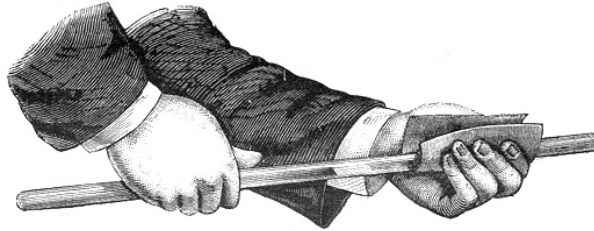


Unité 1 : courant électrique continue

I. Courant électrique

1. Electrification par frottement

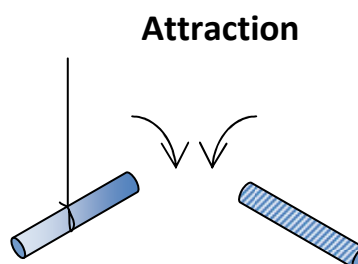
a. Expérience



On fait frotter deux bâtons de verre avec un morceau de soie et on rapproche l'une de l'autre fig.1, et on répète la même expérience en remplaçant le verre par l'ébonite (fig.2).



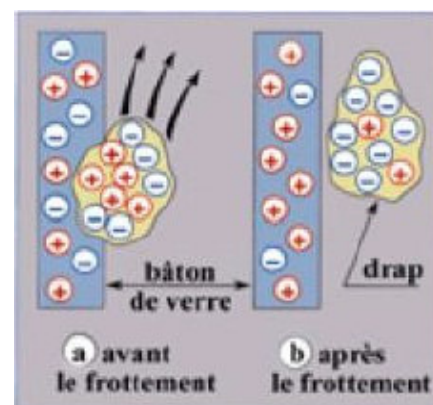
On approche un bâton d'ébonite électrisé à un bâton de verre suspendue



- Le frottement a modifié les propriétés de la surface de matière et il est devenu électrisée ou chargée d'électricité.
- Il existe deux sortes d'électricité : l'électricité qui apparaît sur le verre et celle qui apparaît sur le bâton d'ébonite.

b. Les deux types d'électricité et leurs interactions mutuelles.

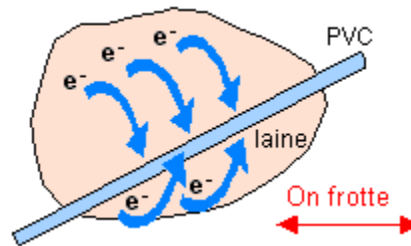
- Par convention, l'électricité qui apparaît sur le bâton verre est notée positivement (+) et celle qui apparaît bâton d'ébonite est notée négativement (-).
- Deux corps qui portent des charges électriques de signe se repoussent.
- Deux corps qui portent des charges électriques de contraires s'attirent.



de
sur le
même
signes

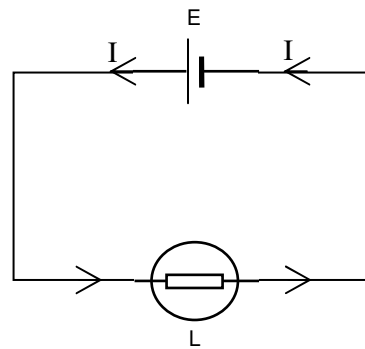
c. Explication de phénomène d'électrisation par frottement.

- Un atome est constitué d'un noyau chargé positivement et d'électrons chargé négativement.
- Lors de frottement le bâton d'ébonite arrache des électrons à la laine ou la soie et la laine arrache des électrons au bâton de verre.



2. Sens conventionnel de courant électrique

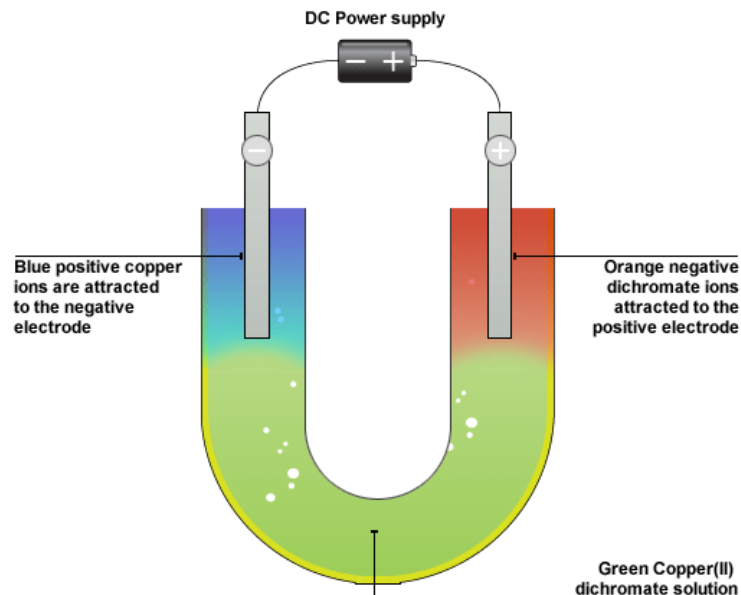
- Le courant électrique est le déplacement des charges électriques.
- Le courant circule dans un circuit électrique fermée de la borne positive vers la borne négative à l'extérieur du générateur (le pile)
- Représentation du sens conventionnelle du courant :



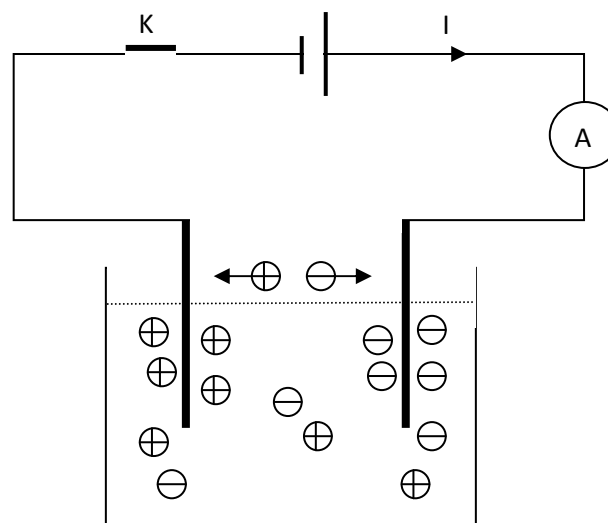
3. Nature du courant électrique dans les électrolytes

Définition : toute substance (comme le sel chlorure de sodium ou sulfate de cuivre) conductrice du courant quand est à l'état liquide ou en solution. Autrement dit, il s'agit de substances chimiques ayant la capacité de se dissocier en ions quand il est mis en solution.

L'électrolyte contient des ions positifs (cations) et des ions négatifs (anion).



