

Résistance et loi d'Ohm

Cours de sciences physiques - niveau 3e

*Pourquoi une petite diode électroluminescente grille-t-elle si on la branche directement sur une pile, alors qu'elle fonctionne parfaitement avec un composant de plus dans le circuit ? Ce composant freine le courant : c'est un conducteur ohmique. Pour prévoir ce qu'il se passe, on utilise la **loi d'Ohm**, qui relie la tension à ses bornes et l'intensité du courant qui le traverse.*

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Un composant qui limite le courant

Dans un circuit, tous les dipôles ne laissent pas passer le courant aussi facilement. Un fil de cuivre le laisse passer presque sans opposition, alors qu'un fil fin de mauvais conducteur ou un composant spécialement fabriqué pour cela s'y oppose davantage. Cette opposition au passage du courant s'appelle la **résistance électrique**.

DÉFINITION

Un **conducteur ohmique** (on dit aussi une **résistance**) est un dipôle dont la caractéristique tension-intensité est une droite passant par l'origine. Sa **résistance**, notée **R**, s'exprime en **ohms** (symbole Ω).

Les multiples de l'ohm sont fréquents : $1 \text{ k}\Omega = 1\,000 \Omega$ et $1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000 \Omega$. On mesure une résistance avec un **ohmmètre** (la fonction ohmmètre d'un multimètre), toujours hors tension et sans pile dans le circuit. Sur les résistances de cartes électroniques, la valeur est codée par des anneaux de couleur.

Mesurer la tension et l'intensité

Pour étudier un conducteur ohmique, on mesure en même temps l'intensité I du courant qui le traverse et la tension U entre ses bornes. L'**ampèremètre** se place **en série** dans le circuit et l'intensité s'exprime en ampères (A) ; le **voltmètre** se place **en dérivation** aux bornes du dipôle et la tension s'exprime en volts (V).

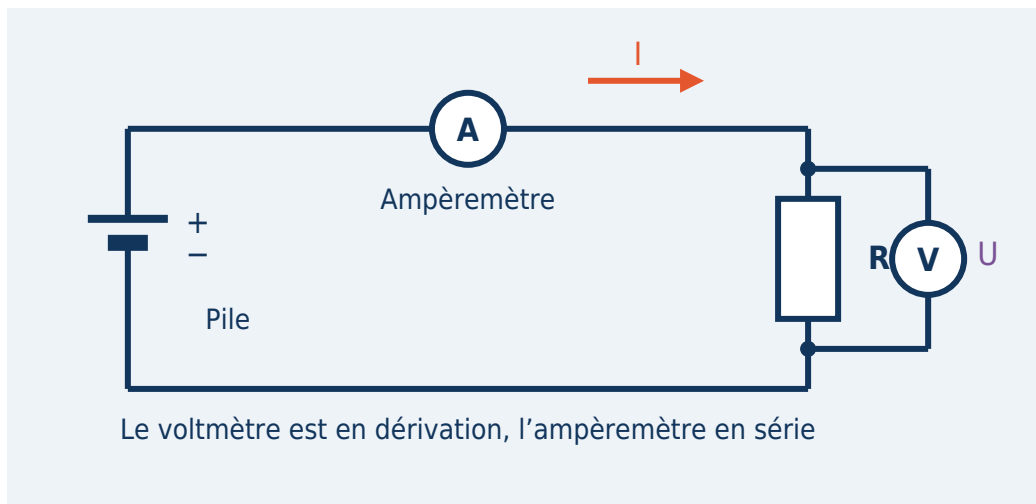


Schéma normalisé : l'ampèremètre mesure l'intensité I , le voltmètre mesure la tension U aux bornes de la résistance R .

La loi d'Ohm

Si l'on fait varier la tension aux bornes d'un conducteur ohmique et que l'on relève l'intensité correspondante, on constate que **les deux grandeurs sont proportionnelles** : quand la tension double, l'intensité double aussi. Le rapport $U \div I$ reste constant, et vaut la résistance R .

