

Offre de Post-Doctorat
MÉTHODES DE FRONTIÈRES IMMERGÉES POUR LA SIMULATION NUMÉRIQUE
D'ÉCOULEMENTS COMPRESSIBLES ET REACTIFS

Date de début : 01/01/2019

Durée : 12 mois

Unité d'affectation Institut P' UPR 3346 CNRS – ENSMA - Université de Poitiers
Département de Fluides Thermique et Combustion POITIERS- France
Responsable du projet de recherche : Arnaud Mura (Directeur de Recherche CNRS)

Contexte

Les recherches menées dans le département Fluides Thermique et Combustion de l'Institut Pprime couvrent de façon continue l'étude des écoulements et des transferts associés, en milieux réactifs ou non. Plus particulièrement, ce projet s'inscrit dans le contexte d'étude des phénomènes aéro – thermo – chimiques en géométrie complexe, qui sont fréquemment rencontrés dans les dispositifs industriels et systèmes énergétiques du domaine des transports, notamment dans la conception des moteurs et des systèmes propulsifs au sens large. La simulation numérique est aujourd'hui un élément essentiel dans leur chaîne de dimensionnement, complémentaire des approches expérimentales, qui peut notamment permettre de fournir un niveau de détail difficile à obtenir expérimentalement. La simulation numérique haute fidélité est en particulier dédiée à l'analyse fine des mécanismes physiques fondamentaux mis en jeu dans les écoulements transitionnels et turbulents, réactifs ou non. Des simulations directes et des grandes échelles (DNS/LES), en s'appuyant sur des schémas numériques de haute précision (typiquement des schémas de différences finies d'ordre élevé) ont notamment permis d'obtenir des données de référence dans des configurations d'écoulement dans des géométries simplifiées.

Projet

La mise en œuvre de ce type de simulation haute précision reste un challenge à l'heure actuelle, dès lors qu'il s'agit de prédire de façon fiable les phénomènes d'échanges et de transferts de quantité de mouvement et d'énergie dans le fluide au voisinage de parois. La description d'objets géométriquement complexes par l'adaptation du maillage (grilles de type *body-fitted* ou non structurées) implique généralement de fortes distorsions de maille, incompatibles avec une exigence de précision élevée des résultats numériques. Une approche alternative consiste à conserver la précision par l'usage d'un maillage cartésien et à modéliser la présence des parois par une approche de frontière immergée. Cette technique présente en outre l'avantage de pouvoir être étendue au cas de géométries mobiles. Notons que la mise en œuvre de techniques de frontières immergées, combinées à l'usage de méthodes d'ordre élevé pour la résolution des équations compressibles, reste une approche originale et encore relativement peu documentée dans la littérature. Le projet AFIS -- Approches par Frontières Immergées pour la Simulation haute fidélité des écoulements -- a pour objectif de réunir et combiner les savoir-faire de deux équipes de recherche (2AT et CT) de l'Institut Pprime impliquées dans le projet, dans les domaines de la simulation numérique haute fidélité et des approches de frontières immergées, dans le contexte du Calcul numérique Haute Performance.

Les deux équipes se proposent dans un premier temps de réaliser la simulation numérique d'écoulements de fluides compressibles dans une cavité. Cette configuration « benchmark » d'écoulements compressibles affleurant une cavité a fait l'objet de nombreuses études, expérimentales et numériques, dans les domaines de la combustion, de l'acoustique et de la thermique, ce qui permet de disposer d'un grand nombre de résultats de référence. Elle pourra être traitée avec et sans approche de frontière immergée, ce qui permettra d'évaluer le potentiel de l'approche frontière immergée pour un écoulement compressible. Cette configuration à caractère fondamental est une première étape, qui

permettra ensuite d'envisager des cas d'écoulements dans des configurations progressivement plus complexes, mettant en jeu des cavités et/ou des modifications géométriques de la paroi.

Mission

Le chercheur postdoctoral sera donc chargé d'adapter les stratégies mises en place pour décrire le déplacement de projectiles à très hautes vitesses dans un milieu fluide initialement au repos dans des conditions représentatives des applications liées à la balistique interne ou encore à la simulation d'un accélérateur à effet stato ou RAMAC (ram accelerator). L'étude sera réalisée avec le solveur massivement parallèle CREAMS qui est développé au Laboratoire. Ce solveur met en œuvre des schémas numériques haute précision : schéma aux différences finies d'ordre 8 et schéma WENO d'ordre 7 pour la discrétisation spatiale et schéma TVD Runge Kutta à faible empreinte mémoire pour la discrétisation temporelle. Ses principales caractéristiques sont décrites en détail dans la référence [1]. Il a été utilisé à de nombreuses reprises pour étudier les écoulements de fluides compressibles en présence (ou non) de réactions chimiques [2-7]. Les développements proposés dans le cadre de cette étude s'appuieront sur la méthode IBM hybride récemment mise au point dans le cadre des travaux de thèse de R. Boukharfane. Cette méthode est décrite dans la référence [8].

Références

- [1] Martinez Ferrer P.J., Buttay R., Lehnasch G., Mura A., **Comp. Fluids**, 89 (2014) 88-110
- [2] Buttay R., Lehnasch G., Mura A., **Shock Waves**, 27 (2016) 655-674
- [3] Martinez Ferrer P.J., Lehnasch G., Mura A., **Comb. Flame**, 180 (2017) 284-303
- [4] Martinez Ferrer P.J., Lehnasch G., Mura A., **Comb. Flame**, 180 (2017) 304-320
- [5] Buttay R., Gomet L., Lehnasch G., Mura A., **Shock Waves**, 27 (2017) 655-674
- [6] Boukharfane R., Bouali Z., Mura A., **Shock Waves** doi.org/10.1007/s00193-017-0798-5
- [7] Buttay R., Lehnasch G., Mura A., **Int. J. Hydrogen Energy**, 43 (2018) 8488-8505
- [8] Boukharfane R., Ribeiro F., Bouali Z., Mura A., **Comp. Fluids** 162 (2018) 191-212

Profil

Dans ce contexte, nous souhaitons recruter un collaborateur disposant d'une bonne expertise en mécanique des fluides numérique, notamment dans le domaine des écoulements de fluides compressibles. Des compétences en turbulence et/ou en combustion et/ou en aéroacoustique seront aussi particulièrement appréciées. Bien que le caractère fondamental et académique soit privilégié, ces études se feront dans le contexte de collaborations étroites avec ArianeGroup, Safran et l'Onera.

Niveau exigé : Doctorat mécanique des fluides ou énergétique

Contact à qui les candidatures doivent être envoyées (par e-mail) :

Arnaud Mura : arnaud.mura@ensma.fr