

Année académique : 2020-2021

## TP MESURE ELECTRIQUE

**Classe** : Licence 1 Techno

**Enseignant** : Dadel MABIKA

## 1. Objectifs

---

- ✓ Rappel sur les notions d'électricité.
- ✓ Initier les étudiants aux techniques de mesure des grandeurs électriques et électroniques.
- ✓ Se familiariser à l'utilisation des appareils de mesures.
- ✓ Etre capable de faire le choix de l'appareil le mieux adapté au type de mesure à effectuer.
- ✓ Prendre les précautions nécessaires pour effectuer en toute sécurité des mesures électriques.

## 2. Les bases de l'électricité

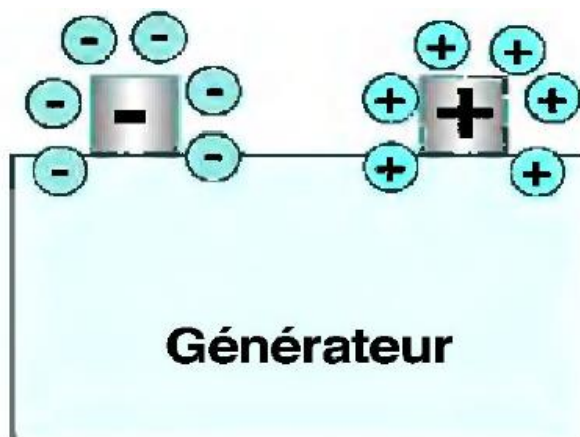
---

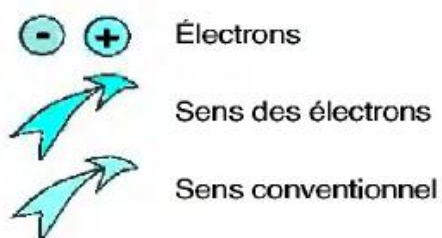
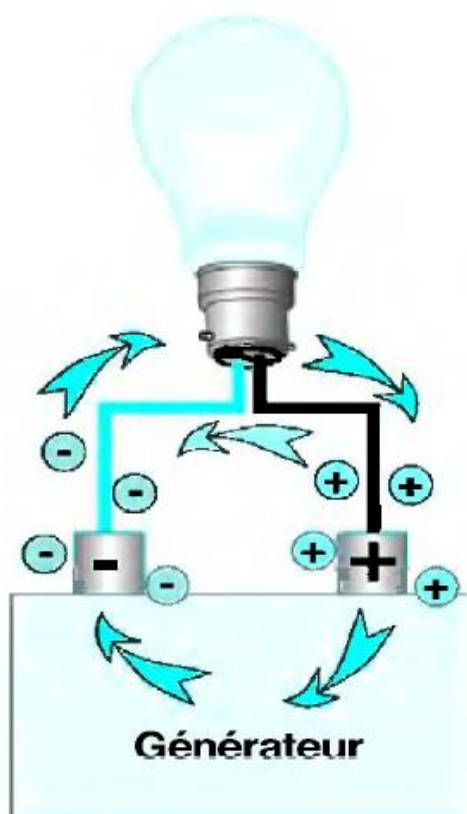
Cette partie introductive présente les principes de base de l'électricité et sa nature. L'objectif est d'éclaircir ce que l'on appelle communément « courant » électrique, sans entrer dans la théorie des formules mathématiques. Vous découvrirez ou redécouvrirez, par exemple, la différence entre intensité, puissance et tension. Pour dépanner les appareillages électriques, il est important de connaître les unités et de savoir les mesurer, ce qui est également expliqué en détails dans cette partie.

### 2.1 Notions d'électricité

Un courant électrique est la circulation d'électrons libres entre deux points d'un corps conducteur. Les électrons sont des particules qui gravitent autour d'un noyau, un peu comme les planètes autour du soleil. Le noyau et ses électrons constituent un atome. On appelle électron libre un électron pouvant se détacher facilement de son atome. On distingue deux sortes de corps : ceux qui possèdent des électrons libres, appelés conducteurs (essentiellement les métaux), et ceux qui n'en possèdent pas, appelés isolants (verre, porcelaine, plastique, etc.).

