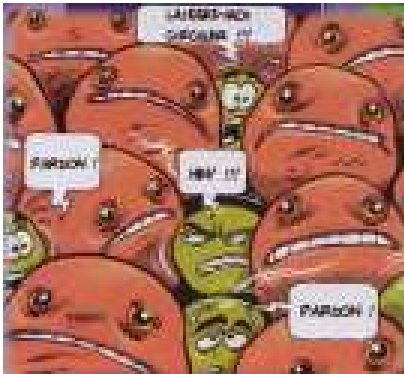


M.P.I.2

RELATION ENTRE TENSION ET INTENSITE - LOI D'OHM.

1. QUELLE EST L'ORIGINE DE LA RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR METALLIQUE ?



Une résistance (ou conducteur ohmique) est un dipôle électrique, constitué de matériaux qui conduisent plus ou moins le courant électrique.

Au cours du déplacement des électrons libres, les électrons subissent de nombreux chocs contre les ions du cristal. Suivant la nature et la température de ce métal, ces chocs rendent plus ou moins difficile la circulation des électrons. Ce phénomène est à l'origine de la résistance électrique et du dégagement de chaleur qui accompagnent le passage du courant électrique dans un métal.

Les interactions entre les électrons en mouvement et les ions positifs sont à l'origine de la résistance électrique des métaux.

2. BRANCHEMENT D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE.

Il existe deux méthodes permettant la mesure de la valeur d'une résistance.

2.1. MESURE D'UNE RESISTANCE A L'OHMETRE.

L'appareil qui mesure la résistance électrique est un ohmètre, placé aux bornes de la résistance en dehors de tout circuit.

La résistance s'exprime en ohms (Ω).

2.2. QUALITE D'UNE MESURE.

Aucun appareil de mesures n'est parfait. Il donne un résultat entaché d'une *incertitude*.

Dans la notice de l'appareil, le fabricant donne l'incertitude sur la mesure.

Par exemple, pour un multimètre réglé sur la fonction "ohmètre", l'incertitude est ΔR , telle que:

$$\Delta R = 0,5 \% \text{ de la valeur lue} + 10 \text{ unité de résolution.}$$

L'unité de résolution est la plus petite valeur pouvant être lue sur le calibre choisi, c'est-à-dire 0,001 Ohm pour un calibre de 200 Ohm et avec un multimètre de 4 digits.

Il est donc possible d'écrire le résultat d'une mesure sous la forme:

$$I = I_{\text{mesurée}} \pm \Delta I \quad \text{ou} \quad I_{\text{mesurée}} - \Delta I < I < I_{\text{mesurée}} + \Delta I$$

Exemple.

On a mesuré l'intensité d'un courant sur le calibre 200 Ohm: $I = 154 \text{ Ohm}$.

L'incertitude est $\Delta I = 0,5\% \times 19,5 + 0,01 = 0,1 \text{ mA}$.

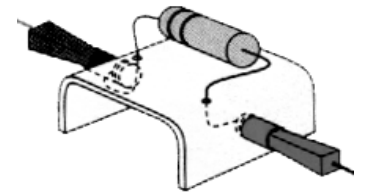
D'où $I = (19,5 \pm 0,1) \text{ mA}$ ou $19,4 \text{ mA} < I < 19,6 \text{ mA}$.

On définit la précision d'une mesure ou *incertitude relative* par le quotient $\frac{\Delta I}{I_{\text{mesurée}}}$ et on l'exprime en pourcentage.

La mesure est d'autant plus précise que l'incertitude relative est petite.

Exemple.

La précision de la mesure dans l'exemple précédent est $\frac{0,1}{19,5} \times 100 = 0,51 \%$