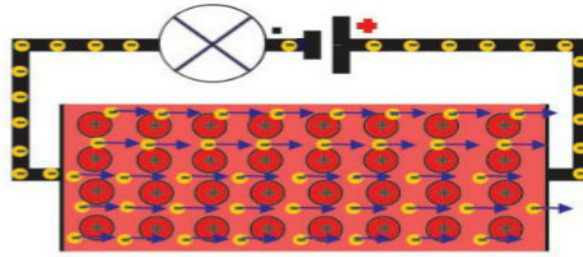
- Les ions positifs se déplacent vers l'électrode liée à la borne négative du générateur appelée cathode.
- Les ions négatifs se déplacent vers la deuxième électrode liée à la borne positive du générateur appelée anode.
- La circulation du courant est assurée par la double migration des ions. Les cations déplacent en sens conventionnel du courant et les anions en sens contraire.
- Les ions sont les porteurs mobiles de charges électriques.



4. Nature du courant dans les conducteurs métalliques.

Le courant électrique dans les conducteurs solides est dû à un mouvement d'ensemble d'électrons mobiles (appelés électrons de conduction) présents dans ces conducteurs.

Les électrons se déplacent en sens contraire que ce de courant électrique.



II. Mesure du courant électrique

1. Quantité d'électricité.

Les porteurs mobiles des charges électriques sont les ions et les électrons.

La quantité d'électricité Q (grandeur positive) est la valeur absolue de charges électriques déplacées par les porteurs mobiles des charges.

Elle est définie par la relation $Q = |q| = N \cdot \alpha \cdot e$

N : Le nombre de porteurs de charge

α : Le nombre de charge élémentaire pour chaque porteur de charge

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

L'unité de Q est le Coulomb notée C

Exercice d'application : calculer la quantité d'électricité des ions Cl^- et Al^{3+} dans les deux cas suivantes :

- Pour un ion
- Pour la quantité de matière $n=1,5 \text{ mol}$ d'ions.

2. L'intensité du courant électrique.

L'intensité du courant électrique est le quotient de la quantité d'électricité qui travers une section S de conducteur par la durée Δt de passage.

L'intensité se désigne par la lettre I et son unité est l'ampère A

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

3. Mesure de courant électrique

Le courant électrique est mesuré à l'aide des appareils appelés ampèremètres.

Il y a deux types d'appareils : ampèremètre à aiguille et ampèremètre numérique ou multimètre (ou AVOmètre).

Symbole normalisé d'un ampèremètre :



Pour mesurer l'intensité du courant qui circule dans une branche de circuit électrique on branche l'ampèremètre en série avec l'appareil électrique. Le courant doit pénétrer l'ampèremètre par sa borne positive.

Pour éviter de détériorer l'ampèremètre. On a intérêt à le brancher sur le plus grand calibre. Il ne faut pas oublier de baisser le calibre, si possible, pour obtenir un affichage suffisamment précis.

Le plus petit calibre qui nous permet de faire la mesure fournit la valeur la plus précise.

3.1. Mesure par ampèremètre analogique ou à aiguille

a- Lecture sur l'ampèremètre

L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre est : $I = \frac{C \times n}{n_0}$

avec ;

C : calibre utilisé

n : nombre de divisions correspondant l'intensité mesurée

n_0 : nombre de divisions de cadran

Le calibre C correspond la valeur maximale de l'intensité de courant mesuré par l'ampèremètre.

b- L'incertitude absolue

L'incertitude absolue d'un ampèremètre est déterminée par la relation

suivante : $\Delta I = \frac{C \times \text{classe}}{100}$

C : calibre utilisé

Classe est une donnée technique de constructeur indiqué sur l'appareil.

On peut présenter l'intensité du courant mesuré par l'écriture suivante : $(I_{\text{mesuré}} \pm \Delta I)(A)$ ou

$$I_{\text{mesuré}} - \Delta I \leq I \leq I_{\text{mesuré}} + \Delta I$$

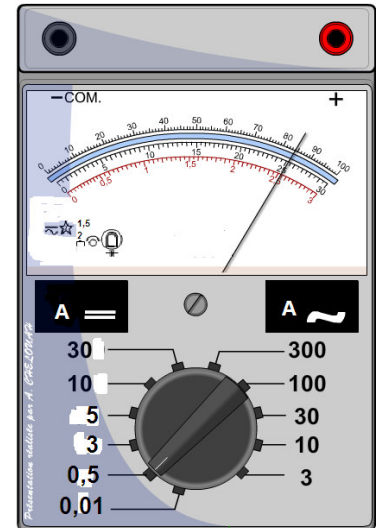
c- L'incertitude relative ou précision de mesure

Définie par le quotient : $\frac{\Delta I}{I}$ (à multiplier par 100 pour l'avoir en pourcentage)

Exercice : d'après le schéma d'ampèremètre précédente ; déterminer :

- L'intensité du courant mesuré.
- L'incertitude absolue.
- La précision de mesure.

2.2. Ampèremètre numérique



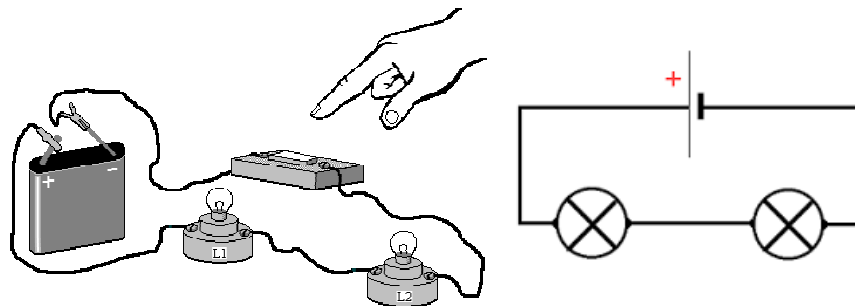


III. Propriétés du courant électrique

1. Montage en série

Le montage en série est le montage où tous les dipôles sont branchés les uns à la suite des autres.

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même dans tous les composants électriques qui le constituent (y compris le générateur)



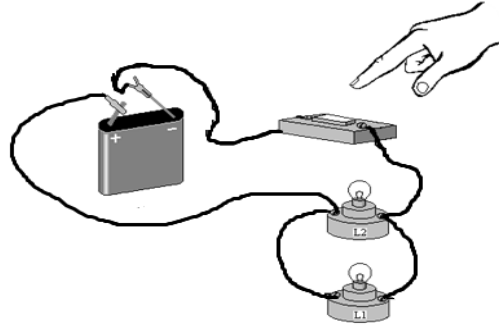
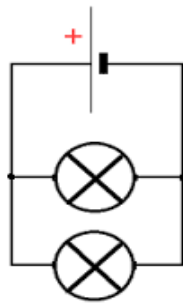
Lois d'unicité de l'intensité:

L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit série.

