

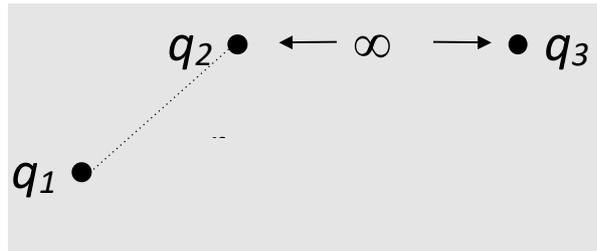
## 2.1. Principe de superposition:

- Configurations

La force avec laquelle interagissent deux charges n'est pas affectée par la présence d'une troisième charge.

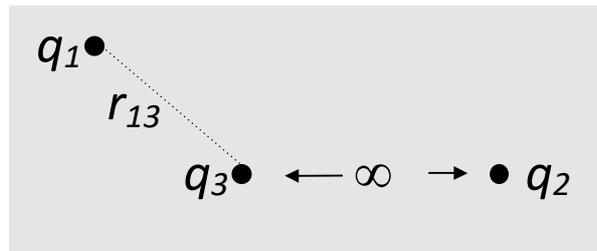
### 1<sup>ere</sup> configuration :

$$\vec{F}_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_{21}$$



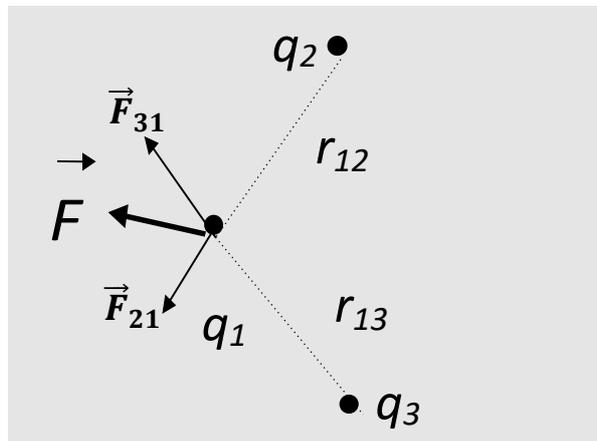
### 2<sup>eme</sup> configuration :

$$\vec{F}_{31} = k \frac{q_1 q_{13}}{r^2} \vec{u}_{31}$$



### 3<sup>eme</sup> configuration :

$$\vec{F} = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$$



*D'une manière plus générale :*

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_{i1}$$

→  $\left. \begin{array}{l} \text{Loi de Coulomb} \\ \text{Et} \\ \text{Principe de superposition} \end{array} \right\}$

→ **base de l'électrostatique**

### 3. Le champ électrique :

Toute région dans laquelle une charge électrique subit une force est appelée un champ électrique. La force est due à la présence d'autres charges de cette région.

Par exemple une charge  $q$  placée dans une région où se trouve d'autres charges  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$  placées en des points  $M_1, M_2, \dots, M_n$  est soumise à une force  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$ , la charge  $q$  exerce évidemment une force sur  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ .

L'intensité du champ électrique en un point  $M$  est, par définition égale à la force par unité de charge en ce point, son symbole est  $\vec{E}$ ,

$$\vec{E}(M) = \frac{\vec{F}}{q}, \quad \text{où} \quad \vec{F} = q \cdot \vec{E}(M)$$

De part les unités employées, **un champ électrique (ou électrostatique) est en Newton par Coulomb, noté N/C. Cependant, il est courant de l'exprimer en Volt par mètre, noté V/m. D'ailleurs, les deux unités sont équivalentes : 1N/C = 1V/m.**

$\vec{E}$  est parallèle à  $\vec{F}$ .

Le sens  $\vec{E}$  dépend du signe de  $q$

Si  $q > 0$   $\vec{E}$  et  $\vec{F}$  même sens.

Si  $q < 0$   $\vec{E}$  et  $\vec{F}$  sont de sens opposés.

#### **Remarque :**

Dans la littérature, il est souvent parlé de **champ électrique**. Quelle est la différence ? En fait, un **champ électrostatique** est un cas particulier de champ électrique où les charges électriques sont **statiques** (immobiles), ce qui sera le cas ici.

Nous écrivons la relation :  $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_i$  sous la forme  $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q' q}{r^2} \vec{u}_i$

Cette dernière expression donne la force exercée par charge **q** sur la charge **q'** à une distance **r** de **q**. On peut dire également que le champ électrique  $\vec{E}$  au point **M** où on place **q'** est égale à :

