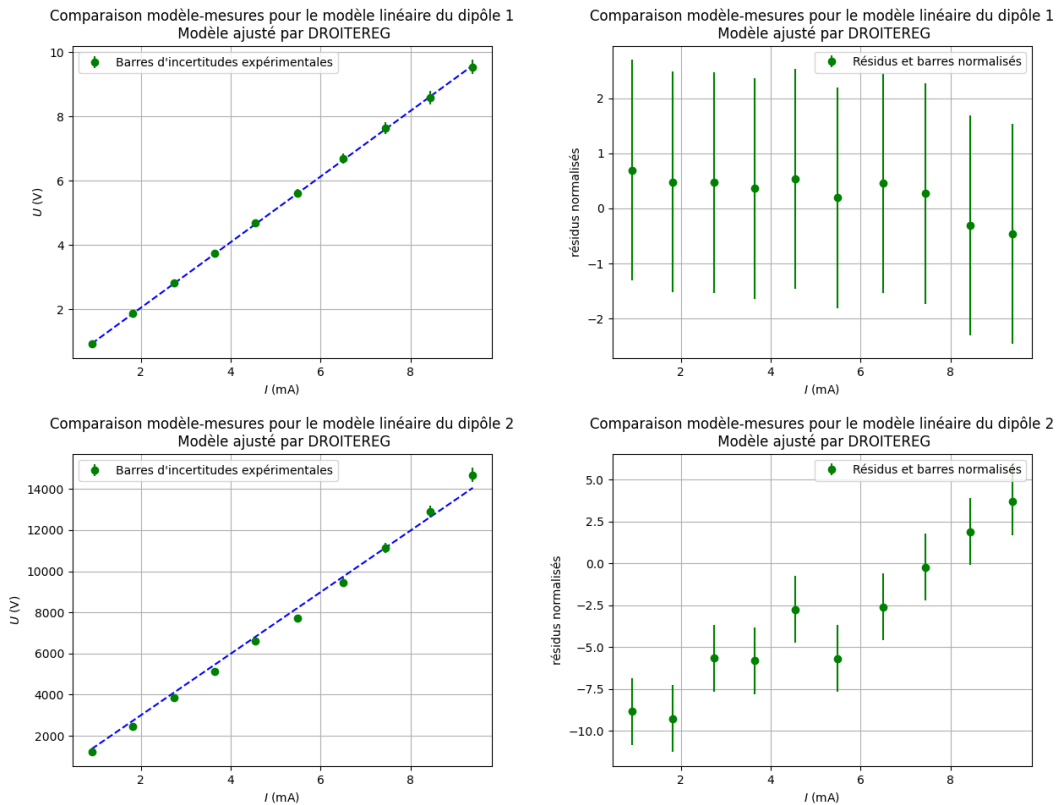


**Correction TD 3 – Ajustements et comparaisons**

# I Modélisation de données expérimentales

## I.1 Comparaison graphique modèles-mesures

1. Pour chaque valeur de  $I$  on ne dispose que d'une seule valeur de  $U$ . Chaque valeur de  $U$  est donc le résultat d'un mesurage unique. On évalue donc une incertitude-type de type B pour chaque valeur de  $U$ , en choisissant un modèle rectangulaire :  $\forall i, U_i = \frac{\text{précision}}{\sqrt{3}}$ . D'où  $\forall i, u(U_i) = \frac{2 \times U_i}{100} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$ . Cf feuille de tableur ou code python pour les résultats.
2. On rappelle que les barres d'incertitudes définissent un intervalle  $[U_i - 2u(U_i); U_i + 2u(U_i)]$ . Il faut tenir compte de ce facteur 2 quand on affiche les barres d'incertitudes. On n'oublie pas un titre qui explique le graphique, des titres et des unités sur les axes, éventuellement une légende.
3. Avec DROITEREG, on ajuste le paramètre du modèle linéaire du dipôle 1 (la pente) :  
 $\bar{p}_1 = 1,021\,629\,724\,194\,53 \text{ V mA}^{-1} = 1,021\,629\,724\,194\,53 \text{ k}\Omega$ . Compte tenu de l'incertitude-type sur cette pente, qui vaut  $u(\bar{p}_1) = 0,0015 \text{ k}\Omega$ , on doit réécrire  $\bar{p}_1 = 1,0216 \text{ k}\Omega$ .  
 Avec DROITEREG, on ajuste le paramètre du modèle linéaire du dipôle 2 (la pente) :  
 $\bar{p}_2 = 1497,813\,228\,008\,36 \text{ V mA}^{-1} = 1497,813\,228\,008\,36 \text{ k}\Omega$ . Compte tenu de l'incertitude-type sur cette pente, qui vaut  $u(\bar{p}_2) = 19 \text{ k}\Omega$ , on doit réécrire  $\bar{p}_2 = 1498 \text{ k}\Omega$ .
4. On rappelle que  $\forall i, \text{res}_{norm}(I_i) = \frac{U_i - U_{mod,i}}{u(U_i)} = \frac{U_i - f(I_i)}{u(U_i)}$ , où  $f$  est la fonction du modèle linéaire ajustée grâce à DROITEREG. Donc ici  $f : I_i \mapsto \bar{p} I_i$ . Cf feuille de tableur ou code python pour les résultats. Les barres d'incertitudes normalisées définissent un intervalle  $[\text{res}_{norm}(I_i) - 2 ; \text{res}_{norm}(I_i) + 2]$ .
5. Il s'agit de vérifier que la courbe modèle passe, ou non, par les barres d'incertitudes. Comme cela est parfois difficile à visualiser, on construit toujours la courbe des résidus normalisés plus lisible. Il s'agit alors de vérifier que les résidus sont tous, ou non, dans l'intervalle  $[-2; +2]$ .



