

Interaction électrostatique

1. INTERACTION COULOMBIENNE (OU ELECTROSTATIQUE)

a. Mise en évidence d'une interaction entre entités portant des charges électriques

Lorsqu'on frotte un ballon baudruche sur ses cheveux, puis qu'on le place sur un mur, on constate qu'il reste « collé » au mur. Cette expérience simple permet de mettre en évidence une interaction non gravitationnelle entre le mur et le ballon après qu'on lui ait fait perdre son électro-neutralité en le frottant.



- Tout comme l'interaction gravitationnelle, il s'agit d'une interaction à distance.
- Contrairement à l'interaction gravitationnelle, il ne s'agit pas que d'une interaction attractive. Elle peut également être répulsive.



Charles Augustin Coulomb,
Physicien français
(1736 – 1806)

b. Loi de Coulomb

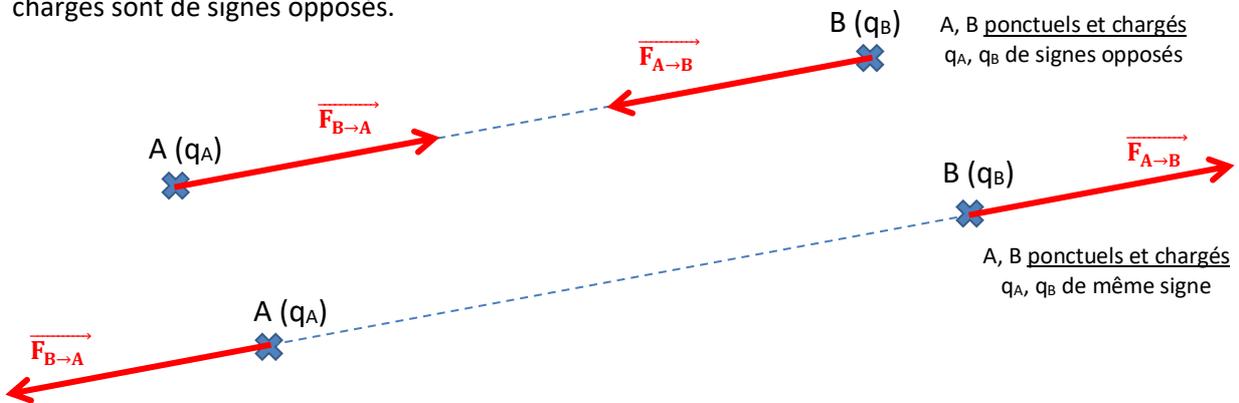
Deux corps chargés A(q_A) et B(q_B), situés à une distance AB l'un de l'autre, exercent l'un sur l'autre une interaction électrostatique.

Cette interaction peut être modélisée par une force dont l'expression, connue sous le nom de loi de Coulomb (1785), s'écrit :

$$\text{en newtons N} \quad \vec{F}_{A/B} = \vec{F}_{B/A} = \left[k \frac{\overbrace{q_A q_B}^{\text{en coulombs (c)}}}{\underbrace{AB^2}_{\text{en m}}} \right]$$

La constante k a pour valeur $9 \cdot 10^9$ SI.

L'interaction coulombienne peut être répulsive, si les charges sont de même signe, ou attractive, si les charges sont de signes opposés.



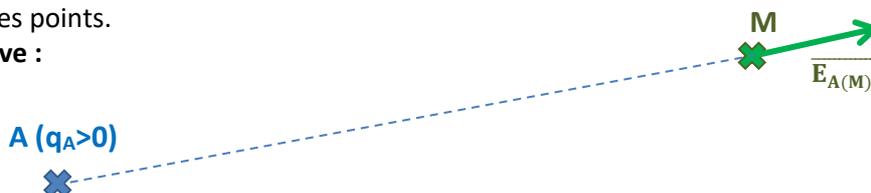
Les forces $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ et $\vec{F}_{B \rightarrow A}$ sont directement opposées : $\begin{cases} \vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A} \\ \vec{F}_{A \rightarrow B} \text{ et } \vec{F}_{B \rightarrow A} \text{ même droite d'action} \end{cases}$

2. CHAMP ELECTROSTATIQUE

Soient une charge q_A placée en un point A de l'espace. En chaque point autour de A règne alors une grandeur physique liée à q_A : le champ électrostatique E_A .

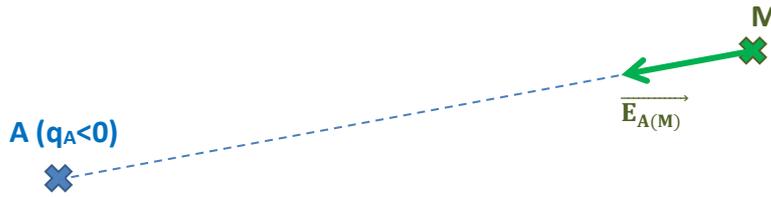
Soit M un de ces points.