2. Montage en dérivation

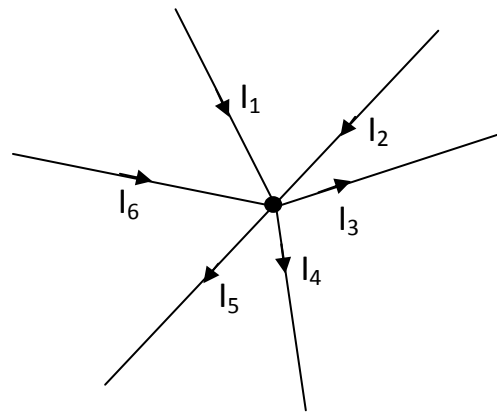
On dit qu'un circuit est en dérivation si tous les dipôles (ou séries de dipôles) sont branchés en dérivation.

Un circuit en dérivation peut être distingué d'un circuit en série car il comporte toujours au moins deux boucles.

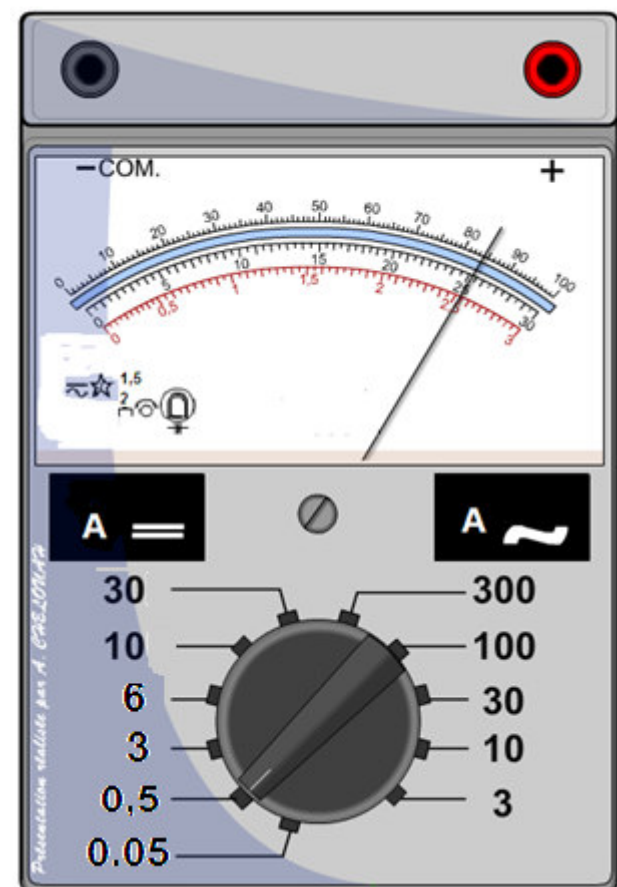
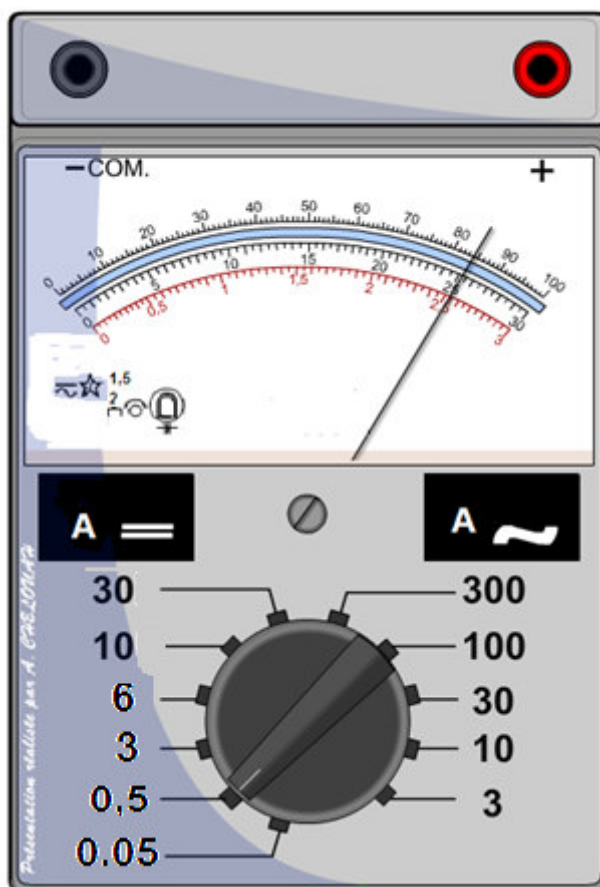
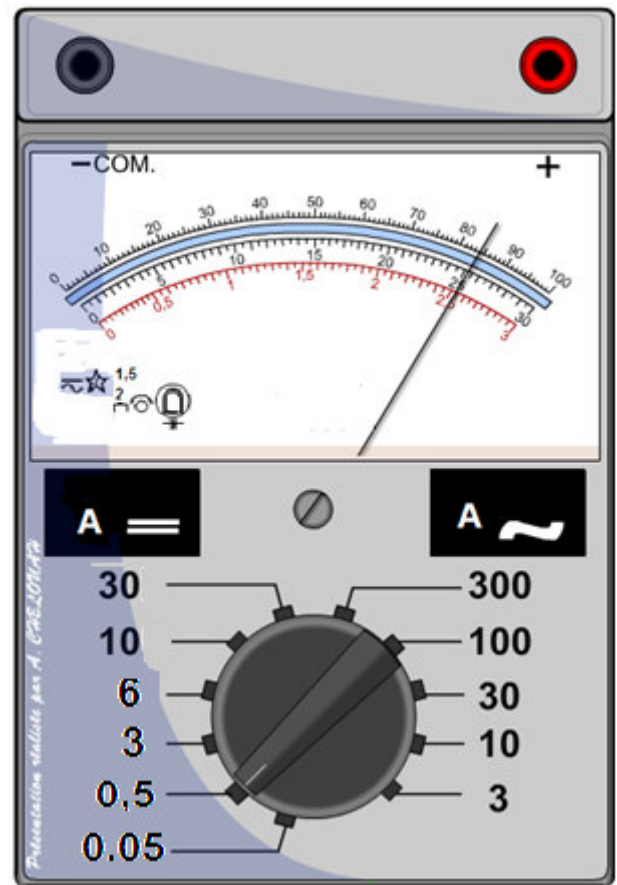
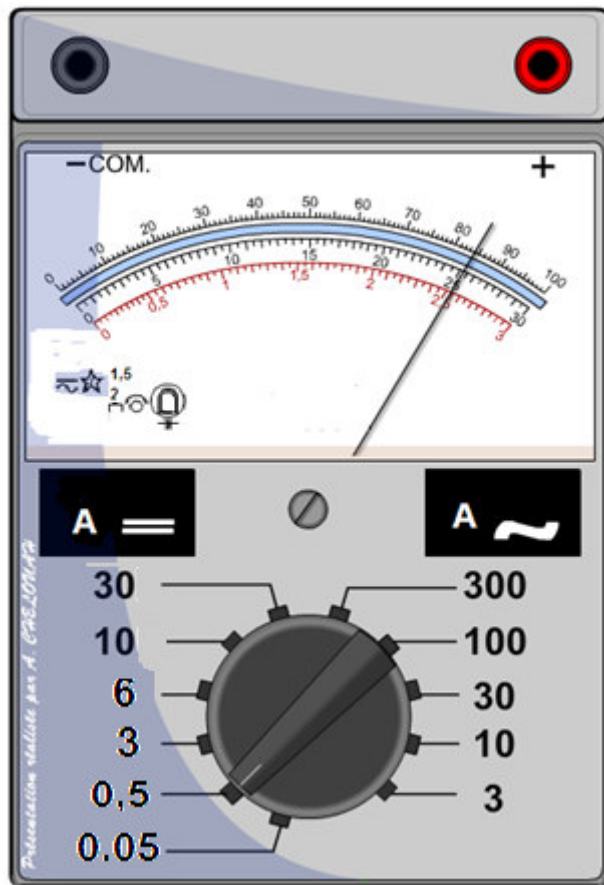