Pour le dipôle 1, les résidus normalisés du modèle linéaire sont tous dans l'intervalle  $[-2; +2]$  : ce modèle est donc compatible avec les données expérimentales.

Pour le dipôle 2, les résidus normalisés du modèle linéaire ne sont pas tous dans l'intervalle  $[-2; +2]$  : ce modèle n'est donc pas compatible avec les données expérimentales.

## I.2 Évaluations du paramètre du modèle

Seul le dipôle 1 paraît modélisable par un conducteur ohmique, d'après l'étude précédente. On ne mesure donc la résistance que pour ce dipôle.

### À la main

1. Le modèle prévoit  $U = RI$ . La résistance peut donc être estimée grossièrement par la pente d'une droite qui s'appuierait sur les deux points extrêmes du tableau. Avec les points extrêmes du tableau, on calcule :

$$\bar{R}_{\text{à la main}} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{9,536 \text{ V} - 0,937 \text{ V}}{9,384 \text{ mA} - 0,9098 \text{ mA}} = 1,0147 \text{ V mA}^{-1} = 1,0147 \text{ k}\Omega$$

Malheureusement, à la main, on ne peut pas attribuer d'incertitude-type et le mesurage est donc incomplet.

### Méthode 1 du cours avec un tableur et python

2. Grâce aux valeurs du tableau on peut déterminer dix valeurs pour la résistance. On peut donc évaluer une incertitude-type statistique de type A, en calculant l'écart-type échantillonnal de ces valeurs. On rappelle qu'on a  $u(\bar{R}_{\text{stat}}) = \frac{u(R_i)}{\sqrt{n}}$ , avec  $u(R_i)$  l'incertitude-type sur une valeur calculée grâce à un écart-type échantillonnal. On trouve  $u(\bar{R}_{\text{stat}}) = 0,0014 \text{ k}\Omega$ .
3. On calcule  $\bar{R}_{\text{stat}} = 1,0248448362821 \text{ k}\Omega$ .
4. Le résultat du mesurage avec cette méthode est :  $R_{\text{stat}} = (1,0248 ; 0,0014) \text{ k}\Omega$ .

### Méthode 2 du cours

5. Le modèle prévoit  $U = RI$ . Grâce à DROITEREG on a réalisé un ajustement du type  $U = \bar{p}_1 I$  qui est compatible avec les données expérimentales. Compte tenu des résultats trouvés au I.1, le résultat de ce mesurage s'écrit :

$$R_{\text{DROITEREG}} = (1,0216 ; 0,0015) \text{ k}\Omega$$

### Compatibilité des résultats

6. Il faut calculer le z-score des deux valeurs mesurées.  $Z(R_{\text{stat}}, R_{\text{DROITEREG}}) = \frac{|R_{\text{stat}} - R_{\text{DROITEREG}}|}{\sqrt{u^2(\bar{R}_{\text{stat}}) + u^2(\bar{R}_{\text{DROITEREG}})}}$ .  
On trouve :

$$Z = \frac{|1,0248 \text{ k}\Omega - 1,0216 \text{ k}\Omega|}{\sqrt{(0,0014 \text{ k}\Omega)^2 + (0,0015 \text{ k}\Omega)^2}} = 1,6 < 2$$

Les deux résultats sont donc compatibles entre eux.