

## 1) Rappels

- Nous savons qu'un récepteur alimenté sous une tension d'alimentation « U » consomme un courant « I ».

Considérons un récepteur quelconque raccordé entre phase et neutre du réseau ; nous savons pour l'avoir constaté à plusieurs reprises :

Qu'en fonctionnement normal, la tension d'alimentation à laquelle est soumis le récepteur demeure stable et égale à 230V.

Que le courant absorbé par un récepteur dépend de ses « caractéristiques internes », car nous avons constaté que, pour une même tension d'alimentation, le courant absorbé par une lampe est très différent du courant absorbé par un convecteur.

## 2) Résistance ohmique d'un récepteur :

Une « caractéristique interne » des récepteurs, responsable de la valeur prise par le courant dans le circuit est :

- « **La résistance** » ; Elle est notée R ou r
- elle s'exprime en  $\Omega$  (ohm)<sup>1</sup>
- Elle est modélisée par un rectangle dans lequel figure la lettre r ou R, éventuellement sa valeur exprimée en ohm.

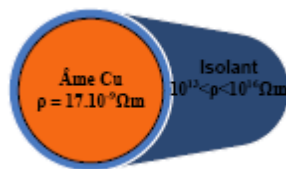


- La valeur prise par la résistance dépend de plusieurs facteurs. Tous les matériaux possèdent « naturellement » le premier de ces facteurs, c'est-à-dire la propriété de s'opposer au passage du courant électrique ; Cette caractéristique s'appelle :
- la « résistivité », elle s'exprime en  $\Omega \cdot m$  :
  - Elle est faible lorsque le matériau est conducteur.
  - Elle est importante lorsque le matériau est isolant.

Un « conducteur électrique » présente ces deux caractéristiques :

- Une valeur de résistivité très faible de son **âme conductrice** :  $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega m$  pour le cuivre par exemple.
- Une valeur de résistivité très élevée de sa **gaine isolante** :  $\rho = 10^{13} \Omega m$  à  $10^{16} \Omega m$  environ suivant les isolants utilisés.

<sup>1</sup> **Georg Ohm** (1789 – 1854), physicien allemand, il énonça en **1827** les lois fondamentales de l'électricité.  $\Omega$  appartient à l'alphabet grec et se prononce omega.



La résistivité diffère d'un conducteur à l'autre

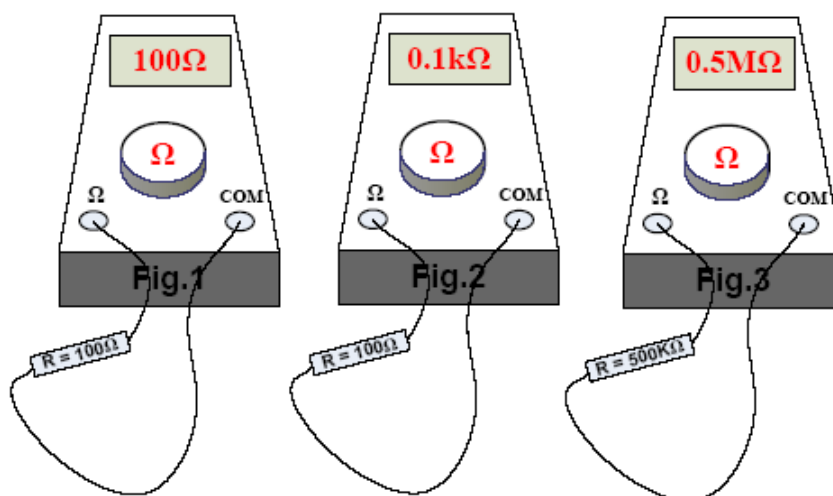


- 3) Mesurage de la résistance : L'**ohmmètre** permet d'effectuer le mesurage direct de la valeur d'une résistance.

Symbole :