Loi de nœuds

La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui partent : $\sum I_{\text{arrive}} = \sum I_{\text{partent}}$



$$I_1 + I_2 + I_6 = I_3 + I_4 + I_5$$



Unité 2 : la tension électrique

I. Tension électrique

1. Notion de tension électrique

Pour quoi le courant électrique circule dans la branche électrique de la borne A vers la borne B

Explication : la circulation de courant électrique d'un point A vers un autre B est à cause de l'asymétrie (ou dissymétrie) électrique entre A et B (le point A est plus haut électriquement que B). la différence de niveau électrique entre A et B est s'appelle **la tension électrique**.

La tension électrique aux bornes A et B d'un dipôle est notée U_{AB} . Elle est représentée par une flèche allant de B vers A.

La tension est une grandeur algébrique (positive ou négative) : $U_{AB} = - U_{BA}$

L'unité de mesure d'une tension est **le Volt** noté V.

2. Tension électrique et la différence de potentiel

Un niveau électrique est appelé potentiel électrique noté V, et s'exprimé en volt.

La tension électrique est la différence de potentiel entre deux points, nous écrivons : $U_{AB} = V_A - V_B$

V_A : Potentiel électrique en A.

V_B : Potentiel électrique en B.

$$U_{BA} = V_B - V_A = -U_{AB}$$

3. La masse d'un circuit électrique

La masse, dans un circuit électrique, est la branche (un point ou ensemble de points de même potentiel) de référence des potentiels électriques.

Dans la majorité des cas, le potentiel électrique de cette branche est la référence 0V du circuit considéré.

La masse de circuit est représentée par la lettre M ou par le symbole 

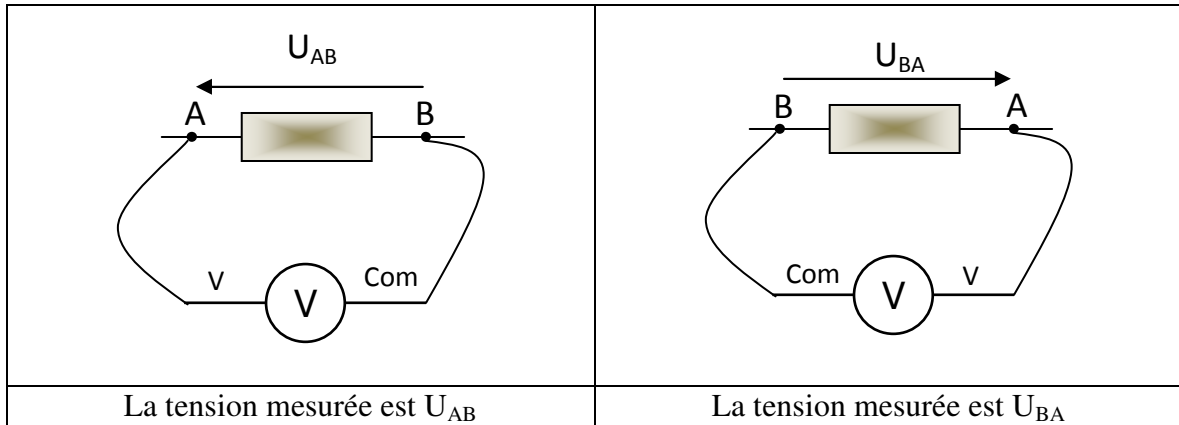
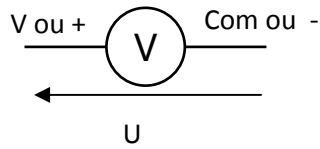
II. Mesure de tension électrique

1. Utilisation de voltmètre

Les appareils servant à mesurer une tension sont le voltmètre ou le multimètre.

Pour mesurer la tension entre deux point A et B, on branche le voltmètre en dérivation (en parallèle) par rapport au dipôle dont on mesure la tension.

Le voltmètre est représenté par le symbole normalisé :



a. Voltmètre à aiguille ou analogique



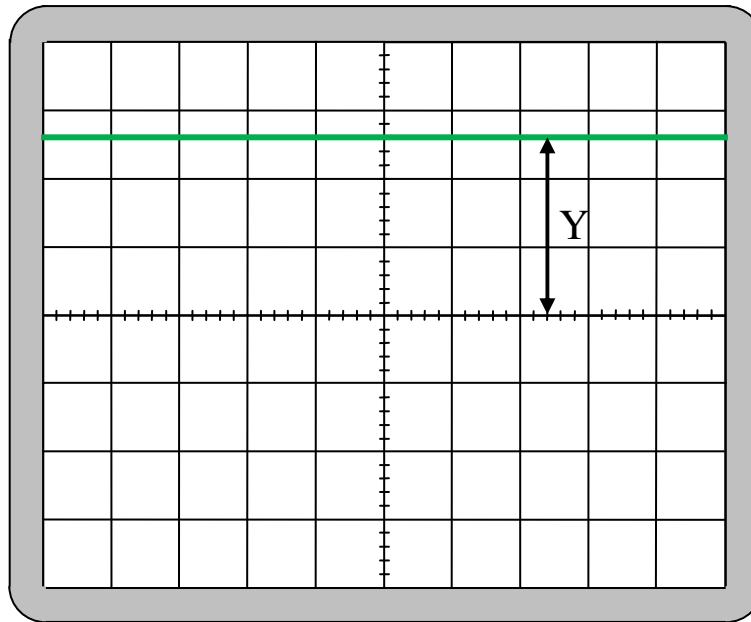
➤ Lecture sur un voltmètre à aiguille : $U = \frac{C \times n}{n_0}$

- C : le calibre utilisé pour mesurer la tension
- n : Division de déviation de l'aiguille ou de lecture.
- n_0 : Le nombre de division de cadran de lecture

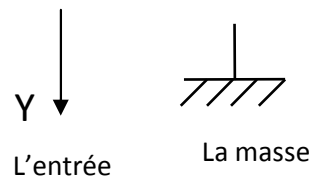
- L'incertitude relative ou précision de mesure : est le rapport $\frac{\Delta U}{U}$

- 1- Donner la valeur de U
- 2- Calculer l'incertitude relative
- 3- Devant quelle division X et Y s'arrêterait l'aiguille si on choisissait le calibre 15V ou le calibre 150V.

