

# Découvrir le génie électrique

## Préambule

Une chose que j'ai apprise tout au long de la vie :  
toute notre science, par rapport à la réalité, est primitive et enfantine.  
— Albert Einstein

Prenons le temps de faire un point. Sur une feuille de papier dire :

- Ce qu'est le courant électrique,
- ce que la tension électrique,
- ce qu'est la puissance électrique,
- ce qu'est l'énergie électrique,
- comment l'énergie se transmet dans un câble électrique,
- à quel vitesse se déplace le courant électrique.

Connaissez vous vraiment ce qu'il se passe dans un conducteur électrique ?

Il est fortement recommandé de suivre la vidéo suivante pour pouvoir tester ses représentations et faire le point sur ses connaissances dans le domaine du génie électrique.

<https://ladigitale.dev/digiview/#/v/684aaa5762af6>

Attendez vous à voir vos certitudes voler en éclats !

## Chapitre 1 - Définitions préalables

### Découvrir le monde de l'électricité

Petit détour par l'atome ... L'électricité ou l'électronique n'est pas évidente à cerner. Le courant électrique ne se voit pas mais on peut observer ses effets. Ainsi souvent les élèves ont du mal à distinguer ce qu'est le courant électrique et la tension électrique. Tous se passe au niveau de l'atome. L'atome est en théorie la plus petite partie de matière pouvant se combiner avec un autre. L'on sait maintenant grâce aux accélérateurs de particules que le proton et le noyau sont constitués de particules plus élémentaires, les fermions qui renferment les quarks et les leptons.

Description

Elementary Particles								
Quarks	<i>u</i> up	<i>c</i> charm	<i>t</i> top	<i>g</i> gluon	Force Carriers			
	<i>d</i> down	<i>s</i> strange	<i>b</i> bottom					
Leptons	$\nu_e$ <i>e</i> neutrino	$\nu_\mu$ $\mu$ neutrino	$\nu_\tau$ $\tau$ neutrino	<i>W</i> <i>W</i> boson				
	<i>e</i> electron	$\mu$ muon	$\tau$ tau	<i>Z</i> <i>Z</i> boson				
3 →	I	II	III	← Generations				

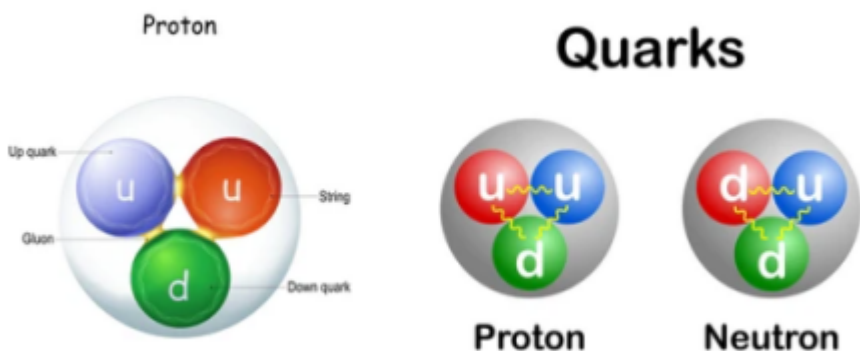
Les quarks et les leptons sont deux types de particules élémentaires qui constituent la matière selon le modèle standard de la physique des particules. Ils présentent plusieurs différences fondamentales.

Les quarks sont des particules qui interagissent via les trois forces fondamentales :

- les interactions fortes,
- les interactions électromagnétiques,
- les interactions faibles.

Les leptons, en revanche, sont insensibles aux interactions fortes et ne forment pas de particules composites. Ils interagissent principalement via les interactions électromagnétiques et faibles.

Les leptons possèdent une charge électrique entière (soit -1, 0 ou +1) ou sont neutres, comme les neutrinos. Les leptons les plus connus sont l'électron, le muon, le tau et leurs neutrinos associés. Contrairement aux quarks, les leptons peuvent exister seuls dans la nature.



Les bosons sont des vecteurs qui permettent aux forces d'agir sur les particules. Ainsi en 2012 une expérience avec un accélérateur de particules a permis de prouver l'existence du boson de Higgs qui confère la masse aux particules.