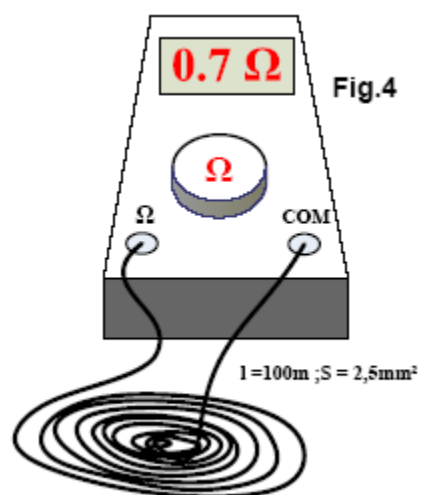
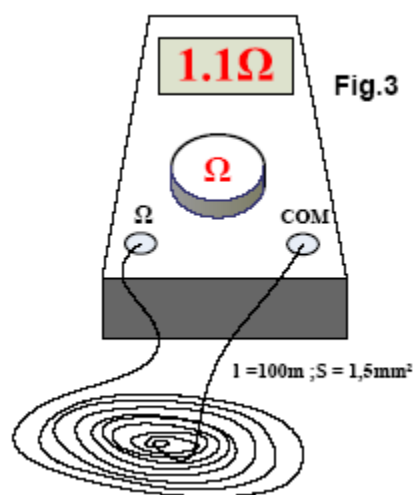
**Raccordement** : il suffit de placer l'élément ou l'appareil dont on veut mesurer la résistance entre les bornes de mesure de l'ohmmètre et de lire la valeur affichée ; Attention aux erreurs de lecture car l'afficheur indique le résultat en **Ω** en **kΩ** ou en **MΩ** : fig.1 fig.2 et fig.3.



Donnez la valeur de la résistance mesurée par les ohmmètres suivants :

L'utilisation d'un ohmmètre ou d'un testeur de continuité s'effectue toujours circuit, installation, équipement hors tension (fig.1) sous peine de provoquer un court circuit (fig.2) car l'appareil présente une **résistance interne (r)** faible.

**Renouvelons l'expérience avec des conducteurs** Prenons deux rouleaux de conducteur électrique de type H07 VU ou équivalent d'une centaine de mètres de longueur et de section :  $S = 1,5\text{mm}^2$  (**fig.3**) et  $2,5\text{mm}^2$  (**fig.4**).



---

4) Relations : La résistance d'un matériau est donnée par la relation :  $R = \frac{\rho \ell}{S}$

---

- $\rho$  : en  $\Omega\text{m}$  (ohm mètre)
- $\ell$  : en m (mètres)
- $S$  : en  $\text{m}^2$  (mètres carrés)
- $R$  : en  $\Omega$

**Cette relation valide toutes les remarques faites précédemment lors des expérimentations.**

---

**Fig.3** : 100 mètres de conducteur H07VU de section  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  possèdent une résistance :  $R = ?$   
Corrigé

---

.....

.....

.....

.....

**Fig.4** : 100 mètres de conducteur H07VU de section  $S = 2,5 \text{ mm}^2$  possèdent une résistance :  $R = ?$   
Corrigé

---

.....

.....

.....

.....

**Fig.5** : 100 mètres de conducteur H07VU de section  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  en série avec 100 mètres de conducteur H07VU de section  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  possèdent une résistance :  $R = ?$

Corrigé

---

.....

.....

.....

**Fig.6** : 100 mètres de conducteur H07VU de section  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  en dérivation sur 100 mètres de conducteur H07VU de section  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  possèdent une résistance :  $R = ?$  Corrigé

---

.....

Observons le comportement de la résistance dans les cas cités ci-dessous :

$\rho$ constante [cuivre en général]			
$R [\Omega]$	$\rho [\Omega.m]$	$\ell [m]$	$S [m^2]$
$\uparrow$	$\rightarrow$ constant	$\uparrow$ augmente	$\rightarrow$ constant
$\downarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$
$\downarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$
$\uparrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$

## 5) Valeurs limites d'une résistance électrique

- Existe-t-il des matériaux dont la résistivité est nulle ?  $\rho = 0 \Omega.m$  donc  $R = 0 \Omega$

La condition  $\rho = 0$  est uniquement réalisable en laboratoire, sous une température très basse proche du zéro absolu ( $-273^\circ\text{C}$ ) dans des matériaux que l'on appelle les supraconducteurs.

Avantages des supra conducteurs :  $R = 0 \Omega$  donc  $P = 0W$  ; ils ne consomment pas d'énergie...

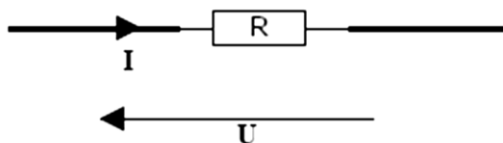
- Existe-t-il des matériaux dont la résistivité est infinie ?  $\rho = \infty$  donc  $R = \infty$

La deuxième question nous interroge sur l'existence de matériaux dont la propriété serait d'être des isolants électriques parfaits ; la condition  $\rho = \infty^2$  n'existe pas à l'état naturel et ne peut être reproduite en laboratoire ; tous les matériaux deviennent conducteur lorsqu'ils sont soumis à une tension de « claquage<sup>3</sup> » : lors de l'orage, l'éclair en se propageant sur des kilomètres, rend l'air conducteur.

