

COURS

Électricité — Résistance et loi d'Ohm

4^e

Programme du cycle 4 — arrêté du 9 novembre 2015, BO spécial n°11 du 26 novembre 2015

Une ampoule branchée directement sur une pile trop puissante grille. Intercalez un composant qui ne fait **rien d'autre que gêner le passage du courant**, et elle éclaire normalement. Ce composant est une **résistance**, et la relation qui décrit son effet — la **loi d'Ohm** — est l'une des trois ou quatre formules qui gouvernent tout circuit électrique, du chargeur de téléphone au réseau national.

1 La résistance

DÉFINITION

La **résistance** d'un composant mesure son opposition au passage du courant. Elle se note R et s'exprime en **ohms**, de symbole Ω . Plus R est grande, plus l'**intensité** est faible pour une même **tension**. Un conducteur parfait aurait une résistance nulle ; en pratique, tout fil en a une, faible mais non nulle, et c'est pourquoi les câbles chauffent.

Une résistance ne fait pas disparaître l'énergie : elle la **convertit en chaleur**. C'est un défaut dans un câble d'alimentation, et c'est exactement l'effet recherché dans un grille-pain, un sèche-cheveux ou un radiateur électrique. Le même composant, selon l'usage, est une perte ou la fonction principale de l'appareil.

2 La loi d'Ohm

RÈGLE

Pour un conducteur ohmique, la **tension** à ses bornes est proportionnelle à l'**intensité** du courant qui le traverse. Le coefficient de proportionnalité est la **résistance**. Les trois unités vont ensemble et ne se négocient pas : la tension en volts, l'intensité en **ampères**, la résistance en ohms.

$$U = R \times I$$

UTILISER LA LOI D'OHM DANS LES TROIS SENS

- Repérer laquelle des trois grandeurs est demandée, et lesquelles sont données.
- Convertir les intensités en **ampères** : une valeur donnée en milliampères se divise par 1 000.
 $50 \div 1000 = 0,05$
- Appliquer la relation dans le sens utile : $U = R \times I$, ou $R = \frac{U}{I}$, ou $I = \frac{U}{R}$.
- Contrôler l'ordre de grandeur : une pile plate fournit 4,5 V, une prise domestique 230 V, une résistance de circuit vaut couramment quelques centaines d'ohms.
- Écrire le résultat avec son **unité** — un nombre nu ne vaut aucun point, même juste.

EXEMPLE

Une résistance de 220Ω est traversée par un courant de 50 mA. Calculer la tension à ses bornes.

- On convertit d'abord l'intensité en ampères, sans quoi le résultat sera mille fois trop grand :
 $50 \div 1000 = 0,05$
- On applique ensuite la loi d'Ohm :
 $220 \times 0,05 = 11$
- La tension vaut donc 11 V — un ordre de grandeur cohérent avec un montage alimenté par une pile ou un petit bloc secteur.

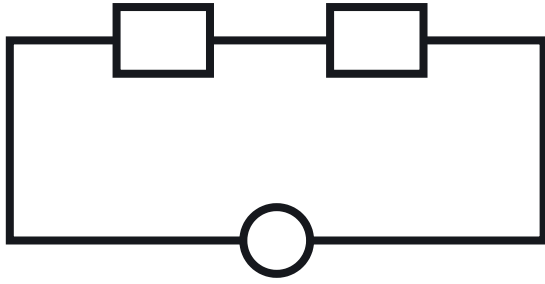
11 V

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Appliquer la loi d'Ohm avec une intensité laissée en milliampères. — Le résultat est alors **mille fois trop grand**, et rien ne le signale : 220×50 donne 11 000, un nombre qui ressemble à une réponse. Une tension de 11 000 V sur une résistance de montage devrait pourtant alerter — c'est l'ordre de grandeur d'une ligne haute tension, pas d'un circuit de laboratoire.

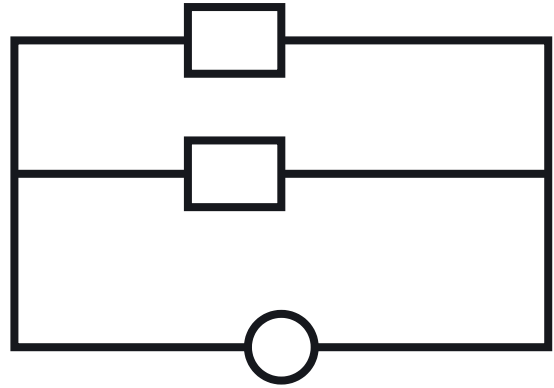
Le réflexe : Convertir **avant** d'écrire la moindre multiplication, et contrôler l'ordre de grandeur à la fin. Un ampèremètre de collège affiche presque toujours des milliampères.

