

# Etats de la matière – Fiche de cours

## 1. Notions physique de base

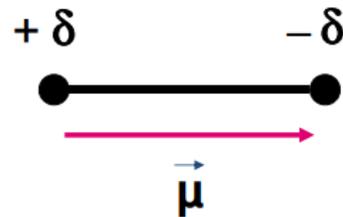
### a. La matière

La matière est composée d'atomes et de molécules qui peuvent interagir entre-eux selon leur état physique :

- forces inter partielles (covalence, ionique, inter moléculaires)
- agitation thermique

### b. Moment dipolaire

On définit le moment dipolaire d'une liaison par :



avec  $\vec{\mu} = \delta \cdot \vec{\ell}$  et  $\ell$  la longueur de la liaison (unité en Debye)

### c. Liaison polarisée

On distingue 3 cas possibles selon la position des électrons dans la liaison :

- $\Delta \chi \leq 0,4$  liaison covalente dite apolaire
- $0,4 < \Delta \chi \leq 1,7$  liaison covalente dite polaire
- $\Delta \chi \geq 1,7$  liaison covalente impossible ; il se forme une liaison ionique (ou électrovalente)

## d. Interactions de Van-der-Waals

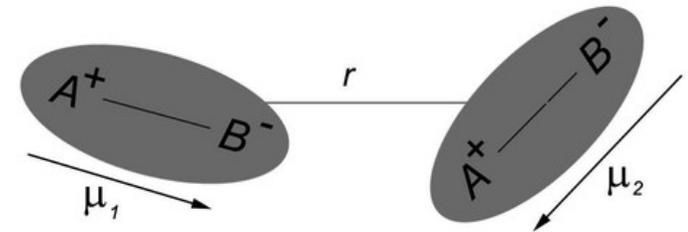
- Résultante de force

$$F = \frac{K}{r^7} \quad (\text{en Newton})$$

- Force de Keesom (effet d'orientation)

Interaction de type dipôle permanent – dipôle permanent

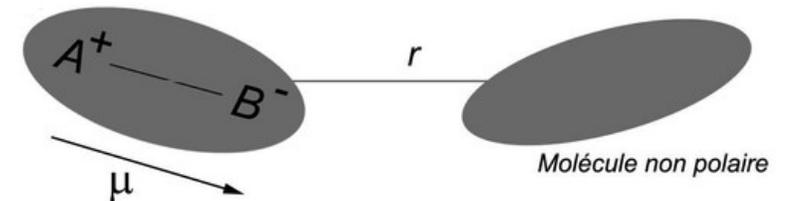
Il s'agit de l'action d'un composé polaire sur un autre composé polaire



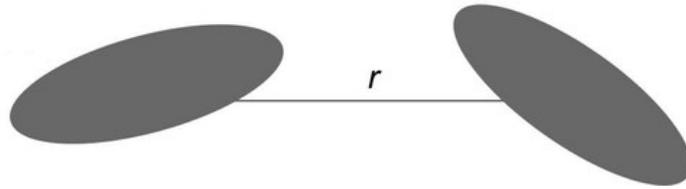
- Force de Debye (effet d'induction)

Interaction de type dipôle permanent – dipôle induit

Il s'agit de l'action d'un composé polaire sur un autre composé apolaire (qui se polarise temporairement en présence d'un composé polaire)



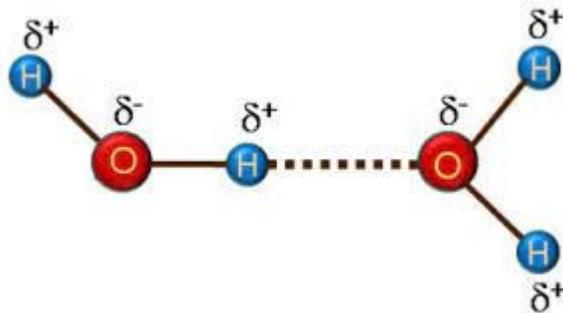
- Force de London (effet de dispersion)  
Interaction de type dipôle induit – dipôle induit  
Il s'agit de l'action de 2 composés apolaires qui sous leur propre action se polarisent temporairement rendant l'interaction possible  
Il peut également s'agir de l'action d'un composé polaire sur un composé apolaire



### e. Liaisons hydrogène

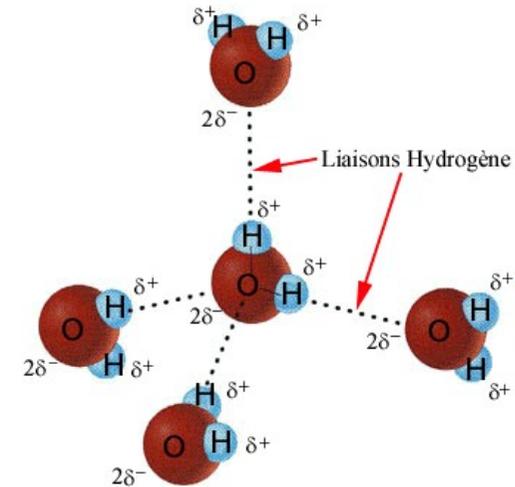
Un atome d'hydrogène placé sur une liaison polaire  $R-H$  peut interagir à distance avec l'un des atomes suivants : N, O, F, Cl

