

## Chapitre 5

# L'électricité et l'ingénierie électrique

*Notes de cours*



Source : Andreas Frank

*Sciences et technologie de l'environnement*

Nom : \_\_\_\_\_ Gr : \_\_\_\_\_

Dans ce chapitre, nous verrons d'abord l'électricité statique. Par la suite nous étudierons l'électricité dynamique. Enfin nous verrons le lien entre l'électricité et le magnétisme, soit l'électrostatique.



## L'électricité et les charges électriques

**Quelques définitions :**

. **La charge électrique** est la grandeur physique responsable des phénomènes électriques. Elle se mesure en \_\_\_\_\_.

Comme nous l'avons vu au chapitre 1, l'atome est formé de deux particules chargées. Le proton est la particule \_\_\_\_\_ et l'électron est la particule \_\_\_\_\_. Les protons et les électrons portent des charges qui ont exactement la même grandeur ( $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ), mais ils sont de signes \_\_\_\_\_.

Un corps neutre n'est donc pas un corps qui n'a pas de charge. C'est un corps qui possède autant de charges positives que négatives.

. L'**électricité statique** correspond aux phénomènes observables à la suite du transfert de charges.

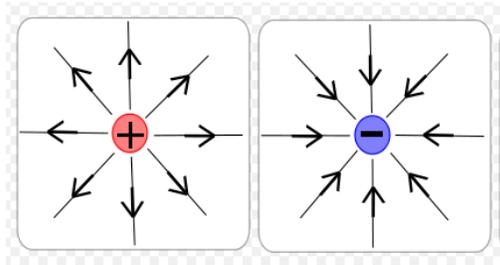
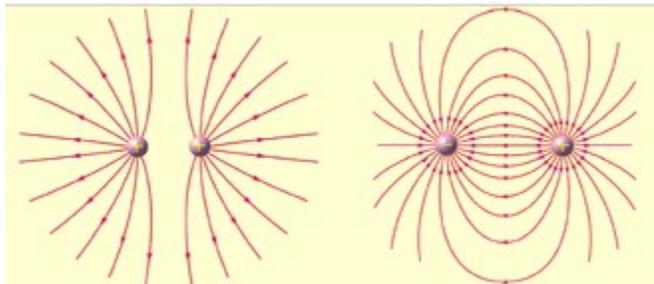
Par exemple, lorsqu'on frotte deux corps ensemble, le corps qui retient moins ses électrons devient chargé \_\_\_\_\_ et le corps qui reçoit les électrons devient chargé \_\_\_\_\_.

Après ce transfert d'électrons, les deux corps \_\_\_\_\_, car ils sont de charge contraire.

☞ Un **champ électrique** correspond à \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

<b>Champ électrique entre deux particules</b>	
De mêmes charges	De charges opposées

<b>Champ électrique ponctuel</b>	
Charge positive	Charge négative



Source : Nein Arimasen

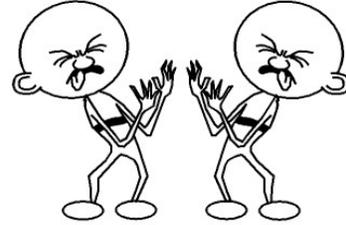
Rappel

## Forces d'attraction et de répulsion

Capsule 5.2

Les charges électriques de mêmes signes

\_\_\_\_\_ (s'attirent / se repoussent).



Source : Network graphic



Les charges électriques de signes opposés

\_\_\_\_\_ (s'attirent/se repoussent ).

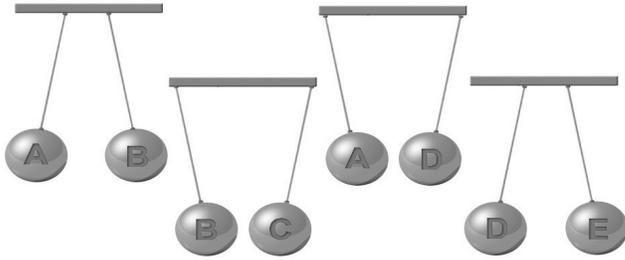
Source : Network Graphic

. La loi de la conservation de la charge indique que \_\_\_\_\_

---

---

Ex : Soit l'illustration suivante.



Les sphères identifiées A à E portent une charge électrique. Si la charge A est négative, quel est le signe des autres sphères

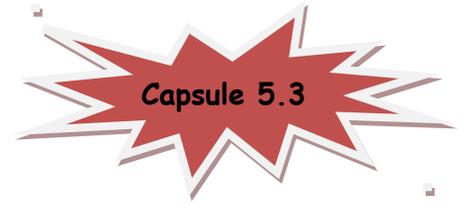
A= \_\_\_\_\_

B= \_\_\_\_\_

C= \_\_\_\_\_

D= \_\_\_\_\_

E= \_\_\_\_\_



## Distinction entre un conducteur et un isolant

Catégorie	Définition	Exemple
Conducteur	<hr/> <hr/> <hr/>	Fils électriques faits en cuivre.
Isolant	<hr/> <hr/> <hr/>	Gaine de plastique recouvrant les fils électriques.

## Loi de Coulomb

- . La loi de Coulomb permet de calculer la force électrique qui s'exerce entre deux corps chargés (particules ou objets). Cette force peut être positive ou négative selon que les charges sont de même signe ou de signe contraire. Elle s'exerce à distance entre des charges immobiles.

