

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : DMPE-2026-37 (à rappeler dans toute correspondance)	Lieu : Le Fauga - Mauzac	Le Fauga - Mauzac
Département/Dir./Serv. : DMPE/LPF	Tél. :	05 61 56 69 01
Responsable(s) du stage : Léo Distelzwey, Quentin Levard	Email. : leo.distelzwey@onera.fr	

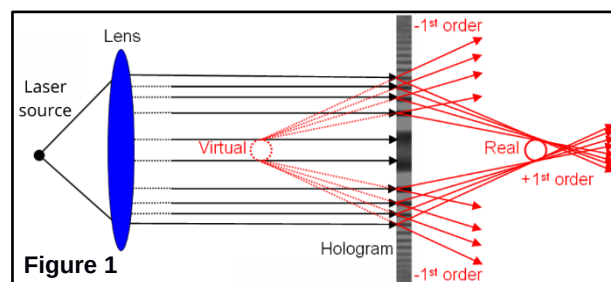
DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Matériaux énergétiques, Diagnostiques optiques

Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☐ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : **Application de l'holographie en ligne sur des particules d'alumine pour déterminer leur distribution en taille**

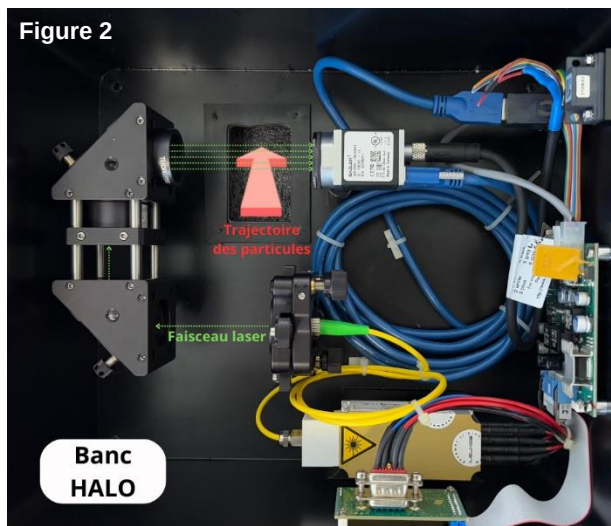
La caractérisation granulométrique des particules d'alumines issues de la combustion des propergols solide est primordiale pour la maîtrise de la performance. Pour cela, de nombreux bancs permettent de récolter des particules d'alumines, qui sont analysées à posteriori à l'aide de granulomètres laser. L'holographie en ligne est une technique d'imagerie optique qui permet de reconstituer en trois dimensions la structure d'un objet microscopique. Cette méthode permet de caractériser la forme et la taille de particules d'alumines sans hypothèses sur l'indice de réfraction (et donc de la matière) ou sur la forme.



Le principe repose sur l'interférence entre une onde lumineuse transmise directement (onde de référence générée par laser) et celle diffractée par l'objet (figure 1). L'hologramme obtenu est ensuite traité numériquement pour reconstruire l'image 3D afin de compter et mesurer les particules, sans besoin de lentilles, ce qui permet un champ large et une mise en œuvre simple. Les montages standards sont limités en profondeur de champ pour les prises de vues, ce qui n'est pas le cas pour l'holographie. En revanche, l'holographie est une méthode qui n'est pas industrialisée et nécessite un développement pour chaque application. Elle ne s'applique qu'à des sprays dilués. L'objectif est de réaliser une mesure granulométrique des particules d'alumine issues de la combustion des propergols. Le nombre de particules d'alumine issue d'un échantillon de propergol étant très élevé, il sera nécessaire de quantifier le nombre de particule maximal qu'il est possible de caractériser avec cette méthode.

Le stagiaire évoluera au sein du Laboratoire de Propulsion Fusée de l'ONERA, une équipe de chercheurs, ingénieurs et techniciens qui l'accompagneront dans l'établissement de cette méthode optique sur un banc d'essai (figure 2) développé par le département d'optique (DOTA).

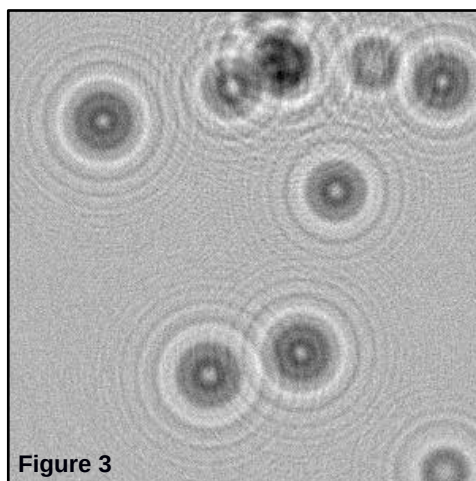
Dans un premier temps, des hologrammes seront réalisés avec des particules calibrées en taille et



immobilisées entre des lamelles, permettant de développer et de valider un post-traitement informatique. Il s'agira de prendre en main ce code de traitement et éventuellement de l'adapter aux besoins de l'étude.

Deuxièmement, un enseigneur sera connecté au banc d'holographie afin de réaliser des hologrammes de particules en mouvement, en optimisant le débit de particules : en effet la mesure doit se faire in-situ afin d'éviter leur agglomération au refroidissement. L'objectif est d'automatiser le traitement d'un échantillon complet de poudre d'alumine issue de la combustion de propergol solide.

Enfin, il s'agira d'entamer un traitement informatique des hologrammes encore plus efficace à l'aide d'un réseau de neurones, en commençant par l'élaboration d'hologrammes de synthèse (figure 3) puis en essayant d'entraîner le modèle éventuellement à l'aide des supercalculateurs disponibles.



Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|--|
| ☐ Recherche théorique | ☐ Travail de synthèse |
| ☐ Recherche appliquée | ☐ Travail de documentation |
| ☒ Recherche expérimentale | ☐ Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 Maximum : 5

Période souhaitée : mars – novembre 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis Mécanique des fluides / traitement d'image / traitement du signal	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 ou 3ème année d'école d'ingénieur
--	--