



# Introduction à l'UE3a

## Cours de Physique Générale

De Jonathan Sabah

Tut'entrée 1-Pasteur  
UE3a

# INTRODUCTION A L'UE3a

- Une Partie au 1<sup>er</sup> Semestre (UE3a)
- Une autre Partie au 2<sup>ème</sup> Semestre (UE3b)
  
- UE1 : Coeff 10
- UE2 : Coeff 10
- UE3a : Coeff 6
- UE4 : Coeff 3
  
- 25-28 QCM A FAIRE EN 30MIN

## Programme de l'UE3a

1. Bases physiques (6h) *Pr Sepulchre*
  - Physique classique (mécanique, électrostatique, oscillateurs, etc.) (4h)
  - Notions de physique quantique (2h)
2. Bases chimiques (4h) *Pr Golebiowski* → Section Chimie générale du forum
  - Etats de la matière, équilibre acido-basique
3. Optique (8h) *Pr Sepulchre*
  - Optique géométrique et optique ondulatoire (4h)
  - Emission de la lumière par la matière ; Effet laser ; Lumière et couleurs (4h)
4. Biophysique des radiations ionisantes (20 h) *Pr Magne*
  - Rayonnements ionisants et interactions avec la matière
  - Rayons X
  - Radioactivité
  - Effets biologiques
5. Radiofréquences et RMN (6h)
  - Bases sur les ondes, magnétisme *Pr Sepulchre* (2h)
  - Résonance magnétique nucléaire *Pr Magne* (2h)
  - Applications à l'IRM *Pr Magne* (2h)

## Programme tut' rentrée UE3a

1-Physique Générale

*Jonathan*

2-Optique géométrique

Initiation à l'optique

ondulatoire

*Jean-Philippe*

3-Biophysique des radiations

*Maud*

# Plan du Cours d'aujourd'hui

---

- I. CINEMATIQUE, DYNAMIQUE, EQUILIBRE STATIQUE
- II. ETUDE DES CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS
- III. LES FORMES D'ENERGIE D'UN SYSTEME PHYSIQUE
- IV. LE DIPOLE ELECTRIQUE

→ ENFIN , QUELQUES QCM POUR S'ENTRAINER

# I. Cinématique, Dynamique, Equilibre Statique

---

Physique Générale → Etudier un système (un objet) qui peut être mobile ou fixe

Pour étudier cet objet, il faut avant tout un Référentiel

Référentiel = 1 Point (Le 0) + Plusieurs Axes (x, y, z, le temps, etc.)

Les QCM en physique générale sont de 2 types :

1- QCM de cours sur des notions importantes de cours  
+ des détails

2- QCM de type « Retrouver la formule », et s'il faut, calculer la  
chose qu'on vous demande

NB : Pas de Calculatrice au Concours! 😊

# I. 1. Cinématique

= Etude d'Objet en **MOUVEMENT**

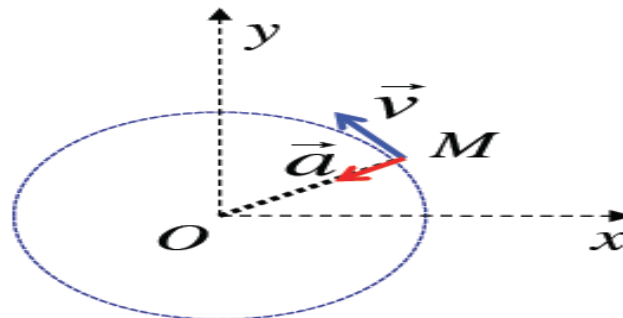
**SANS PRENDRE EN COMPTE LES FORCES QUI LE METTENT EN MOUVEMENT**

Pour Etudier la Cinématique d'un Objet, Prendre en Compte 3 choses :

- 1- La Trajectoire (Circulaire, Rectiligne, Parabolique...)
- 2- La Vitesse ( $v = d/t$ )
- 3- L'accélération ( $a = dv/dt$ )

$$\vec{v} = \frac{d\mathbf{OM}(t)}{dt}$$

La vitesse est TOUJOURS tangente à la trajectoire!



# I. 1. Cinématique

L'accélération : Augmente/Diminue la vitesse au cours du temps  
OU fait changer l'objet sa trajectoire.

Correspond à la dérivée de la vitesse par rapport au temps.

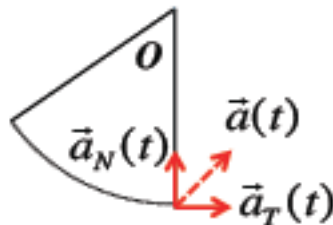
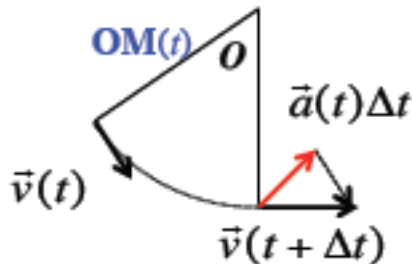
$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$$

On décompose l'accélération en 2 parties :

1 vecteur tangent à la vitesse

1 vecteur perpendiculaire à la vitesse

(En ajoutant les 2 : on a l'accélération totale)



$a(t)$  = accélération tangentielle

$a(n)$  = accélération normale

L'accélération **normale** CHANGE LA  
**DIRECTION** DE L'OBJET

L'accélération **tangentielle** CHANGE LA  
**VITESSE** DE L'OBJET

# EXEMPLES D'ETUDE CINEMATIQUE

---

## → **Le Mouvement Rectiligne : La boule de Bowling qui roule en ligne droite**

→ La vitesse change au cours du temps

→ donc l'accélération tangentielle existe ici!

→ La direction de la boule ne change pas au cours du temps :

→ donc l'accélération normale = 0

## → **Le Mouvement Circulaire Uniforme : La mouche qui tourne en rond**

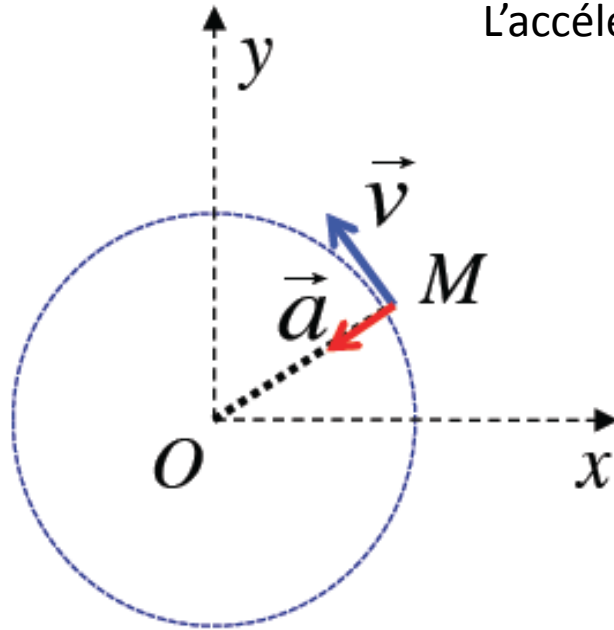
(Uniforme = Vitesse Constante)

→ La vitesse ne change pas au cours du temps

→ Donc  $a(t) = 0$

→ La direction de l'objet ne fait que changer : donc  $a(n)$  existe!

