

**Matière :**  
*Physique Chimie*

# CHAMP ELECTRIQUE

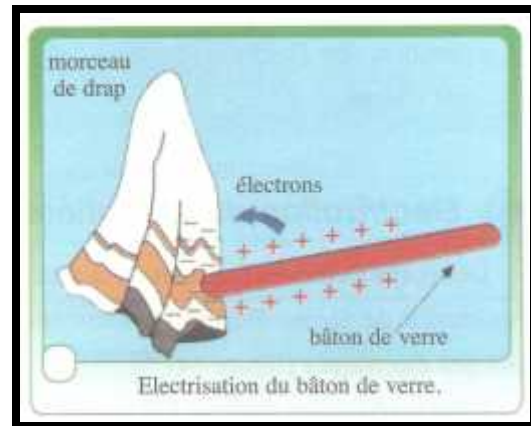
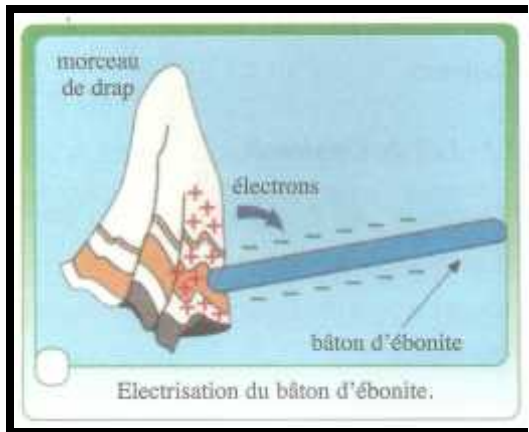


**Niveau :**  
1 Bac S.M

## I) Electrification de la matière:

### 1) Electrification par frottement :

Certains corps "peigne, règle, stylo, ...", lorsqu'on les frotte, sont susceptibles de provoquer des phénomènes surprenants : ils deviennent capable d'attirer des petits corps légers on dit qu'il sont électrisés par frottement.



### 2) Interprétation microscopique de l'électrification par frottement :

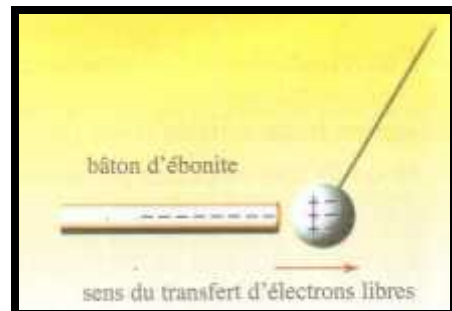
L'électrification par frottement résulte d'un transfert d'électrons d'un corps vers un autre.

- Un corps chargé positivement possède un défaut d'électrons.
- Un corps chargé négativement possède un excès d'électrons

### 3) Autres types d'électrifications :

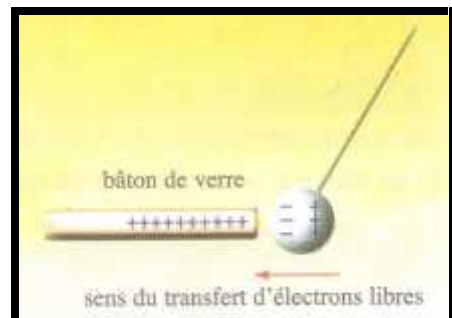
#### 3-1/ Electrification par contact : *animation N°1*

Un corps s'électrise par contact quand il touche un autre corps électrisé en effet des électrons se sont transférés d'un corps vers l'autre.



#### 3-2/ Electrification par influence :

Electrification par influence correspond à une dissymétrie de la répartition des électrons dans un corps sous influence d'un autre corps chargé.



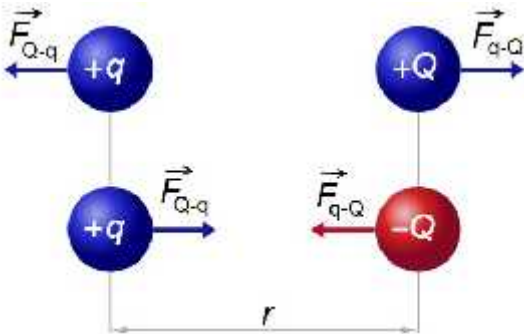
4) Enoncé de la Loi de coulomb:

« L'intensité de la force électrostatique entre deux charges électriques est proportionnelle au produit des deux charges et est inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux charges. La force est portée par la droite passant par les deux charges. »

5) Validité de la loi de Coulomb :

La loi de Coulomb est valable pour des charges au repos ou à la limite en mouvement relatif lent. Elle est aussi valable dans le vide.

