



DEPARTEMENT MULTI-PHYSIQUE POUR L'ENERGETIQUE (DMPE)

Soutenance de thèse de Romain ALIS

mercredi 28 novembre 2018 à 10 h 00 – Auditorium de l'ONERA/TOULOUSE

Titre : Simulation numérique directe de gouttes et de groupes de gouttes qui s'évaporent dans un écoulement laminaire ou turbulent

Composition du jury :

- Christian CHAUVEAU, Directeur de Recherche au CNRS Orléans
- Guillaume CASTANET, Chargé de Recherche à l'ENSEM de Nancy
 - Frédéric RISSO, Directeur de Recherche à l'IMFT
 - François-Xavier DEMOULIN, Professeur au CORIA de Rouen
- Stéphane VINCENT, Professeur à l'Université Paris Est Marne la Vallée
- Jean-Luc ESTIVALEZES, Ingénieur de Recherche et directeur de thèse de l'ONERA-DMPE / Toulouse
- Sébastien TANGUY, Maître de Conférences et co-directeur de thèse de l'IMFT / Toulouse
- Olivier ROUZAUD, Ingénieur de Recherche de l'ONERA-DMPE / Toulouse

Résumé :

L'évaporation du carburant injecté dans une chambre de combustion est un phénomène crucial dans un foyer aéronautique car elle détermine la quantité de vapeur qui sera ensuite brûlée pour fournir de l'énergie au moteur. Cependant, ce phénomène reste mal décrit du fait des difficultés de mesurer expérimentalement les taux d'évaporation des gouttes appartenant à un brouillard. D'autre part, les hypothèses des modèles théoriques ne sont toujours pas représentatives des conditions rencontrées dans les foyers de combustion.

La thèse s'inscrit dans une démarche visant à étudier l'évaporation d'un groupe de gouttes dans un écoulement turbulent au moyen de la Simulation Numérique Directe (SND). En effet, lors de l'évaporation de groupes de gouttes, des effets collectifs peuvent influencer sur le taux d'évaporation de chaque goutte ou sur le taux d'évaporation global du nuage de gouttes. L'approche SND permet de quantifier précisément ces effets afin d'améliorer les modèles actuels d'évaporation.

Dans un premier temps, des algorithmes ont été développés et utilisés dans une configuration 1D sphérique pour décrire l'évaporation d'une goutte statique isolée et sans gravité. Puis dans un second temps, l'évaporation d'une goutte a été étudiée dans un écoulement laminaire. Une analyse des échanges de chaleur entre la goutte et le milieu extérieur ainsi que de la force de traînée exercée par l'écoulement laminaire sur la goutte a été effectuée. Dans cette partie, il a été mis en évidence que l'évaporation induit une diminution des échanges thermiques et de la traînée. Il a notamment été observé que dans certains cas de forte évaporation, la traînée de la goutte peut devenir négative. Cela implique que l'évaporation peut être à l'origine d'un phénomène de propulsion de la goutte. Une analyse théorique permet de lier ce comportement à une asymétrie du débit d'évaporation. Dans un troisième temps, l'influence de la turbulence sur l'évaporation d'une goutte a été étudiée. Pour cela, un générateur de fluctuations turbulentes a été implémenté et des techniques de calculs parallèles ont été introduites pour réduire les temps de calcul. Cela a permis d'analyser les échanges thermiques et le comportement de la traînée d'une goutte en interaction avec un écoulement turbulent. Il a été montré que ces deux grandeurs ont tendance à être amplifiées par la turbulence. Enfin, dans un dernier temps, l'évaporation de groupes de gouttes a été étudiée. Pour trois groupes de gouttes différents, les déplacements des gouttes ont été analysés avec les échanges de chaleur lorsque ceux-ci sont placés dans un écoulement laminaire ou turbulent avec ou sans changement de phase. En présence d'évaporation, il a été mis en évidence que les déplacements sont différents des cas sans évaporation et donc que le changement de phase modifie les effets collectifs. De plus, ces effets de groupes ont aussi été observés sur les échanges thermiques.

Mots-clés : simulations numériques directes, gouttes, évaporation, turbulence, groupes de gouttes, multi-composant