Champ électrostatique $\vec{E}$

→ Charge ponctuelle :

- proton : $m_p = 2.10^{-27}$ kg
  $q_p = + e = 1{,}6.10^{-19}$ C
- neutron : $m_n \approx M_p$
  $q_n = 0$
- électron : $m_e = m_p / 2000$
  $q_e = - e = - 1{,}6.10^{-19}$ C

Seules les électrons sont mobiles

Loi de Coulomb :

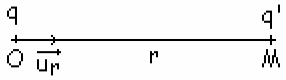
$$\vec{u}_r = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{\left\|\overrightarrow{M_1M_2}\right\|} \qquad \boxed{F_{1\to 2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\vec{u}_r} \qquad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^{-9}\,SI$$

→ Dans un milieu matériel : on remplace ε_0 par $\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$: permittivité du milieu

air : $\varepsilon_r = 1.0006$ → $\varepsilon = \varepsilon_0$

eau : $\varepsilon_r = 80$ → $\varepsilon \approx 80\,\varepsilon_0$

→ Force d'attraction plus faible ➔ dissolution dans l'eau



$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq'}{r^2}\vec{u}_r$$

➔ $\vec{F} = q'\vec{E}(M)$ et $\vec{E}(M) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{u}_r$: champ électrostatique créé au point M

On associe à chaque point de l'espace un vecteur $\vec{E}$: champ de vecteur.

Analogie force électrostatique – force de gravitation.

$$\vec{F}_{elec} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq'}{r^2}\vec{u}_r$$

$$\vec{F}_{grav} = -G\frac{m_1m_2}{r^2}\vec{u}_r$$

Champ de distribution des charges

$$\vec{E}(M) = \sum_i \vec{E}_i(M)$$

- Distribution volumique

$$\boxed{\vec{E}(P) = \iiint_{M\in D}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\rho(M)}{MP^2}\overrightarrow{u_{MP}}\,d\tau}$$ avec $\rho(M) = \frac{dq}{d\tau}$ et $d\tau$ unité de volume

- Distribution surfacique

$$\boxed{\vec{E}(P) = \iint_{M\in D}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sigma(M)}{MP^2}\overrightarrow{u_{MP}}\,dS}$$ avec $\sigma(M) = \frac{dq}{dS}$

- Distribution linéique

$$\boxed{\vec{E}(P) = \int_{M\in D}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda(M)}{MP^2}\overrightarrow{u_{MP}}\,dl}$$ avec $\lambda(M) = \frac{dq}{dl}$

Invariance :

- Par rotation :

$\vec{E}$ ne dépend pas de θ

$\vec{E}(M) = E_r(r,z)\vec{u}_r + E_\theta(r,z)\vec{u}_\theta + E_z(r,z)\vec{u}_z$

- Par translation :

$\vec{E}$ invariant par translation d'axe z

Symétrie :
Une distribution D de charges possède un plan de symétrie P si une symétrie de D par rapport à P laisse la distribution inchangée

Antisymétrie :
Une distribution D de charge possède un plan d'orthogonalité π, si une symétrie de D par rapport à π change D en son opposé.

$M \in \pi$: $\vec{E}(M) \perp \pi$; M_1 = sym M_2 ➔ $\vec{E}(M_1) = -sym(\vec{E}(M_2))$

Application :
Topographie du champ
Lignes de champ
Intersection de 2 lignes de champ : $\vec{E}$ est soit nul soit infini.