

PARTIE II : SOURCES ET FORMES D'ENERGIE

I / QU'EST-CE QUE L'ENERGIE ?

a) Définition

C'est une grandeur physique caractérisant un système et exprimant sa capacité à modifier l'état d'autres systèmes avec lesquels il entre en interaction.

On l'exprime généralement en Joule (J) mais on peut rencontrer d'autres unités : le Watt (W) par exemple.

b) Les différentes formes d'énergie

1°) L'énergie mécanique

Elle dépend de la position et de la vitesse du système et ainsi on va déterminer :

- l'énergie cinétique (qui dépend de la vitesse) :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (\text{avec } m : \text{masse en kg, } v : \text{la vitesse en m/s et } E_c : \text{exprimée en Joule.})$$

- l'énergie potentielle (qui dépend de la position du système) :

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (m : \text{masse, } g = 9,81 : \text{une constante liée à la pesanteur et } h : \text{la hauteur en mètres})$$

2°) L'énergie thermique

Tout système possède une énergie due à sa température.

3°) L'énergie chimique

Certaines réactions chimiques dégagent de l'énergie.

4°) L'énergie nucléaire



Elle provient de la désintégration d'éléments dits radioactifs qui ont une énergie qui provient des noyaux des atomes. L'énergie interne du globe en est un exemple.



5°) L'énergie électrique

Contrairement à l'idée reçue, un dipôle (exemple d'une pile) ne stocke pas d'énergie mais en consomme, en transporte ou en produit (cas de la pile).

$$E_e = U.I. \cdot t \text{ (avec } U : \text{ tension en Volt (V), } I : \text{ Intensité en Ampère (A) et } t \text{ en secondes)}$$

c) Sources et transferts d'énergie

1°) Transfert et transformation d'énergie

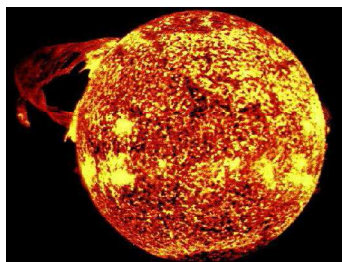
Un transfert d'énergie est un échange d'un système à un autre (une casserole sur une plaque chauffante voit l'énergie thermique transférée de la plaque à l'eau.)

Cette énergie peut changer de nature au cours de ce transfert il y a alors transformation d'énergie (transformation de l'énergie solaire (photonique) en énergie chimique durant la photosynthèse).

En général, l'énergie se conserve au cours des transformations et des transferts.

2°) Les sources d'énergie

Il en existe de nombreuses comme le bois, le charbon, le pétrole, le gaz naturel, les combustibles fissiles comme l'Uranium, l'énergie solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie des éoliennes et l'énergie géothermique (plus on s'enfonce à l'intérieur de la Terre et plus la température augmente).



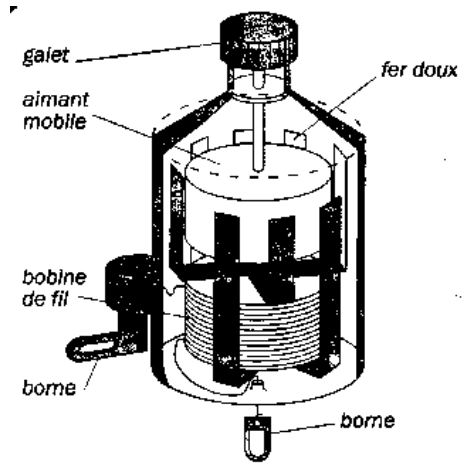
II / LE CAS PARTICULIER DE L'ELECTRICITE

a) Origine

L'énergie électrique provient des centrales électriques (voire nucléaires après transformation) et dans les piles.

Elle a pour origine une énergie chimique.

Dans l'exemple de la centrale électrique, c'est une énergie cinétique qui est transformée en énergie électrique.



Un **alternateur** (sorte de grosse dynamo) est constitué d'un gros aimant, qui va être animé d'un mouvement, et qui est entouré de fils électriques qui constituent une bobine qui elle est fixe.

Le mouvement de l'aimant fait apparaître, par un phénomène d'induction électromagnétique, une tension aux bornes de la bobine et donc un courant électrique. Ainsi une énergie quelconque (exemple de la chute d'eau, de vent) va faire tourner une turbine qui va entraîner elle-même l'alternateur et produire ainsi de l'électricité.