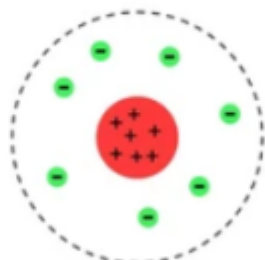
En physique, et également en sciences de l'ingénieur, on utilise des modèles pour décrire ce que nous observons expérimentalement. Ce dessous trois modèles sont proposés pour l'atome. Le modèle de Bohr est plus précis et permet d'observer que les électrons occupent des positions quantifiées autour de l'atome. Cela est en correspondance avec la mécanique quantique. Vous pouvez observer que

dans un monde parfait l'atome est électriquement neutre, autant de charges positives que de charges négatives.

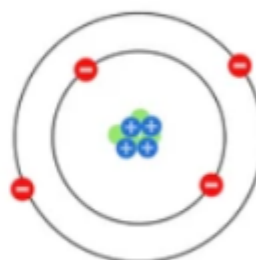
## ATOMIC MODEL



Thomson



Rutherford



Bohr

Comprendre l'électricité, c'est comprendre ce qu'il se passe à l'échelle atomique. A cette échelle de l'ordre de l'Ångström (10-10 m), les lois de la mécanique quantique sévissent et comme le disait Richard Feynman :

Si vous croyez comprendre la mécanique quantique, c'est que vous ne la comprenez pas.

### Découvrir le courant électrique

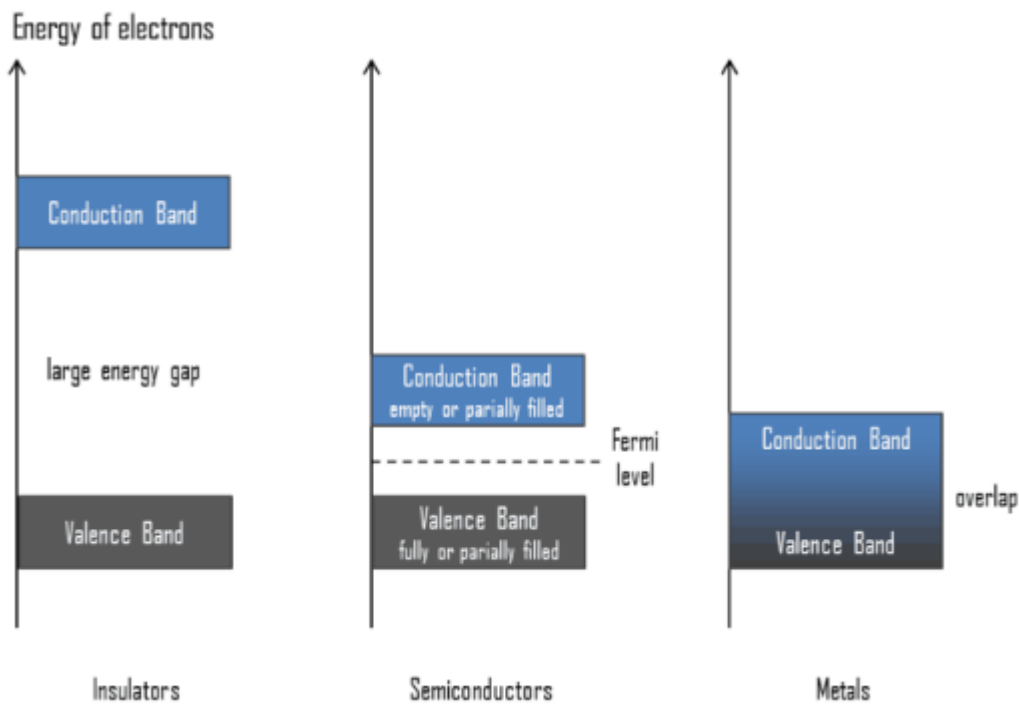
Pourquoi des matériaux (notamment les métaux) conduisent-ils de l'électricité ?

