

***Commission scolaire de Montréal
Centre Marie-Médiatrice***

Résumé du document

Phénomènes électriques

SCP-4011 – 2

Document préparé par

GHELLACHE, Mohamed-Seghir

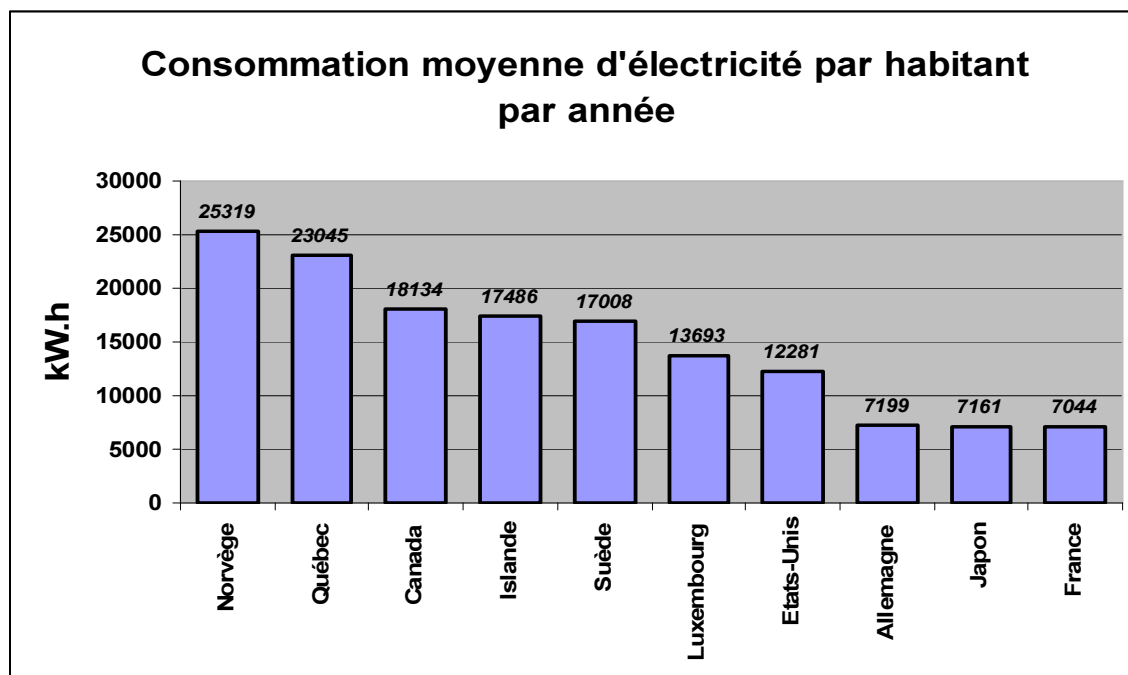
Septembre 2010

L'électricité au cœur de nos vies

L'électricité au Québec :

Les sociétés modernes dépendent de l'électricité et le Québec ne fait pas exception. L'électricité, cette forme d'énergie la plus utilisée et dont dépendent le fonctionnement des industries, des commerces, des services publics, etc.

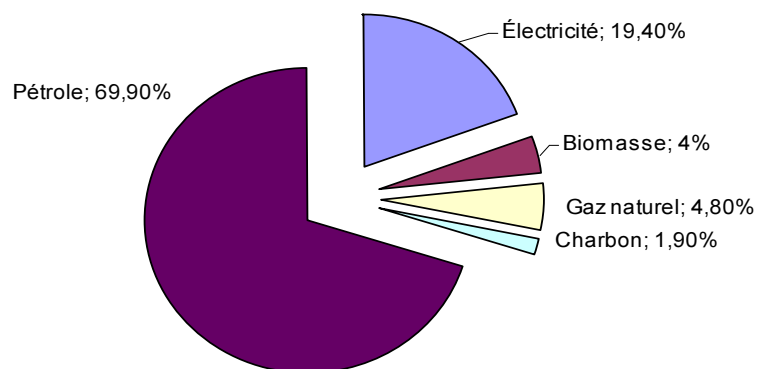
Cette dépendance à l'électricité se calcule, pour un pays industrialisé, par une moyenne de consommation, par habitant et par année. Pour ce faire, on divise la consommation totale par le nombre d'habitants. Généralement, un habitant d'un pays riche consomme beaucoup plus d'électricité qu'un habitant d'un pays pauvres. Le mode de vie est un facteur déterminant de cette consommation. En effet, les personnes riches utilisent plus d'appareils électroménagers, ont des maisons plus grandes à chauffer et à éclairer etc.



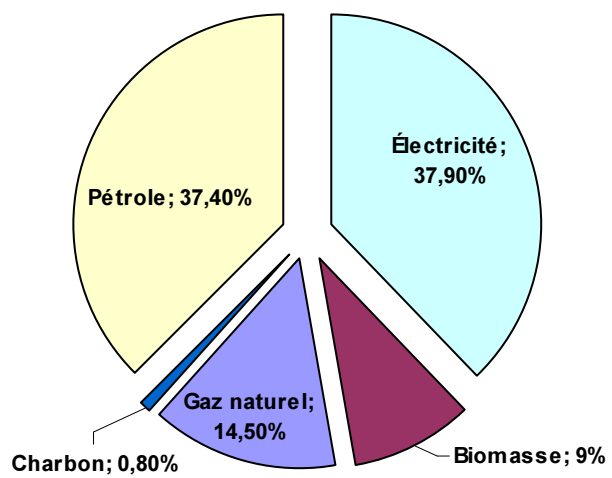
Au Québec, la vie économique repose surtout sur le secteur primaire (industries papetières et minières), un secteur très énergivore, d'où une moyenne élevée, la deuxième plus élevée parmi les pays industrialisés.

Le bilan énergétique au Québec :

1973



1993



L'électricité produite ne pouvant être emmagasinée, l'énergie produite va dépendre de la consommation à un moment donné. Donc l'énergie disponible n'est jamais consommée à 100 %. En effet, seule une partie de cette énergie est consommée. Parfois, en période de pointe, cette partie atteint les 90 % et d'autres fois pas plus que 50 %. D'où la nécessité de savoir utiliser cette énergie de façon à ce que, pratiquement en tout temps, ce pourcentage d'utilisation soit maintenu à un niveau qui permet de fournir cette énergie sans avoir recours à construire d'autres centrales pour faire face à la demande sans cesse croissante de ce type d'énergie.

La construction de centrales électriques coûte cher et a un impact certain sur l'environnement. Pour fabriquer de l'électricité, on utilise différentes sources : utiliser la force d'eau comme dans les centrales hydroélectriques; le charbon, le pétrole ou le gaz comme pour les centrales thermiques classiques et combustibles comme pour les centrales nucléaires.

Les différentes mesures de l'énergie :

Unité de mesure de l'énergie	Équivalence en joules (J)
Joule (J)	1
Calorie (cal)	4,18 joules
Kilowattheure (kW.h)	3 600 000 joules
Tonne équivalent charbon (tec)	29 000 000 000 joules
Tonne équivalent pétrole (tep)	43 500 000 000 joules

L'énergie à travers les siècles :

- 1) **L'âge de pierre** : l'énergie est tirée des aliments. La consommation moyenne par habitant par jour à cette époque était de l'ordre de 2000 kcal.
- 2) **Domestication du feu** : la découverte et l'utilisation du feu pour se chauffer, faire cuire ses aliments et fabriquer des outils pour travailler la terre. La consommation est de 5000 kcal par habitant par jour.
- 3) **La renaissance (XVe et XVIe siècles)** : utilisation d'autres formes d'énergie telles que le vent et l'eau pour faire tourner les moulins et la force des animaux. La consommation avait atteint les 25000 kcal par habitant par jour.
- 4) **La révolution industrielle (XVIIIe siècle)** : découverte de la vapeur d'eau avec la combustion du charbon comme source première. Les machines sont mues grâce à cette vapeur d'eau. La consommation avait atteint les 70000 kcal par jour par an.
- 5) Les hydrocarbures et le nucléaire font exploser cette consommation qui a atteint des limites préoccupantes au point où on songe actuellement à revoir nos façons de consommer de l'énergie pour rétablir l'équilibre environnemental. Notre planète est surexploitée et de nouvelles sources, dites vertes, sont plus que nécessaires pour s'attaquer aux problèmes de pollution de toute sorte qu'engendre cette utilisation de l'énergie.

Actuellement, avec l'utilisation d'appareils moins énergivores, nous avons pu baisser cette consommation. Mais il reste encore du chemin à faire pour atteindre nos objectifs

Les sources de production de l'électricité :

- 1) ***Le charbon*** : utilisé dans les centrales thermique, car disponible en quantité suffisante jusqu'à date. Mais son utilisation a un impact considérable sur l'environnement, car en brulant, il libère le soufre qu'il contient. Plus loin, ce soufre retombe sous forme de pluies acides.
- 2) ***Le gaz naturel*** : avec le gaz d'éclairage, notre mode de vie est complètement bouleversé : on travaille même la nuit et on se balade dans des rues éclairées.
- 3) ***Le pétrole*** : la plus importe source d'énergie fossile et la plus utilisée actuellement pour fabriquer également le plastique, couramment utilisé dans la vie de tous les jours.
- 4) ***L'uranium et le nucléaire*** : au début, utilisé pour fabriquer des bombes, il est indispensable pour le fonctionnement des centrales nucléaires avec, bien entendu, tous les risques et impacts environnementaux qu'engendre l'utilisation du nucléaire.
- 5) ***L'eau*** : avec les centrales hydroélectriques. Pour produire de l'énergie électrique avec l'eau, il faut disposer de puissants cours d'eaux. La création d'Hydro-Québec en 1944 a propulsé le Québec au rang des premiers pays producteurs d'énergie électrique grâce à la force d'eau.

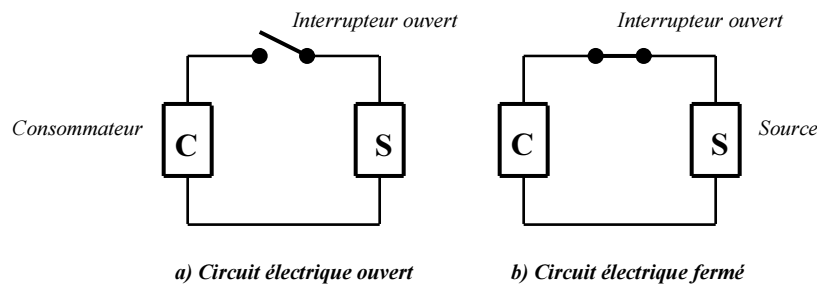
Chapitre 2

Les circuits simples

Circuit électrique simple :

Une suite ininterrompue de composants reliés par des conducteurs. Un circuit simple comprend :

- 1 – une source qui fournit l'énergie électrique ;
- 2 – des fils conducteurs qui la transportent ;
- 3 – un consommateur qui la dépense ;
- 4 – un interrupteur.

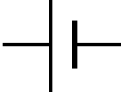


Exemples :

1) Dans le circuit d'une lampe de poche, les piles jouent le rôle de la source de courant, les fils électriques le rôle des conducteurs du courant et la petite lampe le rôle du consommateur.

2) Dans le circuit d'une bouilloire, le réseau d'Hydro-Québec fournit l'énergie électrique, la résistance électrique consomme cette énergie et le fil électrique avec prise assure le transport de l'énergie, du fournisseur (réseau d'Hydro-Québec) à la résistance de la bouilloire qui se charge de la transformer en chaleur pour faire bouillir l'eau.