## 6) Loi d'ohm : $U = RI$ tension (V) = résistance ( $\Omega$ ) X courant (A)

### Rappel :

Tous les récepteurs possèdent une « **résistance électrique** », celle-ci est nécessaire au contrôle du **courant** et de la **tension** dans un circuit ou une installation: **la loi d'ohm** réunit les 3 grandeurs qui sont à l'origine du fonctionnement de **tous les circuits électriques et électroniques**. On représente la résistance par un rectangle repéré par la lettre « R ou r ».



<sup>2</sup> Symbole de l'infini : valeur scalaire très grande.

<sup>3</sup> Tension à partir de laquelle l'isolant permet le passage du courant : l'essai est destructeur car le seuil de « rigidité diélectrique » est atteint ; il s'exprime en  $kV/mm$ .

### ○ Interprétation de la loi d'ohm

→ Un récepteur de résistance (**R**) traversé par un courant (**I**) crée une tension **U** telle que :  $U = RI$ .

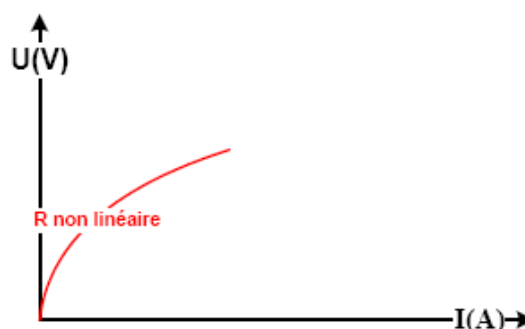
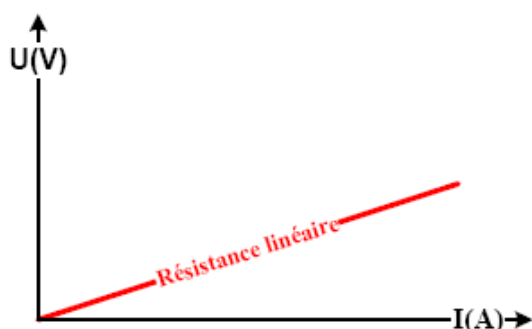
→ ou bien, un récepteur de résistance (**R**) soumis à une tension (**U**), est parcouru par un courant (**I**), tel que :  $I = \frac{U}{R}$

Lorsque la tension est **constante**, la valeur du courant dans un circuit dépend uniquement de la valeur de la résistance du récepteur (cas des installations):  $I = \frac{U}{R}$

### ○ Caractéristique $U = f(I)$ [U en fonction de I] d'une résistance électrique linéaire :

La loi d'ohm est une **fonction linéaire** de la forme :  $y = ax$  dont la représentation  $U = f(I)$  [U en fonction de I] est la suivante: voir tracé ci-dessous.

► **Conséquences : Pour une résistance linéaire, le rapport  $R = \frac{U}{I}$  est toujours constant.**

