

# Module de Biophysique

1<sup>ère</sup> année de médecine dentaire

DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

FACULTE DE MEDECINE – UNIVERSITE ALGER 1

e-mail : [biophysique\\_facmed-alger@hotmail.com](mailto:biophysique_facmed-alger@hotmail.com)

## Biophysique des solutions

- transports transmembranaires – pH et effets tampon -

### Partie E

- Éléments à retenir -

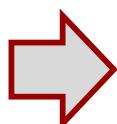
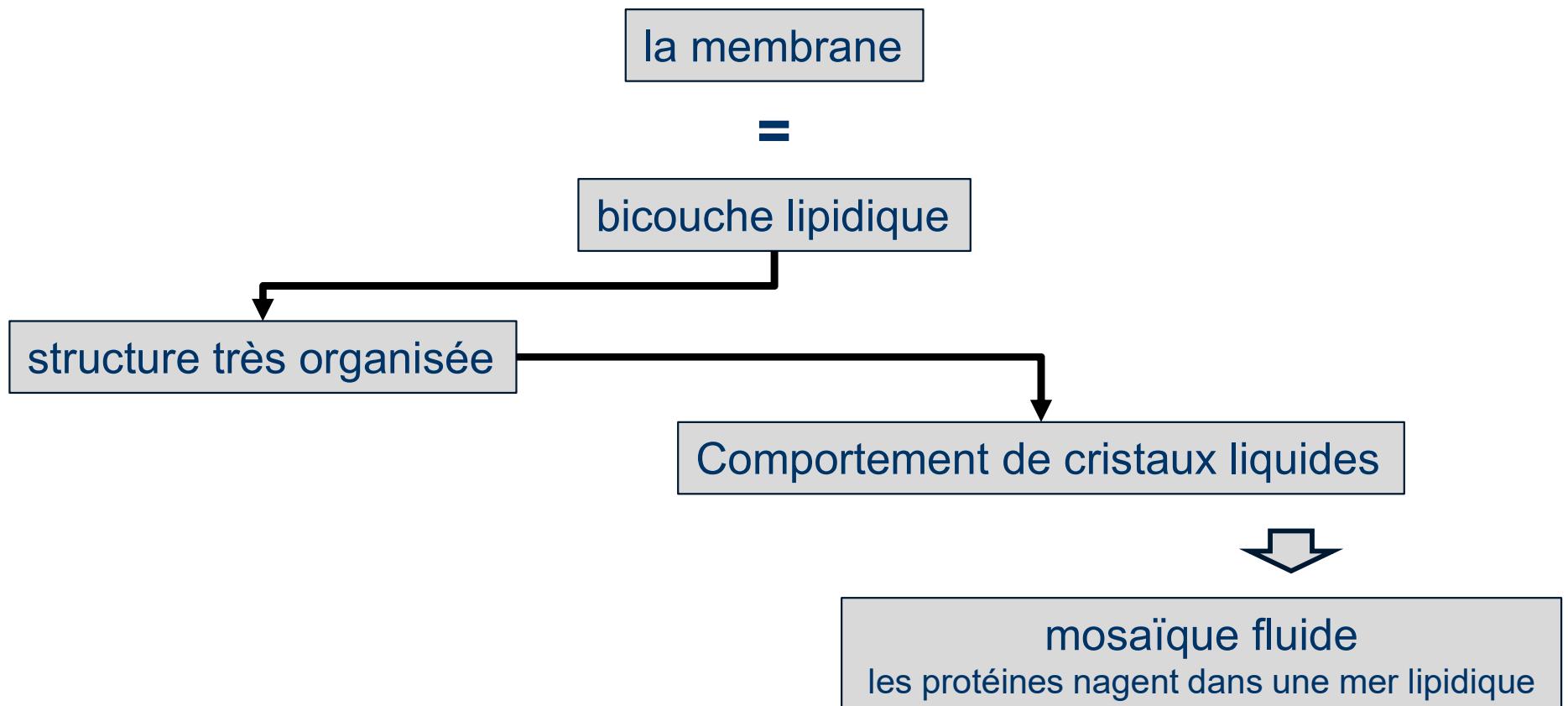
Professeur M. CHEREF

# **Applications aux compartiments liquidiens de l'organisme**

transports transmembranaires

et principes de régulation

# Transports transmembranaires (1)



interface entre deux compartiments liquidiens  
(en d'autres termes, deux solutions de composition différente)

