

Projet de Master LEGI-MOST 2010

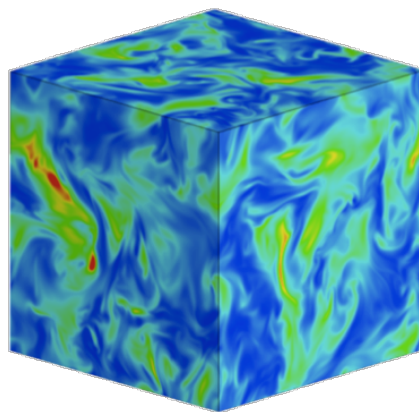
Pour l'ensemble de ces sujets, une suite en thèse est envisageable.

Merci de prendre contact avec Guillaume Balarac
(guillaume.balarac@grenoble-inp.fr) pour plus de détails.

Modélisation des transferts thermiques en sûreté nucléaire

Partenaire : CEA

La puissance des calculateurs actuels nous permet d'envisager désormais des simulations instationnaires de la turbulence pour des écoulements de plus en plus complexes. On doit donc être capable de proposer des outils de simulation instationnaire performants. La simulation des grandes échelles (SGE) est un de ces outils. Elle permet d'accéder aux instationnarités de l'écoulement dans des configurations réalistes. Cependant, elle nécessite un effort de modélisation pour fermer les équations résolues. La prise en compte d'une plus grande complexité des problèmes traités passe souvent par la simulation de l'évolution d'un scalaire représentant la température ou la concentration. C'est le cas des études de thermohydraulique en sûreté nucléaire. Ainsi, un effort supplémentaire est à fournir pour la modélisation de l'équation du scalaire. Cette modélisation doit tenir compte des propriétés moléculaire du fluide. C'est l'objectif de ce projet. Il s'agit ainsi de comprendre l'influence des propriétés moléculaires du fluide sur les termes qui doivent être modélisés en SGE. Des corrections pour les modèles existants pourront alors être apportées.



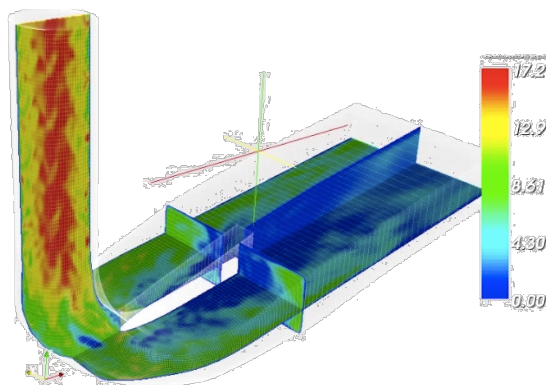
Champ scalaire (colorant numérique) dans une turbulence homogène isotrope

Simulations d'aspirateurs de centrales hydrauliques

Partenaire : Alstom Power Hydro

Dans un contexte où les contraintes énergétiques et environnementales sont croissantes, la conception et l'optimisation de systèmes industriels mettant en jeu des fluides nous imposent d'avoir une représentation plus précise des écoulements. Dans le cas des écoulements turbulents, une représentation basée sur des descriptions statistiques ne suffit plus. En effet, les instationnarités doivent être prises en compte en raison de leur importance sur de nombreux phénomènes. Ainsi, le développement de simulations des grandes échelles (SGE) permet de réaliser des simulations à haut nombre de Reynolds en simulant explicitement les échelles les plus énergétiques de l'écoulement et en modélisant l'action des petites échelles.

Le sujet proposé concerne l'étude d'écoulements pariétaux à très haut nombre de Reynolds. Dans ce cas particulier, les SGE doivent être couplées à des méthodes statistiques pour éviter des discrétisations trop contraignantes. L'accent sera mis entre autre sur la validation de SGE couplées avec des lois de paroi en présence de décollement. Les applications visées concernent les domaines de l'énergie. Dans le cadre du pôle de compétitivité TENERDIS sur les énergies renouvelables, une collaboration entre ALSTOM Hydro France, l'INPG et l'ADEME est en cours. Il s'agit d'étudier numériquement les phénomènes de chute de rendement observés dans les turbines hydrauliques.

