



Modélisation et simulation multi-échelles de l'atomisation d'une nappe liquide cisailée

Soutenance de thèse de Ghislain BLANCHARD

le vendredi 28 novembre 2014 à 10 h 30
Salle des thèses de l'ISAE - TOULOUSE

Devant le jury :

- Alain BERLEMONT du CORIA de Rouen
- Stéphane VINCENT de l'Université de Bordeaux
- Stéphane ZALESKI de l'UPMC à Paris
- Jean-Paul VILA de l'INSA et de l'Onera/DMAE à Toulouse
- Davide ZUZIO de l'Onera/DMAE à Toulouse
- Philippe VILLEDIEU de l'Onera/DMAE à Toulouse

Résumé :

Afin d'améliorer les performances des chambres de combustion aéronautiques et réduire leurs émissions polluantes, les motoristes souhaitent contrôler au mieux l'atomisation du carburant, injecté généralement sous forme de jets ou de nappes liquides. Les essais étant longs et coûteux, leur remplacement par un outil numérique capable de simuler le processus d'atomisation permettrait non seulement une réduction des coûts importante mais faciliterait également la phase de conception. Toutefois, en raison du caractère multi-échelle du phénomène, il est difficile de le décrire dans son ensemble avec les approches habituellement utilisées en mécanique des fluides numérique.

L'objectif de cette thèse est de concevoir une nouvelle approche qui permettra à terme de simuler l'atomisation pour une configuration industrielle complète. Celle-ci consiste à coupler deux types de modèles. Le premier, dit modèle bifluide, est un modèle à deux fluides compressibles basé sur les équations de Navier-Stokes diphasiques. Celui-ci permet de décrire les grandes échelles du phénomène d'atomisation correspondant à la formation de ligaments et d'amas liquides dans la zone proche de l'injecteur. Le second, dit modèle de spray, est basé sur une équation cinétique. Dans la zone située en aval de l'injecteur, ce dernier permet de décrire de manière statistique l'évolution du brouillard de gouttelettes issues de la fragmentation primaire du jet de carburant. Le point délicat, à la fois sur le plan de la modélisation et sur celui de l'algorithmique, réside dans le couplage des deux modèles. Celui-ci a été réalisé grâce à l'introduction de deux modèles auxiliaires permettant de traiter le transfert de liquide entre le modèle bifluide et le modèle de spray par atomisation ou ré-impact.

L'approche proposée a été appliquée à la simulation numérique de nappes liquides cisailées. Les comparaisons entre les résultats numériques et des résultats expérimentaux montrent que le modèle bifluide permet de prévoir l'influence de la géométrie et des conditions d'injection sur l'atomisation primaire de la nappe liquide. Le modèle d'atomisation permet quant à lui, de reproduire le caractère instationnaire des mécanismes de production de gouttes lors du transfert de la phase liquide depuis le modèle bifluide vers celui de spray. Des cas de ré-impact valident également la robustesse et la généralité de la méthodologie de couplage.

Mots-clés : ATOMISATION ; NAPPE LIQUIDE ; SIMULATION NUMERIQUE MULTI-ECHELLE ; COUPLAGE ; MODELE BIFLUIDE ; MODELE DE SPRAY