

Etude du Comportement Thermique des Fluides Non-Newtoniens en Ecoulement dans une Conduite à Section Elliptique soumise à un Flux Constant

Haroun RAGUEB¹, Asma CHAKRI²

¹Centre national de recherche en Soudage et Contrôle, Division de Caractérisation et Instrumentation, Chéraga Alger.

²Département de génie mécanique, Université Badji Mokhtar, Annaba.

Auteur correspondant, E-mail: raguebharoun@gmail.com

Abstract: *In the present study, we analyze the thermal behavior of a laminar flow of non-Newtonian fluid which obeys a power law in elliptical duct, subjected to a constant heat flux at the wall. The flow is assumed hydrodynamically established. The numerical solution is based on the dynamic method of alternating directions (dADI). The application of this method will allow us to reduce the computation time while preserving the affinity of the results. The influence of the ratio of geometric shape on the heat transfer has been studied for three types of fluid, Newtonian, pseudoplastic and dilatant. The average temperature, the Nusselt number are presented both numerically and graphically. The results show a good agreement with literature.*

Résumé: *Dans cette présente étude, nous analysons le comportement thermique d'un écoulement laminaire de fluide non-Newtonien qui obéit à la loi de puissance dans une conduite à section elliptique, soumise à un flux constant à la paroi. L'écoulement est supposé hydrodynamiquement établi. La résolution numérique est basée sur la méthode dynamique des directions alternées (dADI). L'application de cette méthode nous permettra de réduire le temps de calcul tout en préservant l'affinité des résultats. L'influence du rapport de forme géométrique sur les échanges thermiques a été étudiée pour trois types de fluide, Newtonien, pseudoplastique et dilatant. La température moyenne, le nombre de Nusselt sont présentés numériquement et graphiquement. Les résultats obtenus montrent une bonne concordance avec la littérature.*

Mot-clé : Conduite elliptique, Fluide non-Newtonien, Loi de puissance, Flux constant, dADI.

1 Introduction

D'une manière générale, les constructeurs utilisent des conduites cylindriques dans la conception des échangeurs tubulaires. Dans certaines cas, afin d'optimiser l'espace, les constructeurs utilisent des échangeurs compact dont le rapport de surface d'échange sur le volume est très grand, étant donné que pour une même surface, le contour

d'ellipse est nettement plus grand que celui du cercle. La conduite à section elliptique s'impose comme une des solutions les plus adéquates au problème d'optimisation d'espace. Or que quelque soit son utilisation, un échangeur thermique peut contenir différents types de fluide qualifiés non-Newtonien qui ont un comportement thermique très complexe.

Someswara et al. [1] ont étudié le problème de la convection forcée dans une conduite elliptique, en utilisant la théorie de Lévêque avec et en considérant un profil de vitesse linéaire près de la paroi. Richardson [2] propose une solution de ce problème en utilisant la même méthode mais avec un profil de vitesse établi et une température constante à la paroi. Cain et Duffy. [3] examinent expérimentalement un écoulement turbulent dans une conduite à section elliptique. Ils étudient la variation du coefficient de frottement en fonction du rapport des deux axes, la contrainte de cisaillement et la distribution de la vitesse le long des deux axes. Abdel Wahed et al. [4] ont étudié expérimentalement le transfert de chaleur de l'air dans une conduite elliptique dans le rapport est 1/2. Maia et al [5] présentent pour la première fois une solution analytique de problème de transfert de chaleur de fluide non-Newtoniens (loi de puissance) en régime laminaire dans une conduite elliptique, par la méthode de la transformée intégrale généralisée.

Dans cette étude nous analysons l'influence du rapport de forme de la conduite à section elliptique, soumise à un flux de chaleur constant à la paroi, sur les transferts thermo-convectifs des écoulements internes des fluides non-Newtoniens.

2 Formulation du problème

Considérons une conduite à section elliptique, soumise à un flux constant à la paroi, et parcourue par un écoulement de fluide non-newtonien, incompressible et monophasique. Les propriétés thermo-physiques du fluide sont constantes. Le fluide obéit au modèle rhéologique dit loi de puissance. La température est supposée constante à l'entrée. La conduction axiale et la dissipation visqueuse