# Transports transmembranaires (2)

la membrane

=

délimitation des différents organites intracellulaires et la cellule elle même

+

rôle fondamental dans les processus d'échange et de régulation



transport passif



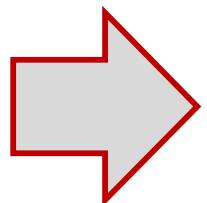
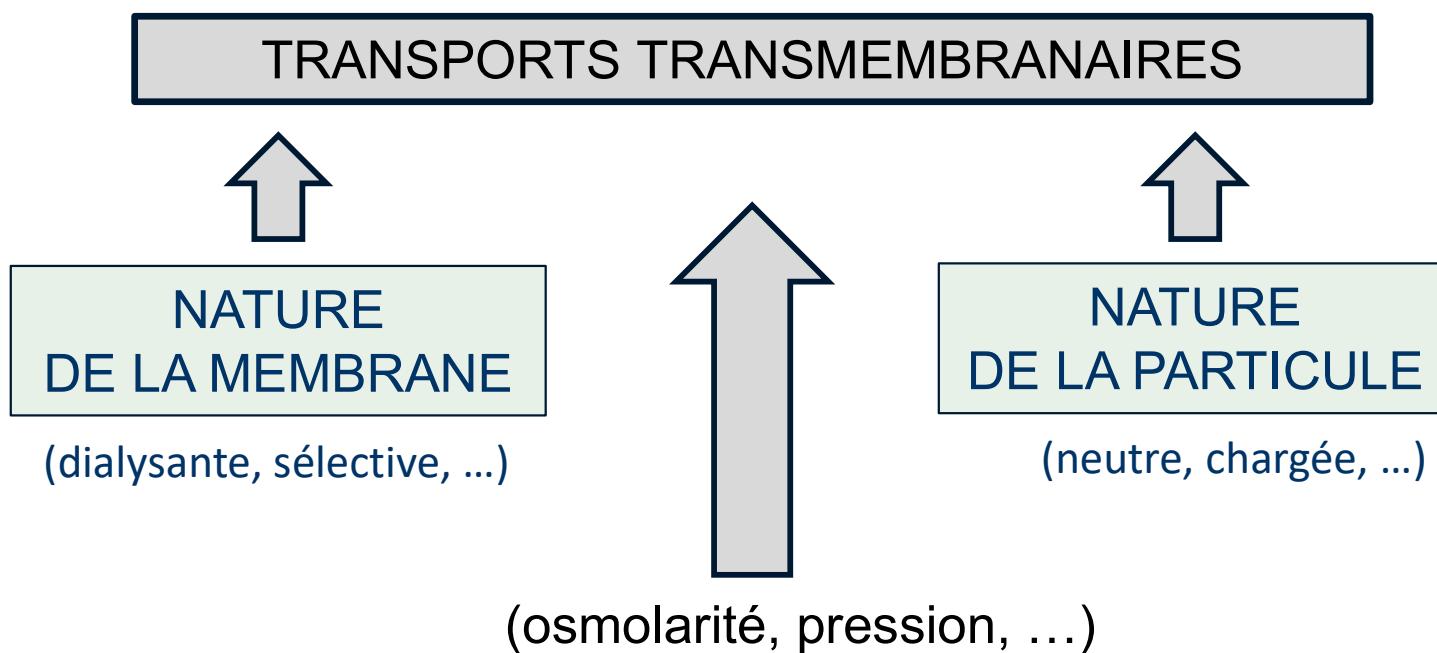
transport facilité