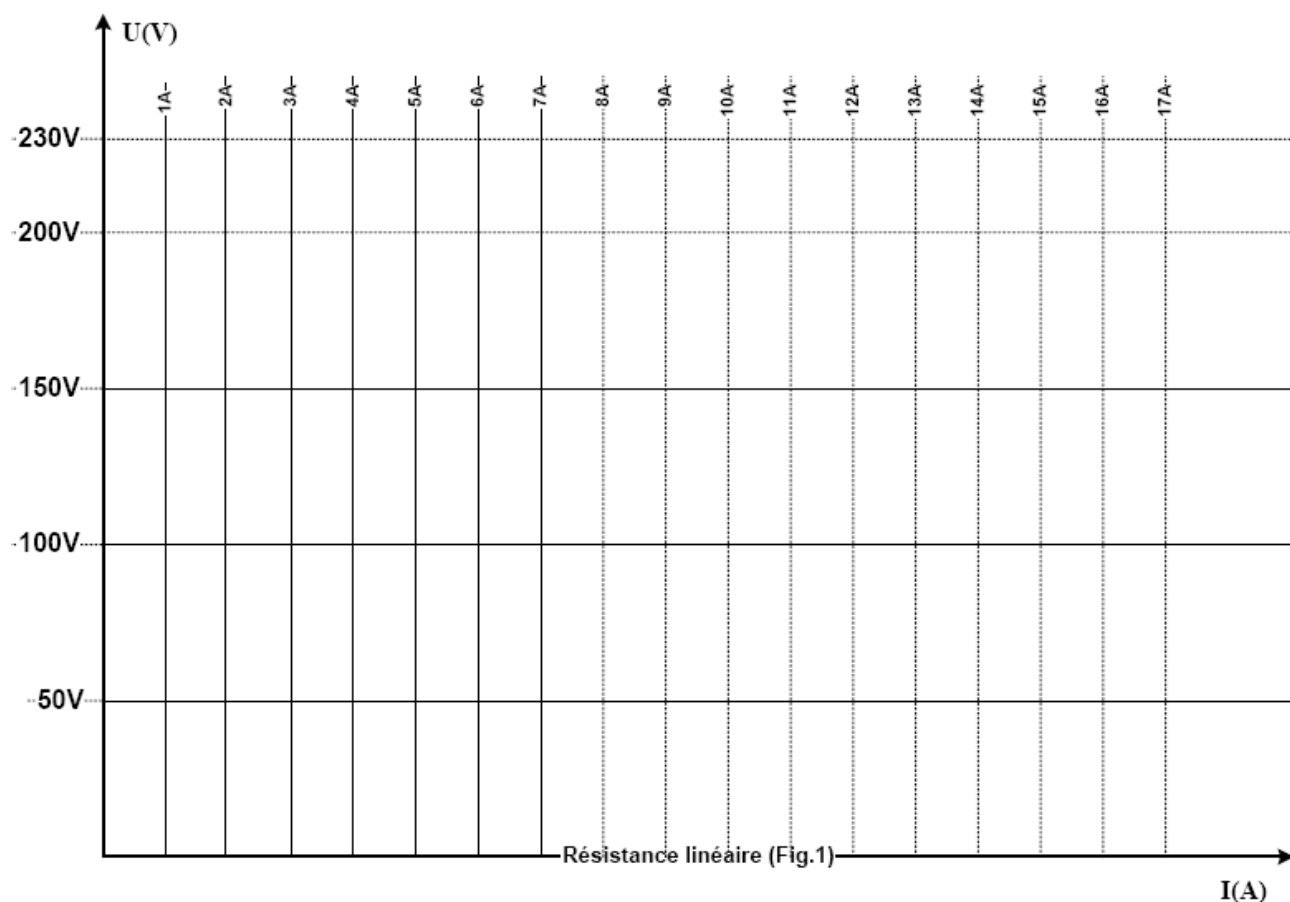


- Tracez sur le système d'axes fig.1 , en vous aidant de l'exemple déjà traité, la caractéristique  $U = f(I)$  des résistances suivantes : [voir le corrigé](#)

---

$R_7 = 50 \, \Omega$     $R_6 = 20 \, \Omega$     $R_5 = 13 \, \Omega$     $R_3 = 5 \, \Omega$     $R_2 = 1 \, \Omega$

---



- Tracez sur la même caractéristique les cas théoriques :  $R_1 = 0 \Omega$  et  $R_9 = \infty$ .
- Complétez le tableau ci-dessous en indiquant l'évolution du courant (**I**) dans chacun des cas décrit, les 2 premières lignes du tableau correspondent au cas des installations.

U (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	
→	↓		<b>U fixe</b>
→	↑		<b>U fixe</b>
↑	→		<b>R fixe</b>
↓	→		<b>R fixe</b>

**1) Exercices d'applications** : les appareils traités dans les applications suivantes possèdent tous un élément « résistif » chauffant linéaire.