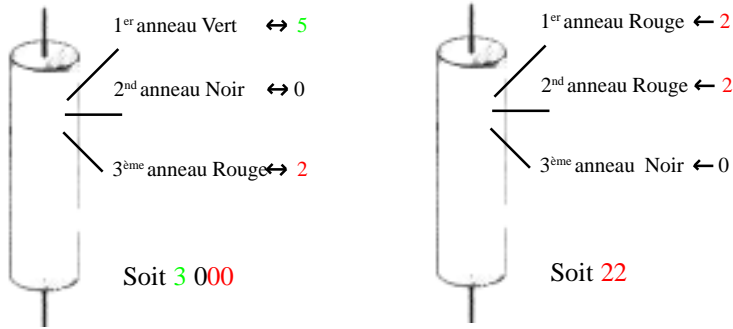


Plage	Résolution	Précision
200 Ω	0,01 Ω	$\pm 0,5\%$ de la lecture + 10 chiffres
2K Ω	0,1 Ω	$\pm 0,3\%$ de la lecture + 1 chiffre
20K Ω	1 Ω	$\pm 0,3\%$ de la lecture + 1 chiffre
200k Ω	10 Ω	$\pm 0,3\%$ de la lecture + 1 chiffre
2M Ω	100 Ω	$\pm 0,3\%$ de la lecture + 1 chiffre
20M Ω	1k Ω	$\pm 0,5\%$ de la lecture + 1 chiffre
200M Ω	10k Ω	$\pm 5,0\%$ de la (lecture - 10 chiffres) ± 10 chiffres

REMARQUE : dans la plage de 200M Ω , si les entrées sont courtes, l'affichage indiquera 1M Ω . Ce chiffre de 1M Ω devra être déduit des résultats de la mesure

2.3. MESURE D'UNE RESISTANCE AVEC LE CODE DES COULEURS.

Certains conducteurs ohmiques sont repérés par les constructeurs, par des bandes de couleur, suivant leur résistance.



2.4. INFLUENCE DE LA RESISTANCE.

Dispositif.

Un conducteur ohmique est monté en série dans un circuit comportant un générateur de tension continue, une lampe et un ampèremètre.

On place successivement des conducteurs ohmiques de valeurs différentes dans le circuit.

Dans chacun des cas, on mesure l'intensité dans le circuit et la tension entre les bornes de la lampe.

Observations.

L'intensité du courant diminue lorsque le conducteur ohmique est introduit dans le circuit. La lampe brille moins fort.

Si le sens de branchement du conducteur ohmique est inversé, on n'obtient aucune modification.

Lorsqu'on change de place la résistance, l'éclat de la lampe n'est pas modifié.

L'intensité dans le circuit est d'autant plus faible que la résistance ajoutée est grande.

La tension entre les bornes de la lampe diminue lorsque la résistance du circuit augmente.

Conclusion.

Un conducteur ohmique n'a pas de sens de branchement et peut être placé en n'importe quel point d'un circuit en série.

Dans un circuit en série comportant une lampe, il diminue la luminosité de la lampe.

Lorsqu'on augmente la valeur de la résistance présente dans un circuit électrique, on diminue à la fois l'intensité dans le circuit et la tension entre les bornes des autres récepteurs du circuit. On peut dire que **la "résistance" gêne le passage du courant électrique: elle "résiste"**.

Application: Electrocutation et résistance du corps humain.

Le danger d'électrocutation est lié à l'intensité du courant qui traverse le corps: un courant de **10 mA** peut provoquer la mort s'il est subit **pendant une durée supérieure à 30 secondes**.

Lorsque l'on touche les bornes d'une prise de 230 V du secteur, un courant traverse notre corps, et ce, d'autant plus facilement que sa résistance est faible. Ce courant tétanise les muscles, ainsi que le cœur qui n'arrive plus à battre: c'est **l'électrocutation**.



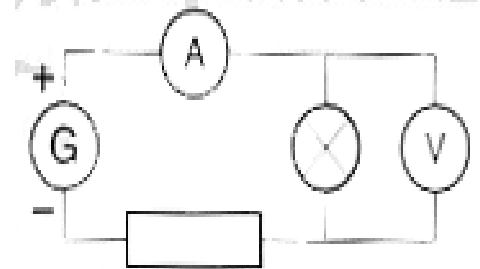
Comme la résistance du corps diminue quand il est mouillé, on comprend pourquoi de nombreux cas d'électrocutation ont lieu dans les salles de bains.



Georg Simon Ohm
(1789 - 1854)



Physicien allemand né à Erlangen et mort à Munich. Auteur de nombreuses expériences sur le circuit électrique, il fut le premier à montrer que le courant électrique agit comme un fluide qui s'écoule. La tension est similaire à un dénivelé. Plus ce dénivelé est grand, mieux le courant s'écoule. Il a découvert les lois fondamentales des courants et introduit les notions de quantité d'électricité et de force électromotrice. Il est célèbre pour avoir découvert en 1827 une loi fondamentale des circuits électriques reliant tension et intensité du courant électrique, qui porte son nom.



