

**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  $\Omega$  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.<br>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.<br>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**

| Fonction                               | Calibre          | Précision |
|----------------------------------------|------------------|-----------|
| <b>Tension DC</b><br>Impédance 10 Mohm | 200,0 mV         | 0,5% +1d  |
|                                        | 20,00 V          |           |
|                                        | 200,0 V          |           |
|                                        | 1000 V           | 0,8% + 2d |
| <b>Résistance</b>                      | 200,0 $\Omega$   | 0,8% + 3d |
|                                        | 2,000 k $\Omega$ | 0,8% + 1d |
|                                        | 200,0 k $\Omega$ |           |
|                                        | 2.000 M $\Omega$ |           |
|                                        | 20,00 M $\Omega$ | 1% + 5d   |
| <b>Courant DC</b>                      | 2,000 mA         | 0,8% +1d  |
|                                        | 200,0 mA         | 1,5% +1d  |
|                                        | 20,00 A          | 2% +5d    |

## 1. Résistance d'un conducteur ohmique.

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

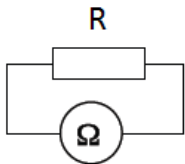
### a. Mesure directe à l'ohmmètre.

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: .....

Calibre utilisé:.....

Calcul de  $\Delta$ :

Calcul de  $u(R)$ :

Ecriture du résultat :  $R = (\dots \pm \dots) \Omega$

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

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

Par exemple, on mesure  $R = 198,1 \Omega$  avec un ohmmètre dont la notice indique : « sur le calibre 200  $\Omega$ , précision 0,8% de la valeur lue + 3 digits ».

1 digit correspond à la plus petite valeur lue sur le calibre choisi : 0,1  $\Omega$  (valeur affichée au dixième) dans le cas présent.

Alors  $\Delta = 0,008 \times 198,1 + 3 \times 0,1 \approx 1,88 \Omega$  et  $u(R) = \frac{1,88}{\sqrt{3}} = 1,08 \Omega$ . On écrira donc

$R = (198,1 \pm 1,1) \Omega$

**=> Appeler le professeur pour lui montrer votre mesure.**

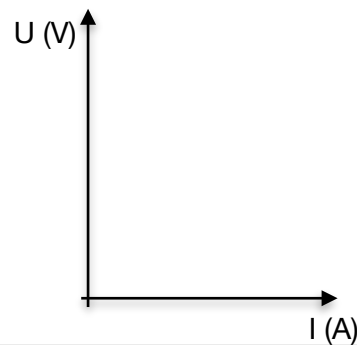
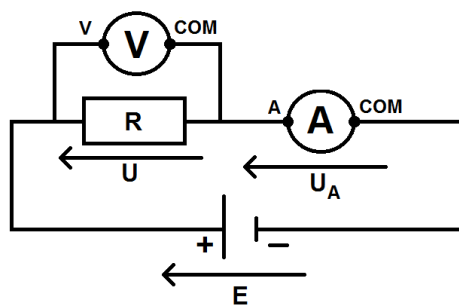
## 2. Détermination à partir de la caractéristique statique.

### 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.

|                       |   |  |  |  |  |  |  |    |
|-----------------------|---|--|--|--|--|--|--|----|
| Tension $U$<br>(en V) | 0 |  |  |  |  |  |  | 10 |
| Courant $I$<br>(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 ?

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

## Document 2: outils python.

Si les points semblent alignés, nous pourrions 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  $U=a.I+b$ :**

$$a = \dots\dots\dots \Omega$$

$$b = \dots\dots\dots V$$

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.

- 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.

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

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

$$u(b) = \dots\dots\dots V$$

En déduire une valeur de résistance:

$$R = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) \Omega$$

**d) VALIDER.**

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

**Bilan du TP:**

La valeur d'une résistance peut se déterminer soit :

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

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

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

## ANNEXE: code Python. TPmesure-R.py

```
%%Importation des bibliothèques
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Mesures ---> A compléter
U = np.array([]) # Tension (en Volt)
I = np.array([]) # Intensité (en Ampère)

%% 1. Affichage du graphique U=f(I)

plt.figure(1)
plt.plot(I,U,'+',label='mesures')
plt.grid()
plt.xlabel('') #titre des abscisses à compléter.
plt.ylabel('') #titre des ordonnées compléter.
plt.title('') #titre à compléter.
plt.legend()

%%2. Regression linéaire
# Modélisation des points de mesure par une droite

(a,b) = np.polyfit(I,U,1)

# Fabrication de la courbe-modèle pour affichage
U_modele=[]
for i in I:
    U_modele.append(a*i+b)

#affichage des résultats
print('a=',round(a,2)) #valeur de a arrondie avec 2 cs
print('b=',round(b,2)) #valeur de b arrondie avec 2 cs
print('équation de la courbe: U=',round(a,2),'I+',round(b,2))

%% 3.Méthode de Monte-Carlo pour le calcul des incertitudes
#Simulation de MC.
#listes destinées à accueillir les valeurs successives de a et de b à chaque simulation
pentes=[]
ordonnees_origine=[]

#nombre de simulations MC
N= #A compléter

#largeur de la distribution
Dy= # précision les valeurs de U A COMPLETER
Dx= # précision les valeurs de I A COMPLETER

#réalisation de la simulation
for n in range(0,N):
    U_tirage=[] #liste vide qui va contenir les valeurs de U tirées au sort
    I_tirage=[] #liste vide qui va contenir les valeurs de I tirées au sort

    for i in range(len(U)):
        U_tirage.append(np.random.uniform(U[i]-Dy,U[i]+Dy )) #tableau de valeurs de U tirées
        I_tirage.append(np.random.uniform(I[i]-Dx,I[i]+Dx)) #tableau de valeurs de I tirées

        # Régression linéaire de y_tirage en fonction de x_tirage :
        p = np . polyfit (I_tirage , U_tirage , 1)
        pentes.append(p[0])
        ordonnees_origine.append(p[1])

#valeurs moyennes
a_moy=np.mean(pentes)
b_moy=np.mean(ordonnees_origine)

#incertitudes-types
u_a_MC=np.std(pentes,ddof=1)
u_b_MC=np.std(ordonnees_origine,ddof=1)

#affichage des résultats
print('résultats de la simulation de MC:', 'a=',a_moy, 'u(a)=' , u_a_MC, 'b=', b_moy, 'u(b)=' , u_b_MC)
```