

OFFRE D'EMPLOI – STAGE

Étude numérique de la formation d'une décharge plasma en présence de gouttelettes de carburant alternatifs pour l'aviation

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : E&S-2025-NB-2

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Equipe : E&S

Encadrants :

- Nicolas Barléon
- Thomas Lesaffre

Gratification : 800€ net par mois - niveau M2 ou dernière année école d'ingénieur

Période : 6 mois - à partir du : 09/02/2026

Mots-clés : Carburants alternatifs pour l'aviation (SAFs) – Plasma - HPC – Carburant Liquide – Combustion assistée par plasma - Streamer

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 du CERFACS 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 cinétique, 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 laboratoires académiques, des bureaux d'études des associés du Cerfacs, et les autres équipes du Cerfacs.

CONTEXTE

Aujourd'hui, il est essentiel pour notre société de disposer d'une source d'énergie fiable ayant un faible impact sur l'environnement et le climat. Dans le domaine de l'aviation, plusieurs projets visent actuellement à utiliser des carburants bas-carbone, communément appelés carburants d'aviation durables (Sustainable Aviation Fuels).

– SAFs). Ces carburants peuvent être produits à partir de sources d'énergie renouvelables intermittentes (e-SAFs) ou issus de la biomasse et des déchets. Cependant, leur utilisation dans les chambres de combustion actuelles n'est pas encore pleinement compatible : les SAFs ne peuvent pour l'instant être mélangés qu'à hauteur de 50 % avec le kérosène, et une phase d'adaptation est nécessaire afin de satisfaire les exigences d'opérabilité, de sécurité et de limitation des émissions polluantes. Dans ce contexte, les décharges plasma hors équilibre ont démontré leur potentiel pour étendre le domaine d'opérabilité des turbines à gaz (extension de la limite d'extinction en mélange pauvre), atténuer les instabilités thermoacoustiques et réduire les émissions polluantes en permettant un fonctionnement dans des régimes de combustion plus pauvres. La combustion assistée par plasma a ainsi suscité un fort intérêt au cours des deux dernières décennies, en particulier pour les combustibles gazeux. Cependant, les SAFs étant injectés sous forme liquide, la présence de gouttelettes de carburant peut perturber de manière significative la formation de la décharge. La compréhension du comportement du plasma dans un médium diphasique (gaz-liquide) est donc essentielle pour le développement futur des actionneurs plasma hors équilibre destinés aux systèmes de combustion aéronautiques.

MISSION

L'objectif de ce stage est de développer un cadre numérique capable de prendre en compte la présence de gouttelettes liquides lors de la simulation de la formation d'une décharge plasma (également appelée phase de streamer). Le travail s'appuiera sur les capacités existantes de modélisation plasma du code AVBP, qui résout les équations de transport des espèces chargées (approche dérive-diffusion) couplées au champ électrique obtenu à partir de l'équation de Poisson.

Dans un premier temps, un couplage « one-way » sera étudié, en se concentrant sur l'influence d'une gouttelette liquide sur la décharge. La gouttelette sera modélisée comme une discontinuité de permittivité diélectrique, agissant comme un milieu diélectrique sur lequel les particules chargées peuvent s'accumuler en surface. Cette modélisation nécessite la mise en œuvre d'une condition de saut sur la composante normale du champ électrique dans l'équation de Poisson.

L'implémentation sera testée dans une configuration pointe-pointe (pin-to-pin, Fig. 1), en faisant varier la distance inter-électrodes et la géométrie de la gouttelette. Comme illustré sur la figure, la structure de la décharge varie fortement selon ces paramètres. Dans un premier temps, l'étude portera sur des gouttelettes d'eau, puis pourra être étendue à des gouttelettes représentatives de carburants en ajustant leurs propriétés physico-chimiques.

L'objectif final est de caractériser la morphologie et l'intensité de la décharge, ainsi que d'évaluer la densité de puissance spatio-temporelle du plasma. Ces résultats constitueront une base pour de futures simulations diphasiques, permettant d'analyser l'impact du dépôt d'énergie sur le comportement des gouttelettes, notamment leur déformation et leur évaporation.

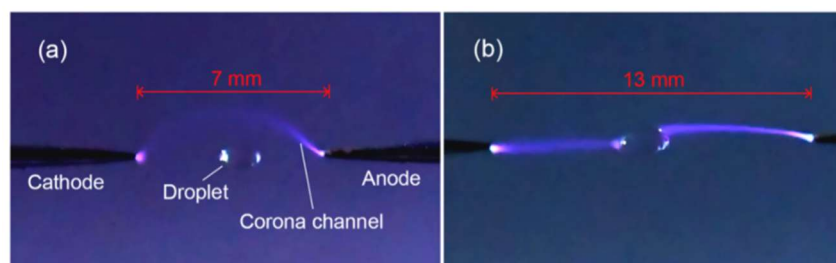


Fig 1: Formation de la décharge en présence d'une gouttelette liquide pour différentes distances inter-électrodes (reproduit d'après [Chen2025])

Programme scientifique :

- Mise en œuvre d'une nouvelle condition aux limites dans le solveur de l'équation de Poisson afin de modéliser un milieu diélectrique
- Simulation de la formation du plasma avec et sans présence de gouttelettes liquides pour évaluer leur impact

Programme technique :

- Prise en main du module plasma du code AVBP
- Développement des outils de pré- et post-traitement
- Programmation en Python et Fortran

PROFIL SOUHAITE

- Master (M2) ou école d'ingénieurs
- Formation en dynamique des fluides et en énergétique
- Formation en CFD (mécanique des fluides numérique)
- Des connaissances en combustion/plasma sont un atout
- Compétences en programmation (Fortran, C ou C++ et Python)
- Des connaissances en résolution de systèmes linéaires seraient un plus

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 N. Barléon (barleon@cerfacs.fr) et T. Lesaffre (lesaffre@cerfacs.fr), les candidatures sont ouvertes jusqu'au 31/01/2025.

À bientôt au CERFACS !