

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : DMPE-2026-09 (à rappeler dans toute correspondance) Département/Dir./Serv. : DMPE/MH-STAT	Lieu : Toulouse Tél. : 05 62 25 29 01
Responsable(s) du stage : Jean-Mathieu Senoner, Hugues Deniau	Email. : jean-mathieu.senoner@onera.fr , hugues.deniau@onera.fr

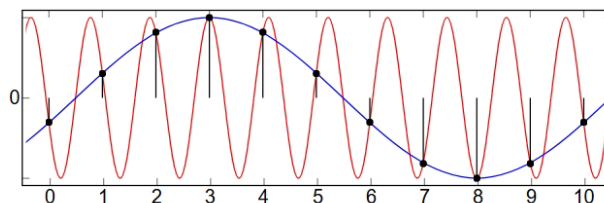
DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Ecoulements réactifs

Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☒ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : Résolution du problème d'aliasing pour les schémas de type discontinuous-galerkin dans le code Jaguar

Sujet : Pour illustrer simplement le phénomène d'aliasing (repliement de spectre), on considère la discrétisation du signal périodique représenté par la courbe rouge. Cette discrétisation est matérialisée par les petits disques noirs sur le schéma ci-dessous. Intuitivement, cette discrétisation apparaît trop grossière pour représenter ce signal. On constate alors qu'il est possible de trouver un signal périodique bleu qui aura les mêmes valeurs aux points de discrétisation. Ainsi si on dispose seulement des valeurs aux points de discrétisation, deux solutions sont possibles : le signal rouge, ou le signal bleu dont la fréquence est beaucoup plus faible.



Lors des simulations d'écoulements turbulents sur des maillages assez grossiers, un phénomène analogue va se produire, à savoir que l'énergie des petites structures mal discrétisées va être reportée sur des plus grosses structures, augmentant artificiellement leur énergie et faussant par conséquent les interactions entre une flamme et la turbulence. Ce phénomène peut même conduire à la divergence du calcul. Pour endiguer ce transfert d'énergie non physique des petites vers les grosses structures, il s'offre 2 possibilités :

- Accroître la dissipation numérique
- Utiliser des schémas appropriés

Etant donné que la première option dégrade la qualité de la solution numérique, la seconde voie sera privilégiée dans cette étude. Les schémas numériques seront implantés dans le code Jaguar développé en collaboration entre le Cerfacs et l'Onera [1-2]. Ce dernier est basé sur une approche de type Galerkin-Discontinue pour laquelle les champs sont représentés sur chaque cellule du maillage par des polynômes sans contrainte de continuité aux raccords. Tout d'abord, ce problème sera mis en évidence dans un cadre mono-dimensionnel via une équation de Burgers avec un terme de forçage [3]. Ce cadre simplifié permettra de valider les conditions à satisfaire pour obtenir des schémas conservant l'énergie cinétique au niveau discret. La conservation de l'énergie cinétique est une des clés pour éviter les phénomènes d'aliasing. Celles-ci seront déduites de l'adaptation de schémas de la littérature [4-5] au formalisme de Jaguar ce qui confère à cette étude une grande originalité. Finalement, la simulation de différents cas de turbulence homogène isotrope permettra de juger de l'efficacité des schémas proposés.

[1] Cassagne, A., Boussuge, J. F., Villedieu, N., Puigt, G., d'Ast, I., & Genot, A. (2015, March). JAGUAR: a new CFD code dedicated to massively parallel high-order LES computations on complex geometry. In The 50th 3AF International Conference on Applied Aerodynamics (AERO 2015).

[2] Marchal, T., Deniau, H., Boussuge, J. F., Cuenot, B., & Mercier, R. (2023). Extension of the Spectral Difference method to premixed laminar and turbulent combustion. *Flow, Turbulence and Combustion*, 111(1), 141-176.

[3] San, O. (2016). Analysis of low-pass filters for approximate deconvolution closure modelling in one-dimensional decaying Burgers turbulence. *International Journal of Computational Fluid Dynamics*, 30(1), 20-37.

[4] Abe, Y., Morinaka, I., Haga, T., Nonomura, T., Shibata, H., Miyaji, K., (2018) Stable, non-dissipative and conservative flux-reconstruction schemes in split forms, *Journal of Computational Physics*, 353 :193-227

[5] Feiereisen, W., Reynolds, W., Ferziger, J. (1981) Numerical simulation of compressible homogeneous turbulent shear flow, NASA-CR-164953, SU-TF-13

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en œuvre :

☒ Recherche théorique

☒ Travail de synthèse

☐ Recherche expérimentale

☐ Travail de documentation

☐ Participation à une réalisation

Possibilité de prolongation en thèse :

Non

Durée du stage :

Minimum : 5 mois

Maximum : 5 mois

Période souhaitée :

2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis

Combustion, schémas numériques,
programmation en Fortran90 et python

Ecoles ou établissements souhaités :

Ecoles ou Université