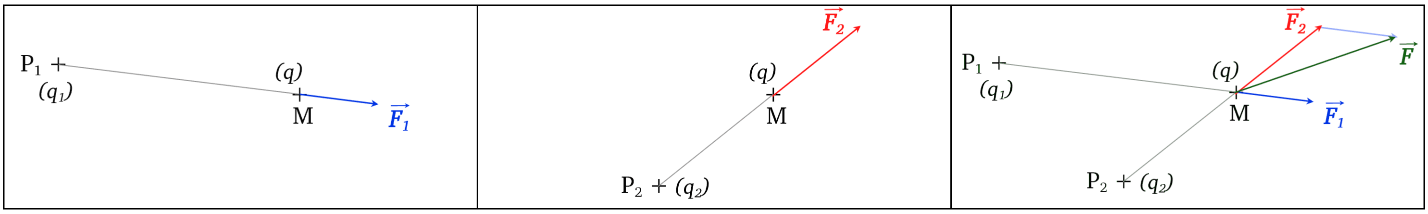
ÉLECTROSTATIQUE : EXTRAIT

E1. ÉLECTROSTATIQUE DU VIDE

◊ *principe de superposition*



1^e situation
charge q_1 placée en P$_1$ agissant sur charge d'épreuve q placée en M
$\Rightarrow$ force $\vec{f}_1$

2^e situation
charge q_2 placée en P$_2$ agissant sur charge d'épreuve q placée en M
$\Rightarrow$ force $\vec{f}_2$

3^e situation, avec 2 charges-sources :
charges q_1 et q_2 placées en P$_1$ et P$_2$ agissant sur charge d'épreuve q placée en M $\Rightarrow$ force $\vec{f} = \vec{f}_1 + \vec{f}_2$

◊ *de la force au champ : introduction du champ électrostatique*

L'idée est de remplacer : « La charge d'épreuve subit *à distance* des actions exercées par des charges-sources »

par : « 1°/ Les charges-sources modifient les propriétés de l'espace, ces propriétés étant décrites par un *champ* dit électrostatique, noté $\vec{E}$.
2°/ La charge d'épreuve subit *localement* des actions dues à ce champ. »

◊ *ordres de grandeur du champ électrique*

Atmosphère : dans l'atmosphère "normale" ≈ 100 V·m^{-1} ; par temps d'orage ≈ 10 à 100 kV·m^{-1}

Ligne électriques, champ en V·m^{-1} :

Tension	Sous les conducteurs	à 30 m	à 100 m
Très Haute Tension 400 kV	6000	2000	250
Moyenne Tension 20 kV	250	10	…
Basse Tension 240 V	$1,2$	…	…

Les champs électriques dus aux appareils domestiques dépassent rarement 500 V·m^{-1} à une distance d'utilisation habituelle.
exemples : ampoule 5 V·m^{-1}, aspirateur 50 V·m^{-1}, réfrigérateur 120 V·m^{-1}
Borne wifi : < 6 V·m^{-1} à distance > 20 cm
Accélérateur de particules conventionnels → ≈ 50 MV·m^{-1}
Accélérateur laser-plasma (accélération de particules en utilisant l'interaction d'un laser avec la matière) → ≈ 1 TV·m^{-1}

◊ *Théorème de Gauss : énoncé*

S_G étant une surface fermée, $\boxed{\Phi\left(\vec{E},S_G\right) = \frac{1}{\varepsilon_0} Q_{\text{int}}\left(S_G\right)}$

Le flux électrostatique à travers une surface S_G fermée est égal au quotient de la charge contenue dans S_G par la permittivité diélectrique du vide.

◊ *Théorème de Gauss : la méthode*

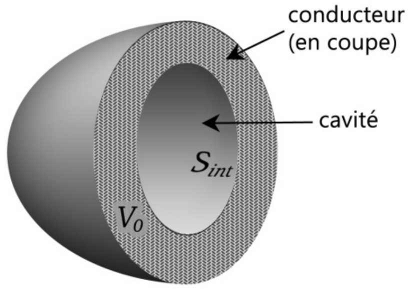
On veut le champ $\vec{E}$ en un point M quelconque.