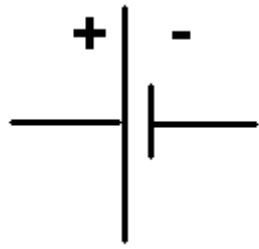
b) La notion de dipôles électriques

On les nomme ainsi car ils ont deux pôles.

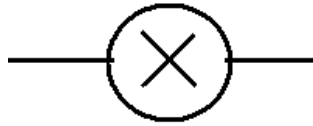
On distingue les **dipôles actifs** (ce sont les générateurs) comme les piles, les prises de courant... au niveau desquels il existe une tension à leurs bornes quand ils sont isolés, des **dipôles passifs** comme les lampes, diodes...



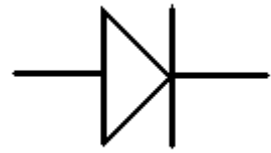
1°) Les schémas internationaux



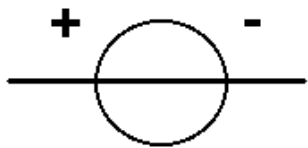
Pile



Lampe



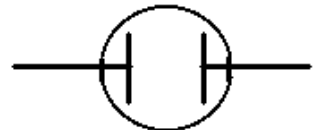
Diode



Générateur de
courant continu



Moteur



Electrolyseur

c) Les notions d'intensité et de tension

1°) La tension

C'est une grandeur physique exprimée en Volt (V) qui existe entre 2 points d'un circuit.

Par exemple, la tension d'une pile est mesurée entre ses deux bornes.

La borne négative d'une pile possède un excès d'électrons alors que ces électrons sont en défaut à la borne positive. La grandeur qui représente la concentration des charges est appelée "potentiel électrique". Entre les 2 bornes P et N de la pile il existe donc une "différence de potentiel" (notée $V_P - V_N$) ou "tension électrique" (notée U_{PN}).

Si la tension aux bornes d'un dipôle isolé n'est pas nulle, le dipôle est un générateur.

Remarque: Une tension peut exister en l'absence de tout courant électrique.



- Tension aux bornes d'un dipôle parcouru par un courant

Si un dipôle est parcouru par un courant, une tension électrique existe entre ses bornes.

Remarque: Un courant ne peut pas circuler en l'absence de tension.

Cas d'un fil de connexion:

La tension entre les deux extrémités d'un bon fil de connexion est négligeable.

Remarque: Le fil ne doit pas être trop long, ni trop fin. Sa résistance électrique doit être négligeable par rapport à la résistance du reste du circuit.

2°) L'intensité

S'il existe une tension quelconque dans un circuit, celle-ci va provoquer un mouvement de charges électriques qui induisent un courant électrique. La grandeur physique qui quantifie le débit de ces charges est appelé intensité du courant électrique I mesurée en **Ampères** (A).

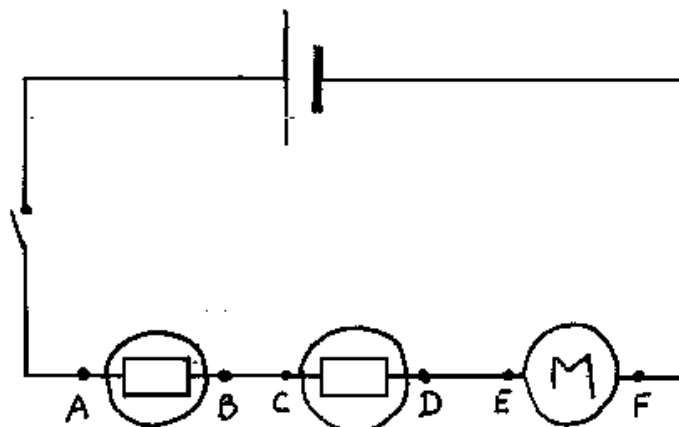
Le sens du courant va du pôle + vers le pôle -.

Les charges responsables d'un courant électrique peuvent être des électrons (dans les métaux) ou des ions (dans les solutions).

