§ Champ électrique

Sur une idée de FARADAY, on interprète la force de gravitation comme propriété de l'espace dans l'environnement de l'attracteur. La loi de NEWTON $F = G \frac{m\,M}{R^2}$ est réécrite $F = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon^{\text{grav}}} \frac{m\,M}{R^2}$.

En électricité, COULOMB avait proposé une loi analogue pour les forces électriques entre deux corps sphériques chargés connue sous le nom de **force coulombienne** : une force centripète (cas où le signe des charges est opposé) ou centrifuge (cas où les deux charges sont de même signe) $F = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon^{\text{élec}}} \frac{q\,Q}{R^2}$. Il a inventé une **balance électrostatique** pour vérifier que ce concept n'est pas contredit par l'expérimentation.

Énergie de charge d'un condensateur

Charge (Coulombs)	Tension (Volts)
Q	U
C	1

Table 1

La charge d'un condensateur a été admise comme proportionnelle à la tension électrique de charge : $Q = C\,U$ où le coefficient C est nommé **capacité** du condensateur.
Si on augmente la charge d'une petite quantité dQ, une quantité d'électricité dQ est apportée d'une armlature à l'autre, donc traverse la tension électrique U, ce qui lui donne une énergie sous forme de travail $U\,\mathrm{d}Q = \frac{Q}{C}\,\mathrm{d}Q = \frac{1}{C}\,Q\,\mathrm{d}Q = \frac{1}{2}\frac{1}{C}\,\mathrm{d}(Q^2)$.

Le cumul de ces petites charges successives est donc un échange d'énergie égal à $W = \frac{1}{2}\frac{1}{C}\,(Q^2 - Q_o^{\,2})$ donc si la charge initiale Q_o est nulle, $W = \frac{1}{2\,C}\,Q^2 = \frac{1}{2}\frac{1}{C}\,C^2\,U^2$ et on retient l'énergie de charge du condensateur $W = \frac{1}{2}\,C\,U^2$.

Énergie d'éloignement d'une sphère

Elle est l'opposé du travail de la force électrique $\mathrm{d}W = -\,F^{\,\text{élec}}\,\mathrm{d}R = \frac{-1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}} \frac{q\,Q}{R^2}\,\mathrm{d}R = \frac{-1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}}\,q\,Q\,\frac{1}{R^2}\,\mathrm{d}R$

$= \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}}\,q\,Q\,\mathrm{d}\left(\frac{1}{R}\right)$.

Un éloignement jusqu'à l'infini de la sphère donne alors $W = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}}\,q\,Q\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}} \frac{q\,Q}{R}$.

Si les deux sphères ont au signe près la même charge $W = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}}\,Q^2\,\frac{1}{R}$. Imaginons une charge qui rapproche la boule éloignée de la boule fixe : l'énergie de la charge donnée au système des boules est donnée simultanément par les deux formules donc $\frac{1}{2\,C}\,Q^2 = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}}\,Q^2\,\frac{1}{R}$ donc $\frac{1}{C} = \frac{1}{2\,\pi\,\varepsilon_{\text{élec}}}\frac{1}{R}$. On en conclut que la capacité est proportionnelle à une longueur $C = 2\,\pi\,\varepsilon\,R$.

Selon le principe de FARADAY, le **champ électrique** coulombien est défini par $E^{\,\text{élec}} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon^{\text{élec}}} \frac{Q}{R^2}$.