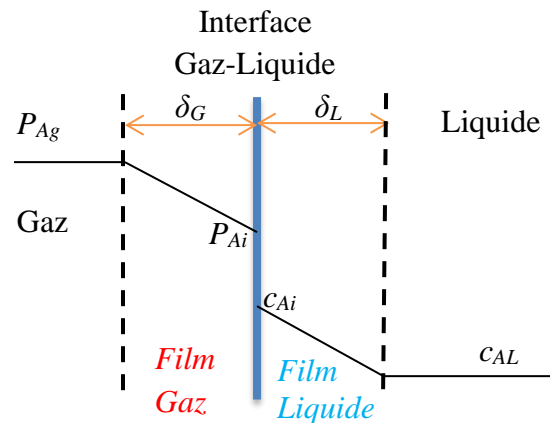


1) Théorie du double-film pour une interface gaz/liquide

Selon la théorie du double film de WHITMAN (1924), il existe de part et d'autre de l'interface une couche limite laminaire où le transfert de matière est régi par la diffusion. On peut représenter ce transfert de matière à l'interface entre les deux phases fluides, ainsi que les profils de pression partielle et de concentration, selon le schéma ci-dessous.



Double-film de WHITMAN

Le flux molaire d'espèce A transféré par unité de volume de contacteur est donné par l'expression :

Le flux molaire d'espèce A transféré par unité de volume de contacteur est donné par l'expression :

$$\Phi = r_j = k_g \cdot a \frac{P_{Ag} - P_{Ai}}{RT} = k_L \cdot a \cdot (C_{Ai} - C_{AL}) ; \quad [mol \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}]$$

Où :

a : est l'aire interfaciale par unité de volume de contacteur [$m^2 \cdot m^{-3}$],

k_L et k_g : sont les conductances de transfert pour chaque phase [$m \cdot s^{-1}$] et selon la théorie de WHITMAN, le transfert dans les films étant régi par la diffusion .

$$k_L = \frac{D_{A \text{ liq}}}{\text{épaisseur du film liquide}} \quad \text{et ;} \quad k_g = \frac{D_{A \text{ gaz}}}{\text{épaisseur du film gazeux}} ;$$

$D_{A \text{ liq}}$ est le coefficient de diffusion de A dans la phase liquide et $D_{A \text{ gaz}}$ le coefficient de diffusion de A dans la phase gazeuse.

C_{Ai} et P_{Ai} , concentration à l'interface côté liquide et pression partielle à l'interface côté gaz, sont en toute première approximation reliées par la loi de HENRY : $P_{Ai} = H_e \cdot C_{Ai}$, où H_e est la constante de HENRY [$Pa \cdot m^3 \cdot mol^{-1}$].

Comme il est en pratique impossible de mesurer les concentrations et pressions partielles à l'interface, on va les éliminer par la relation suivante :

$$\Phi_A = r_j = \frac{P_{Ag} - P_{Ai}}{\frac{1}{k_g a}} = \frac{c_{Ai} - c_{AL}}{\frac{1}{k_L a}} \quad \text{En multipliant le terme de droite par } He \text{ on trouve :}$$

$$\Phi_A = r_j = \frac{P_{Ag} - P_{Ai}}{\frac{1}{k_g a}} = \frac{He \cdot c_{Ai} - He \cdot c_{AL}}{\frac{He}{k_L a}} \quad \text{En sommant les numérateurs et les dénominateurs :}$$

$$\Phi_A = r_j = \frac{P_{Ag} - P_{Ai} + He \cdot c_{Ai} - He \cdot c_{AL}}{\frac{1}{k_g \cdot a} + \frac{He}{k_L \cdot a}} \quad \text{Et puisque } P_{Ai} = He \cdot c_{Ai} \text{ l'expression devient}$$

$$\Phi_A = r_j = \frac{P_{Ag} - He \cdot c_{AL}}{\frac{1}{k_g \cdot a} + \frac{He}{k_L \cdot a}}$$

Le flux global s'exprime alors à partir des pressions et concentration mesurable :

$$\Phi_A = r_j = K_{gL} \cdot a \cdot (P_{Ag} - He \cdot c_{AL})$$

K_{gL} est la conductance globale :

selon :
$$\frac{1}{K_{gL}} = \frac{1}{k_g} + \frac{He}{k_L}$$

Compte tenu de ces expressions,

- Lorsque la constante de *HENRY* '*He*' est élevée (ce qui correspond à une faible solubilité du gaz), la résistance au transfert est principalement localisée dans le film liquide ;
- Lorsque la constante de *HENRY* '*He*' est faible (ce qui correspond à une forte solubilité du gaz), la résistance au transfert est principalement localisée dans le film gazeux.

2) Détermination des paramètres

De nombreuses corrélations sont disponibles dans la littérature pour le calcul des conductances de transfert de matière entre phases.

Il faut par ailleurs déterminer l'aire interfaciale.

Par exemple dans le cas du transfert '*gaz/liquide*', ceci implique l'utilisation de modèles sur la génération, la coalescence et la rupture des gouttes (moyennant la connaissance des propriétés de tension de surface et des phénomènes capillaires), ainsi que sur leur mouvement (modèle de la bulle de Taylor par exemple).

Dans la pratique, il peut s'avérer plus aisé et plus fiable de déterminer directement le produit ' $k_D \cdot a$ ' expérimentalement. Ceci peut être effectué par des méthodes physiques (par exemple avec analyse d'images) ou chimiques (méthode des sulfites par exemple).

3) Pour aller plus loin Autres théories du transfert de matière entre phases

D'autres théories existent pour représenter le transfert de matière entre phases. On peut notamment citer la théorie de la pénétration due à HIGBIE (1935) et la théorie du renouvellement de l'interface de DANCKWERTS (1951).