Voyons comment appliquer la relation mathématique entre la force électrique, les quantités de charges électriques et la distance qui les sépare.

$$F_e = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

où,  $F_e =$  \_\_\_\_\_

$k =$  \_\_\_\_\_ ( $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ )

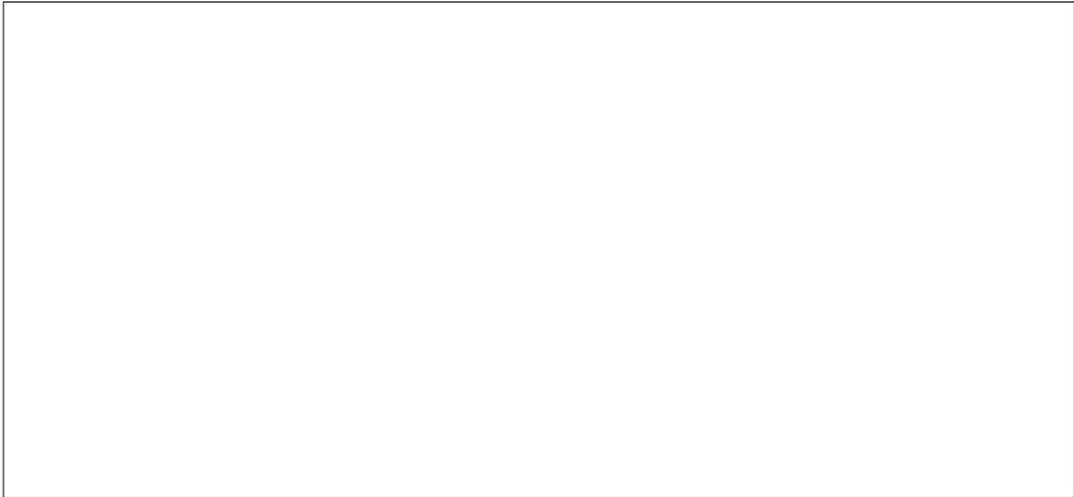
$q_1 =$  \_\_\_\_\_

$q_2 =$  \_\_\_\_\_

$r =$  \_\_\_\_\_

Attention, la distance entre les particules doit être exprimée en mètres !

Ex : Quelle est la grandeur de la force électrique entre 2 sphères situées à 5 cm de distance si la charge de la première sphère est de  $7 \times 10^{-7} \text{ C}$  et la charge de la deuxième sphère est de  $4 \times 10^{-7} \text{ C}$  ?



## Le courant et la puissance électriques

Quelques définitions :

. **Le courant électrique** est un déplacement ordonné des charges négatives, les électrons libres des atomes dont sont faits les \_\_\_\_\_.

. **Le sens conventionnel** du courant va de la borne \_\_\_\_\_ vers la borne \_\_\_\_\_ d'une source de courant.

*Il existe deux types de courant : Le courant continu et le courant alternatif.*

. **Le courant alternatif** est un courant qui circule alternativement dans un sens puis dans l'autre. Ce type de courant se retrouve dans le réseau de distribution domestique.

. **Le courant continu** est un courant qui circule \_\_\_\_\_ dans le même sens. Ce type de courant se retrouve dans les circuits alimentés par des piles.

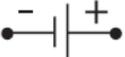
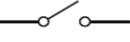
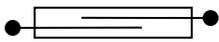
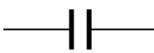
. **Le voltmètre** est l'instrument utilisé en laboratoire pour mesurer \_\_\_\_\_.

\* *Il se branche toujours en \_\_\_\_\_ dans un circuit électrique.*

. **L'ampèremètre** est l'instrument utilisé en laboratoire pour mesurer \_\_\_\_\_.

\* *Il se branche toujours en \_\_\_\_\_ dans un circuit électrique.*

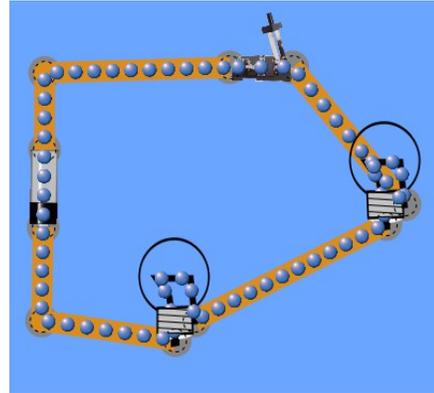
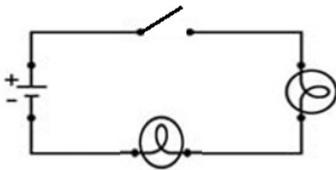
Symboles utilisés en électricité

Nom	Fonction électrique	Symbole
Source de courant	_____	
Diode électroluminescente (DEL)	_____	
Ampoule	_____	
Résistance	_____	
Interrupteur Unidirectionnel	_____	
Interrupteur Bidirectionnel	_____	
_____	_____	
Interrupteur à bouton poussoir	_____	
Fusible	_____	
Condensateur	Autre	
Diode	_____	
Ampèremètre		
Voltmètre		

## Deux types de branchements

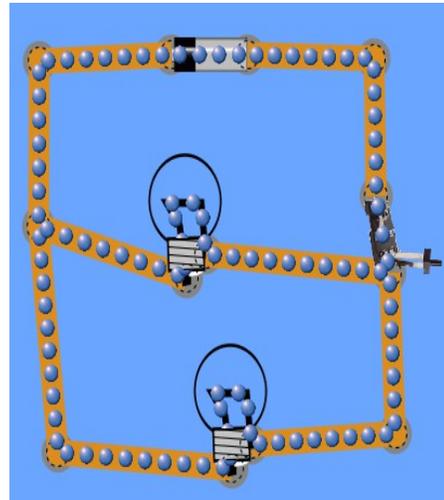
### dans les circuits électriques

- . Un circuit en série est un circuit dans lequel les éléments sont branchés \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



