

## Résumé de la thèse de doctorat d'Université de

**KHALI Samir**

**D**ans le présent travail sont examinées les instabilités dynamiques de Taylor-Couette lors d'écoulements des fluides Newtoniens et non-Newtoniens (pseudoplastiques et dilatants) à travers des conduites annulaires courtes avec effets de bords. L'étude a été menée numériquement en utilisant la méthode de lattice Boltzmann (LBM). Dans différentes applications industrielles, les appareils et les installations diffèrent du cas idéal des conduites infiniment longues, et les effets de bords ne peuvent être ignorés. Le modèle D2Q9 de lattice Boltzmann, développé à partir de l'approximation de Bhatnagar-Gross-Krook, est utilisé pour l'obtention du champ d'écoulement pour les fluides obéissant à la loi en puissance. Les effets combinés du nombre de Reynolds, du rapport des rayons et de l'indice de comportement des fluides non-Newtoniens  $n$  sur les caractéristiques d'écoulement sont analysés. Deux éventualités de fonctionnement sont considérées et examinées : cas de la rotation du cylindre intérieur en maintenant le cylindre extérieur fixe, et cas de la rotation du cylindre extérieur.

Deux régimes d'écoulements ont ainsi été obtenus : un premier régime qui correspond à l'écoulement de Couette (CF) et un second qui correspond à l'écoulement de Couette-Taylor (TVF), les structures d'écoulement étant différents d'un régime à l'autre. Il apparaît, entre autres, que le nombre de Reynolds critique correspondant au passage du premier mode au deuxième mode, est faible pour les fluides pseudoplastiques et élevé pour les fluides dilatants. Ce nombre de Reynolds critique augmente avec l'indice  $n$  des fluides non-Newtoniens de manière monotone lorsque le rapport des rayons augmente. Par ailleurs, il semble que l'écoulement entre deux cylindres à contre-courant favorise l'apparition de l'instabilité dans la conduite pour les fluides Newtoniens et non-Newtoniens. Les valeurs du nombre de Reynolds critique pour les trois types de fluides considérés sont différentes de celles obtenues pour le cas où le cylindre extérieur est maintenu fixe. La rotation des deux cylindres à co-courant stabilise l'écoulement des fluides non-Newtoniens et le nombre de Reynolds critique correspondant est plus élevé que celui de l'écoulement avec la rotation à contre-courant.

Enfin, l'utilisation de la méthode LBM semble à la fois plus pratique et plus aisée qu'avec d'autres méthodes plus courantes, pour l'obtention des résultats relatifs aux écoulements tourbillonnaires de fluides non Newtoniens dans des géométries axisymétriques.

### **Abstract:**

**I**n this work the instability of the Taylor Couette flow for Newtonian and non Newtonian fluids (dilatant and pseudoplastic fluids) is investigated for cases of finite aspect ratios. The study is conducted numerically using the Lattice Boltzmann Method (LBM). In many industrial applications, the apparatuses and installations drift away from the idealized case of an annulus of infinite length, and thus the end caps effect can no longer be ignored. The lattice D2Q9 Boltzmann model developed from the Bhatnagar-Gross-Krook (BGK) approximation is used to obtain the flow field for fluids obeying to the power-law model. The combined effects of the Reynolds number, the radius ratio and the power-law index  $n$  on the flow characteristics are analyzed for an annular space of finite aspect ratio under two operating ways: considering the case of rotation of the inner cylinder while the outer one and the end walls are maintained at rest and then the case of the

rotation of the two cylinders. Two flow modes are obtained: a primary Couette flow mode (CF) and a secondary Taylor vortex flow mode (TVF). The flow structures so obtained are different from one mode to another. It mainly appears that the critical Reynolds number value  $Re_c$  characterizing the transition from the primary to the secondary mode exhibits the lowest value for the pseudoplastic fluids and the highest value for the dilatant fluids. Moreover, it seems that the flow between two counter-rotating cylinders favors the instability appearance. Furthermore, the flow between two co-rotating cylinders is more stable and the critical Reynolds number is higher than in the counter-courant flow. Finally, the LBM method use seems both more convenient and easier than other more common methods to obtain the results for the swirling flow of non-Newtonian fluids in axisymmetric geometries.