S_V ou S_Y : la sensibilité verticale de l'oscilloscope en Volt/div.



L'oscilloscope est représenté par le symbole suivant :



La tension mesurée par l'oscilloscope entre l'entrée Y et la masse est dirigée de la masse vers l'entrée



L'oscilloscope est un instrument de mesure destiné à visualiser une tension électrique continue ou variable au cours du temps, et de déterminer ses caractéristiques.

La sensibilité verticale est l'échelle de l'axe des ordonnées représentant la tension. Elle s'exprime en volt/division.

La sensibilité horizontale ou vitesse de balayage est l'échelle de l'axe du temps (l'axe des abscisses). Elle s'exprime en seconde/division.

III. Propriétés de la tension

1. Tension aux bornes du fil de connexion.

La tension aux bornes du fil de connexion est nulle.

En réalité la tension aux bornes du fil de connexion est infiniment petit et ça ce qui explique la circulation du courant dans le fil de connexion.

2. Montage en série

Loi d'additivité des tensions :

La tension aux bornes d'un ensemble de récepteurs (dipôles) branchés en série correspond à la somme des tensions de chacun entre eux.

3. Montage en dérivation

Loi d'unicité des tensions

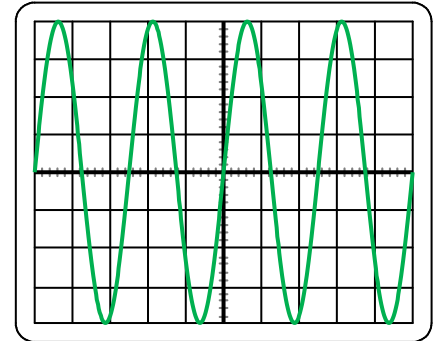
Lorsque les récepteurs sont branchés en dérivation la tension à leurs bornes est la même.

IV. Les tensions alternatives

1. Tension alternative sinusoïdale

Une tension alternative est une tension variable qui prend alternativement deux valeurs limites l'une positives et l'autre négatives.

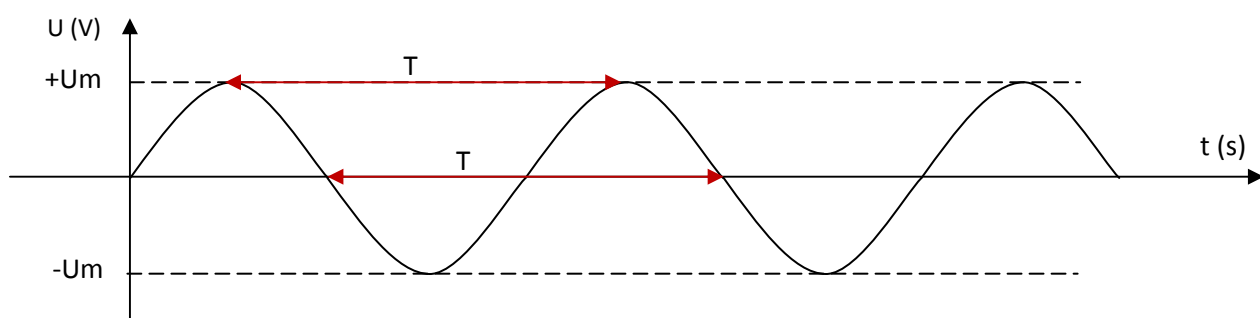
La tension alternative sinusoïdale est toute tension alternative se décrivant par une fonction sinus.



a. Période et fréquence

La tension périodique est une tension électrique qui se reproduit de manière identique après des laps de temps égaux.

- La période d'un signal alternatif est la plus petite durée au bout de laquelle le signal se reproduit de manière identique. Elle s'exprime en seconde s , et est notée T .
- La fréquence d'un signal périodique alternatif correspond au nombre de périodes par seconde. Elle est notée f ; et s'exprime en Hertz (Hz).
- La fréquence s'obtient par la relation : $f = \frac{1}{T}$



b. Tension maximale et tension efficace

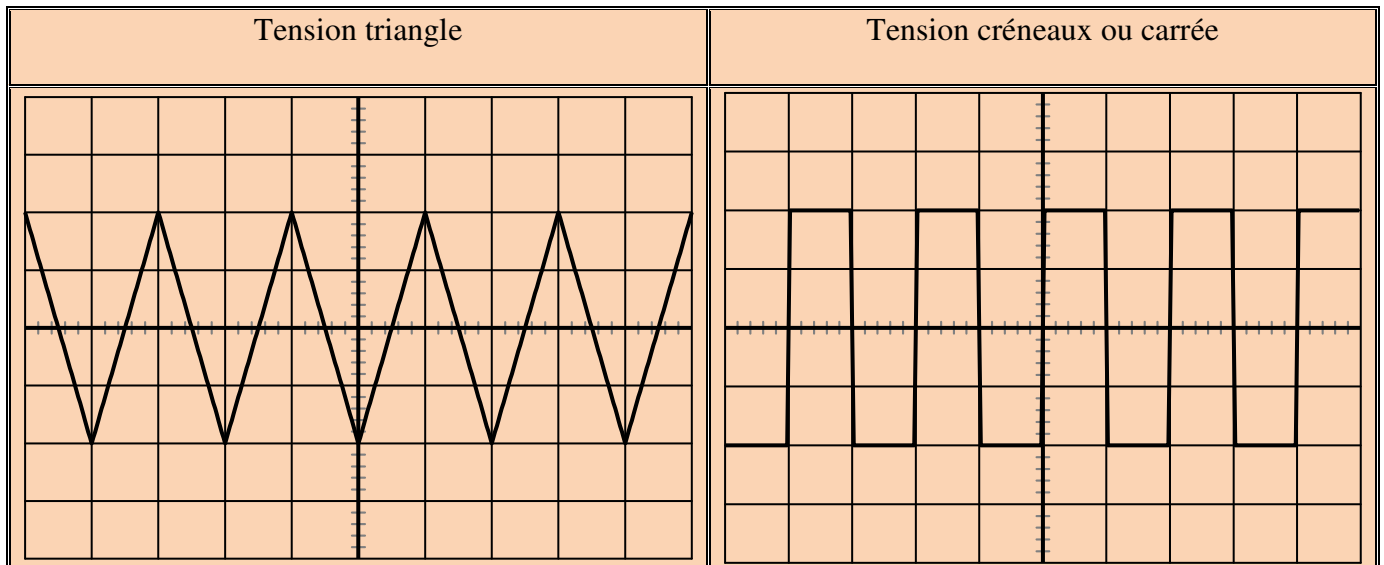
- ✓ Tension maximale ou amplitude : c'est la valeur maximale de la tension. On la note U_m . Elle s'exprime en volt : $U_m = Y_m \times S_v$
 Y_m : Nombre de division correspond l'amplitude.
- ✓ Tension efficace : est la valeur de la tension continue qui produit un échauffement identique. Valeur de la tension continue produisant les mêmes effets sur les récepteurs que la tension variable.

