

## LC 4 : Osmose

Élément imposé : Dessalement de l'eau de mer, dialyse, solution isotonique

Biblio : Atkins De Paula, Fosset PC/PC\*, TI W5700 V1, Épreuve olympiade nationale 2016, vidéo CNRS : <https://videothèque.cnrs.fr/doc=2887>, Muller-Esterl Biochimie et biologie moléculaire, Halary, BUP 821, TI K360 V1 sur les membranes, TI P1525 V2 sur la dialyse

Niveau : L2

Prérequis : -Potentiel chimique ( définition, expression, conditions d'équilibre) (L2)

- Loi de l'hydrostatique (L1)
- Volume molaire, fraction molaire (L1)
- Masse molaire en nombre (L2)
- Affinité chimique et condition d'évolution (L2)

Intro pédagogique:

Difficultés : Lors du calcul de la pression : faire somme des concentrations de tous les solutés et pas du sel en solution. Comprendre dans quel sens se déplace le solvant, en fonction du but.

### Introduction

Exemple vie du quotidien : Confiture, sève, dessalement de l'eau de mer, sérum phy..

*Osmose* : passage d'un solvant à travers une membrane semi perméable

*Membrane semi-perméable* : laisse passer le solvant et une petite fraction des solutés.

### I. Principe

#### A. Mise en évidence

Vidéo CNRS Principe + Schéma

Expliquer sens d'évolution

#### B. Pression Osmotique

Schéma osmomètre Atkins p155, Fosset PC-PC\* p60

Etat initial :  $P_0$  dans 1 et 2, 2 contient du soluté

$$\mu_s^1 = \mu_s^*(P_0, T)$$

$$\mu_s^2 = \mu_s^*(P_0, T) + RT \ln(x_s)$$

$x_s < 1$ ,  $RT \ln(x_s) < 0 \rightarrow \mu_s^1 > \mu_s^2$  déplacement du solvant de 1 vers 2.

A l'équilibre :  $\mu_s^1 = \mu_s^2$ , Réaction Solvant (1) = Solvant (2)

Dans 1 :  $P_0$  et dans 2 :  $P_0 + \pi$ ,  $\pi$  pression osmotique

On doit appliquer pression  $\pi$  pour que les deux compartiments soient à la même hauteur

$$\mu_s^1 = \mu_s^*(P_0)$$

$$\mu_s^2 = \mu_s^*(x_s, P_0 + \pi, T) + RT \ln(x_s)$$

$$d\mu^* = -S_m^* dT + V_m^* dP \text{ donc } \mu^*(P_0 + \pi) = \mu^*(P_0) + \int V_m^* dP$$

$$\text{A l'équilibre : } \mu_s^1 = \mu_s^2 \rightarrow -RT \ln(x_s) = \int V_m^* dP$$

Hypothèse :

- Solution diluée  $\rightarrow x_s = 1 - x_A \rightarrow \ln(x_s) = -x_A$  et  $x_A = n_A / (n_A + n_s) = n_A / n_s$

- Solution idéale  $\rightarrow a = c$

-  $V_m$  indépendant de  $P$  : fluide incompressible  $\rightarrow \int V_m^* dP = \pi V_m^*$

$\Rightarrow \pi = RT[A]$  Equation de Van't Hoff, PN 1901

Généralisation :  $\pi = RT \Sigma[\text{solutés}]$

### II. Utilisation du phénomène d'osmose (au choix)

#### A. Comme outils d'analyse : osmométrie (ordre 2 peut être vu en TD)

Détermination de la masse molaire de macromolécules par calcul de pression osmotique.

Exemple Atkins p155 PVC dans le cyclohexane

On mesure hauteur initiale et hauteur à l'équilibre

Avec loi de l'hydrostatique:  $\pi = \rho g \Delta h$

Avec loi de Van't Hoff:  $\pi = RT[\text{PVC}] = RTC_m(\text{PVC})/M_n$

On trace :  $\Delta h = f(C_m)$  devrait être linéaire mais si on regarde les mesures, on n'a pas une droite

Pas d'approximation de solution idéale, DL du Viriel : Halary p170

$\pi = RTC_m/M_n(1 + BC_m/M_n)$  avec B coefficient du Viriel Osmotique

On trace  $\Delta h/C_m = f(C_m) \rightarrow$  droite

L'ordonnée à l'origine  $b = 0,2042 \text{ cmL/g}$  ( $\rho_{\text{cyclo}} = 779 \text{ kg/m}^3$  et  $T = 298 \text{ K}$ )->  $M_n = 158,8 \text{ kg/mol}$

## B. Dessalement de l'eau de mer

TI W5700 V1, Fosset PC-PC\* p65

Osmose inverse. Salinité moyenne de l'eau de mer = 35g/L et eau potable < 350 mg/L,

Explication osmose inverse avec vidéo

Composition de l'eau de mer (tableau) surtout NaCl en proportion  $\rightarrow C_m(\text{NaCl}) = 35 \text{ g/L}$

Attention dans l'eau NaCl =  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  donc deux solutés.

$\pi = RT([\text{Na}^+] + [\text{Cl}^-]) = RT2C_m(\text{NaCl})/M_{\text{NaCl}}$  ( $M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ g/mol}$ )

$\pi = 8,314 * 298 * 2 * 35 / (58,5 * 10^{-3}) = 29,6 \text{ bar}$  (pour avoir l'équilibre)

Pour le dessalement, il faut appliquer des pressions beaucoup plus fortes, 60-80 bars.

En industrie on utilise des membranes semi perméables résistantes aux pressions : ex : TFC = Thin-Film-Composite (Vidéo membrane)

Problèmes dus aux membranes : fine donc pourrait se bouger facilement donc beaucoup de prétraitement avant (filtration, chloration...). Pb = encrassement et entartage du aux sels insolubles.

## C. Rôle en milieu biologique

Muller-Esterl p18, Fosset Pc-PC\* p63

Membrane cellulaire = semi-perméable, perméable à l'eau.

Pression intracellulaire osmotique  $\pi = 7,8 \text{ bar}$

Explication de la migration dans le cas de solution hypotonique ou hypertonique.

$\rightarrow$  Utilisation de solution isotonique

$\rightarrow$  Sérum phy

## D. Dialyse

TI P1525 v2

Dispositif + principe

Loi de Fick

Osmose : type de dialyse, dialyse accélérée

## Conclusion

Ouverture : autres applications

Remarques :

Comment la sève monte t-elle dans les arbres : [https://www.prepamag.fr/concours/pdf/enonces.pdf/2001/PC\\_PHYSIQUE\\_X\\_1\\_2001.enonc e.pdf](https://www.prepamag.fr/concours/pdf/enonces.pdf/2001/PC_PHYSIQUE_X_1_2001.enonc e.pdf)

Membrane : TI K360 V1