

Titre: Modélisation et simulation numérique des équations de la magnétohydrodynamique compressible

Résumé:

Ce travail est une contribution à la modélisation et à la construction d'un code de simulation numérique des équations de la magnétohydrodynamique compressible. Nous commençons par décrire quelques applications industrielles de la magnétohydrodynamique notamment dans la conversion d'énergie, le contrôle d'écoulement, la microfluidique et la biomédecine. Nous faisons par la suite une description des différents modèles de la magnétohydrodynamique ainsi que les relations de fermeture utilisées. Une modélisation physique des différents termes liés au champ magnétique permet de ressortir ses différentes contributions et manifestations.

Une synthèse du modèle appropriée permet d'obtenir les équations de la magnétohydrodynamique idéale. Ce système d'équations a un caractère non-strictement hyperbolique et non-convexe. Une étude linéaire permet de d'écrire les formes de propagation de l'information. Sur le plan numérique, nous insistons notamment sur le développement des schémas numériques conservatifs robustes et adaptés. C'est ainsi que le solveur AUFSSR est construit pour les équations d'Euler et de la magnétohydrodynamique idéale. Ce solveur comporte deux vitesses numériques artificielles et prend en compte toutes les ondes MHD dans la décomposition du flux d'interface.

Ces schémas numériques sont intégrés dans le code de calcul CARBUR. C'est un code volumes finis à maillage structurée adaptée aux géométries complexes. L'approche MUSCL-Hancock largement utilisée dans la littérature est exploitée pour discrétiser les flux convectifs et

permet d'augmenter la précision des solveurs. Par rapport au champ magnétique, le traitement des erreurs sur la divergence se fait par la méthode de contrainte largement utilisée par les numériciens compte tenu de son faible coût. Les performances des solveurs numériques et du code CARBUR sont évaluées à travers les tests caractéristiques décrivant les applications complexes.

Enfin une application à l'écoulement sanguin dans un vaisseau rigide permet de ressortir l'impact d'un champ magnétique externe sur les paramètres dynamiques du flux sanguin et la distribution des charges dans le vaisseau.

FDGANG Ferdinand (22 September 2017)