# EXEMPLE DU MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME (Schéma)



L'accélération est complètement perpendiculaire à la vitesse

L'accélération est purement normale  
= Accélération CENTRIPETE

2 FORMULES A CONNAÎTRE POUR CE  
MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME :

$$a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$$



La vitesse angulaire  
En  $\text{rad.s}^{-1}$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

L'accélération en  $\text{m.s}^{-2}$

## I. 2. Dynamique

---

Dynamique = Etude d'un système EN MOUVEMENT  
EN PRENANT EN COMPTE LES FORCES QUI LE METTENT EN MOUVEMENT

→ Se base sur les 3 Lois de Newton

→ 1ère Loi de Newton : Principe d'inertie de Galilée : La vitesse du système est constante si et seulement si la somme des forces extérieures est nulle

$$\frac{d\vec{v}_G}{dt} = 0 \Leftrightarrow \sum \vec{F}_{ext} = 0$$

→ 2ème Loi de Newton : Principe Fondamental de la Dynamique :

$$m \vec{a}_G = \sum \vec{F}_{ext}$$

## I. 2. Dynamique

---

3<sup>ème</sup> Loi de Newton : Principe d'action réaction

Le Principe explique que si A exerce une force sur B, alors B exercera une force opposée à A.

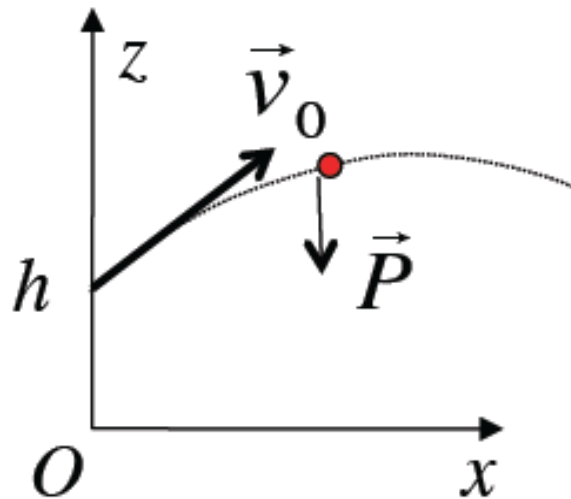
**Je pose la main sur la table, DONC : la table exercera une résistance sur ma main.**



$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

## I. 2. Dynamique : EXEMPLE D'EXERCICE

---

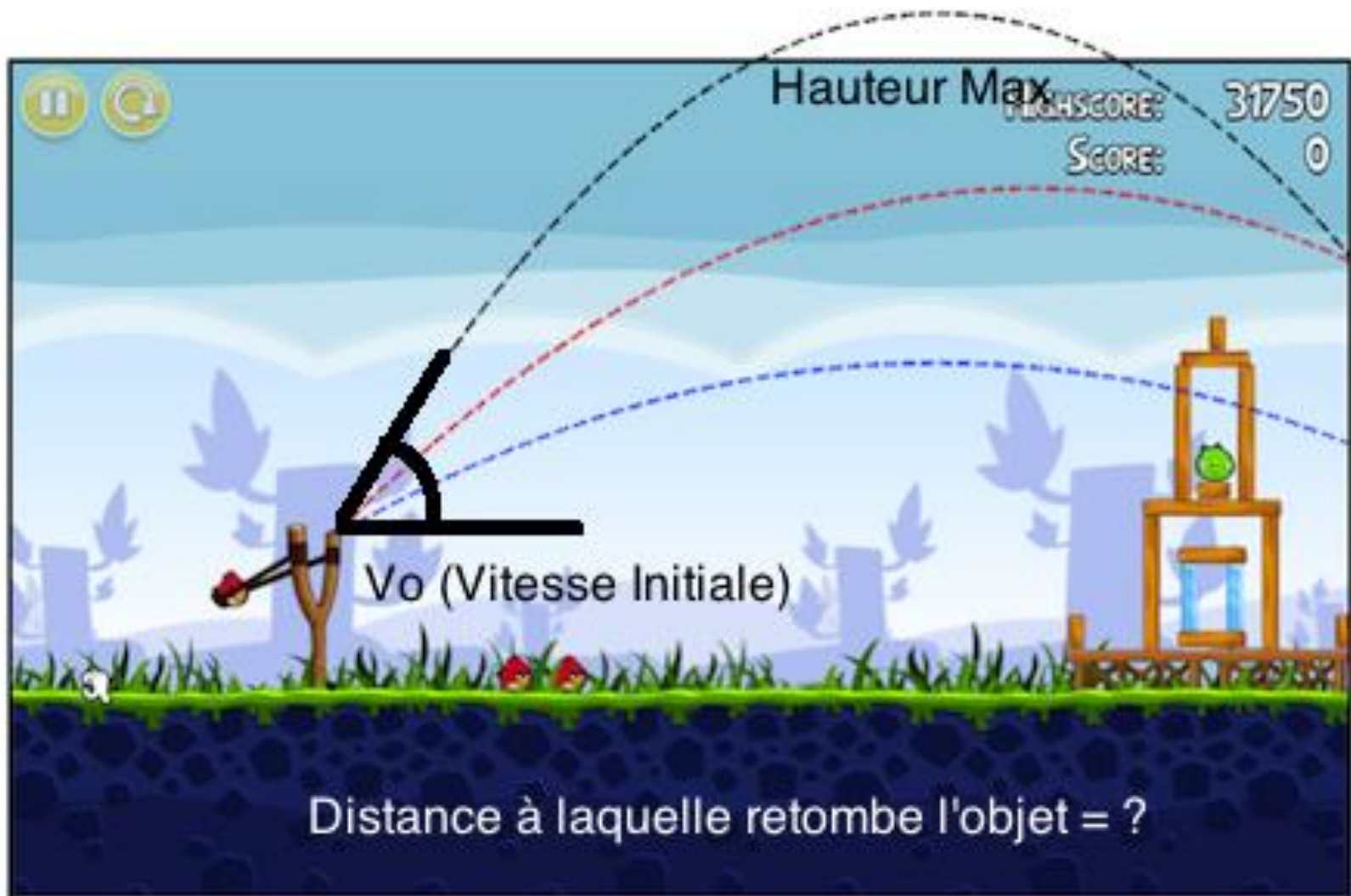


Un canon lance un projectile avec une vitesse initiale  $V_0$  et avec un angle donné.

