

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : DTIS-2026-66 (à rappeler dans toute correspondance)	Lieu :	Toulouse
Département/Dir./Serv. : DTIS/MACI	Tél. :	05 62 25 28 78
Responsable(s) du stage : David Levadoux, Louis Reboul	Email. :	david.levadoux@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Mathématiques appliquées, physique des plasmas

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

Intitulé : Développement d'un solveur de Poisson rapide pour la modélisation de plasmas.

Sujet : La modélisation de plasmas intervient dans de nombreuses applications du secteur aérospatial comme par exemple la formation d'arcs sur les équipements ou la propulsion électrique pour satellite. De nombreux modèles (multi-fluides, magnéto-hydrodynamique, dérive-diffusion, etc.) nécessitent la résolution de l'équation de Poisson afin d'obtenir les champs électriques, magnétiques ou radiatifs. Or cette résolution concentre l'essentiel des coûts CPU comparée ceux relatifs aux phénomènes de transport par exemple. Disposer d'un solveur de Poisson rapide est donc un enjeu crucial pour appréhender la simulation des plasmas.

L'objectif du stage est d'établir une comparaison entre les méthodes de type élément fini qui sont habituellement utilisées dans ce contexte et une méthode d'équation intégrale plus innovante mais qui reste à finaliser.

Un stage précédent a permis de développer un algorithme FMM (Fast Multipole Method) dédié au calcul rapide de l'opérateur de convolution intervenant dans la résolution d'un problème de Poisson par méthode intégrale. L'outil est intégré dans le code de calcul haute performance NumWorks développé à l'ONERA pour les applications en acoustique et électromagnétisme.

Le stage consistera dans un premier temps à finaliser le solveur Poisson 2D en combinant l'emploi de la FMM avec un solveur H-matrix, lequel sera utilisé pour résoudre la partie équation aux frontières du problème complet. L'étape suivante sera l'implémentation des méthodes classiques (FEM+ factorisation LU) dans Numworks pour comparaison avec la nouvelle méthode. Il sera ensuite question d'étendre la méthode FMM aux configurations 3D. L'amélioration de l'architecture parallèle actuelle du code sera également un enjeu central du stage. Un volet de programmation GPU est par exemple envisagé.

Selon l'avancement, il pourra également être question d'appliquer ces méthodes à des cas dont la complexité augmentera de manière graduelle; en commençant par la résolution de l'équation de Poisson classique sur maillages non-structurés puis en considérant des équations de Poisson modifiées à coefficients scalaires ou tensoriels.

Le gain potentiel de ce type de méthodes peut amener une rupture en termes d'applications accessibles à la simulation pour les plasmas. Le stage permettra en outre de développer des compétences à la fois en mathématiques appliquées, en calcul hautes performances et en physique des plasmas.

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 :	Oui
Durée du stage :	Minimum : 4
	Maximum : 6
Période souhaitée : mars-juillet 2026	
PROFIL DU STAGIAIRE	
Connaissances et niveau requis :	Ecoles ou établissements souhaités :
Méthodes numériques pour les EDPs	Université, Ecole d'ingénieurs

GEN-F218-3