

# DECOMPOSITION DE DOMAINE POUR LES SIMULATIONS ELECTROMAGNETIQUES

Altair Engineering France (AEF) est une filiale d'Altair Engineering, un des plus grands éditeurs mondiaux de logiciels scientifiques pour l'ingénieur. Forte de plus de 30 ans d'expérience dans les domaines de la conception de produits et de logiciels d'ingénierie avancée, Altair a plus de 5000 clients dans différents secteurs d'activité, tels que l'automobile, l'aéronautique, les organismes gouvernementaux, la défense et les biens de consommation, ...

Sa suite de logiciels HyperWorks est la plus utilisée au monde dans le domaine de la CAE. Reposant sur l'automatisation de processus, la gestion de données et l'optimisation de conception, HyperWorks est une suite d'outils de simulation pour la conception et la prise rapide de décision pour la conception de produits.

Au sein de la suite Hyperworks, Altair Flux™ (<https://www.altair.com/flux/>) apporte des solutions de simulation électromagnétique basse fréquence et propose des outils innovants aux concepteurs de moteurs électriques, transformateurs, capteurs et actionneurs.

## Objectifs de la thèse

Nous recherchons une personne en thèse pour une durée de 3 ans qui intégrera notre équipe d'ingénieurs R&D et participera au développement du logiciel Altair Flux™. Cette thèse est en collaboration avec le laboratoire de génie électrique de Grenoble (G2ELab) et le laboratoire plasma et conversion d'énergie (Laplace) de Toulouse.

Avec le développement de la traction et de l'actionnement électrique dans l'industrie de l'automobile, des transports et de l'aéronautique, les besoins en conception des machines électriques sont en constante évolution. Afin de réduire les temps et les coûts de développement industriel, le recours à la simulation numérique est incontournable. Les outils de modélisations doivent donc également évoluer pour prédire toujours plus précisément et plus rapidement les performances des futures machines électriques. Pour cela, différents axes de recherches peuvent être envisagés : le développement de nouvelles techniques d'optimisation, l'amélioration des méthodes de résolutions ou encore l'adaptation des algorithmes aux architectures de machines de calcul d'aujourd'hui, massivement parallèle. C'est à l'intersection des deux derniers axes que se positionne cette thèse.

Les dispositifs modélisés par les utilisateurs du logiciel Altair Flux™ sont pour la plupart constitués de différents matériaux ayant des propriétés différentes. L'utilisation des méthodes d'éléments finis permet de gérer correctement cette hétérogénéité et nous assure la fiabilité des résultats. La stratégie classique consistant à traiter le domaine dans sa globalité n'est cependant pas la plus bénéfique pour le calcul parallèle.

La décomposition de domaine est une stratégie qui consiste à décomposer le dispositif en sous-domaines homogènes afin de pouvoir les traiter de manière indépendante en s'appuyant sur la parallélisation. Chaque sous-domaine aura ainsi son propre système à résoudre et s'appuiera sur des méthodes de résolutions adaptées à ses spécificités. De manière itérative, la résolution sur chacun des sous-domaines et la gestion rigoureuse et efficace des interfaces permettront de converger rapidement vers la solution globale.

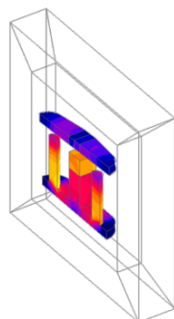


Figure 1 – Densité de flux du champ magnétique obtenus avec la décomposition de domaine sur un contacteur

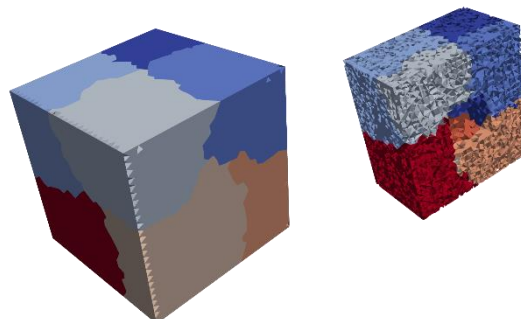


Figure 2 – Exemple d'un cube composé de 8 partitions

Cette thèse fait suite à une première thèse se concluant courant 2024 dont le but était de développer au sein du code de calcul Altair Flux™ une méthode de décomposition de domaine. Ces travaux ont fourni des résultats prometteurs, grâce à l'utilisation de méthodes sans recouvrement (FETI-1 et FETI-DP) et au partitionnement de maillage, mais restent cependant limités aux applications magnéto-statiques avec maillage conforme. Le but de cette thèse est d'approfondir et d'enrichir les travaux engagés.

Après une étude bibliographique et une initiation au code de calcul Altair Flux™, vous serez en mesure de comprendre les points clés des méthodes de décomposition de domaine et son application aux simulations électromagnétiques utilisant des formulations pouvant être scalaires ou vectorielles. Cette première prise en main sera essentielle pour démarrer le premier axe de recherche, l'utilisation de la méthode de décomposition de domaine avec des maillages non conformes. Les nouvelles stratégies de maillage pouvant permettre à différentes régions d'être maillées indépendamment, la conformité du maillage entre ces différentes régions peut ne pas être assurée. La gestion de l'interface entre plusieurs régions représente donc un défi important, tant pour la fiabilité des résultats que pour conserver des temps de calcul compétitifs.

Une extension de l'utilisation de la méthode de décomposition de domaine aux applications transitoires est ensuite envisagée. Une nouvelle recherche bibliographique permettra d'établir la meilleure stratégie, pouvant par exemple se reposer sur des éléments finis en temps.

Au sein d'une équipe pluridisciplinaire et suivant la méthodologie Agile, vous aurez l'opportunité de travailler dans un environnement stimulant qui favorise la collaboration et l'autonomie, tout en bénéficiant de l'encadrement et du soutien des experts industriels et universitaires d'Altair, du G2ELab et du Laplace.

## Profil

- Vous êtes issu(e) d'une formation Bac + 5 (Master ou Ecole d'ingénieur)
- Vous avez des connaissances approfondies en mathématiques appliquées : Algèbre linéaire, méthodes numériques, éléments finis, ...
- Vous avez des connaissances en calcul parallèle (MPI, OpenMP)
- Vous avez des connaissances en électromagnétisme (apprécié)
- Vous êtes à l'aise en programmation scientifique (Fortran ou C)
- Vous avez de bonnes capacités à travailler de façon autonome et au sein d'une équipe
- Vous êtes force de proposition, rigoureux(se) et créatif(ve)
- Vous savez présenter et partager vos connaissances à des publics variés, techniques ou novices
- Vous maîtrisez l'anglais

## Rémunération

- 31 960 € brut annuel

## Localisation

- Grenoble/Meylan et Toulouse

## Contact

- Frédéric Vi : [fvi@altair.com](mailto:fvi@altair.com)

Si vous êtes motivé(e) par la perspective de travailler au sein d'une société d'ingénierie en pleine expansion et que vous pensez pouvoir apporter votre dynamisme et votre créativité, alors nous sommes prêts à vous rencontrer !