

# TP 1 : Caractéristiques de dipôles

## Les points du programme :

- 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.

## Problématique :

La caractéristique d'un dipôle est le tracé de la relation entre la tension  $U$  à ses bornes et le courant  $I$  le traversant : c'est donc un graphe de  $U$  en fonction de  $I$ . On peut tracer cette courbe point par point en mesurant à chaque point tension et intensité. Dans ce cas, la caractéristique obtenue est appelée **caractéristique statique**.

## 1. Caractéristique d'une résistance

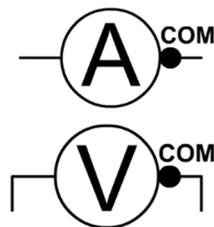
On souhaite tracer la caractéristique statique, en convention récepteur, d'une résistance  $R$  inconnue. On dispose pour cela de : la résistance  $R$  (d'une valeur environ égale à  $1\text{ k}\Omega$ ) ; un générateur de tension continue de tension réglable qui alimente la résistance ; deux multimètres. L'objectif est de mesurer à la fois l'intensité  $I$  qui parcourt la résistance et la tension  $U$  à ses bornes.

### Conception de l'expérience

- Faire un schéma du circuit avec les différents composants, noter la tension et l'intensité parcourant la résistance, faire figurer les appareils de mesure.

### Méthode : Utilisation d'un multimètre

- Pour une utilisation en courant continu, choisir DC (mesure de valeurs moyennes), pour une utilisation en courant alternatif, choisir AC (mesure de valeurs efficaces).
- Choix du calibre : il s'agit de la plus grande valeur alors mesurable par l'appareil. Un grand calibre permet de mesurer des valeurs élevées, mais la précision est meilleure avec un calibre faible : il faut faire un compromis ! → Le meilleur calibre est celui qui est **immédiatement supérieur** à la valeur à mesurer.
- Utilisation en ampèremètre : le multimètre s'insère en série dans le montage, le courant entre par la borne notée A et sort par la borne COM.
- Utilisation en voltmètre : le multimètre se place en parallèle. La tension est mesurée entre la borne V (potentiel le plus élevé) et la borne COM (potentiel le plus faible).
- Utilisation en ohmmètre : le multimètre se place alors simplement aux bornes du composant à mesurer en dehors de tout circuit (borne  $\Omega$  et borne COM).



- Réaliser le montage **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.**

### Réalisation des mesures

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

Tension $U$ (en V)	0							10
Courant $I$ (en A)								

### Exploitation des mesures : Modélisation

- Tracer la courbe de la tension  $U$  en fonction de l'intensité du courant  $I$  à l'aide du programme Python fourni (TP1\_affichage\_mesures.py ou code CAPYTALE : cac7-3806323). La spécification des fonctions de la bibliothèque matplotlib.pyplot est fournie ci-dessous.

### Méthode numérique : Bibliothèque matplotlib.pyplot (à savoir exploiter seulement)

Graphiques

```
import matplotlib.pyplot as plt

plt.figure(mon_titre, figsize=(W,H)) créé ou sélectionne une figure dont la barre de
titre contient mon_titre et dont la taille est W×H (en inches, uniquement lors de la création de
la figure)

plt.plot(X, Y, dir_abrg) trace le nuage de points d'abscisses dans X et d'ordonnées dans Y ;
dir_abrg est une chaîne de caractères qui contient une couleur ("r"-ed, "g"-reen, "b"-lue,
"c"-yan, "y"-ellow, "m"-agenta, "k" black), une marque ("o" rond, "s" carré,
"*" étoile, ...) et un type de ligne (" " pas de ligne, "-" plain, "--" dashed, ":" dotted, ...);
options courantes : label=..., linewidth=..., markersize=...

plt.axis("equal"), plt.grid() repère orthonormé, quadrillage

plt.xlim(a,b), plt.ylim(a,b) plages d'affichage ; si a > b, inversion de l'axe

plt.xlabel(axe_x, size=s, color=(r,g,b)), plt.ylabel(axe_y, ...) étiquettes
sur les axes, en réglant la taille s et la couleur de la police de caractères (r, g et b dans [0,1])

plt.legend(loc="best", fontsize=s) affichage des labels des "plot" en légende

plt.show() affichage des différentes figures et remise à zéro
```

- Modéliser cette courbe en accord avec la loi de comportement attendue pour ce type de dipôle (loi à rappeler). Utiliser pour cela le programme Python fourni (TP1\_modelisation.py ou code CAPYTALE : a4c4-3806325).

