



## Proposition de stage

### Sujet de stage

---

### **Approximation d'interface immergée par adaptation de maillage anisotrope**

### Profil recherché

---

Elève Master 2 ou Ingénieur en 3ème années d'école, options mathématiques appliquées  
Bonne connaissance du C++

### Description

---

Le transfert de chaleur entre un solide conducteur et un fluide convectif adjacent est répandu dans de nombreux Systèmes. La capacité à obtenir des prédictions précises de l'interaction de chaleur couplée, ou du transfert de chaleur conjugué (CHT), est critique dans la conception thermodynamique avancée. De telles applications impliquent souvent des domaines avec des matériaux multiples régis par des équations aux dérivées partielles et séparés par des interfaces de formes arbitraires. Pour ces problèmes multi-domaines, des schémas de discrétisation standards (différence, volume ou élément finis) peuvent être utilisés sur des maillages conformes à l'interface pour chaque sous-domaine du problème; cependant, les problèmes d'étude impliquent souvent des interfaces arbitrairement complexes, courbes, voire mobiles. La génération d'un maillage conforme à l'interface dans ces conditions peut prendre beaucoup de temps et peut nécessiter une grande quantité d'interaction et de ressources humaines. En effet, la génération de maillage pour la dynamique des fluides numérique (CFD) dans les processus de conception industrielle reste une difficulté primaire dans le cycle CAO-maillage-solution, et encore plus pour des problèmes multi-domaines. Ce cycle serait donc considérablement raccourci et pourrait être automatisé si le maillage ne devait pas se conformer à l'interface..

Nous avons développé dans ce sens des méthodes d'immersion de domaines couplées à l'adaptation de maillage anisotrope afin de représenter fidèlement l'interface implicite. Plus précisément, notre approche est une approche monolithique traitant à la fois le fluide et le solide par le biais d'une interface implicite (levelSet) séparant les deux domaines. La précision de la représentation de l'interface est contrôlée par une méthode d'adaptation anisotrope permettant d'aligner le maillage à l'interface immergée tout en

minimisant l'erreur de son interpolation sur le maillage de fond. Ces méthodes sont développées dans le cadre d'une plateforme éléments finis parallèle et adaptative pour la simulation CHT fournissant de façon automatique des prévisions/solutions fiables.

L'erreur d'approximation de l'interface est minimisée grâce à l'adaptation de maillage anisotrope. Le maillage adapté est très étiré à l'interface pour mieux capturer ses contours géométriques. Le maillage obtenu peut, selon la complexité de la géométrie, rapidement devenir très fin à l'interface ce qui rend le calcul prohibitif. L'objectif de ce travail est de palier à cette limitation en explicitant l'interface à partir des informations issues uniquement de l'adaptation de maillage anisotrope sans recours à des approches nécessitant l'intersection de maillages peu robustes. Les étapes de l'approche proposée dans ce travail sont les suivantes :

1. Immerger un objet 3D dans un maillage de fond tétraédrique [2]
2. Calculer de la distance à l'interface [1]
3. Adapter le maillage à l'iso-valeur 0 [1]
4. Extraire la surface sup à l'interface implicite [1]
5. Lisser la surface extraite en réduisant l'erreur de discrétisation
6. Simplifier le maillage par déraffinement directionnel [3]

Les étapes 1, 2, 3 et 4 sont déjà implémentées et validées. Le candidat retenu, mettra en œuvre les étapes 5 et 6 dans le cadre de la plateforme de calcul parallèle et validera l'approche sur des cas tests 2D et 3D.

## Références

- [1] Schmid Q. (2016), Numerical radiative transfer using an immersed volume method. PhD thesis, Mines ParisTech PSL Research University.
- [2] Q. Schmid, E. Marchal, J.M. Franchet, J. Schwartz, Y. Mesri, E. Hachem (2016), Unified formulation for modelling heat and fluid flow in complex real industrial equipment, Computers and Fluids, Vol. 134-135, pp. 146-156.
- [3] Mesri Y., Guillard H., and Coupez T. (2012). Automatic coarsening of three dimensional anisotropic unstructured meshes for multigrid applications. Applied Mathematics and Computation, 218(21):10500–10519.

## Lieu d'accueil

---

Ecole des Mines de Paris  
Centre de recherche: CEMEF basé à Sophia Antipolis  
Adresse : CS 10207 rue Claude Daunesse, 06904 Sophia Antipolis Cedex, France

## Contact

---

**Merci d'adresser votre candidature (CV et lettre de motivation) à :**

Youssef MESRI

Email: [youssef.mesri@mines-paristech.fr](mailto:youssef.mesri@mines-paristech.fr)

Tél: +33 (0)4 93 67 89 44