

Propulsion spatiale et écoulements à grande vitesse à ICARE-CNRS, UPR 3021

D.Davidenko, Y.Eude*, I.Fedioun, M.Karaca* (* doctorants)

Les activités numériques de l'équipe portent sur la simulation des écoulements réactifs complexes, en physique sévère, que l'on rencontre dans les systèmes de propulsion avancés développés pour les futurs lanceurs spatiaux récupérables. Ces études sont faites en collaboration avec MBDA France :

- propulsion par onde de détonation aérobie ou anaérobie (figure 1).
- propulsion par statoréacteur à combustion supersonique aérobie (figure 2).

Ces systèmes fonctionnent à l'hydrogène. Dans le premier cas, les gaz sont prémélangés, et dans le second cas, le mélange se fait par la turbulence au moment de l'injection. Deux codes de calcul indépendants, mais tous deux basés sur des méthodes numériques à capture de choc de haute précision (schémas WENO d'ordre 5) ont été développés. La plateforme de calcul Phœbus a été utilisée pour mettre au point les codes et réaliser des simulations à résolution modérée. Les calculs plus lourds ont été portés sur la machine IBM Power6 de l'IDRIS (300000h en 2010, 400000h en 2011). Le code pour la détonation rotative résout les équations d'Euler et utilise un maillage auto-adaptatif associé à un algorithme de parallélisation particulièrement efficace. Le code pour la chambre de combustion supersonique a permis de comparer les approches LES et MILES pour la simulation du mélange turbulent et de la flamme de diffusion hydrogène/air.

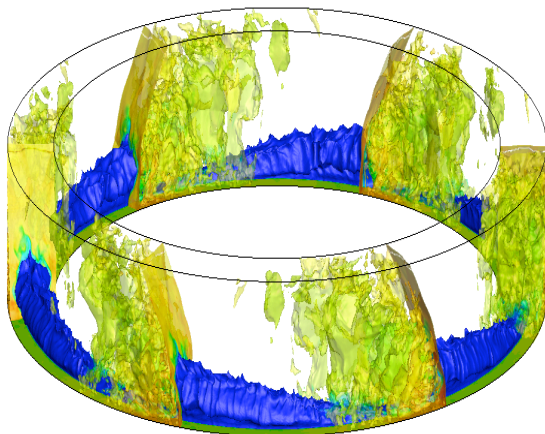


Figure 1 Simulation d'une détonation rotative.

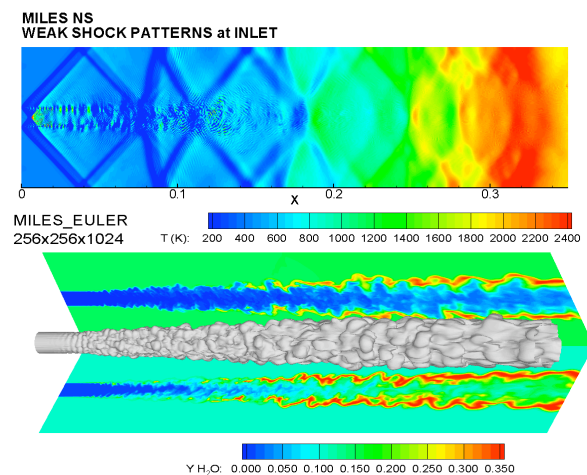


Figure 2 Chambre de combustion supersonique

- Y. Eude, D. Davidenko : "Use of the Adaptive Mesh Refinement for Continuous Detonation Simulation". 7th International Colloquium on Pulsed and Continuous Detonations (ICPCD) - 4-8 october 2010 – St. Petersburg RUSSIA
- Y. Eude, D. Davidenko, I. Gökalp, F. Falempin : "Use of the adaptive mesh refinement for 3D simulations of a CDWRE (Continuous Detonation Wave Rocket Engine)", AIAA-2011-2236.
- D. Davidenko, Y. Eude, I. Gökalp, F. Falempin : "Studies on continuous Detonation Wave Applications for Rocket Propulsion", Space Access Conference, 21-23 September 2011, Paris, France.
- Y. Eude, D. Davidenko, I. Gökalp, F. Falempin : "Numerical simulation and analysis of a 3D continuous detonation under rocket engine conditions", 4th European Conference for Aerospace Sciences (EUCASS 2011), 4-8 July 2011, Saint Petersburg, Russia.
- M. Karaca, I. Fedioun, N. Lardjane: "LES/MILES of non-reacting and reacting high-speed jets", EFMC-8 Euromech Fluid Mechanics Conference, 13-16 September 2010, Bad Reichenhall, Germany
- M. Karaca, N. Lardjane, I. Fedioun : "LES/MILES of a high-speed reacting air/H₂ turbulent jet." Workshop on "Highly-Resolved Experimental and Numerical Diagnostics for Turbulent Combustion", CORIA-CNRS, May 25-26, 2011, Rouen, France
- M. Karaca, N. Lardjane, I. Fedioun : "High-speed turbulent mixing and combustion: MILES vs physical LES". Seventh International Symposium on Turbulence and Shear-Flow Phenomena, TSFP-7, July 28-31, 2011, Ottawa, Canada
- M. Karaca, N. Lardjane, I. Fedioun : "Numerical vs Physical Large Eddy Simulation of high-speed non-reacting and reacting air/H₂ jets". Soumis à Computers & Fluids, en révision.