

Invitation à la soutenance de thèse

CARACTERISATION GRANULOMETRIQUE DE SPRAYS DENSES PAR IMAGERIE LASER

Sébastien Garcia

11 mars 2024

ONERA Toulouse, 10h à l'Auditorium

Devant le jury composé de :

Christine Mounaïm-Rousselle	PRISME, Université d'Orléans	Rapportrice
Jean-Philippe Matas	LMFA, Université de Lyon 1	Rapporteur
Maria Rosaria Vetrano	Mechanical Engineering, KU Leuven	Examinatrice
Edouard Berrocal	Combustion Physics, Lund University	Examineur
Jérôme Anthoine	DMPE, ONERA	Directeur de thèse
Mikael Orain	DMPE, ONERA	Encadrant
Pierre Doublet	DMPE, ONERA	Encadrant
Christine Lempereur	DMPE, ONERA	Encadrant

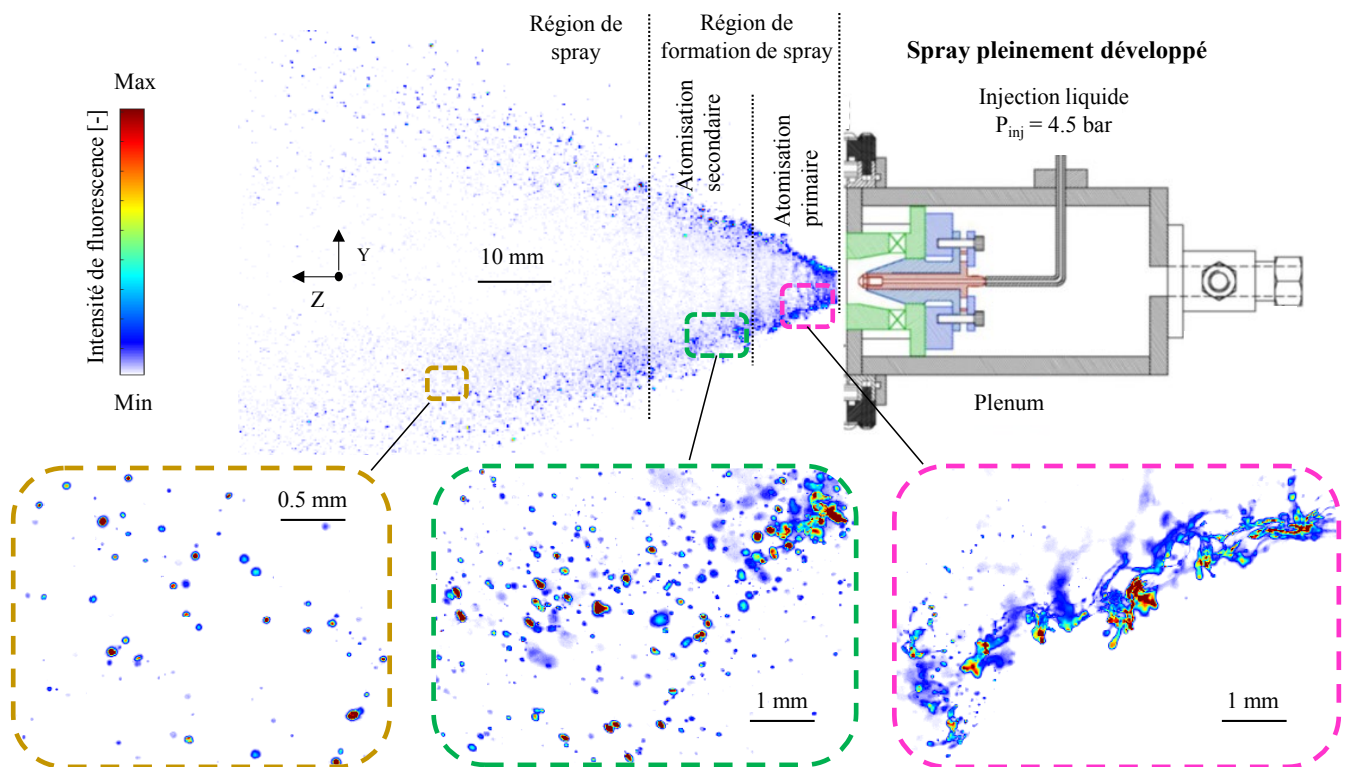
Résumé

Les contraintes qui pèsent sur le domaine du transport aérien sont aujourd'hui nombreuses. L'une des principales est la réduction des émissions de polluants, notamment celles des gaz à effet de serre. Ces mesures incitent le secteur de l'aéronautique à optimiser en permanence les systèmes de propulsion. La maîtrise de la combustion nécessite une compréhension précise des processus physiques qui se produisent en amont : injection du carburant et atomisation, évaporation du carburant liquide, qualité du mélange air/carburant, entre autres. Ainsi, dans le but d'améliorer les connaissances sur les écoulements réactifs (ou non) internes et d'optimiser la propulsion des avions français, l'ONERA a développé des moyens expérimentaux innovants (banc LACOM et MERCATO) et des codes de calcul toujours plus représentatifs (CEDRE). L'ONERA a également bien identifié le grand intérêt des techniques de diagnostic optique pour la caractérisation expérimentale des écoulements diphasiques. Les techniques d'imagerie laser, non intrusives, permettent de fournir des informations essentielles à la caractérisation des sprays en un temps limité. En effet, ces techniques fournissent des cartographies 2D caractéristiques de la topologie (angle d'ouverture, longueur de pénétration ...), mais aussi de l'atomisation des sprays (taille et concentration de gouttes, vitesse des phases, flux volumique ...). Cette thèse s'inscrit dans le cadre du développement de diagnostic optique pour la caractérisation de sprays aéronautiques, en se focalisant sur deux techniques granulométriques : la technique d'imagerie "LIF/Mie" et la technique du ratio de polarisation.