6) Formule mathématiques de la loi de coulomb: animation N°2



① :  $\vec{F}_{q/Q}$  et  $\vec{F}_{Q/q}$  sont répulsives

② :  $\vec{F}_{q/Q}$  et  $\vec{F}_{Q/q}$  sont attractives

$$F_{q/Q} = F_{Q/q} = K \times \frac{|Q| \times |q|}{r^2}$$



Charles coulomb  
1736 - 1806

$F_{Q/q}$  : intensité de la force exercée de la charge  $Q$  sur la charge  $q$  (N);  $r$  : distance (m) ;

$F_{q/Q}$  : intensité de la force exercée de la charge  $q$  sur la charge  $Q$  (N) ;  $Q$  et  $q$  : charges (C)

$k$  : constante de coulomb  $K = \frac{1}{4 \epsilon_0} = 9.10^9 \text{ m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{C}^{-2}$  avec  $\epsilon_0$  : la permittivité du vide

7) Force électrostatique et force gravitationnelle :

INTENSITE DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE	INTENSITE DE LA FORCE GRAVITATIONNELLE
$F_{A/B} = F_{B/A} = K \times \frac{ q_A  \times  q_B }{d^2}$	$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$
$\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont attractives ou répulsives selon les charges $q_A$ et $q_B$ .	$\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont toujours attractives

**Exercice d'application 1**

Dans le model de BOHR de l'atome d'hydrogène, on considère que l'électron tourne autour du proton sur une orbite circulaire de rayon  $r = 5,3.10^{-11}$  m. la masse du proton est

$m_p = 1,67.10^{-27}$  kg et celle de l'électron  $m_e = 9,11.10^{-31}$  kg. la charge élémentaire est  $e = 1,6.10^{-19}$  C . Les constantes  $G = 6,67.10^{-11}$  (SI) et  $k = 9.10^9$  (SI).

Calculer et comparer les intensités des interactions gravitationnelles et électrostatiques entre les 2 particules. conclure.

## II) Champ électrostatique:

### 1) Définition:

Toute région de l'espace où une charge électrique  $q$  est soumise à une force électrostatique, est le siège d'un champ électrique.

### 2) Vecteur champ électrostatique

#### 2-1/ champ électrique crée par une charge ponctuelle.

Un corps portant une charge ponctuelle  $q$ , placé au point A crée un champ électrique  $E$  dans l'espace autour de A.

On place en un point P de cet espace, tel que  $\vec{AP} = r.\vec{u}$  avec  $\|\vec{u}\| = 1$ , respectivement des charges électriques d'essai  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_i$ . ces charges électriques sont soumis aux forces électrostatiques suivantes :  $\vec{F}_1; \vec{F}_2; \vec{F}_3; \dots; \vec{F}_i$  tel que :  $\vec{F}_i = K \times \frac{q \times q_i}{r^2} . \vec{u}$

$$\vec{F}_1 = K \times \frac{q \times q_1}{r^2} . \vec{u} ; \vec{F}_2 = K \times \frac{q \times q_2}{r^2} . \vec{u} ; \vec{F}_3 = K \times \frac{q \times q_3}{r^2} . \vec{u} ; \dots$$

Calculons les rapports :  $\frac{\vec{F}_1}{q_1} ; \frac{\vec{F}_2}{q_2} ; \frac{\vec{F}_3}{q_3} ; \dots ; \frac{\vec{F}_i}{q_i}$

$$\frac{\vec{F}_1}{q_1} = K \times \frac{q}{r^2} . \vec{u} ; \frac{\vec{F}_2}{q_2} = K \times \frac{q}{r^2} . \vec{u} ; \frac{\vec{F}_3}{q_3} = K \times \frac{q}{r^2} . \vec{u} ; \dots ; \frac{\vec{F}_i}{q_i} = K \times \frac{q}{r^2} . \vec{u}$$

On constate que :