On veut savoir quand et où le projectile retombe!  
(Rappels de Lycée)

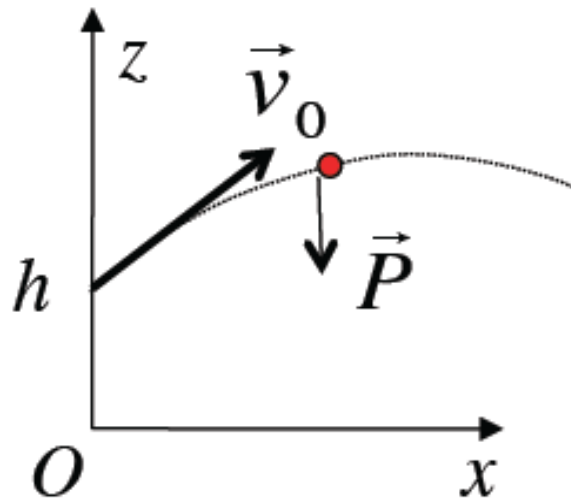
Quelle loi de Newton utiliser???

## I. 2. Dynamique : EXEMPLE D'EXERCICE



## I. 2. Dynamique : EXEMPLE D'EXERCICE

---



ON UTILISE LA 2<sup>ème</sup> LOI DE NEWTON

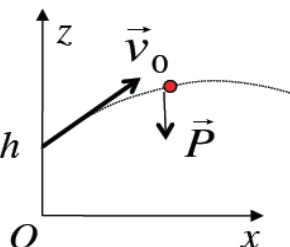
$$m \vec{a}_G = \sum \vec{F}_{ext}$$

La seule force extérieure ici : Le Poids

Afin de connaître la vitesse à partir de l'accélération, on fait l'inverse de la formule d'à droite  $\rightarrow$   
, c.a.d des équations différentielles

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$$

# RETENIR QUE LA FORMULE TOUT EN BAS



$$m \vec{a}_G = \vec{P} \Leftrightarrow \begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ m \frac{dv_y}{dt} = 0 \\ m \frac{dv_z}{dt} = -mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x(t) = v_{0x} \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = v_{0z} - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = \frac{dx}{dt} = v_{0x} \\ v_y(t) = \frac{dy}{dt} = 0 \\ v_z(t) = \frac{dz}{dt} = v_{0z} - gt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = v_{0x}t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = h + v_{0z}t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} v_{0z} &= v_0 \cdot \sin(\text{Angle}) \\ v_{0x} &= v_0 \cdot \cos(\text{Angle}) \end{aligned}$$

(cas particuliers:

Mvt vertical si  $v_{0x}=0$   
chute « libre » si  $\mathbf{v}_0 = 0$ )

Ou, en éliminant la variable  $t$  : 
$$z = h + \frac{v_{0z}}{v_{0x}} x - \frac{g}{2v_{0x}^2} x^2$$
 (équation d'une parabole)

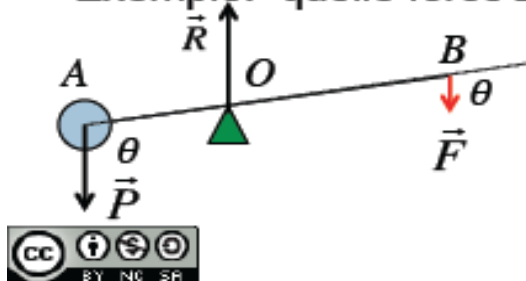
# I. 3. CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE

Un corps solide est en équilibre statique si :

- 1- La somme des forces extérieures est nulle
- 2- La somme des Moments de force par rapport à un point O quelconque est nulle

... ..

Exemple: quelle force  $F$  appliquer au point  $B$  pour obtenir l'équilibre du levier ?



$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = 0$$

$$\mathbf{OA} \wedge \vec{P} + \mathbf{OB} \wedge \vec{F} = 0$$

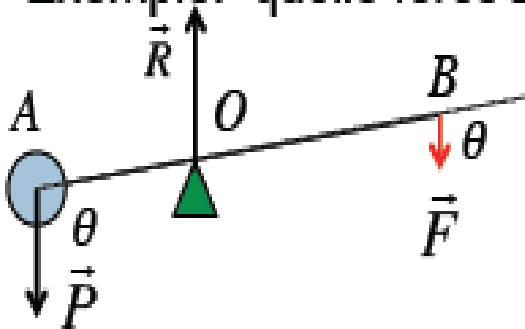
$$-OA.P \sin\theta + OB.F \sin\theta = 0 \Rightarrow F = P \frac{OA}{OB}$$

# I. 3. CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE

Le moment de force  $F$  appliquée en un point  $M$  par rapport au point  $O$  est donnée par le produit vectoriel  $\vec{OM} \wedge \vec{F}$  qui est tel que :

- sa direction est perpendiculaire au plan défini par les vecteurs  $OM$  et  $F$
- son sens est donné par une règle telle que celle du "vissage droit" (Le vissage droit sera expliqué dans l'exemple suivant)
- sa norme est de  $OM.F.\sin\vartheta$  , avec  $\vartheta$  l'angle entre  $OM$  et  $F$

Exemple: quelle force  $F$  appliquer au point  $B$  pour obtenir l'équilibre du levier ?



$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = 0$$

$$\mathbf{OA} \wedge \vec{P} + \mathbf{OB} \wedge \vec{F} = 0$$

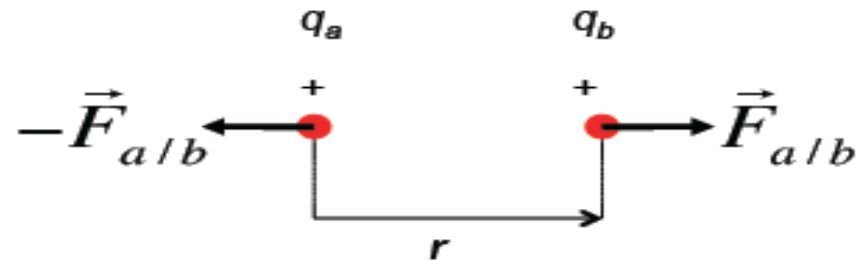
$$-OA.P \sin\theta + OB.F \sin\theta = 0 \Rightarrow F = P \frac{OA}{OB}$$

## II. ELECTROSTATIQUE

L'électrostatique est l'étude des charges électriques au repos. La loi de base de l'électrostatique est la loi de Coulomb, qui définit les interactions entre 2 charges. Les interactions entre charges peuvent être attractives ou répulsives.

$$\vec{F}_{a/b} = k \frac{q_a q_b}{r^2} \hat{r}$$

$$[q] = C \quad (\text{le coulomb})$$



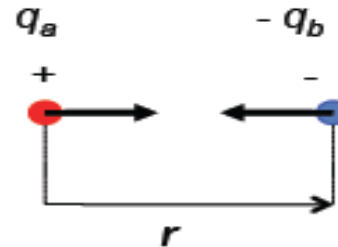
(charges ponctuelles dans le vide)

Constante de la force de Coulomb :

$$k = 8.99 \cdot 10^9 \quad Nm^2/C^2$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

$\epsilon_0 =$  constante diélectrique du vide  
ou permittivité du vide



## II. ELECTROSTATIQUE

---

Les charges électriques peuvent additionner leur force de Coulomb pour donner une force encore plus grande. C'est le principe de superposition des charges électriques.

