

## Chapitre II : Echange de matière

### 1. Introduction

Le Gaz, liquide et solide constituent les états principaux de la matière. Dans un système immobile, homogène et en équilibre la concentration des différents constituants est la même en tout point. Il en est de même de la température et de la pression. Si l'on fait varier l'un de ces facteurs, le système n'est plus en équilibre et il se produit à l'intérieur du système un phénomène appelé transfert qui tend à rétablir l'équilibre

Le transfert de matière se fait soit vers ou à partir d'un milieu ;  
Le transfert d'un composé chimique d'une phase à une autre

### 2. Opérations fondées sur le transfert de matière

Opérations unitaires de transfert de matière se font généralement par un mécanisme de diffusion. En d'autres termes : la matière première est soumise à un système qui génère une variation de concentration du composant que l'on souhaite extraire ou séparer.

Les opérations unitaires fondées sur le transfert de matière peuvent se faire par plusieurs procédés

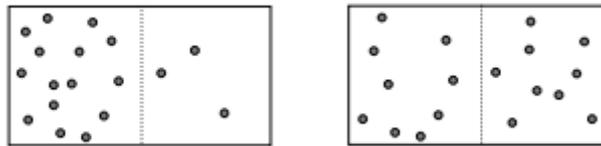
Tableau I : Opérations fondées sur le transfert de matière

<b>Distillation</b>	<b>Séparation des liquides miscibles par évaporation.</b>
<b>Extraction liquide-liquide</b>	<b>Séparation des liquides miscibles par différence de solubilité.</b>
<b>Lixiviation</b>	<b>Extraction des substances solides dissoutes dans un liquide par un solvant.</b>
<b>Absorption et désorption</b>	<b>Lavage des gaz solubles d'un mélange ayant un constituant inerte par un liquide. Récupération des gaz dissous dans un liquide.</b>
<b>Adsorption</b>	<b>Récupération sélective des substances à partir de liquides ou gaz par réaction chimique avec des solides.</b>
<b>Échange d'ions</b>	<b>Échange réversible avec les ions de même signe des différentes solutions. Adoucissement de l'eau.</b>
<b>Diffusion des gaz, humidification et déshumidification</b>	<b>Séparation des mélanges gazeux par différence de température ou par d'autres méthodes spécifiques. Contrôle de l'humidité ou de la vapeur contenue dans un gaz.</b>

## Chapitre II : Echange de matière

### 3. Transfert diffusif ou par diffusion

S'il existe une différence de concentration dans l'espace, par exemple entre deux compartiments séparés par une membrane perméable (laissant passer le solvant et le soluté) ; il va y avoir, au cours du temps, un déplacement de la matière, du compartiment concentré vers le moins concentré, figure 2



**Figure 2. Diffusion du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré.**

Ce transfert s'effectue, jusqu'à ce que l'équilibre en concentration soit atteint. Ce phénomène spontané est appelé diffusion.

La loi empirique de Fick décrit ce phénomène en énonçant que le flux de matière,  $N$ , est proportionnel au gradient de concentration par l'intermédiaire du coefficient de diffusivité  $D$

#### 3.1 Loi de Fick

Si on place une petite quantité d'un liquide volatil au fond d'un tube à essai et qu'on le laisse en contact avec un courant d'air sec, Un profil de concentration linéaire est établi dans le tube à essai à l'état stationnaire lorsque le temps tend vers l'infini et une évaporation continue du liquide prendra place. Ce phénomène, selon lequel, un transfert de matière est causé par une distribution non-uniforme de la concentration est appelé diffusion.

La diffusion peut être décrite par la loi empirique qui suit :

$$J_{Ay} = -D_{AB} \frac{dC_A}{dy}$$

L'indice A désigne l'espèce chimique qui se diffuse alors que y indique la direction dans laquelle le transport prend place.

- Dans ce cas,  $J_{Ay}$  est défini comme le flux molaire de l'espèce A par rapport à la vitesse moyenne,
- $D_{AB}$  ; le coefficient de diffusion, ( $m^2/s$ )
- $C$ ; la concentration totale, ( $mol/m^3$ )
- $x_A$  ; la fraction molaire de l'espèce A,
- $C_A$  ; la concentration molaire de A.

Le signe moins rappelle que la matière diffuse des zones de haute intensité (ici de haute concentration) vers les zones de basse intensité, c'est-à-dire dans le sens opposé au gradient.

## Chapitre II : Echange de matière

Cette équation peut être exprimée soit en utilisant la fraction molaire ou la fraction massique comme suit :

$$j_{Ay} = -\rho D_{AB} \frac{d\omega_A}{dy}$$

$$j_{Ay} = -D_{AB} \frac{d\rho_A}{dy}$$

$j_{Ay}$  est défini comme étant le flux massique relatif à la vitesse moyenne,  $\rho$  ; la concentration massique totale,  $\omega_A$  et  $\rho_A$  ; la fraction massique et la concentration massique de l'espèce A, respectivement.

NB : Le phénomène de diffusion est un transport de matière qui tend à uniformiser la distribution s'effectuant dans le sens des concentrations décroissantes. La diffusion est un phénomène irréversible donc spontané.