

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie de l'Environnement
Laboratoire de Biotechnologies Environnementale et Génie des Procédés

Thèse de doctorat en Génie de l'environnement

Présentée par :

M^{me} ZIOUI Djamilia Epse AOUDJIT
Magister en Ingénierie et environnement de l'ENP

Intitulé

Membranes polymériques pour la dialyse. Synthèse, caractérisations et transport

Soutenu publiquement le 25/10 / 2017 devant le jury composé de :

Président	Mr GRIB Hocine	Professeur	ENP–Alger
Rapporteurs	Mr AROUS Omar	MCA	USTHB–Alger
	Mr MAMERI Nabil	Professeur	ENP–Alger
Examineurs	Mr DROUCHE Madani	Professeur	ENP–Alger
	Mr ABDESSMED Djamel	Professeur	USTHB–Alger
	Mr BENHABILES M ^{ed} salah	MCA	UMMTO-Tizi Ouzou
	Mr FERHAT M ^{ed} amine	MCA	ENS-Alger
Invité	Mr Senentxu Lanceros méndez	Professeur	Univ. de Minho (Portugal)

ENP (2017)

ملخص

هذا العمل يمثل دراسة نظرية ورقمية لظاهرة انتقال الحرارة بواسطة الحمل من نوعين مختلفين من سوائل غير قابلة للامتزاج في قناة عمودية مع وجود تأثير لمجال مغناطيسي خارجي على القناة، وتشمل الدراسة عدة تطبيقات في منظومة السوائل الميكانيكية و الطاقة في المجالين: الصناعي و البيولوجي، مثل تدفق الدم داخل جسم الإنسان وحركة السائل الزليلي في المفاصل.

إن الموائع و السوائل الميكروقطبية هي سوائل تحتوي على جسيمات دقيقة عالقة ذات حركة دورانية مجهرية معقدة تحت تأثير عدة خصائص الفيزيائية و كهروطيسية ... لأجل التوصل إلى فهم صحيح للخصائص الفيزيائية و الميكانيكية المجهرية لحركة الموائع الميكروقطبية، عملنا على صياغة نموذج رياضي يأخذ في الحسبان انتشار المجال المغناطيسي و أثره على إنتشار الطاقة أو إحتباسها في الموائع و كذلك أثره على حركة الجزيئات الدقيقة داخل القناة. النموذج المقترح للحل و الدراسة هو مجموعة من المعادلات تصف حفظ المادة، حفظ الحركة و حفظ الطاقة. الحل المقدم سمح بظهور بعض المعاملات بدون وحدات (متر، الثانية، الحرارة، الخ...), نذكر على سبيل المثال لا الحصر: معامل المادة (K)، معامل برونت (Pr)، معامل الحمل المختلط (GR)، معامل المغنطة (Ha)، معامل إيكرت (Ec).

وعليه فإن النتائج التحليلية و الرقمية التي تم الحصول عليها من نموذج الرياضي المبرمج آليا (برنامج Matlab) تم استثمارها و استخدامها و التعليق عليها، ولقد بدا جليا و واضحا تأثير الحقل المغناطيسي على السرعة الخطية وسرعة دوران الجزيئات حول نفسها داخل الموائع الميكروقطبية و اللزجة. ومن ثم فإن هذه النتائج قد خضعت لمناقشة و دراسة مقارنة بين النموذج الحالي و دراسات سابقة منشورة في مقالات علمية.

كلمات المفاتيح: مائع ميكروقطبي، تأثير الهيدروديناميك المغنطة، تدفق الحمل الحراري، الميكروقطبية، الميكرودوراني.

Abstract

This work is devoted to the theoretical, analytical, and numerical study of a free-convective flow in a vertical channel, it's consisting of two immiscible fluid regions, the first region is filled of a non-Newtonian fluid of micropolar type, and the second region is filled with Newtonian-viscous fluid. Both fluids are under effects of the temperature gradient and magnetic field.

