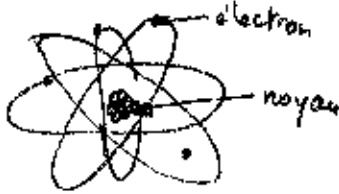


## Électricité - Courant électrique.

### Atomes

La matière est composée de très petits grains appelés atomes. Chaque atome comporte un noyau constitué de protons et de neutrons. Autour de ce noyau gravitent des électrons.



Chaque atome ressemble à un système solaire en miniature où le noyau serait le soleil et les électrons les planètes.

Les protons sont chargés d'électricité positive, les électrons d'électricité négative, les neutrons sont électriquement neutres. (ne sont pas chargés)

La charge électrique d'un électron est égale et de signe contraire à celle d'un proton et vaut  $1,602 \times 10^{-19}$  Coulomb (le Coulomb, symbole C, est l'unité de charge électrique). Électrons et protons étant chargés d'électricité de signes contraires s'attirent mutuellement.

Pour chaque atome il y a en principe autant d'électrons que de protons si bien que l'atome est globalement électriquement neutre.

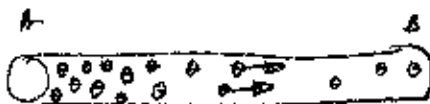
Les électrons, surtout ceux qui sont le plus éloignés du noyau, sont faiblement attirés par le noyau et peuvent facilement quitter l'atome; dans ce cas l'atome devient positif (le nombre de protons est supérieur au nombre d'électrons).

Dans le cas contraire où l'atome gagne un électron il devient négatif.

### Différence de potentiel - Courant électrique

Le déplacement des électrons d'atome en atome constitue ce qu'on appelle le courant électrique.

Imaginons une barre métallique dont les extrémités sont toutes deux déficitaires en électrons (donc chargées positivement), les électrons se déplaceront vers l'extrémité où il manque le plus d'électrons (vers l'extrémité la plus positive). Il se crée un courant électrique.



L'état électrique des extrémités A et B de la barre (déficit ou excédent d'électrons par rapport à l'équilibre proton-electrons) est appelé potentiel électrique

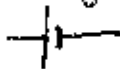
C'est la différence de potentiel (= différence d'état électrique) qui provoque le courant électrique. On appelle aussi cette différence de potentiel la tension

### Générateur:

Une différence de potentiel entre deux points peut avoir diverses causes:

- chimique : c'est le cas dans les piles ou accumulateurs
- mécanique : le frottement de l'air sur les nuages charge les nuages d'électricité et provoque la foudre
- flux lumineux : la lumière fait apparaître une tension aux bornes des cellules solaires
- magnétique : dynamo, alternateurs
- électro-magnétique : antenne de radio
- ...

Tous ces systèmes qui créent des différences de potentiel sont appelés des générateurs. Symboliquement on les représente par :



### Sens du courant

Dans l'exemple précédent (barre métallique), si A est l'extrémité la moins déficitaire en électrons et B la plus déficitaire, A comporte finalement plus d'électrons que B et est donc plus négative que B. On dit que A est négatif par rapport à B ou que B est positif par rapport à A.

Si on appelle respectivement  $V_A$  et  $V_B$  les potentiels de A et B

$$V_A - V_B > 0$$

les électrons se déplacent du potentiel le plus négatif vers le plus positif; on dit habituellement que les électrons vont du moins au plus

A l'époque où on ne connaissait encore pas les électrons, on a

fixer arbitrairement le sens du courant en convenant:

'le courant va du plus au moins' c'est-à-dire que le courant circule dans le sens des potentiels décroissants.

Unités :

Le courant électrique (déplacement d'électrons) se mesure en Ampères (noté A)

Un Ampère correspond au passage d'une quantité d'électricité de un Coulomb pendant une seconde

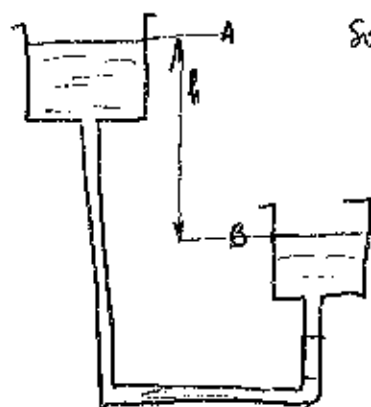
Si  $Q$  désigne la quantité d'électricité transportée pendant un temps  $t$  le courant  $I$  est :

$$I = \frac{Q}{t}$$

Si  $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$  sachant que la charge élémentaire d'un électron est de  $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ , pendant 1 seconde un courant de 1 A correspond au passage de  $\frac{1}{1,602 \times 10^{-19}} = 6,26 \times 10^{18}$  électrons.

