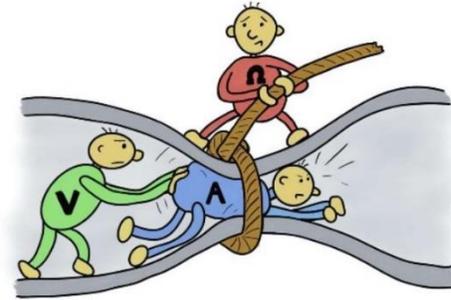


# Laboratoire virtuel sur la loi d'Ohm Protocole



## BUTS :

Le but principal de ce laboratoire sera de vérifier la loi d'Ohm  $\Delta V = RI$  pour un résistor ohmique et de déterminer graphiquement la valeur de sa résistance.

Afin de déterminer graphiquement la valeur de la résistance d'un élément, vous devrez tenir compte des incertitudes absolues sur vos mesures et appliquer correctement les règles de propagation des incertitudes.

Cette valeur de la résistance obtenue graphiquement pourra ensuite être comparée à la valeur de la résistance mesurée directement à l'aide de l'ohmmètre afin de vérifier si vos deux valeurs de résistance concordent ou non.

## MATÉRIEL :

- Une source de courant (modèle GW INSTEK GPS-3303)
- Deux multimètres (modèle FLUKE 179)
- Un résistor (le résistor  $R_2$  sur la plaquette)
- Des fils conducteurs



source de courant



multimètres

## 1 Prise de mesures

### 1.1 Mesure de la résistance du résistor

Avec votre multimètre en mode **ohmmètre**, mesurez la résistance du résistor qui se trouve sur votre plaquette. Tel qu'illustré sur la figure ci-contre, vous effectuez la mesure et vous obtenez : « 2,029 k $\Omega$  ». Notez cette valeur dans votre rapport.

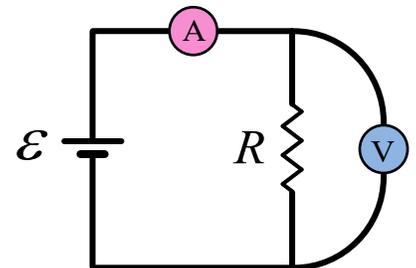


### 1.2 Mesure du courant $I$ en fonction de la différence de potentiel $\Delta V$

Réalisez le montage du circuit ci-contre. Vous devez brancher vos deux multimètres dans votre circuit.

Votre but est de mesurer le courant  $I$  pour une quinzaine de valeurs de  $\Delta V$  situées entre 1 V et 15 V.

Vous obtenez les valeurs présentées dans le **TABLEAU 1** ci-dessous.



**TABLEAU 1**

$\Delta V$ (V)	$I$ (mA)
1,188	0,60
2,111	1,05
2,910	1,44
4,105	2,03
4,907	2,43
5,992	2,97
7,09	3,51
8,23	4,07
8,99	4,45
10,16	5,03
11,01	5,45
11,81	5,85
13,00	6,44
14,17	7,02
15,03	7,45

**2 Calcul des incertitudes absolues sur les valeurs mesurées**

Rappel : voici comment calculer les incertitudes absolues pour le multimètre :

$\delta R$  : incertitude sur la mesure de  $R$  pour le multimètre branché en mode **ohmmètre**

1 unité sur le dernier chiffre affiché à droite à laquelle on ajoute 0,9% de la valeur affichée

$\delta \Delta V$  : incertitude sur la mesure de  $\Delta V$  pour le multimètre branché en mode **voltmètre**

2 unités sur le dernier chiffre affiché à droite auxquelles on ajoute 0,09% de la valeur affichée

$\delta I$  : incertitude sur la mesure de  $I$  pour le multimètre branché en mode **ampèremètre**

3 unités sur le dernier chiffre affiché à droite auxquelles on ajoute 1% de la valeur affichée

**2.1** Calcul de l'incertitude  $\delta R$

Calculez et inscrivez dans votre rapport la valeur de l'incertitude absolue  $\delta R$  associée à la résistance  $R$  de votre résisteur. Dans la case appropriée dans le rapport, écrivez le calcul qui vous a permis de calculer  $\delta R$  pour votre résisteur.

