

OFFRE D'EMPLOI – POST-DOCTORANT(E)
Simulation numérique direct (DNS) de l'interaction goutte/front de flamme.

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : E&S-25-OD-01

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Equipe : E&S

Responsable : O. Dounia, N. Odier and E. Riber

Période : 1 an - à partir du : 05/01/2026 (avec possibilité de renouvellement pour un 1 an)

Rémunération : 40 K€/an (brut)

Niveau requis : PhD

Mots-clés : combustion, Ecoulement diphasique, DNS, approche lagrangienne

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

La **modélisation haute-fidélité des écoulements diphasiques** (liquide-gaz ou solide-gaz) est d'une importance critique pour de nombreuses applications : atomisation de carburant liquide pour la combustion, poudres ou aérosols pour l'atténuation des flammes, phénomènes de cavitation, aérosols marins, etc. Un problème qui apparaît dans beaucoup de ces applications est lié à la modélisation de l'interaction complexe entre **gouttelettes et flammes**, interaction qui contrôle souvent les performances des moteurs à combustion ou l'efficacité des dispositifs de mitigation d'incendies/explosions, par exemple. Cette configuration est illustrée dans la Fig. 1 pour le cas d'une **gouttelette de carburant isolée interagissant avec un front de flamme plan**. Prédire correctement cette interaction requiert :

- (i) le suivi de l'évolution temporelle de l'interface de la gouttelette et des transferts de chaleur et de masse à travers celle-ci ;

- (ii) la discrétisation de grandeurs discontinues (sauts de densité, de pression et éventuellement de vitesse et de viscosité) à travers l'interface liquide/gaz ;
- (iii) la prise en compte de l'impact de la gouttelette sur la vitesse de combustion de la flamme lors de leur interaction : effets hydrodynamiques locaux, plissement de surface, richesse équivalente et leur évolution temporelle ;
- (iv) le couplage avec la turbulence.

La résolution de tous ces processus à l'échelle de quelques gouttelettes ($O(1\text{ mm})$) est possible grâce à des techniques numériques avancées (voir Section *Mission* ci-dessous) mais reste actuellement hors de portée pour des applications pratiques qui impliquent souvent $O(10^6-10^9)$ gouttelettes interagissant avec des fronts de flammes à des échelles beaucoup plus grandes ($O(10\text{ cm} - 1\text{ m})$). Il est donc crucial de développer des **modèles de sous-maille** capables de rendre compte avec précision des processus complexes contrôlant l'interaction gouttelettes/flammes (tant pour les écoulements diphasiques que pour les processus de combustion turbulente).

Les objectifs de ce postdoctorat sont :

- (i) réaliser des simulations DNS résolues en particules du problème d'interaction flamme/gouttelettes ;
- (ii) développer de nouveaux modèles de sous-maille capables de capturer les processus complexes gouvernant l'interaction flamme/gouttelettes à des échelles pertinentes pour des applications potentielles.

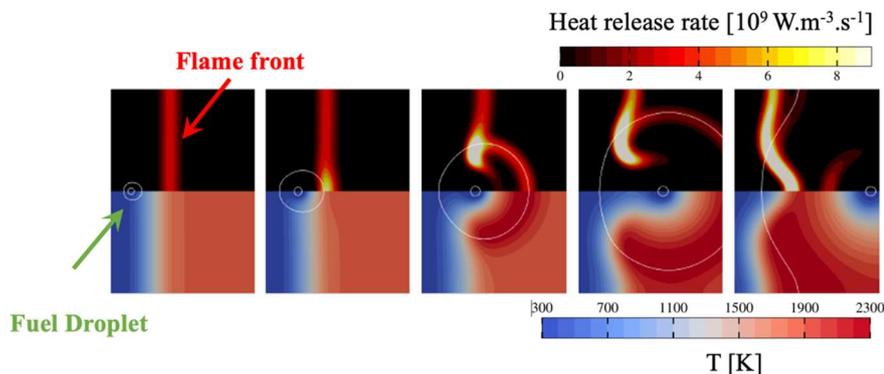


Figure 1 : Illustration de l'interaction entre flamme et goutte de carburant isolée

Le postdoctorat est financé en partie par un projet interne du CERFACS sur les méthodes avancées pour les écoulements diphasiques, ainsi que par un projet national ANR intitulé **METAFOR**, portant sur la combustion de particules d'aluminium. L'ensemble des développements réalisés par le ou la chercheur(e) postdoctoral présentera également un intérêt pour un autre projet ANR, ainsi que pour les partenaires académiques et industriels du CERFACS.

MISSION

Le ou la chercheur(e) postdoctoral sera chargé(e) de :

- **Réaliser des simulations DNS résolues en particules** du problème d'interaction flamme/gouttelettes. Le code utilisé pour cette première tâche est **DIVA** [1–5], développé à l'IMFT. Des simulations préliminaires ont déjà été réalisées dans le cadre de la thèse de doctorat de **H. Cléris** [5]. L'objectif sera d'étendre cette première base de résultats numériques en : (i) incluant les effets du type de carburant et du diamètre des gouttelettes, (ii) tenant compte de la présence de plusieurs gouttelettes, (iii) intégrant la turbulence.
- **Exploiter cette première base de résultats numériques** pour comparer et valider un autre code DNS dédié aux écoulements diphasiques : **BASILISK** [6].
- **Développer de nouveaux modèles de sous-maille** capables de rendre compte des processus dominants lors de l'interaction flamme/gouttelettes. Cela inclut à la fois des modèles de combustion laminaire et turbulente, ainsi que des modèles de transfert de chaleur, de quantité de mouvement et de masse entre les phases liquide et gazeuse.
- **Contribuer à la supervision de doctorants** et à la coordination de projets.

References:

- [1] G. Mialhe, S. Tanguy, L. Tranier, E. Popescu, D. Legendre, An extended model for the direct numerical simulation of droplet evaporation. Influence of the Marangoni convection on Leidenfrost droplet, *J. Comp. Phys.* 491 :112366, 2023.
- [2] A. Urbano, S. Tanguy, C. Colin, Direct numerical simulation of nucleate boiling in zero gravity conditions, *Int. J. Heat Mass Trans.* 143:118521, 2019.
- [3] H. Cléris, J. Estivalezès, S. Tanguy, O. Rouzaud, A. Urbano, Direct Numerical simulation of the evaporation-combustion interaction of fuel droplets in a turbulent flow, 11th Int. Conf. Multiphase Flow, 2023.
- [4] A. Urbano, M. Bibal, S. Tanguy, A semi-implicit compressible solver for two-phase flows of real fluids, *J. Comp. Phys.* 456:111034, 2022.
- [5] H. Cléris, PhD thesis, INPT, 2025
- [6] <http://basilisk.fr/>

PROFIL SOUHAITE

- Doctorat soutenu, il y a moins de 3 ans.
 - Expertise requise en simulation de problème de combustion et/ou écoulements diphasiques.
- Intérêt pour le développement de schémas numériques pour les DNS d'écoulements réactifs multiphasiques.

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 dounia@cerfacs.fr, odier@cerfacs.fr et riber@cerfacs.fr, les candidatures sont ouvertes jusqu'au 01/11/2025.

À bientôt au CERFACS !