrique en Volts (V)

I : Intensité du courant en Ampères (A)

4. L'effet Joule :

Tous les dipôles qui possèdent une résistance électrique engendrent, lorsqu'ils sont parcourus par un courant électrique, un transfert thermique vers le milieu extérieur appelé : **Effet Joule**.

Loi d'Ohm :

Pour un conducteur ohmique de résistance R traversé par un courant électrique d'intensité I circulant de A vers B, L'expression liant U_{AB} à I est :

$$U_{AB} = RI$$

Avec :

U_{AB} : Tension en Volts (V)

I : Intensité en Ampères (A)

R : Valeur de la résistance en Ohms (Ω)

Loi de Joule :

Un conducteur ohmique de résistance R parcouru par un courant électrique d'intensité I pendant une durée Δt , Transfère par effet Joule sous forme thermique et par rayonnement la totalité de l'énergie électrique reçue.

$$W_{\text{Joule}} = RI^2\Delta t$$

Avec :

W_{Joule} : Energie thermique transférée en Joules (J)

R : Valeur de la résistance en Ohms (Ω)

I : Intensité du courant en Ampères (A)

Δt : durée en secondes (s)

La puissance du transfert thermique liée à l'effet Joule est : $P_{\text{Joule}} = RI^2$ (en Watts : W).

Applications :

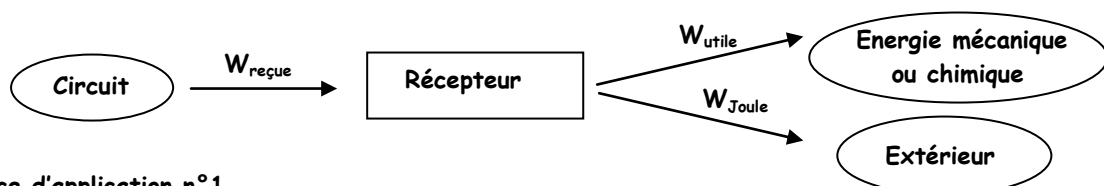
Dans certains cas, l'effet Joule est recherché, par exemple pour un chauffage électrique. Dans d'autres cas, c'est un effet indésirable que l'on cherche à minimiser au maximum car il correspond à une perte d'énergie qui diminue les performances des systèmes. C'est le cas des lampes à incandescences dont le filament parcouru par un courant émet de la lumière mais également de la chaleur qui affecte leur rendement.

Dans le domaine des microprocesseurs, l'échauffement des composants électroniques limite la vitesse d'exécution des tâches informatiques.

5. Bilan énergétique d'un récepteur :

Un récepteur reçoit de l'énergie électrique $W_{\text{reçue}} = U_{AB}I\Delta t$ de la part du circuit électrique, en «dissipe» une Partie par effet Joule $W_{\text{Joule}} = RI^2\Delta t$ et convertit le reste en énergie utile W_{utile} sous une autre forme (mécanique, chimique...).

$$W_{\text{reçue}} = U_{AB}I\Delta t = W_{\text{utile}} + RI^2\Delta t \Leftrightarrow W_{\text{reçue}} = W_{\text{utile}} + W_{\text{Joule}}$$



Exercice d'application n°1

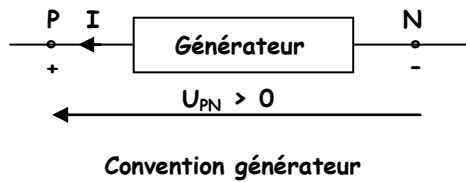
III. Etude énergétique d'un générateur.

1. La convention générateur :

Un générateur est un dipôle assurant la conversion de l'énergie chimique, mécanique ou d'une autre forme d'énergie en énergie électrique fournie à un circuit récepteur.

La tension U_{PN} entre ses deux bornes est positive lorsqu'il est traversé par un courant sortant par sa borne positive P.

La **convention générateur** impose de représenter les **flèches** symbolisant la tension U_{PN} et le courant I dans le **même sens**. Toutes les lois concernant les générateurs se feront dans le cadre de cette convention.



2. Energie électrique fournie :

L'énergie électrique fournie au reste du circuit par un générateur parcouru par un courant électrique d'intensité I , Circulant de P vers N à l'extérieur du générateur pendant une durée Δt , a pour expression :

$$W_{\text{fournie}} = U_{PN} I \Delta t$$

Avec :

W_{fournie} : Energie fournie en Joules (J)

U_{PN} : tension électrique en Volts (V)

I : Intensité du courant en Ampères (A)

Δt : Durée en secondes (s)

3. Puissance électrique fournie :

Si pendant une durée Δt l'énergie électrique fournie par le générateur est W_{fournie} , alors la puissance électrique P du transfert d'énergie a pour expression :

$$P_{\text{fournie}} = \frac{W_{\text{fournie}}}{\Delta t} \Leftrightarrow P_{\text{fournie}} = U_{PN} I$$

Avec :

P_{fournie} : Puissance fournie en Watts (W)

U_{PN} : Tension électrique en Volts (V)

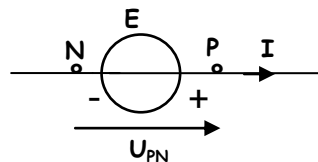
I : intensité du courant en Ampères (A)

4. Relation tension-courant : Voir TP

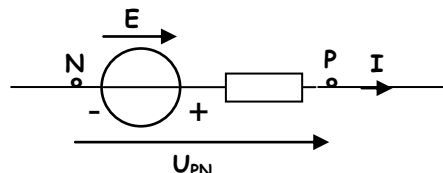
Un générateur électrique est **caractérisé** par sa force électromotrice (f.e.m) E en Volt (V) et par sa résistance interne r en Ohms (Ω) : c'est le cas d'une pile.