① Faire un schéma, placer M, choisir le système de coordonnées approprié.
② Étude des symétries de $\vec{E}$ → donner la direction d'une ligne de champ passant par M.
③ Étude des invariances de $\vec{E}$ → déterminer de quelles variables dépend $\vec{E}$.
④ Choix d'une surface de Gauss S_G (fermée, donc) contenant M → schéma.
⑤ Exprimer $\Phi\left(\vec{E},S_G\right)$ en fonction de $\vec{E}$ et des paramètres géométriques.
⑥ Exprimer $Q_{\text{int}}\left(S_G\right)$, en déduire $\frac{Q_{\text{int}}\left(S_G\right)}{\varepsilon_0}$. Appliquer le théorème de Gauss et en déduire $\overline{E}$ puis $\vec{E}$.

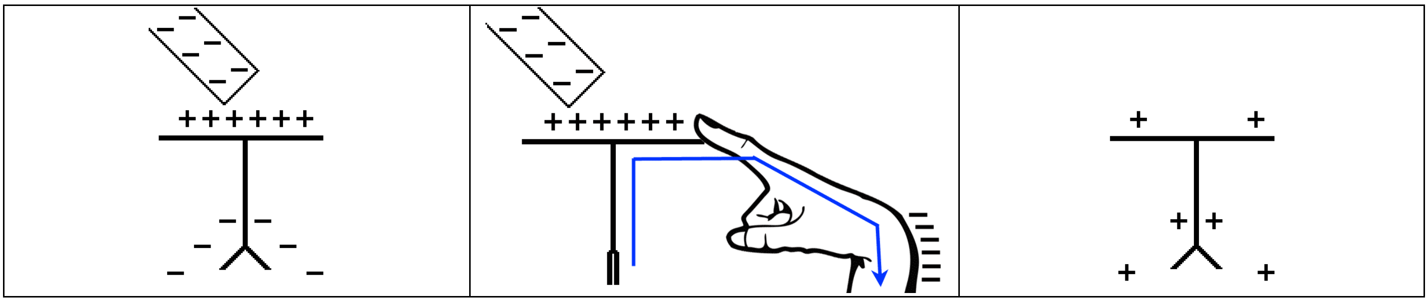
◊ <u>conducteur présentant une cavité vide de charge</u>

$V(cavité) = cste = V(conducteur) = V_0$

$\Rightarrow \vec{E}(cavité) = \vec{0}$ et $\sigma(S_{int}) = 0$



◊ <u>charge par influence</u>



① Les électrons libres du plateau de l'électroscope sont repoussés par la charge (-) de l'ébonite. Ils vont le plus loin possible, c'est-à-dire à l'autre extrémité du dispositif, ce qui écarte l'aiguille mobile et indique la présence de charges (elles sont donc négatives).
Le plateau est chargé positivement (défaut d'électrons).
② Le contact du doigt avec le plateau donne aux électrons libres un accès à la Terre. Cherchant à aller le plus loin possible, ils rejoignent cette fois-ci le sol, quittant ainsi l'électroscope. L'aiguille retombe.
Le plateau est toujours chargé positivement.
③ On enlève le doigt du plateau et on éloigne l'ébonite. Les charges positives du plateau se répartissent dans tout l'électroscope, l'aiguille dévie à nouveau. Cette fois-ci il s'agit de charges positives.
Remarque : le déplacement de charges (+) est fictif, les ions étant fixes. Il s'agit du déplacement de l'excès de charges (+), ou du défaut d'électrons.
⇨ Lorsqu'on charge un système par influence, on obtient des charges opposées aux charges sources.

◊ <u>définition d'un condensateur</u>

Un condensateur est un système de deux conducteurs en <u>influence totale</u>.

L'armature interne, Ⓐ, porte la charge Q_A
L'armature externe, Ⓑ, porte la charge $Q_B = Q_i + Q_e$.
On néglige tout influence électrostatique extérieure, d'où $Q_e = 0$.
On a alors $Q_B = Q_i$
On dit que la charge de Ⓑ est *condensée* sur sa face interne, du fait de la présence de Ⓐ.
Théorème de Gauss ⇒ $\boxed{Q_B = -Q_A}$