

Loi d'Ohm

CONFIRMATION DE LA LOI D'OHM.

- Confirmation de la loi d'Ohm pour un fil en constantan et un fil en laiton.
- Confirmation de la loi d'Ohm pour des fils en constantan de différentes longueurs.
- Confirmation de la loi d'Ohm pour des fils en constantan de différentes épaisseurs.

UE3020320

06/15 MEC/UD

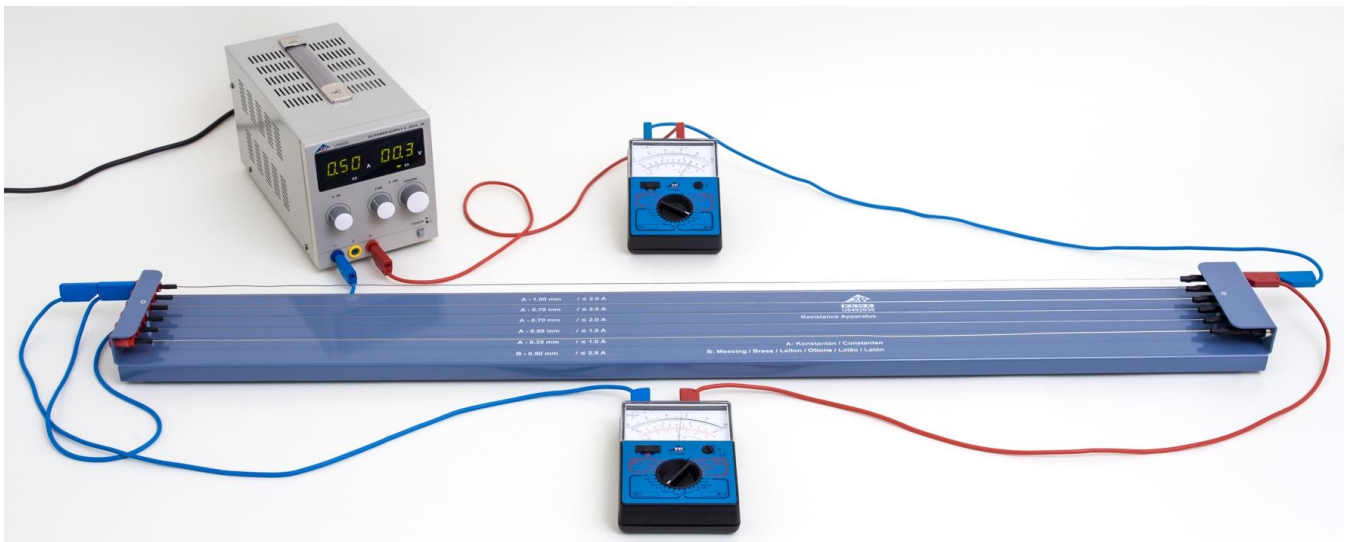


Fig. 1: Ensemble de mesures.

NOTIONS DE BASE GENERALES

Georg Simon Ohm a démontré le premier, en 1825, que le courant qui traverse des conducteurs électriques simples est proportionnel à la tension appliquée.

Il en résulte donc la loi d'Ohm

$$(1) U = R \cdot I$$

avec la constante de proportionnalité R , soit la résistance du conducteur. Pour un fil métallique de longueur x et de section transversale A , la résistance R s'obtient par

$$(2) R = \rho \cdot \frac{x}{A}$$

ρ étant ici la résistance spécifique qui dépend du matériau du fil.

Pour valider ces rapports fondamentaux, l'expérience réalisée va analyser la proportionnalité entre le courant et la tension pour des fils métalliques d'épaisseur et de longueur diffé-

rentes et de matériaux divers. La résistance spécifique va de plus être déterminée et comparée avec les valeurs fournies par la littérature spécialisée.

LISTE DES APPAREILS

1	Appareil de résistance	1009949 (U8492030)
1	Alimentation CC 0-20 V, 0-5 A @230 V	1003312 (U33020-230)
ou		
1	Alimentation CC 0-20 V, 0-5 A @115 V	1003311 (U33020-115)
2	Multimètre analogique AM50	1003073 (U17450)
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	1002843 (U138021)

MONTAGE ET REALISATION

- Mettre en place le dispositif de mesure comme dans Fig. 1. Connecter les ports « +/- » de l'alimentation aux ports aux extrémités du fil à mesurer. Installer un multimètre en série pour mesure de l'intensité. Connecter un autre multimètre pour mesure de tension en parallèle des ports aux extrémités du fil à mesurer.

Tous les fils ont la longueur $x = 1$ m.

