

## 4. Champ électrostatique / lignes de champ / équipotentielles

### Introduction

Il semble que MICHAEL FARADAY (XIXème s.) soit le premier à proposer de décrire l'électricité en termes d'influence avec des « lignes de force » et non pas de mouvement. Le concept de champ reprend cette intuition. Les résultats de l'étude des phénomènes électromagnétiques sont formalisés par MAXWELL en 1872. **Problématique :** Qu'appelle-t-on champ électrostatique et comment le décrire ? Partie 1 : qu'est-ce que le champ électrostatique ? Partie 2 : Représentation (lignes de champ et équipotentielles).

#### I. Qu'est-ce que le champ électrostatique ?

##### 1. Interaction électromagnétique et charge électrique

Champ électrique implique une charge électrique (source du champ).

Charge électrique : propriété d'un corps pour interagir électriquement avec un autre corps. Unité : le Coulomb.

Décrit la composante électrique de l'interaction électromagnétique avec une autre charge (capteur/détecteur).

Interaction attractive si deux charges de signe opposé et répulsive si deux charges de même signe.

##### 2. Force électrostatique

Situation statique (charges ne se déplacent pas) et stationnaire (ne varient pas) = électrostatique.

Formule la plus simple de la force électrique = force coulombienne :

La force électrostatique  $\vec{F}_{eA/B}$  exercée par un corps A de charge  $q_A$  sur un corps B de charge  $q_B$  est donnée par la loi de Coulomb suivante : 
$$\vec{F}_{eA/B} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A q_B}{d^2} \vec{u}$$

**Avec** : la constante de Coulomb :  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

$\epsilon_0$  la permittivité électrique du vide.

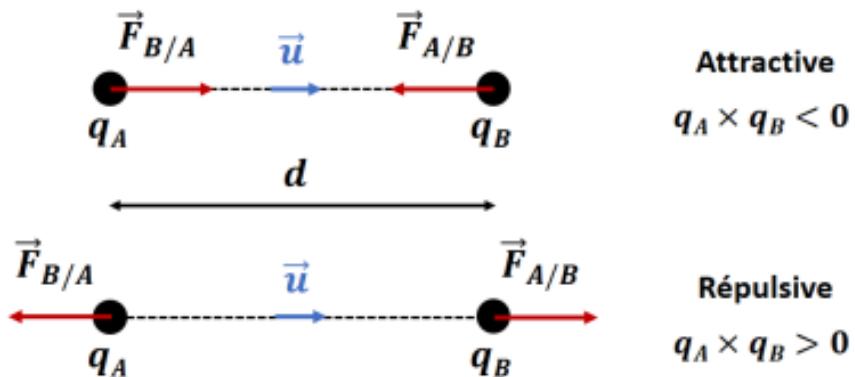
d la distance séparant les deux corps chargés A et B (en m)

$\vec{u}$  le vecteur unitaire dirigé de A vers B

$\vec{F}_{eA/B}$  la force électrostatique exercée par A sur B (en N)

D'après la troisième loi de Newton, B exerce sur A une force électrostatique de sens opposé :  $\vec{F}_{eA/B} = -\vec{F}_{eB/A}$

Schéma :



### 3. Vecteur champ

Champ = grandeur physique représenté par un vecteur (vectoriel) ou un nombre (scalaire).

Ici, pas d'action à distance mais champ représenté par vecteur.  
Champ créé par A :

$$\vec{E}(A) = \frac{\vec{F}_{eA/B}}{q_B}$$

Vecteurs force et champ colinéaires.

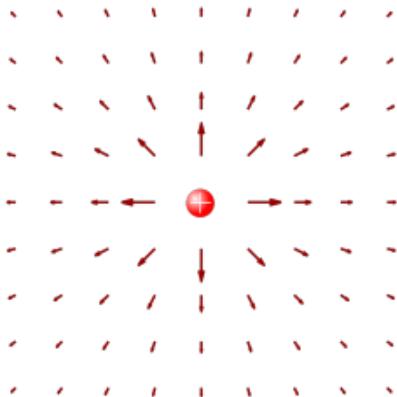
On peut évoquer l'exercice avec le champ créé lorsqu'il y a 2 sources (exercice DT).

