L'énergie électrostatique

P5 – Chapitre 2

I. La fonction potentiel électrostatique

1. Distribution discrète de charges

Charge ponctuelle :

$$\boxed{V_i(M) = \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{P_iM} + cst}$$

Distribution discrète :

$$\boxed{V(M) = \sum V_i(M)}$$

2. Distribution continue de charges

Différentielle	Volumique	Surfacique	Linéique
$\boxed{d^xV(M) = \frac{d^xq}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{PM}}$	$V(M) = \iiint_{V_{dist}} \frac{\rho(P)\,d^3\tau_P}{4\pi\varepsilon_0\;PM} + c$ $\forall\, M$	$V(M) = \iint_S \frac{\sigma(P)\,d^2S_P}{4\pi\varepsilon_0\;PM} + c$ $\forall\, M$	$V(M) = \int_L \frac{\lambda(P)\,dl_P}{4\pi\varepsilon_0\,PM} + c$ $\forall\, M \notin L$

$$V_{dist} \text{ fini} \Leftrightarrow V(\infty) = C = 0$$

3. Relations avec les grandeurs physiques mesurables

Relation locale avec $\vec{E}$:

$$\boxed{\vec{E}(M) = -\overrightarrow{\mathrm{grad}_M}\,V(M)}$$

Relation intégrale avec $\vec{E}$:

$$\int_A^B \vec{E}(M)\cdot\overrightarrow{dr} = V(A) - V(B)$$

Relation de Poisson :

$$\boxed{\Delta_M V(M) + \frac{\rho(M)}{\varepsilon_0} = 0}$$

4. Propriétés de la fonction potentiel

a. Surface équipotentielle

Le champ électrique est **perpendiculaire** en tout point de la **surface équipotentielle**.

b. Lignes de champ

Ces sont des courbes **tangentes** en tout point **au champ**. V ↘ en suivant la ligne de champ.
Elles **divergent d'une charge positive** (V_{max}) et **convergent vers une charge négative** (V_{min}).

II. L'énergie électrostatique dans une distribution

1. Distribution de charges

Discrète	Volumique	Surfacique
$\boxed{U_E = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} q_i V(M_i)} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{N} \frac{q_iq_j}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{M_iM_j}$	$\boxed{U_E = \frac{1}{2}\iiint_{V_{dist}} \rho(P)V(P)d^3\tau_P}$	$U_E = \frac{1}{2}\iint_S \sigma(P)V(P)d^2S_P$

2. L'énergie en fonction du champ électrique

$$U_E = \frac{\varepsilon_0}{2}\iiint_{B(O,R)} E^2(P)d^3\tau_P \qquad \text{à grande distance}$$