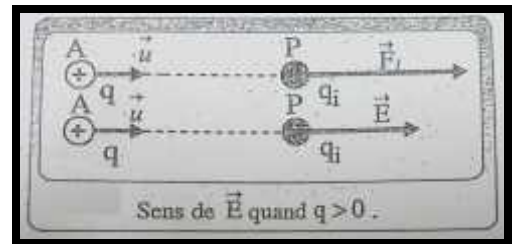
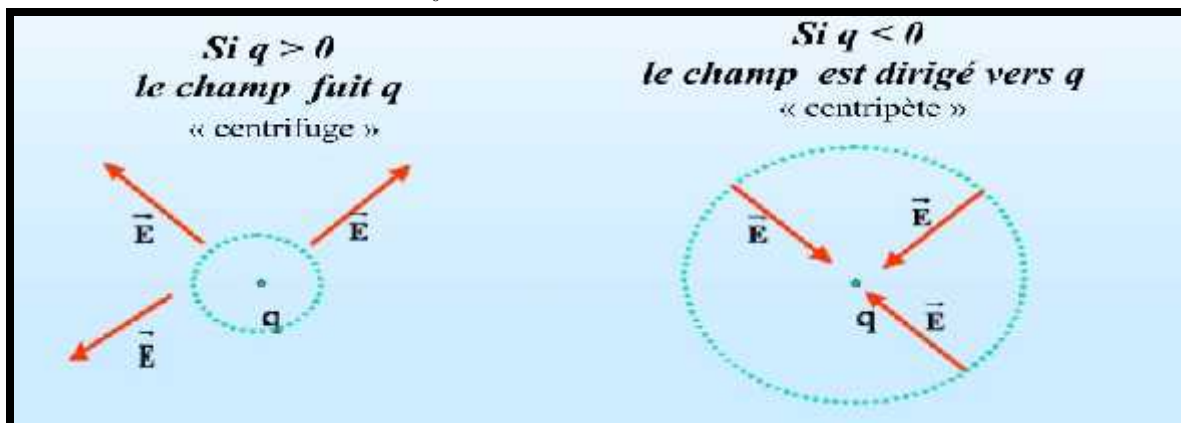
$$\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \frac{\vec{F}_3}{q_3} = \dots = \frac{\vec{F}_i}{q_i} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \times \frac{q}{r^2} . \vec{u}$$

Sont égaux et indépendants des charges d'essai  $q_1; q_2, q_3, \dots; q_i$  ; On pose :

$\vec{E}$  est appelé vecteur champ électrique crée par la charge ponctuelle  $q$  au point A.

$$\vec{E} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \times \frac{q}{r^2} . \vec{u}$$

$E$  : valeur du champ électrique ( $N.C^{-1}$ ) ou ( $V.m^{-1}$ ); ;  $q$ : charge de l'objet source (C)  
 $r$  : distance (m) ;  $\epsilon_0$  : la permittivité du vide  $8,85418782.10^{-12}$  (SI)



On a  $\vec{F}_i = K \times \frac{q \times q_i}{r^2} \cdot \vec{u}$  et  $\vec{E} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \times \frac{q}{r^2} \cdot \vec{u}$  donc d'une façon générale :  $\vec{F}_i = q_i \times K \times \frac{q}{r^2} \cdot \vec{u} = q_i \times \vec{E}$

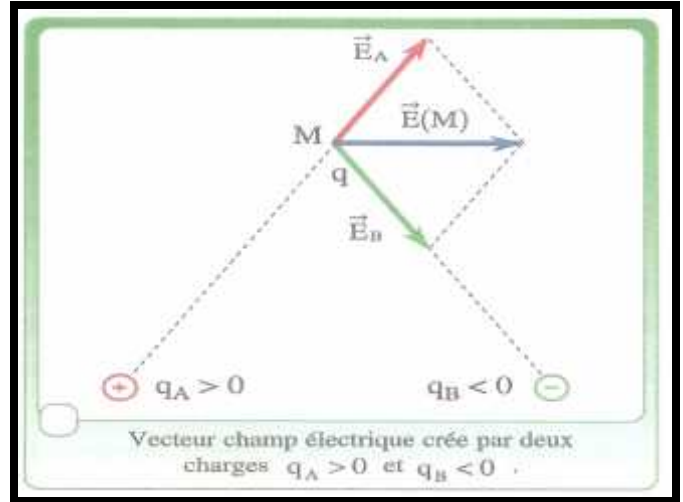
$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

$\vec{E}$  : vecteur champ électrique ( $N.C^{-1}$ ) ou ( $V.m^{-1}$ );  $q$ : la charge (C)

$\vec{F}$ : vecteur force électrostatique (N)

### 2-2/ Vecteur champ électrique crée par 2 charges ponctuelles.

Soient 2 charges ponctuelles  $q_A$  et  $q_B$  placées respectivement en A et en B. Elles créent dans tout l'espace un champ électrique E. Pour déterminer les caractéristiques du vecteur  $\vec{E}$  au point M plaçons y une charge d'essai q.