In a microscopic scale, non-Newtonian micropolar fluids contain suspended fine particles in complex rotating motion, complex microstructure under the influence of several physicochemical characteristics..... The behavior of micropolar fluid flow is influenced by its microstructure characteristics which these have an effect on the distribution of velocities field. (ie linear or axial and microrotation velocities).

To achieve a good understanding about the complexity of this type of flow, a mathematical model was developed in considering the term of magnetic diffusivity and the term of thermal diffusivity in the energy balance equation. This allows the appearance of some dimensionless parameters such as the material parameter (K), the Prandtl number (Pr), the mixed convection parameter (GR), the magnetic parameter (Ha) and the Eckert number (Ec).

Therefore, the numerical results obtained from the model were used to assume an apparent effect of the magnetic field on linear and spin velocities within micropolar and viscous fluids. Hence, those results obtained from the mathematical model are used in a comparative study between the current studied model in considering terms of the magnetic diffusivity and thermal diffusivity, and others works which didn't consider those terms.

Key words: Micropolar Fluid; Magnetohydrodynamic effect; Convective flow; Micropolarity; Microrotation.

Résumé

Ce travail est consacré à l'étude théorique, analytique et numérique d'un écoulement convectif, mixte et magnétohydrodynamique dans un canal vertical composé de deux régions de fluides immiscibles, la première région est remplie d'un fluide non-Newtonien de type micropolaire et la seconde région du canal est remplie d'un fluide Newtonien visqueux. Le modèle physique à étudier – canal et les deux fluides – sont sous l'influence d'un gradient de température et d'un champ magnétique.

À l'échelle microscopique, les fluides non-Newtoniens de type micropolaire contiennent des particules fines en suspension et en mouvement rotatif et avec microstructure complexe sous l'influence de plusieurs caractéristiques physico-chimiques... Le comportement de fluide micropolaire en écoulement convectif est influencé par ses caractéristiques de la microstructure qui ont un effet sur le champ de distribution des vitesses. (C.-à-d. vitesses linéaires ou axiales et la microrotation). L'écoulement naturel a lieu dans le canal vertical comme dans le cas de l'industrie mécanique, tels que : les colloïdes, fluides contenant des particules fines en suspension, cristaux liquides, fluides polymères à longue chaîne et fluides pétillants (brillant, coloré, etc.).

Aussi, l'objectif de cette étude est d'examiner le comportement des fluides micropolaires vis-à-vis au comportement des fluides Newtoniens en analysant les profils de la vitesse linéaire et la vitesse de microrotation ainsi que l'effet de taux de frottements aux parois du canal en fonction de certains paramètres appropriés résultant de la formulations mathématiques et cela dans les deux cas : sans ou avec champ magnétique.

Afin d'atteindre ces objectifs cités ultérieurement et aussi prédire le comportement de ce type d'écoulement complexe, un modèle mathématique a été développé qui prend en considération le terme de la diffusivité magnétique et le terme de diffusivité thermique de l'équation de bilan énergétique, cela a permis l'apparition de certains paramètres et nombres adimensionnels tels que le paramètre matériel (K), le nombre de Prandtl (Pr), le paramètre de convection mixte (GR : défini par le rapport du nombre de Grashof sur le nombre de Reynolds), le nombre de Hartmann (Ha) qui caractérise le flux linéaire, surfacique et/volumique du champ magnétique et le nombre d'Eckert (Ec).

Les résultats obtenus à partir du modèle mathématique final, ont permis d'une part d'analyser l'effet du champ magnétique sur la distribution du champ des vitesses linéaires et de la microrotation ($spin$) aux seins des fluides micropolaires et visqueux, d'autre part, ces résultats sont utilisés dans l'étude comparative entre des travaux déjà faites qui négligent les termes de la diffusivité thermique et la diffusivité magnétique dans l'équation de bilan énergétique et le modèle en cours qui prend en considération ces termes.

Mots clés : Fluide Micropolaire, Effet magnétohydrodynamique, Ecoulement Convectif, Micropolarité, Microrotation.