### Méthode : Modélisation

**Modélisation** : on associe une construction théorique, appelé **modèle**, à un ensemble de mesures. En physique, la plupart des modèles se traduisent par des relations mathématiques entre des paramètres mais pas seulement (l'électron est un modèle...). Un modèle est très utile pour faire des **prédictions**. Son **domaine d'application** est cependant restreint (la plupart du temps).

### 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.

- En déduire la valeur de la résistance associée à vos mesures.

### Comparaison avec une mesure directe

- Réaliser une mesure à l'ohmmètre : vos valeurs sont-elles en cohérentes ?

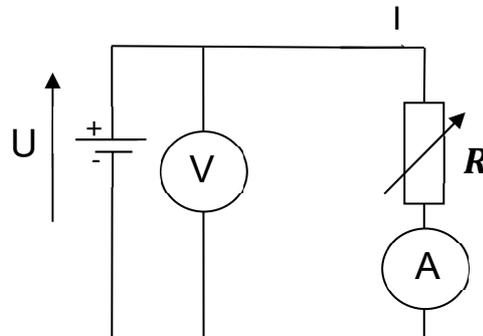
Remarque : La méthode d'analyse de la cohérence entre deux mesures au moyen des incertitudes associées est laissée pour un autre TP.

## 2. Caractéristique d'une pile

On souhaite maintenant tracer la caractéristique statique (en convention générateur) d'une pile du commerce.

On dispose pour cela de : la pile ; une résistance  $R$  de valeur réglable (le boîtier métallique avec molettes) ; un ampèremètre ; un voltmètre.

- Réaliser le montage suivant avec  $R = 200 \Omega$  (rajouter les bornes COM sur le schéma). Appeler l'enseignant avant de mettre sous tension.



- Réaliser les mesures et compléter le tableau suivant.  
Attention : on gardera **toujours une résistance  $R$  supérieure à  $40 \Omega$** .  
Attention : ne pas rester très longtemps sur les petites valeurs car ceci vide la pile.

Résistance $R$ (en $\Omega$ )	300	200	100	80	60	40
Tension $U$ (en V)						
Courant $I$ (en A)						

- Tracer la courbe de la tension  $U$  en fonction de l'intensité du courant  $I$ .

**Q1.** Ce dipôle est-il actif ou passif ?

**Q2.** Ce dipôle est-il linéaire ?

### Rappel : Modèle de Thévenin

Tout générateur linéaire peut se modéliser comme la mise en série d'un générateur parfait délivrant une tension  $E$  (appelée **force électromotrice**, abrégée souvent en f.é.m.) et d'une résistance  $r$ , qualifiée de **résistance interne**. On parle alors de **modèle de Thévenin**.

**Q3.** Donner le schéma associé au modèle de Thévenin. En déduire l'expression de la tension  $U$  aux bornes du générateur en fonction de  $E$ ,  $r$  et  $I$ . (Penser aux conventions).

- Modéliser les mesures de la tension  $U$  en fonction de l'intensité du courant  $I$ .

**Q4.** Déduire de votre modélisation les valeurs de la force électromotrice  $E$  et de la résistance interne  $r$  de la pile.

### 3. Caractéristique d'une lampe (pour les plus rapides)

Travail demandé :

En modifiant le protocole précédent, déterminer la caractéristique statique de la lampe fournie. Donner obligatoirement le schéma du montage envisagé.

Ne pas dépasser 10 V aux bornes de la lampe.

**⚡ Faire vérifier le montage par l'enseignant avant la mise sous tension.**

**Q5.** Ce dipôle est-il actif ou passif ?

**Q6.** Ce dipôle est-il linéaire ?

**Q7.** Peut-on le considérer comme un conducteur ohmique ? Le cas échéant, donner la valeur de la résistance associée.