**2.1.1 Le générateur** : un générateur est un appareil qui produit de l'électricité. Il est muni de deux bornes métalliques. Il contient un dispositif qui crée un excès d'électrons sur une borne et un manque sur l'autre. On symbolise ses bornes par le signe plus (+) pour l'excès et moins (-) pour le manque.





D'un excès d'électrons sur une borne et un manque sur l'autre. On symbolise ses bornes par le signe plus (+) pour l'excès et moins (-) pour le manque. Lorsqu'on raccorde un récepteur à ses bornes (une ampoule sur une pile, par exemple), il agit comme une pompe à électrons : il absorbe les charges positives et renvoie les négatives. Dans le circuit, les électrons circulent de la borne - à la borne +. Le courant électrique a donc un sens.

Autrefois, on définissait que le courant circulait de la borne + à la borne -, c'est-à-dire l'inverse de la réalité ; on a conservé cette convention aujourd'hui.

### 2.1.2 Les effets de l'électricité

Un courant électrique peut avoir plusieurs effets en fonction de la nature de l'élément traversé. On peut citer :

- ✓ L'effet calorifique
- ✓ L'effet chimique
- ✓ L'effet magnétique

## Les effets du courant électrique

### ① L'effet calorifique



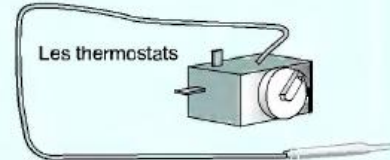
Sous l'effet du passage du courant électrique, la lampe s'allume, son filament rougit et dégage de la chaleur : c'est l'effet calorifique.

Générateur

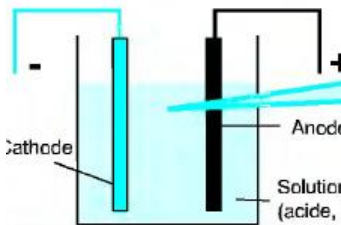
### Les applications



Les fusibles



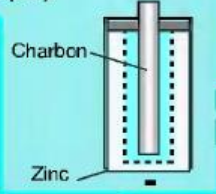
### ② L'effet chimique (électrolyse)



Sous l'effet du passage du courant électrique, il se produit un échange d'électrons entre l'anode et la cathode.

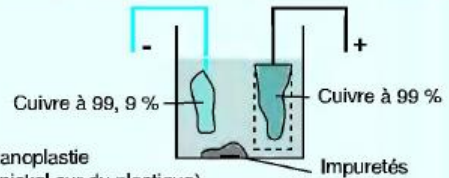
#### L'effet peut être inversé

Avec une électrolyse, on peut créer de l'électricité (piles, batterie de voiture, par exemple).

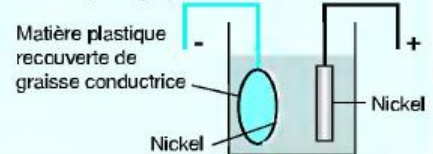


### Les applications

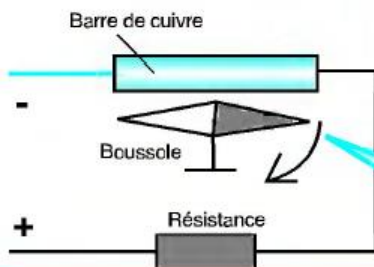
- Le dépôt métallique par électrolyse (chromage, cuivrage, dorure, argenture)
- Le raffinage de certains métaux (cuivre dans l'exemple)



- La galvanoplastie (dépôt de nickel sur du plastique)



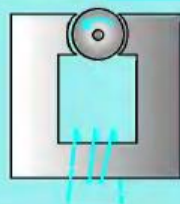
### ③ L'effet magnétique



Sous l'effet du passage du courant électrique, l'aiguille de la boussole dévie. Le courant crée donc un champ magnétique qui se superpose au champ terrestre.

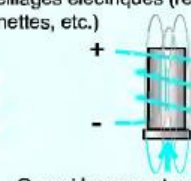
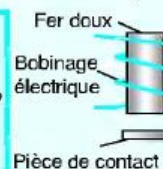
#### L'effet peut être inversé

En faisant tourner une dynamo, par exemple, à l'aide d'une autre énergie, on produit de l'électricité.



### Les applications

- L'électroaimant, qui est utilisé dans de nombreux appareillages électriques (relais, contacteurs, sonnettes, etc.)



Quand le courant passe il se crée un champ magnétique qui attire la pièce de contact.

