

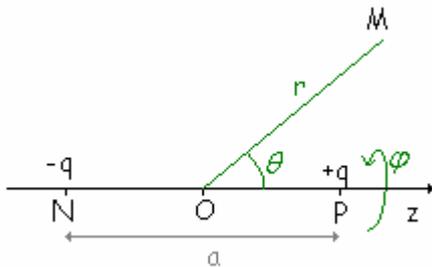
## Le dipôle électrostatique

### Définition :

Un dipôle est caractérisé par son moment dipolaire :  $\vec{p} = q \cdot \overline{NP}$   $\vec{p}$  est en  $C.m^{-1}$  mais cette unité n'est pas adaptée (on trouve des  $10^{-29}$  comme ordre de grandeur, on utilise (en chimie) le debye (D) :  $1D = 1/3 \cdot 10^{-29} C.m^{-1}$ )

Ce modèle fonctionne pour plus de 2 points en utilisant les barycentres des charges négatives et des charges positives.

### Potentiel et champ créé par un dipôle



Approximation dipolaire : on considère le dipôle petit devant la distance d'observation.

Potentiel créé par le dipôle :  $V(M) = V^-(M) + V^+(M)$

$$V(M) = \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 NM} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 PM}$$

Mais :  $NM \approx PM \approx r$

On calcule  $NM^{-1}$  et  $PM^{-1}$   $V(M) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{-1}{NM} + \frac{1}{PM} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{a \cos \theta}{r^2}$

$$\text{Et } p = q \cdot a \quad V(M) = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad V(M) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{u}_r}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Ici, c'est en  $1/r^2$  (c'est en  $1/r$  avec des charges ponctuelles)

V ne dépend que du moment dipolaire créé  $\vec{p}$  et de la position de M.

### Champ créé par un dipôle

$$\vec{E} = \frac{2p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_r + \frac{p \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_\theta$$

$E_\phi = 0$  car on travaille dans le plan de la feuille,  $\phi = cst$

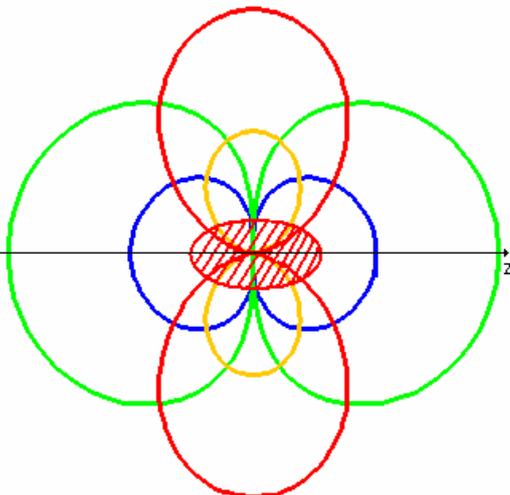
$\vec{E}$  est en  $1/r^3$  (c'est en  $1/r^2$  avec des charges ponctuelles)

$\vec{E}$  ne dépend que de  $\vec{p}$  et de la position de M.

et  $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^3} \left( \frac{3(\vec{p} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^2} - \vec{p} \right)$  (intéressant lorsqu'on étudie l'interaction entre 2 dipôles.)

### Topographie

Equipotentiellles et lignes de champ :



Equation des équipotentiellles : en coordonnées polaires :  $r = a \sqrt{\cos \theta}$  ;

Equation des lignes de champ :  $r = \alpha \sin^2 \theta$

En vert et bleu 2 équipotentiellles ; en rouge et orange, 2 lignes de champ.

Attention, lorsqu'on approche du dipôle, il ne peut plus être considéré comme ponctuel. Les lignes de champ sont déviées. (zone hachurée)

## Action d'un champ $\vec{E}$ sur un dipôle

On place un dipôle  $\vec{p}$  dans une zone où règne un champ  $\vec{E}$  créé par une distribution  $\mathcal{D}$ .

### *Résultante des forces exerçant sur le dipôle*

- Champ uniforme :  
Pas de déplacement du centre de gravité du dipôle, mais rotation possible.
- Champ quasi-uniforme  
Le dipôle se déplace vers les zones de champ fort

$$\vec{F} = p \left. \frac{dE}{dx} \right)_{x=0} \vec{u}_x$$

*Moment  $\mathcal{M}$  subi par le dipôle :*

$$\vec{\mathcal{M}} = \vec{p} \wedge \vec{E}$$

→ Tend à aligner le dipôle suivant une ligne de champ.

*Energie potentielle du dipôle dans le champ  $\vec{E}$*

Après généralisation,  $E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

$E_p$  est minimal pour  $\vec{p} \cdot \vec{E}$  maximal :

→ Les positions les plus stables :  $\vec{p}$  aligné suivant une ligne de champ, dans une zone où  $\vec{E}$  est maximal.