La tension efficace d'une tension sinusoïdale notée U_e ou U_{eff} est liée à la tension maximale U_m

par la relation : $U_e = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

Un voltmètre en mode (AC) donne directement la valeur de la tension efficace.

2. Autres tensions alternatives (variables)



Unité 1 : Association des conducteurs ohmiques

تجميع الموصلات الأومية

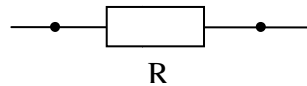
I. Conducteur ohmique

1. Définition du conducteur ohmique

Le conducteur ohmique (résistor ou résistance) est un dipôle passif caractérisé par une grandeur physique s'appelle la résistance, notée R .

L'unité de la résistance d'un conducteur ohmique en SI est OHM notée Ω .

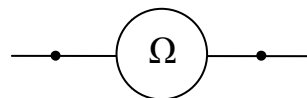
Le symbole normalisé utilisé en électricité pour représenter un conducteur ohmique est le suivant:



2. Comment déterminer la valeur de ma résistance d'un conducteur ohmique.

a) Mesure à l'ohmmètre.

L'ohmmètre est l'appareil de mesure permettant de déterminer la valeur de la résistance. Il suffit de le brancher aux bornes du conducteur ohmique dont on veut connaître la résistance. Le symbole électrique d'un ohmmètre est le suivant :

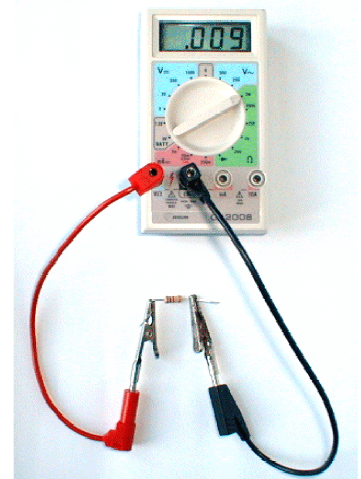


b) Utilisation du code des couleurs

Il est possible de déterminer la valeur de la résistance d'un conducteur ohmique en utilisant les anneaux de couleur disposés sur celui-ci par les fabricants.

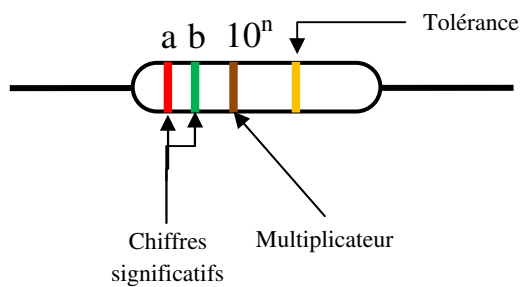
Tout d'abord il faut placer la résistance devant-soi comme l'indique le schéma ci-contre avec les 3 anneaux colorés à gauche :

- Les deux premiers anneaux indiquent les deux premiers chiffres significatifs de la valeur de la résistance.
- Le troisième anneau indique le multiplicateur.
- Le quatrième anneau (soit or soit argent) apporte une



Code des couleurs des résistances			
CHIFFRES SIGNIFICATIFS	MULTIPLICATEUR	TOLÉRANCE	COEFF. DE TEMP. 10°/K
	Argent : x 0,01 Ω	Argent : $\pm 10 \%$	
	Or : x 0,1 Ω	Or : $\pm 5 \%$	
Noir : 0	x 1 Ω		± 200
Marron : 1	x 10 Ω	$\pm 1 \%$	± 100
Rouge : 2	x 100 Ω	$\pm 2 \%$	± 50
Orange : 3	1 k Ω		± 15
Jaune : 4	10 k Ω		± 25
Vert : 5	100 k Ω	$\pm 0,5 \%$	
Bleu : 6	1 M Ω	$\pm 0,25 \%$	
Violet : 7	10 M Ω	$\pm 0,1 \%$	
Gris : 8			
Blanc : 9			

indication sur la précision de la valeur de la résistance. Elle est donnée en pourcentage par le fabricant.



$$R = ab \cdot 10^n \pm \text{Tolérance}$$

Exemples :

Résistance	Anneau 1	Anneau 2	Anneau 3	R
R ₁	Marron	Gris	Marron	R ₁ = 18 . 10 ¹ Ω = 180 Ω
R ₂	Rouge	Bleu	Vert	R ₂ = 23 . 10 ⁵ Ω = 2,3 MΩ
R ₃	Jaune	Noir	Orange	R ₃ = 40 . 10 ³ Ω = 40 KΩ

3. Loi d'Ohm

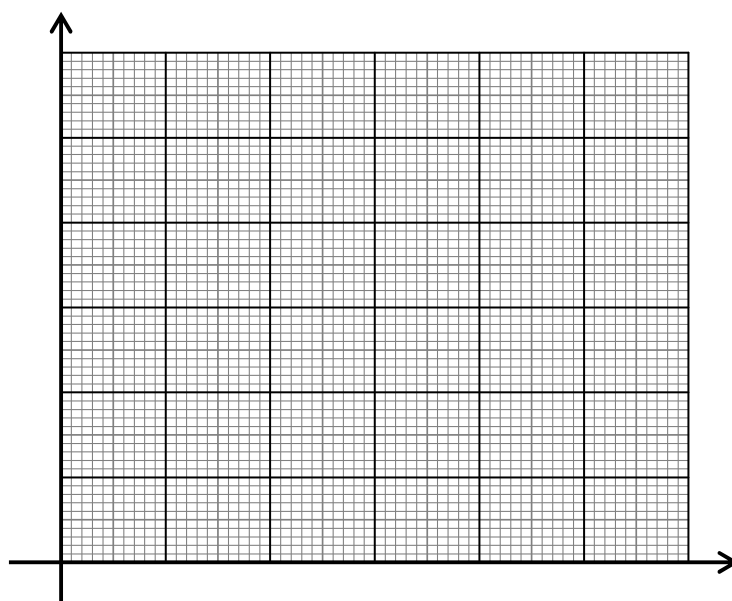
On réalise le montage ci-contre avec un générateur 0 – 15 V et un conducteur ohmique de résistance R=.....