Symboles de quelques composants de circuit électrique :

Symbole	Composant du circuit
	Pile
	Batterie
	Lampe
	Interrupteur (commutateur) en position ouverte
	Résistor (élément consommateur d'électricité)
	Fusible

Fonctionnement d'un circuit électrique : On peut comparer le fonctionnement d'un circuit électrique à celui d'un circuit hydraulique d'un aquarium.

Circuit hydraulique d'un aquarium

- La pompe à eau fait circuler l'eau dans les conduites et à travers le filtre à eau. Le nombre de litres qui sort de la pompe toutes les minutes est appelé «**débit**». La quantité d'eau qui rentre dans la pompe est toujours égale à celle qui en sort. Donc, le débit d'eau est le même dans toutes les parties du circuit. Une pompe est donc caractérisée par son débit qui dépend de l'épaisseur du filtre et de la puissance de la pompe.

- Les conduites assurent la circulation de l'eau dans le circuit hydraulique.
- Le filtre rend difficile le passage de l'eau en exerçant une opposition au passage de l'eau.

Circuit électrique d'une lampe

- La pile, une pompe à charge, pousse les charges dans les conducteurs et à travers le filament de la lampe. La quantité de charge par seconde qui en sort est appelée «**courant électrique**». La quantité de charges qui sort de la pile est le même que celle qui en rentre. Le courant électrique est le même dans toutes les parties du circuit. Une pile est donc caractérisée par son courant qui dépend de la «**résistance**» du filament de la «**force électromotrice**» de la pile.

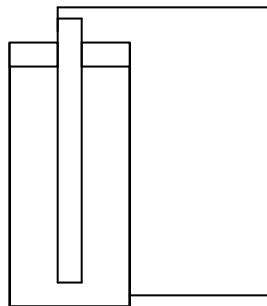
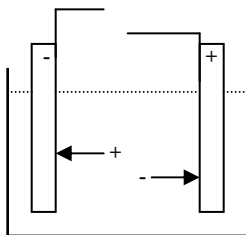
- Les fils électriques conduisent le courant dans le circuit.
- La lampe, caractérisée par la résistance de son filament, résiste au passage des charges.

La résistance (R) : caractéristique des composants consommateurs d'énergie. Elle correspond à l'opposition qu'exerce le composant au passage du courant. Quand elle augmente, les charges circulent moins facilement et le courant diminue. Par contre, lorsqu'elle diminue, les charges circulent plus facilement et le courant augmente.

La force électromotrice ($f.é.m$) : caractéristique de la source. Elle correspond au nombre maximal de volts qu'une pile peut fournir. Quand la $f.é.m$ augmente, la quantité de charge augmente et le courant augmente dans le circuit. À l'inverse, si la $f.é.m$ diminue, le courant s'affaiblit.

La pile : est caractérisée par sa force électromotrice $f.é.m$. Placée dans un circuit, elle produit un courant électrique. On la représente par la lettre epsilon ϵ , et s'exprime en volts (V).

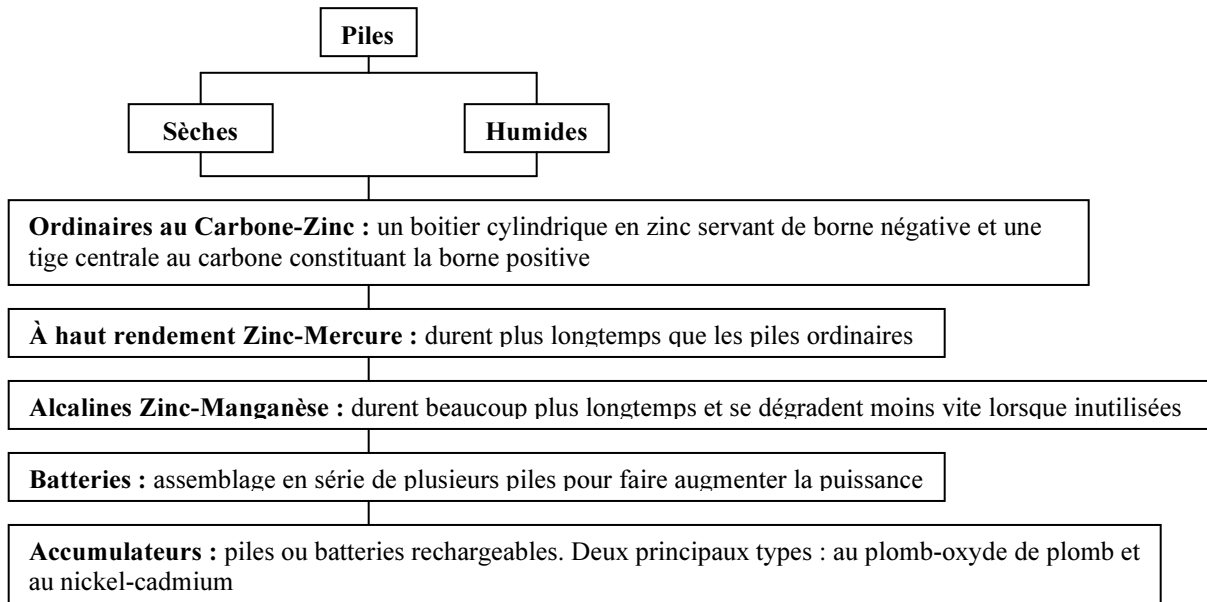
Fonctionnement de la pile : Grâce à deux tiges faites de métaux différents, les électrodes, qui baignent dans une solution appelée «électrolyte». Lorsque les fils d'une lampe sont reliés aux électrodes, le circuit est fermé, le courant circule et la lampe s'allume. L'électrolyte à l'intérieur de la pile provoque une réaction chimique avec les deux électrodes et cette action engendre un courant électrique dans le conducteur et l'ampoule. La $f.é.m$ produite dépend des métaux dont sont composées les deux électrodes et de la nature de l'électrolyte.



Les batteries : Les batteries sont formées par regroupements de plusieurs piles afin d'augmenter la puissance.

Les accumulateurs : Les accumulateurs sont des piles rechargeables. Il existe 2 principaux types d'accumulateurs : les piles au plomb et celles au nickel-cadmium (Ni-Cd).

Les différentes piles :



La f.é.m et le voltage : En alimentant un circuit, une pile fournit aux charges l'énergie nécessaire pour faire le travail exigée par le composant consommateur. La pile donne aux charges électriques l'énergie nécessaire pour produire de la lumière dans une ampoule.

En sortant de la borne positive de la pile, les charges sont gonflées d'énergie. Arrivées au consommateur, ces charges s'épuisent puisque l'énergie qu'elles transportent se transforme en une autre forme d'énergie. Épuisées, elles poursuivent ensuite leur chemin vers la pile en rentrant par la borne négative. La pile se charge de redonner l'énergie nécessaire aux charges pour un second tour de circuit et ainsi de suite jusqu'à épuisement de la pile. On exprime la variation d'énergie entre deux points d'un circuit à l'aide du voltage, appelé également tension ou différence de potentiel (*d.d.p*).

Ainsi, le voltage aux bornes de la source signifie une augmentation d'énergie, mais le voltage aux bornes du composant consommateur représente une diminution d'énergie. Dans un cas comme dans l'autre, il se mesure en volts (*V*) et on le représente par la lettre *U*. On réserve cependant le terme *f.é.m* à la source, alors que le voltage s'applique à n'importe quelle portion du circuit.

Le voltmètre : appareil servant à mesurer la tension dans n'importe quelle partie du circuit.

Pour mesurer la *f.é.m* d'une pile, on branche la borne positive de la pile avec la borne positive (rouge) du voltmètre et la borne négative de la pile avec la borne négative (noire) du voltmètre.

Le voltmètre est symbolisé par deux tirets séparés par un cercle dans lequel est inscrite la lettre V en majuscule.

La définition du courant : c'est la quantité de charges, portées par les électrons en mouvement, qui traverse un conducteur à chaque seconde. On le représente par la lettre *I*, pour intensité du courant, et on l'exprime en ampères (A).

La circulation des électrons dans un conducteur produit un courant. Les électrons portent une charge élémentaire négative, symbolisée par la lettre *e* et exprimée en Coulombs (C).

$$e = \text{charge élémentaire} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Courant (I)} = \frac{\text{quantité de charges (Q)}}{\text{temps (t)}} = \frac{\text{nombre de coulombs}}{\text{seconde}}$$

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

I : intensité du courant électrique (en ampères : A)

Q : quantité de charges (en coulombs : C)

t : temps (en secondes : s)

Soit :

$$1 \text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}$$

Donc, un ampère est le courant qui circule lorsqu'une charge de 1 coulomb traverse un conducteur à chaque seconde.

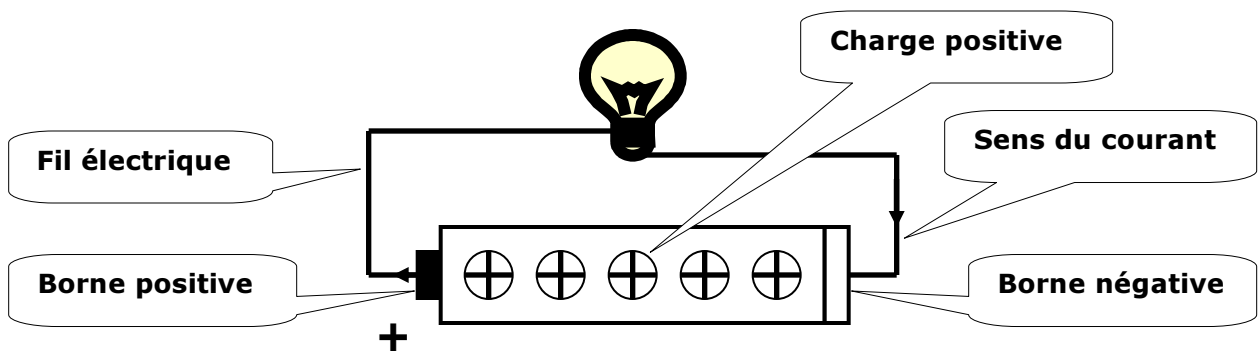
L'ampère-heure : on obtient la charge en ampère-heure lorsque le courant est exprimé en ampères et le temps en heures.

$$Q = I \times t$$

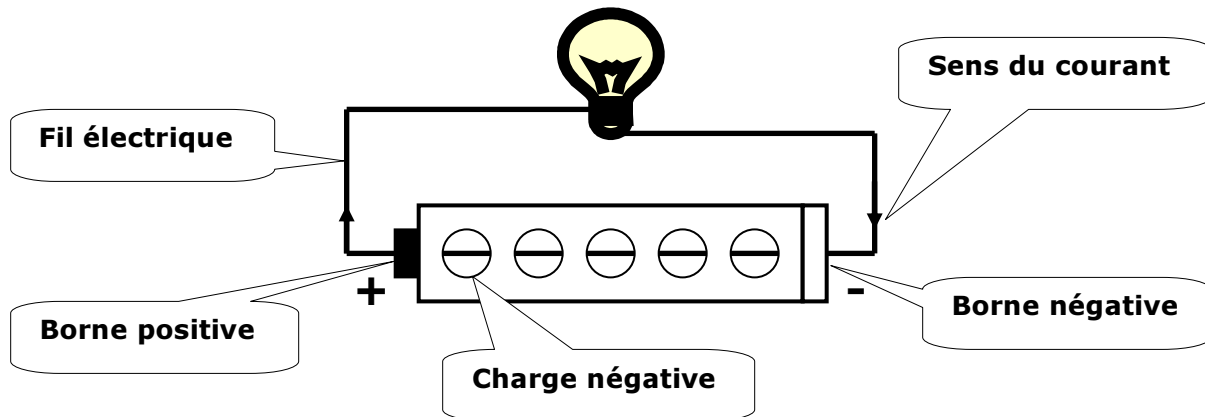
Cette unité est utilisée pour exprimer la charge d'une pile rechargeable ou d'une batterie d'automobile par exemple.

