ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2022-017** en lien avec le laboratoire LMA2S Onera	Lieu : Châtillon
Département/Dir./Serv. : Département Aérodynamique, Aéroélasticité et Acoustique	Tél. : 01 46 73 43 89
Responsable du stage : E. Martin	Email. : emeric.martin@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Domaine d'étude : calcul scientifique haute performance, simulation numérique des écoulements

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

Intitulé : Comparaison de solveurs linéaires avec déflation et recyclage pour des grands systèmes creux

Contexte : Dans le cadre de la simulation numérique des écoulements (CFD), les méthodes d'intégration implicite en temps permettent de s'affranchir des fortes restrictions CFL sur le pas de temps d'intégration. A chaque itération physique, le système linéaire résultant est réel, non symétrique, creux, de grande taille, mal conditionné, et souvent résolu dans les codes modernes par une méthode itérative de type Krylov avec redémarrage et préconditionnement. Pour gagner en robustesse et précision, l'algorithme FGMRES-DR (Flexible GMRES with Deflated Restarting) a été récemment évalué. Il repose sur un solveur GMRES dont le préconditionnement varie à chaque itération et dans lequel un recyclage de vecteurs propres entre deux espaces de Krylov consécutifs va atténuer l'effet défavorable du redémarrage. L'algorithme FGCRO-DR, de la même famille, mais basé sur le solveur GCRO (Generalized Conjugate Residual with inner Orthogonalization), apparaît comme une alternative prometteuse. Ces deux algorithmes sont équivalents algébriquement sous une certaine condition de colinéarité, ont des coûts similaires, mais le FGCRO-DR offre la possibilité d'un recyclage entre des systèmes linéaires pour lesquels matrice et second-membre varient peu.

Objectif : L'objectif de ce stage sera de comparer l'efficacité de ces deux algorithmes sur des systèmes algébriques issus d'une discrétisation spatiale d'ordre élevé provenant d'une méthode de type Galerkine discontinu (DG). Cette méthode consiste à rechercher une solution numérique sous la forme de polynômes par morceaux dans chaque élément de discrétisation. Elle permet d'obtenir des ordres de précision spatiale élevés tout en conservant un stencil compact, ce qui la rend appropriée aux applications en calcul parallèle et à l'emploi de maillages non structurés. Le degré du polynôme influe sur la taille des blocs matriciels et sur le conditionnement du système.

Déroulement : La première partie du stage portera sur une étude bibliographique des méthodes itératives combinant préconditionnement flexible, déflation et recyclage. La seconde partie concernera la mise en œuvre du FGCRO-DR. Les cas d'application seront issus de simulations d'écoulements transsoniques turbulents à grand nombre de Reynolds représentatifs d'écoulements d'aérodynamique externe. La vitesse de convergence, l'efficacité parallèle, et le coût CPU des solveurs seront étudiés ainsi que l'effet de certains facteurs : choix de l'information pour recyclage, recours à une arithmétique simple précision pour le préconditionnement, degré de polynôme de la méthode DG.

Mots-clés : méthodes itératives type GMRES, préconditionnement, déflation, recyclage, valeurs propres, performance

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

☒ Recherche théorique	☐ Travail de synthèse
☒ Recherche appliquée	☒ Travail de documentation
☐ Recherche expérimentale	☒ Participation à une réalisation

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : Mars - Septembre 2022

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mathématiques Appliquées, Informatique, Bac+5, Master 2 Recherche	Ecoles ou établissements souhaités : Universités, Ecoles d'Ingénieurs