



Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

STAGE DE MASTER RECHERCHE

Département Aérodynamique, Energétique et Propulsion

Responsable du stage : Stéphane JAMME

Lieu : ISAE campus ENSICA

Tél. : 05 61 33 91 73

Mél. : stephane.jamme@isae.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Domaine d'étude : Mécanique des fluides numérique, instabilités et turbulence

Titre : **SIMULATIONS NUMERIQUES BIDIMENSIONNELLES DE L'INSTABILITE DE RICHTMYER-MESHKOV.**

L'instabilité de Richtmyer-Meshkov revêt une importance fondamentale lors des réactions de fusion par confinement inertiel (cf. projet Laser Mégajoule du CEA) car elle en détériore le rendement de manière significative. Une connaissance approfondie de cette instabilité est ainsi nécessaire à la mise au point de ce type d'expériences avancées. L'instabilité de Richtmyer-Meshkov apparaît lorsqu'une onde de choc traverse une interface entre deux gaz différents. Il s'agit d'une instabilité barocline car la production de vorticité observée après le passage du choc est due au non-alignement des gradients de masse volumique $\nabla\rho$ et de pression ∇p , ce qui engendre un terme barocline $[(\nabla\rho \times \nabla p) / \rho^2]$ non-négligeable. Cette instabilité est classiquement étudiée au moyen d'expériences de tubes à chocs (cf. Haas [3], Collins and Jacobs [1]), et une collaboration entre le CEA et l'ISAE débute actuellement sur ce sujet avec le transfert à l'ISAE des activités de tube à chocs du CEA dans le courant de l'année 2008-2009. Dans ce contexte, nous souhaitons enrichir cette thématique avec une activité numérique complémentaire des expériences de tube à chocs.

Un nouveau code de calcul dédié aux simulations directes d'écoulements turbulents compressibles vient d'être développé au laboratoire dans le cadre d'une thèse. Cet outil est basé sur des schémas numériques bien adaptés à des situations d'interaction choc-turbulence (schémas WENO [*Weighted Essentially Non Oscillatory*] : cf. Pirozzoli [6], Ponziani et al. [7]), mais il ne permet pas encore de simuler des mélanges de gaz de nature différente. L'objectif du travail proposé est donc d'introduire les modifications nécessaires à la simulation de l'instabilité de Richtmyer-Meshkov bidimensionnelle (des calculs tridimensionnels sont effet hors de portée des capacités de calcul du laboratoire). Il s'agira principalement d'ajouter une équation de concentration dans le solveur afin de prendre en compte la présence de deux gaz différents. La validation de ces modifications sera conduite au travers de comparaisons avec des résultats d'analyse linéaire du phénomène (cf. Griffond [2]) ainsi qu'avec des simulations récentes (cf. Latini et al. [5]).

Un autre volet du travail sera consacré à l'étude du phénomène de « reshock ». En effet, lorsque l'onde de choc incidente a travers  l'interface gazeuse (en donnant naissance au passage à l'instabilité), le choc transmis se réfléchit sur le fond du tube à choc et revient interagir à nouveau avec l'interface en évolution : c'est le phénomène de reshock qui constitue un cas typique d'interaction choc-turbulence. Cette partie du travail sera analys e à la lumière d'études précédemment menées au laboratoire sur ce sujet (cf. Jamme et al. [4]).

Tous les résultats seront comparés aux données expérimentales disponibles dans la littérature.

Une thèse au sein du DAEP portant sur cette thématique et financée par le CEA est envisagée pour la rentrée 2009. Le doctorant recruté sera associé à la remise en route du tube à choc après son transfert à l'ISAE, ainsi qu'à la mise au point de technique de mesure de type PIV (Particle Image Velocimetry) sur ce moyen d'essais. La thèse comportera aussi un volet numérique. Le candidat retenu pour le stage de Master sera prioritaire sur le sujet de thèse.

Méthodes à mettre en oeuvre: CFD : Code de calcul C++, post-traitement Matlab.

Bibliographie:

[1] B.D. Collins and J.W. Jacobs. PLIF flow visualization and measurements of the Richtmyer-Meshkov instability of an air/SF6 interface. *J. Fluid Mech.*, 464: 113-136, 2002.

[2] J. Griffond. Linear interaction analysis applied to a mixture of two perfect gases. *Phys. Fluids*, vol. 17(8), 2005.

- [3] J.-F. Haas. Measurements of turbulent mixing within an air/SF6 shocked and reshocked interface. 10th International Workshop on the Physics of Compressible Turbulent Mixing, Paris, 2006.
- [4] S. Jamme, J.-B. Cazalbou, F. Torrès and P. Chassaing. Direct numerical simulation of the interaction of a shock wave and various types of isotropic turbulence. Flow, Turbulence and Combustion, 68:227-268, 2002.
- [5] M. Latini, O. Schilling and W.S. Don. Effects of WENO flux reconstruction order and spatial resolution on reshocked two-dimensional Richtmyer-Meshkov instability. J. Comp. Phys., 221: 805-836, 2007.
- [6] S. Pirozzoli. Conservative hybrid compact-WENO schemes for shock-turbulence interaction. J. Comp. Phys., 178: 81-117, 2002.
- [7] D. Ponziani, S. Pirozzoli and F. Grasso. Development of Optimized Weighted-ENO schemes for multiscale compressible flows. Int. J. Numer. Meth. in Fluids, 42: 953-977, 2003.

80 % Recherche théorique	20 % Recherche appliquée	0 % Recherche expérimentale
Possibilité de prolongation en thèse : <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non		

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Mécanique des fluides, CFD, turbulence

Langages/Systèmes : Linux, Programmation Orientée Objet, C++, Matlab

Les candidatures sont à adresser par courriel au responsable du stage.