transport actif

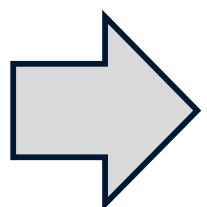
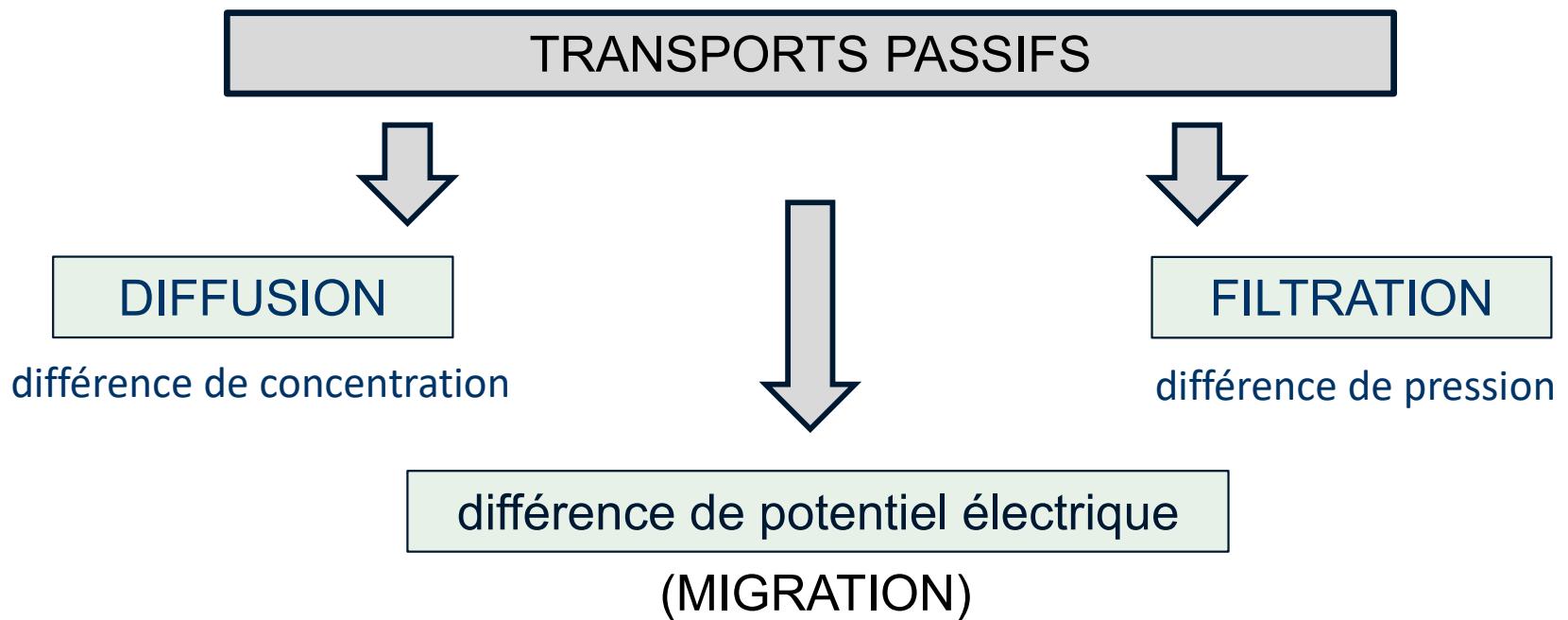
Remarque : transport actif de solutés (ions) : qui nécessite un apport d'énergie (de la cellule qui s'oppose à la loi générale d'uniformisation des concentrations)

# Transports transmembranaires (3)



**INTERET VIS-À-VIS DES COMPARTIMENTS LIQUIDIENS**  
(principe de régulation du milieu intérieur)

# Transports transmembranaires (4)



**INTERET VIS-À-VIS DES COMPARTIMENTS LIQUIDIENS**  
(principe de régulation du milieu intérieur)

# Quelques définitions et rappels (1)

## - Pression osmotique et isotonicité (1)

### **1- pression osmotique : rappel (a)**

la pression osmotique d'une solution est la pression (hydrostatique) qu'il faudrait exercer sur la solution pour empêcher son solvant pur de traverser la membrane qui sépare les deux phases.

### **2- solutions iso-osmotiques :**

deux solutions sont dites iso-osmotiques si, par rapport à une membrane hémipermeable parfaite (idéale) et opposées à un solvant pur, elles ont même pression osmotique.

### **2- solutions isotoniques :**

deux solutions sont dites isotoniques si, par rapport à une membrane quelconque et opposées au solvant pur, elles ont même pression osmotique.

[l'isotonicité n'induit pas forcément que celles-ci aient même concentration osmolaire puisque la membrane peut être perméable aux ions A de la première solution et imperméable aux ions B de la seconde B].

