

Cours N° 10 :

Association des conducteurs ohmiques

**Introduction :**

Les conducteurs ohmiques sont des composants largement utilisés dans les appareils électriques.

- Qu'est-ce qu'un conducteur ohmique ?
- Quel est le paramètre qui caractérise le conducteur ohmique ? et comment varier ce paramètre quand on associe des conducteurs en série et en parallèle ?

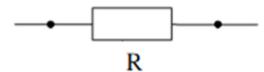


**1. Le conducteur ohmique :**

1. Définition :

Le conducteur ohmique (résistor) 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  $\Omega$ .

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



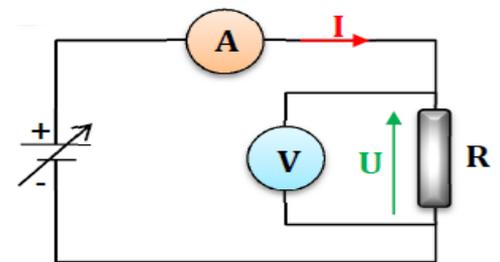
On peut mesurer la tension électrique à l'aide d'un **ohmmètre** ou **multimètre**.

2. Caractéristique d'un conducteur ohmique - La loi d'Ohm :

Activité 1 :

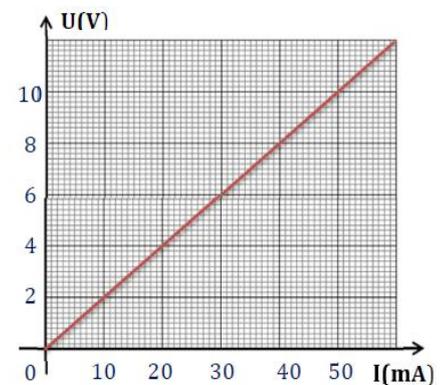
On réalise le montage ci-contre avec un générateur 0 – 12 V et un conducteur ohmique de résistance  $R = 200 \Omega$ .

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. On obtient :



U(V)	0	1	2	4	6	8	10	12
I(mA)	0	5	9.8	20	29	38	48	60

1. Tracer le graphe  $U = f(I)$  Voir le grave ci-contre.
2. Qu'observe-t-on ? Que peut-on déduire pour l'équation de la droite ?  
On observe que le graphe obtenu est linéaire (droite passe par l'origine du repère).  
Donc : l'équation de la droite s'écrit comme la suite :  $U = k \cdot I$   
Avec :  $k$  : le coefficient directeur de la droite.
3. Trouver la valeur de  $k$  le coefficient directeur de la droite. Que remarquez-vous ?  
Que concluez-vous ?



$$k = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{(12 - 0)}{(60 - 0) \cdot 10^{-3}} = 200 \quad \text{On constate que : } k = R$$

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

Conclusion – La 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 :

$$U = R \cdot I$$



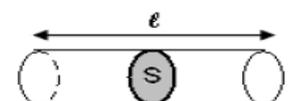
Remarque :

La conductance  $G$  d'un conducteur ohmique est l'inverse de sa résistance  $R$ . L'unité de  $G$  est siemens (S).

$$G = \frac{1}{R} \Rightarrow G = \frac{I}{U}$$

3. Résistance d'un fil métallique :

La résistance d'un fil métallique dépend de sa longueur  $L$ , de sa section  $S$  et de la nature du matériau qui le constitue.



- $L$  : longueur di fil en (m)
- $\rho$  : la résistivité du matériau en  $(\Omega \cdot m)$
- $S$  : la section du fil en  $(m^2)$

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Exemples:  $\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$  ;  $\rho_{Fe} = 9,6 \cdot 10^{-8} \Omega m$

Application 1 :

Nous voulons fabriquer un chauffage électrique de puissance  $P=200\text{ W}$  fonctionne sous la tension  $U=50\text{ V}$  par bobinage du fil de longueur  $\ell=12\text{ m}$  autour d'un cylindre.

1. Calculer  $I$  l'intensité du courant qui traverse le chauffage électrique.

.....  
 .....

2. Calculer  $R$  la résistance du fil.

.....  
 .....

3. Trouver la valeur de  $\rho$  la résistivité du fil sachant que son diamètre  $d=0,5\text{ mm}$

.....  
 .....

**2. Associations de Conducteurs Ohmiques :**

**1. Association en série :**

Activité 2 :

On considère deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1$  et  $R_2$  montés en série. Ils sont les deux traversés par courant de même intensité  $I$ .

Par un multimètre, on mesure la résistance de chaque conducteur et la résistance équivalente à l'assemblage de ces conducteurs ohmiques.