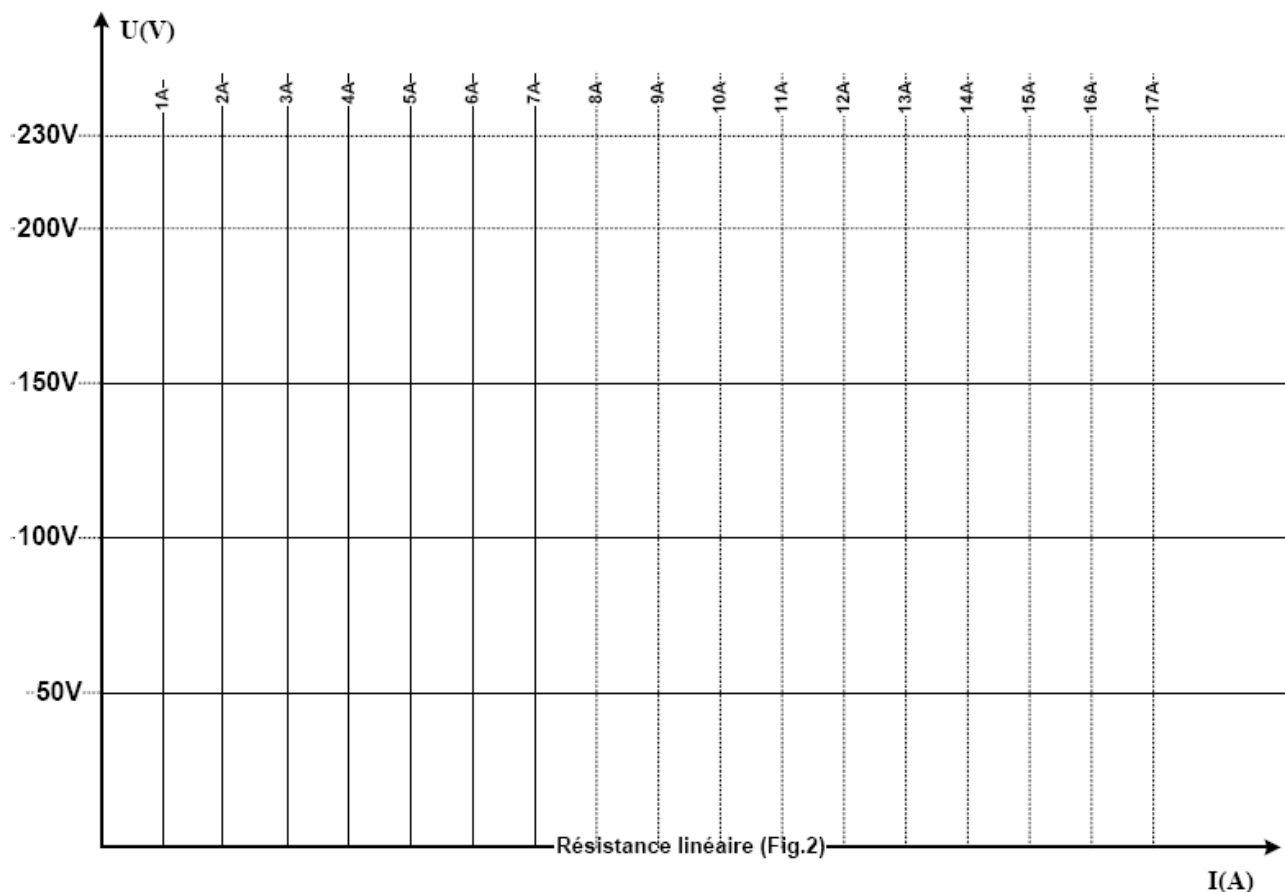
- Un convecteur électrique d'une puissance de 1500W absorbe un courant de 6,5 A ; calculez la valeur de la résistance de l'élément chauffant  $R_C$  du convecteur. tracer la caractéristique de la résistance sur la **fig.2**

[Voir le corrigé](#)

.....

.....

.....



- Un four alimenté sous  $U = 230V$  consomme un courant  $I = 13A$  ; tracer, sans calculer sa valeur, la caractéristique de la résistance  $R_F$  sur la fig.1 , donnez une valeur approchée de  $R_F$ .

[Voir le corrigé](#)

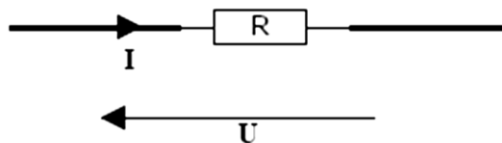
- Un chauffe eau électrique a été raccordé par erreur entre deux phases d'un réseau triphasé sous une tension de  $U = 400V$  au lieu des 230V prévus par le constructeur. La valeur de la résistance de l'élément chauffant est  $R_{CE} = 22 \Omega$ .

- ☐ Calculez la valeur de l'intensité du courant  $I$  absorbé sous 230V.
- ☐ Calculez la valeur de l'intensité du courant  $I$  absorbé sous 400V.
- ☐ Que vaut, exprimée en % du courant nominal<sup>4</sup>, la valeur de la surintensité absorbée par le four lors de son raccordement sous  $U = 400V$  ? [Voir le corrigé](#)

<sup>4</sup> Courant absorbé par le four lorsqu'il est alimenté sous sa tension (nominale) de fonctionnement.



