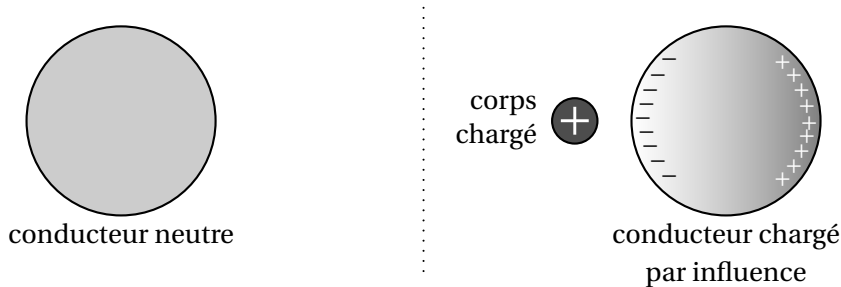


# Électromagnétisme

## III — Condensateur

### Influence électrostatique

Lorsque l'on approche un corps chargé positivement d'un conducteur électrique neutre, les électrons libres du conducteurs sont attirés par les charges positive, laissant un excès de charge positive du côté opposé : c'est le phénomène d'**influence électrostatique**.



- Lorsque toutes les lignes de champ électrique issues d'un conducteur vont sur l'autre conducteur (par exemple si l'un des conducteurs entoure l'autre), on dit qu'il y a **influence totale** : les surfaces qui se font face portent des charges opposées.

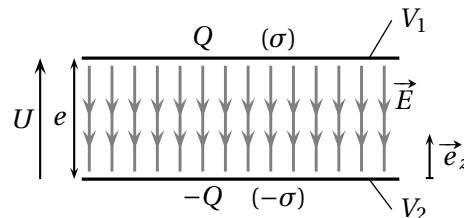
### Le condensateur plan idéal

Un condensateur plan peut être modélisé par deux plans parallèles conducteurs, appelés *armatures* du condensateur, de surface  $S$ , distants de  $e$  et portant des charges opposées  $Q$  et  $-Q$ .

Dans le modèle du condensateur idéal, on néglige les effets de bord : les deux plans portent des densités de charges opposées et uniforme  $\sigma$  et  $-\sigma$ . On a  $Q = \sigma S$ .

Le champ électrostatique créé est

$$\vec{E}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{e}_z & \text{entre les armature} \\ \vec{0} & \text{en dehors} \end{cases}$$



La capacité, définie par  $Q = C(V_1 - V_2) = CU$ , est donnée par  $C = \frac{\epsilon_0 S}{e}$ .

- La capacité est une grandeur positive qui s'exprime en farad (F).

### Rôle des isolants

Un matériau **diélectrique** est un matériau ne comportant pas de charges libres : il ne peut pas conduire le courant, c'est un isolant.

Il peut cependant réagir à l'action d'un champ extérieur appliqué en se polarisant à l'échelle atomique.

Un matériau isolant est caractérisé par sa **permittivité diélectrique relative**  $\epsilon_r$  : c'est une grandeur sans dimension caractérisant la réponse du milieu à un champ électrique extérieur.

- Les résultats obtenus dans le vide s'écrivent dans un milieu isolant en remplaçant  $\epsilon_0$  par  $\epsilon_0 \epsilon_r$ .

Si on place un milieu isolant entre les armatures d'un condensateur, sa capacité s'écrit

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{e}$$

Matériau	air	papier	verre	mica	titanate de baryum
$\epsilon_r$	1,006 $\approx$ 1	2,3	5	5 à 6	1200 à 10000

Pour augmenter la capacité d'un condensateur, on peut :

- augmenter la surface  $S$  des armatures en regard (enroulement, structure multicouche) ;
- diminuer l'épaisseur  $e$  (mais pour une tension  $U$  donnée, le champ  $E = U/e$  augmente et peut ioniser l'isolant s'il est trop important : c'est le **claquage** du condensateur) ;
- utiliser un diélectrique de permittivité élevée.

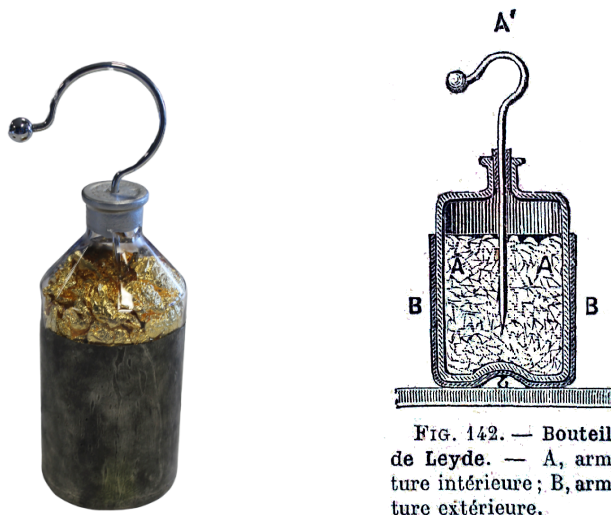
## Densité volumique d'énergie électrostatique

L'énergie électrostatique  $\mathcal{E} = \frac{1}{2}CU^2$  emmagasinée par le condensateur est portée par le champ électrostatique. Elle est donc répartie uniformément dans le volume  $eS$  avec une densité volumique uniforme champ électrostatique, avec une densité volumique uniforme

$$w_e = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} .$$

## Complément culturel

L'ancêtre du condensateur est la bouteille de Leyde, inventée en 1745. Elle est formée de deux conducteurs métalliques séparée par une bouteille de verre.



Il existe plusieurs types de condensateur selon les usages :

- non polarisés, à isolant (air, céramique, mica, verre, plastique) ;
- polarisés (électrolytiques).

