

# TRANSFERT DE MATIERE, AVEC REACTION CHIMIQUE IRREVERSIBLE, DANS UNE COUCHE LIMITE LAMINAIRE

F. COEURET

Centre de Cinétique Physique et Chimique du C.N.R.S., Route de Vandoeuvre, 54 Villers, Nancy, France

et

J. J. RONCO

Département de Technologie Chimique, Faculté des Sciences Exacte, La Plata, R. Argentine

(Reçu le 10 Mars 1971)

**Résumé**—Dans cet article, les auteurs déduisent une solution approchée donnant le facteur de réaction pour le transfert de matière avec réaction chimique irréversible d'ordre un dans une couche limite laminaire développée le long d'une plaque plane. Cette solution, établie dans le cas particulier de nombres de Schmidt élevés, est comparée aux expressions théoriques déduites de la littérature; cette comparaison met en évidence l'intérêt de la solution approchée obtenue. L'article traite également du cas où la réaction chimique irréversible mise en jeu est d'ordre deux.

NOTATION		Lettres grecques	
$a_1, a_2, a_3,$		$u_y,$	composante de la vitesse du fluide suivant $Oy$ ;
$a_4, a_5,$	constantes dans l'expression (22);	$x,$	coordonnée dans le sens de l'écoulement;
$A,$	constituant de la plaque;	$y,$	coordonnée dans la direction perpendiculaire à la plaque;
$B,$	soluté contenu dans le fluide;	$z,$	coefficient stoechiométrique de la réaction de $A$ sur $B$ .
$U,$	constituant fictif;		
$C_A,$	concentration de $A$ ;		
$C_B,$	concentration de $B$ ;		
$C_U,$	$= (1/z) \cdot C_B - C_A$ ; concentration du constituant fictif $U$ ;		
$D_A,$	coefficient de diffusion de $A$ dans le liquide;	$\alpha,$	$= [\theta'_0(0)]^3 / Sc$ ;
$D_B,$	coefficient de diffusion de $B$ dans le liquide;	$\gamma,$	$= (k_1 \cdot D_A)^{1/2} / k_L^0$ ou $(k_2 \cdot C_{B\infty} \cdot D_A)^{1/2} / k_L^0$ ;
$D,$	coefficient de diffusion de $A$ et de $B$ lorsque $D_A = D_B$ ;	$\gamma',$	paramètre défini par la relation (33);
$i,$	variable dans (16) et (17);	$\delta,$	épaisseur de la couche limite dynamique;
$k_1,$	constante de vitesse d'une réaction d'ordre un;	$\delta_m,$	épaisseur de la couche limite de concentration;
$k_2,$	constante de vitesse d'une réaction d'ordre deux;	$\eta,$	$= y \cdot (u_\infty / \nu \cdot x)^{1/2}$ ;
$k_L,$	coefficient de transfert de matière;	$\nu,$	viscosité cinématique du liquide;
$r_A,$	vitesse de la réaction chimique;	$\Delta,$	$= \delta_m / \delta$ ;
$Sc,$	$= \nu / D_A$ ; nombre de Schmidt correspondant à $A$ ;	$\theta'_i(0),$	concentration relative;
$u_x,$	composante de la vitesse du fluide suivant $Ox$ ;	$\phi,$	$= k_L / k_L^0$ ; facteur de réaction;
		$\phi_{i,r},$	facteur de réaction correspondant à une réaction infiniment rapide.

## Indices

- $s$ , à la surface de la plaque ;  
 $\infty$ , à grande distance de la plaque.

## Exposants

- $\circ$ , en l'absence de réaction chimique ;  
 $-$ , valeur moyenne.

DEPUIS quelques années, l'analyse mathématique des phénomènes de transfert de matière accompagnés de réaction chimique a fait l'objet de plusieurs travaux qui se distinguent en premier lieu par le caractère de la réaction chimique mise en jeu :

—réaction hétérogène, intervenant à la surface d'un solide.

—réaction homogène dans une région de fluide en mouvement voisine d'une interface à partir de laquelle diffuse une espèce chimique réactive.

Dans la seconde catégorie, quelques auteurs ont étudié le transfert de matière dans une couche limite laminaire qui se développe le long d'un obstacle immergé, le plus souvent le long d'une plaque plane.

C'est ainsi que les études du régime permanent ont porté sur les cas où la réaction chimique entre le composant  $B$  du fluide et le réactif  $A$  présent à l'interface, est irréversible d'ordre deux et très rapide [1-3] et d'ordre un [4-7]. Pour ce dernier type de réaction, une solution analytique exacte des équations de bilan n'est pas possible dans tout le domaine de variation de la vitesse de réaction. Seules peuvent être obtenues deux solutions limites exactes, l'une correspondant aux réactions lentes, l'autre aux réactions rapides.

Shiotsuka et Sano [7] ont résolu ce problème par analogie avec le transfert de chaleur non-stationnaire dans une couche limite laminaire : ils ont mis en évidence l'analogie formelle qui existe entre le bilan de matière (régime stationnaire) et la transformée de Laplace du bilan thermique (régime non-stationnaire). Ils proposent une solution analytique approchée couvrant tout le domaine possible de variation de la vitesse de réaction et ayant comme asymptotes

les solutions limites exactes trouvées. L'expression analytique approchée de ces auteurs a une forme légèrement différente de celle proposée par Cess [8] pour le transfert de chaleur non-stationnaire dans une couche limite laminaire formée sur une plaque.

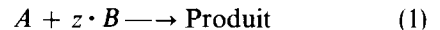
Shiotsuka et Sano [9] ont également étudié le cas du transfert de matière non-stationnaire avec réaction d'ordre un ; ils utilisèrent cette fois l'analogie formelle entre les transformées de Laplace des bilans locaux instantanés de matière de Laplace des bilans locaux instantanés de matière et de chaleur.

Le but de la présente note est de donner une solution analytique approchée du problème de transfert de matière stationnaire avec réaction irréversible d'ordre un, puis d'ordre deux. Pour le cas de la réaction d'ordre un, cette solution est en effet beaucoup plus simple que celle de Shiotsuka et Sano et, par conséquent, d'emploi plus commode. Dans les deux cas, on suppose un profil de vitesse et un profil de concentration en similitude et linéaires.

## EQUATIONS A RESOUDRE

Considérons le cas simple d'une *plaque plane* contenant le composant  $A$ , immergée sous incidence nulle dans un *liquide* en mouvement à la vitesse uniforme  $u_\infty$ , chimiquement réactif avec  $A$  par le soluté  $B$  qu'il renferme (Fig. 1).

La réaction chimique mise en jeu :



a lieu dans la couche limite laminaire développée le long de la plaque et sa vitesse est  $r_A$  ;  $z$  est le

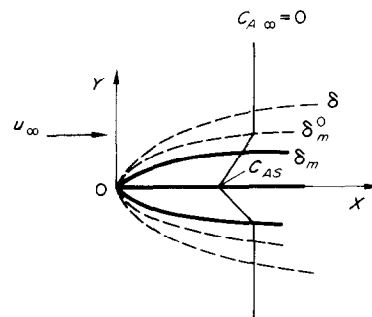


FIG. 1. Couches limites autour d'une plaque plane.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/666537>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/666537>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)