

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université du 20 Août 1955 - Skikda

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique



Numéro d'ordre : D012121023D

THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

DOCTEUR EN SCIENCES

Spécialité: Electromécanique

Par :

GAHGAH Mounir

THEME

**Contribution à l'étude numérique et analytique de l'écoulement
d'un fluide non-newtonien dans un convergent-divergent**

Soutenue le :

Devant le Jury composé de :

Président : HADDAD Salim Professeur Université 20 Aout 1955 Skikda

Rapporteur : SARI Mohamed Rafik Professeur Univ. Badji Mokhtar - Annaba

Examineur : BENRETEM A.Wahab Professeur Univ. Badji Mokhtar – Annaba

Examineur : BOUZAOUIT Azzedine Professeur Université 20 Aout 1955 Skikda

Examineur : BENCHOUIA N. EDDINE M.C.A. Université de Souk Ahras

Examineur : ZAHZOUH Zoubir M.C.A. Université de Souk Ahras

Résumé

Ce travail de thèse est axé essentiellement sur l'étude du comportement dynamique de l'écoulement d'un fluide non newtonien de type viscoélastique dans un canal convergent/divergent (écoulement connu sous le nom de Jeffery-Hamel). En effet, la distribution des vitesses et l'évolution du coefficient de frottement sous l'effet de plusieurs paramètres physiques tels que le nombre de Weissenberg (Wi), le nombre de Reynolds (Re) et l'angle d'ouverture (α) ont été étudiées et discutées.

L'équation différentielle ordinaire du troisième ordre du problème étudié, résultant de la modélisation mathématique, a été traitée numériquement par la méthode de Runge-Kutta-Fehlberg (RK45) associée à la méthode de Tir et analytiquement par une technique de décomposition modifiée dite de Duan Rach (Duan Rach Approach).

Les résultats analytiques DRMA comparés aux données numériques utilisées comme guide, ainsi qu'aux ceux reportés dans la littérature scientifique (méthode de perturbation d'homotopie (HPM) et celle de décomposition d'Adomian (ADM classique) montrent la supériorité, l'efficacité et la robustesse de la technique de Duan Rach adoptée.

Mots clés: convergent/divergent , Fluide non newtonien, viscoélastique, Runge Kutta, Duan Rach

Abstract

This thesis work is mainly focused on the study of dynamical behavior of a non-Newtonian visco-elastic fluid flow in convergent/divergent channel (i.e. the well known Jeffery-Hamel flow). In fact, the velocity distribution and Skin friction coefficient evolution under the effect of several physical parameters like Weissenberg number (Wi), Reynolds number (Re) and channel half-angle (α) were studied and discussed.

The third order ordinary differential equation of the studied problem arising from mathematical modeling was treated numerically via the Runge-Kutta-Fehlberg (RK45) method featuring shooting technique and analytically by a modified decomposition technique known as Duan Rach Approach (DRMA).

The DRMA analytical results compared to the numerical ones, as well as those reported in scientific literature (Homotopy Perturbation Method (HPM) and classical Adomian method (ADM)) show the superiority, efficiency and robustness of the adopted Duan Rach technique.

Keywords: Convergent/divergent , non newtonian Fluid, viscoélastic, Runge Kutta, Duan Rach

ملخص

يركز عمل الأطروحة هذا بشكل أساسي على دراسة السلوك الديناميكي لتدفق مائع مرن غير نيوتوني في قناة متقاربة / متباعدة (أي تدفق جيفري هامل المعروف). في الواقع، تمت دراسة ومناقشة توزيع السرعة وتطور معامل الاحتكاك الجليدي تحت تأثير العديد من العوامل الفيزيائية مثل رقم (Weissenberg Wi) ورقم رينولدز (Re) ونصف زاوية فتحة القناة (α). تمت معالجة المعادلة التفاضلية العادية من الدرجة الثالثة للمشكلة المدروسة الناشئة عن النمذجة الرياضية عددًا عبر طريقة Runge-Kutta-Fehlberg RK45 التي تتميز بتقنية التصوير وتحليليًا باستخدام تقنية التحلل المعدلة المعروفة باسم (Duan Rach Approach DRMA). تُظهر النتائج التحليلية لـ DRMA مقارنة بالنتائج الرقمية، وكذلك تلك الواردة في الأدبيات العلمية (طريقة Homotopy Perturbation (HPM) وطريقة Adomian الكلاسيكية (ADM)) تفوق وكفاءة وقوة تقنية Duan Rach المعتمدة.

الكلمات الرئيسية: قناة متقاربة / متباعدة، تدفق غير نيوتوني، رنج كوتة، ديان راش