Electrocutation.

$I = 10 \text{ mA}$ pdt $t > 30 \text{ s}$.
 $U > 25 \text{ V}$

COMMENT MESURER LA VALEUR R D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE ?

1^{ère} Méthode: APPAREIL DE MESURE.

ETAPE 1.

Connecter:

le cordon noir à la douille **COM**

le cordon rouge à la douille d'entrée **V**



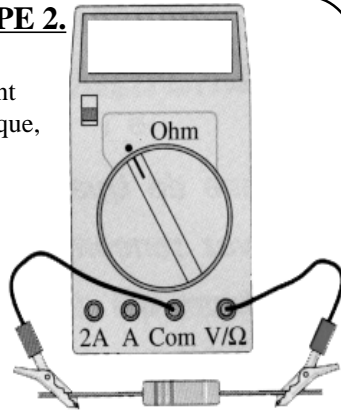
ETAPE 3.

Je place le sélecteur de multimètre dans la zone en choisissant le plus grand calibre 20 M



ETAPE 2.

Je branche l'ohmmètre directement aux bornes du conducteur ohmique, **EN DEHORS DE TOUT CIRCUIT.**



ETAPE 4.

Faire revenir en arrière le sélectionneur de gamme, jusqu'à obtenir une valeur satisfaisante. Le bon calibre est celui qui est immédiatement supérieur à la valeur mesurée.

Penser à remettre le sélectionneur de gamme sur la position 0 entre chaque mesure.



2^{nde} Méthode: CODE DE COULEURS.

Chaque couleur indiquée sur une résistance correspond à un chiffre, suivant le document ci-contre.

Sur la plupart des résistances, la valeur est donnée par un groupe de trois anneaux de couleur. Un anneau isolé indique la précision;

Etape 1.

On place la résistance de façon à trouver les anneaux groupés sur la gauche.



Etape 2.

Le premier anneau, à gauche, indique le premier chiffre.



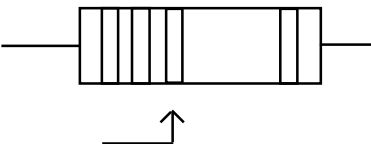
Etape 3.

Le deuxième anneau indique le deuxième chiffre.



Etape 4.

Le troisième anneau indique le nombre de zéros.



Un	Noir	0	Ne
	Marron	1	Mangez
	Rouge	2	Rien
	Orange	3	Ou
	Jaune	4	Jeûnez
	Vert	5	Voilà
	Bleu	6	Bien
	Violet	7	Votre
	Gris	8	Grande
	Blanc	9	Bêtise

On obtient ainsi la valeur de la résistance, exprimée en ohm:

$$R = 5200 \Omega$$

3. EFFET JOULE.

L'effet Joule est la plus évidente manifestation de la résistance du conducteur au passage du courant. Si on veut faire passer beaucoup d'électrons dans très peu d'espace, alors la résistance au passage du courant devient très forte. Les frottements sont très nombreux. Il se passe un échauffement. Cet effet Joule est bien utile pour griller le pain de mie, ou dans une ampoule incandescente. Mais l'effet Joule n'a pas que des bons côtés, tant s'en faut. Il peut mettre le feu dans une installation électrique, si on fait par exemple passer un courant d'une très grande intensité dans des fils trop étroits.



4. LA LOI D'OHM.

4.1. LE MONTAGE.

Dispositif.

On fait varier la valeur de la tension aux bornes du générateur. On relève systématiquement:

- la tension $U_{\text{Résistance}}$ aux bornes de la résistance.
- l'intensité I du courant qui circule.

Remarque.