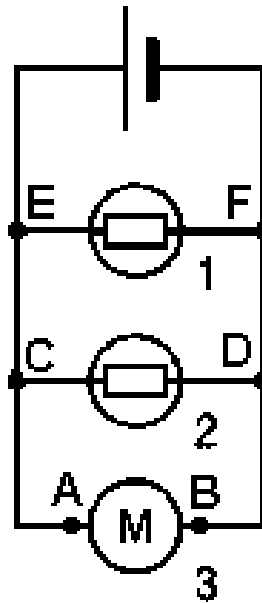
d) Les circuits électriques

On peut associer des dipôles dans un montage de deux manières différentes.

1°) Les montages en série (à la suite)



2°) Les montages en dérivation (placés sur deux ou plusieurs branches différentes)



e) Les lois électrocinétiques

1°) La loi de tension et d'intensité dans un circuit en série

- Additivité des tensions

Dans un circuit fermé, la tension aux bornes du générateur est égale à la somme des tensions aux bornes des dipôles du circuit, c'est la loi **d'additivité des tensions**.

La tension aux bornes du générateur est égale à la somme des tensions aux bornes des lampes.

Si l'on considère 40 lampes identiques de tension d'utilisation (ou tension nominale) $U_L = 6V$.

Celles-ci se partagent la tension U_G de 230 Volts du générateur.

Nous avons alors quand le circuit est branché :

$$U_G = 40 \times U_L$$

Chaque lampe reçoit donc une tension de $230 / 40 = 5,75$ Volts.

Ceci correspond presque à une tension d'utilisation optimum.

En revanche plus on ajoutera d'ampoules, moins la tension au niveau des borne de la lampe sera donc élevé.

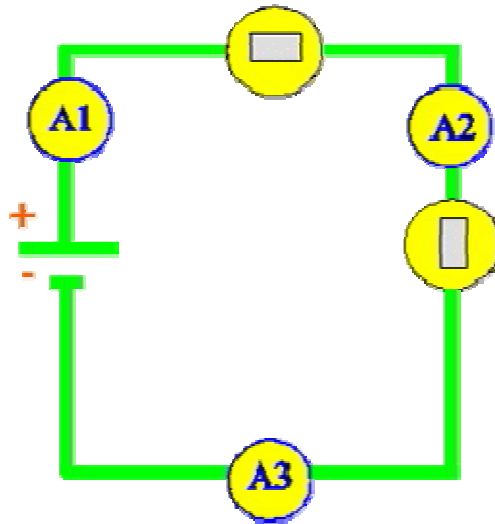


- Loi d'unicité de l'intensité

Plus on ajoute de lampes dans le circuit, plus l'intensité (qui reste égale en tous points du circuit) diminue.

Dans un circuit en série fermé, l'intensité est la même en tous points du circuit, on parle de loi **d'unicité des intensités**.

Exemple :



Considérons 2 lampes identiques de tension nominale 120 V.

La tension du générateur étant de 230 V.

Selon la loi d'additivité des tensions :

$$\begin{aligned} U_G &= 2 \times U_{L'} \\ 230 &= 2 \times U_{L'} \\ U_{L'} &= 115 \text{ V} \end{aligned}$$

En revanche, selon la loi d'unicité des intensités, si l'intensité mesurée en **A1** est de **0,3 A** elle est la même en **A2** et **A3**.

Les 3 lampes brilleront avec une intensité identique et optimum.

Maintenant si on ajoute une troisième lampe, la tension U_L va changer ; elle sera de :

$$\begin{aligned} U_G &= 3 \times U_{L''} \\ 230 &= 3 \times U_{L''} \\ U_{L''} &= 76,6 \text{ V} \end{aligned}$$

Selon la loi d'unicité des intensité, l'intensité sera la même en tous points du circuit, néanmoins **elle sera inférieure à 0,3 A**.

Toutes les ampoules brilleront de manière identique mais leur intensité lumineuse respective sera beaucoup plus faible.



2°) Les lois de tension et d'intensité dans un circuit en dérivation

- Loi d'unicité des tensions

Dans un circuit en dérivation fermé, la tension aux bornes du générateur est égale à la tension aux bornes de chaque dipôle placé en dérivation, c'est la loi **d'unicité des tensions**.

Les lampes identiques de tension d'utilisation (ou tension nominale $U_L = 230\text{ V}$) sont indépendantes.