# Quelques définitions et rappels (5)

## - Loi de Nernst (Donnan)

**Caractérisation :**

La différence de potentiel ( $V_i - V_e$ ) qui équilibre pour un ion donné la force de diffusion due au gradient de concentration est donnée par l'équation suivante :

$$V_{\text{repos}} = V_i - V_e = -\frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln\left(\frac{[\text{ions (i)}]}{[\text{ions (e)}]}\right)$$

F : constante de Faraday ( $F = 96500 \text{ C/mol}$ )  
z : nombre de charges (électrons) mis en jeu  
R : constante des gaz parfaits ( $R = 8,32 \text{ SI}$ )  
T : température absolue (en Kelvin)



# **Notions de pH et d'équilibre acido-basique - effet tampon**

définitions - caractérisations

# Notion de pH

## Définition

le pH d'une solution exprime le degré d'acidité ou de basicité de celle-ci.  
Il est défini comme le logarithme décimal ( $\text{Log}_{10}$ ) de l'activité des ions  $\text{H}^+$  (à un signe près) exprimée en équivalent gramme par litre

$$\text{pH} = - \text{Log}_{10} [\text{H}^+]$$

## Remarques :

- le pH d'une solution neutre est égal à 7. Celui d'une solution inférieure à 7 exprime une solution acide. Celui d'une solution supérieure à 7 exprime une solution basique
- la valeur du pH dépend de la température. Pour exemple, à  $T = 100^\circ\text{C}$ , la neutralité est de 6,12 au lieu de 7.

# Équilibre acido-absique

## Caractérisation

- l'équilibre acido-basique est une importante fonction au sein de l'organisme et qui vise à assurer une régulation du pH.

Une diminution du PH entraînera une acidose, et une augmentation de celui-ci entraîne une alcalose.

- l'exemple du plasma sanguin exprime un pH proche de 7. Les limites du pH compatibles avec la vie sont caractérisées par l'intervalle [7;7,8]. La normalité est autour de 7,4.

## Remarque :

la régulation se fait à travers trois mécanismes:

- les tampons physico-chimiques
- le système respiratoire
- la fonction rénale

# Effet tampon – solution tampon (1)

## Définition

- un système tampon est un système physicochimique qui est capable d'amortir les variations de pH provoquées par un apport ou un retrait d'ions H<sup>+</sup> de la solution.
- Il est constitué par le mélange d'un acide et de sa base conjuguée. Concrètement, d'un acide faible et d'un sel de cet acide avec une base forte (ou le mélange d'une base faible avec un sel de cette base et d'un acide fort).
- le pH d'un système tampon (si A est la concentration en acide et B la concentration en base du système) s'écrit :

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log [\text{B}]/[\text{A}] \quad [\text{pka} = -\text{Log Ka}]$$

(Ka : constante d'équilibre de dissociation acide]

pK étant une caractéristique du système tampon et de la température.

# Effet tampon – solution tampon (3)

## - Notions de tampon ouvert et de tampon fermé

### 1- tampon ouvert

Il s'agit de tampons induisant des réactions caractérisées par le fait que certaines molécules puissent être éliminées par l'organisme. Le seul tampon ouvert de l'organisme est le tampon acide carbonique/bicarbonate ( $\text{CO}_3\text{H}^- / \text{CO}_2$ ), de  $\text{pKa} = 6,1$ .  
*(Il est dit ouvert parce que le  $\text{CO}_2$  peut s'échapper de l'organisme par la respiration)*

$$[\text{CO}_3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}^- + \text{H}^+] \quad \text{et} \quad [\text{CO}_3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}]$$

### 2- tampon fermé

Dans ce cas, aucune molécule de la réaction n'est éliminée de l'organisme. Exemple de tampons fermés : le tampon érythrocytaire = l'hémoglobine.

Ceux-ci ont une masse supposée constante, caractérisés de la manière suivante:

$\text{A}^- / \text{AH}$  (de  $\text{pKa} = 6,8$ )

# État acido-basique du plasma (1)

## - Loi de Henry

**1- pH d'un système tampon (dans le cas  $\text{CO}_3\text{H}^-/\text{CO}_2$ ) : rappel**

- le pH du système tampon s'écrit :

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log_{10} [\text{CO}_3\text{H}^-]/[\text{CO}_2] \quad \text{avec pka} = 6,1$$

**2- loi de Henry : explicitation et relation unissant  $[\text{CO}_3\text{H}^-]$  et pH**

la pression partielle  $P_{\text{CO}_2}$  alvéolaire définit la valeur de la concentration en acide volatil ( $\text{CO}_2$ ) selon l'équation :

loi de Henry :  $[\text{CO}_2] = a \cdot P_{\text{CO}_2}$       avec  $a$  = coefficient de solubilité du  $\text{CO}_2$

d'où

$$[\text{CO}_3\text{H}^-] = a \cdot P_{\text{CO}_2} \cdot 10^{(\text{pH} - 6,1)}$$

