

# Schémas numériques pour un modèle de MHD résistive à deux températures avec termes de champs magnétiques auto-générés

Stéphane Jaouen  
CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon  
e-mail : stephane.jaouen@cea.fr (33.1.69.26.68.48 / 33.1.69.26.70.93)

## Contexte de l'étude

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la simulation numérique d'écoulements caractéristiques de la fusion par confinement inertiel. Dans ce contexte, des champs magnétiques *auto-générés* sont susceptibles d'apparaître lors de l'irradiation laser ou lors de l'implosion des micro-ballons (capsules) dès que les gradients de densité et de température électronique ne sont pas colinéaires. Ces champs ont pour effet de réduire la conduction thermique électronique et, suivant leur intensité, peuvent considérablement modifier la distribution de température au voisinage du point chaud, modifiant ainsi les conditions d'ignition. Afin de prendre en compte ces phénomènes dans les codes de simulation il est donc nécessaire, dans le cas général, de suivre l'évolution des trois composantes du champ magnétique. On se limitera toutefois ici au cas d'écoulements 2D axisymétriques. Dans ce contexte, en l'absence de champ extérieur, seule la composante orthogonale du champ magnétique est susceptible d'apparaître. La structure du système d'équations qu'il s'agit de discrétiser est alors très proche du système de l'hydrodynamique bi-température avec conduction thermique.

## Objectifs

À partir d'une maquette 2D permettant de résoudre en géométrie cylindrique les équations de l'hydrodynamique bi-température avec conduction, il s'agira de développer des schémas numériques permettant de résoudre le système complet de la MHD résistive orthogonale en coordonnées d'Euler, en utilisant la méthode de dévissage : décomposition du système complet en plusieurs sous-systèmes suivant la nature des opérateurs (hyperbolique, parabolique, termes sources, ...) et construction de schémas numériques adaptés à chaque opérateur. Pour la partie hyperbolique on utilisera le formalisme Lagrange-projection et la technique des directions alternées. Par ailleurs, les schémas, de type Godunov et formulés en énergie totale, seront développés sur la base de précédents travaux du laboratoire et seront d'ordre très élevé (ordre 2 à 6). Une attention particulière sera également portée à la discrétisation du terme source responsable de l'apparition du champ magnétique et aux relations de fermeture du modèle qui devront être modifiées en conséquence (prise en compte de la composante orthogonale du champ magnétique dans les tenseurs de résistivité, de conduction thermique électronique et ionique, ...). Pour cela on s'appuyera sur les résultats publiés par S.L. Braginskii.

Les schémas construits seront dans un premier temps validés par partie sur des cas-tests fournis par nos soins puis on analysera à l'aide de l'outil développé l'influence du champ magnétique auto-généré dans la phase de décélération d'une capsule FCI.