**2.2** Calcul d'une incertitude  $\delta \Delta V$

Calculez et inscrivez dans votre rapport la valeur de l'incertitude  $\delta \Delta V$  associée à la mesure de  $\Delta V$  que vous avez effectuée à la première ligne du **TABLEAU 1**. Montrez vos calculs dans l'espace prévu à cet effet.

**2.3** Calcul d'une incertitudes  $\delta I$

Calculez et inscrivez dans votre rapport la valeur de l'incertitude  $\delta I$  associée à la mesure de  $I$  que vous avez effectuée à la première ligne du **TABLEAU 1**. Montrez vos calculs dans l'espace prévu à cet effet.

## 2.4 Calcul de toutes les incertitudes $\delta\Delta V$ et $\delta I$

Téléchargez le fichier Excel **TemplateLoiOhm.xlsx** disponible sur le site web du professeur : <https://physique.cmaisonneuve.qc.ca/btardif/NYB/TemplateLoiOhm.xlsx> et recopiez-y toutes vos mesures de  $\Delta V$  et de  $I$  dans les cases appropriées.

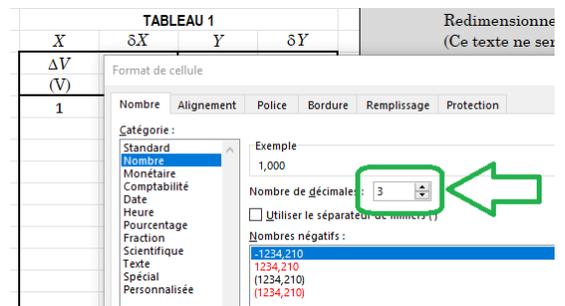
Vous devez maintenant calculer toutes les valeurs des incertitudes  $\delta\Delta V$  et de  $\delta I$  associées à vos mesures. Pour ce faire, il est fortement recommandé d'utiliser Excel (et non de faire tous les calculs à la main !). En effet, vous pouvez programmer une formule Excel dans une cellule afin de calculer l'incertitude et ensuite vous pouvez « étirer/glisser » la cellule vers le bas afin de calculer automatiquement les autres valeurs. (Vous feriez bien de vérifier que les formules Excel que vous programmez fournissent les mêmes résultats que ceux que vous avez calculés à la main aux étapes **2.2** et **2.3**.)

Faites attention cependant, le réglage « **Auto Range** » de vos appareils permet d'obtenir un maximum de précision sur les mesures, mais fait en sorte que les échelles de mesure (et leur précision) peuvent être différentes pour différentes plages de valeurs. Par exemple, lorsqu'on mesure des différences de potentiel  $\Delta V$  à l'aide du voltmètre, 3 décimales sont affichées lorsque  $\Delta V < 6$  V, mais 2 décimales seulement sont affichées pour des  $\Delta V$  plus grands ... ce qui influencera bien sûr votre façon de calculer  $\delta V$ .

## 2.5 Ajustement du nombre de décimales affichées dans Excel

Lorsqu'on exprime une mesure expérimentale sous la forme  $x = (\tilde{x} \pm \delta x)$ , il est important que  $\tilde{x}$  et  $\delta x$  possèdent le nombre de chiffres significatifs et le nombre de décimales appropriés. Au besoin, sachez qu'il est toujours possible de spécifier manuellement à Excel le nombre de décimales qu'on souhaite afficher dans une (ou plusieurs) case.

Il suffit de cliquer sur une case, de cliquer ensuite sur le bouton de droite de la souris pour accéder au menu contextuel, et cliquer ensuite sur « Format de cellule ». Dans l'onglet « Nombre », on peut ensuite sélectionner la catégorie « Nombre » et sélectionner le « Nombre de décimales » souhaité. En spécifiant par exemple « Nombre décimales : 3 », on pourrait forcer Excel à afficher « **2,910** » au lieu de simplement « **2,91** » pour la valeur de  $\Delta V$  à la troisième ligne dans le **TABLEAU 1**.