- Les transformateurs



Le courant qui traverse le bobinage A crée un champ magnétique qui produit de l'électricité dans le bobinage B.

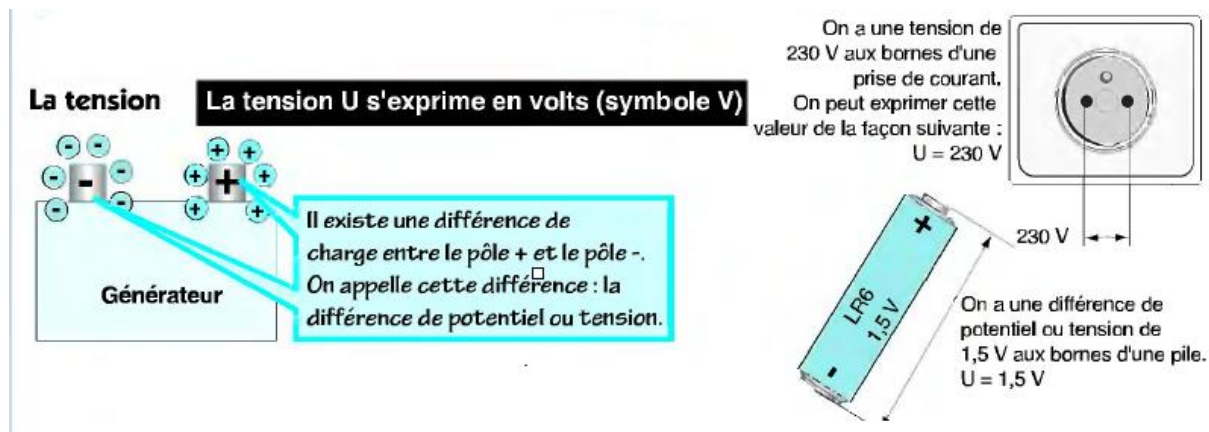
- Les moteurs électriques

### 2.1.3 Les valeurs

Pour maîtriser l'électricité domestique, il convient de distinguer et de comprendre les différentes valeurs qui la caractérisent.

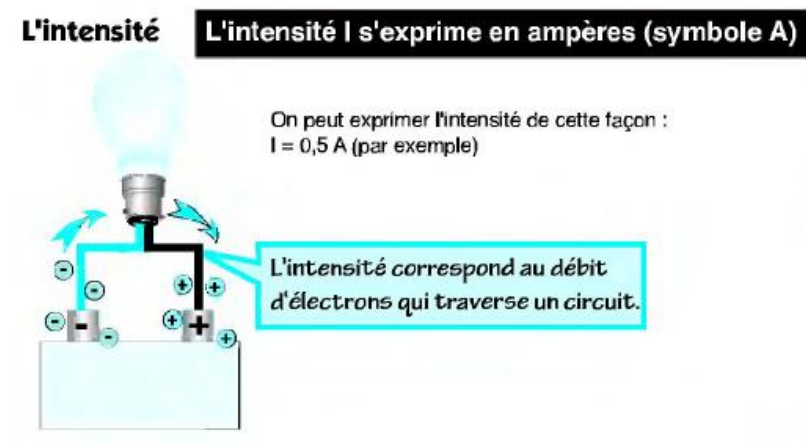
#### 2.1.3.1 La différence de potentiel :

Comme indiqué précédemment, le générateur agit comme une pompe à électrons. Il existe donc une dépression à ses bornes de sortie que l'on appelle différence de potentiel et qui s'exprime en volts (**symbole V**). Si vous mesurez avec un appareil adéquat, un voltmètre, la différence de potentiel sur une prise de courant, vous trouverez une mesure correspondant à plus ou moins 230V. Plus communément, on appelle aussi cette valeur la tension.



#### 2.1.3.2 L'intensité

Lorsqu'on branche une lampe sur un générateur, on établit un circuit passant par l'ampoule. Une certaine quantité d'électrons transite par les fils et les filaments de la lampe. Ce flux correspond à l'intensité et s'exprime en ampères (**symbole A**).



