

Apport de la Modélisation Numérique aux sciences de l'ingénieur

Fayssal Benkhaldoun*

*LAGA, Université Paris 13 - Sorbonne Paris Cité
99 Av J.B. Clement, 93430 Villetaneuse, France
e-mail : fayssal@math.univ-paris13.fr

ABSTRACT

L'objectif de la conférence est de présenter un panorama sur les méthodes numériques et en particulier celle des volumes finis adaptatifs pour les sciences de l'ingénieur et la mécanique des fluides. La modélisation mathématique des problèmes d'écoulement est basée sur la formulation et la solution numérique des équations de conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie. Dans les applications les plus réalistes en sciences de l'ingénieur, on ne dispose pas de solutions analytiques des modèles considérés et les méthodes numériques sont donc nécessaires pour leurs simulations et par conséquent pour la compréhension de leur dynamique. Dans ce contexte, des domaines irréguliers et des données complexes et raides représentent des défis majeurs lors de la conception des schémas numériques. Cependant avec les améliorations successives obtenues dans les puissances de l'ordinateur, les calculs haute performance constituent un axe fondamental pour simuler ces problèmes difficiles avec une précision raisonnable y compris sur des ordinateurs personnels et des ordinateurs portables.

Dans cet exposé, nous présentons une revue sur les progrès récents dans les méthodes de volumes finis adaptatifs pour des applications industrielles. Plus précisément, nous discutons de l'application de cette catégorie de méthodes pour les situations suivantes :

- Combustion et propagation de flammes
- Ecoulements en milieux poreux et à surface libre
- Propagation de décharges dans le plasma froid (Streamer)

Les simulations et les résultats sont présentés pour vérifier les modèles considérés de volumes finis adaptatifs. Une attention particulière est accordée à trois applications réalistes largement débattues dans la communauté CFD. Dans la première partie, nous présentons un problème de combustion où nous abordons la simulation numérique d'un allumage de flamme triple. Ce phénomène est d'une grande importance pour les industries de conception automobile entre autres. La deuxième partie se concentre sur des problèmes pratiques pour les écoulements multiphasiques en milieux poreux. Cette partie de l'exposé couvre des problèmes d'ingénierie dans l'industrie pétrolière ainsi que le stockage de CO₂ dans des aquifères confinés et non confinés. D'un point de vue environnemental les questions liées à ces problèmes ont attiré de nombreux scientifiques, et de nombreuses études expérimentales ont été effectuées.

Dans la dernière section de cette présentation une propagation de phénomènes de décharge dans les plasma froids est considéré. Du point de vue physique, le modèle tient compte des interactions entre les électrons et les photons et aboutit à un problème multi-échelle difficile à traiter à la fois dans le cadres théorique et numérique. Par exemple, ces modèles conduisent à un phénomène très raide crucial pour la conception de nouveaux dispositifs catalytiques et intervenant dans la combustion rapide assistée par laser.

Pour toutes ces applications, nous démontrons la capacité de capturer les caractéristiques exactes des phénomènes considérés du modèle.