$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

### Exercice d'application 1

Deux charges électriques  $Q_a$  et  $Q_b$ , placées en A et B, sont telles que  $Q_a = 1 \mu C$ ;  $Q_b = -3 \mu C$  et  $AB = 20 \text{ cm}$ .

1-/ Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique au point M, milieu du segment AB. (faire un schéma précis pas de calcul)

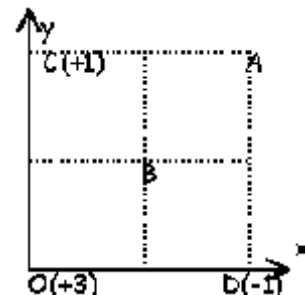
2-/ En quel point de la droite passant par A et B, le champ électrique est-il nul? (schéma précis)

### Exercice d'application 2

Soit la distribution de charges (microcoulombs) ci contre ;  $OC = OD = 1 \text{ dm}$ .

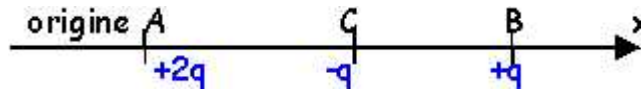
1-/ Calculer  $E_A$  le champ électrique en A.

2-/ Pour annuler le champ en A est qu'il suffit de placer en B une charge égale à -2 microcoulombs ?



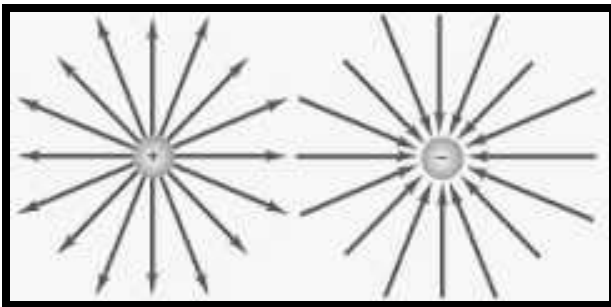
### Exercice d'application 3

Soit la distribution de charges (microcoulombs) ci contre ;  $AB = d = 20 \text{ cm}$  ; Les deux charges placées en A et B sont fixes; par contre la charge placée en C est mobile sur la droite AB.

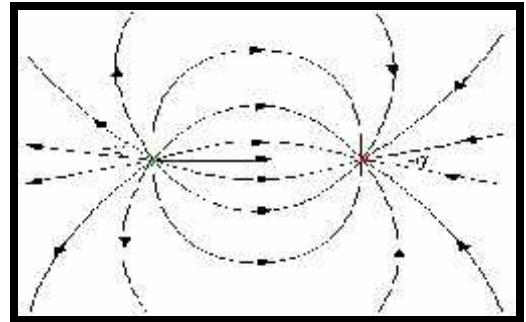


Quelle est la position d'équilibre de la charge placée en C, si elle existe ?

#### 3) Ligne de champ :



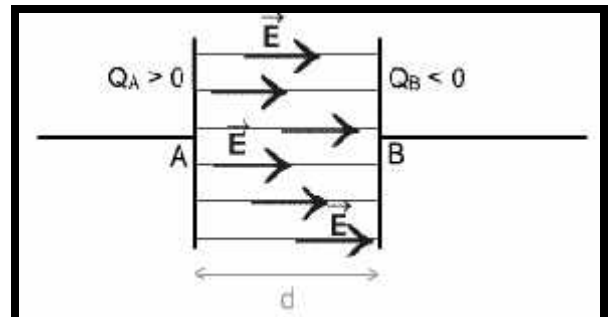
#### Animation N°3



Une « ligne de champ » ; du champ électrique est une courbe (ou une droite) ; en chaque point de laquelle la direction du vecteur champ » électrique fournit la direction de la tangente à la courbe.

#### 4) Champ électrique uniforme

Un champ électrique est dit uniforme dans une région de l'espace si le vecteur champ électrique  $\vec{E}$  conserve en tout point de cette région la même direction, le même sens et la même intensité



### Exercice d'application 4

La boule d'un petit pendule électrostatique, de masse 2,5 g, porte une charge de  $0,5 \mu\text{C}$ . Elle est placée dans un champ électrique uniforme et horizontal. A l'équilibre, le fil du pendule s'incline d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à la verticale.

Choisissez la bonne réponse de la valeur du champ électrique est :

$5,8 \cdot 10^4 \text{ Vm}^{-1}$  ;  $2,9 \cdot 10^4 \text{ Vm}$  ;  $2,9 \cdot 10^4 \text{ Vm}^{-1}$  ;  $2,9 \cdot 10^{-4} \text{ Vm}$