La tension U_G de 230 V du générateur est la même que celle des lampes branchées à ses bornes

Par conséquent :

$$U_G = U_L$$

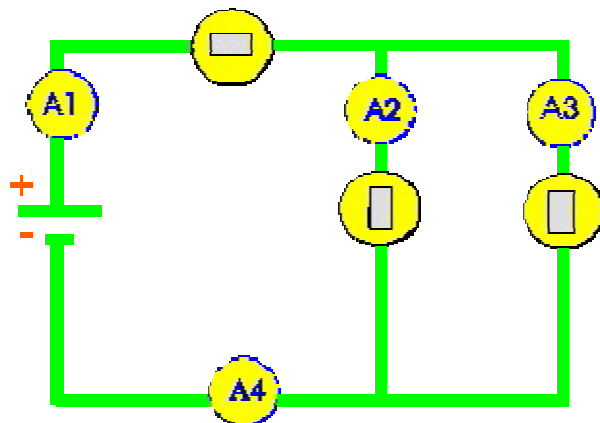
Conclusion : le circuit dérivation est le choix exclusif dans les installations domestiques électriques... car tous les appareils peuvent être construits avec la même tension nominale et sont indépendants dans le circuit.

Dans un circuit en dérivation, si un récepteur est en panne, les autres continuent à fonctionner normalement.

- Loi d'additivité des intensités (loi des nœuds)

Dans un circuit en dérivation fermé, l'intensité principale est égale à la somme des intensités dérivées, c'est la loi **d'additivité des intensités**.

Exemple :



Soit le circuit suivant indiquant une tension au générateur U_G de 230 V .

L'ampèremètre $A1$ indique un courant d'intensité de $0,87\text{ A}$ et l'ampèremètre $A3$ de $0,27\text{ A}$.



Selon la loi d'unicité des tensions, la tension est égale à 230 V en tous points du circuit.

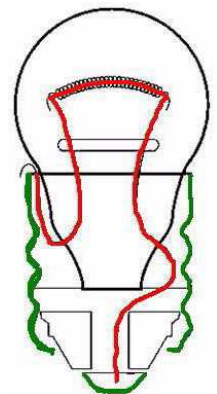
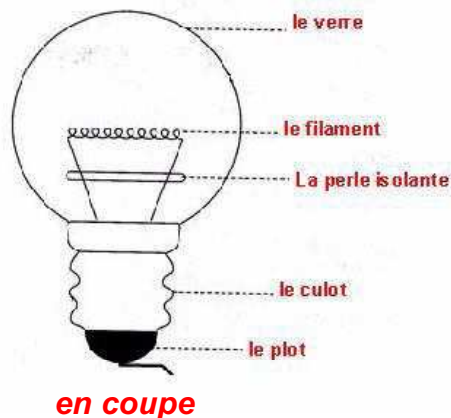
En revanche selon la loi d'additivité d'intensité, l'intensité en A2 est égale à :

$$\begin{aligned} A_2 &= A_1 - A_3 \\ &= 0,87 - 0,27 \\ &= 0,6 \text{ A} \end{aligned}$$

L'intensité en A1 est la même en A4 soit 0,87 A.

f) Etude de quelques dipôles

1°) La lampe à incandescence



Elle a été inventée par Thomas Edison en 1878.

Les deux pôles de ce dipôle passif sont le culot (vis en laiton) et le plot central.

On peut observer parfois un anneau isolant qui sépare le culot du plot.

Lorsqu'un courant électrique traverse ce dipôle, il chauffe le filament qui va émettre de la lumière (incandescence) d'où son nom.

L'ampoule contient un gaz inerte car sinon le filament s'enflammerait immédiatement et casserait (mort de l'ampoule).

L'intensité et la tension nominale indiquée sur le culot renseignent sur les conditions idéales d'utilisation.