- Pour la mesure avec des matériaux de fils différents, brancher comme décrit ci-dessus le quatrième fil en partant du haut (constantan, $d = 0,5$ mm) ou le sixième fil (laiton, $d = 0,5$ mm).
- Pour la mesure avec longueur de fils $x = 1$ m, brancher comme décrit ci-dessus le deuxième (ou troisième) fil en partant du haut (constantan, $d = 0,7$ mm). Pour la mesure avec longueur de fils $x = 2$ m, connecter d'abord le port « - » de l'alimentation au port à l'extrémité gauche du deuxième fil. Connecter en suite le port à l'extrémité droite du second fil au port à l'extrémité gauche du troisième fil. Connecter enfin le port à l'extrémité droite du troisième fil (via l'ampèremètre) au port « + » de l'alimentation. Ce montage en série des deux fils en constantan d'épaisseur identique $d = 0,7$ mm et de longueur $x = 1$ m correspond à un fil d'épaisseur $d = 0,7$ mm et de longueur double $x = 2$ m.
- Pour la mesure avec différentes épaisseurs de fils, brancher comme décrit ci-dessus le premier, deuxième (ou troisième), quatrième et cinquième fil (en constantan, $d = 1, 0,7, 0,5, 0,35$ mm).
- Pour les trois séries de mesure, régler la tension avec incrément adapté et mesurer l'intensité jusqu'à ce que l'intensité maximale autorisée soit atteinte (2 A pour le constantan $d = 1$ mm, 0,7 A pour le constantan $d = 0,5$ mm, 1 A pour le constantan $d = 0,35$ mm et 2,5 A pour le laiton $d = 0,5$ mm). Noter toutes les valeurs (Tab. 1 – 3).

EXEMPLE DE MESURE

Matériaux de fils différents

Tab. 1 : Valeurs de mesure pour un fil en constantan et un fil en laiton de longueur $x = 1$ m et épaisseur $d = 0,5$ mm.

Constantan		Laiton	
U / V	I / A	U / V	I / A
0,6	0,29	0,2	0,60
1,2	0,49	0,3	0,90
1,8	0,74	0,4	1,20
2,4	0,99	0,5	1,49
3,0	1,24	0,6	1,78
3,6	1,48	0,7	2,10

Longueurs de fils différentes

Tab. 2 : Valeurs de mesure pour fils en constantan de longueurs différentes x et épaisseur $d = 0,7$ mm.

$x = 1$ m		$x = 2$ m	
U / V	I / A	U / V	I / A
0,4	0,32	0,4	0,32
0,8	0,62	0,8	0,62
1,2	0,96	1,2	0,96
1,6	1,26	1,6	1,26
2,0	1,56	2,0	1,56
2,4	1,87	2,4	1,87

Épaisseurs de fils différentes

La section transversale A est calculée ainsi à partir de l'épaisseur d du fil :

$$(3) \quad A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Tab. 3 : Valeurs de mesure pour fils en constantan de différentes épaisseurs d ou sections transversales A et longueur $x = 1$ m.

$d = 1$ mm $A = 0,79$ mm ²		$d = 0,7$ mm $A = 0,38$ mm ²		$d = 0,5$ mm $A = 0,2$ mm ²		$d = 0,35$ mm $A = 0,1$ mm ²	
U / V	I / A	U / V	I / A	U / V	I / A	U / V	I / A
0,2	0,33	0,4	0,32	0,6	0,29	0,7	0,14
0,4	0,65	0,8	0,62	1,2	0,49	1,4	0,28
0,6	0,98	1,2	0,96	1,8	0,74	2,1	0,42
0,8	1,30	1,6	1,26	2,4	0,99	2,8	0,57
1,0	1,63	2,0	1,56	3,0	1,24	3,5	0,71
1,2	1,96	2,4	1,87	3,6	1,48	4,2	0,85

ÉVALUATION

- Valeurs de mesure pour chacun des trois paramètres ρ , x et d à présenter dans des schémas $U-I$ (Fig. 2, 3, 5).
- Aux points de mesure $U(I)$, ajuster les droites dont la pente dépend selon (1) directement de la résistance ohmique R (Tab. 4, 6, 7).
- En cas de matériaux de fils différents selon (2), utiliser directement les valeurs connues de longueur x et d'épaisseur d , pour calculer la valeur de la résistance spécifique ρ (Tab. 5).
- En cas de longueurs, épaisseurs ou sections transversales de fils différentes, indiquer les valeurs de résistance ohmique sur la longueur x ou la valeur réciproque de la section transversale A , ajuster chaque droite (Fig. 4, 6) et avec leur pente selon (2), utiliser les valeurs connues d'épaisseur d ou de longueur x pour définir la résistance spécifique ρ .