#### 2.1.3.3 La résistance

Une résistance est un matériau qui permet à l'Energie électrique de se transformer en énergie calorifique (le tungstène dans le filament d'une lampe,



par exemple). On constate qu'en présence d'une tension donnée, l'intensité est proportionnelle à la résistance. Une équation mathématique appelée la loi d'Ohm traduit cette proportionnalité :  $U = R \times I$

- ✓ **U** représente la tension en volts (V)
- ✓ **R**, la résistance en Ohms ( $\Omega$ ) et
- ✓ **I**, l'intensité en ampères (A)

La résistance s'exprime en ohms (symbole  $\Omega$ ). On peut donc en déduire que si l'on augmente la résistance, l'intensité diminue puisque la tension reste constante. L'inverse est également vérifiable : si l'on baisse la résistance, l'intensité augmente.

Cette loi ne s'applique qu'aux résistances mortes, c'est-à-dire des appareils dans lesquels l'énergie électrique se transforme uniquement en énergie calorifique. C'est pourquoi la loi d'Ohm n'est pas valable, par exemple, pour un moteur.

#### La résistance La résistance R s'exprime en ohms (symbole $\Omega$ )



#### 2.1.3.4 La puissance

Elle s'exprime en watts (symbole W). Elle évalue la quantité d'énergie absorbée par un appareil raccordé. Elle se calcule en multipliant la tension par l'intensité. Prenons un exemple pour illustrer ces valeurs.

Nous disposons d'une tension  **$U = 230V$**

Admettons qu'une ampoule provoque une intensité  **$I = 0,435A$**

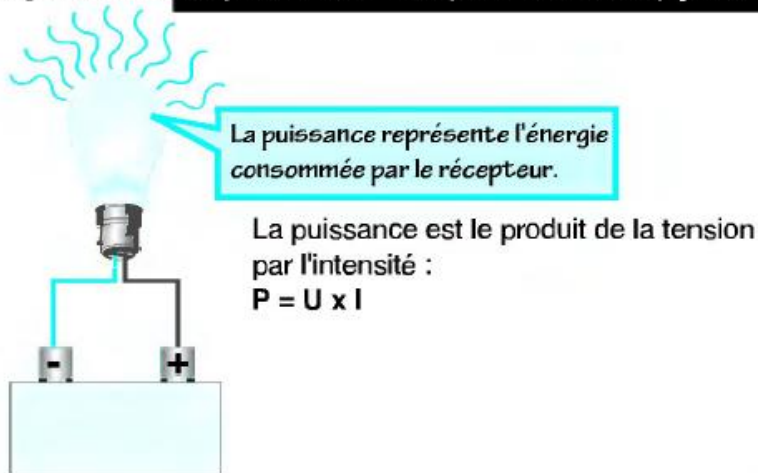
La puissance est :

$$P = U \times I = 230 \times 0,435 = 100 \text{ W}$$

De même, en connaissant la puissance d'un appareil ainsi que la tension sur laquelle on le raccorde, on peut déterminer l'intensité  $I = P/U$ .

Lorsque la puissance est plus élevée, on l'exprime en kilowatts (symbole KW), un kilowatt étant égal à 1000 watts.

### La puissance La puissance P s'exprime en watts (symbole W)



#### 2.1.3.5 La consommation

Elle s'exprime en kilowattheures (Kwh) et s'obtient en multipliant la puissance en KW d'un appareil par sa durée d'utilisation exprimée en heures. En reprenant le même exemple, si nous laissons la lampe allumée pendant trois heures, sa consommation est la suivante :

$$100W = 0,100 \text{ kw}$$

$$0,100 \times 3 = 0,300\text{kwh}$$

#### La consommation

La consommation s'exprime en kilowattheure (symbole kWh)

La consommation s'obtient en multipliant la puissance d'un appareil (en kW) par sa durée d'utilisation (en heures).

Cette consommation vous est indiquée par le compteur électrique.



## 2.1.4 Les groupements d'éléments


Selon la disposition, en série ou en parallèle, de ces différents éléments, un groupement ne produit pas les mêmes valeurs.

### 2.1.4.1 Les éléments en série

On dit des éléments qu'ils sont en série lorsqu'ils sont placés les uns à la suite des autres. S'il s'agit par exemple de générateurs, la tension disponible aux bornes de l'ensemble correspond à la somme des tensions de chaque élément.