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}(M)$$

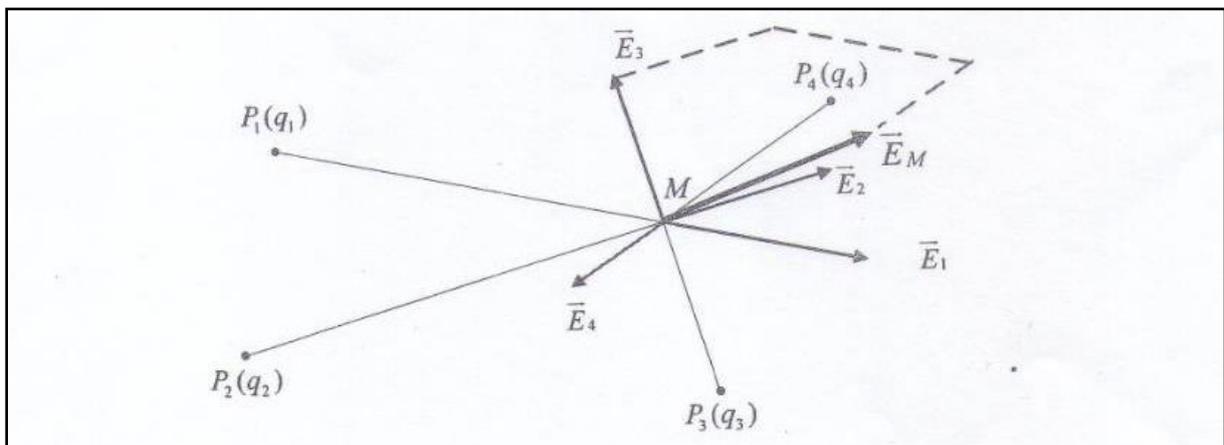
On peut conclure que, en comparant le champ des 2 expressions, que le champ électrique à une distance **r** d'une charge ponctuelle est :

$$\vec{E}(M) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{u}$$

Comme pour les forces, le principe de *superposition* est aussi valable pour les champs électriques. Le champ total  $\vec{E}(M)$  est la somme vectorielle de toutes les contributions dues à chacune des charges (Figure ci-dessous). On a donc :

$$\vec{E}(M) = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4 + \dots \vec{E}_n$$

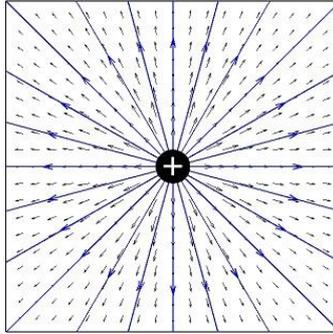
$$\vec{E}(M) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r^2} \vec{u}_i$$



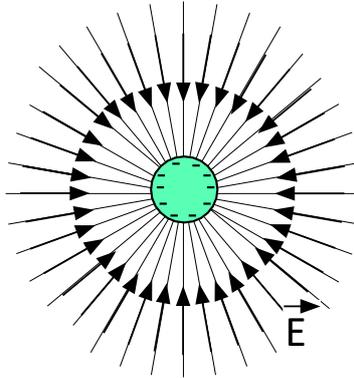
**Composition des champs en un point M**

### 3.1. Représentation graphique :

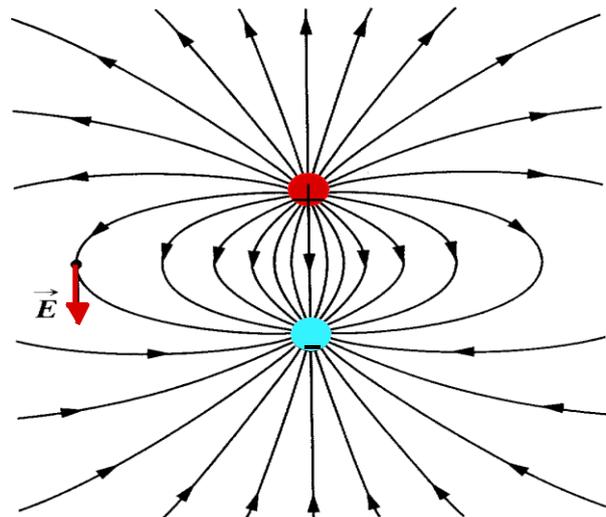
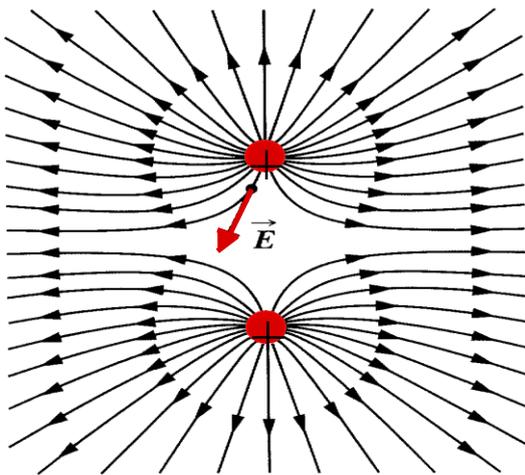
- Si  $q > 0$ , le champ est *centrifuge*. Les lignes de champs partent de la charge *positive* (+) pour s'en éloigner.



- Si  $q < 0$ , le champ est *centrifuge*. Les lignes de champs vont vers la charge *négative*.



La figure suivante donne les lignes de champs de deux charges égales, fixes, de même signe (figure a) et de signe opposés (figure b). Cette dernière configuration est celle d'un **dipôle**.



### 3. Le champ électrique :

Une particule chargée, placée dans un champ électrostatique possède une certaine énergie potentielle parce que le champ exerce sur elle une force et que le travail a du être fourni pour amener la charge en un point donné du champ.

Le travail est effectué par le champ électrique lorsqu'une charge se déplace d'un point à un autre. Le potentiel électrique en un point du champ est défini comme énergie potentielle d'une charge unité placée en ce point. Le potentiel électrique est donc une grandeur scalaire. Si l'on désigne le potentiel électrique en un point donné par  $V$  et l'énergie potentielle  $E_p$ .

Alors on a :

$$V = \frac{E_p}{q} \quad \rightarrow \quad E_p = V \cdot q$$