



Etude expérimentale et modélisation du comportement d'un brouillard de carburant à haute température : influence des interactions inter-gouttes sur son évaporation

Soutenance de thèse – Lola ROUSSEAU
12 Décembre 2022 à 10h
Amphithéâtre ONERA,
2 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France

Devant le jury composé de :

- Marc Bellenoue – Rapporteur
- Christine Mounaïm-Rousselle – Rapporteur
- Céline Morin – Examinatrice
- Aymeric Vié – Examinateur
- Jean-Philippe Matas – Examinateur
- Olivier Simonin – Directeur de thèse
- Mikael Orain – Co-Directeur de thèse
- Pierre Doublet – Encadrant de thèse
- Christine Lempereur – Invitée ONERA
- Olivier Rouzaud – Invité ONERA

Résumé

Aujourd'hui, la réduction de l'impact de l'aviation sur l'environnement est un enjeu économique et politique majeur. Afin de veiller à diminuer la consommation de carburant et l'émission des espèces polluantes par les turbomachines, les motoristes continuent d'optimiser les chambres de combustion des moteurs.

Dans les turbomachines déployées aujourd'hui sur le marché, le carburant est injecté sous la forme d'un brouillard de gouttes. Par conséquent la chambre de combustion est un milieu où l'on retrouve une phase gazeuse avec l'air et une phase liquide avec le carburant. Or, dans ce cas, le processus de combustion est particulièrement complexe et est encore mal compris puisqu'il implique divers phénomènes physiques qui sont couplés entre eux. C'est pourquoi il est nécessaire de mieux appréhender et de décrire la combustion d'un spray.

L'objectif de cette thèse est d'étudier expérimentalement le comportement d'un écoulement diphasique en évaporation et en combustion afin mieux comprendre les phénomènes d'évaporation et de combustion d'un brouillard de gouttes. Pour cela, des mesures ont été réalisées en conditions non-réactives et réactives sur le banc d'essai LACOM de l'ONERA. Cela a permis de constituer une base de données expérimentales servant à l'étude de l'évaporation et de la combustion d'un spray.

Les images de diffusion de Mie acquises lors des essais ont servi à caractériser la distribution spatiale des gouttes à partir de l'estimation de la distance inter-gouttes à la plus proche voisine et de la densité de gouttes dans le spray. De plus, la distribution spatiale obtenue expérimentalement a été comparée à plusieurs distributions théoriques représentatives de la distribution de gouttes dans un spray. Cela a permis de mettre en évidence que la distribution des gouttes s'apparente plutôt à la distribution aléatoire uniforme. Cependant, dans certains cas, la distribution spatiale des gouttes semble être impactée par des effets de ségrégation préférentielle des gouttes. Par la suite, l'acquisition en conditions réactives d'images de fluorescence induite par laser du kérosène a servi à étudier la distribution spatiale de vapeur de kérosène dans le spray. Cette étude a mis en évidence une distribution hétérogène des températures et de la concentration de kérosène vapeur dans l'écoulement. Enfin, une visualisation simultanée de la fluorescence induite par laser du kérosène et du radical OH a permis d'étudier la position des gouttes par rapport au front de flamme et ainsi observer certains régimes de combustion.

Mots clés

Interactions gouttes ; Evaporation ; Combustion ; Haute température ; Carburant liquide