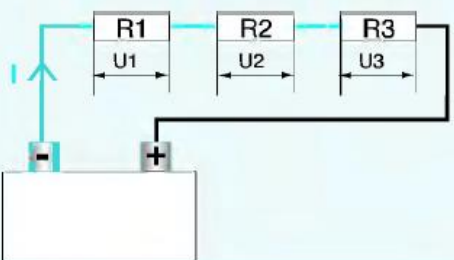
Les résistances en série s'ajoutent également. La résistance totale est égale à la somme de toutes les résistances. L'intensité est la même en tout point du circuit, mais pas la tension.

**Les générateurs**



La tension en sortie des piles est la somme des tensions de chaque pile.  
 **$U_{\text{totale}} = U_1 + U_2 + U_3$**   
Dans l'exemple ci-dessus :  $U_{\text{totale}} = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5$  volts

**Les résistances**



La résistance totale est la somme de toutes les résistances  
 **$R_{\text{totale}} = R_1 + R_2 + R_3$**   
L'intensité est la même dans tout le circuit.  
La tension est différente aux bornes de chaque résistance mais leur somme est égale à la tension du générateur.  
 $U_1 + U_2 + U_3 = U_{\text{générateur}}$

### 2.1.4.2 Les éléments en parallèle

Un montage est dit en parallèle lorsque chaque élément est repris sur le précédent par une dérivation.

Il est possible d'installer des générateurs en parallèle, à condition qu'ils présentent les mêmes caractéristiques. Dans le cas contraire, le plus puissant se déchargerait dans le plus faible.

La tension est identique aux bornes de chaque élément et les puissances des éléments s'additionnent.

Lorsque des résistances sont montées en parallèle, la tension est identique aux bornes de chacune. L'intensité totale est égale à la somme des intensités traversant chaque résistance. La résistance totale du montage est inférieure à la plus petite des résistances ; elles ne s'ajoutent pas, contrairement aux résistances en série.



### 2.1.5 Les types de courants


Il existe deux types de courant : le courant continu et le courant alternatif.

#### 2.1.5.1 Le courant continu

C'est le courant délivré par les piles, les batteries de voiture ou encore les dynamos de vélo. Les bornes sont marquées + et - pour indiquer la polarité du générateur ou du circuit. La tension et le courant sont constants, comme l'indique le graphique ci-dessous.

##### Les types de courant

##### Le courant continu

**Symbole** 

DC en anglais



Le courant continu est le courant délivré par les piles ou les batteries.

Représentation graphique du courant continu



#### 2.1.5.2 Le courant alternatif

C'est le courant qui alimente toute installation électrique. L'intensité et la tension varient selon une courbe sinusoïdale. Le nombre d'oscillations du courant par seconde définit la fréquence dont l'unité est l'Hertz (HZ). Au Congo, le courant est distribué à une fréquence de 50HZ, 60hz aux Etats-Unis.

Il n'y a pas de polarités en courant alternatif puisque le courant alterne en permanence entre + et -. Les pôles sont dénommés phase et neutre.

##### Le courant alternatif

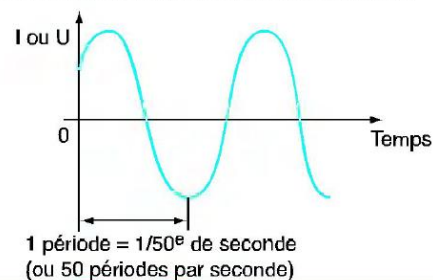
**Symbole** 

AC en anglais



Le courant alternatif est le courant distribué dans votre installation.

Représentation graphique du courant alternatif



On note deux types tensions en alternatif :

- ✓ **Le monophasé** : l'alimentation d'une installation en monophasé s'effectue au moyen de deux conducteurs, la phase et le neutre. La tension entre les deux est de 230 V plus ou moins 10%.
- ✓ **Le triphasé** : l'alimentation en triphasé a recours à quatre conducteurs : trois phases et un neutre. La tension entre neutre et chaque phase est de 230 V. la tension entre les phases est de 400 V.

### 3. Les appareils de mesure et leur emploi

---

Pour intervenir sur une installation existante, il convient de se procurer un appareil de mesure. Les tests les plus courants s'effectuent au moyen d'un multimètre. Celui-ci permet de mesurer la tension, l'intensité, la résistance, la continuité, etc.