Définition du champ électrique : le champ électrique est une caractéristique du milieu entourant la charge électrique. Elle est caractérisée par charge unité et est représentée par la formule

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

F --> Force de Coulomb (Newtons)

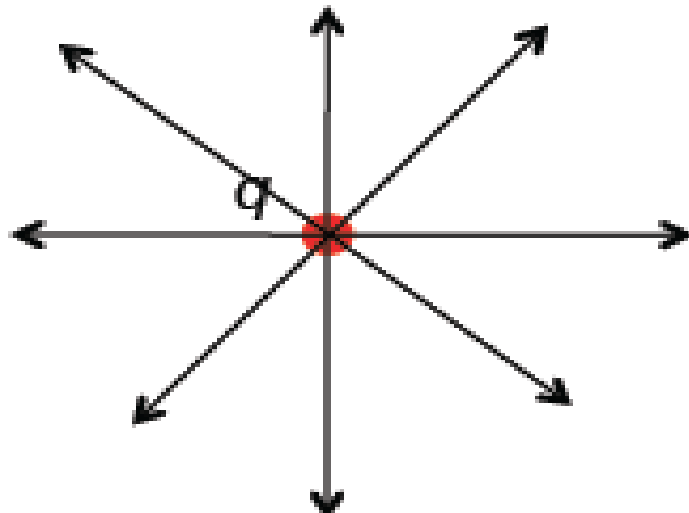
q --> Charge (Coulombs)

E ---> Champ Magnétique de la charge (exprimé en N/C ou en V/m)

## II. ELECTROSTATIQUE

---

On représente le champ électrique au moyen de lignes de champ. Les directions tangentes à celles-ci donnent la direction et le sens du champ électrique.



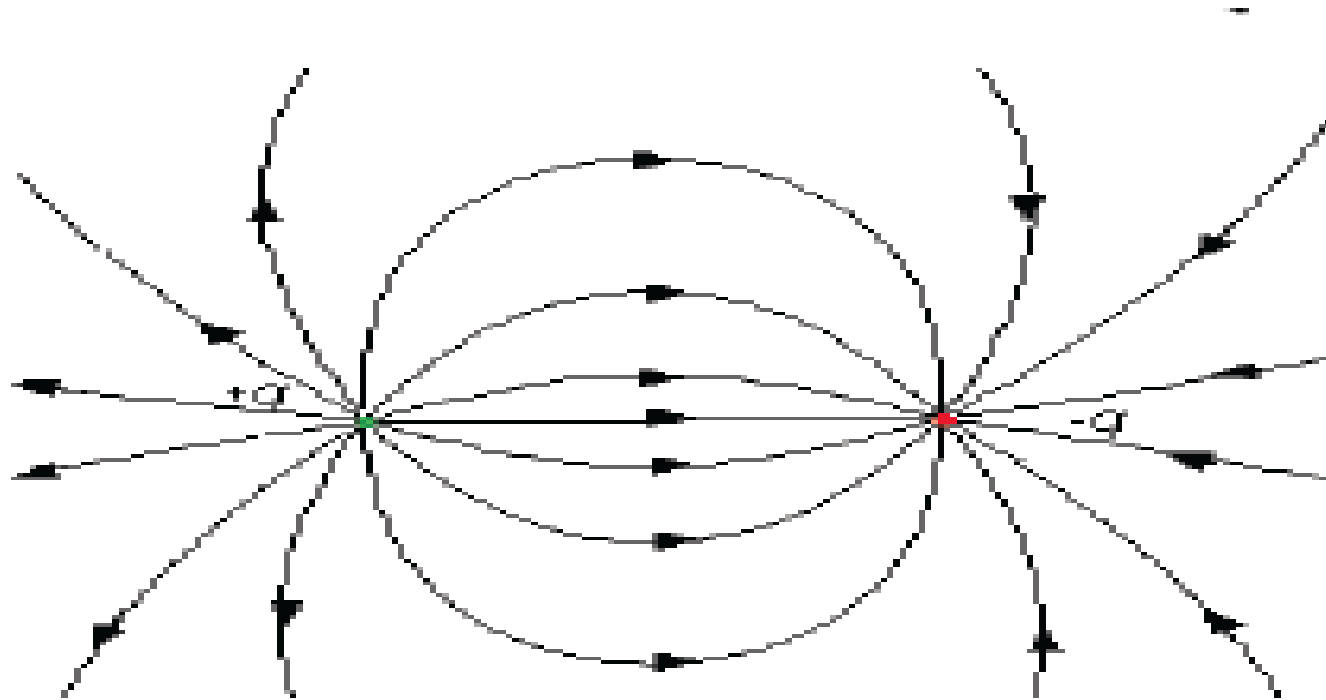
Champ Electrique d'une charge unique dans le vide.

SYMETRIE CENTRALE PAR RAPPORT A  $q$

## II. ELECTROSTATIQUE

---

On représente le champ électrique au moyen de lignes de champ. Les directions tangentes à celles-ci donnent la direction et le sens du champ électrique.



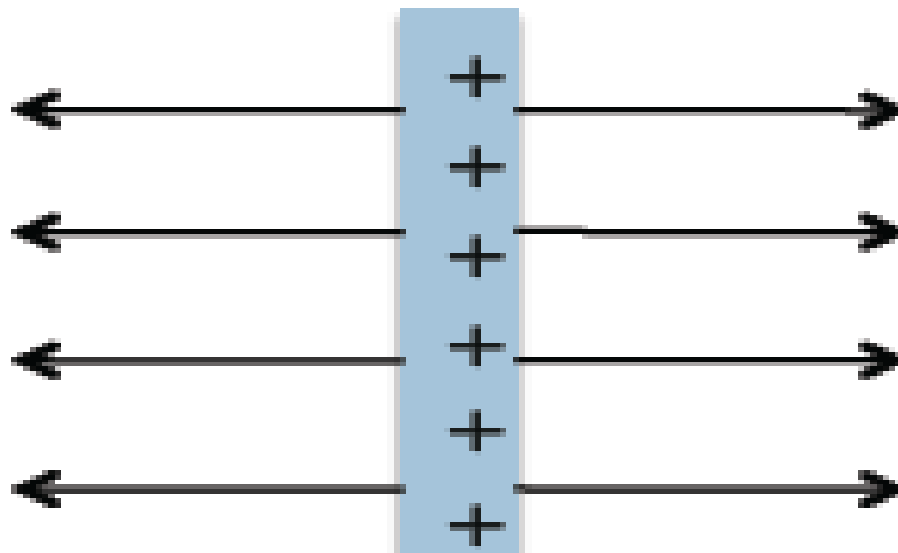
DANS UN DIPOLE ELECTRIQUE : LE CHAMP ELECTRIQUE VA DU + VERS LE -

## II. ELECTROSTATIQUE

---

On représente le champ électrique au moyen de lignes de champ. Les directions tangentes à celles-ci donnent la direction et le sens du champ électrique.

