

Fayssal Benkhaldoun

Proposition de sujet de thèse

Titre: Etude Numérique d'Equations de Navier Stokes pour écoulement Non Newtoniens

Sujet :

L'objectif de la thèse consiste en l'étude numérique de systèmes d'EDP intervenant dans le domaine des écoulements de fluides à rhéologie complexe.

Les équations de Navier-Stokes sont classiquement écrites avec une viscosité constante (écoulements de fluide Newtonien). Nous nous intéressons ici à des systèmes avec turbulence où la viscosité est une fonction non linéaire, éventuellement non différentiable du gradient de vitesse.

Les études en ce domaine existent et reposent souvent sur des méthodes de calcul de type DNS (Direct Numerical Simulation), ou sur des systèmes diphasiques utilisant en partie sur l'équation de Boltzmann et nécessitant des temps de calculs prohibitifs.

Nous visons dans cette thèse le développement d'un modèle simplifié reposant sur l'hypothèse d'écoulement du fluide Non-Newtonien sous forme d'une pulpe homogène adoptant un comportement Newtonien au delà d'une contrainte seuil.

La résolution des système ainsi développé obtenus aura recours aux méthodes de résolution numériques que nous avons développé au sein de l'équipe au cours des dernières années, notamment les méthodes hybrides Lagrangiennes-Eulérienne et les méthodes sans maillage.

On procédera par étapes : en un premier temps on travaillera sur des problèmes 1D, dont nous ferons l'analyse en terme de solution exactes et en terme de stabilité et convergence de schémas, avant d'aborder plusieurs dimensions d'espaces.

Un des défis dans ce travail consistera à mener toute l'étude dans une démarche de raffinement dynamique du maillage afin de suivre le déplacement des chocs et discontinuités apparaissant dans de tels problèmes.

Les méthodes adaptatives sont utilisées pour améliorer la résolution spatiale et temporelle en augmentant localement la densité de points du maillage utilisé pour représenter la solution du problème. Ces méthodes de raffinement dynamique nécessitent l'analyse et le développement d'estimateurs à la fois robustes et précis. On peut ainsi optimiser à la fois l'empreinte mémoire du code et le temps de calcul total. Ces méthodes sont particulièrement efficaces lorsque l'écoulement est constitué d'une combinaison de discontinuités très localisées et de régions à solution régulière.

Par ailleurs les stratégies de parallélisation sont devenues nécessaires du fait du caractère multi-échelle des problèmes considérés et du recours aux simulations 3D. Des méthodes adaptées de décomposition de domaines s'avèrent donc incontournables. Le développement de nouvelles techniques de parallélisme ainsi que la montée en puissance des architectures multi-coeurs, font du calcul parallèle une approche désormais très efficace.

En fonction de la progression du travail de recherche, on visera la mise en œuvre de ces différentes méthodes d'accélération des calculs afin d'avoir des résultats justes à la fois rapidement et avec une grande précision.