

Proposition de stage de M2 : Etude paramétrique des modèles T-LES (Thermal-Large Eddy Simulation) dans les écoulements turbulents anisothermiques en canal plan.

Context

Ce stage fait partie du projet [ANR SOLAIRE](#) qui comprend 2 doctorants. Le projet SOLAIRE vise à améliorer l'efficacité de la conversion de l'énergie solaire concentrée en électricité grâce à des outils d'apprentissage automatique. Le composant clé de ces centrales électriques est le récepteur solaire, qui convertit l'énergie solaire concentrée en énergie thermique et la transfère à un fluide caloporteur, l'air sous pression dans notre cas. Le projet vise à maximiser les transferts thermiques entre le gaz et la paroi du récepteur solaire, tout en minimisant les pertes de charge. Pour ce faire, l'optimisation des transferts thermiques et l'élaboration de stratégies de contrôle de la turbulences en proche parois font appel à l'apprentissage automatique. Pour plus de détails, voir cette [vidéo du projet POLYPHEM](#) expliquant les défis de la recherche sur les récepteurs solaires. Pour évaluer au mieux les différents types de modèles T-LES (Thermal-Large Eddy Simulation) dans notre cas d'étude, il est nécessaire d'effectuer des simulations avec différents types de modèles sur différentes mailles afin d'obtenir l'évaluation la plus précise possible de ces modèles. Ce type de simulation offre une bonne perspective car elle est comparativement beaucoup moins chère que la direct numerical simulation (DNS). Une représentation visuelle de la DNS peut être vue ici [visualisation de l'évolution d'une simulation numérique directe](#).

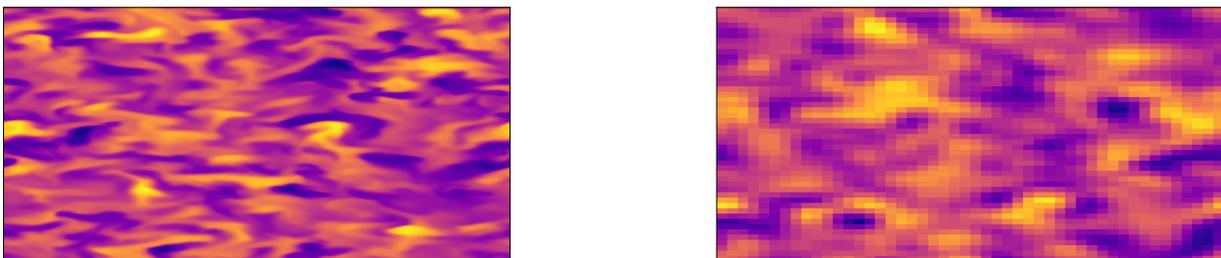


Figure 1: Visualisation de champs de température simulation. À gauche, la DNS, avec toutes les échelles de turbulence, à droite, la T-LES, où seules les plus grandes échelles sont simulées.

Description

Les T-LES constituent un moyen fiable et rapide de simuler des écoulements dans différents contextes physiques. Cependant, du fait de utilisation de maillages relativement grossier et en raison de conditions physiques extrêmes, les résultats obtenus par T-LES sont moins précis et détaillés que les références DNS. Dans une simulation à $Re_\tau = 970$, la base de données DNS dont nous disposons a été réalisée sur un maillage de $1152 \times 746 \times 768$, 660 millions de mailles, ce qui a nécessité respectivement 2,5 millions, 3,8 millions et 4,5 millions d'heures de CPU scalaire pour 3 paramètres physiques différents. Compte tenu du coût en temps de calcul et de l'impact sur l'environnement, l'utilisation de T-LES est un bon compromis coût/précision. À $Re_\tau = 970$, une T-LES représente entre 0,5 % et 0,7 % des heures de calcul d'une DNS, ce qui, dans ce cas, ne représente qu'entre 12 500 et 17 500 d'heures scalaire, avec des maillages allant de 1,4 million de points

à 3,7 millions de points. L'évaluation des performances de différents modèles de T-LES sur différents maillages et avec différents schémas numériques est essentielle pour quantifier au mieux l'erreur commise par rapport aux DNS [3, 5, 4]. D'après les tests effectués par notre équipe jusqu'à présent, les meilleurs modèles sont des modèles mixtes, dans lesquels le terme de fermeture est modélisé à l'aide d'un modèle fonctionnel et d'un modèle structurel, pondérés par des fonctions de la position dans le canal. Ces modèles sont le modèle Anisotropic Minimum-Dissipation [6] et le modèle Bardina [1].

Dans un premier temps, le/la stagiaire se familiarisera avec TrioCFD [2], le code de simulation que nous utilisons pour et le code de post-traitement. Entre-temps, il/elle liront la bibliographie sur ce sujet et recueilleront des informations sur les effets numériques de différents modèles T-LES dans différentes configurations d'écoulement turbulent.

Dans une deuxième phase, le stagiaire effectuera des T-LES pour différents modèles mixtes et étudiera leurs performances par rapport aux simulations numériques directes dans différents contextes physiques et numériques. Ces simulations seront effectuées sur le cluster du TGCC, Irene.

Compétences attendues

Deuxième année de master ou dernière année d'école d'ingénieur, avec une formation en mécanique des fluides. Des connaissances en programmation et l'utilisation de langages tels que C/C++, Python ou Shell sont un plus mais ne sont pas nécessaires.

Localisation PROMES-CNRS Perpignan : Rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan

Durée 5 à 6 mois à partir de 2024

Salaire Gratification forfaitaire actuelle du CNRS (≈ 615 €/month)

Encadrants

- Adrien Toutant (Maître de conférences, Université de Perpignan - 04 68 68 27 09, adrien.toutant@univ-perp.fr)
- Yanis Zatout (Doctorant, PROMES-CNRS - LISN, yanis.zatout@promes.cnrs.fr)

Comment candidater

Envoyez un e-mail avec chaque encadrant en copie, contenant :

- Votre CV
- Votre relevé de notes de licence et de master
- Lettres de recommandation (facultatif)

References

- [1] J. Bardina, J. Ferziger, and W. Reynolds. Improved subgrid-scale models for large-eddy simulation. In *13th Fluid and Plasma Dynamics Conference*, Fluid Dynamics and Co-Located Conferences. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1980.
- [2] Christophe Calvin, Olga Cueto, and Philippe Emonot. An object-oriented approach to the design of fluid mechanics software. *ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis - Modélisation Mathématique et Analyse Numérique*, 36(5):907–921, 2002.
- [3] M. David, A. Toutant, and F. Bataille. Direct simulations and subgrid modeling of turbulent channel flows asymmetrically heated from both walls. *Physics of Fluids*, 33(8):085111, 2021.
- [4] M. David, A. Toutant, and F. Bataille. Direct simulations and subgrid modeling of turbulent channel flows asymmetrically heated from both walls. *Physics of Fluids*, 33:085111, 08 2021.
- [5] M. David, A. Toutant, and F. Bataille. Investigation of thermal large-eddy simulation approaches in a highly turbulent channel flow submitted to strong asymmetric heating. *Physics of Fluids*, 33(4):045104, 2021.
- [6] Wybe Rozema, Hyun J. Bae, Parviz Moin, and Roel Verstappen. Minimum-dissipation models for large-eddy simulation. *Physics of Fluids*, 27(8):085107, 2015.