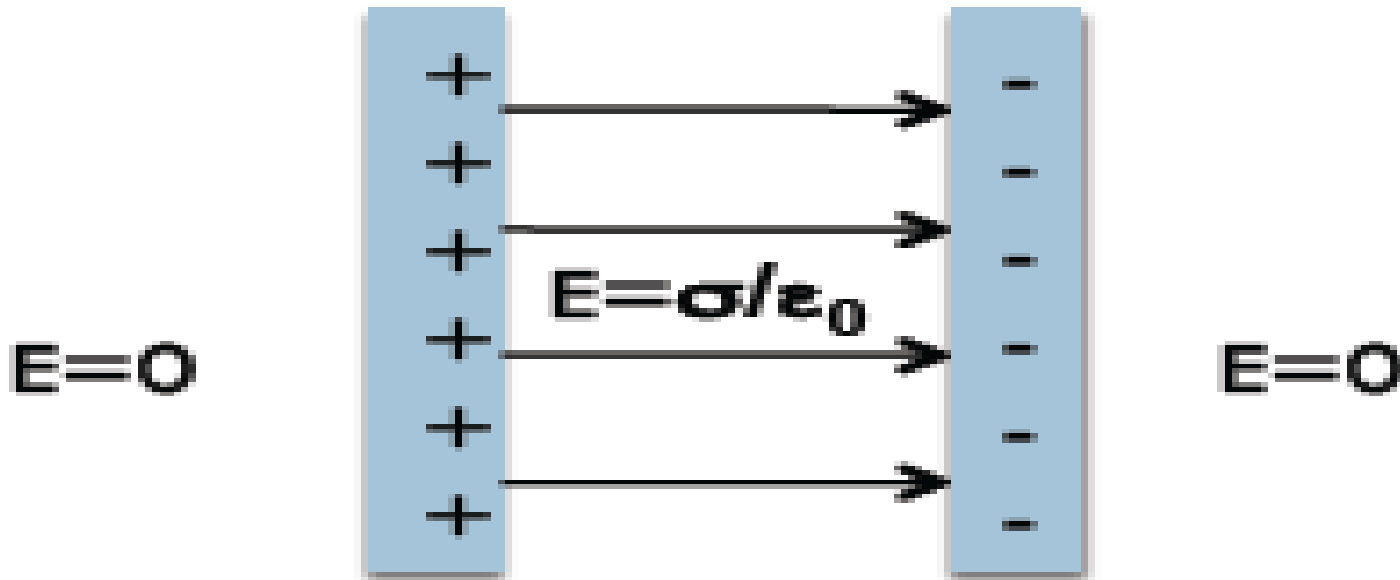
$$E = \sigma / 2\epsilon_0$$



Distributions de Charges+

## II. ELECTROSTATIQUE

On représente le champ électrique au moyen de lignes de champ. Les directions tangentes à celles-ci donnent la direction et le sens du champ électrique.



2 Distributions de Charges : 1 Plan Charges+ et 1 Plan Charges-

# III. Energies des Systèmes Physiques

---

Notions de Base sur l'énergie :

L'énergie est une force multipliée par une distance.

Définition du Travail , noté  $W(AB)$  : Energie a fournir pour se déplacer de A vers B.

Si  $W(AB) > 0$ , il sera plus facile d'aller de A vers B.

Si  $W(AB) < 0$  il sera plus facile d'aller de B vers A.

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}$$

Une force est dite conservative si le travail pour aller de A vers B ne dépend que des positions de A et de B, et non pas du chemin suivi pour aller de A vers B. Les forces de pesanteur, d'élasticité et de Coulomb sont conservatives. Les forces de frottements ne sont pas conservatives.

### III. Energies des Systèmes Physiques

Définition de l'énergie potentielle : L'énergie potentielle est l'énergie d'un point qui pourrait engendrer une énergie cinétique (d'où le terme potentiel). Elle est liée au travail par la formule :

$$U_F(B) - U_F(A) = W_{BA}$$

Voici un tableau récapitulatif des Travaux et Energies potentielles pour quelques forces :

	Force	Travail	Energie potentielle
Poids (pesanteur)	$-mg$	$-mg(z_B - z_A)$	$mgz$
Ressort (élasticité)	$-kx$	$-\frac{k}{2}(x_B^2 - x_A^2)$	$\frac{1}{2}kx^2$
Electrostatique (de Coulomb)	$k\frac{Qq}{r^2}$ (additive)	$-kQq\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$	$k\frac{Qq}{r}$

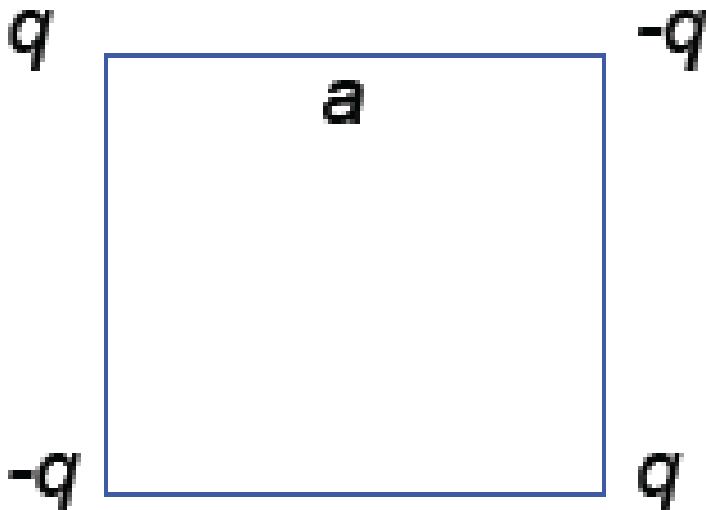
# III. Energies des Systèmes Physiques

---

Cas Particulier :

L'Énergie Potentielle d'un Système à Plusieurs Charges

EXEMPLE : Soit un carré avec 4 charges sur les côtés ,  
comme dans le schéma à gauche. On cherche à connaître  
l'énergie potentielle du carré entier. Comment faire?