On obtient :  $R_1=100\ \Omega$  ,  $R_2 = 200\ \Omega$  ,  $R= 300\ \Omega$

1. Comparer  $R$  avec  $R_1 + R_2$ .

$$R = R_1 + R_2$$

2. Démontrer théoriquement que :  $R = R_1 + R_2$

D'après la Loi d'additivité des tensions :  $U = U_1 + U_2$  (1)

D'après la Loi d'ohm :  $U=R.I$  ,  $U_1 =R_1.I$  et  $U_2 =R_2.I$

On remplace dans la relation (1) :  $R.I=R_1.I+ R_2.I=(R_1+R_2).I$

On constate que :  $R= R_1 + R_2$

3. Que concluez-vous ?

La résistance équivalente à l'association en série de deux conducteurs ohmique est la somme de la résistance de chaque conducteur ohmique seul.

Conclusion :

**Généralisation :** Dans le cas de branchement **en série** de  $N$  conducteurs ohmiques, la **résistance équivalente** est :

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_N \qquad R = \sum_{i=1}^N R_i$$

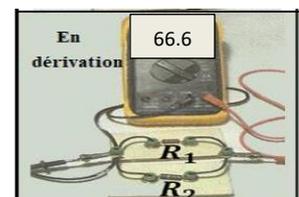
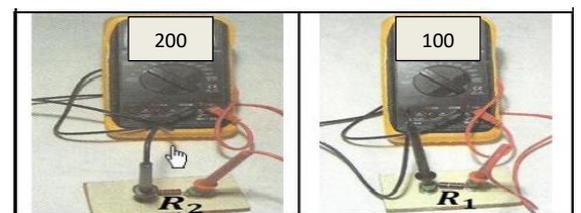
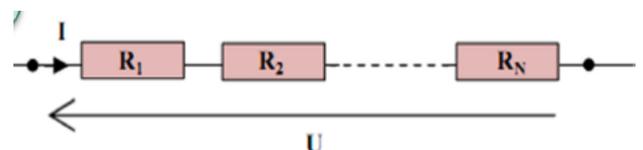
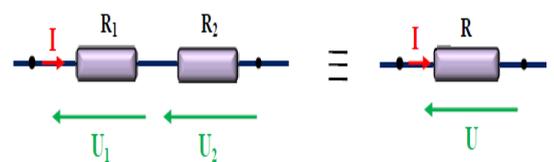
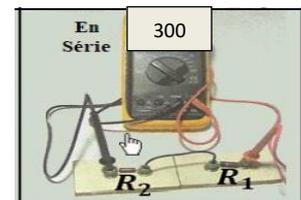
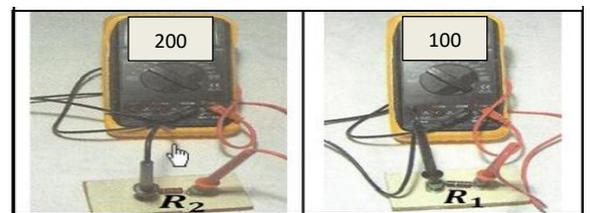
**2. Association en parallèle (en dérivation) :**

Activité 3 :

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

Par un multimètre, on mesure la résistance de chaque conducteur et la résistance équivalente à l'assemblage de ces conducteurs ohmiques.

On obtient :  $R_1=100\ \Omega$  ,  $R_2 = 200\ \Omega$  ,  $R= 66,6\ \Omega$



1. Comparer  $\frac{1}{R}$  avec  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

On a :  $\frac{1}{R_1} = 10 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$ ,  $\frac{1}{R_2} = 5 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$  et  $\frac{1}{R} = 15 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$

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

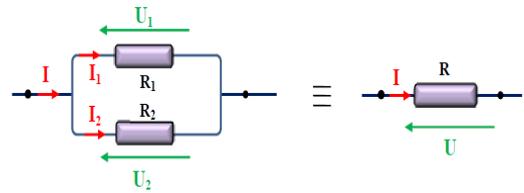
2. Démontrer théoriquement que :  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

D'après la Loi des nœuds :  $I = I_1 + I_2$  (2) et on a  $U = U_1 = U_2$

D'après la Loi d'ohm :  $U = R \cdot I$ ,  $U = R_1 \cdot I_1$  et  $U = R_2 \cdot I_2$

On remplace dans la relation (2) :  $\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$

On constate que :  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  c.-à-d  $R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$



et  $G = G_1 + G_2$

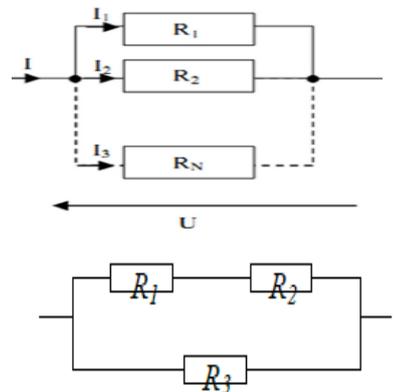
3. Que concluez-vous ?