Matériaux de fils différents

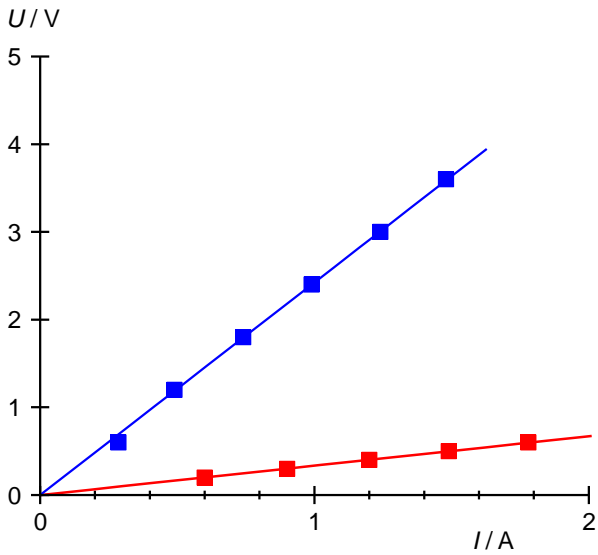


Fig. 2: Diagramme tension/courant ($U-I$) pour un fil en constantan (bleu) et un fil en laiton (rouge) avec longueur $x = 1$ m et épaisseur $d = 0,5$ mm.

Tab. 4 : Résistance ohmique pour un fil en constantan et un fil en laiton de longueur $x = 1$ m et d'épaisseur $d = 0,5$ mm, définie à partir de la pente des droites sur les points de mesure de Fig. 2.

Matériau	R / Ω
Constantan	2,423
Laiton	0,335

(2) permet d'obtenir :

$$(4) R = \rho \cdot \frac{x}{A} \Rightarrow \rho = R \cdot \frac{A}{x}$$

Tab. 5: La mesure selon (4) de la résistance spécifique ρ pour le constantan et le laiton et comparaison avec les valeurs de la littérature spécialisée.

Matériau	$\rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$	
	Mesure	Valeur de la littérature spécialisée
Constantan	0,476	0,490
Laiton	0,066	0,065

Les valeurs définies avec le laiton sont très proches des valeurs de la littérature spécialisée.

Longueurs de fils différentes

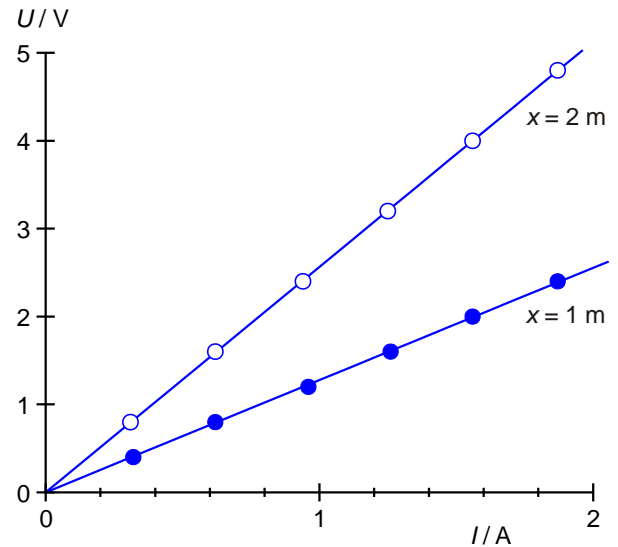


Fig. 3: Diagramme tension/courant ($U-I$) pour des fils en constantan de différentes longueurs x et épaisseur $d = 0,7$ mm.

Tab. 6 : Résistance ohmique pour fils en constantan de longueurs différentes x et d'épaisseur $d = 0,7$ mm, définie à partir de la pente des droites sur les points de mesure de Fig. 3.

x / m	R / Ω
1	1,277
2	2,564

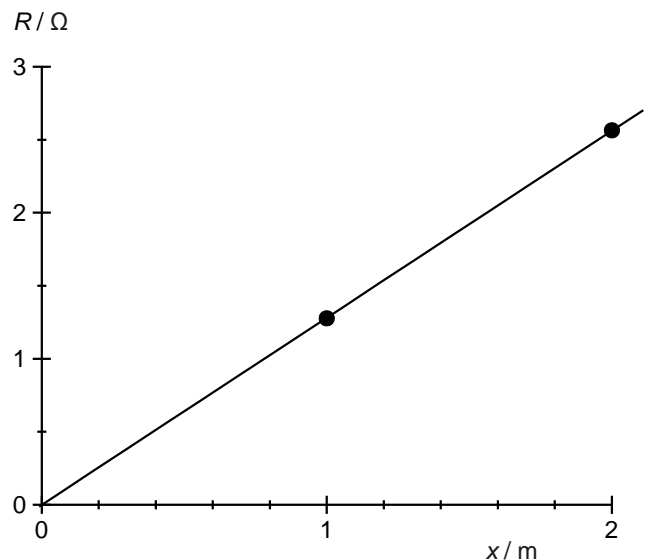


Fig. 4: Résistance R comme fonction de la longueur x .

