

# Tremplin recherche d'ESIEE Paris 2024–2025

## Développement d'un Prototype CFD de Nouvelle Génération pour un HPC Économe en Énergie

---

Laboratoire	Laboratoire Modélisation et Simulation Multi-Echelle (MSME, UMR 8208 CNRS)
Institution	Université Gustave Eiffel (UGE)
Équipe	Equipe Transferts de Chaleur et de Masse (TCM)
Tuteur	Le Chenadec, Vincent (vincent.le-chenadec@univ-eiffel.fr)
Filière visée	informatique, algorithmes et développement
Lieu	Bâtiment Lavoisier, Campus Descartes, Champs-sur-Marne

---

## Présentation générale du sujet

Face à la croissance de la demande énergétique mondiale et aux défis environnementaux, la dynamique des fluides numérique (*Computational Fluid Dynamics*, CFD) joue un rôle crucial dans le développement de solutions énergétiques efficaces et durables. De l'optimisation des processus d'électrolyse à l'amélioration des flux dans les turbines, les simulations CFD permettent de repousser les limites de la technologie énergétique. Cependant, ces simulations nécessitent souvent d'immenses ressources de calcul, entraînant une consommation d'énergie significative dans les centres de calcul haute performance (*High-Performance Computing*, HPC).

Les récentes avancées dans les architectures informatiques, stimulées par les percées en intelligence artificielle, ont ouvert de nouvelles voies pour un HPC économe en énergie. Ces développements offrent l'opportunité de révolutionner les simulations CFD, les rendant non seulement plus puissantes mais aussi plus durables.

L'équipe TCM du laboratoire MSME est à la pointe du développement d'algorithmes CFD pour les applications énergétiques. Nous recherchons maintenant un étudiant talentueux pour nous aider à franchir une nouvelle étape en créant un prototype qui exploite les dernières technologies HPC pour résoudre des problèmes complexes de dynamique des fluides.

## **Objectif du projet**

L'étudiant travaillera sur un code simplifié écrit en Julia (un langage de programmation de haut niveau conçu pour le calcul scientifique), représentatif de nos bibliothèques CFD avancées. L'objectif principal est de développer un prototype performant, portable et extensible. Les tâches spécifiques comprennent :

1. **Déploiement sur les supercalculateurs nationaux** : implémenter le prototype pour le calcul sur un seul nœud des installations nationales de supercalcul.
2. **Portage multi-accélérateurs** : adapter le prototype pour des configurations à un seul nœud avec plusieurs accélérateurs, notamment :
  - Les GPUs NVIDIA V100 du supercalculateur Jean Zay de l'IDRISS
  - Les APUs AMD MI300A du supercalculateur Adastra du CINES
3. **Optimisation des performances** : améliorer l'efficacité des composants logiciels critiques, en se concentrant sur :
  - L'assemblage des matrices en exploitant leur structure creuse
  - Les opérations de résolution linéaire utilisant des méthodes itératives et directes
4. **Portabilité et l'extensibilité** : assurer que le prototype maintienne des performances élevées sur différentes architectures.

L'étudiant travaillera en étroite collaboration avec Vincent Le Chenadec (Maître de Conférences) et un chercheur doctorant, acquérant une expérience dans la recherche CFD de pointe et le calcul haute performance.

Ce projet offre une opportunité unique de contribuer au développement d'outils CFD de nouvelle génération qui stimuleront l'innovation dans les technologies énergétiques durables tout en faisant progresser le domaine du HPC économe en énergie. Le projet pourra mener à un stage de fin d'étude qui visera le parallélisme sur plusieurs nœuds et l'adaptation à des applications CFD plus complexes.

Pour tout complément d'information, merci de contacter Vincent Le Chenadec.