

C.A.P. Agents de la Qualité de l'Eau

Épreuve EP 2a

Conduite, Contrôle et Maintenance

Partie Génie des Procédés sujet 2 :
Osmose Inverse

Dossier Ressources

Plan du dossier:

Définition de la conductivité et courbe d'étalonnage
L'osmose inverse
Matériels et produits utilisés

Page 2 à 3
Page 3 à 6
Page 6

Matériel Autorisé :

Calculatrice
Papier millimétré

sujet 2

Mutualisation Académique : **GROUPEMENT NORD**

CAP	Spécialité : Agents de la Qualité de l'Eau	Durée :	Session
	Code Spécialité : 5034301	5 heures	2004
Épreuve : EP 2a Conduite, Contrôle et Maintenance		Coefficient :	Folio
..... N° Sujet :		6	1 / 6

L'objectif premier de ce TP est de nous familiariser à l'utilisation du pilote d'osmose inverse du hall Traitement des Eaux en effectuant le dessalement d'une eau. Il nous permettra également d'effectuer une introduction sur cette technique de filtration membranaire que nous étudierons par la suite tout en suivant les différents paramètres de fonctionnement (débit et surtout conductivité de la solution) d'un osmoseur au cours de son fonctionnement.

I. DEFINITION ET COURBE D'ETALONNAGE $G=F(CM)$

1. CONDUCTIVITE, DEFINITION

La conductivité d'une solution représente sa capacité à laisser passer ou non le courant électrique. La conductivité n'est autre que l'inverse de la résistivité (ou résistance).

$$G = \frac{1}{R}$$

G : Conductivité, conductance en Siemens (S)

R : Résistivité, résistance en Ohms (Ω)

Pour les conducteurs solides, le courant électrique est la résultante du déplacement des électrons (charges négative) de l'électrode négative vers l'électrode positive. **Dans une solution le passage du courant électrique est assuré par des charges qui sont les ions en solution.**

La conductivité est donc intimement liée à la quantité d'ions présente dans la solution et donc à leur concentration. C'est ainsi qu'il existe une relation linéaire entre la conductivité d'une solution et sa concentration en espèces ioniques. Plus la solution contient d'éléments ioniques et plus sa conductivité sera élevée.

La conductivité dépend également fortement de la température (la mobilité des ions augmente à forte température). **Elle dépend aussi de la nature de l'ion** (certains ions sont plus mobiles que d'autres c'est le cas des ions de petites tailles comme H^+ , OH^-). Plus les ions sont mobiles et plus la conductivité sera importante.

La conductivité s'exprime en Siemens (S). Cette unité est cependant peut utiliser car trop importante. On préfère donc utiliser des unités comme le milli-Siemens (mS) ou le micro-siemens (μS) :

$$1 S = 1000 mS \text{ et } 1 mS = 1000 \mu S$$

sujet 2

CAP

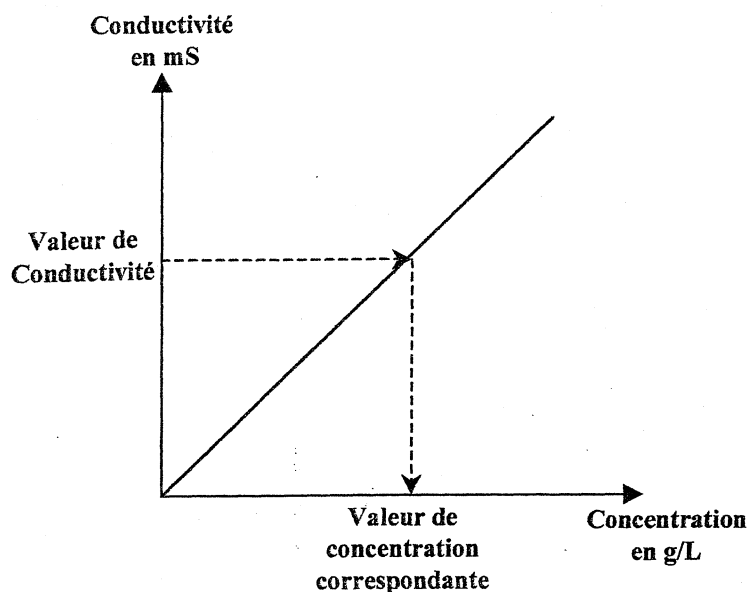
Spécialité : Agents de la Qualité de l'Eau
Épreuve : EP2a Code Spécialité : 5034301..