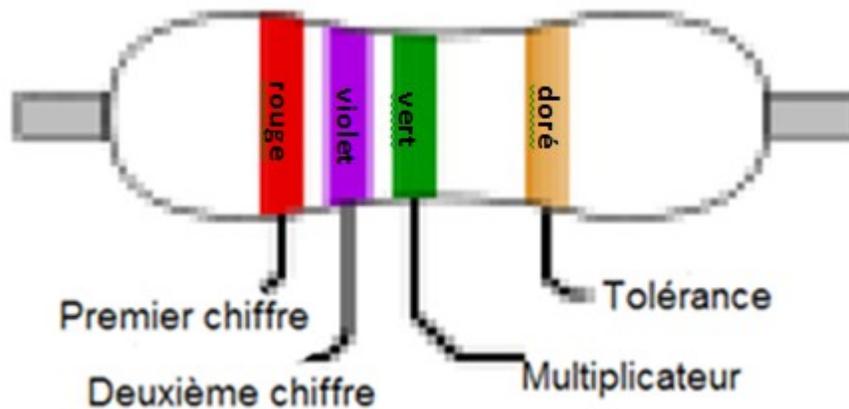
- . Un circuit en parallèle est un circuit qui comporte au moins \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_. Chaque élément du circuit est relié à la \_\_\_\_\_.

Dessine le circuit en parallèle ci-contre



## . Détermination de la valeur d'un résistor

Puisqu'il est difficile d'inscrire la valeur d'un résistor, nous utilisons un code de couleur. Regardons ensemble un exemple de résistor.



Source : Johanne Proulx

. La couleur de la **première bande** correspond \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

. La couleur de la **deuxième bande** correspond \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

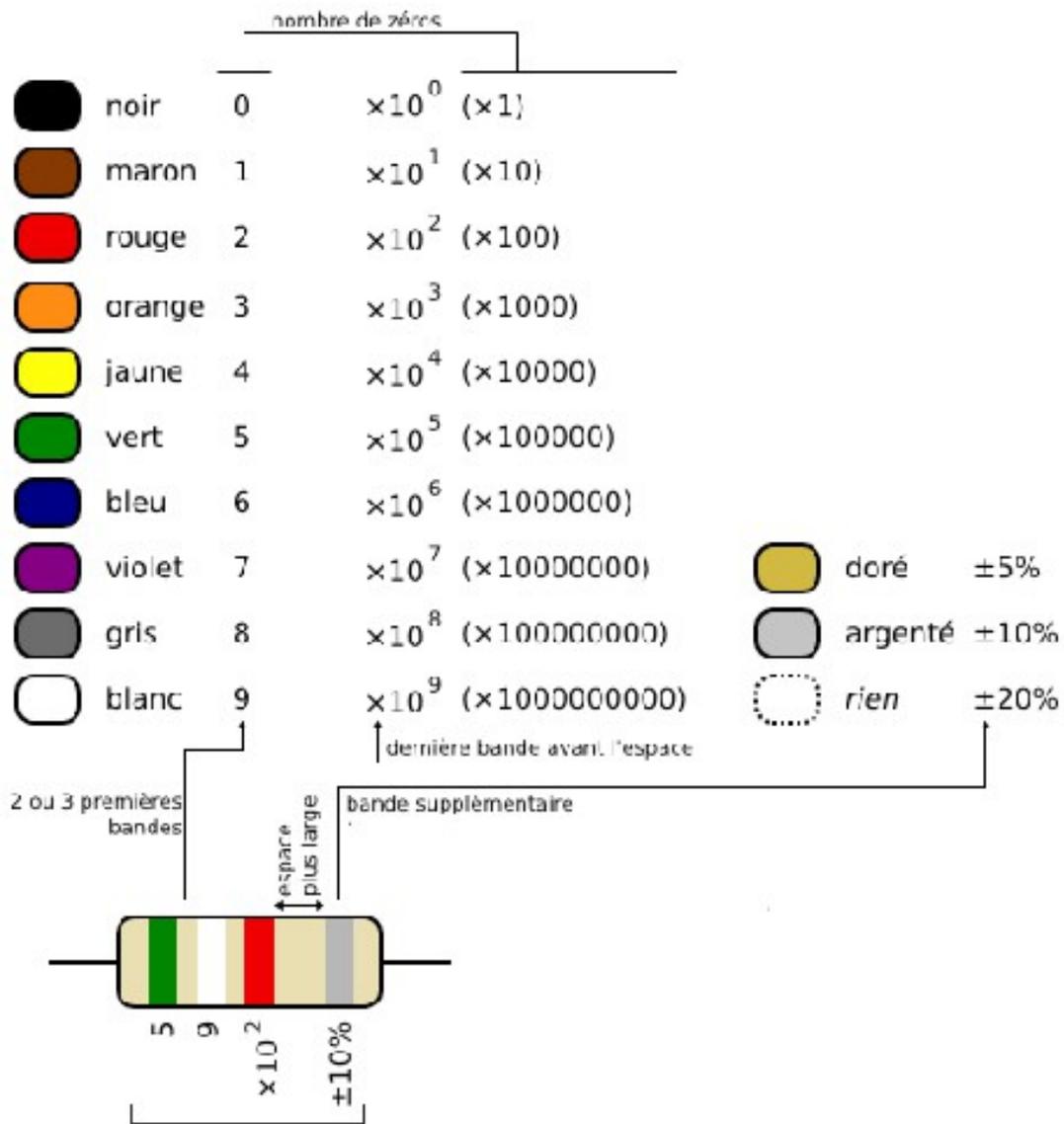
. La couleur de la **troisième bande** correspond \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

. La couleur de la **quatrième bande** correspond \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

En utilisant le code de couleur suivant, on constate que le résistor ci-dessus a une valeur de  $27 \times 10^5 \pm 5\%$  donc la valeur du résistor est de **2 700 000  $\pm 5\%$   $\Omega$** .