Donc, un ampère-heure est la charge débitée en 1 heure par un courant de 1 ampère.

Le sens du courant : Par convention, le courant électrique sort de la borne positive d'une pile et rentre par la borne négative.



Le sens réel de déplacement des électrons est à l'inverse du sens conventionnel.



L'ampèremètre : appareil servant à mesurer l'intensité du courant dans un circuit électrique. Il est toujours branché en série à l'intérieur du circuit.

Le voltmètre est symbolisé par deux tirets séparés par un cercle dans lequel est inscrite la lettre *A* en majuscule.

Les conducteurs, les isolants et les semi-conducteurs :

Dans un **conducteur**, les atomes forment une grande communauté où chacun met en commun un ou plusieurs de ses électrons. Ces électrons appartiennent alors à toute la communauté, ce qui fait d'eux des électrons libres qui circulent dans tous les sens. On les appelle «électrons liants».

Dans un **isolant**, les atomes forment également une grande communauté, mais ils limitent le partage aux voisins immédiats ; c'est-à-dire que le partage se limite aux deux atomes voisins.

Dans un **semi-conducteur**, la structure est la même qu'un isolant, mais quelques électrons partagés ont assez d'énergie pour circuler librement d'un atome à un autre.

Définition de la résistance : c'est la mesure de l'opposition qu'un consommateur exerce au passage du courant électrique. Pour une tension fixe, plus la résistance augmente plus le courant baisse et, au contraire, plus la résistance baisse plus le courant augmente. Elle est donc inversement proportionnelle à la tension ; elle correspond au rapport entre le nombre de volts à ses bornes et l'intensité qui la parcourt.

$$\text{Résistance } (R) = \frac{\text{différence de potentiel}}{\text{intensité du courant}} = \frac{\text{nombre de volts}}{\text{nombre d'ampères}}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

R : résistance (en ohms : Ω)

U : différence de potentiel aux bornes de la résistance (en volts : *V*)

I : intensité du courant (en ampères : *A*)

La Loi d'Ohm : La tension aux bornes d'une résistance est proportionnelle au courant qui la traverse.

$$U = R \times I$$

Facteurs influant la résistance : La résistance d'un fil, par exemple, dépend de :

- 1) *la longueur du fil* : la résistance est proportionnelle à la longueur du fil ;
- 2) *son diamètre* : la résistance est inversement proportionnelle au diamètre d , donc à la section du fil A ;
- 3) *la nature du matériau qui la compose* : la résistance est proportionnelle à la résistivité du matériau.

Résistivité : une caractéristique du matériau, qui indique l'opposition que sa texture exerce au passage du courant. Ainsi, la résistance est proportionnelle à la résistivité du matériau avec lequel elle est fabriquée. Plus la résistivité est élevée, plus la résistance est grande et moins la résistivité est élevée, moins la résistance est grande.

La résistivité est symbolisée par la lettre ρ et exprimée en ohms-mètres ($\Omega.m$).

Donc, la résistance R s'exprime par la formule suivante :

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R : résistance en ohms Ω ;

L : longueur du filament ou du fil en mètres m ;

A : aire de la section du fil en mètres carrés m^2 ;

ρ : résistivité du matériau en ohms-mètres $\Omega.m$.

Influence de la température sur la résistance : dans un *conducteur*, la résistance augmente avec la température. En effet, lorsqu'un matériau chauffe, les atomes qui le composent vibrent et les électrons libres entrent plus souvent en collision avec eux. Ainsi, le matériau s'oppose plus à leur passage, ce qui fait augmenter sa résistance.

Dans le cas d'un *semi-conducteur*, les atomes vibrent, mais les électrons ont également plus d'énergie. Un plus grand nombre d'entre eux peuvent sauter d'un corridor à l'autre. Ainsi, la résistivité diminue et par conséquent la résistance diminue.

Lorsqu'on abaisse la température de certains matériaux jusqu'à une valeur appelée «température critique», la résistivité devient nulle. Ce phénomène s'appelle « *la supraconductivité* ».

Le code couleurs des résistors : Les résistors utilisés en électronique pour régler l'intensité du courant sont en forme de petits cylindres sur lesquels sont imprimées des bandes de couleurs.

L'agencement et la couleur des bandes déterminent la valeur d'une résistance. En effet, chaque couleur, selon sa position, correspond à une valeur. L'interprétation des couleurs se fait comme suit :

- 1^{re} bande = 1^{er} chiffre
- 2^e bande = 2^e chiffre
- 3^e bande = nombre de zéros
- 4^e bande = précision en pourcentage (%)

Code couleurs des résistors :

<i>Couleur</i>	<i>Valeur</i>
<i>Noir</i>	<i>0</i>
<i>Brun</i>	<i>1</i>
<i>Rouge</i>	<i>2</i>
<i>Orange</i>	<i>3</i>
<i>Jaune</i>	<i>4</i>
<i>Vert</i>	<i>5</i>
<i>Bleu</i>	<i>6</i>
<i>Violet</i>	<i>7</i>
<i>Gris</i>	<i>8</i>
<i>Blanc</i>	<i>9</i>
<i>Or</i>	$\pm 5 \%$
<i>Argent</i>	$\pm 10 \%$

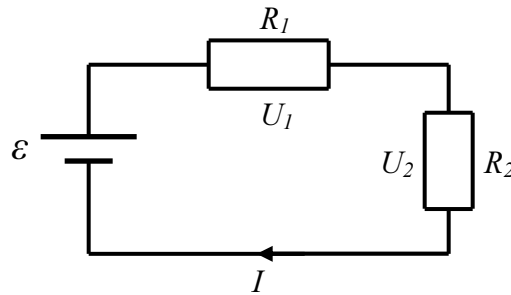
L'ohmmètre : appareil servant à mesurer la résistance d'un résistor. Les bornes du résistor, non alimenté, doivent être branchées directement aux bornes de l'ohmmètre.

Chapitre 3 Les circuits complexes

Les circuits en série :

Dans un circuit en série, le courant parcourt le seul trajet possible. Le courant est le même partout dans le circuit.

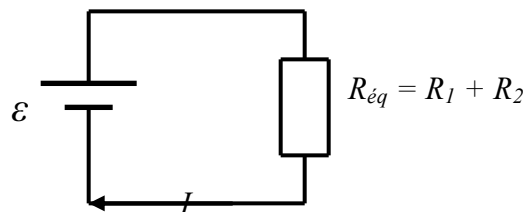
Analyse d'un circuit de deux résistances en série :



En électricité, deux circuits sont dits équivalents si le même courant les parcourt lorsque des sources de même *f.é.m* les alimentent.

Dans un circuit en série, la résistance équivalente est égale à la somme des résistances dans le circuit. Ainsi, pour n résistances, la résistance équivalente est :

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



L'application de la Loi d'ohm au circuit équivalent permet de déterminer le courant I :

$$\varepsilon = R_{\text{eq}} \times I \Leftrightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}}}$$

En appliquant la Loi d'ohm à chaque résistance dans le circuit initial, on obtient les tensions individuelles :

$$U_1 = R_1 \times I \quad \text{et} \quad U_2 = R_2 \times I$$

Dans un circuit en série, la somme des tensions individuelles est égale à la *f.é.m*.

$$\begin{aligned} \varepsilon = R_{\text{eq}} \times I &= (R_1 + R_2) \times I = R_1 \times I + R_2 \times I = U_1 + U_2 \\ \varepsilon &= U_1 + U_2 \end{aligned}$$

Application numérique :

Pour : $\varepsilon = 12 \text{ V}$, $R_1 = 100 \Omega$ et $R_2 = 200 \Omega$

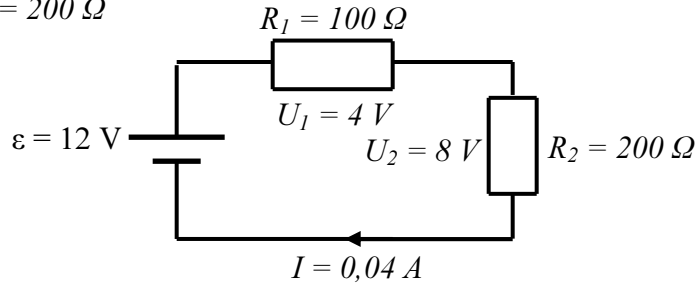
$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 = 100 + 200 = 300 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}}} = \frac{12}{300} = 0,04 \text{ A} = 40 \text{ mA}$$

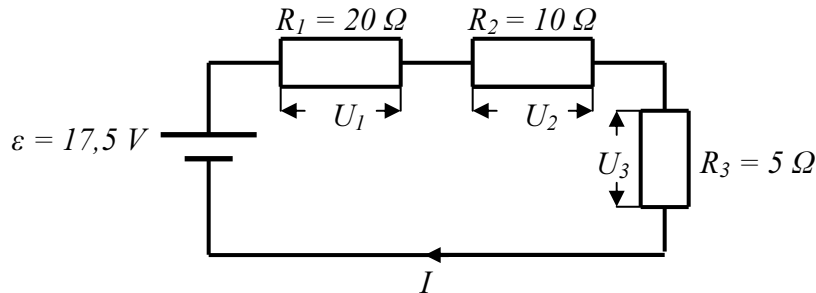
$$U_1 = R_1 \times I = 100 \times 0,04 = 4 \text{ V}$$

$$U_2 = R_2 \times I = 200 \times 0,04 = 8 \text{ V}$$

$$\varepsilon = U_1 + U_2 = 4 + 8 = 12 \text{ V}$$

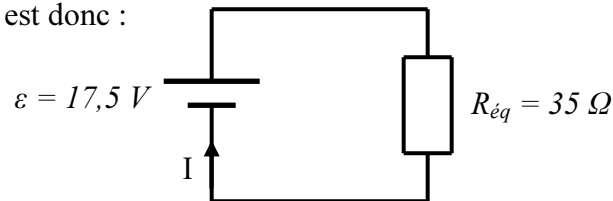


Analyse d'un circuit de plusieurs résistances en série :



La résistance équivalente est : $R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3 = 20 + 10 + 5 = 35 \Omega$

Le circuit équivalent est donc :



Le courant dans le circuit est : $I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}}} = \frac{17,5 \text{ V}}{35 \Omega} = 0,5 \text{ A} = 500 \text{ mA}$

Les tensions individuelles sont :
 $U_1 = R_1 \times I = 20 \times 0,5 = 10 \text{ V}$
 $U_2 = R_2 \times I = 10 \times 0,5 = 5 \text{ V}$
 $U_3 = R_3 \times I = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ V}$

On remarque que :
 si $R_1 = 2 R_2$, alors $U_1 = 2 U_2$
 si $R_1 = 4 R_3$, alors $U_1 = 4 U_3$
 si $R_2 = 2 R_3$, alors $U_2 = 2 U_3$

$$\varepsilon = U_1 + U_2 + U_3 = 10 + 5 + 2,5 = 17,5 \text{ V}$$

Avantages et inconvénients d'un circuit en série :

On utilise les circuits série lorsque les éléments, le plus souvent identiques, sont appelés à fonctionner tous en même temps puisqu'ils requièrent le même courant. Ainsi, un seul interrupteur peut contrôler tous les éléments du circuit. De plus, la longueur de fil utilisée dans le circuit est assez petite comparée à la longueur nécessaire dans un autre type de

circuit qui contiendrait autant d'éléments. Par contre, si un seul élément vient à subir une défaillance, le circuit s'ouvre automatiquement et tous les autres éléments cesseront de fonctionner.