Session :
2004

Folio
2 / 6

2. UTILISATION DE LA COURBE D'ETALONNAGE $G=F(CM)$

La courbe d'étalonnage présente la valeur de la conductivité pour différentes valeurs de concentration. Elle à l'allure suivante :



Comment trouver une concentration grâce à une mesure de conductivité ?

Pour déterminer la concentration d'une solution qui a une certaine conductivité, il suffit de faire la construction présentée sur la figure afin de déterminer la valeur de la concentration correspondante.

Il est donc important de réaliser une courbe d'étalonnage correcte et précise.

II. L'OSMOSE INVERSE

1. PRESENTATION

Cette technique utilise des membranes denses qui laissent passer le solvant, de l'eau dans la plupart des cas, et arrêtent tous les sels. Elle est exploitée pour la déminéralisation des eaux dessalement de l'eau de mer ou des eaux saumâtres, production d'eau ultra pure), ou pour la concentration de solutions, de jus de fruits par exemple.

L'osmose se définit comme le passage spontané d'un liquide (solvant) au travers une membrane semi perméable permettant le passage des molécules du solvant (généralement l'eau) et non des molécules dissoutes ou des ions (soluté).

Ce transfert de solvant se poursuit jusqu'à ce que la concentration dans les deux compartiments se soit égalisée. Lorsque cet équilibre est atteint, on observe une différence de niveau entre les compartiments de même concentration. Elle représente la pression osmotique. Le solvant se déplace toujours du compartiment dilué vers le compartiment concentré en osmose simple.

sujet 2

CAP

Spécialité : Agents de la Qualité de l'Eau
Épreuve : EP2a Code Spécialité : 5034301 ..

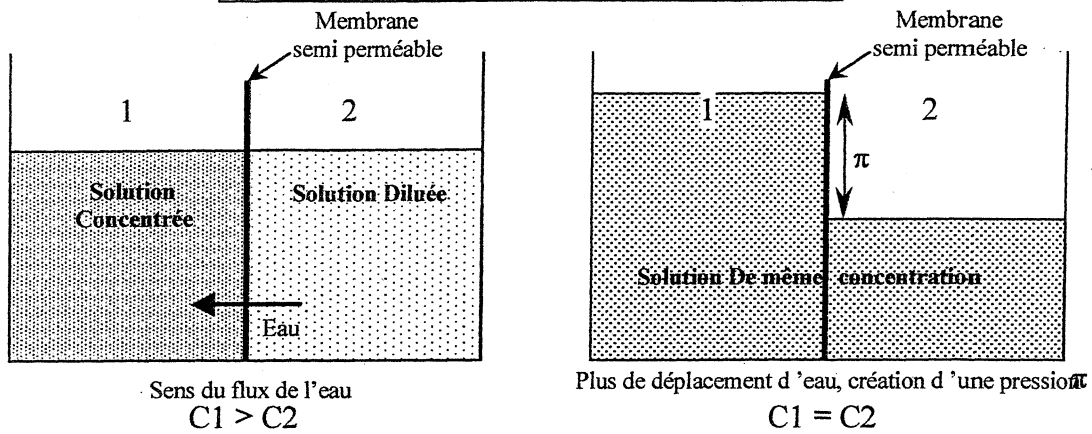
Session :

