

– Postdoctoral Fellowship –
Prédiction d'écoulements bistables et d'événements extrêmes par
simulations haute fidélité et adaptation dynamique de maillage
(MOST Team, LEGI, Grenoble)
Durée : 18 mois, renouvelable.

Contexte scientifique

De nombreux écoulements turbulents présentent des comportements complexes caractérisés par des transitions de régime, des bifurcations, des dynamiques bistables ou des événements rares de forte amplitude. Ces phénomènes jouent souvent un rôle déterminant dans les performances et la sûreté des systèmes étudiés, qu'il s'agisse de turbomachines hydrauliques, de systèmes aérodynamiques ou de phénomènes géophysiques. Ces écoulements soulèvent des questions fondamentales de mécanique des fluides : quels mécanismes physiques gouvernent les transitions entre différents états de l'écoulement ? Existe-t-il des signatures précurseurs annonçant un basculement de régime ou l'occurrence d'un événement extrême ?

Répondre à ces questions peut nécessiter des simulations haute fidélité capables de décrire finement la dynamique spatio-temporelle de l'écoulement. La qualité du maillage constitue à cet égard un élément clé. L'équipe MOST (Modélisation et Simulation de la Turbulence) du laboratoire LEGI développe depuis plusieurs années des stratégies d'adaptation automatique de maillage dans le code YALES2 pour les simulations DNS et LES. Ces approches reposent aujourd'hui principalement sur des quantités statistiques et ont démontré leur capacité à réduire fortement le coût des simulations tout en limitant la dépendance aux choix de l'utilisateur lors de la génération du maillage.

Dans le cas d'écoulements bistables ou dominés par des événements rares, ces stratégies peuvent toutefois ne pas détecter certaines structures transitoires essentielles, précisément parce qu'elles s'appuient sur des informations moyennées. Le développement de simulations véritablement prédictives de ces phénomènes nécessite donc de mieux comprendre les mécanismes physiques à l'origine des transitions observées et de concevoir de nouveaux critères d'adaptation dynamique de maillage capables de suivre ces mécanismes en temps réel.

Objectif du postdoctorat

L'objectif de ce postdoctorat est de mieux comprendre les mécanismes physiques responsables des transitions de régime et des événements extrêmes dans les écoulements turbulents, et de s'appuyer sur cette compréhension pour développer des stratégies de simulation prédictive fondées sur l'adaptation dynamique de maillage.

Les travaux porteront sur l'analyse détaillée de simulations haute fidélité afin d'identifier les structures cohérentes, les interactions multi-échelles et les signatures précurseurs associées aux bifurcations et aux événements rares. Cette analyse cherchera à mettre en évidence les mécanismes dominants contrôlant l'apparition de ces phénomènes et d'identifier les zones de l'écoulement qui nécessitent une résolution accrue.

Un second objectif sera de développer de nouveaux critères d'adaptation dynamique de maillage, fondés sur des quantités instantanées plutôt que sur des statistiques convergées. L'objectif final est de disposer d'une méthodologie permettant de concentrer automatiquement les ressources de calcul dans les régions et aux instants critiques, afin de rendre possible la simulation prédictive d'écoulements bistables et d'événements extrêmes à coût maîtrisé.

Environnement de travail

Le candidat bénéficiera d'un environnement scientifique reconnu, d'un accès à des ressources de calcul haute performance, et d'interactions fortes avec des partenaires académiques et industriels. Les travaux s'inscriront dans le cadre du projet ALEAS, consacré à l'identification des mécanismes précurseurs des événements extrêmes dans les écoulements turbulents en collaboration avec Bérengère Dubrulle (SPEC) et Mickaël Bourgoïn (LPENSL).

Profil recherché

- Doctorat en mécanique des fluides, physique, mathématiques appliquées ou domaine connexe,
- expérience en simulation numérique et/ou modélisation de la turbulence,
- goût pour le travail collaboratif.

Modalités de candidature

Les candidats doivent soumettre par email (guillaume.balarac@univ-grenoble-alpes.fr) : un CV, une liste de publications, une lettre de motivation, les coordonnées de référents.

Contact

Pour toute question ou discussion informelle, les candidats peuvent prendre contact à l'adresse guillaume.balarac@univ-grenoble-alpes.fr.