

OFFRE D'EMPLOI – STAGE

Extension de la limite d'extinction pauvre de carburant durable pour l'aviation via des décharges plasma

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : E&S-2024-NB-1

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Equipe : E&S

Encadrants :

- Nicolas Barléon
- Thomas Lesaffre
- Eléonore Riber

Gratification : 700€ net par mois - niveau M2 ou dernière année école d'ingénieur

Période : 6 mois - à partir du : 03/02/2025

Mots-clés : Carburant Durable pour l'Aviation – Combustion-Assistée par Plasma – Extinction Pauvre – Chimie – Large Eddy Simulations

LE CERFACS

Le Cerfacs est un centre privé de recherche, de développement, de transfert et de formation en modélisation, simulation et calcul haute performance. Le Cerfacs conçoit, développe et propose des méthodes et solutions logicielles innovantes répondant aux besoins de ses associés dans les domaines de l'aéronautique, du spatial, du climat, de l'environnement et de l'énergie. Le Cerfacs forme des étudiants, des chercheurs et des ingénieurs dans le domaine de la simulation et du calcul haute performance.

Le Cerfacs travaille en forte interaction avec ses sept associés : [Airbus](#), [Cnes](#), [EDF](#), [Météo France](#), [Onera](#), [Safran](#) et [TotalEnergies](#).



L'EQUIPE D'ACCUEIL - E&S

L'équipe Energie & Safety, anciennement équipe CFD-Combustion, se concentre sur des activités transversales visant à développer, optimiser et déployer des codes scientifiques dédiés aux calculs avancés de la combustion en géométries industrielles. L'équipe se focalise sur la simulation des écoulements en les appliquant aux avions, fusées, hélicoptères, moteurs de voitures, turbines, etc. Il en résulte des outils essentiels à de nombreux domaines applicatifs avec comme leitmotiv : calculons les systèmes avant de les construire. Plus spécifiquement, les membres de l'équipe développent des modèles et outils couvrant aussi bien la réduction de la chimie, la turbulence, la combustion, le diphasique, les instabilités de combustion... pour répondre aux challenges aussi bien académiques qu'industriels. De par son positionnement, l'équipe collabore avec de nombreux groupes scientifiques, des bureaux d'études des associés du Cerfacs, et les autres équipes du Cerfacs.

CONTEXTE

L'industrie aéronautique est confrontée à une pression croissante pour réduire son empreinte carbone, ce qui fait des carburant d'aviation durable (Sustainable Aviation Fuel : SAF) un élément clé pour atteindre des émissions nettes nulles. De plus, les carburants d'aviation durables de type "drop-in" représentent l'alternative la plus mature aux carburants traditionnels pour l'aviation.

Les SAFs actuels présentent des propriétés de combustion spécifiques qui peuvent influencer la stabilité des flammes et l'opérabilité des turbines à gaz modernes, en particulier dans des conditions pauvres nécessaires à la réduction des émissions d'oxydes d'azote (NOx). Garantir des performances fiables des SAFs dans les chambres de combustion nécessite des approches innovantes pour surmonter des défis tels que l'extinction en régime pauvre (Lean Blow-Out, LBO). Le développement de concepts avancés, comme la combustion assistée par plasma, offre une voie prometteuse pour améliorer l'opérabilité des moteurs en stabilisant les flammes, en repoussant les limites du LBO afin de favoriser l'adoption des SAFs dans les moteurs d'aviation de nouvelle génération.

MISSION

Ce stage a pour objectif d'explorer le potentiel de l'assistance plasma, et plus précisément des décharges plasma hors-équilibre de type nanosecondes répétitives pulsées (NRP), pour étendre les limites d'extinction en régime pauvre (Lean Blow-Out, LBO) dans une chambre de combustion à l'échelle laboratoire utilisant des carburants d'aviation durable (SAFs). Dans un premier temps, la flamme non assistée du Spray Stabilized Burner (SSB) étudié au DLR [SSB] sera analysée à la lumière des données numériques LBO existantes, afin de proposer des localisations optimales pour les décharges plasma en vue de stabiliser la flamme dans des conditions pauvres (par exemple en se basant sur la composition du mélange, le temps de résidence local, etc.). Des simulations numériques aux grandes échelles (Large Eddy Simulations, LES) intégrant un modèle plasma phénoménologique seront réalisées à l'aide du solveur réactif compressible AVBP (<https://www.cerfacs.fr/avbp7x/>) pour évaluer l'influence des radicaux générés par le plasma (i.e., O, OH, H, etc.), ainsi que du chauffage rapide et lent des gaz, sur les mécanismes de stabilisation des flammes.

En parallèle, le deuxième objectif sera d'évaluer la validité du modèle de chimie hybride pour traiter de la pyrolyse-oxydation de longues chaînes carbonnées (C>8) (Hybrid Chemistry, HyChem, [Wang2018]) dans des conditions plasma hors-équilibres. L'étude analysera si la fragmentation et l'oxydation du carburant peuvent rester découplées en présence de radicaux générés par le plasma ou si ces processus sont couplés par des interactions radicalaires. Cette analyse s'appuiera sur des cas canoniques de combustion tels que l'allumage ou les flammes laminaires. Si le découplage est préservé, un mécanisme plasma C1-C5 sera développé en étendant les sections efficaces validées C1-C3 à des hydrocarbures plus lourds, suivant l'approche utilisée dans [Kosarev2009]. Dans le cas contraire, les mécanismes de couplage seront étudiés pour identifier les sensibilités des radicaux et leurs effets sur la chimie de combustion (pyrolyse et oxydation). Un modèle HyChem adapté au plasma sera proposé, permettant d'améliorer notre compréhension des dynamiques de combustion des SAF assistée par plasma et d'établir des modèles réduits adaptés aux LES de combustion SAF assistée par plasma. Finalement, le nouveau modèle sera implémenté dans le solveur AVBP et comparé au modèle de référence.

[Grohmann2016] J. Grohmann, et al., 52nd AIAA/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference (2016)

[Wang2018] H. Wang et al, A physics-based approach to modeling real-fuel combustion chemistry – i. evidence from experiments, and thermodynamic, chemical kinetic and statistical considerations, Combustion and Flame 193 (2018) 502–519.

[Kosarev2009] N. Kosarev et al, Kinetics of ignition of saturated hydrocarbons by nonequilibrium plasma: C₂H₆- to C₅H₁₂-containing mixtures, Combustion and Flame 156 (1) (2009) 221–233.

PROFIL SOUHAITE

- Master 2 ou école d'ingénieur
- Formation en mécanique des fluides et énergétique
- Formation en CFD
- Connaissance en combustion et/ou plasma appréciée
- Connaissance en programmation (Fortran ou C ou C++ et Python)
- Dynamisme, curiosité et autonomie

CE QUE NOUS PROPOSONS AU CERFACS

- Un large accès aux technologies, un environnement relationnel riche, des compétences internes reconnues au niveau national et international.
- Un environnement de travail inclusif et équitable.
- Une structure accessible aux personnes en situation de handicap.
- Possibilité de bénéficier de 1,83 jours de réduction du temps de travail par mois liée à votre choix d'une semaine de travail de 39 heures au lieu de 35 heures.
- Remboursement à hauteur de 50% des frais de transport en commun.

COMMENT POSTULER ?

Pour postuler, veuillez envoyer votre CV et lettre de motivation à nicolas.barleon@cerfacs.fr, les candidatures sont ouvertes jusqu'au 30/04/2025.

À bientôt au CERFACS !