Le contrôle de l'intensité : certains composants exigent un courant précis. Il faut donc ajuster le courant en ajoutant une résistance en série.

Exemple : Une ampoule dont le filament offre une résistance de 6 ohms exige un courant de 1 A sous une tension de 12 V. Quelle est la résistance à mettre en série pour offrir ce courant de 1 A ?

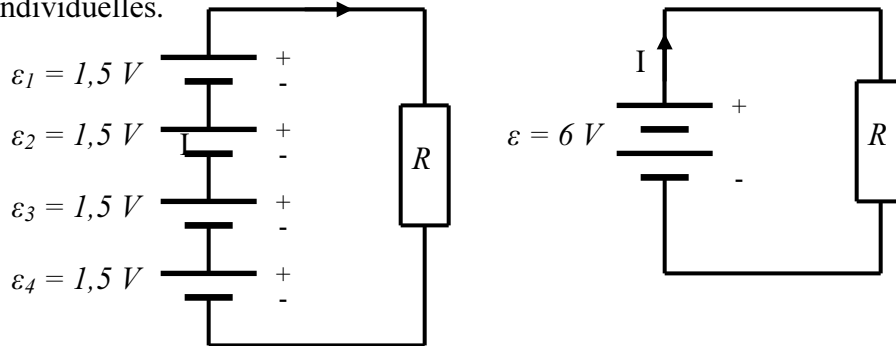
$$\varepsilon = (R + 6) \times 1 \Leftrightarrow R = \varepsilon - 6 = 12 - 6 = 6 \, \Omega$$

Le fusible : un point faible introduit volontairement dans un circuit et qui cède en premier lorsque le courant devient trop intense. C'est donc un composant de protection, placé en amont pour prévenir les bris d'équipements causés par des courts-circuits. Un fusible est caractérisé par son **calibre** qui est fonction de l'intensité admissible par les conducteurs et les composants qu'il doit protéger. Un fusible grillé doit toujours être remplacé par un autre de même calibre.

Le disjoncteur : C'est un **interrupteur automatique** qui joue le même rôle qu'un fusible ; il s'ouvre lorsque traversé par un courant intense.

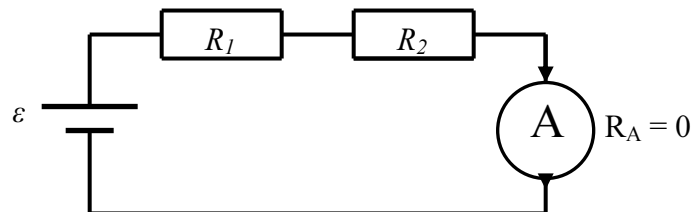
Les fusibles et les disjoncteurs servent également à couper volontairement l'alimentation lorsque des travaux d'entretien et de réparation sont nécessaires.

Les piles en série : une batterie de piles en série a une *f.é.m* équivalente à la somme des *f.é.m* individuelles.



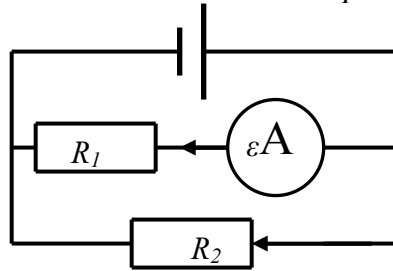
L'ampèremètre idéal : il indique l'intensité du courant qui le traverse. Il est branché en série sur un composant pour connaître le courant qui parcourt ce composant.

Mesure du courant dans un circuit série :



En pratique, les ampèremètres ont une résistance très faible résistance.

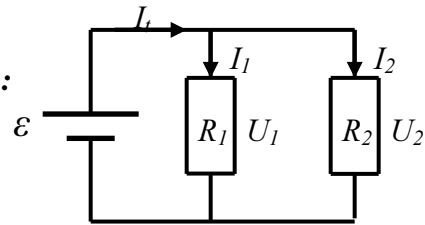
Mesure du courant qui traverse la résistance R_1 dans le circuit ci-dessous :



Les circuits en parallèle :

Dans un circuit en parallèle, le courant parcourt le circuit en empruntant plusieurs chemins. L'intensité fournie par la source totalise la somme de celles des courants dans les branches parallèles.

Analyse d'un circuit de deux résistances en parallèle :



En électricité, deux circuits sont dits équivalents si le même courant les parcourt lorsque des sources de même *f.é.m* les alimentent.

Dans un circuit en parallèle, le courant total I_t est la somme des courants individuels.

$$I_t \Leftrightarrow I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2} = \varepsilon \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2} \right)$$

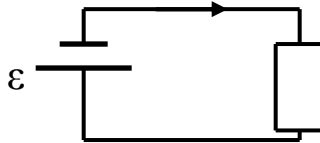
Dans un circuit en parallèle, l'inverse de la résistance équivalente est égal à la somme des inverses des résistances dans le circuit. Ainsi, pour n résistances, la résistance équivalente s'obtient ainsi :

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

Donc, le circuit simple équivalent est celui dans lequel les deux résistances R_1 et R_2 sont remplacées par une résistance équivalente R_{eq} dont la valeur sera égale à :

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_t = \varepsilon \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2} \right)$$



L'application de la Loi d'ohm au circuit équivalent permet de déterminer le courant I_t :

$$\varepsilon = R_{eq} \times I_t \Leftrightarrow I_t = \frac{\varepsilon}{R_{eq}}$$

En appliquant la Loi d'Ohm à chaque résistance dans le circuit initial, on obtient les tensions individuelles :

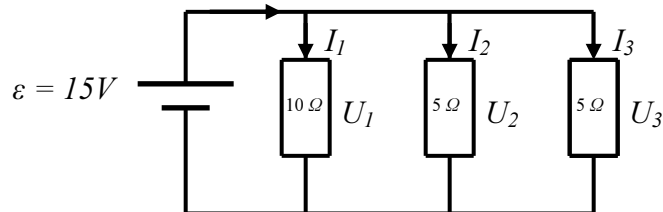
$$R_1 \times I_1 = R_2 \times I_2 = \varepsilon$$

Dans un circuit en parallèle, les tensions individuelles sont égales à la f.é.m.

$$\varepsilon = R_{\text{eq}} \times I_t = R_1 \times I_1 = R_2 \times I_2$$

$$\varepsilon = U_1 = U_2$$

Analyse d'un circuit de plusieurs résistances en parallèle :



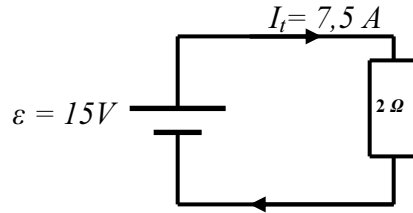
La tension aux bornes de chaque résistance est égale à la f.é.m, soit :

$$U_1 = U_2 = U_3 = \varepsilon = 15 \text{ V}$$

La résistance équivalente R_{eq} du circuit est telle que :

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Leftrightarrow \frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \Leftrightarrow \frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1+2+2}{10} \Leftrightarrow R_{\text{eq}} = \frac{10}{5} = 2 \Omega$$

Le courant total I_t est obtenu en appliquant la loi d'Ohm au circuit simple équivalent suivant :



$$\varepsilon = R_{\text{eq}} \times I_t \Leftrightarrow I_t = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}}} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ A}$$

Les courants individuels dans chaque branche du circuit, toujours selon la loi d'Ohm,

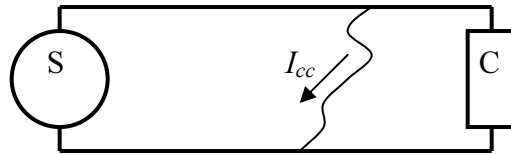
sont comme suit : $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ A}$, $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{15}{5} = 3 \text{ A}$ et $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{15}{5} = 3 \text{ A}$

Avantages et inconvénients d'un circuit en parallèle :

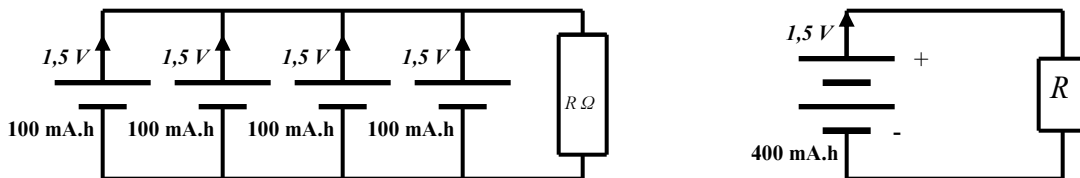
On utilise des circuits en parallèle lorsque les éléments, le plus souvent différents, sont appelés à fonctionner indépendamment les uns des autres, sous la même tension. Dans un circuit en parallèle, un élément en défaut n'empêche pas les autres de continuer à fonctionner avec le même courant et sous la même tension.

Dans un circuit parallèle, les fusibles ou les disjoncteurs sont insérés de la même manière que les interrupteurs dans les branches afin de les protéger des courts-circuits.

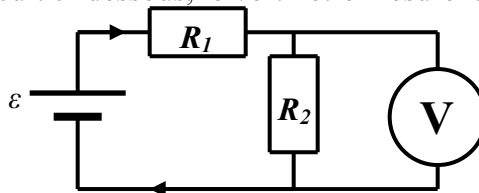
Le court-circuit : c'est un raccourci qui se produit lorsqu'un chemin de faible résistance est établi accidentellement entre deux points d'un circuit. Le courant I_{cc} intense qui circule alors peut entraîner des conséquences fâcheuses.



Les piles en parallèle : Les piles ou les accumulateurs sont branchées en parallèle lorsqu'il y a besoin d'augmenter leur durée de fonctionnement. La batterie formée a une charge égale à la somme des charges individuelles, mais sa *f.é.m* reste la même que celle des piles individuelles.



Le voltmètre idéal : il mesure la tension entre deux points d'un circuit. Il se branche en parallèle sur l'élément dont on veut mesurer la tension et indique la tension à laquelle est soumis l'élément. Dans le circuit ci-dessous, le voltmètre mesure la tension aux bornes de la résistance R_2 .