2004

Folio

3 / 6

Phénomène d'osmose



Si maintenant on applique une pression hydrostatique (par l'intermédiaire d'une pompe haute pression) supérieure à la pression osmotique sur la solution concentrée, le sens de circulation du solvant s'inverse (il va du compartiment concentré vers le compartiment dilué). C'est ce qu'on nomme le phénomène d'**Osmose Inverse**. La solution concentrée sera donc de plus en plus concentrée (la quantité de solvant baisse mais pas la quantité de soluté !). Par contre la solution diluée va encore se diluer grâce à une augmentation de la quantité de solvant. Grâce à cette technique, il est possible d'obtenir une eau dans laquelle les ions sont quasiment absents, le perméat (eau ultra pure) en raison de la forte dilution..

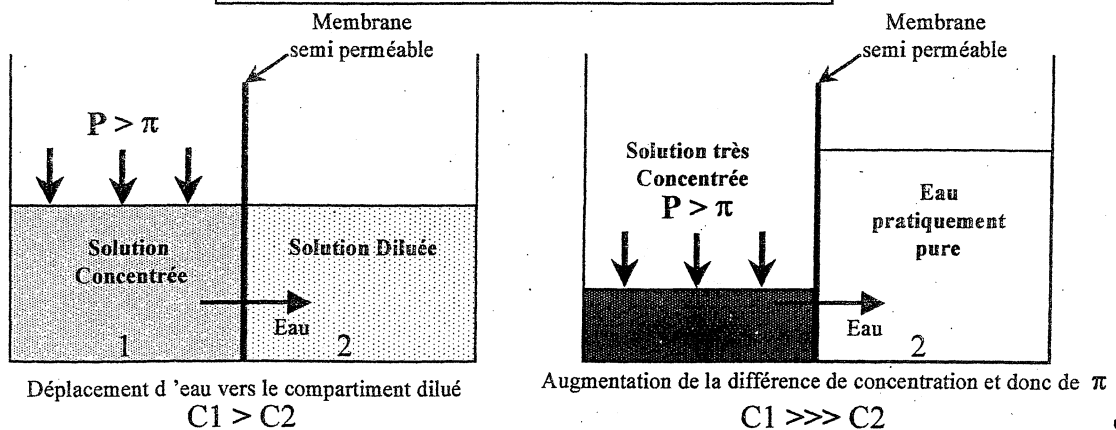
Pour obtenir le phénomène d'osmose, il faut impérativement que la pression appliquée avec la pompe soit supérieure à la pression osmotique qui règne de part et d'autre de la membrane. $\pi < P_{\text{Appliquée}}$

L'expression qui permet de calculer la pression osmotique est la suivante :

$$\pi = R \times T \times \Delta C$$

- Avec π : Pression osmotique en Pa
 R : Constante des gaz parfaits ($R = 8,32$)
 T : Température absolue en K
 ΔC : Différence de concentration de part et d'autre de la membrane en mol/m^3 .

Phénomène d'osmose inverse



sujet 2

CAP

Spécialité : Agents de la Qualité de l'Eau
 Épreuve : EP2a Code Spécialité : 5034301..

Session :
 2004

Folio
 4 / 6

Comme, la solution salée devient de plus en plus concentrée. Il y a une augmentation de la pression osmotique qui limite rapidement la production du perméat. C'est une des raisons pour lesquelles il est impossible de travailler en "filtration frontale". La valeur de la pression osmotique serait trop importante et la production de haute pression trop coûteuse. On résorbe ce problème en utilisant la filtration tangentielle.

2. EXEMPLE DE CALCULE DE PRESSION OSMOTIQUE

Considérons le cas ou la différence de pression entre les deux compartiments de la membrane soit de 20 g/L en Chlorure de sodium (NaCl) et que la température est de 25 °C

Quel sera la valeur de la pression osmotique :

$$\pi = R \times T \times \Delta C$$

Avec π : Pression osmotique en Pa

R : Constante des gaz parfaits (R = 8,32)

T : Température absolue en °K

ΔC : Différence de concentration de part et d'autre de la membrane en mol/m³.