2°) La résistance

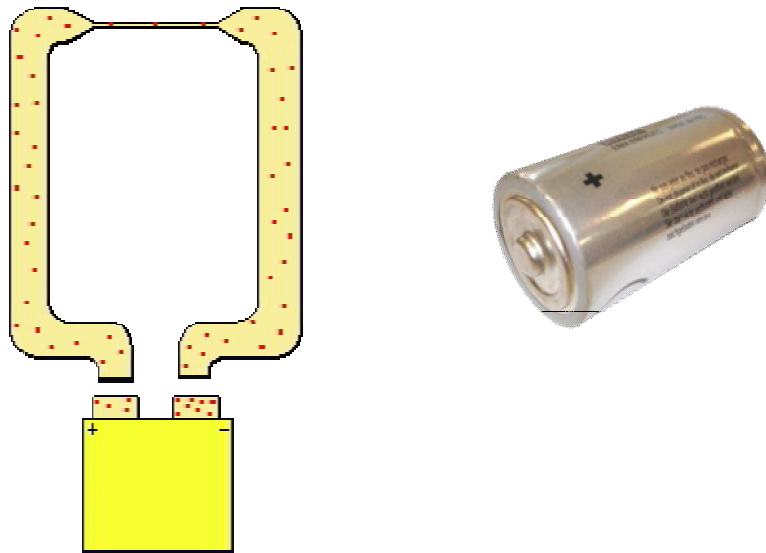
C'est un dipôle passif au niveau duquel la tension est proportionnelle à l'intensité du courant électrique qui le traverse selon la relation :

$$U = R \cdot I \quad (\text{avec } U : \text{la tension en V, } I : \text{l'intensité en A et} \\ R : \text{la résistance en Ohm (} \Omega \text{)})$$

3°) La pile

C'est un générateur c'est-à-dire une pompe à charge électrique. Il existe une tension électrique aux bornes de ce dipôle actif.

La pile possède une polarité +/-.



La borne négative d'une pile possède un excès d'électrons alors que ces électrons sont en défaut à la borne positive. La grandeur qui représente la concentration des charges est appelée "potentiel électrique". Entre les 2 bornes P et N de la pile il existe donc une "différence de potentiel" (notée $V_P - V_N$) ou "tension électrique" (notée U_{PN})

C'est à cause de cette différence de potentiel que la pile est capable de mettre en mouvement les électrons libres, on parle alors de "**force électromotrice**" de la pile.

*Remarque: L'altitude d'un lieu ne peut se définir que par rapport à une altitude repère (niveau de la mer, niveau d'un aérodrome...)
De même, le potentiel en un point ne peut se définir que par sa différence avec un potentiel de référence ("masse" du circuit, potentiel de la borne négative...)*



Pour un circuit fermé donné, plus la force électromotrice (f.e.m.) de la pile est grande, plus le courant circulant dans le circuit est intense. La concentration des électrons varie tout au long du circuit. C'est à la borne négative qu'elle est la plus forte et à la borne positive qu'elle est la plus faible.

Le potentiel V est maximal à la borne positive et minimal à la borne négative.

Entre deux points A et B d'un circuit on peut ainsi définir une différence de potentiel ($V_A - V_B$) ou tension électrique (U_{AB})

4°) Notion de conducteur et d'isolant

Si on intercale, dans un circuit simple comprenant une pile, une ampoule et des fils, un élément fait d'un matériau quelconque, soit l'ampoule brille et l'on peut en déduire que le courant passe, soit elle ne brille pas et l'on en conclut que le courant ne passe pas.

Dans le premier cas, cela signifie que le matériau se laisse traverser par le courant, c'est un **conducteur** (exemple des métaux). Si le courant ne peut pas traverser le matériau, celui-ci est **isolant** (verre, plastique, bois, céramique...).



Programmes officiels de l'école

LES OBJETS ET LES MATERIAUX

La réalisation d'un circuit électrique simple (pile, lampe, interrupteur) permet de construire quelques connaissances élémentaires.

LE MONDE CONSTRUIT PAR L'HOMME

Circuits électriques alimentés par des piles : conducteurs et isolants ; quelques montages en série et dérivation

L'ENERGIE

Exemples simples de sources d'énergie utilisables.

Consommation et économie d'énergie.

Notions sur le chauffage solaire.

Joule, Watt, énergie mécanique : cinétique, potentielle, énergie thermique, énergie chimique, énergie nucléaire, énergie électrique, conservation de l'énergie, électricité, électrons, alternateur, dipôle actif ou passif, tension (V), intensité (A), montage en série et en dérivation (ou parallèle), additivité des tensions et unicité des intensités en série, unicité des tensions et additivité des intensités (loi des nœuds) en dérivation, lampe à incandescence, tension et intensité nominale, résistance, pile, force électromotrice, conducteur et isolant.

