

Module de Biophysique

BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS

Pr. Bouthaina Boutabia-Chéraitia

Faculté de Médecine d'Annaba

1 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

A- LES ETATS DE LA MATIERE

Les états les plus classiques sont: { *état liquide*
état solide
état gazeux

On compte aussi -entre autres-, les états **intermédiaires** tels que les **cristaux liquides** (utilisés dans la téléphonie mobile), et qui combinent les propriétés d'un liquide conventionnel avec celles d'un solide cristallisé.

Un **plasma**, dit 4^{ème} état de la matière, est un **gaz ionisé**, constitué d'électrons, d'ions, d'atomes ou de molécules neutres.

1- L'ÉTAT LIQUIDE

- ↪ possède un volume propre
- ↪ épouse la forme du récipient qui le contient
- ↪ au repos, sa surface libre est toujours plane et horizontale

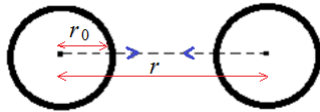


2 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

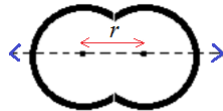
↗ **condensé**, et ses particules faiblement liées. En effet:

r : distance qui sépare deux atomes de rayon r_0 .

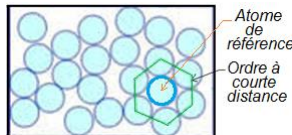
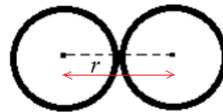
* Lorsque $r > 2r_0 \Rightarrow$ attraction.



* Lorsque $r < 2r_0 \Rightarrow$ répulsion.



* Lorsque $r = 2r_0 \Rightarrow$ les atomes se tassent les uns contre les autres, formant ce qu'on appelle **l'ordre à courte distance**.



2- L'ETAT GAZEUX

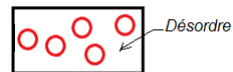
3 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

↗ ne possède ni forme propre, ni volume propre.

↗ tend à occuper tout le volume disponible.

↗ **dispersé**, complètement désorganisé, ses particules quasiment indépendantes.

↗ n'est constitué que d'atomes ou de molécules.



B- ENERGIE ET INTERACTIONS

1- L'ENERGIE

Propriété d'un système capable de **fournir** du travail. Elle s'exprime en:

↗ Joules (J) dans le $S.I (M.K.S.A)$

↗ Ergs (erg) dans le système ($C.G.S$) : $1erg = 10^{-7}J$

↗ Calories (cal) : $1cal = 4.184J$

↗ Electrons-volts (eV) : $1eV = 1.6 \times 10^{-19}J$

2- L'INTERACTION

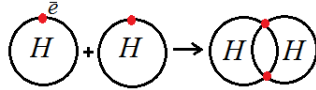
Deux corps sont en **interaction** lorsqu'ils exercent **l'un sur l'autre**, une **action** appelée **force**. L'interaction obéit donc au principe de la **réciprocité**.

4 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

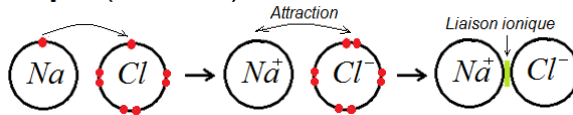
2-1- L'INTERACTION INTERATOMIQUE

Dite **interaction primaire** et peut être:

→ **covalente** (ex: H_2)



→ **ionique** (ex: $NaCl$)



→ **métallique** entre les atomes des métaux (ex: Cu), qui mettent en commun un ou plusieurs $\bar{e}$ appelés « $\bar{e}$ libres » responsables de la **conductivité électrique** des métaux.



5 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

2-1- L'INTERACTION INTERMOLECULAIRE

Dite **interaction secondaire**. Elle est responsable de la **cohésion** des liquides et des solides moléculaires, et est régie par des **forces d'attraction** d'origine **électro-statique** entre les molécules, de par l'interaction entre les particules chargées ($\bar{e}$, e^+) qui les composent.

C- LA PRESSION DE VAPEUR SATURANTE

1- DEFINITIONS

Ce système est composé de deux liquides non miscibles. Nous avons deux **phases** différentes et un seul **état** liquide.

Phase: région de l'espace où on a les **mêmes paramètres** et les **mêmes propriétés** (composition chimique, propriétés physiques, état de la matière).

Remarques



→ système **ouvert**: il échange l'énergie et la matière avec le milieu environnant.



6 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

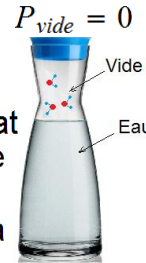


- système **fermé**: il échange uniquement l'énergie avec le milieu environnant.
- système **isolé**: aucun échange avec le milieu environnant.

2- PRESSION DE VAPEUR SATURANTE

L'enceinte **fermée** est à **température fixée**.

Un certain nombre de molécules d'eau vont passer à l'état de **vapeur** jusqu'à saturation de l'espace vide et atteindre ainsi une pression dite **pression de saturation** (P_{sat}) ou **pression de vapeur saturante**, qui ne dépend que de la **température**.



P_{sat} : pression de la **vapeur** d'une substance (phase **gazeuse**) qui est en **équilibre** avec la phase **liquide** de cette substance pour une température donnée.

L'**équilibre** signifie que le flux de molécules passant de l'état **liquide** à l'état **gazeux** est **équivalent** sur un intervalle de temps donné, au flux de molécules passant de l'état **gazeux** à l'état **liquide**.

7 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia

Pour une substance **volatile** on a: $P_{sat} > P_{atm}$

Pour $100^{\circ}\text{C} \leq t \leq 200^{\circ}\text{C}$, P_{sat} de l'eau est donnée par la formule empirique de **Duperray**:

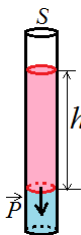
$$P_{sat} = \left(\frac{t}{100}\right)^4 \quad [t] = ^{\circ}\text{C} \quad [P_{sat}] = \text{bar}$$

Rappels :

* $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$

* $1\text{atm} = 101325\text{Pa}$

* Pression exercée par une colonne de liquide:



$$P = \frac{\text{Force}}{\text{Surface}} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} \Rightarrow P = \rho gh$$

⇒ La pression exercée par une colonne de mercure (13.6g/cm^3) de hauteur $h = 760\text{mm}$ s'écrit:

$$P = \rho_{Hg}gh = 13600 \times 9.8 \times 0.76 \approx 101325\text{Pa}$$

On écrit: $760\text{mmHg} \approx 101325\text{Pa}$

* $1\text{Pa} = 7.5 \times 10^{-3}\text{mmHg}$

8 BIOPHYSIQUE DES SOLUTIONS Pr B. Boutabia-Chéraitia**Exercice 1:**

On place 1*litre* d'eau pure dans une cocotte. On ferme la cocotte et on la place sur le feu. La pression de vapeur saturante de l'eau étant de 1*bar*, calculer la température d'ébullition de l'eau.

Exercice 2:

On introduit une masse d'eau ($m = 4g$) dans un récipient de volume $V = 10l$ initialement vide et on le porte à la température $t_1 = 80^\circ C$.

On donne pour l'eau: $P_{sat}(80^\circ C) = 0.466bar$; $P_{sat}(100^\circ C) = 1bar$

1) La pression de vapeur saturante de l'eau sera -t-elle atteinte dans l'enceinte? Déduire alors la masse d'eau qui restera à l'état liquide?

2) On porte le récipient à la température $t_2 = 100^\circ C$. Quelle est la nature du nouvel état d'équilibre? Quelle sera la pression de vapeur dans l'enceinte?