Le premier objectif est d'étudier la technique LIF/Mie d'un point de vue expérimental et théorique. Cette dernière permet de mesurer le diamètre moyen de Sauter (D_{32}) sur un large champ, en un temps limité. Néanmoins, sa mise en œuvre reste difficile car les hypothèses sous-jacentes de la technique ne sont pas toujours validées dans la pratique. Ainsi, un dispositif expérimental innovant a été mis au point et caractérisé dans des conditions simples d'injection pour définir ses limitations. Pour permettre l'application de l'imagerie laser dans des conditions plus critiques d'injection, une méthode permettant de définir l'applicabilité a également été proposée. Cette méthode s'appuie principalement sur des quantifications du phénomène de diffusion multiple par le biais de simulations numériques et la mise en place du système d'éclairage 1p-SLIPI (Structured Laser Illumination

Planar Imaging) dans le montage expérimental. Enfin, des caractérisations ont été réalisées par le nouveau système LIF/Mie sur le banc industriel MERCATO, permettant la mesure de D_{32} dans des conditions critiques de ré-allumage en haute altitude (utilisation du kérosène jet A-1, présence d'une chambre de confinement, pression sub-atmosphérique de l'ordre de 0.3 bar et température d'injection du liquide de -40°C).

Le second objectif a été de proposer une alternative à la technique de mesure LIF/Mie pour la caractérisation granulométrique des sprays, à savoir la technique du ratio de polarisation. Cette technique repose sur l'acquisition des composantes polarisées perpendiculairement et parallèlement à la lumière laser diffusée par les gouttes, dont le rapport est proportionnel au diamètre moyen surfacique (D_{21}). Cette dernière technique n'avait jamais été appliquée sur un spray polydisperse avant cette thèse. Ainsi, un nouveau dispositif expérimental a été réalisé et a permis une première application de la technique sur un cas d'injection industrielle. En complément de cette première caractérisation, une analyse exhaustive des paramètres expérimentaux influençant l'application de la technique est réalisée.



Visualisation à haut contraste et haute résolution de l'atomisation d'un spray aéronautique.

Mots clés

Diagnostic Optique, Sprays, Granulométrie, LIF/Mie, Ratio de polarisation