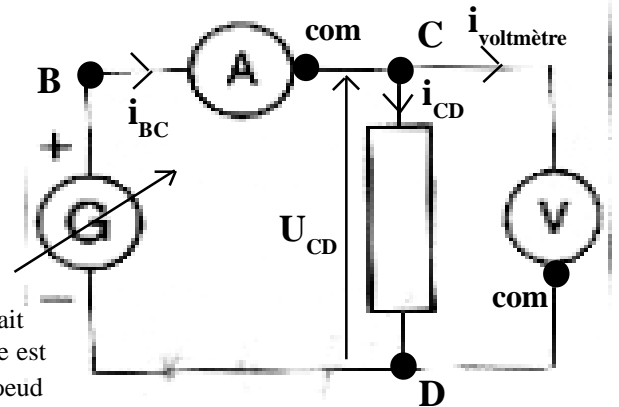
Nous voulons relever la valeur du courant qui traverse la résistance. Il faudrait donc placer l'ampèremètre entre les bornes C et D, car tel que l'ampèremètre est placé, il relève la valeur i_{BC} du courant, telle que: $i_{BC} = i_{\text{Voltmètre}} + i_{CD}$ au noeud C du circuit, d'après la loi d'additivité des courants.

En toute rigueur nous **ne mesurons pas le courant i_{CD} qui traverse la résistance.**

Mais en plaçant l'ampèremètre entre les points C et D, nous ne relèverons plus alors la valeur de la tension $U_{\text{Résistance}}$, mais la tension U_{CD} telle $U_{CD} = U_{\text{Résistance}} + U_{\text{Ampèremètre}}$. Là, ce sera la tension aux bornes de la résistance R qui sera faussée.

La solution ?

C'est de considérer dans ce montage que le courant qui "fuit" vers le voltmètre est négligeable ($i_{\text{Voltmètre}} = 0$), de sorte que $i_{BC} = i_{CD}$. Par construction, un voltmètre présente la caractéristique de ne pas être traversé par un courant, de manière à ne pas fausser les mesures sur la valeur de l'intensité du courant qui circule dans le circuit étudié.



4.2. LES RELEVES ET LE TRACE.

Les résultats sont notés dans un tableau et reportés sur un graphe.

U_{CD}	0	1	2	3
i_{BC}					

Les points du graphique sont pratiquement alignés.

Cette droite, appelée caractéristique de la résistance, passe par l'origine.

Son équation s'écrit:

$$y = a \cdot x \implies U = a \cdot I$$

Le coefficient directeur de la droite est: $a = \frac{U}{I} = 220 \text{ V} / \text{A}$.

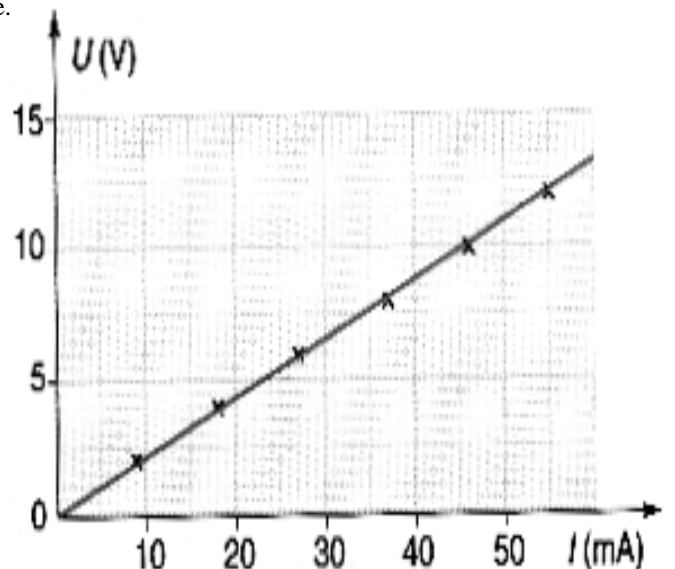
La mesure de la résistance à l'ohmètre donne: $R = 220$

Interprétation: Enoncé de la loi d'Ohm.

La caractéristique intensité - tension d'un conducteur ohmique est une droite passant par l'origine.

Pour chaque valeur de la tension U , l'intensité I qui traverse un conducteur ohmique est telle que le rapport U / I est pratiquement constant.

Le coefficient de proportionnalité a la même valeur que la résistance R .



“Lorsqu'un courant d'intensité I traverse un conducteur ohmique de résistance R , la tension U à ses bornes est donnée par:

$$U = R \times I \quad U \text{ en volt (V)} \quad R \text{ en ohm ()} \quad I \text{ en ampère (A).}$$

Remarque:

La valeur R du conducteur ohmique est un paramètre qui caractérise le dipôle dans des conditions physiques déterminées. En effet, nous avons vu que R est fonction de la température, ce qui explique que l'on n'obtienne pas une caractéristique rectiligne si l'on soumet un dipôle ohmique à des tensions qui engendrent un échauffement non négligeable, cet effet étant particulièrement sensible dans le cas du filament de la lampe.