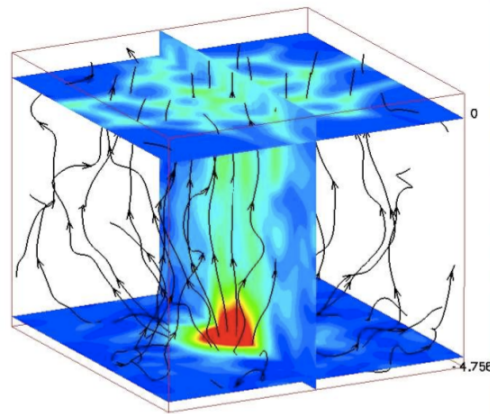


Champ de vitesse instantané dans un aspirateur de centrale hydraulique

Modélisation de la turbulence pour les simulations réalistes du Soleil

Partenaire : NASA – Stanford Université

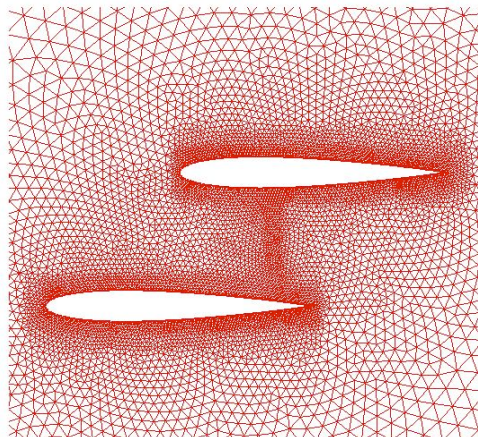
Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le LEGI (Grenoble-INP), l'Université Stanford et la NASA (Ames Research Center). L'objectif de cette collaboration est de mettre au point un outil numérique performant pour simuler la couche supérieure du Soleil. Ces simulations viendront en appui des missions d'observation menées par la NASA et des théories d'héliosismologie utilisées actuellement pour mieux comprendre l'activité solaire (oscillation du champ magnétique solaire, taches solaire, ...). Etant donné les nombres de Reynolds considérés, la simulation de toutes les échelles du mouvement n'est pas envisageable. Nous utiliserons donc la technique de simulation des grandes échelles (SGE) qui calcule explicitement les grandes échelles influentes et modélise les plus petites échelles avec des modèles sous-maille. Dans cette collaboration, le LEGI (Grenoble-INP) a pour mission de développer ces modèles non seulement pour le calcul du champ de vitesse mais également pour le calcul du champ magnétique. De nouvelles procédures permettant de mesurer la performance des modèles développés seront proposées. Des approches d'optimisation des modèles utilisant des techniques sophistiquées de mathématiques appliquées seront également utilisées.



Simulation de la formation d'une structure magnétique par éjection d'un flux magnétique à la limite supérieure du domaine. Les plans sont colorés par la composante verticale du champ magnétique et les lignes représentent les lignes magnétiques.

Simulation des Grandes Echelles en Géométries Complexes

Les écoulements rencontrés dans le contexte d'applications industrielles se caractérisent en général par des nombres de Reynolds élevés d'une part et par la complexité des géométries dans lesquelles se produisent ces écoulements. Les simulations numériques qui visent à prédire de façon fiable les caractéristiques de tels écoulements doivent donc s'appuyer sur des outils adaptés à la fois en termes de modélisation de la turbulence et de prise en compte des géométries complexes. La simulation des grandes échelles (SGE) permet de réaliser des simulations à haut nombre de Reynolds en simulant explicitement les échelles les plus énergétiques d'un écoulement et en modélisant l'action des petites échelles par un modèle sous-maille. La simulation d'écoulements en géométrie complexe peut s'appuyer sur des maillages non-structurés (voir figure ci-dessous) qui minimisent l'effort de génération de maillages. Dans la mesure où il existe un couplage fort entre modélisation sous-maille et discrétisation spatiale, le projet propose d'analyser les capacités prédictives d'un code existant de simulations d'écoulements compressibles en maillages non-structurés généraux dans lequel seront implémentées des modélisations sous-maille développées par l'équipe MOST. La première phase du travail visera à reproduire des résultats précédemment obtenus dans une géométrie simple (canal rectiligne par exemple) afin de valider l'outil numérique non-structuré et d'évaluer les coûts de calcul associés. La seconde étape du travail sera consacrée à la simulation d'un écoulement dans une géométrie de type « colline » qui devrait permettre de démontrer le potentiel applicatif du nouvel outil non-structuré développé dans ce projet.



Exemple de maillage non-structuré utilisé pour simuler l'écoulement sur une géométrie de type bi-profil.