

# **Etude de la formation de NO en chambre de combustion haute-pression par fluorescence induite par laser.**

**E. Salaun<sup>1</sup>, P. Malbois<sup>1</sup>, F. Frindt<sup>1</sup>, G. Cabot<sup>1</sup>, B. Renou<sup>1</sup>, S. Richard<sup>2</sup>, H. Verdier<sup>2</sup>, L. Bouheraoua<sup>3</sup>, F. Grisch<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CORIA-UMR-6614, Normandie Université, CNRS, INSA et Université de Rouen, Campus Universitaire du Madrillet - 76800 Saint Etienne du Rouvray France

<sup>2</sup>Safran Helicopter Engines, Bordes, France

<sup>3</sup>Safran Tech, Paris-Saclay, France

Email auteur correspondant : frederic.grisch@coria.fr

Les préoccupations environnementales et réglementations législatives obligent les motoristes aéronautiques à respecter des normes d'émission de polluants plus strictes tout en améliorant l'efficacité et la fiabilité des futures chambres de combustion aéronautiques. Dans le cas de moteurs à faible OPR, la combustion pauvre pré-mélangée est utilisée comme une solution prometteuse pour réduire significativement les émissions de NOx. Une réduction trop importante des émissions de NOx peut malheureusement réduire la stabilité de flamme ainsi qu'augmenter les émissions de CO et de HC. Pour mieux comprendre les processus physiques conditionnant les émissions de polluants, une chaire industrielle d'éducation et de recherche «Powering the future with Clean and Efficient Aero-engines» (PERCEVAL) a été lancée par le CORIA en étroite coopération avec SAFRAN et l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour étudier les performances des chambres de combustion innovantes étagées en termes d'émissions de polluants.

Le travail en cours consiste en l'étude d'un système LP d'injection de carburant prémélangé pauvre développé par SAFRAN Hélicoptères. Pour étudier ses performances, des expériences paramétriques ont été réalisées dans une chambre de combustion optique haute-pression mono- secteur. Cette installation d'essai est équipée de larges accès optiques servant à réaliser des mesures laser dans des conditions de fonctionnement appropriées (pression max : 2,0 MPa, température maximale de l'air préchauffé 900 K, débit d'air max : 300 g/s). Le banc d'essai fonctionne avec du kérosène commercial Jet-A1. Des mesures simultanées d'imagerie de fluorescence (PLIF) sur OH et sur le Jet-A1 ont été réalisées en sortie de l'injecteur LP pour diverses conditions de pression (0,4 à 1,8 MPa). Les mesures démontrent le potentiel de la PLIF pour mesurer simultanément la structure de flamme, la distribution spatiale du carburant vapeur ainsi que sa température dans les conditions de vol. En particulier, une discrimination de la fluorescence des mono- et di-aromatiques contenus dans le kérosène a en outre permis de mesurer quantitativement la distribution du rapport air-carburant. Une excellente corrélation spatiale entre la distribution de kérosène vapeur et l'emplacement du front de flamme permet également d'analyser en détail l'effet de la pression sur l'avancement de la combustion. Des mesures par PIV haute-cadence ont ensuite été réalisées afin d'étudier le champ aérodynamique en condition réactive. Les expériences ont été poursuivies en réalisant des mesures simultanées PLIF de OH et de NO. Une méthodologie adaptée à mesurer la distribution 2D quantitative de concentration de NO tout en assurant une détection minimale de quelques ppm de NO et tout en évitant les interférences mineures liées à la présence potentielle d'O<sub>2</sub> et de kérosène a été spécifiquement développée. Les mesures sur NO, OH, Jet-A1 et vitesse ont ensuite été analysées et corrélées. Comme exemple significatif, il est observé que le champ aérodynamique impacte fortement la formation de NO dans ces écoulements et que NO n'est pas entièrement produit par le mécanisme thermique de Zeldovich. Finalement, les mesures collectées sont dédiées à alimenter une base de données unique sur des cas de combustion de combustibles multi- composant à haute-pression et servant à valider des codes de simulations numériques LES.