

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : DMPE-2026-36 (à rappeler dans toute correspondance)	Lieu : Fauga-Mauzac
Département/Dir./Serv. : DMPE/LPF	Tél. : 05 61 56 63 62
Responsable(s) du stage : Jean-Yves Lestrade	Email : jean-yves.lestrade@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Développement de techniques de mesure et montages expérimentaux

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

Intitulé : Détermination de la vitesse de régression du combustible dans un moteur hybride sur base de mesures ultrasonores

Sujet :

La propulsion hybride (Figure 1) repose sur la combinaison d'un oxydant liquide et d'un combustible solide. L'oxydant, généralement stocké sous forme liquide, est injecté dans une pré-chambre de combustion où il se vaporise, avant de pénétrer dans la chambre principale, située au cœur du bloc de combustible solide, à l'image des moteurs à propergol classique. Une fois à l'état gazeux, l'oxydant réagit avec les produits de pyrolyse émis par la dégradation thermique du combustible, formant ainsi une flamme de diffusion stabilisée. Ce processus est auto-entretenu puisque l'énergie libérée par la réaction exothermique maintient la pyrolyse du combustible solide, qui alimente à son tour la combustion. Cette dynamique intrinsèque distingue fondamentalement les moteurs hybrides des autres systèmes de propulsion chimique (solide ou bi-liquide), tout en introduisant une complexité opérationnelle spécifique.

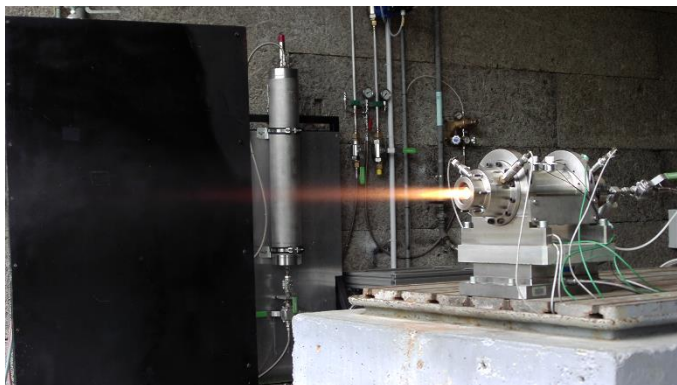


Figure 1- Moteur hybride de recherche HYCOM de l'ONERA

Bien que le débit d'oxydant soit précisément contrôlé et connu, celui du combustible reste non piloté et soumis aux conditions locales régnant dans la chambre de combustion, notamment au flux massique et aux transferts thermiques. La régression progressive du bloc de combustible induit alors une variation continue de son débit, modifiant ainsi le rapport de mélange et, par conséquence, les performances propulsives du moteur.

Pour caractériser finement l'évolution temporelle de ces performances, une mesure fiable et haute résolution du débit de combustible – et donc de sa vitesse de régression – s'avère indispensable. Cette donnée est par ailleurs cruciale pour valider les modèles numériques simulant les phénomènes dans la chambre de combustion mais également pour alimenter les outils de dimensionnement en données d'entrée représentatives.

En propulsion solide, la vitesse de régression du propergol est traditionnellement déterminée par une méthode ultrasonore. Cette technique non intrusive consiste à mesurer le temps de propagation d'une onde ultrasonore à travers le matériau : un capteur dédié enregistre les temps de parcours, permettant de déduire,

en temps réel, l'épaisseur résiduelle de combustible et donc sa vitesse de régression instantanée. Cependant, les mécanismes physiques en jeu dans les moteurs hybrides (pyrolyse, transferts thermiques, etc.) diffèrent significativement de ceux observés avec les propergols solides. Il est donc impératif d'adapter – voire de développer – les algorithmes de post-traitement pour les rendre compatibles avec les combustibles utilisés en propulsion hybride et leurs spécificités.

L'objectif du stage consiste donc à développer l'outil de post-traitement des mesures ultrasonores adapté à la propulsion hybride en s'appuyant sur les méthodes existantes tout en intégrant les phénomènes physiques présents dans les chambres de combustion de ce type de moteur et adaptés aux différentes phases de fonctionnement (préchauffage du combustible, régression stationnaire, extinction, etc.). Sa validation reposera à la fois sur des essais élémentaires à réaliser au cours du stage mais également sur des essais de la base de données ou qui seront réalisés à cette finalité.

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 mois

Maximum : 5 mois

Période souhaitée : Février – Septembre 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis

Transferts thermiques, énergétique, méthodes numériques

Ecoles ou établissements souhaités :

Université et/ou école d'ingénieurs (ENSTA, ISAE, Centrale, INSA, ENSEEIHT, etc.)