www.onera.fr

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2023- 13** en lien avec le laboratoire LMA2S ONERA	Lieu :	Châtillon
Département/Dir./Serv. : DAAA/NFLU	Tél. :	01 46 73 43 89
Responsables du stage : E. Martin et J. Nunez	Email. :	emeric.martin@onera.fr, jorge.nunez@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

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

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

Intitulé : Accélération de la convergence de solveurs linéaires par apprentissage automatique

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, le système linéaire résultant est réel, non symétrique, creux, et souvent de grande taille. Dans le cas particulier de méthodes de discrétisation spatiale d'ordre élevé de type Galerkin discontinu ou dans le cas d'un problème d'optimisation avec la méthode adjointe pour lequel des solutions très précises sont exigées, les systèmes associés sont souvent mal conditionnés. Les méthodes itératives de type Krylov avec redémarrage et préconditionnement s'avèrent alors très utiles. Cependant, pour leur assurer robustesse et performance, un calibrage de plusieurs paramètres avec une expertise de l'utilisateur est souvent indispensable.

Objectif : Le but sera d'identifier des paramètres pertinents et d'optimiser leurs combinaisons grâce à l'apprentissage automatique afin d'accélérer la vitesse de convergence des méthodes itératives. Un prototype sera développé pour prédire ces ensembles de valeurs et vérifier leurs impacts sur le comportement numérique de certains solveurs.

Déroulement : Le stage débutera par une étude bibliographique pour identifier les stratégies prometteuses, les paramètres pertinents des solveurs et les perspectives de gain. Il s'agira ensuite de décliner des versions de l'algorithme FGMRES dans l'environnement Python proposé par des bibliothèques d'apprentissage automatique open source comme TensorFlow, PyTorch, ou Scikit-learn. Différentes stratégies d'apprentissage seront alors évaluées pour identifier les valeurs optimales de ces paramètres, en partant de la création de méta-modèles simples basés sur des régressions polynomiales/gaussiennes, jusqu'à l'utilisation des réseaux de neurones artificiels (RNA). Cette maquette numérique servira à mesurer les coûts de la phase d'apprentissage, notamment le coût informatique du solveur et du traitement (mémoire, temps de réponse) mais aussi le coût de mise en œuvre par le développeur. Une base de données sera créée à partir d'informations extraites des solveurs CFD développés à l'ONERA sur des cas représentatifs. Les réglages optimaux seront ensuite repris par le solveur CFD référent afin de mesurer le gain en nombre d'itérations et en temps CPU.

Mots-clés : Méthodes itératives type GMRES, Méthodes d'apprentissage automatique, Systèmes expert

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 : 5 mois

Période souhaitée : Mars - Septembre 2023

PROFIL DU STAGIAIRE

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