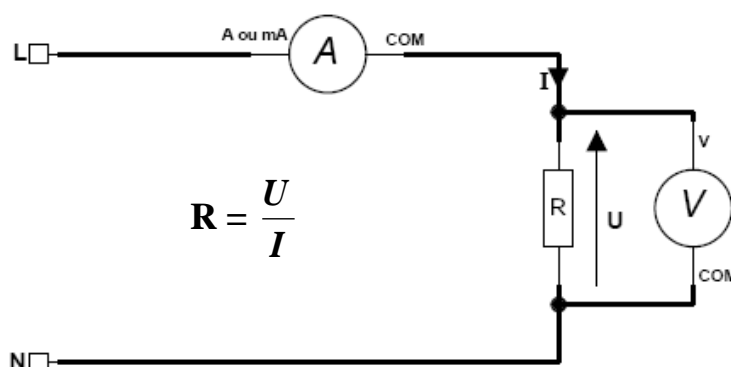
## 2) Techniques de mesure de la résistance



Méthode voltampèremétrique :

elle découle de la loi d'ohm :  $U = RI$  donc  $R = \frac{U}{I}$

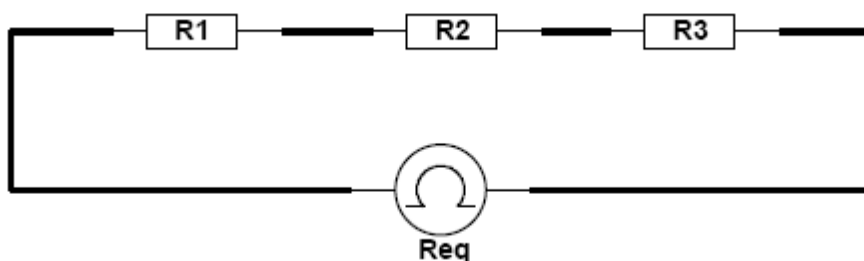
- Le mesurage direct de  $U$  et de  $I$  permet donc de calculer la valeur de  $R$



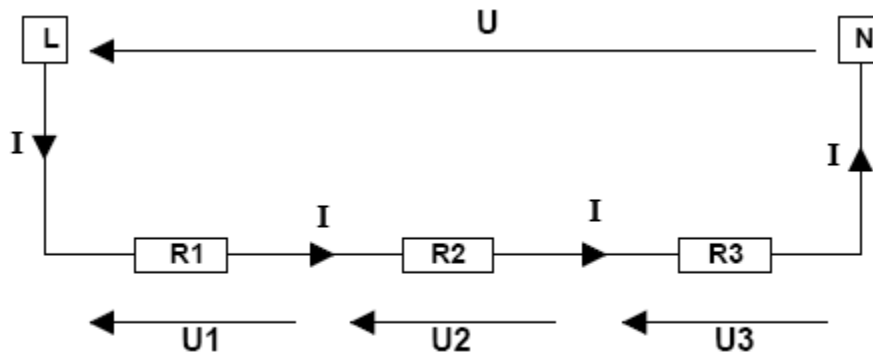
Mesurage par la méthode directe à l'ohmmètre : [voir exemples réalisés en III](#)

**3) Résistances équivalentes** : La résistance équivalente d'un circuit, est la résistance totale mesurée aux bornes de celui-ci par un ohmmètre.

### a. circuit série



Lorsque des résistances sont branchées « en série », leur comportement est réglé par la loi d'ohm suivant le schéma suivant :



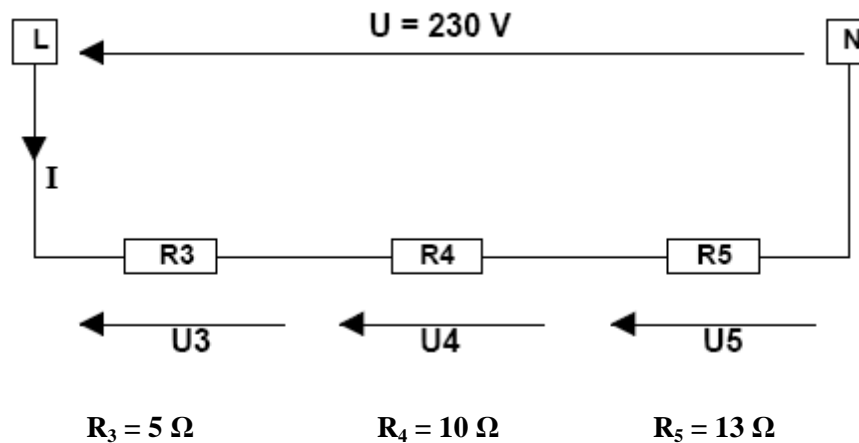
La loi d'ohm indique que chaque résistance est soumise à la tension :  $U = RI$  ; donc pour des valeurs quelconques de  $R$  nous avons :  $U_1 = R_1 I$  ;  $U_2 = R_2 I$  ;  $U_3 = R_3 I$

