

Chapitre 1

Qu'est-ce que l'électricité ?

1.1 PARTICULES, CHARGES ÉLECTRIQUES ET PORTEURS DE CHARGES

(Compléments, voir Chapitre 3 : Électrostatique)

1.1.1 Particules et charges électriques (Fig. 1.1)





Particules	Masses	Charges électriques en coulombs (C)	Remarques
Électron 	$m_e \approx 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$q_e = -e \approx -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Masse très petite. Charge électrique négative.
Proton 	$m_p \approx 16726 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$q_p = +e \approx +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Masse 1836,15 fois plus grande que celle de l'électron. Charge électrique positive.
Neutron 	$m_n \approx 16749 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	charge électrique nulle	Il assure la stabilité des noyaux atomiques; il est présent dans tous, sauf dans l'hydrogène. Masse 1838,68 fois plus grande que celle de l'électron.
Photon 	masse nulle	charge électrique nulle	Corpuscule de lumière, il se déplace dans le vide à la célérité : $c \approx 299792 \text{ km/s}$

Fig. 1.1 Électron – Proton – Neutron – Photon

Après la découverte de l'électron, de nombreuses particules ont été mises en évidence : les protons et neutrons qui composent le noyau de l'atome, les photons qui composent la lumière et toutes celles qui sont issues de la fission des noyaux atomiques : neutrinos, muons, kaons, gluons, etc. (une centaine environ).

1.1.2 Forces électrostatiques : Loi de Coulomb

- *Attraction et répulsion de deux charges électriques (Fig. 1.2).*

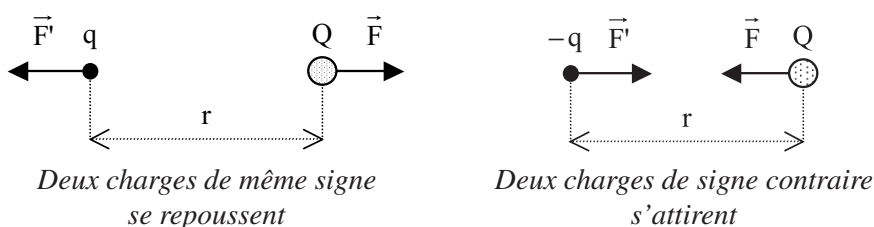


Fig. 1.2 Attraction et répulsion de deux charges électriques

- *Module des forces d'attraction et de répulsion.* Exprimé en newton (N), il est donné par la *loi de Coulomb* :

$$F = F' = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{qQ}{r^2} \quad \text{Unités :} \quad N = \frac{1}{F/m} \frac{C^2}{m^2} = \frac{C^2}{Fm}$$

où ϵ est la permittivité absolue du milieu. Dans le vide (et quasiment dans l'air sec) :

$$\epsilon = \epsilon_0 \approx 8,8541878 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

Remarque : La théorie de la propagation des ondes électromagnétiques montre que les constantes ϵ_0 (permittivité du vide), μ_0 (perméabilité magnétique du vide) et c (vitesse de la lumière dans le vide) sont liées par la relation : $\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1$. Depuis que la vitesse de la lumière dans le vide est devenue une référence, la permittivité du vide est devenue une constante exacte définie par :

$$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$$

avec

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s} \quad \text{et} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \text{ (ou H/m)}$$

1.1.3 Champ électrique

La force \vec{F} qui agit sur la charge Q , résulte de l'action à distance de la charge q . Cette interprétation conduit à une nouvelle écriture de la *loi de Coulomb* :

$$\vec{F} = Q\vec{E} \quad \text{Unités : } N = C \frac{V}{m}$$

où l'intensité E , du vecteur champ électrique \vec{E} , est :

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r^2} \quad \text{Unités : } V/m = \frac{1}{F/m} \frac{C}{m^2} = \frac{C}{Fm}$$

La charge Q , permet de détecter la présence d'un champ électrique (Fig. 1.3).

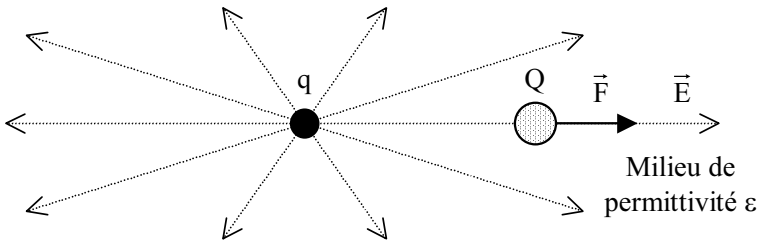


Fig. 1.3 Champ électrique dû à la charge q

1.2 PHÉNOMÈNE DE CONDUCTION : LE COURANT ÉLECTRIQUE

1.2.1 Le courant électrique

- **Courant électrique.** Les charges électriques, soumises à un champ électrique, subissent des forces électrostatiques : elles se déplacent. Le flux de charges à travers une surface S s'appelle *l'intensité du courant électrique*. On le note i et son unité est l'ampère (A).

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \text{Unités : } A = \frac{C}{s}$$

Remarque : Si le flux de charges est constant, on a : $I = \Delta Q / \Delta t$

- **Densité moyenne de courant.** On associe à cette grandeur fondamentale, la densité moyenne de courant rapportée à l'unité de surface, notée J :

$$J = \frac{I}{S} \quad \text{Unités : } A/m^2 = \frac{A}{m^2}$$