Source : Wikipédia



## La résistance équivalente

La résistance équivalente correspond à la valeur de la résistance qui permettrait de \_\_\_\_\_

---

Dans un circuit **en série**, la formule utilisée pour la calculer est

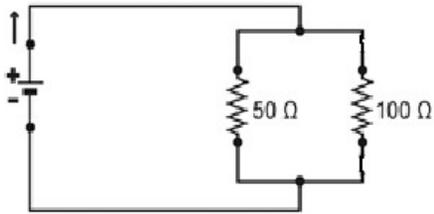
$$R_{\text{éq}} =$$

Dans un circuit **en parallèle**, la formule utilisée pour la calculer est

$$1/R_{\text{éq}} =$$

Ex : Calcule la résistance équivalente des circuits suivants :

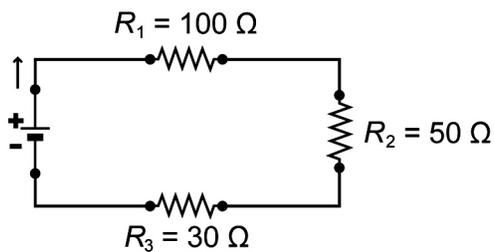
A) Type de circuit \_\_\_\_\_ (série / parallèle)



N'oublie pas l'unité  
de mesure

Réponse : \_\_\_\_\_

B) Type de circuit \_\_\_\_\_ (série/parallèle)



Réponse : \_\_\_\_\_

## Formules mathématiques et unités de mesure

### 1-Loi d'Ohm

La loi d'Ohm établit que, pour une résistance donnée, la différence de potentiel dans un circuit électrique est \_\_\_\_\_ (directement / inversement) proportionnelle à l'intensité du courant.

Sa formule est

$$U=RI$$

où  $U =$  \_\_\_\_\_

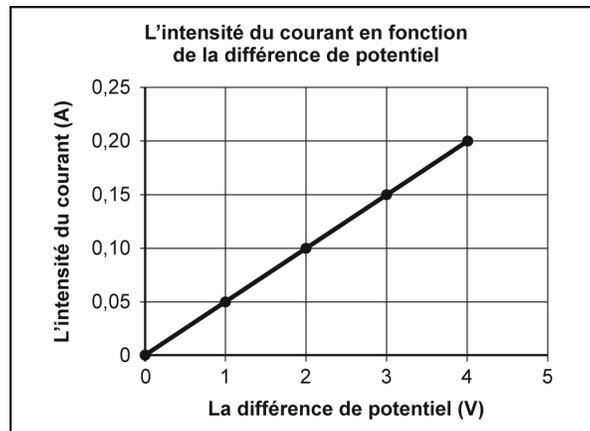
$R =$  \_\_\_\_\_

$I =$  \_\_\_\_\_

Ex : Afin de connaître la résistance d'un circuit, Joseph mesure la tension et l'intensité du courant à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre. Il obtient une différence de potentiel égale à 10 V et il mesure un courant de 500 mA.

Quelle est la valeur de la résistance?

Ex : À l'aide des résultats notés au cours d'une expérience, un étudiant trace le diagramme suivant.



Source : Ministère de l'éducation du loisir et du sport

Quelle est la valeur de la résistance qui a servi à effectuer cette expérience ?

## 2-La puissance électrique

La puissance électrique permet d'évaluer la quantité d'énergie qu'un appareil consomme à chaque \_\_\_\_\_.

Voici une formule que l'on peut utiliser pour calculer la puissance électrique d'un appareil.

$$E = P \cdot \Delta t$$

où  $P =$  \_\_\_\_\_

$E =$  \_\_\_\_\_

$\Delta t =$  \_\_\_\_\_

Ex : Quelle est la puissance électrique du rasoir de Mathieu s'il utilise 1 kJ pour faire sa barbe en 10 minutes?

### 3-Formule pour déterminer l'intensité du courant

La Formule est

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

où  $I =$  \_\_\_\_\_

$q =$  \_\_\_\_\_

$\Delta t =$  \_\_\_\_\_

Ex : Une batterie a la capacité de fournir une charge de 280 000 coulombs. Si la batterie se décharge complètement en 3 heures, quelle est l'intensité du courant qu'elle a fourni ?

#### 4-Formule exprimant la puissance électrique en fonction de la différence de potentiel et de l'intensité du courant

La Formule est

$$P_{\acute{e}} = U \cdot I$$

où  $P_{\acute{e}}$  = \_\_\_\_\_

$U$  = \_\_\_\_\_

$I$  = \_\_\_\_\_

Ex. Voici les informations que l'on trouve sur la fiche signalétique d'un fer à repasser.