1. Je convertis la température en °K

$$0^\circ \text{C} = 273 \text{ K on aura donc } 25^\circ \text{C} = 273 + 25 = 298 \text{ K}$$

2. Je transforme la concentration exprimée ici en g/L en concentration exprimée en mol/m³

On transforme d'abord la concentration massique en concentration molaire :

$$\begin{aligned} M_{NaCl} &= M_{Na} + M_{Cl} = 23 + 35,5 \\ M_{NaCl} &= 58,5 \text{ g/mol} \end{aligned} \quad C_n = \frac{C_m}{M_{NaCl}} = \frac{20 \text{ g/L}}{58,5 \text{ g/mol}} = 0,34 \text{ mol/L}$$

Dans 1 L si on a 0,34 mol on en aura 1000 fois plus dans 1 m³ car 1 m³=1000L :

$$C = 0,34 \times 1000 = 340 \text{ mol/m}^3$$

3. J'applique la relation :

$$\pi = 8,32 \times 298 \times 340 = 842982 \text{ pa} = 8,4 \text{ bar}$$

1 Les différents types de filtration

Contrairement à la filtration classique ou le flux de liquide arrivent perpendiculairement à la membrane, dans le cas des techniques membranaires, la filtration est dite tangentielle c'est à dire que le flux de la solution arrive parallèlement à la membrane ce

sujet 2

CAP

Spécialité : Agents de la Qualité de l'Eau
Épreuve : EP2a Code Spécialité : 5034301..

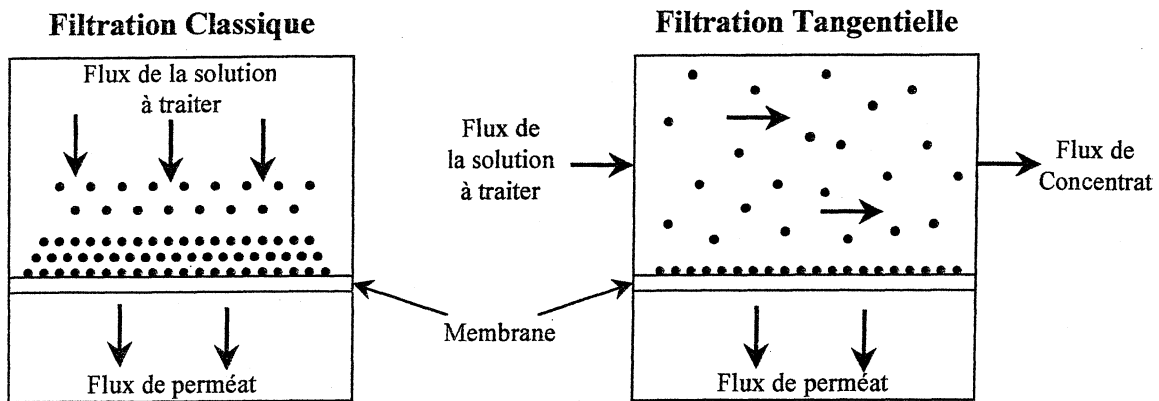
Session :

2004

Folio

5 / 6

qui permet notamment de diminuer l'épaisseur du dépôt sur la membrane durant la filtration (colmatage moins important).



- Le perméat, filtrat est la fraction du flux de solution d'alimentation qui passe au travers de la membrane.
- Le concentrat, retentat est la fraction du flux de solution d'alimentation de la solution qui balaye la membrane sans la traversée.

III. MATERIELS ET PRODUITS UTILISES

- Eau déminéralisée
- Chlorure de sodium solide
- Matériel courant de laboratoire (fiolle, balance, ...)
- Pilote d'Osiose Inverse
- Seaux
- Conductimètre

sujet 2

CAP

Spécialité : Agents de la Qualité de l'Eau
Épreuve : EP2a Code Spécialité : 5034301..

Session :
2004

Folio
6 / 6