

Invitation à la soutenance de thèse

Objet : Simulation numérique directe de l'interaction évaporation/combustion d'un groupe de gouttes dans un écoulement turbulent

Cléris Hippolyte

Date : Vendredi 20 Juin 2025 à 10h

Lieu : Salle des thèses de l'ISAE SupAero

Devant le jury composé de :

Vincent MOUREAU (rapporteur)
Stéphane VINCENT (rapporteur)
Stéphane ZALESKI (examinateur)
Aymeric VIÉ (examinateur)
Annafederica URBANO (examinatrice)
Jean-Luc ESTIVALEZES (directeur de thèse)
Sébastien TANGUY (directeur de thèse)
Olivier ROUZAUD (invité)

Résumé

Au sein d'une chambre de combustion aéronautique, le phénomène d'atomisation à la sortie de l'injecteur conduit à la création d'un brouillard de gouttes qui peut interagir avec la flamme. De même, les gouttes peuvent interagir entre elles conduisant à des modifications de leur débit d'évaporation. Ces effets collectifs étant peu documentés ou connus, l'objectif de cette thèse est d'étudier ces effets en réalisant des simulations numériques directes de gouttes brûlant dans un écoulement laminaire ou turbulent.

Ces simulations reposent sur le code DIVA de l'IMFT, permettant la simulation numérique directe d'écoulements diphasiques avec interface traitée par une méthode Level Set / Ghost Fluid. Des développements ont été menés dans ce code afin de pouvoir résoudre la physique de la combustion. Plusieurs simulations ont permis de valider ces développements, notamment une comparaison à une expérience de combustion de goutte isolée au repos.

Par la suite, la combustion d'une goutte isolée en présence d'un écoulement gazeux a été étudiée. Cette étude paramétrique a mis en évidence l'existence de plusieurs régimes de flamme, enveloppant la goutte ou se formant dans son sillage en fonction des paramètres de l'écoulement. Une deuxième étude paramétrique reproduisant la traversée d'un front de flamme prémélangé par une goutte a été réalisée. Cette étude a révélé différents mécanismes de renforcement ou d'atténuation de la flamme en fonction de la richesse et température des gaz imbrûlés ainsi que de la vitesse relative entre la goutte et la flamme. Enfin, l'impact de la turbulence sur la combustion et l'évaporation d'une goutte isolée a été étudié.

Les travaux suivants se sont intéressés à la combustion de groupe de gouttes dans un écoulement laminaire ou turbulent. Différentes topologies de groupe de gouttes ont été simulées afin d'observer l'effet de la distance inter-gouttes, en particulier sur l'évaporation des gouttes. Des effets collectifs ont ainsi été observés, démontrant que la distance entre gouttes modifie le débit d'évaporation par rapport à celui d'une goutte isolée. Les simulations Numériques Directes ont permis de quantifier cet effet par exemple sur le nombre de Nusselt.

Mots clés

Simulation Numérique Directe ; Méthode Level-Set / Ghost-Fluid ; Évaporation ; Combustion ; Turbulence ; Groupe de gouttes