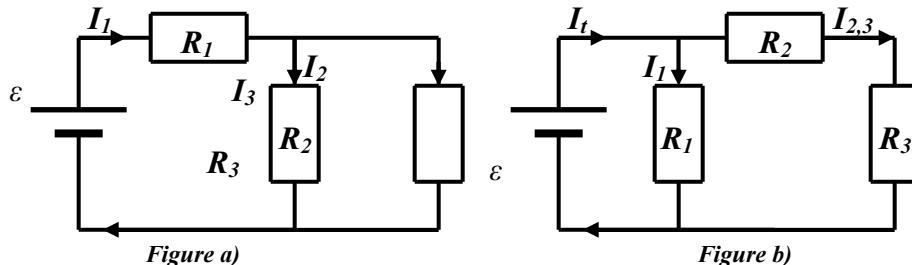


Idéalement, la résistance du voltmètre doit être très élevée, voire même infinie, pour ne pas perturber les conditions de fonctionnement du circuit. En d'autres termes, le courant qui le traverse doit être pratiquement nul.

Les circuits mixtes :

Un circuit mixte contient des combinaisons d'éléments en série et en parallèle.

Exemples :

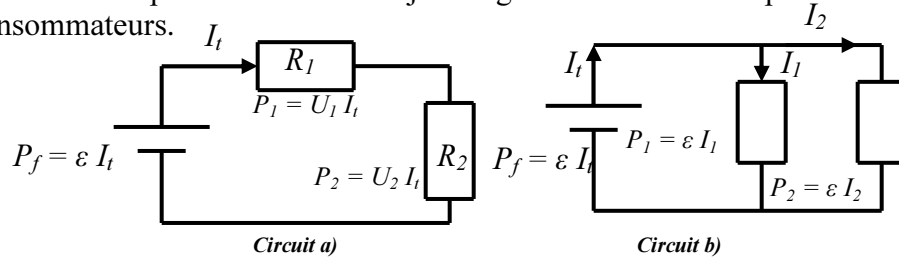


La puissance et l'énergie :

La puissance fournie par une source est consommée ou dissipée par les éléments du circuit. C'est le produit de la tension par le courant, soit : $P = UI$

P : puissance exprimée en watts, symbolisées par la lettre W
 U : tension en volts (V)
 I : intensité du courant en ampères (A)

La puissance fournie par la source est toujours égale à la somme des puissances dissipées par les consommateurs.



Circuit a) $P_f = P_1 + P_2 = (U_1 + U_2) I_t$ Circuit b) $P_f = P_1 + P_2 = (I_1 + I_2) \varepsilon$

L'effet Joule :

On appelle effet joule le phénomène de production de chaleur par un courant dans une résistance.

L'effet joule est exploité dans les éléments chauffants de la cuisinière, des plinthes électriques, de la bouilloire, du séchoir à cheveux, etc.

La puissance dégagée par effet joule se calcule de la sorte : $P = UI = (RI) I = RI^2$

La définition de la puissance :

La puissance correspond à un taux d'énergie. C'est la quantité d'énergie produite ou consommée par seconde. Elle s'exprime comme le rapport entre la quantité d'énergie et l'intervalle de temps écoulé.

$$\text{Puissance} = \frac{\text{quantité d'énergie}}{\text{temps}} = \frac{E}{t}$$

Les formes d'énergie et les conversions :

Les composants d'un circuit ont pour rôle de convertir l'énergie d'une forme à une autre. Dans le circuit d'une lampe de poche, la pile convertit l'énergie chimique en énergie électrique, la lampe la transforme en énergie lumineuse et en chaleur. Un moteur convertit l'énergie électrique en énergie mécanique et en chaleur. Un séchoir, lui, convertit l'énergie électrique en chaleur et en vent, i.e en énergie thermique et cinétique.

La conservation de l'énergie, le rendement et l'efficacité énergétique :

Le principe de conservation stipule que la quantité totale d'énergie demeure constante.

Dans le cas du circuit de la lampe de poche, on peut écrire : $E_{\text{pile}} = E_{\text{chaleur}} + E_{\text{lumière}}$

Le rendement énergétique :

Le rendement est la portion, exprimée en pourcentage, de l'énergie utile par rapport à l'énergie totale consommée. Le rendement s'exprime également au moyen des puissances.

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie consommée}} \times 100 = \frac{\text{puissance utile}}{\text{puissance consommée}} \times 100$$

L'énergie se mesure en Joules, symbolisés par la lettre J en l'honneur au physicien anglais *James Prescott Joule*.

L'énergie se mesure également en calories, en tonne équivalent charbon (tec), en tonne équivalent pétrole (tep) et en kilowattheure (kW.h).

<i>1 cal</i>	<i>4,2</i>
<i>1 Cal</i>	<i>4,2 x 10³</i>
<i>1 kW.h</i>	<i>3,6 x 10⁶</i>
<i>1 tec</i>	<i>≈ 2,9 x 10¹⁰</i>
<i>1 tep</i>	<i>≈ 4,3 x 10¹⁰</i>

Le courant, son transport et sa distribution

Le courant continu et le courant alternatif :

Le courant continu :

Un courant continu circule toujours dans le même sens et son intensité dans le temps demeure constante dans tous les cas où la résistance est invariable. Donc, en fonction du temps, le courant continu est une constante.

Les abréviations utilisées pour le courant continu sont :

- En anglais : *DC* pour *Direct Current*
- En français : *c.c* pour *courant continu*

Pour indiquer un courant continu et une tension continue, on utilise les abréviations : I_{cc} et U_{cc} .

Les piles et les accumulateurs produisent des courants continus.

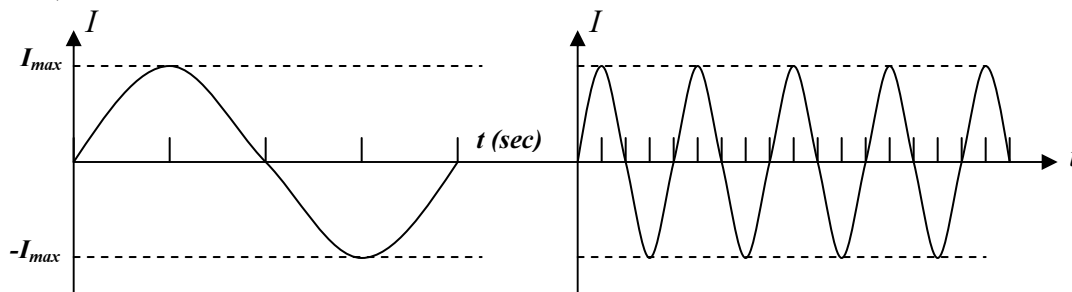
Le courant alternatif :

Le courant alternatif et la tension qui l'accompagne changent de sens et varient continuellement, tel un pendule qui oscille. Les électrons font un mouvement de va-et-vient régulier.

La fréquence du courant alternatif :

Un courant alternatif est caractérisé par sa fréquence ; c'est-à-dire le nombre d'oscillations ou de va-et-vient par seconde. L'unité dans laquelle la fréquence s'exprime est l'Hertz, symbolisé par la lettre **Hz**.

Hydro-Québec fournit à ses abonnés un courant alternatif de 60 Hz. (60 oscillations par seconde).



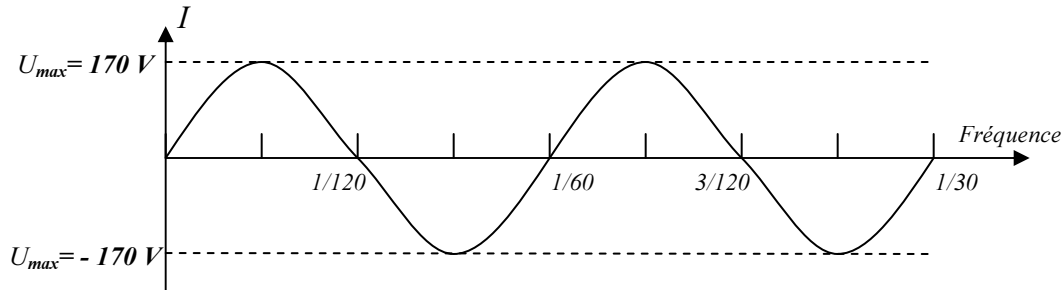
Tension efficace et intensité efficace :

Dans un circuit à courant alternatif, l'intensité du courant et la tension changent continuellement. Alors, pour les utiliser dans les calculs relatifs aux circuits, on utilise les valeurs efficaces, représentatives de la puissance moyenne.

Le courant efficace $I_{eff} = 0,707 I_{max}$

La tension efficace $U_{eff} = 0,707 U_{max}$

La tension alternative 60 Hz fournie par Hydro-Québec à ses abonnés :



Donc, une tension qui oscille entre $-170 V$ et $170 V$ correspond au fond à une tension efficace de $170 \times 0,707 = 120 V$.

La puissance moyenne : $P_{moy} = U_{eff} I_{eff}$

L'adaptation de la tension :

Les prises de courant dans les résidences fournissent des tensions de $120 V$ et $240 V$. Pour faire fonctionner un baladeur dont la tension de service est de $6 V_{cc}$, on utilise un adaptateur qui abaisse la tension et la transforme d'alternative en continue. Donc, un adaptateur contient un transformateur et un redresseur.

Transformateur :

Un transformateur abaisse ou élève la tension du courant alternatif. Hydro-Québec utilise beaucoup les transformateurs de puissance pour transformer les hautes tensions transportées en tension de $120 V$.