## II. Représentation (lignes de champ et équipotentielles)

### 1. Lignes de champ

On peut représenter l'influence du champ sur l'environnement qui l'entoure.

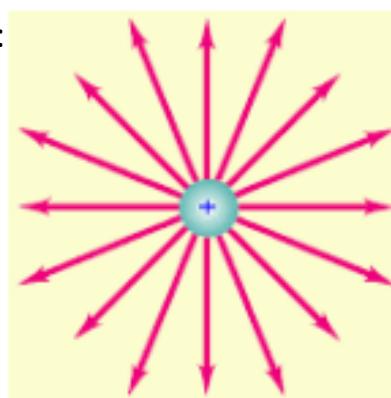
En le cartographiant, donc représentation du vecteur champ en tout point :



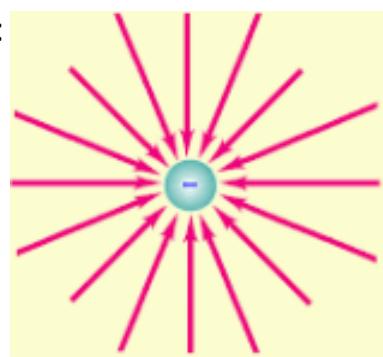
En chaque point P de l'espace, le vecteur champ est tangent à la ligne de champ passant par P.

Lorsqu'il n'y a qu'une source :

Source positive :



Source négative :



## 2. Lignes équipotentielles

Courbes qui relient les points de l'espace d'égale intensité du champ électrique.

Orthogonales au vecteur champ.

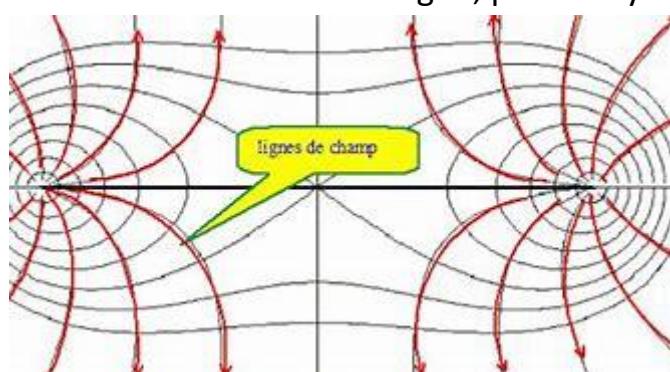
Dans le cas d'une source ponctuelle, cercle autour de celle-ci.

(+ lieu de même potentiel électrique cf. TP P05)

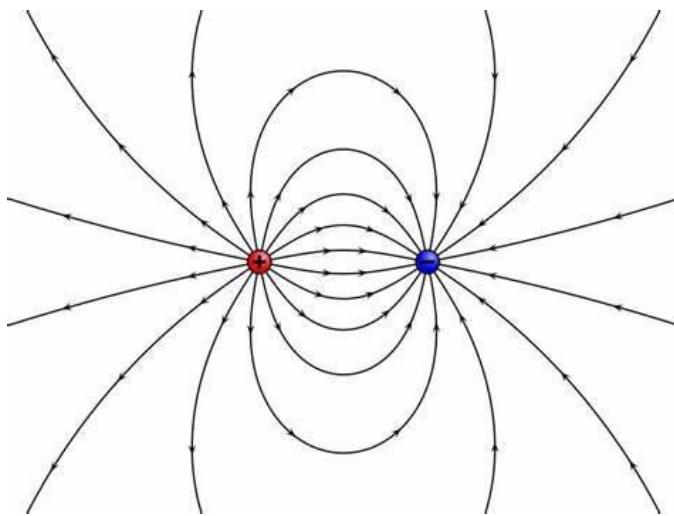
## 3. Cas de deux sources

Plan de symétrie // antisymétrie :

Avec 2 sources de même signe, plan de symétrie.



Avec 2 sources de signe opposé, plan d'antisymétrie. => courant électrique.



### Conclusion

Le champ électrostatique découle de l'interaction électromagnétique. Il peut être représenté par des lignes de champ ou équivalentielles autour d'une source mais aussi dans le plan par un vecteur.