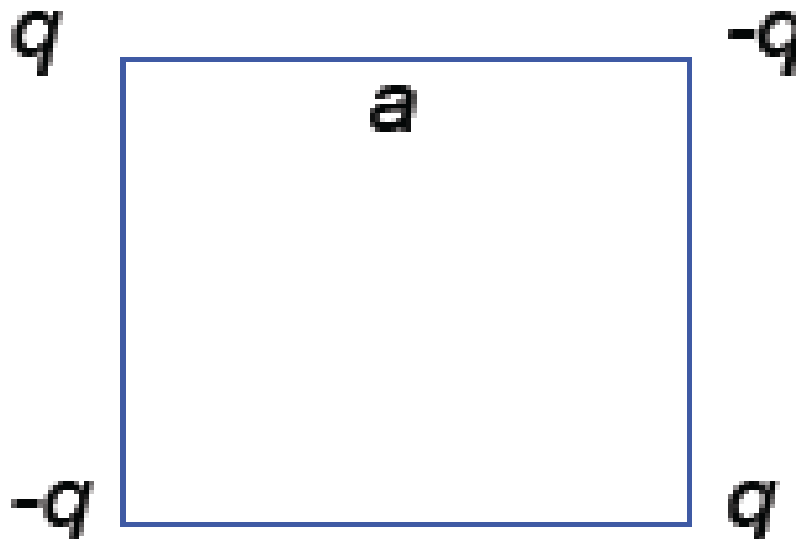


# III. Energies des Systèmes Physiques

---

Afin de calculer l' énergie potentielle de ce système à plusieurs charges :

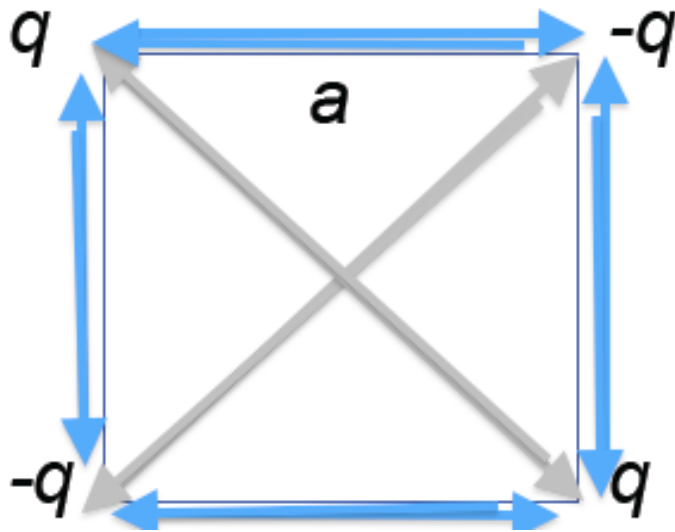
- 1- Compter le nombre d'interactions entre les charges. (le nombre d'interactions de Coulomb)
- 2- Calculer chacune des énergies potentielles pour chaque interaction
- 3- Additionner les énergies potentielles pour obtenir le  $U$  du système.



# III. Energies des Systèmes Physiques

---

## 1- Compter le nombre d'interactions entre les charges



2 interactions diagonales : 1 entre les 2 charges négatives et 1 entre les 2 charges positives (flèches en gris)

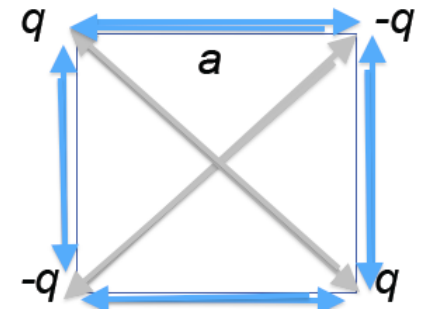
4 interactions sur chaque côté du carré (flèches en bleu)

# III. Energies des Systèmes Physiques

## 2- Calculer chacune des énergies potentielles pour chaque interaction

---> Pour 1 interaction diagonale il faut utiliser  $U = kQq/r$  : soit  $U(\text{diagonale}) = kq^2/\sqrt{2}$  (utiliser le théorème de Pythagore pour connaître la distance entre 2 coins opposés d'un carré)

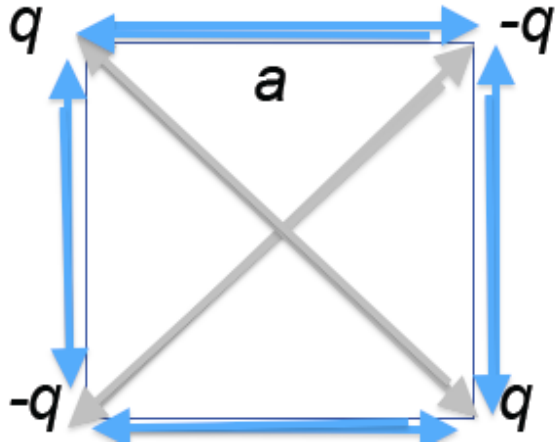
---> Pour 1 interaction pour chaque côté :  $U(\text{côté}) = -kq^2/a$



	Force	Travail	Energie potentielle
Poids (pesanteur)	$-mg$	$-mg(z_B - z_A)$	$mgz$
Ressort (élasticité)	$-kx$	$-\frac{k}{2}(x_B^2 - x_A^2)$	$\frac{1}{2}kx^2$
Electrostatique (de Coulomb)	$k\frac{Qq}{r^2}$ (additive)	$-kQq\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$	$k\frac{Qq}{r}$

# III. Energies des Systèmes Physiques

## 3- Additionner les énergies potentielles pour obtenir le U du système



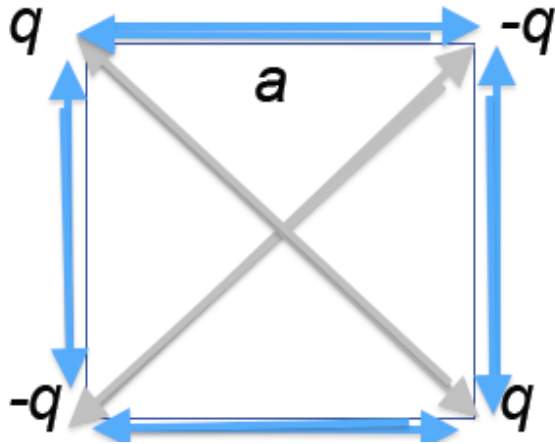
---> Pour 1 interaction diagonale il faut utiliser  $U = kQq/r$  : soit  $U(\text{diagonale}) = kq^2/a\sqrt{2}$  (utiliser le théorème de Pythagore pour connaître la distance entre 2 coins opposés d'un carré)

---> Pour 1 interaction pour chaque côté :  $U(\text{côté}) = -kq^2/a$

$$U = 2 \frac{q^2}{a\sqrt{2}} - 4 \frac{q^2}{a} = k \frac{q^2}{a} 2 \left( \frac{1 - 2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right)$$

### III. Energies des Systèmes Physiques

---



$$U = 2 \frac{q^2}{a\sqrt{2}} - 4 \frac{q^2}{a} = k \frac{q^2}{a} 2 \left( \frac{1 - 2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right)$$

Important : Si  $U(\text{Système}) < 0$ , alors la structure est dite liée, et il faudra fournir de l'énergie ( $=U$ ) au système pour séparer les charges.

Si  $U(\text{Système}) > 0$ , alors le système sera instable et libèrera de l'énergie en séparant les charges.