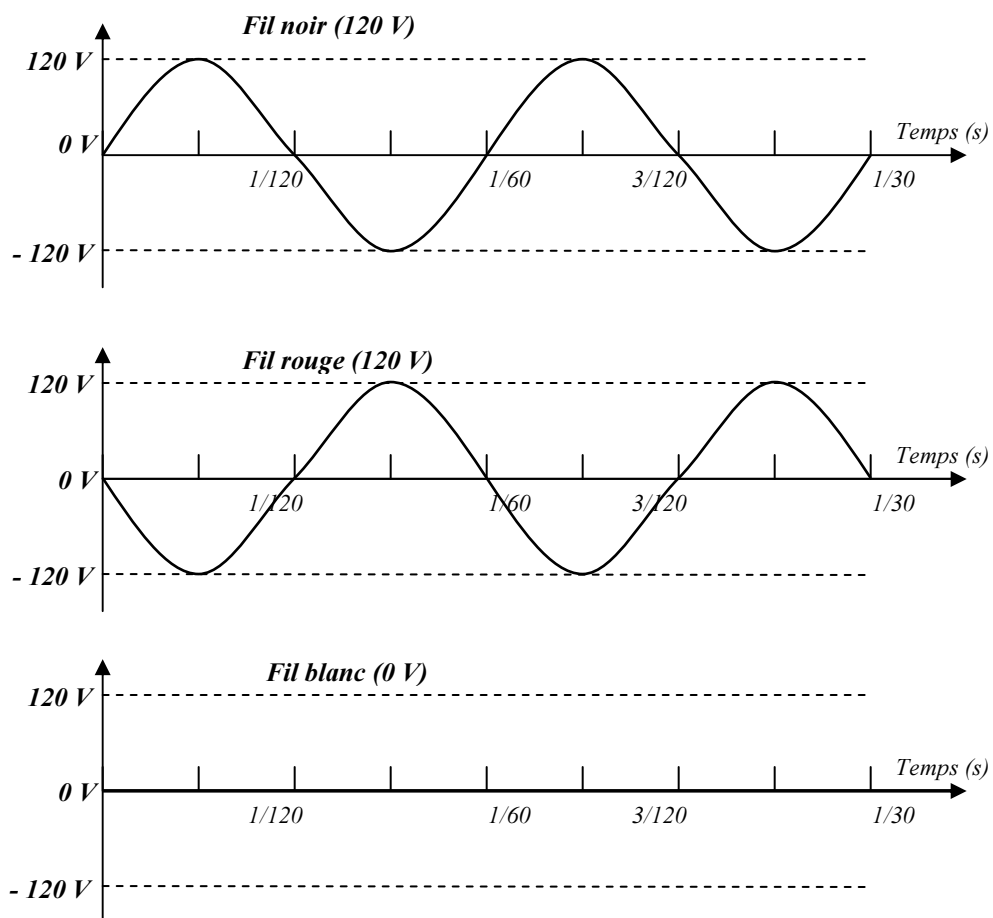
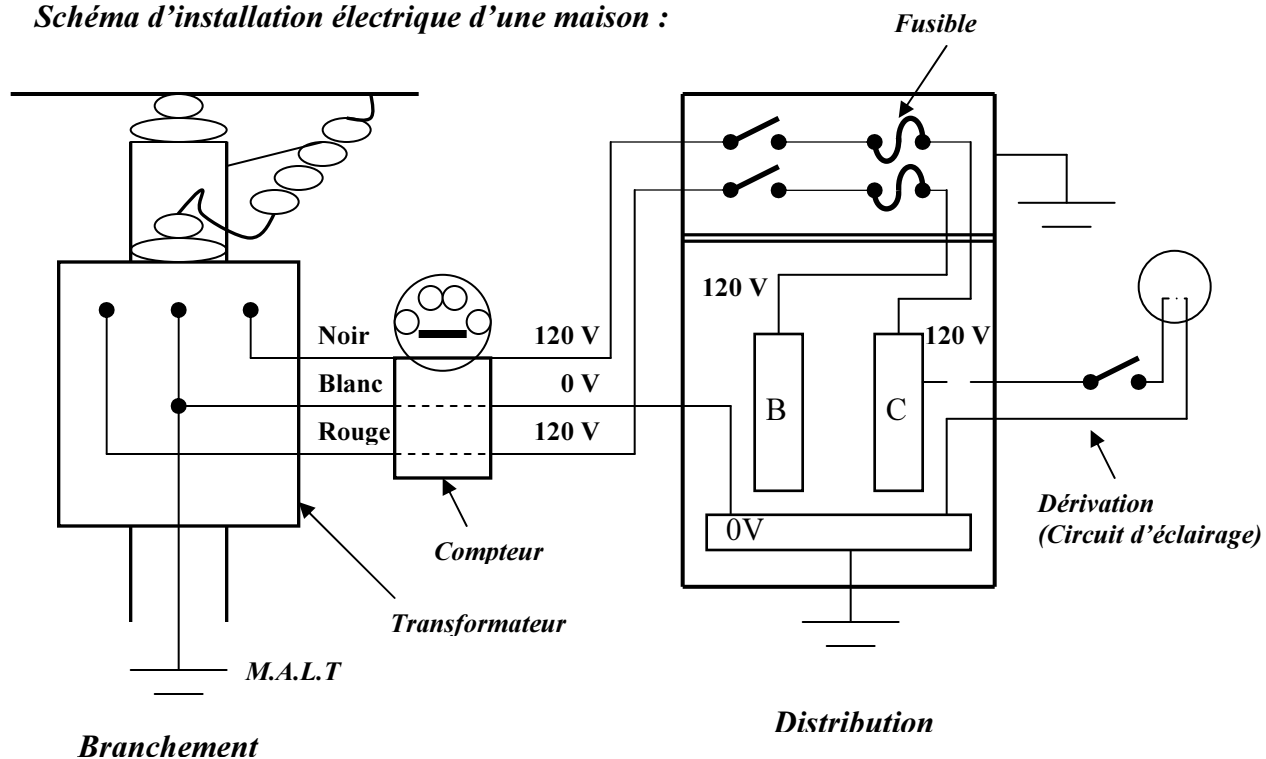
Redresseur : Il convertit le courant alternatif en courant continu, avec un haut rendement.

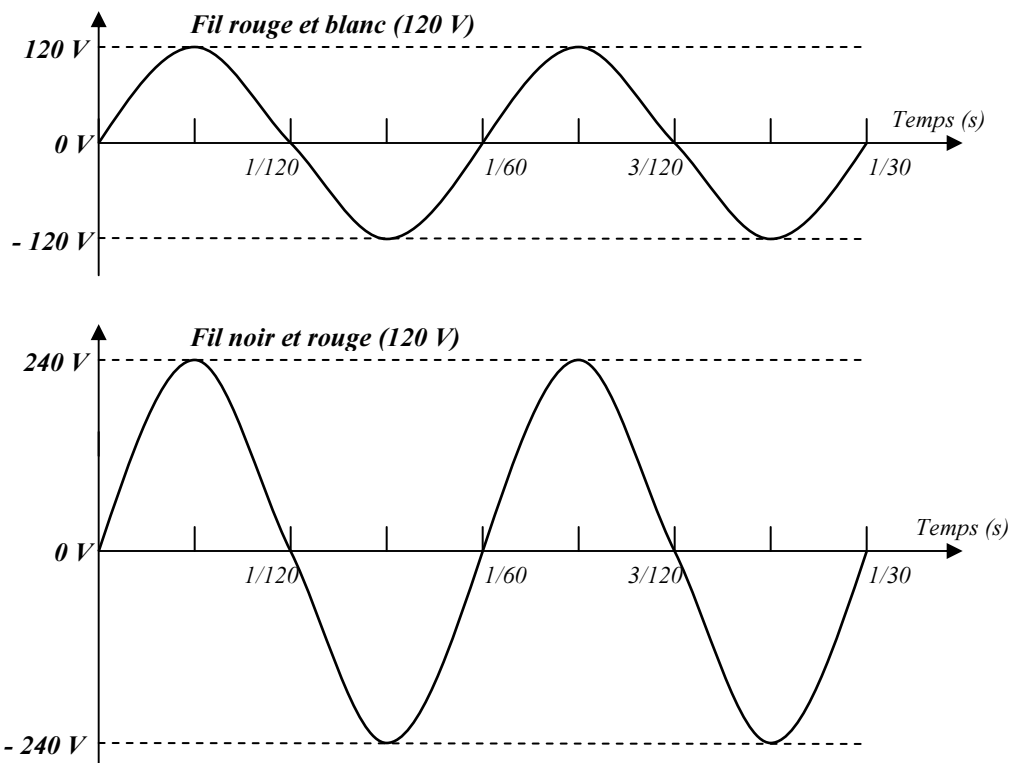
Onduleur : Il convertit le courant continu en courant alternatif.

Les circuits résidentiels :

Le branchement d'une résidence va du transformateur à l'interrupteur principal. La distribution relie le panneau de distribution aux sorties (prises, éclairage, etc.) dans les différentes parties de la maison.

Schéma d'installation électrique d'une maison :





Le branchement au réseau :

Les branchements offerts par Hydro-Québec donnent un maximum de 60 A , 100 A ou 200 A . Cela dépend de la superficie de la maison et du mode de chauffage utilisé.

À la sortie du transformateur, trois fils se dirige, via le compteur, vers le panneau de distribution installé à l'intérieur de la maison : le fil blanc, neutre, à 0 V et les fils noir et rouge, dits «vivants» parce qu'ils offrent une différence de potentiel par rapport au neutre de 120 V . Les circuits de la maison utilisant 120 V sont reliés entre les fils noirs et blanc ou rouge et blanc, et les circuits utilisant 240 V sont reliés entre les fils noir et rouge.

Le panneau de distribution contient l'interrupteur principal ainsi que les fusibles et disjoncteurs associés aux divers circuits de la maison. Il est muni d'une prise de terre, appelée également mise à la terre (MALT) ; un conducteur dénudé (sans gaine isolante) relie le panneau et le fil neutre au sol, habituellement par la plomberie, si celle-ci est un métal.

La distribution dans la maison : circulation dans les murs

À l'interrupteur principal qui règle le courant total, sont raccordés les deux vivants et le fil neutre via les barres omnibus A (neutre), B (vivant) et C (vivant) d'où partent les dérivations. Les omnibus sont des conducteurs sous forme de barreaux qui servent de connexion commune aux fils de deux circuits ou plus. Le bus A, neutre, est mis à la terre.

Les dérivations sont branchées entre un bus vivant et la barre neutre pour les sorties de 120 V et entre les deux bus vivants pour les sorties à 240 V. Les circuits à 120 V sont protégés par des disjoncteurs calibrés à 15 A ou 20 A, alors que ceux à 240 V sont protégés par des disjoncteurs de 30 A, 40 A ou 50 A.

Dans les circuits à 120 V, le neutre sert de retour au courant. Tandis que dans les circuits à 240 V, le courant peut suivre différents chemins. Par exemple, si le fil sous tension partant du bus A alimente un composant, le retour du courant peut se faire par le second fil sous tension. De son côté, le bus B pourrait alimenter un second composant et le retour s'effectuerait par le fil neutre.

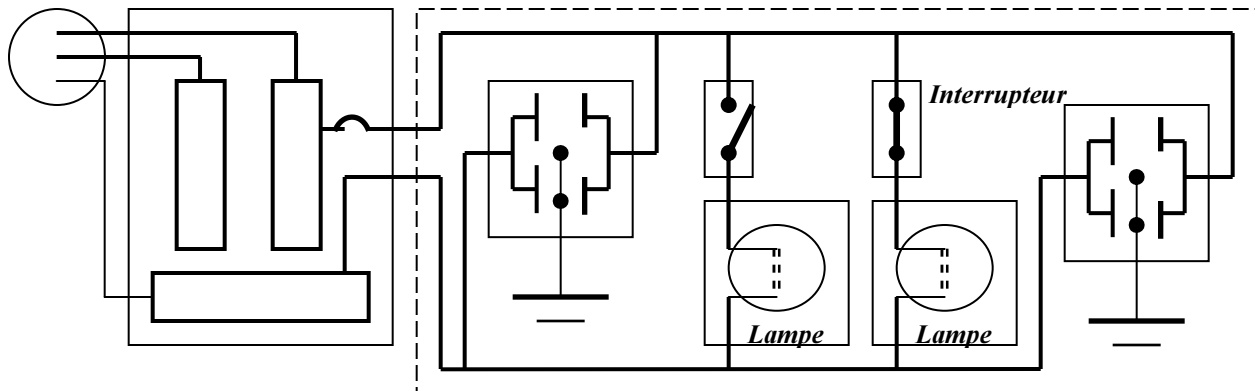
Pour les circuits de 240 V, un disjoncteur calibré à 40 A est placé à la sortie de chacun des bus sous tension.

La grosseur des conducteurs :

Des conducteurs en cuivre ou, plus rarement, en aluminium sont utilisés dans les installations résidentielles. Le Code d'électricité du Québec utilise la jauge américaine **AWG** (*American Wire Gage*) pour indiquer la grosseur des conducteurs. Un numéro de jauge élevé indique un petit diamètre et vice versa. Les gros conducteurs comprennent généralement un groupe de petits conducteurs toronnés ou torsadés.

Dérivation universelle : un circuit qui alimente plusieurs composants parallèles

Circuit d'éclairage de deux chambres à coucher :

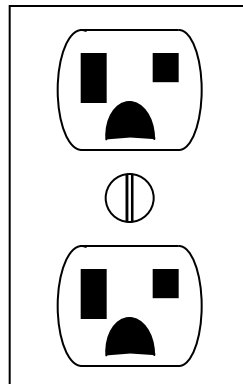


Les prises de courant :

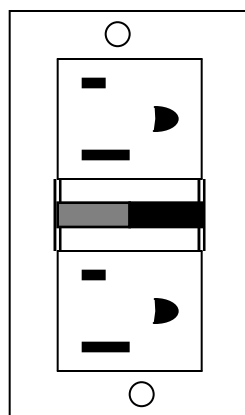
Elles servent à brancher et débrancher des appareils sur le circuit de distribution.

