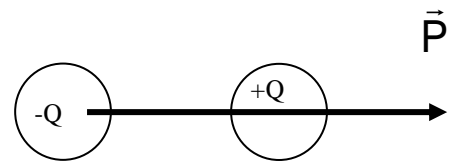


**DIPOLE ELECTROSTATIQUE****I) NOTION DE DIPÔLE ELECTRIQUE****1° Définition**

C'est un doublet de charges A(-q) et B(+q) distantes de  $d = AB$ .

**2° Moment dipolaire** C'est la caractéristique principale du dipôle.

Il est donné par:  $\vec{p} = q\vec{AB}$  (orienté de (-) vers (+)) en Debye (D)  $1D = 1/3 \cdot 10^{-29} \text{C.m.}$

**3° Polarisation d'un milieu**

Quand on applique un champ extérieur à milieu, il se polarise.

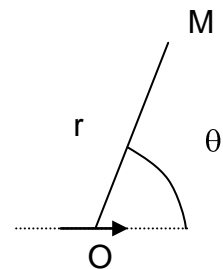
- **Cas général des milieux non polaires:** les atomes ou molécules peuvent se polariser (former des dipôles). Le milieu se peuple de dipôles induits qui s'orientent ensuite.

- **Polarisation d'orientation:** si le milieu contient déjà des dipôles (ceux d'une molécule comme HCl par exemple) ceux-ci s'orientent de la même manière et s'alignent (cf III).

**II) CHAMP ET POTENTIEL CREE PAR UN DIPOLE ELECTROSTATIQUE****1° Potentiel**

On se place dans l'approximation dipolaire (à une grande distance du dipôle)

Le potentiel est donné par:  $V(M) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{u}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  où  $\vec{u} = \frac{\vec{OM}}{OM}$

**2° Champ électrostatique**

$\vec{E} = -\text{grad}V$  et le champ par ses coordonnées  $E_r = \frac{2p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3}$  et  $E_\theta = \frac{p \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3}$ .

Rem : on note la dépendance en  $r^{-2}$  et  $r^{-3}$  du potentiel et du champ.

**III) ACTIONS D' UN CHAMP ELECTROSTATIQUE EXTERIEUR SUR UN DIPOLE****1° Champ uniforme**

a) **Résultante** force résultante  $\vec{F} = \vec{0}$ . Cette action est donc un couple.

b) **Moment du couple** Le moment de forces est  $\vec{\Gamma} = \vec{p} \wedge \vec{E}$ .

Rem : le dipôle en équilibre stable si E et p sont colinéaire et de même sens.

**2° Champ non uniforme**

a) **Résultante**  $\vec{F} = (\vec{p} \cdot \text{grad}) \vec{E}$

b) **Moment de l'action mécanique**  $\vec{\Gamma} = \vec{p} \wedge \vec{E}$

- L'effet principal du champ extérieur est d'orienter le dipôle suivant les lignes de champs.

- Un dipôle orienté dans le sens du champ est attiré vers les zones de champ intense (« lignes de champ serrées »). **Ce n'est pas le cas pour un champ uniforme.**

**c) Cas d'un dipôle rigide**

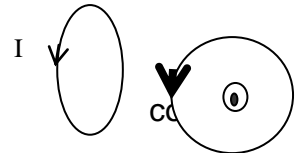
Un dipôle est dit rigide si la norme de son moment dipolaire est constante. Dans ce sa, on peut « rentrer » p dans le gradient.  $\vec{F} = (\vec{p} \cdot \text{grad}) \vec{E}$  devient  $\vec{F} = \text{grad}(\vec{p} \cdot \vec{E})$

**3°) Énergie potentielle d'un dipôle rigide dans un champ électrostatique extérieure**

$\vec{F} = -\text{grad}(\vec{p} \cdot \vec{E})$  donc  $E_p = -(\vec{p} \cdot \vec{E})$  Rem : stabilité si  $E_p$  minimale ( p et E colinéaire et de même sens).

**DIPOLE MAGNETIQUE****I) DIPÔLE MAGNETIQUE APPROCHE CLASSIQUE**

**1°) Définition classique** Boucle de courant fermée parcourue par un



**2°) Moment dipolaire magnétique**

$\vec{M} = IS\vec{n}$  unité : A.m<sup>2</sup> S surface du circuit  $\vec{n}$  la normale orientée (tire bouchon).

**II) MOMENT MAGNETIQUE ATOMIQUE ( APPROCHE SOMMAIRE CLASSIQUE)**

**1°) Moment magnétique de l'atome d'hydrogène**

$\vec{M} = \frac{-e}{2m} \vec{L}$  L moment cinétique  $\gamma = \frac{-e}{2m}$

**2°) Magnéton de Bohr**

Le moment cinétique L des atomes est quantifié, en particulier sa projection sur une direction fixe est un multiple de la constante de Planck réduite  $\hbar$ . Le moment magnétique d'un atome est

donc  $\frac{e\hbar}{2m} = \mu_B$  appelé **magnéton de Bohr**. AN :  $\mu_B = 0,9 \cdot 10^{-23}$  A.m<sup>2</sup>

**III) ACTION D'UN CHAMP MAGNETIQUE EXTERIEUR SUR UN DIPOLE MAGNETIQUE**

**1°) Champ uniforme**

**a) Résultante** Il n'y a pas de force résultante  $\vec{F} = \vec{0}$ . Cette action est donc un couple.

**b) Moment du couple**  $\vec{\Gamma} = \vec{M} \wedge \vec{B}$

**2°) Champ non uniforme** **a) Résultante** :  $\vec{F} = (\vec{M} \cdot \text{grad}) \vec{B}$  **b) Moment**  $\vec{\Gamma} = \vec{M} \wedge \vec{B}$

**c) Cas d'un dipôle rigide**  $\vec{F} = \text{grad}(\vec{M} \cdot \vec{B})$

Un dipôle est dit rigide si la norme de son moment dipolaire est constante. devient

**d) Bilan**

- le champ extérieur oriente le dipôle suivant les lignes de champs puis l'attire vers les zones de champ intense ( « lignes de champ serrées »). **Ce n'est pas le cas pour un champ uniforme.**

**3°) Énergie potentielle d'un dipôle rigide dans un champ magnétique extérieur**

$\vec{F} = -\text{grad}(\vec{M} \cdot \vec{B})$  d'où  $E_p = -(\vec{M} \cdot \vec{B})$  Rem : stabilité si M et E colinéaire et de même sens.