

Approche multi-fidélité RANS-LES pour le design des brûleurs H2-Air

Offre de **post-doctorat** au CORIA CNRS / Safran Tech

L'utilisation de méthodes de Simulation aux Grandes Echelles (LES) pour aider au design des chambres de combustion a atteint un bon niveau de maturité grâce aux efforts initiés dès les années 2000 chez Safran et dans la communauté Française de la combustion. Ces méthodes coûteuses ne répondent cependant pas au besoin d'exploration de design efficace dans des timings courts en début de phase de conception.

Dans ce contexte, il est proposé de développer une méthodologie multi-fidélité permettant de tirer parti des méthodologies de calcul LES afin de calibrer des approches RANS et réciproquement. Cette capacité, nommée *Dual Mesh Hybrid RANS-LES* [1-7], s'appuie sur des solveurs capables de résoudre simultanément les équations RANS et LES, sur deux grilles conformes différentes adaptées à chaque jeu d'équations. Elle combine ainsi les avantages des deux approches, typiquement la prédiction des couches limites en RANS, prédiction des grandes échelles et du mélange en LES.

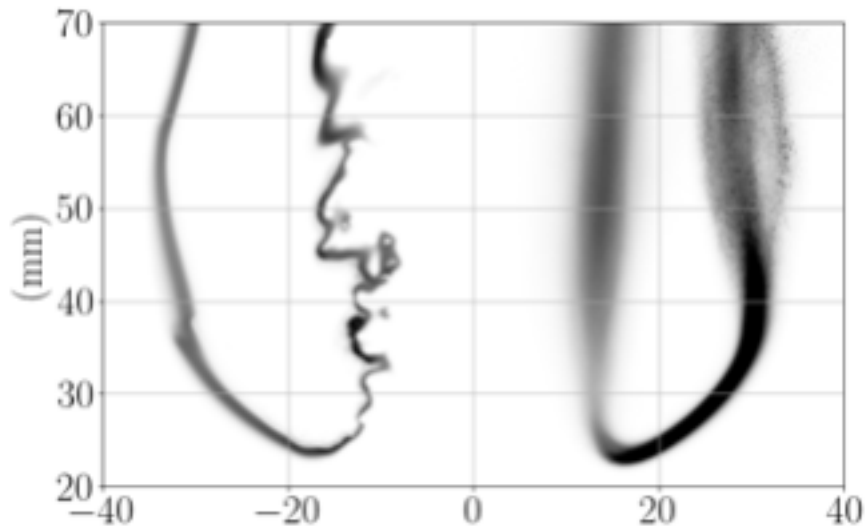


Figure 1 : flamme de spray dans la configuration CRSB [8]. Champ LES instantané de Y_{OH} à gauche, champ moyen de Y_{OH} à droite.

La tâche proposée consistera à concevoir et implémenter dans le solveur YALES2 une approche multi-fidélité de type *Dual Mesh Hybrid RANS-LES* [1-7] et évaluer son efficacité pour accélérer les calculs en phase d'exploration des designs. La tâche sera décomposée comme suit :

1. Développement d'un solveur RANS Combustion Bas Mach dans la plateforme YALES2 sur la base de développements déjà réalisés pour le régime incompressible avec plusieurs fermetures turbulentes standard (k-epsilon, k-omega, k-SST...)
2. Validation de ce solveur sur des cas simples de la littérature.
3. Couplage avec le solveur LES Combustion Bas Mach (VDS) existant de YALES2.
4. Evaluation et comparaison de l'approche RANS seule avec l'approche *Dual Mesh Hybrid RANS-LES* [1-7]

Ces développements constitueront aussi des premières briques pour l'exploration de techniques d'optimisation de forme que l'on souhaitera, à terme, évaluer pour l'optimisation des systèmes d'injection de chambres de combustion (perspective hors projet).

Début souhaité :

- 1^{er} octobre 2024

Moyens

- Plateforme YALES2 (www.coria-cfd.fr)
- Super-calculateurs nationaux (IDRIS, CINES, TGCC) et régionaux (CRIANN)

Contacts :

- R. Letournel (SAFRAN TECH) roxane.letournel@safrangroup.com
- V. Moureau (CORIA) vincent.moureau@coria.fr

Références

- [1] A.E.A. Ali et al., A dual-mesh hybrid Reynolds-averaged Navier-Stokes/Large eddy simulation study of the buoyant flow between coaxial cylinders. Nuclear Engineering and Design 393 (2022) 111789
- [2] Y. Benarafa, O. Cioni, F. Ducros, P. Sagaut. RANS/LES coupling for unsteady turbulent flow simulation at high Reynolds number on coarse meshes. Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 195 (2006) 2939–2960
- [3] A.E.A. Ali, I. Afgan, D. Laurence and A. Revell, Application of the dual-mesh hybrid RANS-LES method to the flow in a differentially heated square cavity. Proceedings of the 12th International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modelling and Measurements. Montpellier, France, 2018.
- [4] P. Nguyen, J. Uribe and D. Laurence. A seamless hybrid rans/les model with dynamic Reynolds-stress correction for high Reynolds Number flows on coarse grids. ETMM12 2018.
- [5] B.E.O. Iyamabo, I. Afgan, D. Laurence and A. Revell. An improved wall function for large eddy simulation. ETMM12 2018.
- [6] P. T. L. Nguyen, J. C. Uribe, I. Afgan, D. R. Laurence. A Dual-Grid Hybrid RANS/LES Model for Under-Resolved Near-Wall Regions and its Application to Heated and Separating Flows. Flow, Turbulence and Combustion (2020) 104:835–859.
- [7] A.E.A. Ali, I. Afgan, D. Laurence, A. Revell. A dual-mesh hybrid RANS-LES simulation of the buoyant flow in a differentially heated square cavity with an improved resolution criterion. Computers and Fluids 224 (2021) 104 94 9.
- [8] A. Verdier, J. Marrero Santiago, A. Van- del, S. Saengkaew, G. Cabot, G. Grehan, B. Renou, Experimental study of local flame structures and fuel droplet properties of a spray jet flame, Proceedings of the Com- bustion Institute 36 (2) (2017) 2595–2602.