- liaisons hydrogène intramoléculaires : diminution des températures de changement d'état
- liaisons hydrogène intermoléculaires : augmentation des températures de changement d'état



### f. Cas de l'eau

L'eau forme des liaisons hydrogène en adoptant une structure tétraédrique



## 2. Etats de la matière et changement d'état

### a. Etat solide

- état intermédiaire
- forte cohésion entre les molécules
- masse volumique élevée
- forme propre
- état ordonné
- dense
- incompressible

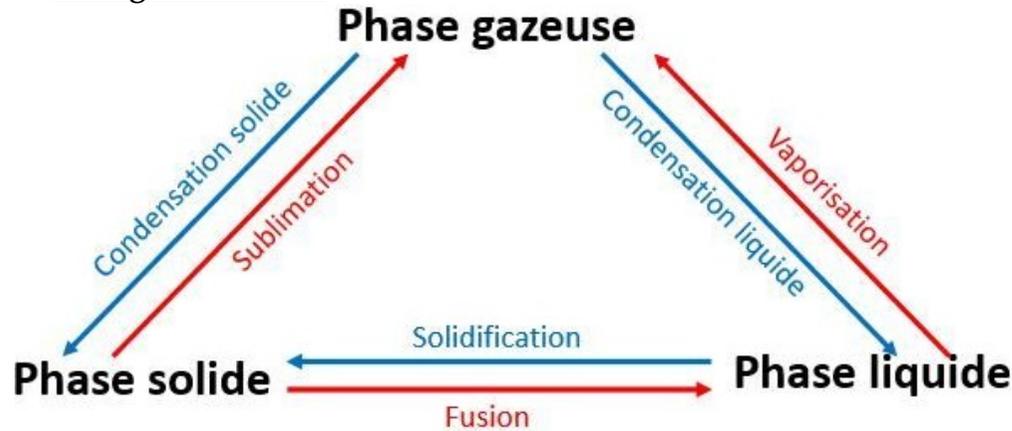
### b. Etat liquide (fluide)

- état condensé
- dense
- masse volumique élevée
- sans forme propre
- état désordonné
- pratiquement incompressible

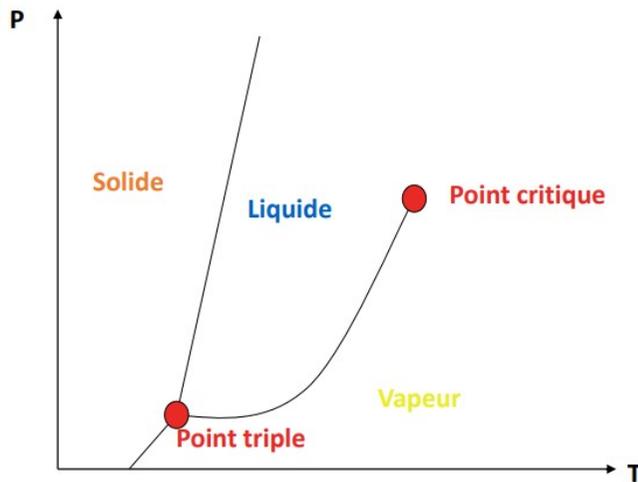
**c. Etat gazeux (fluide)**

- état dispersé
- faible masse volumique
- sans forme propre
- état désordonné
- compressible

