

Comparaison des approches en EEM et LES/DNS pour une flamme mince plissée bidimensionnelle plane-en-moyenne

Yves D'Angelo¹ & Lancelot Boulet²

¹ CORIA/INSA CNRS UMR 6614 Normandie Université & LIED/PIERI Paris 7 UMR 8236

² CORIA/INSA CNRS UMR 6614 Normandie Université

dangelo@coria.fr

Si la détermination “exacte” d’une flamme (i.e. forme, évolution spatio-temporelle, production des polluants) s’avère en principe possible par la résolution numérique directe des équations de Navier-Stokes réactives (DNS), dans la pratique cet accès est restreint à des dimensions très réduites, de l’ordre de quelques centimètres cubes. Les échelles spatiales nécessaires à la simulation sont en effet de l’ordre de l’échelle de dissipation de Kolmogorov η ou d’une fraction de l’épaisseur de réaction δ_r . Comme $\eta \sim Re^{3/4}$ et $\delta_r \sim D_{th}/S_L$, toutes deux sont typiquement de l’ordre de 5 à 50 μm pour les situations usuelles, ce qui rend les applications à des échelles macroscopiques excessivement coûteuses, voire impossibles. Il est alors courant de faire appel à des modèles de sous-maille (de type filtrage LES ou Simulations aux grandes échelles pour la combustion turbulente) afin de tenter de réintroduire dans la simulation au moins une partie de l’information gommée par le filtrage.

Une approche un peu alternative peut au contraire exploiter la forte disparité d’échelle en considérant la flamme comme une surface de discontinuité séparant les gaz frais des gaz brûlés, et d’établir une équation d’évolution modèle (EEM), non-linéaire et non locale, pour la forme locale du front de flamme. La stratégie d’obtention de l’équation est basée sur un développement asymptotique où le petit paramètre est le contraste de densité α (cf. e.g. [1,2,3]).

Nous proposons ici une comparaison directe quantitative entre ces approches en EEM (à la Sivashinsky) et l’approche classique DNS/LES pour une flamme plane air/méthane bidimensionnelle plissée, plane-en-moyenne. Nous montrons également quelques résultats obtenus en EEM dans le cas 3D.

Références

1. G. I. Sivashinsky *Nonlinear analysis of hydrodynamic instability in laminar flames – I. Derivation of basic equations*, Acta Astron., **4**, page 1177, 1977.
2. G. Boury and Y. D’Angelo, *On third order density contrast expansion of the evolution equation for wrinkled unsteady premixed flames*, International Journal of Non-Linear Mechanics, **46**, 9, pp. 1213-1222, 2011.
3. Eric Albin and Yves D’Angelo, *Assessment of the Evolution Equation Modelling approach for three-dimensional expanding wrinkled premixed flames*, Combustion and Flame, volume 159, number 5, pages 1932-48, 2012.