Nous avons vu que l'atome selon le modèle de Bohr, proposait des électrons sur des orbites situées à une certaine distance du noyau . Pour être conducteur, l'atome doit libérer facilement des électrons libres. Les seuls candidats possibles sont les candidats de la dernière couche de l'atome. Prenons le cas d'un atome de cuivre, un très bon conducteur. Vous observerez qu'il ne dispose que d'un seul électron sur sa dernière couche. Ce dernier électron deviendra, suite à l'agitation thermique de l'atome, un électron libre. C'est cet électron libre qui pourra se déplacer et engendrer un courant électrique dans le matériau.

<b>Cu</b> Copper	
Atomic number protons / electrons <b>29</b>	
Neutrons (most common isotope) <b>34</b>	
Atomic weight (amu) <b>63.55</b>	Density (g/cm <sup>3</sup> , when liquid) <b>8.92</b>
Atomic radius (pm) <b>132</b>	Crystal structure <b>fcc</b>

La figure ci-dessous montre l'énergie à apporter pour passer de la bande de valence (électrons associés à d'autres atomes par liaison covalente) à la bande de conduction. Vous observerez que pour

les métaux ces deux bandes se chevauchent. Ce qui signifie que des électrons libres sont disponibles dans le matériau à 25 °C.



Remarque Pour les semi-conducteurs, le niveau de Fermi est une fonction de la température mais il peut être considéré, en première approximation, comme une constante, laquelle équivaldrait alors au niveau de plus haute énergie occupé par les électrons du système à la température de 0 K. Ce semi-conducteur pourra donc dans certaines circonstances devenir conducteur.

Pour les isolants, il faudra fournir une tension énorme pour les rendre conducteurs. Généralement cela provoque un arc et condamne le matériau. c'est également ce qui se passe lors d'un orage lorsque l'air devient conducteur. On dit alors que l'isolant claque.

Définition Le courant électrique Le courant électrique sera défini comme le débit de charges circulant à l'intérieur du conducteur. On notera :

$$I(\text{Ampères}) = \frac{\Delta Q(\text{coulombs})}{\Delta t(\text{secondes})}$$

Si on fait la limite de cette quantité on obtient :

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

Le saviez vous ? La charge d'un électron vaut  $1,6 \times 10^{-19}$  Coulombs.

### Complément

Pour calculer le nombre d'électrons libres disponibles dans un fil de cuivre, on suit les étapes suivantes :

1. Données connues :

Section du fil :  $S = 2,5 \text{ mm}^2$

Longueur :  $L = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

Volume du fil :  $V = S \times L = 2,5 \cdot 10^6 \times 0,1 = 2,5 \cdot 10^7 \text{ m}^3$

Densité du cuivre :  $\rho = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Masse molaire du cuivre :  $M = 63,5 \text{ g/mol} = 0,0635 \text{ kg/mol}$

Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atomes/mol}$

Nombre d'électrons libres par atome de cuivre : 1 (le cuivre a 1 électron de conduction)

2. Calcul de la masse du fil :

$$m = \rho \times V = 8,96 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^7 = 2,24 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

3. Nombre de moles de cuivre :

$$n = m \times M = 2,24 \cdot 10^3 \times 0,0635 \simeq 3,53 \cdot 10^2 \text{ moles}$$

4. Nombre d'atomes de cuivre :

$$N_{\text{atomes}} = n N_A = 3,53 \cdot 10^2 \times 6,022 \cdot 10^{23} \simeq 2,13 \cdot 10^{22} \text{ atomes}$$

5. Nombre d'électrons libres :

Puisque chaque atome de cuivre fournit 1 électron libre :

$$N_{\text{électrons libres}} = N_{\text{atomes}} \simeq 2,13 \cdot 10^{22} \text{ électrons}$$

## Fondamental

On remarque, que dans un conducteur il y a un nombre impressionnant d'électrons libres. C'est comme avoir un récipient fermé avec plein d'eau à l'intérieur. Comme une seringue remplie. Comment faire sortir ces électrons du conducteur ? Il faut exercer une « pression » électrique et cette « pression » se nommera la tension électrique. »

## La force électrostatique

From:

<https://mistert.freeboxos.fr/dokuwiki/> - Wiki de Sébastien TACK

Permanent link:

<https://mistert.freeboxos.fr/dokuwiki/doku.php?id=introduction&rev=1759497402>

Last update: 2025/10/03 13:16