la différence de potentiel (tension) se mesure en Volts (symbole V)

Analogie hydraulique



Soient deux récipients remplis d'eau à des altitudes différentes reliés par un tuyau; l'eau va s'écouler du récipient le plus haut vers le plus bas.

La différence de hauteur qui provoque l'écoulement est comparable à la différence de potentiel.

L'écoulement de l'eau c'est comme le déplacement des électrons; on mesure son débit en  $\text{m}^3/\text{s}$

tout comme on mesure le débit des électrons en Ampères.

Loi d'Ohm

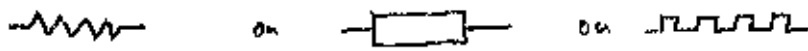
Dans l'exemple de la barre métallique dont les extrémités sont à des potentiels différents on imagine bien que plus la différence de potentiel est élevée (= plus la pression sur les électrons est forte) plus le courant sera important. En désignant par  $U$  la différence de potentiel  $V_B - V_A$  et par  $I$  le courant on obtient la loi d'Ohm :

$$\frac{U}{I} = R$$

$R$  est appelé résistance. L'unité de résistance est l'Ohm (symbole  $\Omega$ )

exemple si  $U = 220 \text{ V}$  et  $I = 10 \text{ mA}$   $R = \frac{220}{10 \times 10^{-3}} = 2,2 \times 10^4 = 2,2 \text{ k}\Omega$

Dans les schémas électriques on représente les résistances par :



1 Ohm correspond environ à la résistance d'un fil de cuivre de 62m de long et de 1mm<sup>2</sup> de section.

### Conducteur - Isolant

la résistance  $R$  caractérise la possibilité <sup>de la barre</sup> métallique (dans l'exemple précédent) de s'opposer plus ou moins au passage du courant

Plus  $R$  sera élevée plus  $I$  sera faible pour une même valeur de  $U$ .

$R$  dépend de la nature et de la dimension de la barre

les matériaux peuvent être classés selon leur résistance au passage du courant :

les matériaux très résistants sont appelés isolants : en verre, porcelaine, matières plastiques, air sec ...

les matériaux très peu résistants sont appelés conducteurs : ex Argent, cuivre, aluminium, autres métaux, eau acidulée ...

### Résistivité

On montre que pour un conducteur de forme cylindrique de section  $S$ , et de longueur  $l$ , la résistance est donnée par la formule

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$\rho$  (lire rho) est appelée résistivité du matériau et dépend de la nature du matériau, mais pas de ses dimensions ; l'unité de résistivité est l'Ohm.mètre (symbole  $\Omega.m$ )

pour le cuivre on a :  $\rho = 1,85 \times 10^{-8} \Omega.m$

Dans l'analogie hydraulique précédente, le rapport entre la différence de hauteur et le débit caractérise la résistance à l'écoulement qui est d'autant plus faible que la section du tuyau est grande et d'autant plus élevée que la longueur du tuyau est grande et que la rugosité intérieure du tuyau est forte.

la résistivité correspond à la rugosité.

### Exercices :

- 1) Une batterie de voiture dite de 60 A.h (ampères-heures), peut débiter 1 A pendant 60 heures, ou 2 A pendant 30 heures, ou 4 A pendant 15 h .... Quelle quantité maximum d'électricité (en Coulomb peut-elle débiter)? Donner l'équivalence entre les A.h et les Coulombs.
- 2) Rédiger la loi d'Ohm en exprimant  $U$  en fonction de  $I$  et  $R$ , puis  $I$  en fonction de  $U$  et  $R$ .
- 3) On mesure 3 V de tension aux bornes d'une résistance parcourue par un courant de 15 mA. Quelle est la valeur de la résistance  
 - On branche une pile de 9 V sur une résistance de 15 k $\Omega$ . Quelle est la valeur du courant dans la résistance  
 - Quelle tension faut-il appliquer aux bornes d'une résistance de 47 k $\Omega$  pour y faire passer un courant de 35 mA
- 4) Une personne tient avec ses mains les extrémités des cordons d'un ohmmètre (appareil pour mesurer les résistances) et lit 80 k $\Omega$ . Si cette personne commet l'imprudence de toucher avec ses mains les deux fils du secteur (tension 220 V). Quel courant passera dans ses mains et provoquera vraisemblablement son électrocution?

