

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCEDES**

**DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

**Mémoire de Master**

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie chimique**

**THEME**

**Simulation numérique de certains modes de transfert de chaleur dans  
des enceintes.**

**Comparaison entre les codes Fortran et C++**

**Présenté par :**

**-REDJEM Khouloud**

**-TAIK Ahlem**

**-SAHNOUN Oualid**

**Dirigé par :**

**Mme : S. ZERMANE**

**Grade : Maître de conférences A**

**ANNEE UNIVERSITAIRE: 2020/2021**

**Session: juin**

## Sommaire

Liste des Tableaux .....	i
Liste des figures .....	ii
Nomenclature .....	iii
Introduction générale .....	1

### Chapitre 1 : Généralités et recherches bibliographiques

Introduction .....	3
1.1 Définition de transfert de chaleur.....	3
1.2 Modes de transfert de chaleur.....	3
1.2.1 Conduction.....	3
1.2.2 Convection.....	5
a- Convection forcée.....	6
b- Convection naturelle.....	6
1.2.3 Rayonnement.....	7
1.3 Les régimes d'écoulement.....	8
1.3.1 Ecoulements laminaires et turbulents.....	8
1.3.2 Ecoulements stationnaires et instationnaires.....	9
1.3.3 Ecoulements incompressibles et compressibles.....	9
1.4 Transfert thermique dans les fours.....	9
1.5 Recherche bibliographiques des travaux déjà publiés.....	11

### Chapitre 2 : Simulation numérique

Introduction.....	12
2.1. Configuration géométrique étudiée.....	12
2.1.1 Première problématique .....	12
2.1.2 Deuxième problématique.....	13
2.2 Bilan thermique de la première problématique.....	13
2.3 La méthode des différences finies.....	14
2.4 Quelques corrélations pour le calcul du coefficient convectif de transfert de chaleur.....	18
2.4.1 En convection forcée.....	18
2.4.1.1 Régime turbulent.....	18
2.4.1.2 Régime laminaire.....	19

2.4.1.3 Régime transitoire.....	19
2.4.2 En convection naturelle.....	19
2.5 L'organigramme général.....	20
2.6 Deuxième Problématique.....	21
<b>Chapitre 3: Résultats et discussion</b>	
Introduction.....	26
<b>Première problématique:</b>	
Conduction thermique dans les murs d'un four en régime transitoire.....	26
3.1 Résultats obtenus par le code Fortran.....	26
3.1.1 Effet de la nature de matériaux.....	27
3.1.2 Effet du temps.....	29
3.1.3 Effet de l'épaisseur.....	31
3.1.4 Présentation tridimensionnelle.....	33
3.1.5 Flux de chaleur.....	34
3.2 Résultats de Comsol Multiphysics .....	35
3.2.1 Surface de température.....	37
3.2.2 Profil de température.....	38
<b>Deuxième problématique :</b>	
convection naturelle dans un canal en régime permanent.....	39
3.3 Résultat de Comsol multiphysics.....	40
3.3.1 Surface de vitesse.....	40
3.3.2 Surface de Température.....	41
3.3.3 Champ de pression .....	42
3.3.4 Profil de température le long du canal .....	43
3.3.4 Profil de vitesse le long du tube.....	44
Conclusion.....	45
Références bibliographiques .....	

## Résumé

Dans notre travail nous étudions numériquement plusieurs modes du phénomène de transfert de chaleur, en simulant deux cas importants, la conduction dans les murs composites des fours construits en régime transitoire, et la convection naturelle dans les canaux, en régime permanent.

Nous avons pu en premier lieu réaliser les bilans thermiques pour avoir les équations régissant le phénomène, ensuite on les a simplifiés par la méthode numérique des différences finies (schéma explicite). Un code de calcul FORTRAN et COMSOL sont créés pour effectuer les simulations numériques.

Les résultats de la première problématique sont présentés pour plusieurs matériaux constituant les parois du four dans des conditions réelles en faisant tester l'influence de plusieurs paramètres sur le transfert de chaleur tel que le choix du matériau et l'épaisseur de chaque couche, et en faisant une comparaison entre les résultats du Comsol et Fortran, pour la deuxième problématique on a utilisé Comsol Multiphysics pour présenter les champs et les profils thermiques.

**Mot clé :** Fours construits , Conduction, Convection, Méthode des différences finis

## ملخص

في هذا العمل قمنا بدراسة ظاهرة انتقال الحرارة عبر الزمن ، ثم قمنا بتنفيذ تطبيقين الاول التدفق الحراري في الجدران المركبة للأفران المبنية و الثاني للمحاكاة الحرارية في عبوات مستطيلة.

لقد تمكنا بالنسبة للتطبيق الاول من تقدير المعادلات بالطريقة العددية للتفضيلات المحدودة و ذلك يتم باستخدام برنامج الحساب لإجراء عمليات المحاكاة العددية ببرنامج الفورثرون و الكومصول و الثاني بكموصول

تم عرض النتائج للعديد من المواد التي تشكل جدران الفرن في ظل ظروف حقيقية من خلال دراسة تأثير العديد من العوامل على انتقال الحرارة مثل اختيار المادة وسماكة كل طبقة.

تقدمالنتائج على شكلبيانات توضح تغير الحرارة

**الكلمات المفتاحية:** الأفران المركبة، التدفق الحراري - الحمل الحراري ، طريقة الفروق المحدودة