120 V
1100 W
60 Hz

**a)** Quelle information représente la puissance de l'appareil ?

\_\_\_\_\_

**b)** Quelle information représente la différence de potentiel de l'appareil ?

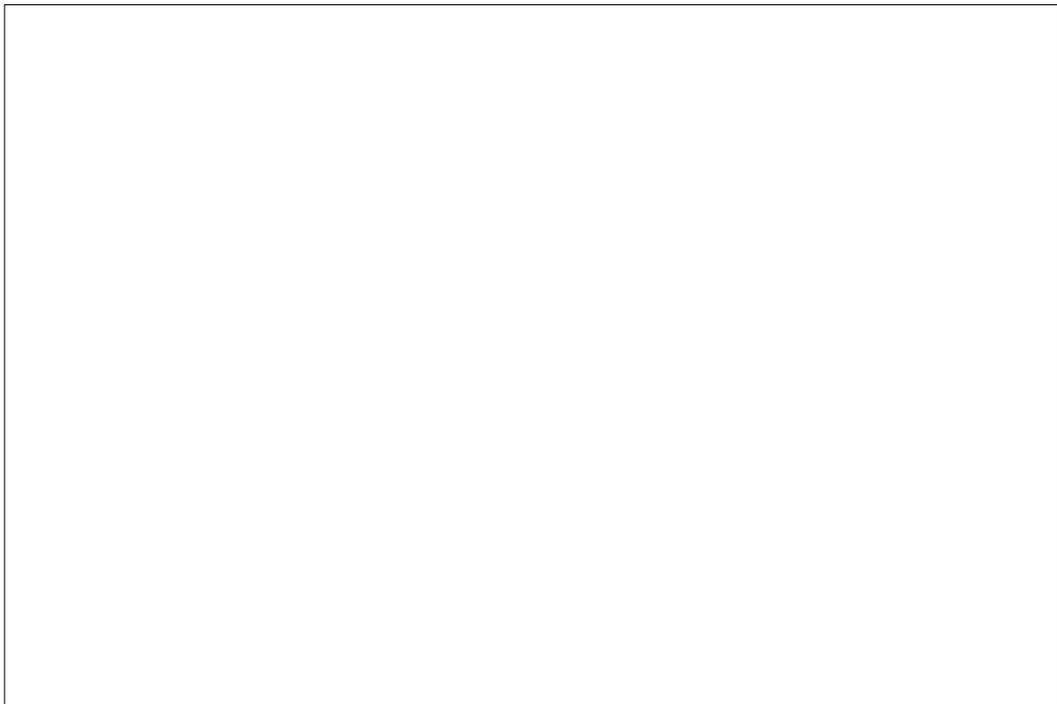
\_\_\_\_\_

c) Quelle est l'intensité du courant qui alimente l'appareil ?



Ex : Un circuit alimenté par un courant qui fournit une tension de 120 V est protégé par un fusible de 20 A. On y branche en même temps un radiateur électrique portatif de 2 kW, un fer à repasser de 800 W et une lampe de 100 W.

Le fusible résistera-t-il ?



## Les Lois de Kirchhoff



Gustav Robert Kirchhoff en 1945, à l'âge de 21 ans, élabore deux lois. La loi des courants et la loi des tensions. Ces lois sont aussi nommées les lois de Kirchhoff.

### . La loi des courants

#### Dans un circuit en série

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est \_\_\_\_\_, car ce type de circuit possède \_\_\_\_\_. Alors, le même nombre d'électrons quittent la source, circulent dans les fils et reviennent à la source.

Rappelons ici qu'en électricité, il est important de comprendre le principe de la conservation des charges électriques.

***"Les charges électriques ne peuvent ni disparaître ni être créées."***

### Dans un circuit en parallèle

Dans un circuit en parallèle, la \_\_\_\_\_ de l'intensité du courant dans chacune des branches est égale à l'intensité du courant débitée par la \_\_\_\_\_.

Ici aussi, le principe de la conservation des charges est appliqué.

### . La loi des tensions

#### Dans un circuit en série

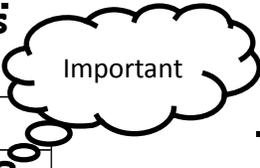
Dans un circuit en série, la \_\_\_\_\_ des tensions dans le circuit est égale à tension de la \_\_\_\_\_.

Il faut comprendre que les électrons, qui quittent la source, dépensent leur énergie dans chacun des composants du circuit. Ils reviennent donc à la source pour être rechargés.

#### Dans un circuit en parallèle

Dans un circuit en parallèle, la tension à chacune des branches est \_\_\_\_\_ à la tension de la source, car tous les composants du circuit sont reliés **directement** à la source.

