

Chapitre 02 - Séance 1 : Dureté de l'eau

Mots clefs : production d'eau potable, traitement des eaux

I. Détermination de la dureté d'une eau minérale (AE)

⇒ *Activité Expérimentale 1 p28-29*

II. Adoussissement et dessalement (RPS)

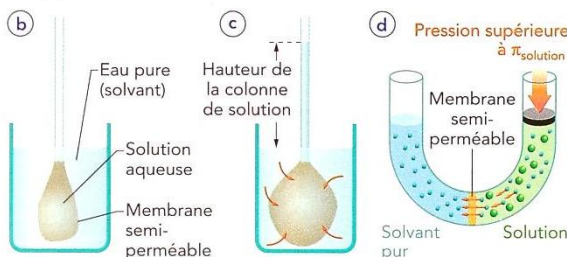
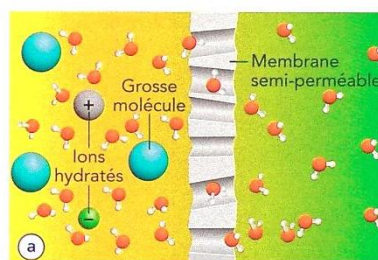
Document 1

« On appelle l'osmose, la migration des molécules de solvant à travers une paroi semi-perméable, d'une solution vers une solution plus concentrée (fig. a). Le béccher de la figure b contient de l'eau pure, tandis que le sac et le tube auquel il est attaché contiennent une solution aqueuse de sucre [ou d'ions] [...]. Au début de l'expérience, les liquides dans le béccher et dans le tube sont au même niveau. Avec le temps, la solution s'élève dans le tube (fig. c.). Il arrive un moment où la pression exercée par cette colonne de solution contrebalance la pression de l'eau traversant la membrane pour se rendre vers la solution et l'on ne note plus alors de flux net de molécules. Lorsque l'équilibre est atteint, la pression créée par la colonne de solution est appelée pression osmotique π . »

Extrait de J.-C. KOTZ et P. TREICHER Jr., *Chimie des solutions*, De Boeck, 2006.

En exerçant une pression supérieure à la pression osmotique, on empêche l'osmose de se produire. Le flux de solvant est dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est-à-dire de la solution vers le solvant : c'est le phénomène d'osmose inverse (fig. d).

D'après S. ZUMDAHL, *Chimie des solutions*, De Boeck, 1997.



Document 2

La pression osmotique π et la concentration C en soluté ionique de la solution sont liés par la loi de van't Hoff : $\pi = i \cdot C \cdot R \cdot T$, avec :

- π , pression osmotique en kPa (1 atm = 101 325 Pa);
- i , coefficient de van't Hoff;
- C , concentration molaire, en mol·L⁻¹;
- $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, constante gaz parfait;
- T , température en kelvin (K) avec $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$.

Le rapport entre la quantité de matière de particules en solution et la quantité de matière de soluté dissous est appelé coefficient de van't Hoff :

$$i = \frac{\text{quantité de particules en solution}}{\text{quantité de soluté dissous}}$$

On peut calculer la valeur théorique de i pour un sel, à partir du nombre d'ions qui apparaissent dans sa formule. Pour le sulfate de potassium, K_2SO_4 : $i = 3$.

Document 3

Plus une eau contient des ions calcium et magnésium, plus elle est dure. Le degré hydrotimétrique (ou TH) est l'unité de mesure de la dureté d'une eau.

Un degré français (1 f) correspond à la dureté d'une solution contenant 10 mg·L⁻¹ de carbonate de calcium, CaCO_3 .

Dureté	Normes	Adoucissement
faible	TH ≤ 15 f	non indispensable
moyenne	15 f < TH ≤ 25 f	souhaitable
forte	25 f < TH ≤ 35 f	recommandé
très forte	TH > 35 f	indispensable

On utilise des appareils d'osmose inverse pour adoucir des eaux dures. À Las Cruces, au Nouveau Mexique, la dureté de l'eau est égale à 56 f. Les appareils d'osmose inverse exercent une pression de 8 atm.

Situation problème :

Montrer que ces appareils sont suffisants pour adoucir l'eau de Las Cruces, mais ne peuvent pas être utilisés pour dessaler l'eau de mer. On considérera que l'eau de Las Cruces ne contient que des ions calcium et carbonate, et que l'eau de mer est une solution de chlorure de sodium à 35 g·L⁻¹. La température des eaux sera prise égale à 27°C.