Dans l'exemple précédent,  $1 - 2\sqrt{2} < 0$ , donc la structure était liée, et il fallait fournir  $U$  énergie en Joules pour séparer les charges du carré.

# III. Energies des Systèmes Physiques

---

## ENERGIES POTENTIELLE, CINÉTIQUE ET TOTALE

L'énergie cinétique d'une particule de masse  $m$   $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

Le théorème de l'énergie cinétique (rappel de lycée) : La variation d'énergie cinétique entre les positions A et B égale le travail des forces extérieures entre ces deux positions

$$E_c(B) - E_c(A) = W_{AB}^{(ext)}$$

L'énergie totale d'une particule de masse  $m$   $E = \frac{1}{2} m v^2 + U(\vec{r})$

La loi de Conservation de l'énergie totale : Si les forces extérieures sont conservatives, l'énergie totale reste constante au cours du temps.

## IV. Le Dipôle Electrique

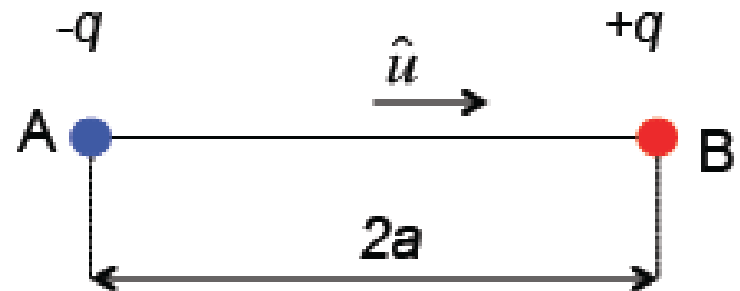
Le Dipôle électrique est une distribution de charges constituée de 2 charges  $+q$  et  $-q$  placées en deux points.

On y associe un moment dipolaire :

$$\vec{p} = 2aq\hat{u} \quad (q > 0)$$

Le moment dipolaire est un vecteur :

- Aligné sur la droite joignant les 2 charges
- Dont le sens va de la charge  $-$  à la charge  $+$
- Dont on notera la norme par  $p$



Le moment dipolaire est exprimé en Coulomb-mètre (C.m)

NB :  $2a$  = Distance entre A et B! (et pas  $2x$  la distance!!! C'est juste une notation !!!!!)

## IV. Le Dipôle Electrique

---

Interaction entre le dipôle électrique et un point quelconque dans l'espace :

1- Le dipôle électrique émet un champ électrique sur la particule M quelconque dans l'espace. Ce champ électrique est inversement proportionnel à la distance qui le sépare de la charge au cube (puissance 3 quoi ^^). Mathématiquement ca donne ca :

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = k \frac{p}{r^3} (3 \cos^2 \theta - 1)$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = k \frac{p}{r^3} (3 \cos \theta \sin \theta)$$

2- Le dipôle électrique émet un potentiel électrique sur la particule M quelconque dans l'espace qui est inversement proportionnel à la distance qui le sépare de la charge au carré! (puissance 2)

Mathématiquement ca donne :  $V(M) = k p / r^2$

## IV. Le Dipôle Electrique

---

Interaction entre le dipôle électrique et un champ électrique :

Si on induit un champ électrique sur un dipôle électrique , il n'y a pas apparition d'une force, mais d'un moment de force! (Donné par la formule à droite).

$$\Rightarrow \boxed{\vec{\Gamma} = \vec{p} \wedge \vec{E}}$$

NB : Il s'agit d'un produit vectoriel :  $\Gamma = p.E.\sin(\theta)$

Si on induit un champ électrique sur un dipôle électrique : l'énergie potentielle qui apparaît

$$\boxed{|U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -pE \cos \theta}$$

$\theta$  = Angle entre  $p$  et  $E$

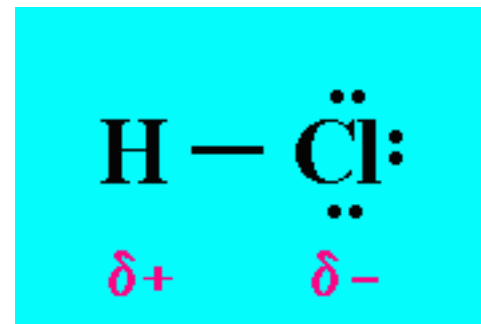
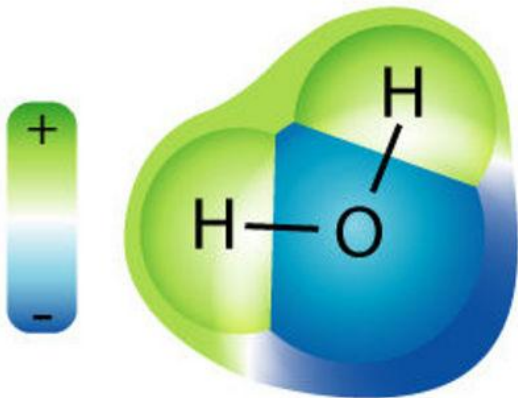
## IV. Le Dipôle Electrique

---

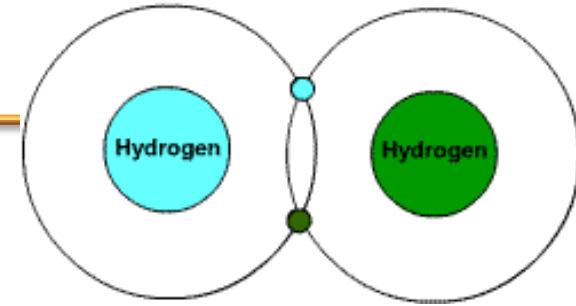
Il existe des dipôles électriques naturellement présents dans le monde! Le sel est un dipôle électrique par exemple, l'eau aussi!!

H<sub>2</sub>O est un dipôle car les 2 atomes d'hydrogènes se comportent comme le + et l'oxygène se comporte comme le –

HCl est un dipôle : l'hydrogène se comporte comme le pôle+ et le chlore comme le pôle -.



## IV. Le Dipôle Electrique



Il y a 2 types de dipôles électriques :

1 - Les dipôles électriques permanents : Ce sont les dipôles électriques naturellement présents sans qu'on émette un champ électrique pour faire apparaître le dipôle. Ce sont des dipôles où les barycentres des charges + et - ne coïncident pas. Les molécules en question sont dites polaires.  $H_2O$  et  $NaCl$  sont des dipôles permanents.

2 - Les dipôles électriques induits : Lorsqu'on émet un champ électrique sur une molécule, on forme un dipôle par distribution de charges autour du noyau.

NB : les molécules symétriques ou diatomiques (genre  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$ ) ne sont pas naturellement des dipôles, il faut émettre un champ électrique pour les rendre polaires.

## IV. Le Dipôle Electrique

---

$p$  : moment dipolaire induit

$\alpha$  : coefficient de polarisabilité

$E$  : champ électrique qu'on émet à la molécule

$$\vec{p} = \alpha \vec{E}$$

On peut très bien rajouter un champ électrique sur un dipôle permanent pour le rendre encore plus polaire! (le moment dipolaire sera encore plus puissant).