## Application des lois de Kirchhoff dans les circuits électriques



Important

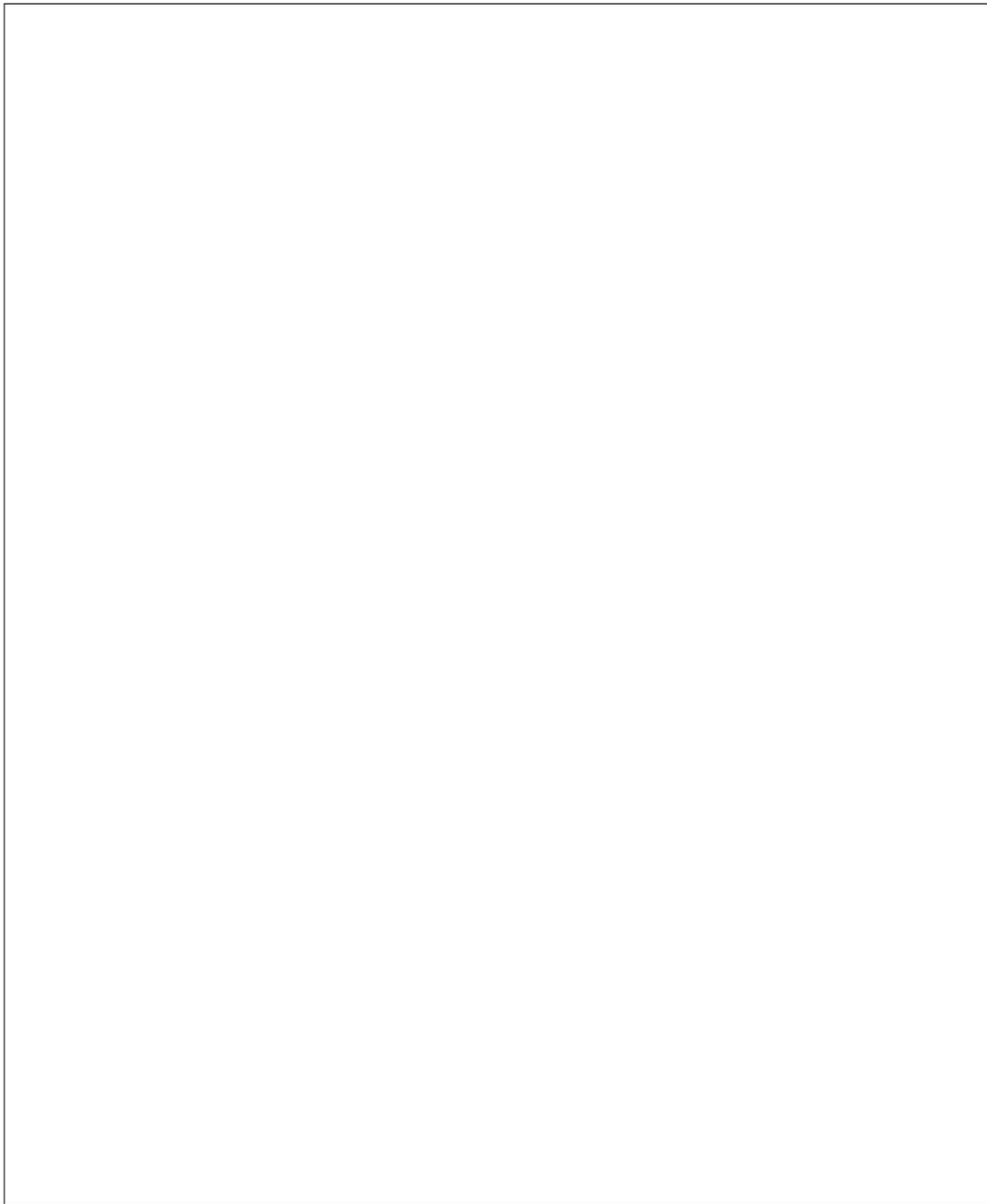
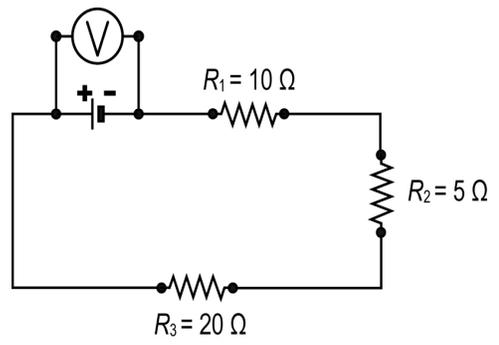
	Circuit série	Circuit parallèle
Intensité du courant	$I_{+} = \underline{\hspace{2cm}}$	$I_{+} = \underline{\hspace{2cm}}$
Différence de potentiel	$U_{+} = \underline{\hspace{2cm}}$	$U_{+} = \underline{\hspace{2cm}}$
Résistance	$R_{\text{éq}} = \underline{\hspace{2cm}}$	$1/R_{\text{éq}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Ex : Pour chacun des circuits suivants, si la tension totale vaut **12**

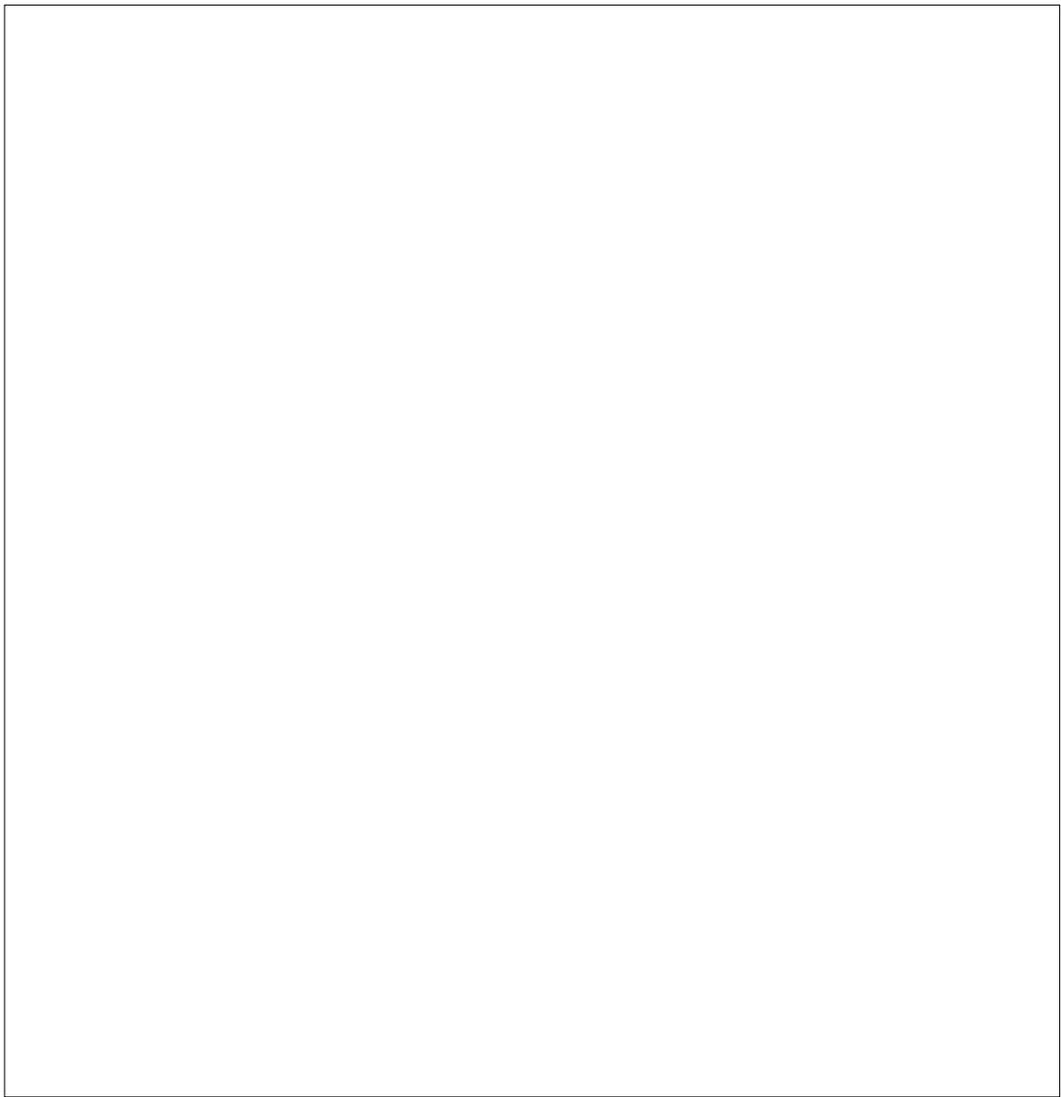
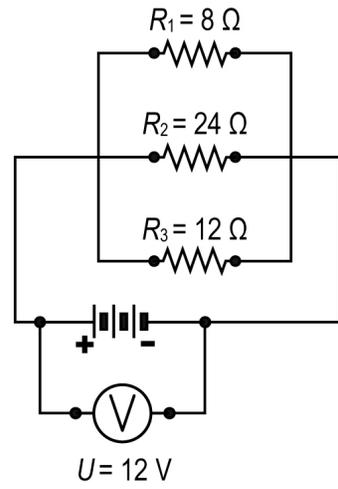
**V**, calculez :

