

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

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

Référence : **MFE-DMPE-2025-48**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2025

Date limite de candidature :

### Mots clés

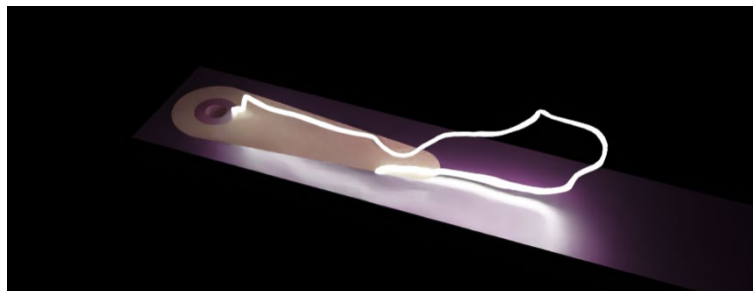
Plasma, combustion, simulation numérique

### Profil et compétences recherchées

### 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 dans des écoulements supersoniques. Sous ces conditions, 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. La figure ci-dessous montre le résultat d'une simulation d'un tel PIMS où l'arc électrique (en blanc) relie l'anode près de l'injecteur et la cathode autour de la céramique de forme oblongue. L'écoulement à Mach 2 va de la gauche vers la droite dans la veine, et la température de l'arc électrique 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.



Simulation d'un arc électrique au niveau d'un PIMS 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. 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. Dans le cadre de la thèse c'est la faculté à stabiliser qui sera analysée en modifiant le modèle de claquage électrique actuellement développé et en s'intéressant au couplage plasma turbulence.

[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** : labaine julien

Tél. :

Email : julien.labaune@onera.fr

##### Directeur de thèse

Nom : Laux Christophe ou Labaine Julien

Laboratoire : EM2C ou ONERA

Tél. :

Email : julien.labaune@onera.fr

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