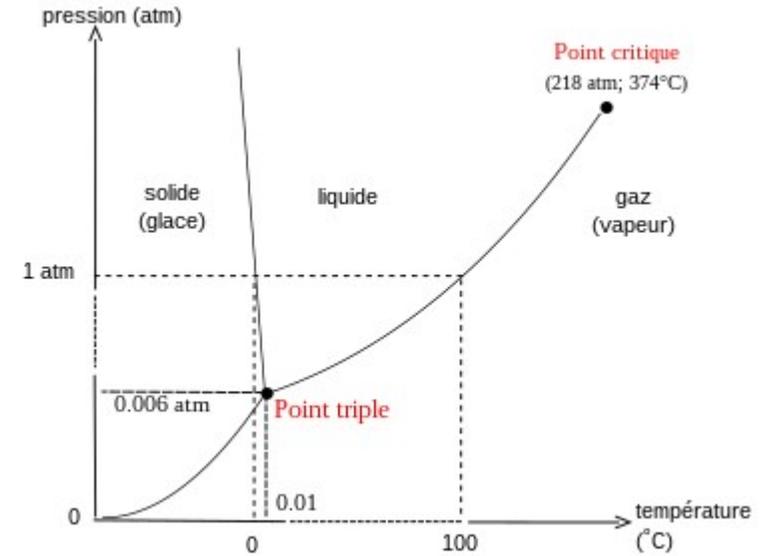
**d. Changement d'état**



**e. Diagramme de phase**



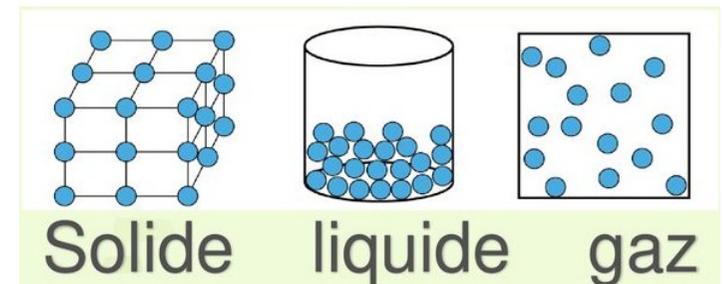
**f. Diagramme de phase de l'eau**



**g. Agitation thermique**

L'agitation thermique se manifeste sous la forme de mouvements aléatoires et incessants des atomes et molécules

- état solide : vibration, rotation
- état liquide : vibration, translation, rotation
- état gazeux : vibration, translation, rotation



### 3. Relations entre 2 corps purs

#### a. Relation entre 2 gaz

Un mélange de 2 gaz est toujours homogène



#### b. Relation entre 2 liquides

Soit 2 liquides A et B

- aucune affinité  $A \diamond B$  : liquides insolubles ; on distingue 2 phases
- affinité  $A \diamond A = A \diamond B = B \diamond B$  : liquides solubles ; on distingue 1 phase
- affinité  $A \diamond B$  supérieure à  $A \diamond A$  B est attiré loin de la surface
- affinité  $A \diamond B$  inférieure à  $A \diamond A$  B est attiré proche de la surface

### 4. Les solutions

#### a. Définition

Une solution est constituée d'un solvant et de solutés :

- solvant : espèce chimique la plus abondante
- solutés : tous les composés (sauf solvant)

#### b. Classification

- solution micro moléculaire :  
molécules composées de moins de 1000 atomes
- solution macro moléculaire :  
molécules composées de 1000 à 1 milliard d'atomes

#### c. Concentrations

- concentration molaire (ou molarité) :

$$C_m = \frac{n(\text{soluté})}{\text{volume}(\text{solution})}$$

- concentration pondérale :

$$C_p = \frac{\text{masse}(\text{soluté})}{\text{volume}(\text{solution})}$$

- relation entre concentrations

$$C_p = C_m \cdot M \quad M \text{ masse molaire du soluté}$$

#### d. Molalité

$$C'_m = \frac{n(\text{soluté})}{\text{masse}(\text{solvant})}$$

#### e. Solutions électrolytiques

Les ions sont obtenus par :

- dissociation de composés ioniques
- ionisation de composés polaires (gaz)

Il existe 2 types d'électrolytes :

- électrolytes forts : totalement dissociés
- électrolytes moyens ou faibles : partiellement dissociés

#### f. Concentration équivalente

L'équivalent molaire d'un ion permet d'établir l'électro neutralité des solutions

$$Eq = C_m \times \text{coefficient stoechiométrique} \times |\text{charge électrique}|$$

### g. Coefficient d'ionisation

Pour un électrolyte de coefficient de dissociation  $\alpha$  :

$$i = 1 + (p-1) \cdot \alpha \quad p \text{ est le nombre de particules dissociées}$$

### h. Osmolarité et osmolalité

$$\text{osmolarité} = i \cdot C_m$$

$$\text{osmolalité} = i \cdot C'_m$$

## 5. Gaz parfaits et gaz réels

### a. Notion de gaz parfaits

#### - Définition

Un gaz parfait est défini par :

- les molécules sont assimilées à points (sans volume)
- il n'existe pas de forces attractives intermoléculaires

#### - Variables d'état

Les 5 variables définissant l'état d'un gaz sont :

- Pression  $p$  en Pa
- Volume  $v$  en  $m^3$
- Quantité de matière  $n$  en mole
- Température absolue  $T$  en K

#### - Loi de Boyle-Mariotte

A température constante et pour un gaz parfait,  $pv = cste$

#### - Equation des gaz parfaits

Pour un gaz parfait,  $pv = nRT$  avec  $R = 8,314 \text{ SI}$

### b. Les gaz réels

#### - Caractérisation

Les forces intermoléculaires non négligeables utilisent de l'énergie et diminuent la pression du gaz parfait  $p$  de la pression interne  $\pi$

$$P = p - \pi \quad \text{ou} \quad p = P + \pi \quad \text{avec} \quad \pi = \frac{a}{V^2}$$

Le volume total  $V$  d'un gaz réel est composé par le volume du gaz parfait  $v$  ainsi que le covolume  $b$

$$V = v + b \quad \text{ou bien} \quad v = V - b$$

#### - Modèle corrigé des gaz réels

En utilisant la relation des gaz parfaits on obtient :

$$pv = \left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = nRT$$

### c. Mélanges gazeux

#### - Fraction molaire

La fraction molaire d'un gaz est défini par  $f_i = \frac{n_i}{n_t}$

#### - Pression partielle

La pression partielle d'un gaz est définie par  $P_i = P_t \cdot f_i$

#### - Volume partiel

Le volume partiel d'un gaz est défini par  $V_i = V_t \cdot f_i$