

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES

DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

## THEME

Transfert de chaleur en régime laminaire transitoire d'un fluide  
NEWTONIEN dans les conduites

Dirigé par :

Mme : S. ZERMANE

Grade : Maître de conférences A

Présenté par :

Bouhekout Meissa

Bendakir Rania

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2021/2022

Session: juin

**Sommaire**

Dédicace.....	I
Dédicace .....	II
Remerciement.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des figures.....	VI
Liste des tableaux .....	VII
Nomenclature.....	VIII
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 .....	3
ETUDE THEORIQUE ET BIBLIOGRAPHIQUE .....	3
1.1 Définition du Transfert de chaleur .....	3
1.1.1 La conduction .....	4
1.1.2 La convection .....	4
1.1.3 Le rayonnement.....	6
1.1.4 Combinaison entre les 3 modes de transfert de chaleur.....	7
1.2 Les écoulement des fluides newtonien et non newtonien .....	8
1.2.1 Définition de fluide non newtonien.....	8
1.2.2 Définition de fluide newtonien.....	8
1.2.3 Types des fluides non newtoniens.....	9
1.3 Les régimes d'écoulement.....	10
1.4 Travaux déjà faites .....	12
Chapitre 2 .....	16
Formulation mathématique .....	16
2.1 Problématique.....	16
2.1.1 Problématique expérimentale.....	16
2.1.2 Problématique Numérique.....	18
2.1.2.1 Les hypothèses .....	18
2.3 Les équations mathématiques .....	19

---

2.4 Les conditions initiales et aux limites .....	19
2.5 Choix de la méthode numérique d'un problème .....	19
2.5.1 Méthode des volumes finis.....	20
2.5.2 Méthode des éléments finis.....	20
2.5.3 Méthode des différences finies.....	20
2.6 Maillage.....	21
2.6.1 Approximation des deux variables dérivées .....	21
2.6.2 Discrétisation des équations des systèmes étudiés.....	22
2.6.3 Système de convection :.....	23
2.7 L'organigramme du code FORTRAN .....	26
2.8 Résolution par COMSOL MULTIPHYSICS .....	27
2.8.1 Présentation du logiciel COMSOL .....	27
2.8.2 Sélection COMSOL multiphysics.....	27
2.8.3 Sélection de la physique.....	28
2.8.4 Sélection du régime de l'étude.....	29
2.8.5 Définition de la géométrie.....	30
2.8.6 Définition des propriété de transfert .....	31
2.8.7 Définition des conditions aux limites.....	32
2.8.8 Constriction du maillage .....	33
2.8.9 Exécution du calcul .....	34
2.9 Comparaison entre les deux logiciels Fortran et COMSOL Multiphysics. .....	35
Chapitre 3 .....	36
RESULTATS ET DISCUSSION.....	36
3.1 Résultats expérimentales .....	36
3.2 Paramètres du programme.....	37
3.3 Le nombre de Nusselt.....	38
3.4 Effet du temps sur la température .....	39
3.5 Distribution de la température le long du canal .....	40
3.6 Distribution de température tridimensionnelle .....	42
3.7 Effet du nombre de Reynolds.....	43

3.8 Effet de nombre de Prandtl.....	44
3.9 Résultats de Comsol Multiphysics .....	46
3.9.1 Maillage des résultats .....	46
3.9.2 Surface de température.....	47
CONCLUSION GENERALE.....	49
Références Bibliographiques.....	51
Résumé .....	53

## *Résumé*

Dans notre travail nous étudions théoriquement, expérimentalement et numériquement un cas important, à savoir la convection naturelle dans des conduites, où le fluide qui circule à l'intérieur est un fluide newtonien, en régime laminaire transitoire.

Nous développons d'abord les équations algébriques puis les simplifier afin de pouvoir envisager une solution numérique par la méthode des différences finis (schéma explicite). Les programmes de calcul FORTRAN et COMSOL sont créés pour effectuer des simulations numériques.

Nous avons obtenu les résultats de chacun des deux problématiques (expérimental et numérique) réalisés dans une conduite en mode convectif dans des conditions réelles, en testant l'effet de divers facteurs sur le transfert de chaleur, et cela a été fait en utilisant Fortran et Comsol.

**Mots clés :** Transfert de chaleur, régime laminaire, fluide newtonien, Fortran, Comsol .

## **ملخص**

في هذا العمل قمنا بالدراسة النظرية و التجريبية و الرقمية لحالة الحمل الحراري الطبيعي في قناة حيث يكون الهواء الذي يدور في داخلها في الوضع المتغير.

قمنا أولا بتطوير المعادلات الجبرية ثم نبسطها حتى نتمكن من التفكير في حل رقمي بطريقة الفروق المحدودة يتم ذلك باستخدام برنامج الفورترون والكومسول التي تم إنشائها لإجراء عمليات المحاكاة العددية.

حصلنا على نتائج كل من الإشكاليين (التجريبية والرقمية) التي تم إجراؤها في أنبوب في وضع الحمل الحراري في ظل

ظروف حقيقية، من خلال اختبار تأثير العوامل المختلفة على انتقال الحرارة مثل رقم رينولدز وعدد براندتل، وتم ذلك

باستخدام الفورترون والكومسول كذا الاوريجين الذي قدم لنا نتائج على شكل بيانات توضح تغيرات الحرارة.

**الكلمات المفتاحية:** انتقال الحرارة، النظام الرقائقي، السائل النيوتوني، فورتران، كومسول .