Si q_A est positive :





Si q_A est négative :

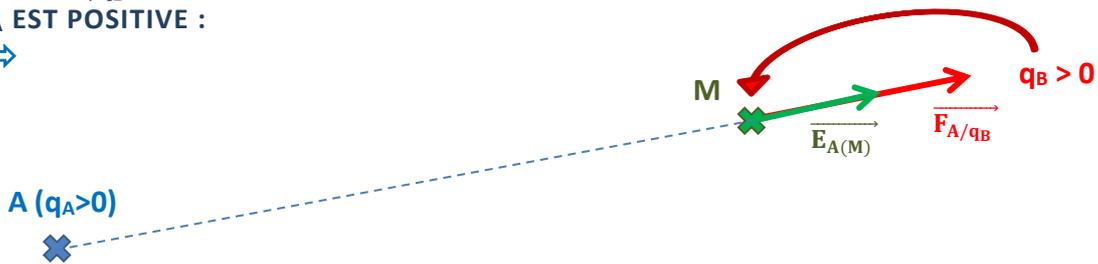


Au point M, le champ électrostatique $E_A(M)$ créé par la charge q_A vaut : $\vec{E}_A(M) = k \frac{|q_A|}{AM^2} \vec{v.m}^{-1}$

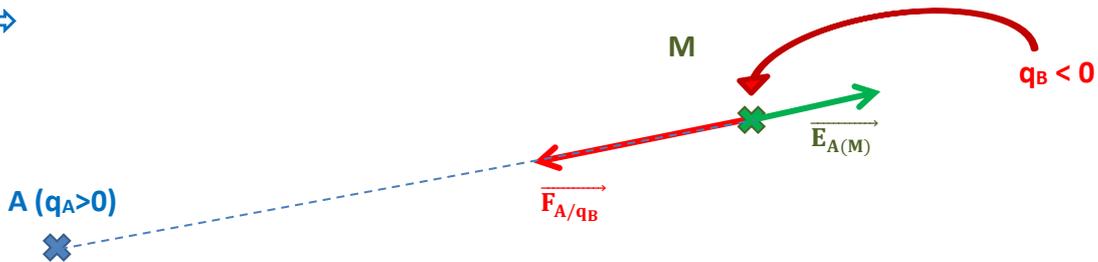
Lorsque l'on place en M un objet de charge q_B , le champ électrostatique reste le même mais il apparait une force F_{A/q_B} sur cet objet.

SI Q_A EST POSITIVE :

⇒

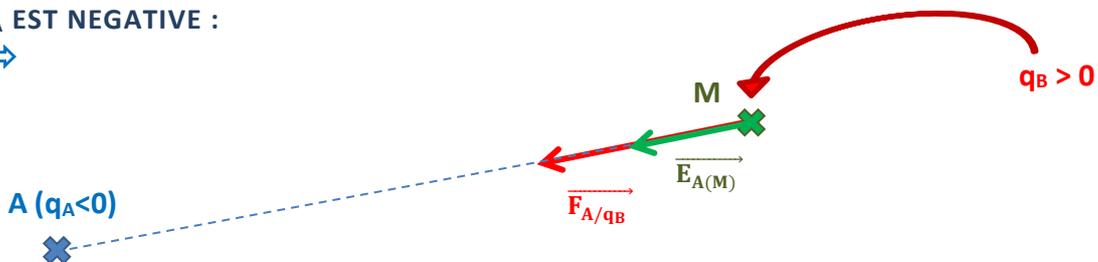


⇒

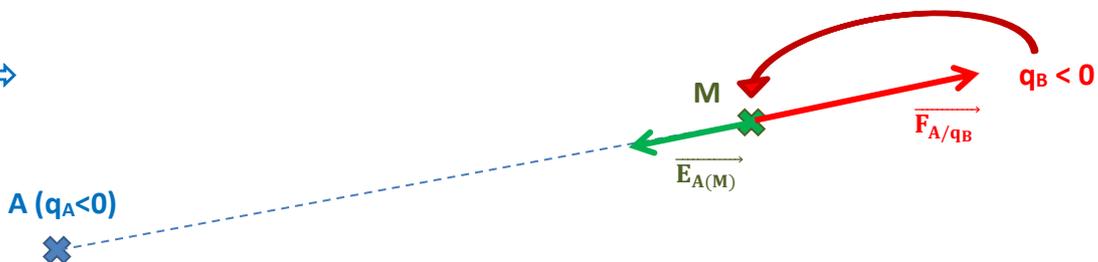


SI Q_A EST NEGATIVE :

⇒



⇒

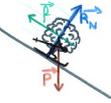


La force électrostatique de q_A sur q_B s'écrit : $F_{A/q_B} = k \frac{|q_A q_B|}{AM^2}$.

A partir de cette expression, on peut retrouver l'expression du champ électrostatique créé par q_A au point M en divisant par $|q_B|$:

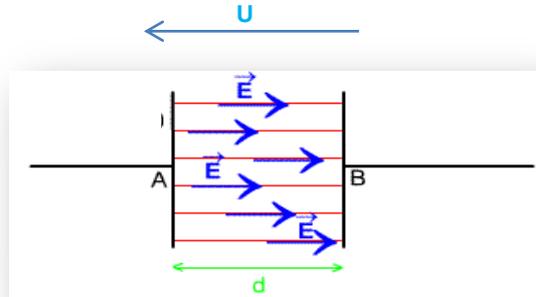
$$\vec{E}_A(M) = \frac{F_{A/q_B}}{|q_B|} \Rightarrow F_{A/q_B} = |q_B| \cdot \vec{E}_A(M)$$

$$\text{et } \vec{F}_{A/q_B} = q_B \vec{E}_A(M)$$



3. UN CAS PARTICULIER : CHAMP ELECTRIQUE ENTRE DEUX ARMATURES SOUMISES A UNE TENSION U

Lorsque deux armatures sont soumises à une tension U , des charges négatives s'accumulent sur l'armature B, alors que l'armature A se retrouve chargée positivement. Ceci crée un champ électrique \vec{E} entre les deux plaques.



Ce champ électrique est uniforme, formant des lignes de champ perpendiculaires aux armatures.

La valeur du champ est proportionnelle à la tension électrique U à laquelle sont soumises les deux armatures, et inversement proportionnelle à la distance séparant les deux armatures :

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{d}}$$