

**Activité expérimentale: détermination de la résistance d'un conducteur ohmique.**

L'objectif de l'activité est de déterminer la résistance d'un conducteur ohmique de 2 façons.

**Capacités exigibles :**

Mesurer une tension : mesure directe au voltmètre numérique

Mesurer l'intensité d'un courant : mesure directe à l'ampèremètre numérique ;

Mesurer une résistance : mesure directe à l'ohmmètre.

Utiliser les fonctions de base de la bibliothèque matplotlib pour représenter un nuage de points.

Utiliser la fonction polyfit de la bibliothèque numpy pour exploiter des données.

**Matériel:**

Une résistance (1000 Ω environ).

Un générateur de tension continue de tension réglable qui alimente la résistance ;

2 multimètres.

Fils d'alimentation.

**Compétences de la démarche expérimentale travaillées:**

<b>S'approprier</b>	Identifier les grandeurs pertinentes, leur attribuer un symbole.	
<b>Analyser</b>	Formuler des hypothèses. Proposer une stratégie pour répondre à une problématique.	
<b>Réaliser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mettre en œuvre un protocole .</li> <li>- Faire des schémas.</li> <li>- utiliser le matériel de façon adaptée en respectant des règles de sécurité.</li> <li>- Mener des calculs à l'aide d'un langage de programmation ou effectuer des applications numériques.</li> <li>- Effectuer des représentations graphiques à l'aide de données.</li> </ul>	
<b>Valider</b>	Exploiter des observations, des mesures en estimant les incertitudes. Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.	
<b>Communiquer</b>	Utiliser un vocabulaire scientifique précis	

**Données: extraits de la notice du multimètre**

<b>Fonction</b>	<b>Calibre</b>	<b>Précision</b>
<b>Tension DC</b> Impédance 10 Mohm	200,0 mV	0,5% +1d
	20,00 V	
	200,0 V	
	1000 V	
<b>Résistance</b>	200,0 Ω	0,8% + 3d
	2,000 kΩ	
	200,0 kΩ	
	2.000 MΩ	
	20,00 MΩ	1% + 5d
<b>Courant DC</b>	2,000 mA	0,8% +1d
	200,0 mA	
	20,00 A	

## **1. Résistance d'un conducteur ohmique.**

On travaillera avec la résistance d'une valeur environ égale à  $1000\ \Omega$  mise à votre disposition.

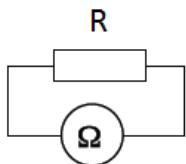
### **a. Mesure directe à l'ohmmètre.**

L'ohmmètre se place aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la résistance : une borne du dipôle est reliée à la borne COM, et l'autre borne du dipôle est reliée à la borne possédant le symbole  $\Omega$ .

### **Le sens du branchement n'a pas d'importance.**

L'appareil envoie un courant dans le conducteur et détermine sa résistance par application de la loi d'Ohm en mesurant la tension à ses bornes :  $R=U_{\text{mesuré}}/I_{\text{envoyé}}$ .

**Il est donc impératif de l'utiliser hors de toute autre connexion** susceptible de modifier ce courant et donc fausser la mesure.



➤ **REALISER.** Mesurer la résistance avec l'ohmmètre en choisissant le calibre approprié. Donner le résultat avec son incertitude.

Valeur affichée: ... $0,980k\Omega = 980\Omega$ ..

Calibre utilisé: ..... '2k'= $2,000k\Omega$  .....  
donc  $1\text{digit}=0,001\ k\Omega=1\Omega$

Calcul de  $\Delta$ :

Calcul de  $u(R)$ :

On lit sur la notice que pour le calibre 2k, la précision est  $0,8\% + 1d$

$$\text{Donc } \Delta(R) = \frac{0,8}{100} \times 980 + 1(\text{en } \Omega) = 8,84\Omega. \text{ Et } u(R) = \frac{8,84}{\sqrt{3}} \approx 5\Omega$$

Ecriture du résultat :  $R = (..980. \pm ..5..)\Omega$

### **Document 1: incertitude-type sur la mesure de R:**

L'incertitude-type sur R se calcule avec la formule  $u(R) = \frac{\Delta(R)}{\sqrt{3}}$  avec  $\Delta(R)$  la précision de l'appareil qui dépend de calibre choisi.

La précision d'un multimètre est de la forme  $x\% + n.d$ , avec  $n$  le nombre de digit.

Ce qui signifie que  $\Delta(R) = 0,8\% R_{\text{affiche}} + n$ .

1 digit correspond à la dernière décimale affichée. Par exemple pour le calibre  $200,0\Omega$ , la valeur affiché est au dixième près donc  $1d=0,1\Omega$

=> Appeler le professeur pour lui montrer votre mesure.

## 2. Détermination à partir de la caractéristique statique.

### Document 2: qu'est-ce que la caractéristique statique d'un dipôle?

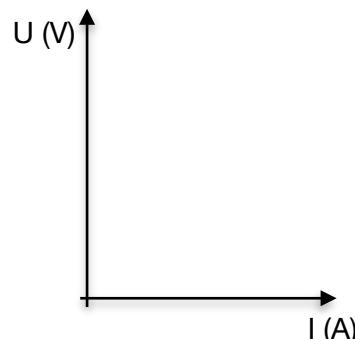
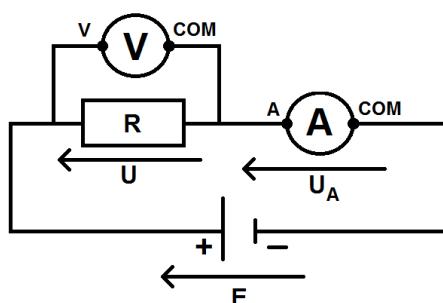
La caractéristique statique d'un dipôle D est la représentation en régime continu de la tension U à ses bornes en fonction de l'intensité I qui le traverse.

