

## Compte rendu modèles de turbulence en IFS

### **Exposé de Pierre Sagaut :** *Interaction fluide structure et modélisation de la turbulence*

[ pour plus de détails, voir les transparents de l'exposé].

Après avoir fait un panorama des différentes approches de la modélisation de la turbulence, L'exposé a abordé les difficultés spécifiques à l'interaction fluide-structure dans la modélisation de la turbulence :

- peut-on utiliser l'hypothèse d'écoulement stationnaire en moyenne ?
- peut-on utiliser les modèles construits sans IFS ?
- comment déterminer les constantes des modèles en IFS ?

L'exposé a donné les conditions de validité des modèles et leurs limites. Le problème des parois a été ensuite abordé et une intention spécifique a été apportée au calcul du spectre de la pression à la paroi.

### **Exposé d'Elie Hachem :** *Stabilised Finite Element Methods vs LES modelling for fluid-structure interaction with anisotropic adaptive meshing*

[voir le résumé ci-joint].

L'exposé a traité d'une méthode d'éléments finis stabilisée pour la résolution de problèmes d'écoulements multiphasiques turbulents tri-dimensionnels utilisant la méthode de volumes immergés avec un maillage anisotrope adaptatif. L'exposé a abordé la modélisation de différents couplages (interaction fluide-structure, rayonnement, convection thermique).

### **Exposé d'Emmanuel Lévêque :** *Simulation des écoulements numérique des écoulements complexes – écoulement moyen et viscosité de sous-maille.*

[Pour plus de détails, voir les transparents de l'exposé]

L'exposé décrit un modèle de sous-maille qui tient compte de la moyenne de la vitesse de déformation filtrée dans l'expression de la viscosité de sous-maille. Ce modèle permet d'annuler la viscosité de sous-maille à la paroi. Les applications abordées sont celles d'écoulements complexes instationnaires. L'exposé décrit une stratégie efficace pour la construction de l'écoulement moyen.

### **Exposé de Holger Homann (en collaboration avec Jérémie Bec) :** *Immersed boundaries with a Fourier-spectral method - Application to the dynamics of particles in turbulent flows*

L'exposé a porté sur le développement d'une méthode numérique combinant l'approche Fourier-spectrale et les techniques de pénalisation, dans le but de simuler la dynamique d'une particule suspendue dans un écoulement turbulent, homogène, de nombre de Reynolds élevé. Les équations de Navier-Stokes (incompressibles) sont résolues avec un schéma de type Fourier-spectral et les conditions de non-glissement à la surface de la particule sphérique sont imposées grâce à une méthode de 'direct forcing'. Des difficultés spécifiques apparaissent lors de cette combinaison d'approches ; elles sont notamment liées à 1) la non-différentiabilité du champ de la vitesse à la surface de la particule et 2) aux conditions de non-glissement et de non-perméabilité aux parois. La convergence de la méthode est montrée et justifiée en termes de la troncature d'une fonction non-différentiable. Des benchmarks sur la traînée, la poussée et la rotation d'une particule dans une soufflerie numérique sont discutés. Comme application de la méthode au cas des écoulements turbulents développés, nous avons étudié la statistique de l'accélération d'une particule de même densité que le fluide et avons caractérisé les perturbations qu'elle induit sur la turbulence de l'écoulement porteur. Pour l'accélération nous observons que la dynamique des particules d'une taille jusqu'à six fois l'échelle de

Kolmogorov est bien décrite par les corrections de Faxén aux modèles ponctuels. Au delà, un déclin ressemblant à une loi d'échelle de la turbulence est mesuré. En ce qui concerne les perturbations sur le fluide, le profil de vitesse dans la couche limite qui entoure la particule comporte trois régions : la couche visqueuse (linéaire), une couche logarithmique et une transition vers la loi d'échelle (K41) de l'écoulement turbulent non-perturbé. Comme perspective, nous nous proposons d'appliquer cette méthode pour l'analyse de l'efficacité collisionnelle entre une grande particule et plusieurs petites et d'étendre ces techniques pour l'étude de la dynamo turbulente dans un domaine sphérique ou cylindrique.

**Exposé d'Aziz Hamdouni :** *les symétries de Lie un outils pour la modélisation de la turbulence.*

L'exposé a abordé l'utilisation des groupes de Lie pour le calcul des solutions auto-similaires pour les champs de vitesses et de températures des écoulements anisothermes. Ces solutions permettent de déterminer les lois de parois. L'exposé a décrit une extension de cette approche pour la détermination des lois de paroi en interaction fluide-structure.

Une classe de modèles de sous-maille en écoulement anisotherme est construite grâce à l'utilisation de l'invariance par le groupe de Lie des symétries des équations de Navier-Stokes couplées à l'équation d'énergie. Ces modèles utilisent des invariants originaux dont l'interprétation physique reste à donner. La mise en œuvre de cette approche sur des configurations d'écoulements de convection mixte en cavité ventilée, donne des résultats probants par rapport au modèle de Smagorinsky ou le modèle dynamique.

L'approche des groupes de Lie peut être étendue à la construction de schémas numériques conservant une consistance avec la physique. Ainsi, grâce à l'utilisation de la théorie des repères mobiles d'Elie Cartan, des schémas numériques conservant le groupe de symétrie des équations continus sont construits. Ces schémas sont robustes. Par exemple, pour les équations de Burgers, la construction de schémas par cette approche permet d'obtenir des solutions non oscillantes au voisinage du pseudo-choc pour des «gros maillages». L'application d'une transformation galiléenne à des schémas classiques produit une modification de la solution, ce qui viole un des principes important de la physique. Alors que pour les schémas conservant le groupe de symétrie des équations, ce principe physique est respecté. Aussi, ce type d'approche semble pertinent pour construire des schémas robustes pour des maillages mobiles comme en interaction fluide-structure.