3 Résistances en série et en dérivation



série

un seul chemin



dérivation

plusieurs chemins

Deux montages, deux comportements : en série on additionne les résistances, en dérivation la résistance équivalente est plus petite que chacune.

RÈGLE

En **série**, les composants sont sur un chemin unique : les résistances **s'additionnent**, et la résistance équivalente est plus grande que chacune. En **dérivation**, le courant se partage entre plusieurs chemins : ce sont les **inverses** des résistances qui s'additionnent, et la résistance équivalente est plus **petite** que la plus petite d'entre elles.

$$R = R_1 + R_2 \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

EXEMPLE

Deux résistances de 100 Ω chacune. Calculer la résistance équivalente en série, puis en dérivation.

- ① En série, on additionne :
 $100 + 100 = 200$
- ② En dérivation, pour deux résistances seulement, le produit divisé par la somme donne directement le résultat :
 $100 \times 100 \div 200 = 50$
- ③ Le résultat n'a rien d'intuitif : ajouter un chemin **diminue** la résistance de l'ensemble, parce qu'on ouvre au courant une possibilité supplémentaire de passer.

200 Ω en série, 50 Ω en dérivation

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Additionner les résistances d'un montage en dérivation. — Le résultat va dans le mauvais sens. En dérivation, le courant dispose de plusieurs chemins : l'ensemble oppose donc **moins** de résistance qu'un seul chemin. Répondre 200 Ω pour deux résistances de 100 Ω montées en dérivation, c'est annoncer que le circuit gêne davantage le courant alors qu'on vient de lui ouvrir une porte.

Le réflexe : Contrôler le sens avant de rédiger : en dérivation, la résistance équivalente est toujours **inférieure** à la plus petite des résistances du montage.

4 Puissance et énergie électriques

RÈGLE

La **puissance** électrique d'un appareil est le produit de la tension par l'intensité ; elle s'exprime en **watts**. L'**énergie électrique** consommée est le produit de cette puissance par la durée de fonctionnement : en joules si la durée est en secondes, en wattheures si elle est en heures.

$$P = U \times I \quad E = P \times t$$

EXEMPLE

Un radiateur de 1 000 W fonctionne 3 h. Calculer l'énergie consommée en kilowattheures, puis son coût si le kilowattheure est facturé 0,25 €.

- ① L'énergie en wattheures est le produit de la puissance par la durée en heures :
 $1000 \times 3 = 3000$
- ② Un kilowattheure valant mille wattheures, on divise par 1 000 :
 $3000 \div 1000 = 3$
- ③ Le coût s'obtient en multipliant par le prix unitaire :
 $3 \times 0,25 = 0,75$

3 kWh, soit 0,75 € pour trois heures

C'est cette relation qui rend comparables deux ampoules. Une lampe à incandescence de 60 W et une lampe à diodes de 9 W éclairent autant ; la seconde consomme près de sept fois moins, et la différence part en chaleur dans la première. Une ampoule qu'on ne peut pas toucher après une minute n'éclaire pas mieux : elle chauffe davantage.

À VÉRIFIER

- Mes intensités sont-elles en **ampères**, et non en milliampères ?
- Ai-je choisi le bon sens de la **loi d'Ohm** — U , R ou I ?
- En **série**, ai-je additionné ? En **dérivation**, ai-je bien obtenu une valeur plus petite ?
- Ai-je vérifié l'ordre de grandeur : quelques volts, quelques centaines d'ohms ?
- Pour une **énergie** en joules, ai-je converti la durée en secondes ?
- Chaque résultat porte-t-il son **unité** — volt, ampère, ohm, **watt**, joule ?

À RETENIR

- **Résistance** en ohms (Ω) : elle s'oppose au courant et convertit l'énergie en **chaleur**.
- **Loi d'Ohm** : $U = R \times I$ — volts, ohms, **ampères**, jamais milliampères.
- Milliampères $\rightarrow$ ampères : **diviser par 1 000**. C'est l'erreur la plus fréquente du chapitre.
- **Série** : $R = R_1 + R_2$, la résistance équivalente est plus **grande** que chacune.
- **Dérivation** : ce sont les inverses qui s'additionnent, et R est plus **petite** que la plus petite.
- Deux résistances identiques en dérivation donnent la **moitié** de leur valeur.
- Dans un circuit série, l'**intensité** est la même partout et la **tension** se partage.
- $P = U \times I$ en **watts** · $E = P \times t$ en joules (secondes) ou en wattheures (heures).
- 1 kWh = 1 000 Wh : c'est l'unité des factures, parce que le joule donne des nombres énormes.
- Ce qui pèse sur une facture, c'est **puissance × durée**, pas la puissance seule.