L'intensité du courant se mesure avec un ampèremètre branché en série avec le dipôle.

La tension à ses bornes se mesure avec un voltmètre branché en parallèle.

Pour cela, il faut mettre en série un générateur de tension continue avec le dipôle à étudier.

On utilisera une alimentation continue réglable: source de tension continue dont on peut choisir la valeur de la tension délivrée.



#### a) REALISER.

##### Manipulation 1: montage + relevé des mesures.

- Faire le montage correspondant au schéma en laissant le générateur éteint. Utiliser des fils noirs pour tous les fils reliés à la masse du circuit (borne noire du générateur) et un fil d'une autre couleur pour les autres.

=> Appeler le professeur pour vérification, puis allumer le générateur pour faire les mesures.

- Effectuer huit mesures de couples (U; I), obtenus pour des tensions d'alimentation différentes, et noter les valeurs obtenues dans le tableau suivant. Exemples de valeurs:

Tension <b>U</b> (en V)	0							10
Courant <b>I</b> (en A)								

##### Manipulation 2: tracé de la caractéristique et modélisation avec Python.

#### b) ANALYSER.

- Quelle est la relation entre U et I attendue pour une résistance ?

D'après la loi d'Ohm,  $U = R \cdot I$  avec U en V, I en A et R en  $\Omega$

- Si cette relation est vérifiée, comment déterminer la valeur de R avec la courbe?

Si la relation est vérifiée, U est proportionnelle à I donc on obtient une droite linéaire de coefficient directeur (pente) R.

## Document 2: outils python.

Si les points semblent alignés, nous pourrons effectuer une régression linéaire, c'est à dire, à l'aide du programme Python fourni, trouver la droite d'équation  $y=a.x + b$  qui passe en moyenne au plus près de l'ensemble des points lorsque l'on trace le nuage de points  $y=f(x)$ . Ici on devrait avoir  $b=0$  d'après le modèle.

### **Méthode numérique : Fonction polyfit**

Si la bibliothèque numpy est appelée en début de script (`as np`), la commande `a,b = np.polyfit(x,y,1)`

permet d'effectuer une **régression linéaire** sur les listes  $x$  et  $y$  : elle retourne le meilleur couple  $a,b$ , tel que la droite d'équation  $y = a.x + b$  soit au plus près des points  $(x_i,y_i)$ .

Remarque : le troisième argument (1 ici) correspond au degré du polynôme utilisé pour le modèle. Cela signifie que le modèle est ici en  $a.x + b$ . Mettre 2 ferait un modèle en  $a.x^2 + b.x + c$ , etc.

**La régression linéaire permet, à partir de l'ensemble des points expérimentaux, de trouver UNE valeur de a (pente ou coefficient directeur) et UNE valeur de b (ordonnée à l'origine).**

### c) REALISER.

Tracer le nuage de points de la tension  $U$  en fonction de l'intensité du courant  $I$  et effectuer la régression linéaire à l'aide du programme Python fourni ou sur Capytale code **5f11-8200453**.

**Donner le résultat de la régression linéaire  $y=ax+b$  c'est-à-dire  $U=a.I+b$ :**

$$a = \dots 978,26\Omega$$

$$b = \dots 0,03\dots V$$

Méthode de Monte-Carlo (voir document régression linéaire):

- Calculer, à l'aide de la notice, la précision  $D_x = \Delta(I)$  sur une mesure de  $I$  avec l'ampèremètre. Reporter la valeur à la ligne correspondante dans le programme.

$$D_x = \Delta(I)$$

Les mesures ont été faites sur le calibre 200,0 mA soit  $1d=0,1$  mA= $0,1 \cdot 10^{-3}$  A. On lit sur la notice que pour ce calibre, la précision est  $1,5\% + 1d$  (en mA) donc  $Dx=1,5 * I+0,1e-3$ . (Avec  $I$  en Ampères)

- Calculer, à l'aide de la notice, la précision  $D_y = \Delta(U)$  sur une mesure de  $U$  avec le voltmètre. Reporter la valeur à la ligne correspondante dans le programme.

Les mesures ont été faites sur le calibre 20,00 V soit  $1d=0,01$  V. On lit sur la notice que pour ce calibre, la précision est  $1,5\% + 1d$  (en mA) donc  $Dx=0,5 * U+0,01$

**Donner le résultat des incertitudes pour N=10000.**

$$u(a) = \dots 12\dots \Omega$$

$$u(b) = .0,05\dots V$$

En déduire une valeur de résistance:

$$R = (.978. \pm \dots 12..)\Omega$$

#### d) VALIDER.

Cette valeur de R est-elle compatible avec celle donnée par l'ohmmètre? Calculer le z-score.

$$z = \frac{|x_{\text{exp}} - x_{\text{réf}}|}{\sqrt{u(x_{\text{exp}})^2 + u(x_{\text{réf}})^2}}$$

AN:

$$z = \frac{980 - 978}{\sqrt{12^2 - 5^2}} \approx 0,2 < 2 \text{ donc les valeurs sont compatibles.}$$

#### Bilan du TP:

La valeur d'une résistance peut se déterminer soit :

1) par une mesure directe à l'aide d'un ...*ohmmètre* .....

La précision de la mesure dépend du ...*calibre* .....

2) par une mesure indirecte en déterminant la ...*pente*.... de la caractéristique  $U=f(I)$  du conducteur ohmique étudié.