

OFFRE D'EMPLOI – THESE

Simulation aux grandes échelles de la combustion hydrogène/air dans des turbines aeronautiques et terrestres à haute pression (contrats Européens) (H/F)

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : ES-2025-TP-01

Equipe : E&S

Rémunération : 33 K€/an (brut)

Période : 3 ans - à partir du : 01/10/2025

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Responsable : Thierry Poinot - Quentin Douasbin

Niveau requis : master ou diplôme d'ingénieur

Mots-clés : Hydrogène, LES, turbines à gaz, haute pression

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 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 industriels du monde entier, des bureaux d'études des associés du Cerfacs, et les autres équipes du Cerfacs.

CONTEXTE

Le CERFACS cherche des doctorant(e)s dans le cadre de deux projets Européens exceptionnels :

- SELECT-H, un projet European Research Council (cerfacs.fr/select-h) centré sur la recherche fondamentale, en liaison avec l'IMFT qui effectue des expérimentations sur des flammes d'hydrogène et
- INSIGH2T, un projet orienté vers les grands industriels des turbines.

Ces deux projets concernent les turbines aéronautiques (SAFRAN HELICOPTER ET SAFRAN AIRCRAFT en France) et les turbines à gaz terrestres (BAKER HUGHES et ANSALDO, en liaison avec la Norvège, l'Allemagne et la Suisse).

Le contexte est celui de l'hydrogène qui est l'un des leviers majeurs de la transition énergétique vers des sources d'énergie plus propres. Cependant, sa combustion soulève encore des questions fondamentales, notamment lorsqu'il s'agit de comprendre et de prédire son comportement dans des chambres de combustion complexes. Cela est d'autant plus vrai pour les applications industrielles où l'hydrogène doit être utilisé à haute pression, un domaine encore largement méconnu en termes de modélisation et de simulation.

La simulation aux grandes échelles (LES) est un outil clé pour analyser les flammes d'hydrogène, en particulier dans des configurations à haute pression [1,2,3]. Les industriels qui suivent SELECT-H et INSIGH2T cherchent à calculer leurs configurations avant de faire des essais. Afin de rendre ces simulations rapides et précises, le thésard participera aux développements du code AVBP qui est un standard mondial dans le domaine. Il travaillera à la fois sur des calculs académiques (de type DNS) et sur des applications dans des véritables turbines (LES).

OBJECTIFS

L'objectif principal de la thèse sera de développer des méthodes de simulation de la combustion hydrogène air à haute pression, suffisamment fondamentaux pour publier dans les meilleurs journaux mais aussi suffisamment puissants pour changer la façon dont les industriels impliqués dans les projets Européens concernés font les simulations de leurs moteurs. Ceci passera aussi par une formation intense en calcul à haute performance, en CAO, maillage, théorie en mécanique des fluides.

ORGANISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE (36 mois)

La thèse commencera par la prise en main des outils de simulation utilisés pour modéliser les flammes d'hydrogène, principalement le solveur AVBP du CERFACS (<https://cerfacs.fr/avbp7x>). Une compréhension du contexte industriel sera proposée en même temps, pour comprendre les objectifs industriels : turbines de petite taille chez BAKER HUGHES (16 MW), turbines les plus grandes du monde chez ANSALDO (800 MW), moteurs d'avion et d'hélicoptère.

La thèse sera développée ensuite par une connaissance approfondie de la combustion turbulente, des modèles de simulation de l'état de l'art, en particulier la méthode Thickened Flame LES (TFLES), des simulations de référence sans épaissement de la flamme à basse et haute pression, puis des simulations avec flammes épaissies dans ces mêmes conditions.

Ces simulations seront appliquées à des flammes académiques mais aussi à de vraies configurations industrielles, en liaison avec les industriels des projets concernés.

VALORISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE

Les travaux effectués pourront directement être appliqués dans les outils de simulation des trois industriels concernés par les projets : SAFRAN, BAKER-HUGHES, ANSALDO. Plusieurs brevets sont déjà en discussion par exemple avec SAFRAN.

FORMATIONS

High Performance Computing, combustion, maillage, instabilités...

PROFIL SOUHAITE

- CAO Master 2 ou école d'ingénieur
- Formation en mécanique des fluides et énergétique
- Formation en CFD
- Connaissance en combustion 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.
- Une complémentaire santé qui offre une excellente couverture des soins de santé en complément de la sécurité sociale avec la possibilité d'y faire adhérer sa famille (conjoint.e et enfants).
- 6 semaines de congés annuels (avec la possibilité de bénéficier de 22 jours de congés supplémentaires par an liée à votre choix d'une semaine de travail de 39 heures au lieu de 35 heures).
- Des modalités de travail flexibles avec la possibilité de travailler à domicile jusqu'à deux jours par semaine.
- Un forfait mobilité durable qui permet à l'employeur de verser jusqu'à un maximum de 500 euros par an pour couvrir les frais de déplacement domicile-travail des personnels qui se rendent au travail en vélo.

COMMENT POSTULER ?

Pour postuler, veuillez envoyer votre CV et lettre de motivation à poinsot@cerfacs.fr , douasbin@cerfacs.fr , les candidatures sont ouvertes jusqu'au 01/09/2025.

À bientôt au CERFACS !

REFERENCES

- 1] Theoretical and numerical combustion. Auteurs: T. Poinsot et D. Veynante. (2011, Third Edition: Amazon), 607 pages.
- [2] Magnes, H., Vilesy, M., Selle, L., Poinsot, T., and Schuller, T. (November 25, 2024). "Interplay Between Unburned Emissions and NOx Emissions From a Dual Swirl Hydrogen Air Injector." *ASME. J. Eng. Gas Turbines Power*. June 2025; 147(6): 061013. <https://doi.org/10.1115/1.4066717>.
- [3] Justin Bertsch, Thierry Poinsot, Nicolas Bertier, Jiangheng Loïc Ruan. Stabilization regimes and flame structure at the flame base of a swirled lean premixed hydrogen–air injector with a pure hydrogen pilot injection, *Proc. Comb. Inst.*, 40, 1–4, 2024, 105660.