LOI D'OHM

$$U = R \times I$$

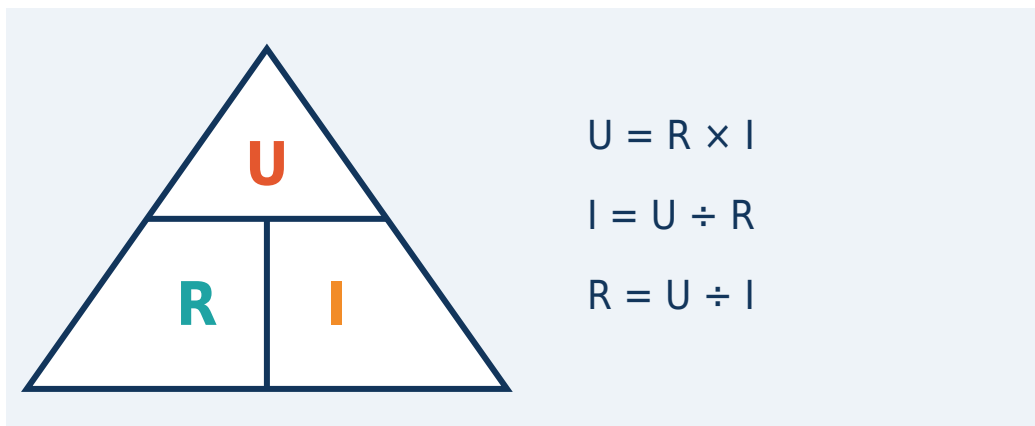
U : tension aux bornes du conducteur ohmique, en volts (V) ; R : résistance, en ohms (Ω) ; I : intensité du courant, en ampères (A).

De cette relation, on tire deux autres formes, utiles selon l'inconnue :

$$I = U \div R \quad \text{et} \quad R = U \div I$$

POUR RETENIR

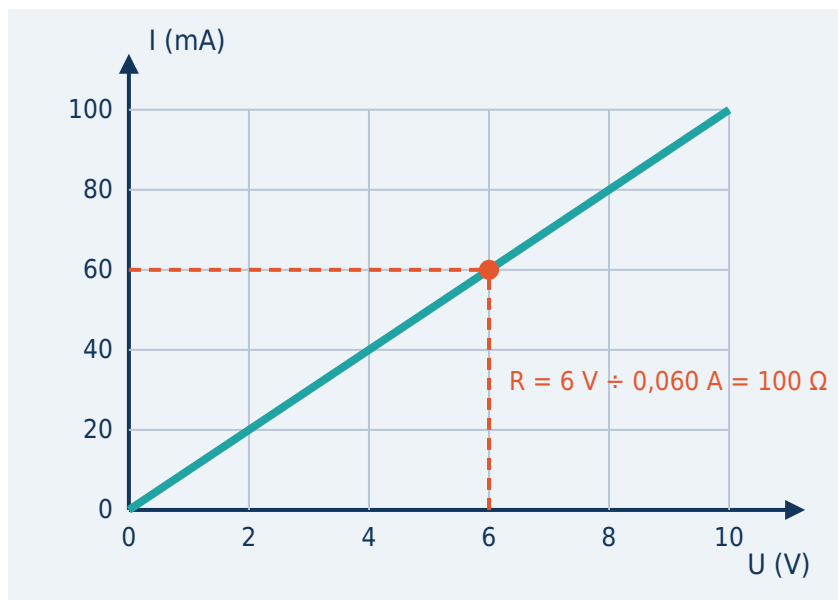
Dessine un triangle avec U en haut, R et I en bas. Cache la grandeur cherchée : si tu caches U , il reste $R \times I$; si tu caches I , il reste $U \div R$; si tu caches R , il reste $U \div I$.



Le triangle de la loi d'Ohm : on cache la grandeur cherchée et on lit la formule.

La caractéristique d'un conducteur ohmique

La **caractéristique** d'un dipôle est la courbe qui donne la tension U à ses bornes en fonction de l'intensité I (ou l'intensité en fonction de la tension). Pour un conducteur ohmique, c'est une **droite qui passe par l'origine** : c'est la signature de la proportionnalité.



