

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES

DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

**ETUDE NUMERIQUE DU TRANSFERT DE CHALEUR
PAR CONVECTION-DIFFUSION
DANS DIFFERENTS GEOMETRIES**

Dirigé par :
Zermane Samah
MCA

Présenté par :
Bendjabeur Nessrine
Dehimi Sara

Année Universitaire : 2018/2019

Session : Juin

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

Introduction générale..... 1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE TRANSFERT DE CHALEUR

I-1 Introduction.....	3
I-2-Les modes de transfert chaleur.....	3
I-2-1- La conduction thermique.....	3
I-2-2- Transfert par rayonnement.....	4
I-2-3- Transfert de chaleur par convection.....	5
I-2-3-1- Convection forcée.....	6
I-2-3-2-Convection naturelle.....	6
I-3- Les régimes d'écoulement.....	7
I-3-1- Ecoulements laminaires et turbulents.....	7
I-3-2- Ecoulements stationnaires et instationnaires.....	7
I-3-3-Ecoulements incompressibles et compressibles.....	7
I-4 - Les travaux réalisés sur la convection.....	8

CHAPITRE II : FORMULATIONS MATHEMATQUES

II -1- Introduction.....	11
II -2- Description du phénomène physique.....	11
II-3- Equations différentielles de transport.....	12
II-3-1 Equation de diffusion de chaleur.....	12

II-3-2- L'équation convection-conduction en coordonnées cartésiennes.....	13
II-3-3 L'équation convection-conduction en coordonnées cylindriques et sphériques..	13
II-4- Problème de l'échangeur de chaleur.....	15
II-5- Conclusion.....	17

CHAPITRE III : FORMULATIONS NUMERIQUES

III-1- Introduction.....	18
III-2- Méthodes numériques.....	18
III-2-1- Méthode des volumes finis.....	18
III-2-2- Méthode des éléments finis.....	18
III-2-3- Méthode des différences finies.....	19
III-3- Choix de la méthode numérique du problème.....	19
III-3-1- Principe.....	19
III-3-2- Maillage.....	19
III-3-3- Approximation des dérivées.....	20
III-4- Discrétisation des équations du problème.....	21
III-4-1- Equation de diffusion.....	21
III-4-1-1- Discrétisation par la méthode des différences finies.....	21
III-4-1-2- Gauss-Seidel.....	22
III-4-1-3- La méthode de séparation du variable.....	22
III-4-2- Equation de convection-conduction.....	25
III-4-2-1- Coordonnées cartésiennes.....	25
III-4-2-2- Coordonnées cylindriques et sphériques.....	26
III-5- Discrétisation des équations du problème.....	26
III-5-1- Equations de convection-conduction.....	26
III-5-2-Discrétisation des conditions aux limites.....	27
III-5-3- Organigramme générale.....	28
III-6 -Conclusion.....	28

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

IV-1- Introduction.....	29
IV-2- Validation du programme	29
IV-3- Problème de convection –conduction dans un Canal.....	32
IV-3-1- Influence du maillage.....	32
IV-3-3- Représentation spatio-temporelle.....	33
IV-3-4- Influence de diffusivité.....	34
IV-3-5- Influence de la vitesse.....	35
IV-3-6- Influence des conditions initiales.....	36
IV-3-7- Influence des conditions aux limites.....	37
IV-3-8- Influence du temps.....	38
IV-3-9- Influence de la source de chaleur.....	39
IV-4- Phénomène de convection-diffusion dans un cylindre et sphère.....	41
IV-4-1- Influence du maillage.....	41
IV-4-2- Représentation bi dimensionnelle du problème de convection-conduction dans un cylindre et sphère	42
IV-4-3- Influence du diffusivité.....	44
IV-4-4- Influence de vitesse.....	45
IV-4-5- Influence de condition aux limites.....	46
IV-4-6- Influence du temps	47
IV-4-7- Influence de la source de chaleur.....	48
IV-5-Application du problème d’advection-diffusion à un échangeur de chaleur.....	49
IV-5-1 Première configuration	49
IV-5-2 Deuxième configuration :.....	52
IV-5-3 Influence du nombre de Reynolds.....	55

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Dans ce travail nous étudions numériquement le phénomène de la convection-diffusion dans un canal, cylindre et sphère, ensuite on a réalisé une application industrielle de ce problème sur un échangeur de chaleur, qui subi un flux thermique extérieur, muni par plusieurs configurations en étudiant l'influence de plusieurs paramètres, sur la distribution de la température. Nous avons pu en premier lieu réaliser la discrétisation des équations du modèle mathématique par la méthode numérique des différences finies (schéma explicite) et par la méthode exacte (analytique) séparation des variables de l'équation de diffusion et cela pour valider notre code de calcul, en plus on a discrétisé nos équations en coordonnées cartésiennes ; cylindriques, et sphériques.

Des codes de calculs en langage Fortran ont été créés pour avoir la distribution de la température dans un canal, sphère, cylindre et pour un échangeur de chaleur.

Nous avons présenté les résultats numériques en termes de fonctions de profils de température, uni et bi dimensionnelles, en régime laminaire établi et non établi, et cela pour différents paramètres.

Mots clés : Convection-diffusion, Méthode des différences finis, Séparation des variables.

ملخص

في هذا العمل ، ندرس عددياً ظاهرة التوصيل الحراري في قناة واسطوانة و كرية ، ثم طبقنا معادلة التوصيل الحراري لهذه المشكلة على مبادل حراري خضع لتدفق حراري خارجي ، ممثل في عدة تكوينات من خلال دراسة تأثير العديد من المتغيرات على توزيع درجة الحرارة.

تمكنا أولاً وقبل كل شيء من التأكد من برنامجنا من خلال المقارنة بين الطريقة العددية للاختلافات المحدودة و طريقة الفصل الدقيق (التحليلي) لمتغيرات معادلة الانتشار وذلك للتحقق من صحة البرنامج بالإضافة إلى أننا قمنا بتقدير معادلاتنا في الإحداثيات الديكارتية ؛ الأسطوانية ، و الكروية.

لقد تم إنشاء برامج حساب بلغة فورتران لمعرفة توزيع درجة الحرارة في قناة ، كرة ، أسطوانة ، ومبادل حراري.

الكلمات المفتاحية:

التوصيل الحراري ، طريقة الفروق المحدودة ، فصل المتغيرات.