Le champ électrostatique

P5 – Chapitre 1

I. Distribution de charges électriques

1. Propriétés de la charge

La charge est **quantifiée** ($Q = ke$) grandeur **extensive**, **conservative**, et **scalaire**.

2. Distributions de charges

Général	Volumique	Surfacique	Linéique
$Q = \int d^x q$	$Q = \iiint_V \rho(P)\, d^3\tau_P$	$Q = \iint_S \sigma(P)\, d^2S_P$	$Q = \int_L \lambda(P)\, dl_P$

Une charge est considérée comme ponctuelle si la distance de la distribution est négligeable par rapport à la distance avec l'observateur.

II. Le champ électrostatique

1. Distribution discrète de charges

$$\boxed{\overrightarrow{f_{\imath\to t}} = q_t \vec{E_\imath}(M)} \qquad \overrightarrow{f_{1,\dots,N\to t}} = q_t \sum_{i=1}^{N} \vec{E_\imath}(M) = q_t \vec{E}(M) \qquad \boxed{\vec{E_\imath}(M) = \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\overrightarrow{P_\imath M}}{P_i M^3}}$$

2. Distribution continue de charges

Différentielle	Volumique	Surfacique	Linéique
$d^x\vec{E}(M) = \frac{d^x q}{4\pi\varepsilon_0}$	$\vec{E}(M) = \iiint_V d^3\vec{E}(M)$ $\forall\, M$	$\vec{E}(M) = \iint_S d^2\vec{E}(M)$ $\forall\, M \notin S$	$\vec{E}(M) = \int_L d\vec{E}(M)$ $\forall\, M \notin L$

3. Théorème de Gauss

Soient V_{dist} dist. volumique S_{Gauss} surface qcque englobant V_{Gauss} $P \in V_{dist}$ $M \in S_{Gauss}$

$$\boxed{\phi = \oiint_{S_{Gauss}} \vec{E}(M) \cdot d^2S_M = \iiint_{V_{Gauss}} \frac{\rho(P)}{\varepsilon_0}\, d^3\tau_P = \frac{Q_{Gauss}}{\varepsilon_0}}$$

Forme intégrale

$$\boxed{\mathrm{div}_P\, \vec{E}(P) = \frac{\rho(P)}{\varepsilon_0}}$$

Forme locale

III. Invariances

- **Translation :** Distribution identique $\forall\, z \Rightarrow E(x, y, \cancel{z})$ identique $\forall\, z$.
- **Rotation :** Distribution identique $\forall\, \varphi \Rightarrow E(\rho, \cancel{\varphi}, z)$ identique $\forall\, \varphi$.

IV. Symétries

- **Symétrie plan :** $\vec{E} \in$ (plan de symétrie)
- **Symétrie axiale :** $\vec{E} \in$ (axe de symétrie)
- **Antisymétrie plane :** $\vec{E} \perp$ (plan de symétrie)

V. Discontinuité de la composante normale du champ à la traversée d'une surface chargée

$$\lim_{\substack{M_1 \to M \\ M_2 \to M}} [\vec{E}(M_2) - \vec{E}(M_1)] = \frac{\sigma(M)}{\varepsilon_0} \overrightarrow{n_{1\to 2}}$$