

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE  
ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE CONSTANTINE 3



FACULTE DU GENIE DES PROCEDES PHARMACEUTIQUES  
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N°d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

## Thème

*Etude numérique d'un réacteur  
réel à faible dispersion axiale.*

Dirigé par : Pr. BOUDEBOUS Saadoun

Présenté par :

1. BENAÏSSA Zineb
2. BENKHELLEF Fawzia
3. CHAKER Messaouda

Année Universitaire : 2014/2015  
Session : juin

# *Table des matières*

Remerciement	
Dédicaces	
Table des matières	
Nomenclature	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉACTEURS CHIMIQUES</b> .....	3
I.1.Introduction .....	3
I.2.Classification des réacteurs .....	3
I.2.1.Caractéristiques principales d'un réacteur chimique .....	3
I.2.1.1.Selon la nature des phases en présence .....	3
I.2.1.2.Selon le mode de fonctionnement.....	4
I.2.1.3.Selon le degré de mélange des substances en réaction.....	5
I.2.1.4.Selon la mise en contact des phases.....	5
I.3.Types des réacteurs.....	6
I.3.1.Réacteurs monophasique.....	6
I.3.2.Réacteurs à deux phases.....	7
I.4.Choix d'un réacteur .....	7
I.5.Notion de Distribution des Temps de Séjour (DTS).....	8
I.5.1.Définitions.....	9
I.5.2.Détermination expérimentale des temps de séjour.....	11
I.5.3.Paramètres associés à la DTS.....	12
I.6.Recherche bibliographie.....	13

## ***Table des matières***

---

<b><i>CHAPITRE II : FORMULATION MATHEMATIQUE</i></b> .....	15
II.1.Introduction.....	15
II.2.Notion du bilan.....	15
II.3.Forme générale d'une équation de transport.....	16
II.3.1.Principes de conservation.....	16
II.3.2.Modèle mathématique.....	20
II.4.Bilan de matière du réacteur à dispersion axiale .....	21
II.5.Adimensionnalisation du modèle mathématique.....	23
<b><i>CHAPITRE III : FORMULATION NUMERIQUE</i></b> .....	25
III.1.Définition du problème .....	25
III.2.Méthodes numériques.....	25
III.2.1.Equation différentielle partielle (E.D.P).....	26
III.2.1.1.Définition.....	26
III.2.1.2.Classification des équations différentielles aux dérivées partielles de deuxième ordre.....	27
III.2.2.Différentes méthodes numériques de résolution.....	28
III.2.2.1.La méthode des volumes finis .....	28
III.2.2.2.La méthode des éléments finis .....	29
III.2.2.3.La méthode de différence finie .....	29
III.2.2.3.1.Principe de discrétisation .....	30
III.2.2.3.2.Avantages de la méthode .....	32
III.2.2.3.3.Inconvénients de la méthode.....	32
III.3.Les schémas de discrétisation et méthodes de résolution .....	32
III.3.1.La méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4).....	32
III.3.2.La méthode de MacCormack.....	33
III.3.3.Le schéma Upwind.....	34
III.3.4.La méthode NLOR (Non Linear Over Relaxation).....	35
III.3.5.Schéma de discrétisation du quatrième ordre.....	36
<b><i>CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS</i></b> .....	37
IV.1.Validation du Programme.....	37
IV.2.Résultats.....	40
IV.2.1.Comparaison des différents schémas de discrétisation.....	41
IV.2.2.Propagation de la concentration en fonction du temps .....	41

## ***Table des matières***

---

IV.2.3.Profils de la concentration dans différents points .....	42
IV.2.4.Détermination de la distribution du temps de séjour (DTS) .....	43
IV.2.4.1.Injection de type Dirac (impulsion).....	43
IV.2.4.2.Injection de type échelon .....	47
IV.2.5.Autres caractéristiques.....	52
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>55</b>

Références

Annexe

Résumé

### *Résumé*

L'étude, la conception et l'optimisation de réacteurs nécessitent des connaissances non seulement en chimie mais aussi en mathématique et surtout en physique (thermodynamique, phénomènes de transfert...). Avec le développement de la CFD (Computational Fluid Dynamics) la résolution de modèles mathématiques très complexes est devenue accessible. Dans ce travail nous avons établi et résolu numériquement le modèle mathématique régissant *l'hydrodynamique de l'écoulement dans un réacteur réel à faible dispersion axiale* qui consiste à étudier le phénomène de transport d'un traceur injecté dans un écoulement unidirectionnel d'un fluide à travers un réacteur chimique. Les fonctions de distribution et de distribution cumulée du temps de séjour ont été rapportées et comparées à celles données par la théorie.

Mots clés : Réacteur, Dispersion, Modélisation, Méthodes Numériques.

## الملخص :

الدراسة والتصميم الأمثل للمفاعلات لا يتطلب معرفة في الكيمياء فقط ولكن في الرياضيات أيضا وخصوصا في الفيزياء ( الديناميك الحرارية ، ظواهر التحول... ) . مع تطور CFD ( ديناميك الموائع الحسابية ) أصبح من الممكن حل نماذج رياضية معقدة جدا. في هذا العمل قمنا بإنشاء وحل عدديا النموذج الرياضي الذي يدرس التدفق في مفاعل حقيقي ذو تشتت محوري منخفض، و الذي تتمركز دراسته حول ظاهرة انتقال الرسام المحقون في تدفق أحادي الاتجاه للمائع من خلال مفاعل كيميائي. توصلنا من خلال هذه الدراسة إلى النتائج المتعلقة بدوال التوزيع و التوزيع التراكمي لوقت الإقامة ومقارنتها مع تلك التي قدمتها النظرية.

## الكلمات المفتاحية

مفاعل ، تشتت ، شكل رياضي ، طرق عددية.