On fait varier la tension aux bornes du générateur et pour chaque valeur de la tension U aux bornes du conducteur ohmique, on relève l'intensité I du courant électrique qui le traverse.

Tableau de mesure expérimentale :

I (mA)									
U (V)									

Pour illustrer les valeurs de mesures expérimentales on trace le graphe U=f(I)



Observer le graphe et déduire ?

On observe que le graphe obtenu est linéaire (droite passe par l'origine du repère).

On dit que la tension aux bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse.

L'équation de la droite est : $U = k.I$

Tel que k est la constante de proportionnalité ou coefficient directeur de la droite.

Déterminer k ?

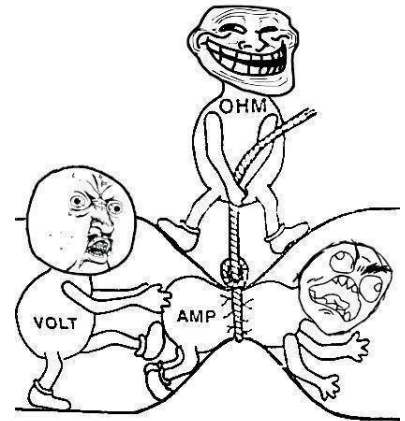
$$k = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

On observe que : $k = R$

L'équation de la droite s'écrit comme suite : $U = R.I$, cette relation s'appelle loi d'OHM d'un conducteur ohmique et le graphe s'appelle la caractéristique du conducteur ohmique.

Définition de loi d'OHM :

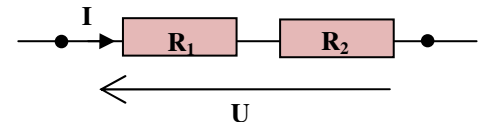
La tension U aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R est égale au produit de la résistance R par l'intensité du courant I qui le traverse : $U = R.I$



II. Association des conducteurs ohmiques

1. Association en série

On considère deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 montés en série. La tension aux bornes de chaque conducteur ohmique est $U_1 = R_1 . I$ et $U_2 = R_2 . I$; ils sont les deux traversés par courant de même intensité I .



La loi d'addition des tensions nous permet d'écrire que la tension aux bornes de deux conducteurs ohmiques est $U = U_1 + U_2$

$$U = R_1 . I + R_2 . I = (R_1 + R_2) . I$$

Le conducteur ohmique équivalent de résistance R , est tel que, lorsqu'on applique la même tension U à ses bornes il est traversé par un courant de même intensité I .

On a donc : $U = R.I = (R_1 + R_2) . I$;

Par identification, on voit que la résistance du conducteur ohmique équivalent à des conducteurs ohmiques en série est :

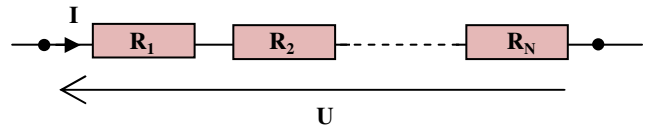
$$R = R_1 + R_2$$

Généralisation

Le dipôle équivalent à N conducteurs ohmiques branchés en série est un conducteur ohmique sa résistance R est égale à la somme des résistances de ces conducteurs ohmiques.

$$R = \sum_{i=1}^N R_i$$

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_N$$



2. Association en parallèle ou dérivation

On considère deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 montés en parallèle. L'intensité du courant dans la branche principale (AB) est I. chaque conducteur est traversé par un courant d'intensité différente I_1 et I_2 .

Les dipôles étant montés en parallèle, ils ont tous la même tension U à leurs bornes.

On peut écrire alors : $U = R_1 \cdot I_1$ et $U = R_2 \cdot I_2$

La loi des nœuds nous permet d'écrire : $I = I_1 + I_2$

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot U$$

Le conducteur ohmique équivalent est tel que, lorsqu'on applique la même tension U à ses bornes, il est traversé par un courant de même intensité I. On a donc : $I = \frac{1}{R} \cdot U = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot U$

La résistance du conducteur ohmique équivalent à deux conducteurs ohmique en parallèle est

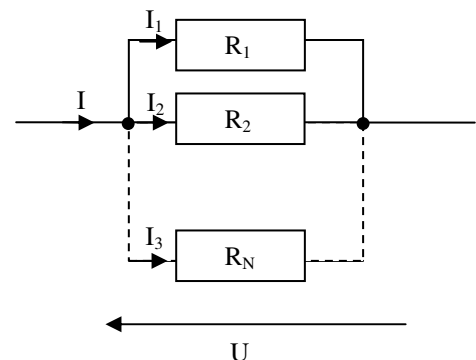
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Généralisation :

Le dipôle équivalent à l'association de N conducteur ohmique branchés en dérivation de résistances $R_1 ; R_2 ; \dots ; R_N$ est un conducteur ohmique de résistance R telle que :

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$



III. Diviseur de tension

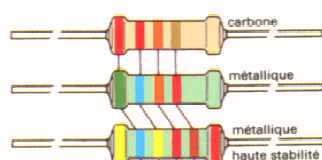
Le montage diviseur de tension (ou potentiométrique) permet d'obtenir une tension de sortie U_s réglable de 0 à une valeur maximale U_0 .

1. Montage diviseur de tension par deux conducteurs ohmiques

2. Montage diviseur de tension par rhéostat.
 - a. Rhéostat

 - b. Montage diviseur de tension par rhéostat

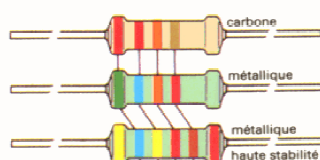
RESISTANCES



Chiffres Significatifs	Multipliateur	Tolérance	Coeff. dev. temp. (ppm/°C)
0	x 0,01 Ω	± 10 %	± 200
1	x 0,1 Ω	± 5 %	± 100
2	x 1 Ω	± 20 %	± 50
3	x 10 Ω	± 1 %	± 15
4	x 100 Ω	± 2 %	± 25
5	x 1 k Ω	± 5 %	± 0,5 %
6	x 10 k Ω	± 0,5 %	± 10
7	x 100 k Ω	± 0,25 %	± 5
8	x 1 M Ω	± 0,1 %	± 0,05 %
9	x 10 M Ω	± 20 %	± 1

RTC

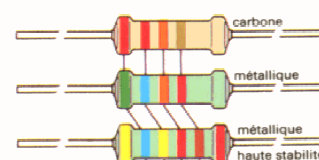
RESISTANCES



Chiffres Significatifs	Multipliateur	Tolérance	Coeff. dev. temp. (ppm/°C)
0	x 0,01 Ω	± 10 %	± 200
1	x 0,1 Ω	± 5 %	± 100
2	x 1 Ω	± 20 %	± 50
3	x 10 Ω	± 1 %	± 15
4	x 100 Ω	± 2 %	± 25
5	x 1 k Ω	± 5 %	± 0,5 %
6	x 10 k Ω	± 0,5 %	± 10
7	x 100 k Ω	± 0,25 %	± 5
8	x 1 M Ω	± 0,1 %	± 0,05 %
9	x 10 M Ω	± 20 %	± 1