#### 3.1 Les appareils de mesure

Il existe des multimètres analogiques, c'est-à-dire pourvus d'un cadran et d'une aiguille, et des multimètres numériques où les résultats apparaissent sur un afficheur à cristaux liquides. Les multimètres analogiques nécessitent plus de manipulations mais sont généralement moins onéreux. La lecture est moins précise que sur un appareil numérique, mais suffisante pour une installation domestique.

Les multimètres numériques sont précis et offrent une lecture directe des valeurs. Les multimètres ne sont pas conseillés pour les mesures d'intensités importantes (10A au maximum). On utilise dans ce cas un autre appareil appelé pince ampèremétrique. Il suffit de passer la pince autour d'un conducteur pour connaître l'intensité qui le traverse. Il n'est pas nécessaire de dénuder le conducteur.

Certains multimètres sont proposés avec une pince ampèremétrique en option qui se branche sur les cordons de mesure.



*Multimètre analogique*



*Multimètre numérique*

### 3.1.1 multimètre analogique

La valeur mesurée par un multimètre analogique est indiquée par la déviation d'une aiguille au-dessus d'un cadran gradué. Cette déviation est proportionnelle autrement dit « analogue » à la valeur mesurée. Elle est le plus souvent réalisée par système électromagnétique appelé « cadre mobile ».

Le cadre est une bobine de fil conducteur très fin placée entre les deux pôles d'un aimant permanent. Au centre du cadre un cylindre de fer doux canalise les lignes de forces du champ magnétique. Le cadre peut tourner autour d'un axe vertical. Lorsque les conducteurs sont parcourus par un courant continu, ils sont soumis à des forces électromotrices proportionnelles à l'intensité. Ces forces font tourner le cadre autour de son axe mais sont compensées par la réaction de deux ressorts spiraux situés de part et d'autre de l'axe. Ils ramènent l'aiguille en position zéro lorsqu'il n'y a plus de courant et servent aussi de connexions pour conduire le courant à la bobine.

### 3.1.2 multimètre digital

L'écran à cristaux liquide comporte en général 3 ½ chiffres. Le premier chiffre ne peut valoir que 1 sinon il n'est pas affiché.

Un signe '-' s'affiche quand la polarité est inversée.

Le dispositif de mesure numérique joue le même rôle que le cadre mobile analogique. Il affiche une valeur proportionnelle à une intensité minimale qui le traverse.

Le choix de la grandeur mesurée et de l'échelle de mesure, aussi appelée calibre, est fonction de la position du commutateur.

### 3.1.3 Choix du type de mesure

Les indications autour du commutateur sont regroupées par zones :  $\Omega$ , DCV, ACV, DCA, 10A, hFE et une zone marquée du symbole d'une diode.

**AC** signifie « Alternative Current » pour courant alternatif

**DC** signifie « Direct Current » pour courant continu.

**AC-V** signifie donc Voltmètre Alternatif

**DC-V** = Voltmètre Continu

Les calibres des mesures d'intensités en continu vont de 200  $\mu$ A à 200 mA.

Il n'y a qu'un seul calibre (10A) pour mesurer l'intensité en alternatif.

La position hFE sert pour des mesures de valeurs spécifiques aux transistors.

Le commutateur est à mettre en position OFF quand l'appareil est inutilisé. Si l'appareil est digital, l'affichage s'éteint.

Le multimètre est fourni avec deux cordons de mesure, celui de couleur noire est à raccorder à la borne « **COM** ». Le cordon rouge doit en général être enfiché sur la borne « **VΩmA** ». La borne portant l'indication 10A n'est utile que pour mesurer de fortes intensités.

### 3.1.4 Précautions

Attention !

Ne touchez pas les contacts des cordons de mesure, une décharge électrique peut être mortelle. Ne débranchez jamais les cordons en cours de mesure.

Ecartez-vous toujours de la source sous tension avant toute manipulation de l'appareil de mesure.

Le dispositif de mesure est prévu pour réagir à de très faibles intensités. Le rôle du commutateur est de placer des résistances en série ou en parallèle avec le dispositif de mesure pour y limiter le courant. Le choix du calibre est fonction de la grandeur à mesurer. Dans le doute, mieux vaut régler l'appareil sur un calibre trop important puis le diminuer progressivement pour augmenter la sensibilité de l'appareil et donc la précision de la mesure.