Caractéristique d'un conducteur ohmique de résistance 100Ω : une droite qui passe par l'origine.

Plus la résistance est grande, plus la droite est « couchée » (pour une même tension, l'intensité est plus faible). Une résistance de 200Ω laisse passer deux fois moins de courant qu'une résistance de 100Ω sous la même tension.

ERREUR FRÉQUENTE

La loi d'Ohm ne s'applique **qu'aux conducteurs ohmiques**. Une lampe à filament, une diode ou une DEL ne sont pas ohmiques : leur caractéristique n'est pas une droite passant par l'origine. Dans une lampe, la résistance du filament augmente quand il chauffe, donc le rapport $U \div I$ n'est pas constant.

Exemples de calculs

CALCUL D'UNE TENSION

Un conducteur ohmique de résistance $R = 220 \, \Omega$ est traversé par un courant d'intensité $I = 30 \, \text{mA}$. On convertit : $I = 0,030 \, \text{A}$. Alors $U = R \times I = 220 \times 0,030 = \mathbf{6,6 \, V}$.

CALCUL D'UNE RÉSISTANCE

On mesure $U = 9,0 \, \text{V}$ aux bornes d'un conducteur ohmique parcouru par $I = 45 \, \text{mA} = 0,045 \, \text{A}$. Alors $R = U \div I = 9,0 \div 0,045 = \mathbf{200 \, \Omega}$.

CALCUL D'UNE INTENSITÉ

Une résistance de $470 \, \Omega$ est alimentée sous $12 \, \text{V}$. $I = U \div R = 12 \div 470 \approx 0,0255 \, \text{A}$, soit $\mathbf{25,5 \, \text{mA}}$ environ.

ERREUR FRÉQUENTE

Oublier de convertir : avec I en mA et R en Ω , le produit $R \times I$ donne des millivolts, pas des volts. Convertis toujours l'intensité en ampères ($1 \, \text{mA} = 0,001 \, \text{A}$) et la résistance en ohms ($1 \, \text{k}\Omega = 1\,000 \, \Omega$) avant de calculer.

Associer des résistances en série

Quand on place deux conducteurs ohmiques l'un derrière l'autre (en série), ils se comportent comme un seul conducteur ohmique dont la résistance est la **somme** des deux : $R = R_1 + R_2$. Avec $100 \, \Omega$ et $220 \, \Omega$ en série, on obtient $320 \, \Omega$. Le même courant traverse les deux, et les tensions s'additionnent : $U = U_1 + U_2$.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Deux résistances de $100 \, \Omega$ et $220 \, \Omega$ sont en série sous $6,4 \, \text{V}$. $R = 320 \, \Omega$, donc $I = 6,4 \div 320 = \mathbf{0,020 \, \text{A}}$. La tension aux bornes de la première est $U_1 = 100 \times 0,020 = 2,0 \, \text{V}$, aux bornes de la seconde $U_2 = 220 \times 0,020 = 4,4 \, \text{V}$, et $2,0 + 4,4 = 6,4 \, \text{V}$: la somme redonne bien la tension de la pile.

À quoi servent les résistances ?

On utilise des conducteurs ohmiques pour **limiter l'intensité** du courant dans un composant fragile (une DEL par exemple), pour **diviser une tension** ou pour produire de la chaleur (plaque chauffante, bouilloire, grille-pain). Un rhéostat est une résistance

réglable : en le faisant varier, on modifie l'intensité dans le circuit.

L'essentiel à retenir

- La résistance R d'un conducteur ohmique s'exprime en ohms (Ω) ; $1 \text{ k}\Omega = 1\,000 \text{ }\Omega$.
- L'ampèremètre se branche en série, le voltmètre en dérivation.
- Loi d'Ohm : $U = R \times I$, avec U en V, R en Ω et I en A.
- On en déduit $I = U \div R$ et $R = U \div I$.
- La caractéristique d'un conducteur ohmique est une droite passant par l'origine.
- La loi d'Ohm ne s'applique pas à une lampe, une diode ou une DEL.
- En série, les résistances s'additionnent : $R = R_1 + R_2$.
- Convertis toujours les mA en A avant de calculer.