RTC

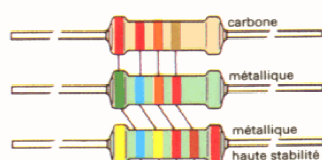
RESISTANCES



Chiffres Significatifs	Multipliateur	Tolérance	Coeff. dev. temp. (ppm/°C)
0	x 0,01 Ω	± 10 %	± 200
1	x 0,1 Ω	± 5 %	± 100
2	x 1 Ω	± 20 %	± 50
3	x 10 Ω	± 1 %	± 15
4	x 100 Ω	± 2 %	± 25
5	x 1 k Ω	± 5 %	± 0,5 %
6	x 10 k Ω	± 0,5 %	± 10
7	x 100 k Ω	± 0,25 %	± 5
8	x 1 M Ω	± 0,1 %	± 0,05 %
9	x 10 M Ω	± 20 %	± 1

RTC

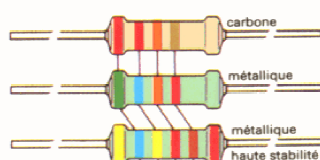
RESISTANCES



Chiffres Significatifs	Multipliateur	Tolérance	Coeff. dev. temp. (ppm/°C)
0	x 0,01 Ω	± 10 %	± 200
1	x 0,1 Ω	± 5 %	± 100
2	x 1 Ω	± 20 %	± 50
3	x 10 Ω	± 1 %	± 15
4	x 100 Ω	± 2 %	± 25
5	x 1 k Ω	± 5 %	± 0,5 %
6	x 10 k Ω	± 0,5 %	± 10
7	x 100 k Ω	± 0,25 %	± 5
8	x 1 M Ω	± 0,1 %	± 0,05 %
9	x 10 M Ω	± 20 %	± 1

RTC

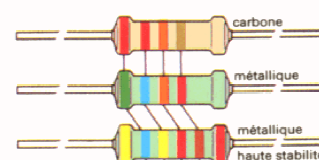
RESISTANCES



Chiffres Significatifs	Multipliateur	Tolérance	Coeff. dev. temp. (ppm/°C)
0	x 0,01 Ω	± 10 %	± 200
1	x 0,1 Ω	± 5 %	± 100
2	x 1 Ω	± 20 %	± 50
3	x 10 Ω	± 1 %	± 15
4	x 100 Ω	± 2 %	± 25
5	x 1 k Ω	± 5 %	± 0,5 %
6	x 10 k Ω	± 0,5 %	± 10
7	x 100 k Ω	± 0,25 %	± 5
8	x 1 M Ω	± 0,1 %	± 0,05 %
9	x 10 M Ω	± 20 %	± 1

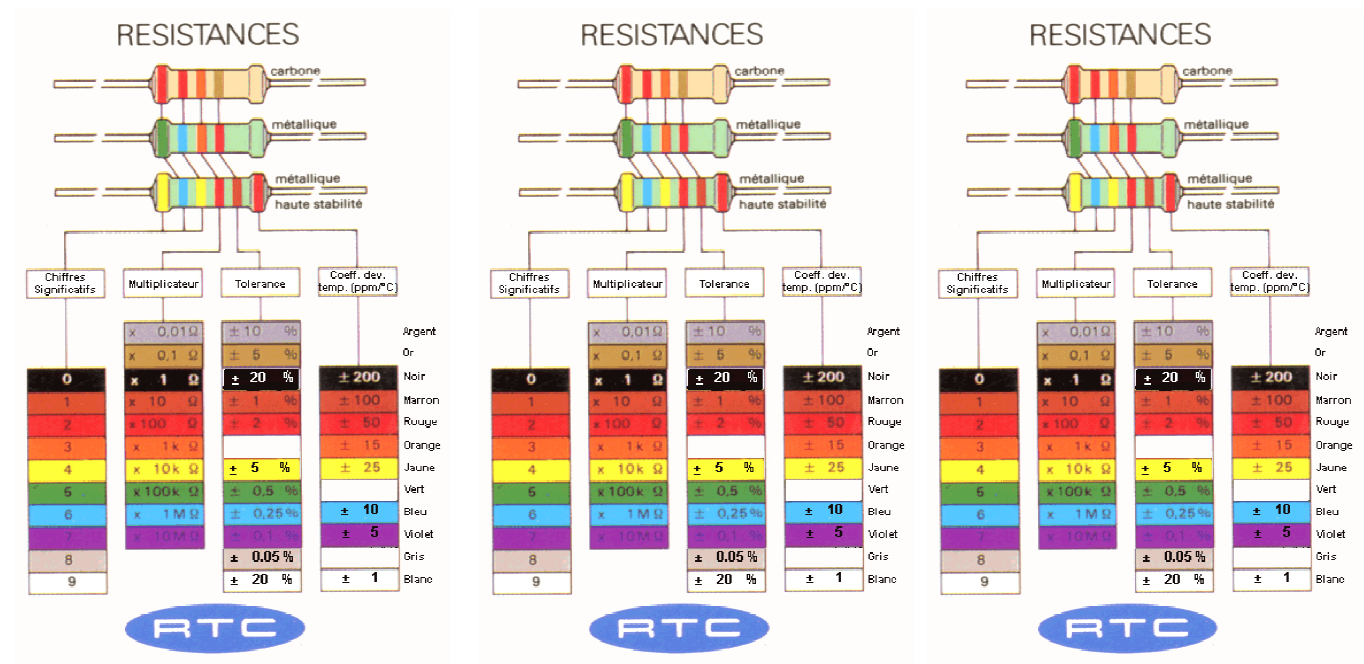
RTC

RESISTANCES



Chiffres Significatifs	Multipliateur	Tolérance	Coeff. dev. temp. (ppm/°C)
0	x 0,01 Ω	± 10 %	± 200
1	x 0,1 Ω	± 5 %	± 100
2	x 1 Ω	± 20 %	± 50
3	x 10 Ω	± 1 %	± 15
4	x 100 Ω	± 2 %	± 25
5	x 1 k Ω	± 5 %	± 0,5 %
6	x 10 k Ω	± 0,5 %	± 10
7	x 100 k Ω	± 0,25 %	± 5
8	x 1 M Ω	± 0,1 %	± 0,05 %
9	x 10 M Ω	± 20 %	± 1

RTC



Unité : caractéristique d'un générateur – caractéristique de récepteur –
point de fonctionnement

مميزة مولد – مميزة مستقبل – نقطة الاشتغال