La tension U_{PN} aux bornes d'un générateur dépend dans la plupart des cas, de l'intensité du courant débitée dans le circuit électrique (Voir TP).

Cependant, certains générateurs sont dépourvus de résistances internes et sont dits «stabilisés». Leur symbole normalisé est :



Le schéma équivalent à un générateur de tension de f.e.m E et de résistance interne r est :



5. Bilan énergétique d'un générateur :

En multipliant par $I\Delta t$ les deux membres de la relation courant-tension d'une pile ci-dessous :

$$U_{PN} = E - rI$$

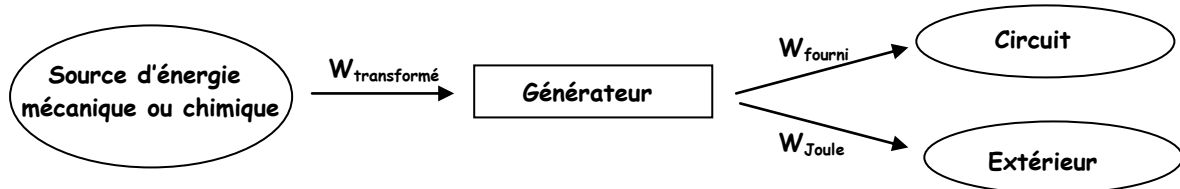
On trouve :

$$U_{PN}I\Delta t = E I\Delta t - rI I\Delta t \Leftrightarrow E I\Delta t = U_{PN}I\Delta t + rI I\Delta t = U_{PN}I\Delta t + rI^2\Delta t$$

Soit :

$$W_{\text{transformé}} = W_{\text{fourni}} + W_{\text{Joule}}$$

Un générateur convertit une forme d'énergie (mécanique, chimique...) $E I\Delta t$ en une énergie électrique disponible pour le circuit électrique $U_{PN}I\Delta t$ et dissipe le reste $rI^2\Delta t$ sous forme thermique (effet de Joule).



En divisant par Δt chaque membre du bilan d'énergie, on trouve un bilan de puissance :

$$EI = U_{PN}I + rI^2 \Leftrightarrow P_{\text{transformée}} = P_{\text{fournie}} + P_{\text{joule}}$$

Exercice d'application n°2

IV. Comportement global d'un circuit.

1. Conservation d'énergie :

Définition :

L'énergie électrique W_{fournie} par un générateur au circuit électrique est égale à la somme des énergies électriques reçues par les différents récepteurs présents dans le circuit.

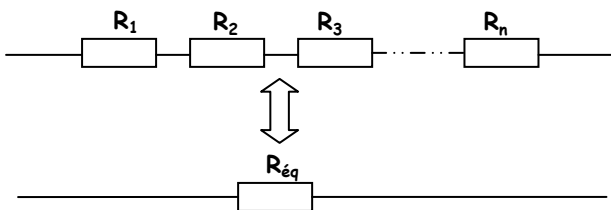
$$W_{\text{fournie}} = \sum W_{\text{reçue}}$$

Exercice d'application n°3

2. Circuits résistifs :

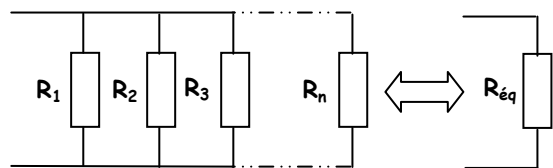
Un circuit résistif est un circuit comprenant un générateur et plusieurs conducteurs ohmiques.

Afin de simplifier l'étude du circuit électrique, on peut remplacer l'ensemble des résistances des conducteurs ohmiques par un seul conducteur ohmique dont la résistance notée $R_{\text{éq}}$ appelée **résistance équivalente**.



$$R_{\text{éq}} = \sum_{i=1}^n R_i = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Association en série



$$G_{\text{éq}} = \frac{1}{R_{\text{éq}}} = \sum_{i=1}^n G_i = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$$

Association en dérivation

$G_i = \frac{1}{R_i}$ est la conductance en Siemens (S) du conducteur ohmique de résistance R

3. Circuits résistifs : intensité du courant.

Dans un circuit résistif ne comportant qu'un seul générateur de f.e.m E et dont la résistance équivalente est $R_{\text{éq}}$ L'intensité du courant I du courant est :

$$I = \frac{E}{R_{\text{éq}}}$$

Avec :

I : intensité en Ampères (A)

E : f.e.m en Volts (V)

$R_{\text{éq}}$: résistance équivalente en Ohms (Ω)

Exercice d'application 4

4. Paramètres influant sur l'énergie transférée :

L'énergie électrique fournie à un circuit résistif par un générateur de f.e.m E et de résistance n'interne nulle a pour expression :

D'où : $W_{\text{fournie}} = U_{PN} I \Delta t$ avec $U_{PN} = E$ et $I = E/R_{\text{éq}}$

$$W_{\text{fournie}} = \frac{E^2}{R_{\text{éq}}} \Delta t$$

On constate donc pendant une durée Δt donnée, l'énergie électrique transférée par le générateur au circuit résistif :

- Augmente beaucoup lorsque la f.e.m E augmente.
- Diminue lorsque la résistance équivalente $R_{\text{éq}}$ diminue.

5. Puissance maximale admissible :

Chaque composant électrique ou électronique d'un circuit ne doit pas dépasser une puissance maximale admissible définie par le constructeur sous peine de détérioration.