La conductance équivalente à l'association en dérivation de deux conducteurs ohmique est la somme de la conductance de chaque conducteur ohmique seul.

**Conclusion :**

**Généralisation :** Dans le cas de branchement en dérivation de N conducteurs ohmiques, la résistance équivalente est :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$



**Application 2 :**

Calculer  $R_{eq}$  la résistance équivalente de l'association de conducteurs ohmiques schématisée ci-contre :

On donne :  $R_1 = 40 \Omega$  ;  $R_2 = 60 \Omega$  ;  $R_3 = 50 \Omega$

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Application 3 :**

On considère le circuit de la figure ci-contre :

Donnée :  $R_1 = 60 \Omega$  ;  $R_2 = 60 \Omega$  ;  $R_3 = 30 \Omega$  ;  $U_{PN} = 10 V$

1. Calculer  $R_{eq}$  la résistance équivalente entre A et C.

.....  
 .....  
 .....

2. Déduire la valeur de  $I_1$  l'intensité du courant principale.

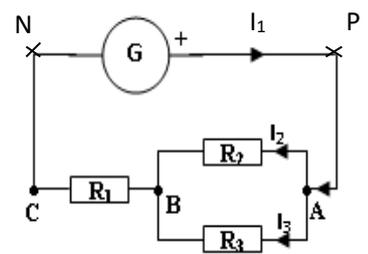
.....  
 .....

3. Calculer la valeur de la tension  $U_{BC}$ .

.....  
 .....  
 .....

4. Déduire la valeur de la tension  $U_{AB}$  et les intensités  $I_2$  et  $I_3$ .

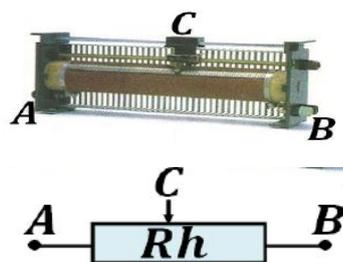
.....  
 .....  
 .....  
 .....



### 3. Utilisation des conducteurs ohmiques :

#### 1. Rhéostat :

Le rhéostat est un conducteur ohmique constitué d'un fil en alliage de fer et de nickel, sa section fixe, enroulé autour d'un cylindre isolé. Le rhéostat a trois bornes, les deux bornes **A** et **B** fixes et la borne **C** variable, s'appelle le  **curseur**, On symbolise le rhéostat (**Rh**) par :



#### Remarques :

- Le rhéostat peut s'utiliser comme  **résistance variable**. En déplaçant le curseur sur le conducteur résistif, on fait varier la valeur de la résistance entre les bornes A et C ou entre B et C.
- Le rhéostat est utilisé dans un circuit électrique soit pour varier le courant passant dans le circuit lorsqu'il est branché en série avec les autres composants, soit pour varier la tension lorsqu'il est utilisé comme diviseur de tension (en parallèle) entre les bornes d'un dipôle.

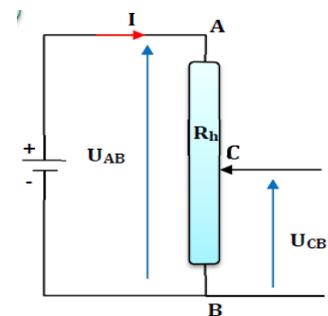
#### 2. Diviseur de tension :

Pour obtenir un générateur de tension variable à partir d'un générateur de tension continue on réalise un montage expérimental appelé  **diviseur de tension**.

Pour avoir un diviseur de tension on monte un rhéostat en dérivation avec un générateur de tension continue.

On appelle  $U_{AB}$  tension d'entrée et  $U_{CB}$  tension de sortie.

En déplaçant le curseur C du rhéostat, la tension de sortie  $U_{CB}$  est variable.



#### 3. Relation du diviseur de tension :

En appliquant la loi d'ohm :

$$U_{CB} = R_{CB} \cdot I \text{ et } U_{AB} = R_{AB} \cdot I$$

$$\text{d'où } \frac{U_{CB}}{U_{AB}} = \frac{R_{CB}}{R_{AB}}$$

Alors :

$$U_{CB} = \frac{R_{CB}}{R_{AB}} \cdot U_{AB}$$

avec :

$R_{AB}$ : résistance totale du rhéostat

$R_{CB}$ : résistance de la partie (BC) du rhéostat

#### Application 4 :

Le montage est ici constitué de 3 résistances en série :

1. Ecrire la relation liant  $U_3$ ,  $R_3$  et I.

.....

2. Faire de même entre U,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  et I.

.....

3. Ecrire la relation liant  $U_3$  à U et aux résistances.

.....

4. Calculer  $U_3$

.....

Donnée :  $U=5 \text{ V}$  ;  $R_1=150 \text{ k } \Omega$  ;  $R_2=1,2 \text{ M } \Omega$  ;  $R_3=68 \text{ k } \Omega$