La loi des mailles appliquée à ce circuit est :  $U = U_1 + U_2 + U_3 = R I + R_2 I + R_3 I = I (R_1 + R_2 + R_3)$

La quantité  $R_1 + R_2 + R_3$  s'additionne pour former la résistance équivalente :  $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$  ; le courant qui circule dans la branche est fixé par la somme des résistance en série dans le circuit.

La loi d'ohm appliquée à un circuit série s'écrit :  $U = R_{eq} I$

#### Application numérique:



Calculez  $R_{eq}$  :

.....

.....

Calculez  $I$  :

.....

.....

Calculez  $U_3$  :

.....

.....

Calculez  $U_4$  :

.....

.....

Calculez  $U_5$  :

.....

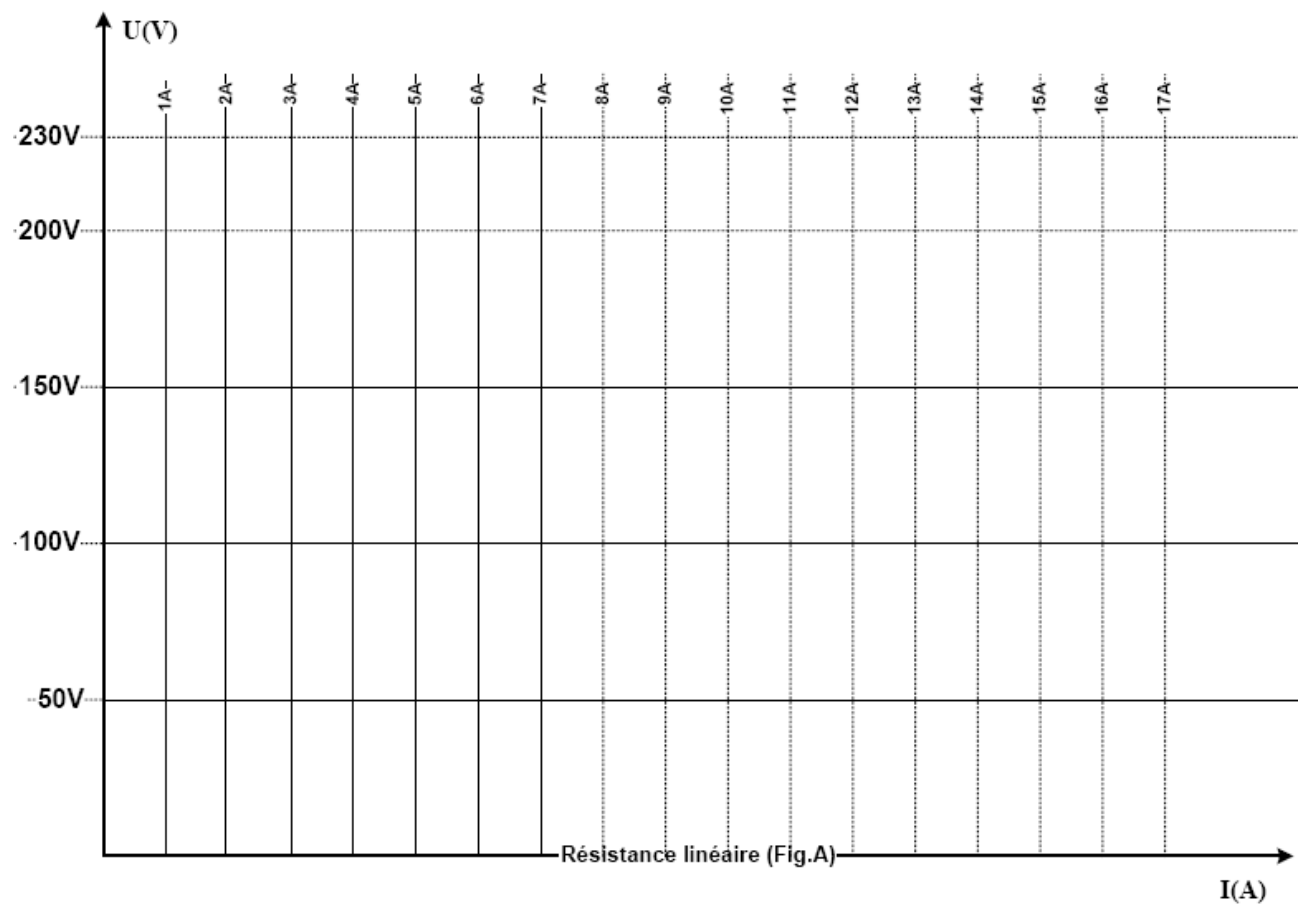
.....