- la résistance équivalente du circuit ;
- l'intensité du courant qui circule dans chacune des résistances ;
- la différence de potentiel aux bornes de chacune des résistances.

a)



b)



## Résumé des notions



Variable	Symbole de la variable	Unité de mesure	Symbole de l'unité de mesure
Travail	_____	_____	_____
_____	U	_____	_____
_____	_____	_____	$\Omega$
_____	_____	_____	A
_____	E	_____	_____
_____	_____	watt	_____
Charge électrique	_____	_____	_____
_____	$\Delta t$	seconde	_____

STE

## Tableau des formules :



$U = RI$	$P = UI$
$\text{STE} \quad F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$	$P = \frac{E}{\Delta t}$
$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	$1/R_{\text{eq}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$
$I = \frac{q}{\Delta t}$	

## Les phénomènes électromagnétiques

Définitions :

. L'électromagnétisme est \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

. Un champ magnétique correspond à la région de l'espace invisible dans laquelle la force magnétique d'un aimant peut agir sur un autre \_\_\_\_\_ ou sur une substance \_\_\_\_\_.

. Un solénoïde est une bobine faite de plusieurs \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. (ex : les solénoïdes sont utilisés dans les haut-parleurs et dans les moteurs électriques)



Source : Wikipedia commons

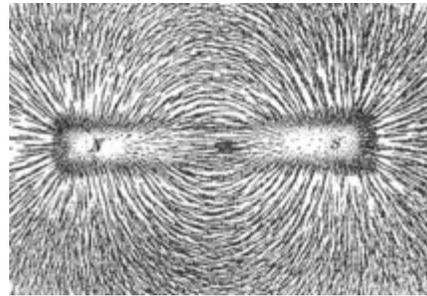
## Forces d'attraction et de répulsion

Les pôles magnétiques semblables \_\_\_\_\_.

Les pôles magnétiques contraires \_\_\_\_\_.

### Illustration d'un champ magnétique

Comme tu peux le constater en regardant l'illustration ci-contre. Il est possible d'illustrer le champ magnétique à l'aide de limailles de fer.



Source : Newton Henry Blank

Important !

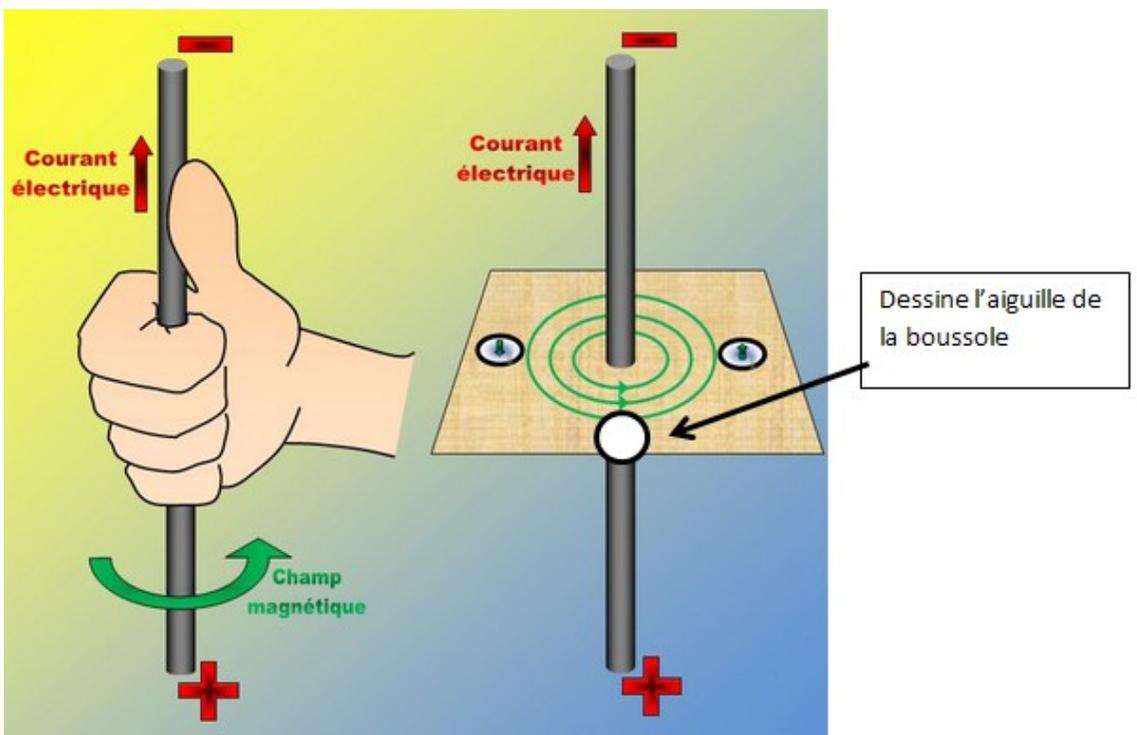
Par convention, dans un champ magnétique, les lignes du champ magnétique sortent du \_\_\_\_\_ et entre au \_\_\_\_\_.