# État acido-basique du plasma (2)

## - Droite d'équilibration du CO<sub>2</sub>      droite tampon du sang

Cette fonction traduit les variations de pH et de [CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>] lorsque le sang est titré par l'acide faible CO<sub>2</sub> (lorsque le fluide sanguin est soumis à différentes pressions P<sub>CO<sub>2</sub></sub>). Cette fonction, qui est une droite à ordonnée non nulle B (qui traduit la quantité d'acides fixes du plasma sanguin) s'écrit :

$$[\text{CO}_3\text{H}^-] = - T \cdot \text{pH} + B$$

(T qui exprime le pouvoir tampon des systèmes fermés)

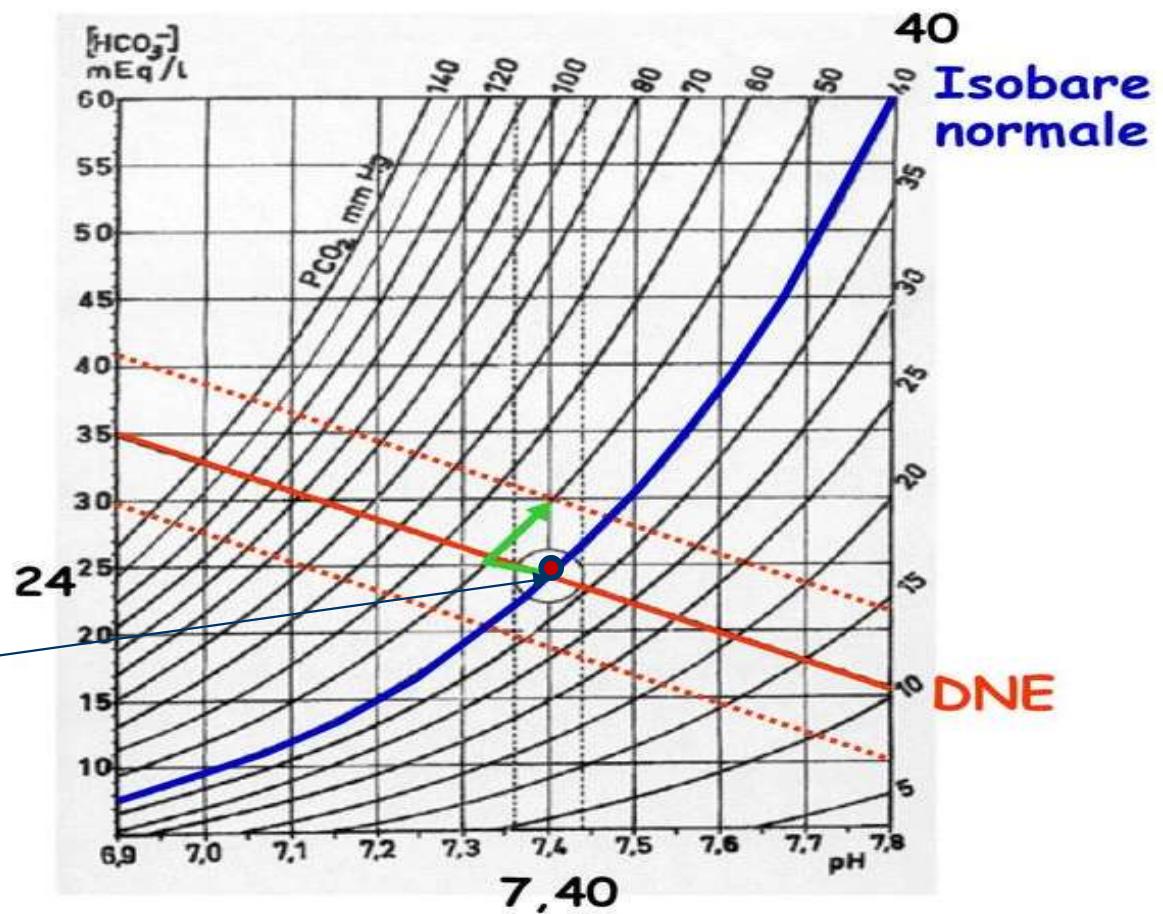
### Remarque :

Les deux équations précédentes décrivent l'état acido-basique du plasma. Il est donc possible d'envisager une représentation graphique qui caractérisera la réalité acido-basique de ce milieu.

# État acido-basique du plasma (3)

Diagramme de DAVENPORT

N, le point Normal



DNE : droite normale d'équilibration du  $\text{CO}_2$

# État acido-basique du plasma (3)

Diagramme de DAVENPORT