5. OBJECTIF 1ère S: LA CONDUCTANCE.

On définit une nouvelle grandeur physique, la conductance, de symbole G, exprimée en Siemens (S), telle que: $G = \frac{1}{R}$

Ainsi G est l'inverse de la résistance, avec R exprimée en Ohm.

G caractérise l'aptitude du conducteur ohmique à permettre le passage du courant électrique.

On aura donc une autre expression de la loi d'Ohm: $I = G \times R$

M.P.I. LOI D'OHM .

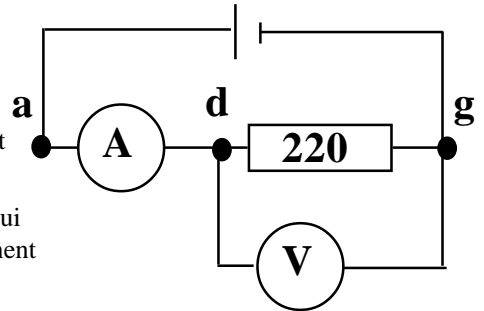
Nous voulons retrouver la loi d'Ohm déjà abordée en troisième, loi qui relie la tension U aux bornes d'une résistance au courant I qui la traverse.

Nous allons faire appel au tableur de la calculatrice et utiliser les possibilités de modélisation du calculateur, pour rechercher l'équation d'une représentation graphique et ainsi déterminer cette relation "inconnue".

1°) ETUDE D'UNE RESISTANCE.

Dispositif.

1°) Réaliser le montage ci-contre, où la source de tension continue réglable (2 - 5,5 V) maintient aux bornes du conducteur ohmique R_1 une tension U_{dg} positive réglable et fait circuler un courant de a vers g.



2°) Faire varier la tension délivrée par le générateur et mesurer l'intensité du courant qui traverse la résistance à l'aide de l'ampèremètre (calibre 200 mA) et introduire directement au fur et à mesure des relevés, le couple (U,I) des valeurs, avec:

- les valeurs de l'intensité i du courant dans la liste L_1 .
- les valeurs de la tension U dans la liste L_2 .

3°) Remplir, à l'aide d'une formule, la colonne L_3 pour convertir les valeurs mesurées en mA de l'intensité, en A.

4°) Tracer la courbe $U = f(I)$, c'est-à-dire $L_2 = f(L_3)$.

5°) Utiliser les possibilités de modélisation du calculateur (recherche de l'équation d'une représentation graphique).

2°) RÉDIGER UN RAPPORT.

6°) Rédiger un rapport avec :

- schéma du dispositif à l'aide du logiciel Crocodile;
- le tableau et le graphe importés de la calculatrice à l'aide du logiciel TI Graph Link
- une **conclusion** en répondant aux questions suivantes.
 - Quelle est l'allure de cette caractéristique ? (droite - courbe - demi droite - passant par l'origine...)
 - A partir de ce tracé, peut-on dire que les grandeurs U et I sont proportionnelles ?
 - Calculer le coefficient directeur de la droite, que l'on notera $R_{1 \text{ graphique}}$.
 - Donner l'équation de cette droite, en faisant apparaître les grandeur U , I et $R_{1 \text{ graphique}}$.
 - Comparer la valeur trouvée avec la valeur affichée sur l'écran d'un ohmmètre, que l'on notera $R_{1 \text{ ohmmètre}}$.

7°) Sur le dispositif, préciser:

- le sens de circulation du courant électrique.
- la tension U_{dg}
- le sens de branchement de l'ampèremètre (bornes com et A).

8°) Insérer une remarque qui répondra à la question suivante:

Au vu de la courbe tracée, si nous désirons effectuer une autre série de mesures avec un autre conducteur ohmique, est-il nécessaire de relever autant de points que ce que nous venons de faire avec la résistance R_1 ?

Rappel: Pour tracer une droite il faut en connaître deux points.

9°) Rédiger une conclusion générale en précisant, en quelques mots, ce qui est essentiel à retenir. Enoncer la loi "découverte".