- Résistance spécifique ρ à partir de la pente a de la droite sur les points de mesure $R(x)$:

$$(5) \quad R = \rho \cdot \frac{x}{A} = \frac{\rho}{A} \cdot x = a \cdot x \quad \text{avec} \quad a = \frac{\rho}{A}$$

$$a = \frac{\rho}{A} \Leftrightarrow$$

$$(6) \quad \rho = a \cdot A = 1,281 \frac{\Omega}{m} \cdot 0,38 \text{ mm}^2 = 0,487 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$$

La valeur définie à partir de la mesure est très proche de la valeur de la littérature spécialisée 0,49 $\rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$ pour le constantan.

Épaisseurs de fils différentes

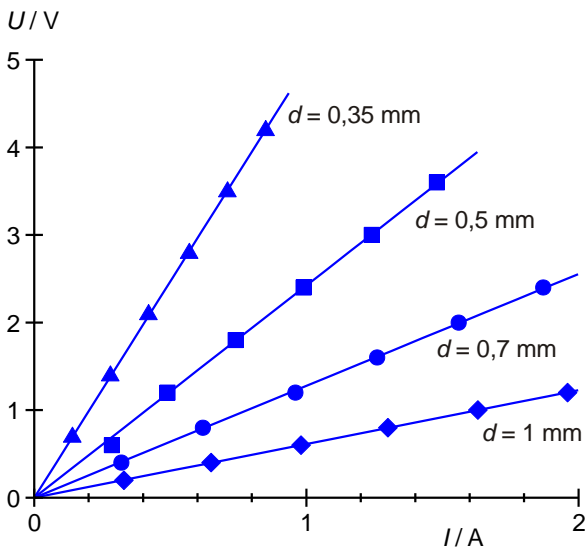


Fig. 5: Diagramme tension/courant ($U-I$) pour des fils en constantan de différentes épaisseurs d et longueur $x = 1 \text{ m}$

Tab. 7 : Résistance ohmique pour fils en constantan d'épaisseurs différentes d ou sections transversales A et longueur $x = 1 \text{ m}$, définie à partir de la pente des droites sur les points de mesure de Fig. 5.

d / mm	A / mm^2	R / Ω
0,35	0,10	4,941
0,50	0,20	2,423
0,70	0,38	1,277
1,00	0,79	0,613

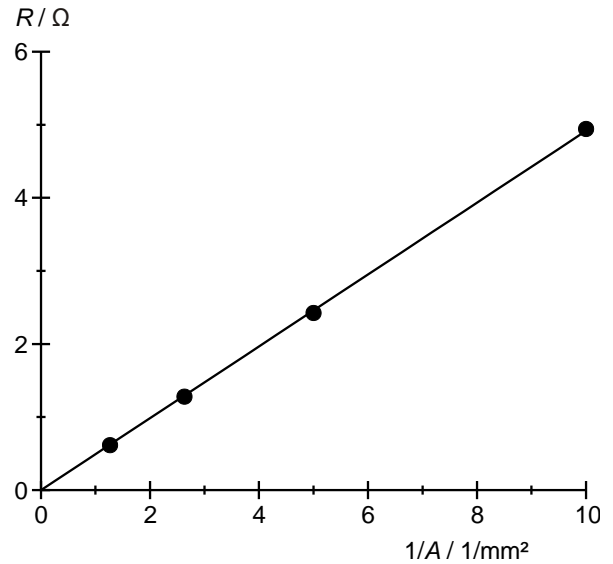


Fig. 6: Résistance R comme fonction de la réciproque de la section transversale A

- Résistance spécifique ρ à partir de la pente b de la droite sur les points de mesure $R(1/A)$:

$$(7) \quad R = \rho \cdot \frac{x}{A} = \rho \cdot x \cdot \frac{1}{A} = b \cdot \frac{1}{A} \quad \text{avec} \quad b = \rho \cdot x$$

$$(8) \quad b = \rho \cdot x \Leftrightarrow \rho = \frac{b}{x} = \frac{0,492 \Omega \cdot \text{mm}^2}{1 \text{ m}} = 0,492 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$$

La valeur définie à partir de la mesure est très proche de la valeur de la littérature spécialisée 0,49 $\rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$ pour le constantan.