

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Modélisation de la stabilisation de la combustion par assistance plasma**

Référence : **MFE-DMPE-2026-02**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : **1/10/2026**

Date limite de candidature :

### Mots clés

Plasma, combustion

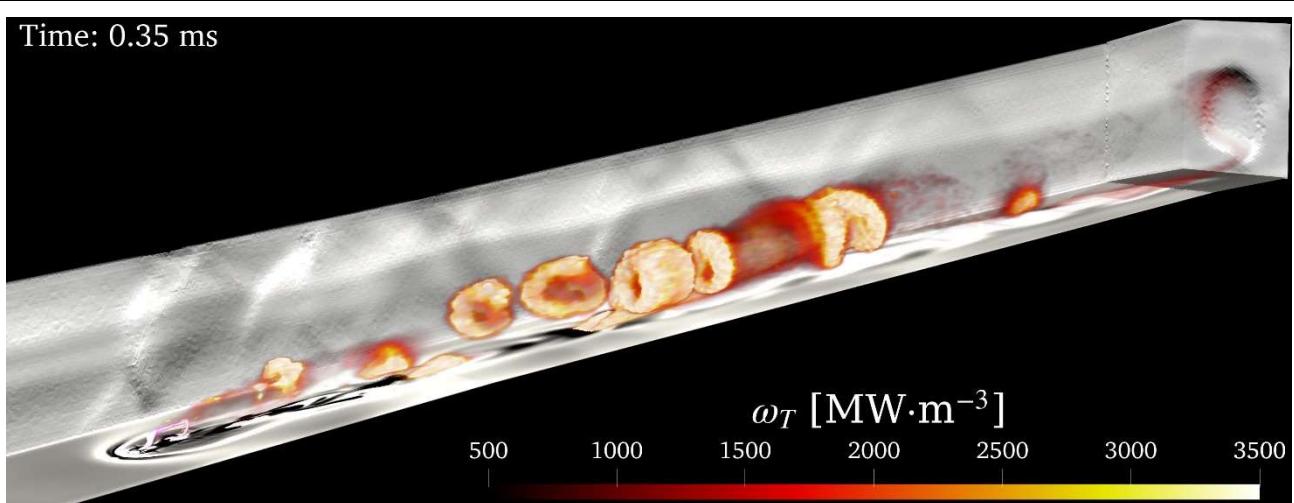
**Profil et compétences recherchées :** Ingénieur ou formation Universitaire avec Master Recherche ou à minima stage de fin d'étude sur un sujet de recherche

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'objectif de cette thèse est de travailler sur l'interaction entre un plasma continu (arc électrique) et la combustion de carburant gazeux dans des écoulements supersoniques. Pour des écoulements rapides, la combustion est soit pilotée par le temps d'auto inflammation, soit par l'utilisation d'accroches flammes de différentes natures. Dans la littérature, les systèmes couramment utilisés sont les accroches flammes (un exemple classique est le « volvo »), mais ils entraînent des pertes de charges importantes dans la chambre. Une autre solution est d'utiliser des cavités qui permettent, grâce à une zone de recirculation, de maintenir la combustion stable. Ces différents dispositifs peuvent être couplés à des systèmes plasmas qui permettent de rajouter de manière ponctuelle de l'énergie dans l'écoulement. Celle-ci facilite la mise en place de la combustion par effet thermique et chimique.

Dans leur article, Braun *et al.* utilisent des applicateurs plasmas appelés PIMS pour aider une cavité à stabiliser la combustion [1]. Ce dispositif est composé d'une céramique permettant d'isoler l'électrode positionnée au niveau d'une injection de gaz et celle positionnée dans l'écoulement. L'arc électrique entre l'électrode centrale et le reste de la veine permet de faciliter la combustion.

L'équipe dans laquelle la thèse se déroulera dispose d'une méthodologie permettant de simuler ce type de décharge électrique avec une approche quasi neutre. La figure ci-dessous montre le résultat d'une simulation où l'arc électrique utilisé permet de déclencher la combustion dans une chambre supersonique. L'écoulement à Mach 2 va de la gauche vers la droite dans la veine permet l'extension de la décharge ou la température est de quelques milliers de degrés. Le code utilisé permet de reproduire les effets plasma et les effets de l'écoulement réactif. L'objectif durant cette thèse sera de valider la méthodologie développée et de vérifier qu'elle est quantitative dans le cas où le plasma est dans une zone de recirculation de l'écoulement.



Simulation de la combustion initiée par un arc électrique dans un écoulement supersonique avec le couplage Cedre-Taranis.

Pour cela la thèse se décomposera en plusieurs étapes. Dans un premier temps seulement la combustion de l'éthylène en présence d'un plasma thermique sera reproduite sur un code 0D de cinétique. Cette première étape permettra de valider la cinétique chimique utilisant le plasma. Suite à cela, le candidat se familiarisera avec l'outil de simulation CFD Cedre utilisé à l'ONERA pour les écoulements ainsi qu'à l'utilisation du code plasma TARANIS qui permet de simuler la dynamique de l'arc. Durant cette étape, des comparaisons seront réalisées entre les résultats expérimentaux de l'article et les simulations. Une fois ces étapes réalisées, l'analyse de l'impact du plasma sur la combustion sera analysée.

La compréhension des différents phénomènes physiques (plasma, combustion, écoulement supersonique) et de leurs interactions permettra de mieux comprendre la combustion assistée par plasma et sera le cœur de cette thèse. Celle-ci s'inscrit dans une dynamique de l'équipe, ou une thèse précédente s'intéressait à l'interaction avec de la combustion super-sonique. Suite à ces premiers travaux, l'étude se focalisera sur l'impact de différents paramètres, que ce soit la turbulence ou la fréquence de reclaquage, pour évaluer leur influence sur l'interaction plasma combustion.

[1] E. Braun, S. Hammack, T. Ombrello, P. Lax, S. Leonov, "Supersonic Combustion Enhancement Using Plasma Injection Modules", AIAA SCITECH 2024 Forum.

### Collaborations envisagées

#### Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Multi-Physique pour l'Energétique  
Lieu (centre ONERA) : palaiseau  
**Contact** : Julien Labaune / Fabien Tholin  
Email : julien.labaune@onera.fr

#### Directeur de thèse

Nom : labaune julien  
Laboratoire : ONERA/LPA  
Tél. :  
Email : julien.labaune@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>