***Une mesure faite avec un calibre insuffisant risque de faire griller l'appareil !***

## 4. Mesurer les valeurs

---

Avant de poser les pointes de mesure sur les éléments à tester, il faut savoir ce que vous souhaitez mesurer. Pour mesurer une tension, réglez l'appareil en mode voltmètre. Pour une intensité, réglez l'appareil en position ampèremètre.

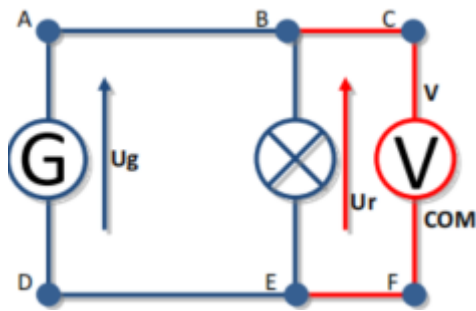
La continuité et la résistance se mesure en mode ohmmètre, toujours hors tension. Les mesures de tension et d'intensité s'effectuent sur un circuit sous tension.

### 4.1 Mesure de la tension

Placez le sélecteur d'unité de mesure sur le volt alternatif ou continu.

Placez les pointes de test en parallèle aux bornes de l'appareil ou de l'élément à mesurer. La valeur qui apparait sur le cadran indique la tension entre les bornes en volts.

Le voltmètre est à placer en parallèle avec le circuit aux bornes duquel il mesure la tension.

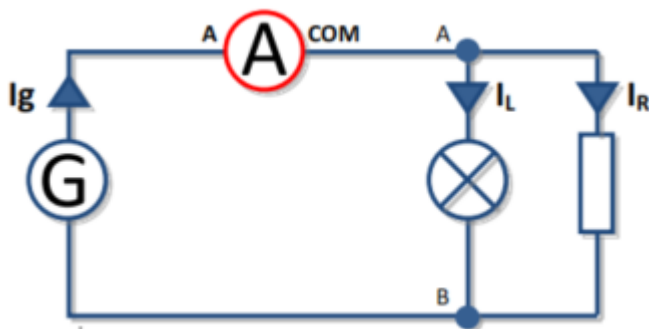


On définit une maille comme étant un ensemble de branches d'un circuit qui forme une boucle. Dans une maille, la somme algébrique des tensions le long de la maille est constamment nulle :  $U_g - U_r = 0$

#### 4.2 Mesure de l'intensité

La mesure du courant se fait en plaçant le multimètre en série dans le circuit. Il faut donc couper le circuit pour y insérer l'ampèremètre ce qui n'est pas toujours facilement réalisable.

La mesure peut se faire grâce à un ampèremètre ou grâce une pince ampèremétrique.



La somme des intensités des courants qui entrent par un nœud (A ou B) est égale à la somme des intensités des courants qui en sortent :  $I_g = I_L + I_R$

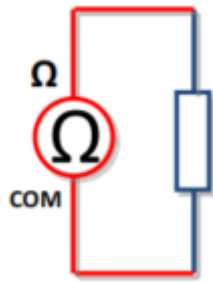
#### 4.3 Mesure d'une résistance

Le commutateur est en position ohmmètre.

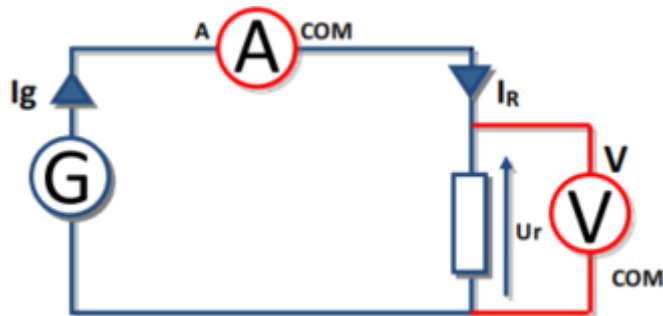
Le courant est fourni par une pile à l'intérieur du multimètre. L'indication de l'ohmmètre dépend du courant débité par cette pile dans la résistance à mesurer.

Cette mesure se fait hors tension.





Aussi, il est possible de déterminer la résistance en utilisant la loi d'Ohm.



La différence de potentiel ou tension **U** aux bornes d'une résistance **R** est proportionnelle à l'intensité du courant électrique **I** qui la traverse.

$$\mathbf{U = R \times I \text{ ou } U_r = R \times I_r}$$