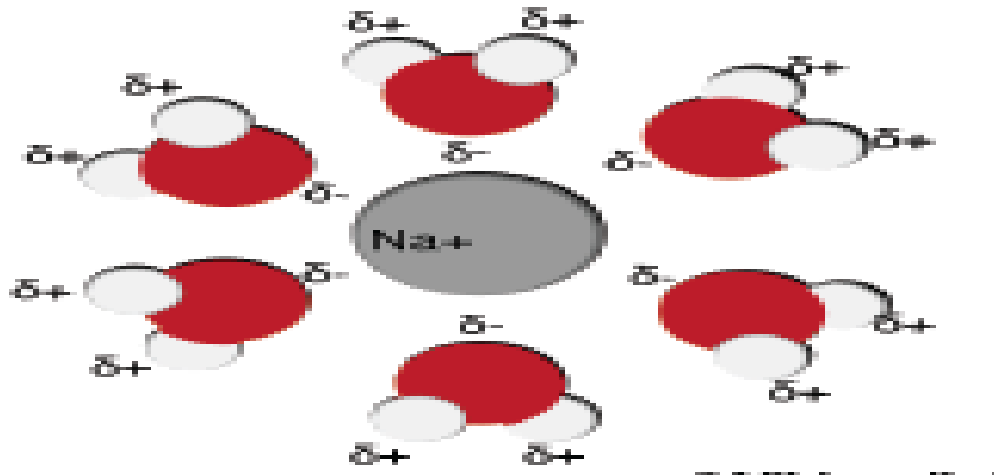
L'induction d'un champ électrique sur une molécule dépend du coefficient de polarisabilité de la molécule (= capacité de se faire polariser). Cette constante varie pour chaque molécule. De plus, si la température augmente, le coefficient de polarisabilité diminue, et il sera plus difficile de polariser une molécule en environnement chaud.

Petite Particularité : En présence d'un champ électrique, les molécules polaires sont plus facilement polarisables que les molécules non polaires car les dipôles permanents s'alignent dans la direction du champ électrique qu'on leur émet.

## IV. Le Dipôle Electrique

Interaction Dipôle-Ion : Cette interaction est à l'origine de la dissolution d'un composé chimique dans un solvant polaire (solvatation). C'est pourquoi l'eau (qui a un moment dipolaire permanent) dissout les corps ioniques et/ou polaires (ex. les sels, les alcools et les acides)

NB : Une espèce solvatée est entourée par une coque de molécules de solvant. La mobilité des ions s'en trouve réduite.



## IV. Le Dipôle Electrique

Interaction Dipôle-Dipôle : Lorsque deux dipôle sont proches, le premier est soumis au champ électrique produit par le second et vice-versa. Cette interaction résulte en une tendance à l'alignement des dipôles.

Les interactions entre 2 dipôles sont appelées forces de Van der Waals  
Les forces de Van der Waals permettent de rendre compte de changements de phase dans la matière (gaz-liquide)

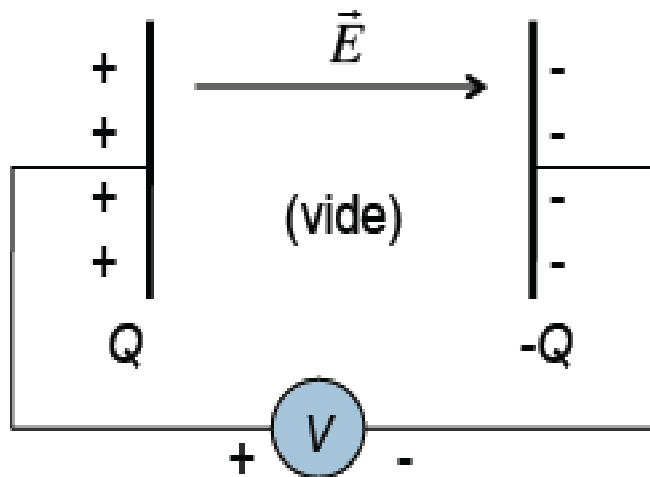
Dipôle	Dipôle	Forces de van der Waals
Induit	Induit	London
Induit	Permanent	Debye
Permanent	Permanent	Keesom

...forces  
à courte portée !

$$F \propto \frac{1}{r^7}$$

## IV. Le Dipôle Electrique

POUR FINIR : CAS PARTICULIER : LES DIPOLES CONDENSATEURS



$$Q = CV$$

$C$  : capacité du condensateur

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}, \quad \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = \frac{1}{36\pi 10^9} \text{ S.I.}$$

[ $C$ ] = F (farad) ou pF =  $10^{-12}$  F

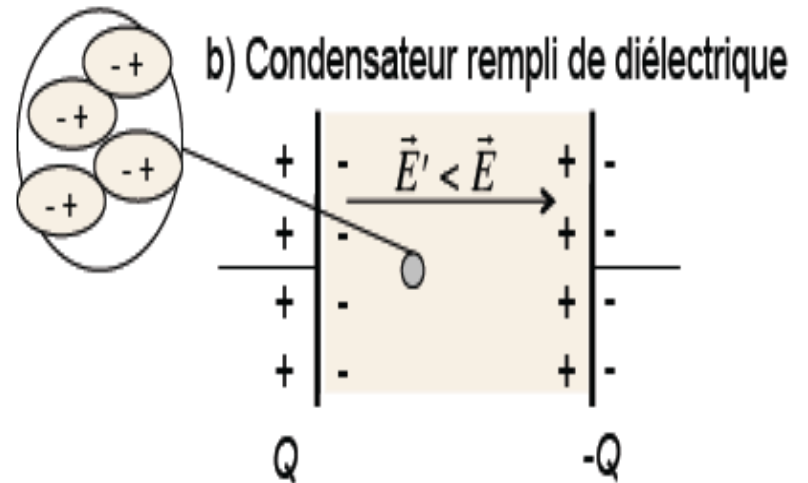
Énergie emmagasinée dans  
un condensateur :

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

# IV. Le Dipôle Electrique

DIPOLES CONDENSATEURS :  
COMMENT MODULER LE CHAMP ELECTRIQUE PRODUIT?

On peut moduler ce champ électrique en remplissant le condensateur d'un matériel dit :  
diélectrique (=matériel polarisable sans charge libre)



$$Q = CV$$

On définit la *constante diélectrique*  $\epsilon_r$   
(ou *permittivité relative*) par :

$$\frac{C'}{C} = \epsilon_r \geq 1$$

$$E = \frac{V_A - V_B}{L_{AB}}$$

# LA FIN DU COURS

---

- AXER L'APRENTISSAGE SUR LES FORMULES
- AXER L'APRENTISSAGE SUR LES DEFINITIONS
- FAIRE DES QCM +++

**ET MAINTENANT, QUELQUES QCM ...**