Différentes types de prises existent :

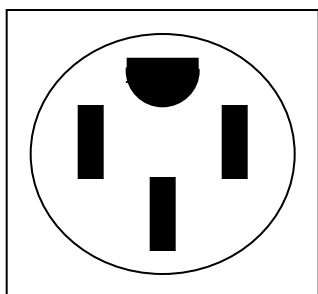
- 1) Prises doubles à trois brins ;



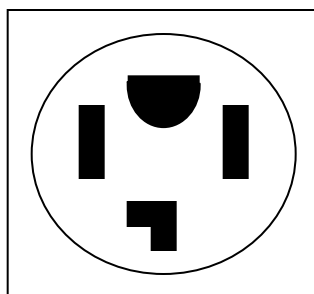
2) Prises protégées par un disjoncteur différentiel (employés dans les salles de bain) ;



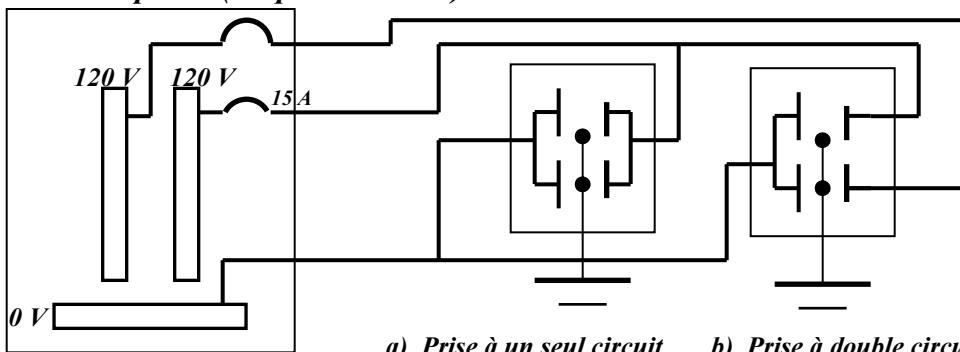
3) Prise de cuisinière ;



4) Prise de sècheuse.



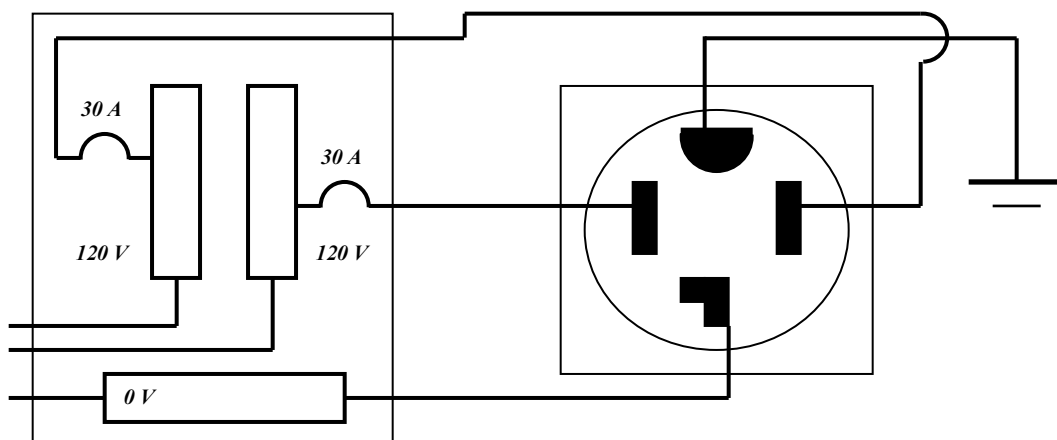
Branchement de prises (simple et double) :

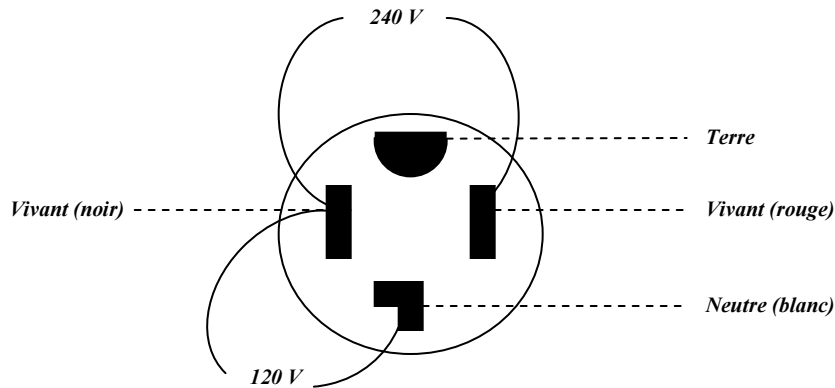


a) Prise à un seul circuit

b) Prise à double circuit

Circuit d'une sècheuse :





Les circuits industriels :

Sur le principe, les installations industrielles ressemblent aux installations résidentielles, seulement elles exigent une alimentation plus puissante pour faire fonctionner la multitude d'équipements industriels installés à l'usine, où certaines machines fonctionnent à très haute tension. C'est pourquoi Hydro-Québec fournit des tensions allant jusqu'à 69 kV.

Le transport de l'électricité :

Le réseau électrique est divisé comme suit :

- 1) la production d'énergie électrique aux niveaux des centrales ;
- 2) le transport de cette énergie via des lignes aériennes ou souterraines. Pour être transportée, la tension est élevée grâce à des transformateurs survolteurs ;
- 3) la distribution de cette énergie selon des niveaux auprès des usagers, des commerces et des usines. Pour être distribuée, la tension est abaissée à des niveaux recommandables pour les différents types de consommateurs.

Les lignes de transport :

Une ligne de transport aérienne est composée :

- 1) de conducteurs en cuivre ou en aluminium avec âme en acier ;
- 2) de supports (poteaux ou pylônes selon le niveau de tension) sur lesquels sont installés les conducteurs ;
- 3) des isolateurs qui supportent et amarrent les conducteurs, en plus de les isoler ;

Les transformateurs :

Il modifie la tension d'un circuit à courant alternatif. Un transformateur est dit «dévolteur» lorsqu'il abaisse la tension et il est dit «survolteur» lorsqu'il élève la tension. L'entrée d'un transformateur s'appelle le primaire et la sortie, le secondaire.

Pratiquement, un transformateur fonctionne sans perte d'énergie. Donc, la puissance au primaire est transférée au secondaire.

$$P_1 = P_2$$

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

La diminution de la tension au secondaire est compensée par une augmentation du courant et, inversement, l'augmentation de la tension au secondaire par un survolteur s'accompagne d'une baisse de courant.

Le transport de la haute tension :

L'électricité est transportée à haute tension afin de minimiser les pertes en chaleur par effet Joule. La puissance perdue par effet Joule est donnée par l'équation :

$$P_j = R I_2^2$$

Donc un courant faible entraîne un minimum de perte par effet Joule. En divisant le courant par 2, la puissance perdue est divisée par 4 et si l'on double le courant, elle est multipliée par 4, d'où la nécessité de transporter la puissance fournie sous forme d'un courant faible à très haute tension.

Le rendement d'une ligne de transport est donné par :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{puissance livrée}}{\text{puissance produite}} \times 100$$

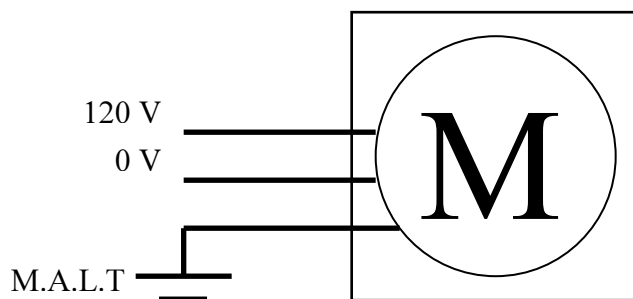
$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{puissance}_{\text{produite}} - \text{puissance}_{\text{perdue}}}{\text{puissance}_{\text{produite}}} \times 100$$

Les chocs électriques :

Selon les personnes, la résistance d'un corps humain varie de 500 à 1000 Ω . Cette résistance peut atteindre des valeurs beaucoup plus importantes dans certaines parties du corps : par exemple, une main sèche en contact avec un vivant peut atteindre une résistance de 50 000 Ω . Si ce corps est soumis à une différence de potentiel, un courant le traverse automatiquement ; c'est ce qu'on appelle «un choc électrique». L'intensité du courant détermine la gravité de l'impact sur la personne électrocuté, qui peut aller d'un simple choc à la mort certaine.

La mise à la terre (M.A.L.T) :

La mise à la terre d'un appareil est assurée par un troisième fil qui est relié à la terre dont la tension est 0 V. Pour des raisons de sécurité, cette précaution est prise pour éviter des chocs lorsque des bâtis métalliques de certains appareils se retrouvent accidentellement ou par dysfonctionnement en contact avec un vivant.



L'électricité statique et le magnétisme

L'épopée de l'électricité statique :

- **Plus de 5 siècles avant Jésus-Christ :** Thalès observe la première attraction électrique entre un morceau d'ambre jaune frotté sur de la soie et des brindilles de paille. C'est le phénomène d'électrisation par frottement.

- **En 1600 :** Willian Gilbert découvre d'autres matériaux possédant des propriétés électriques tels que les pierres précieuses, le soufre, le mastic et divers résines. Dès lors, on classifia les corps en deux catégories : les isolants et les conducteurs.

- **En 1740 :** Musschenbroek fabrique la première bouteille de Leyde, un dispositif capable d'accumuler une grande quantité de charge. La bouteille de Leyde est l'ancêtre du condensateur. C'est une bouteille en verre recouverte d'une feuille de métal et contenant accidentellement de l'eau impur agissant comme conducteur, reliée par une chaîne à une sphère métallique.

- **En 1760 :** Franklin invente le paratonnerre grâce à son cerf-volant muni d'une pointe métallique avec laquelle il capta l'électricité de l'atmosphère.

- **En 1785 :** Coulomb établit la relation entre la force électrique et la distance qui sépare deux objets (Loi de Coulomb : la force électrostatique est inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare les deux charges.)

- **Vers 1790 :** Galvani croit avoir démontré que le corps d'un animal est une « bouteille de Leyde organique »

- **En 1800 :** Volta mit au point la première pile ; c'est le début de l'électricité dynamique.

La charge électrique et la matière :

Lorsque deux charges sont de même signe (les deux positives ou les deux négatives), elles se repoussent et il en résulte une force électrostatique de répulsion et lorsque deux charges sont de signes contraires (l'une positive et l'autre négative), elles s'attirent et il en résulte une force d'attraction.

Un objet neutre contient autant de protons que d'électrons, un objet positif possède plus de protons que de neutrons et un objet négatif possède plus d'électrons que de protons.

Le phénomène d'électrisation s'explique par un transfert d'électrons d'un objet à l'autre. La charge totale reste par contre la même avant et après frottement des deux objets ; c'est le principe de conservation de la charge.