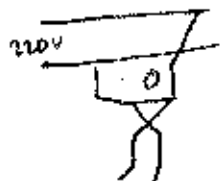
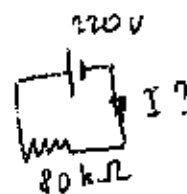


schéma équivalent :



- 5) Quelle est la résistance d'un fil de cuivre de 300 m de long et de 0,6 mm de diamètre sachant que la résistivité du cuivre est de :  $1,85 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ?  
 Quel serait la résistance d'un fil de mêmes dimensions mais en argent sachant que la résistivité de l'argent est de :  $1,55 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ?  
 Quel diamètre faudrait-il donner au fil de cuivre pour diviser sa résistance par 4 ?

## Exercices

- 1) Dans les formules suivantes exprimer  $f$  en fonction des autres variables :  $\lambda = \frac{c}{f}$      $Z = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$      $Z = 2 \pi \cdot f \cdot L$

- 2) Calculer :

$$2^2 \times 2^3, \quad \frac{5^4 \times 5^2}{5^6}, \quad 7^2 \times 7^5 \times 7^{-4}, \quad \frac{4^7 \times 4^3}{4^{-5} \times 4^2}, \quad \frac{10^{-9} \times 10^7}{10^{-8} \times 10^{12}}$$

- 3) Calculer :  $\frac{1,2 \times 10^3 \times 7 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-6}}{47 \times 10^9 \times 53 \times 10^{-3}}$      $\frac{2 \times \pi \times 5,4 \times 10^{-8} \times 6 \times 10^7}{4 \times 5,43 \times 10^{-9}}$

- 4) Exprimer sous forme de puissance de 10 :

$$1320000, \quad 4589000000, \quad 654000000000, \quad 0,13, \quad 0,0028, \quad 0,000183$$

- 5) Calculer et exprimer le résultat sous forme de puissance de 10

$$\frac{0,148 \times 12800 \times 10^{-9}}{0,0488 \times 1000000 \times 5 \times 10^{-2}} \quad \frac{484 \times 10^{-7} \times 0,0413 \times 10^{-9}}{28 \pi \times 57 \times 10^{-11} \times 1000}$$

- 6) Convertir en mètres les longueurs suivantes en les exprimant si besoin avec des puissance de 10

$$0,15 \mu\text{m}, \quad 300000 \text{ km}, \quad 70 \text{ cm}, \quad 8 \text{ dam}$$

- 7) Convertir en Farad (symbole F) les valeurs des condensateurs suivantes

$$470 \text{ pf}, \quad 2,2 \text{ nF}, \quad 0,33 \mu\text{F}, \quad 10000 \mu\text{F}$$

- 8) Convertir en Ohm (symbole  $\Omega$ ) les valeurs des résistances suivantes

$$1,5 \text{ M}\Omega, \quad 330 \text{ k}\Omega, \quad 27 \text{ k}\Omega, \quad 680 \text{ k}\Omega, \quad 22 \text{ M}\Omega$$

- 9) Convertir en Hertz (symbole Hz) les fréquences suivantes

$$3,8 \text{ MHz}, \quad 14 \text{ MHz}, \quad 144 \text{ MHz}, \quad 1,296 \text{ GHz}, \quad 455 \text{ kHz}$$

- 10) Calculer la longueur d'onde en m des fréquences suivantes :

$$7 \text{ MHz}, \quad 27 \text{ MHz}, \quad 28 \text{ MHz}, \quad 432 \text{ MHz} \quad \text{sachant que la longueur d'onde } \lambda \text{ en mètres est donnée par la formule } \lambda = \frac{c}{f} \text{ avec } c \text{ vitesse de la lumière égale à } 300000 \text{ km/s et } f \text{ fréquence en Hz}.$$