Une autre manière encore plus rapide d'ajuster les décimales est d'utiliser les touches raccourcies « ajouter une décimale » et « réduire les décimales ».



Assurez-vous d'avoir le bon nombre de décimales affichées pour chaque case  $\Delta V$ ,  $\delta\Delta V$ ,  $I$  et  $\delta I$ .

## 3 Analyse

### 3.1 Graphique pour le résisteur

Tracez le graphique (nuage de points) de  $I$  en fonction de  $\Delta V$  pour le résisteur. Votre graphique doit respecter les consignes de mise en forme habituelle (titre complet, axes bien identifiés avec symbole des variables et unités entre parenthèses, courbe de tendance avec son équation dans laquelle vous devrez remplacer  $x$  et  $y$  par les valeurs de votre expérience, etc.).

### 3.2 Le résisteur est-il ohmique ?

Dans l'espace prévu à cet effet dans le rapport, expliquez à l'aide de votre graphique si le résisteur se comporte comme un élément ohmique ou non-ohmique. (Au besoin, relisez la section *La loi d'Ohm* aux pages 219 et 220 de votre livre *Physique XXI : tome B : électricité et magnétisme*.)

### 3.3 Ajouter et ajuster l'équation de la courbe de tendance sur le graphique

La loi d'Ohm s'écrit typiquement  $\Delta V = RI$ , mais on peut isoler le courant  $I$  et écrire plutôt :

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

Il est très facile de la linéariser cette équation pour qu'elle ait la forme d'une équation linéaire  $Y = MX + B$ . Il suffit de poser  $Y \rightarrow I$  ;  $M \rightarrow 1/R$  ;  $X \rightarrow \Delta V$  ;  $B \rightarrow 0$ . La pente  $M$  de ce graphique de variables transformées correspondra donc à l'inverse de la résistance, soit :

$$M = \frac{1}{R}$$

Ajoutez une courbe de tendance linéaire à votre graphique. Vous remarquerez que la pente et l'ordonnée à l'origine calculées automatiquement par Excel lorsque vous ajouterez votre courbe de tendance linéaire ne seront pas exactement les mêmes que celles calculées automatiquement dans les cases rouges ... c'est normal, car celles calculées dans les cases rouges prennent en considération les incertitudes sur chacune des mesures et sont donc plus précises et plus représentatives de la réalité.

### 3.4 Calcul de $R_{\text{cal}}$ à partir de la pente $M$

Dans l'espace prévu à cet effet dans le rapport, recopiez la valeur de votre pente  $M$  et de son incertitude  $\delta M$  calculées dans les cases rouges (vous devrez ajuster vos valeurs  $M$  et  $\delta M$  afin de respecter le bon nombre de chiffres significatifs et le bon nombre de décimales). Spécifiez également les unités de la pente  $M$ .

Calculez la résistance  $R_{\text{cal}}$  et exprimez-la sous la forme  $R = (\tilde{R} \pm \delta R)$ . Pour calculer  $\delta R$ , utilisez les **règles simplifiées**. Montrez vos calculs.

### 3.5 Diagramme de concordance entre $R_{\text{cal}}$ et $R_{\text{mes}}$

Appelons  $R_{\text{cal}}$  la valeur de la résistance que vous venez de calculer à l'étape 3.4 et appelons  $R_{\text{mes}}$  la valeur de la résistance que vous avez mesurée avec l'ohmmètre à l'étape 1.1. Tracez un diagramme de concordance et dites si les deux valeurs  $R_{\text{cal}}$  et  $R_{\text{mes}}$  concordent oui ou non.

## INSTRUCTIONS POUR LA REMISE :

- Répondez à toutes les questions dans le rapport.
- Imprimez (sur une seule feuille qui devrait s'imprimer par défaut en mode paysage) votre graphique ainsi que votre tableau de données.
- Brochez les 2 feuilles ensemble (la feuille rapport et la feuille avec le graphique) et remettez le tout au moment indiqué par votre professeur.