Un transfert d'électrons peut avoir lieu par simple contact entre un objet chargé et un objet neutre qui acquiert une partie de la charge de l'objet chargé. Dès lors, les deux objets se repoussent ; c'est le phénomène d'**électrisation par contact** dans lequel un

objet négatif donne des électrons à l'objet neutre, qui devient négatif, alors qu'un objet positif enlève des électrons à un objet neutre, qui devient positif.

Les isolants et les conducteurs :

S'agissant de matériaux isolants, quand il y a frottement entre deux objets, les charges restent localisées aux endroits où le frottement a eu lieu.

Pour électriser un conducteur, on utilise une manche isolante pour éviter la circulation des électrons à travers l'objet qui sert de mise à la terre. Contrairement aux isolants, les charges acquises sont réparties sur toute la surface du conducteur.

L'électrisation par induction :

C'est l'électrisation d'un objet conducteur sans le toucher, en utilisant l'influence d'un corps chargé placé à proximité.

L'attraction d'un objet neutre par un corps chargé :

Un objet chargé exerce une attraction sur un objet neutre, grâce à l'induction, c'est-à-dire l'influence à distance.

En présence d'un objet chargé, un isolant voit ses charges se séparer sur une petite zone près de la surface. En approchant l'objet chargé, les électrons des atomes de l'isolant, repoussés par les charges négatives de l'objet chargé, s'enfoncent légèrement dans le papier, ce qui laisse la surface chargée positivement. L'attraction entre la surface positive du papier et l'objet chargé négativement soulève alors les bouts de papiers.

La décharge électrique : l'étincelle

Lorsque la tension entre un objet chargé et un point particulier de son environnement dépasse un certain seuil, les charges de l'objet s'écoulent vers ce point dans l'air qui les sépare. Le courant ainsi produit devient étincelle, arc électrique ou encore éclair !

L'électricité statique dans le monde moderne :

Précautions relatives à l'électricité statique :

Les pneus d'un véhicule en mouvement génèrent de l'électricité statique qui se transmet en partie à la carrosserie. Les camions citernes qui transportent des produits inflammables sont munis d'une chaîne de mise à la terre qui, par contact avec l'asphalte, élimine les charges statiques et évite ainsi qu'une étincelle entraîne une explosion des vapeurs.

Les courroies des machines ou des convoyeurs accumulent beaucoup de charges par frottement. Pour parer à cela, on utilise des collecteurs en métal, reliés à la terre pour drainer les charges accumulées.

Les applications de l'électricité statique :

Le plastique d'emballage est un bon exemple de l'utilisation de l'électricité statique. En effet, électrisées en usine, les pellicules de plastique adhèrent aux contours d'une assiette grâce à l'électricité statique pour emprisonner la fraîcheur des aliments.

La peinture au pistolet électrostatique permet de réduire les pertes et d'augmenter la vitesse d'exécution du travail. Les gouttelettes sortent chargées du pistolet. Le métal électrisé par induction, attire les gouttelettes dans toutes les parties du métal, ce qui réduit les pertes.

On réduit les pertes au sol en électrisant un insecticide avant de le répandre.

Afin de réduire la poussière et les fines gouttelettes qui s'échappent dans l'atmosphère, on applique une tension élevée entre la paroi extérieure d'un contenant cylindrique mis à la terre et un fil qui le traverse en son milieu, ce qui a pour effet de retenir les particules polluantes à l'intérieur de l'appareil en les projetant sur la paroi. Ce phénomène est dit «**précipitation électrostatique**».

La force électrostatique et la loi de Coulomb :

L'intensité de la force d'attraction ou de répulsion entre deux objets varie selon la quantité de charges que portent ces objets et de la distance qui les sépare.

L'orientation de la force :

Les charges s'éloignent ou s'approchent selon qu'elles s'attirent ou se repoussent. L'importance du déplacement dépend de l'intensité de la force.

L'influence de la charge :

La force est directement proportionnelle à la grandeur de chacune des charges. Si l'on double l'une des deux charges, la force double et si, en plus, on double l'autre charge, la force quadruple.

L'influence de la distance entre les charges :

La force est inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare les deux charges. Si la distance double, la force est divisée par quatre. Si cette distance triple, la force est divisée par neuf.

La loi de Coulomb :

Elle est donnée par la relation suivante :
$$F = \frac{k |Q_1 Q_2|}{d^2}$$

Le magnétisme :

L'histoire du magnétisme :

Qqe siècles avant J.-C.	On observe l'attraction entre la magnétite et le fer
XIe siècle Vers 1270	Les marins chinois et arabes utilisent la boussole La boussole fait son apparition en Europe occidentale Pierre de Méricourt distingue les deux extrémités d'un aimant qu'il nomme «pôle nord» et «pole sud».
1600	Gilbert reprend les expériences de Méricourt et échoue dans sa tentative de relier l'électricité et le magnétisme.

Les propriétés magnétiques :

En raison de sa structure interne, un aimant possède toujours deux pôles, quelque soit la forme ou la taille. En effet, la matière d'un aimant est divisée en petites sections appelées domaines, chacune étant un micro-aimant. Les domaines sont tous alignés et leurs forces magnétiques se superposent et l'ensemble donne une substance aimantée.

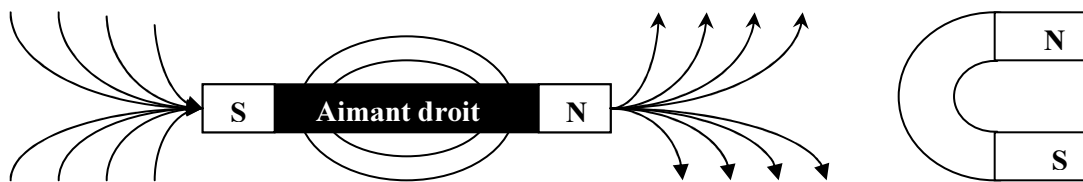
La force magnétique se manifeste par une attraction entre deux pôles différents et par une répulsion entre deux pôles semblables.

Le magnétisme terrestre :

La terre se comporte comme un gros aimant droit dont le pôle nord correspond au pôle sud de la terre.

Les lignes de champ magnétique :

L'influence magnétique est représentée par les lignes de champ magnétique qui sortent du pôle nord et rentrent au pôle sud de l'aimant.



L'électromagnétisme

Chronologie de l'évolution de l'électromagnétisme :

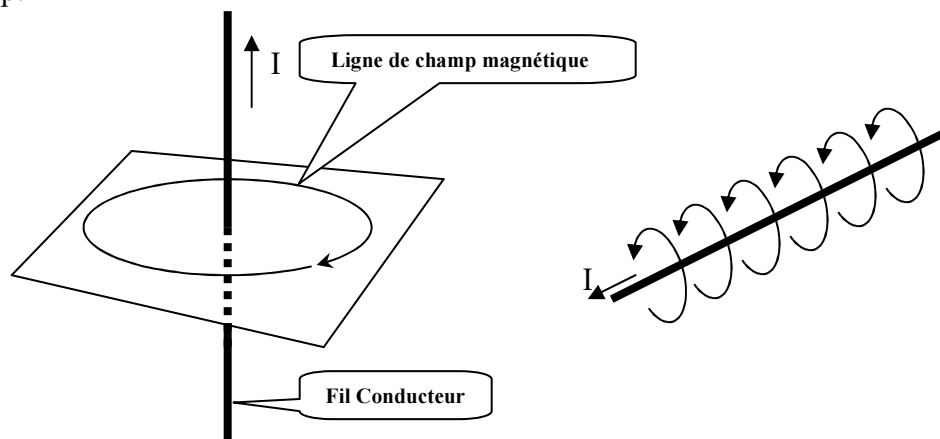
- 1820** : Oersted prouve la parenté entre électricité et magnétisme
- 1821** : Ampère quantifie et explique les observations d'Oersted
- 1831** : Faraday découvre l'induction électromagnétique
- 1873** : Maxwell publie son Traité de l'électricité et du magnétisme
- 1876** : Bell invente le téléphone
- 1877** : Edison invente le phonographe
- 1880** : Premières centrales électriques
- 1888** : Hertz produit des ondes radio
- 1896** : Marconi invente la radio
- 1897** : Découverte de l'électron
- 1901** : Liaison radio transatlantique

Champ magnétique créé par un courant :

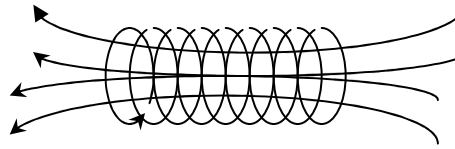
Un courant qui parcourt un fil électrique droit produit un champ magnétique et le fil se comporte alors comme un aimant. Les lignes de champ suivent des boucles autour du fil de façon à former une sorte de bobine. Donc, une bobine traversée par un courant se comporte comme un aimant droit.

Pour déterminer le sens des lignes de champ magnétique engendrées par un courant dans un conducteur, il suffit de pointer le pouce droit dans le sens du courant. En fermant la main autour du conducteur, les doigts s'enroulent dans le sens des lignes de champ.

La même règle s'applique pour les lignes de champ qui traversent une boucle ou une bobine : les doigts enroulés sortent de la boucle ou de la bobine en pointant dans le sens du champ.



Les électro-aimants :



Une bobine de conducteur parcourue par un courant forme donc un aimant électrique ou un «électro-aimant». Les gros électro-aimants comprennent souvent deux bobines placées face à face.

Quelques applications modernes :

- 1) L'imagerie par résonance magnétique :
- 2) Le stockage d'informations
- 3) Les haut-parleurs

L'action d'un champ magnétique sur un courant :

Un courant influe sur un aimant et réciproquement, en présence d'un aimant, un conducteur parcouru par un courant subit une force magnétique. Celle-ci agit dans une direction perpendiculaire aux lignes de champ magnétique et au courant électrique. Le sens de la force dépend du sens du courant et celui du champ.

Un aimant peut donc déplacer un conducteur parcouru par un courant. C'est le principe de fonctionnement des moteurs électriques.

Les moteurs électriques :

Ce sont des convertisseurs d'énergie électrique en énergie mécanique de rotation. On distingue deux types de moteurs : les moteurs à courant continu et les moteurs à courant alternatif.

1) Le moteur à courant continu :

Une bobine rectangulaire, montée dans l'entrefer d'un aimant et alimentée par une batterie, tourne sous l'action des forces opposées exercées sur les côtés. Pour que la bobine tourne dans un même sens, le courant doit changer à tous les demi-tours. Pour ce faire, on utilise un commutateur composé de deux moitiés d'un cylindre séparées par une fente étroite. Chaque partie est fixée à une extrémité de la bobine et est en contact avec un pôle de la batterie par l'intermédiaire d'un petit balai métallique. Ainsi, au départ, une partie du commutateur est reliée à la borne positive et l'autre est en contact avec la borne négative. Une fois l'alimentation branchée, la bobine amorce son mouvement de rotation et entraîne avec elle le commutateur. Comme les balais restent fixes, lorsque la fente du commutateur passe sur les balais, la partie du commutateur qui était en contact avec la borne positive passe à la borne négative et celle qui était négative devient positive. Cette inversion se produit à tous les demi-tours. Le courant change ainsi régulièrement de sens, tel qu'il est requis pour obtenir la rotation de l'axe du moteur.

2) Le moteur à courant alternatif :

Il fonctionne selon le même principe qu'un moteur à courant continu, sauf qu'il n'a pas besoin d'un commutateur spécial, car le courant alternatif change régulièrement de sens.