# Règles de la main droite

## Détermination de la direction des lignes de champ générées par un fil conducteur

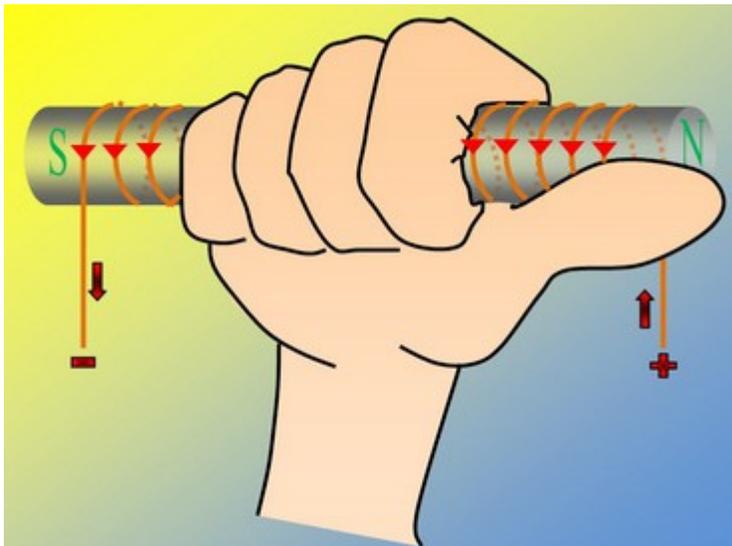
Dans un fil **droit**, le pouce indique \_\_\_\_\_ et les doigts représentent \_\_\_\_\_.



Source : Allo Prof

Détermination de la direction des lignes de champ générées  
par un solénoïde

Dans un **solénoïde**, le pouce indique \_\_\_\_\_.  
et les doigts s'enroulent dans le \_\_\_\_\_.



Source : Allo Prof

## Facteurs qui influencent la force



Capsule 5.16

### d'un électroaimant

- La nature du noyau 😊 : Il doit être fait d'une substance ferromagnétique  
(Ex : fer, cobalt, nickel ou un alliage comme l'acier)
- 😊 Le noyau, dans un électroaimant est une tige de métal ferromagnétique placée à l'intérieur du solénoïde.
- Le nombre de spires (ou enroulements) : Plus le nombre de spires est grand, plus l'électroaimant \_\_\_\_\_.
- L'intensité du courant : Plus l'intensité du courant est élevée, plus l'électroaimant est \_\_\_\_\_.

## Les fonctions électriques



Un circuit électrique est formé de différentes composantes. Ces dernières ont chacune une fonction et ces fonctions sont variées. Voyons les fonctions des composantes les plus usuelles.

Définitions :

- . **La fonction alimentation** est la fonction assurée par toute composante \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ex : Pile chimique, pile solaire, alternateur...

STE

- . **Un condensateur** est un dispositif composé de deux surfaces électriques séparées par un isolant. Il peut accumuler des \_\_\_\_\_ puis les libérer **rapidement**.

Ex : Défibrillateur cardiaque.

- . **La fonction conduction** est la fonction assurée par toute composante \_\_\_\_\_

Ex : Fil électrique

## La conductibilité électrique dépend de quatre facteurs

Facteur	Influence
Température	Plus un fil est _____ (froid / chaud) plus la conductibilité électrique est grande.
La section du fil (son diamètre)	Plus le diamètre du fil est _____ (petit / grand) plus la conductibilité électrique est grande.
La longueur	Plus un fil est _____ (court / long) plus la conductibilité électrique est grande.
La nature	De façon générale, les métaux sont de bons conducteurs électriques.

. **La fonction isolation** est la fonction assurée par toute composante \_\_\_\_\_

Ex : Le caoutchouc, le plastique autour des fils électriques ...

. **La fonction protection** est la fonction assurée par toute composante \_\_\_\_\_ la circulation d'un courant électrique en cas de situation anormale.

Ex : Fusible et disjoncteur

. **La fonction commande** est la fonction assurée par toute composante \_\_\_\_\_.

Ex : Interrupteur et commande magnétique.



## Il existe différents types d'interrupteurs.

- ☞ Il y a les interrupteurs unipolaires ou bipolaires.
- ☞ Il y a les interrupteurs unidirectionnels ou bidirectionnels.

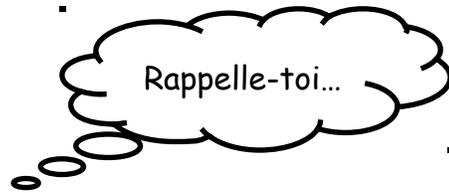
Voyons ici les 4 types d'interrupteurs possibles

Type d'interrupteur	Symbole
Unipolaire unidirectionnel	
Unipolaire bidirectionnel	
Bipolaire unidirectionnel	
Bipolaire bidirectionnel	

. La fonction transformation d'énergie est la fonction assurée par toute composante pouvant \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ex : Une ampoule incandescente transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante et en chaleur.



Ex : **Une diode** est un dispositif qui ne laisse passer un courant que dans un \_\_\_\_\_.

Une DEL (ou diode électroluminescente) transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante, **mais pas en chaleur.**