Vérifiez que la loi des mailles s'applique à ce circuit :

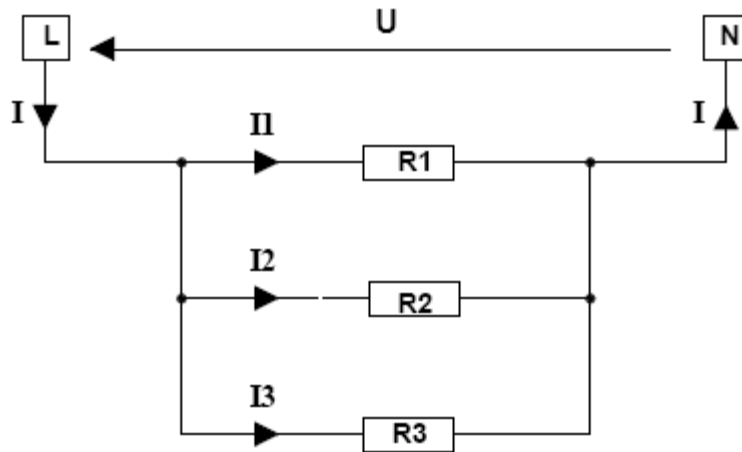
.....

.....

Retrouvez graphiquement vos résultats sur la caractéristique  $u = f(I)$  sur la **fig.A** ci dessous : [Voir le corrigé](#)



## b. Circuit dérivation



La loi d'ohm indique que chaque résistance est soumise à la tension :  $U = RI$  ; donc pour des valeurs quelconques de  $R$  on peut écrire que :  $U = R_1 I_1$  ;  $U = R_2 I_2$  ;  $U = R_3 I_3$

Chaque résistance, alimentée sous tension constante  $U$ , fixe la valeur du courant dans sa branche ; ainsi :

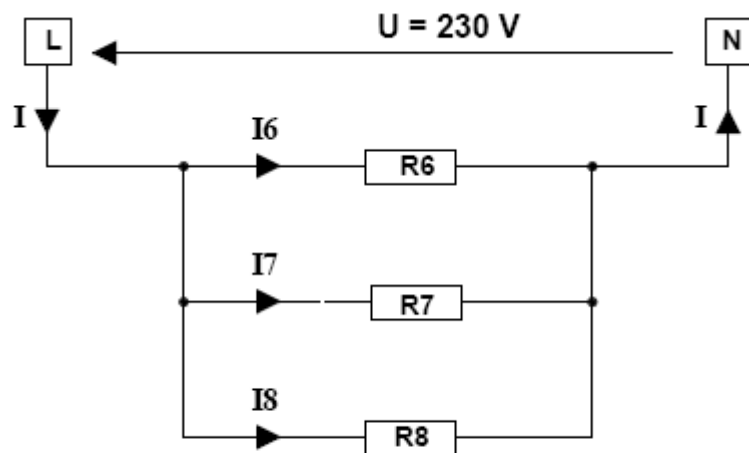
$$I_1 = \frac{U}{R_1} ; I_2 = \frac{U}{R_2} ; I_3 = \frac{U}{R_3} .$$

La loi des nœuds appliquée à ce circuit s'écrit :  $I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} = U$

$(\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3})$  ; la loi des nœuds fait apparaître la résistance équivalente du circuit :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

**Application numérique:**



$$R_6 = 20 \, \Omega$$

$$R_7 = 50 \, \Omega$$

$$R_8 = 1000 \, \Omega$$

Calculez  $I_6$  :

.....

.....

Calculez  $I_7$  :

.....

.....

Calculez  $I_8$  :

.....

.....

Calculez  $I$  :

.....

.....

Calculez  $R_{eq}$  :

.....

.....

- c. Retrouvez graphiquement vos résultats sur la caractéristique  $u = f(I)$  sur la **fig.B** ci-dessous.  
[Voir le corrigé](#)

