CERFACS

OFFRE D'EMPLOI – POST-DOCTORANT(E)

Simulation Numérique Haute-Fidélité pour l'Aéroacoustique via une Méthode de Boltzmann sur Réseaux

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : AAM-2026-PW-03
Equipe : AAM
Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse
Responsable : WERNER Paul

Période : 1 an - à partir du : 01/06/2026
Rémunération : 42K€/an (brut)
Niveau requis : Doctorat

Mots-clés : LBM, Aéroacoustique, Bruit de jet, Bruit de profils hypersustentés

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 - AAM

L'équipe Aérodynamique Avancée et Multiphysique (AAM) se consacre au développement de méthodes numériques innovantes, à la modélisation physique et aux techniques de calcul haute performance (HPC) pour les nouveaux solveurs CFD. En étroite collaboration avec les partenaires du Cerfacs, le travail se concentre sur les simulations de dynamique des fluides pour les avions, les fusées et les turbomachines. Parmi les approches numériques innovantes développées par l'équipe, figure la méthode des différences spectrales (SDM), une méthode discontinue d'ordre élevé particulièrement adaptée aux simulations instationnaires haute-fidélité. Cette technique permet une résolution fine des structures turbulentes, tout en étant optimisée pour les architectures parallèles modernes. En parallèle, l'équipe contribue au développement de solveurs basés sur la méthode de Boltzmann sur réseau (LBM), une alternative prometteuse aux méthodes traditionnelles, reconnue pour sa simplicité algorithmique, sa capacité naturelle à traiter les géométries complexes et ses performances en calcul haute performance. Ces deux approches offrent des solutions complémentaires pour modéliser efficacement les écoulements réalistes dans des environnements industriels complexes.

CONTEXTE

L'industrie aéronautique est confrontée au défi majeur de la réduction de son empreinte environnementale (émissions de CO_2, nuisances sonores). Pour y répondre, des architectures d'avions et de moteurs de rupture sont en cours de développement (moteurs UHBR, soufflantes non carénées de type Openfan, etc.). Ces innovations engendrent des phénomènes aérodynamiques instationnaires d'une grande complexité dont la prédiction précise est un enjeu stratégique, notamment pour les aspects aéroacoustiques.
Dans ce contexte, les méthodes de simulation numérique classiques (Navier-Stokes) montrent leurs limites en termes de temps de restitution pour ces écoulements fortement décollés, turbulents et compressibles. La

méthode de Lattice Boltzmann (LBM), au cœur du solveur LaBS/ProLB, représente une alternative de choix. Son formalisme, intrinsèquement instationnaire et massivement parallèle, est particulièrement adapté aux simulations sur les supercalculateurs. Couplée à des approches de maillage simplifié sur des géométries complexes (frontières immergées, maillage octree), la LBM permet de réduire drastiquement les temps de simulation tout en capturant avec une grande fidélité la physique fine de la turbulence, source principale du bruit aérodynamique. Récemment, des avancées scientifiques majeures ont permis de doter le solveur d'un noyau compressible haut-Mach [1] et de méthodes de turbulence hybrides avancées (ZDES) [3, 4] offrant d'excellents résultats sur des configurations académiques.

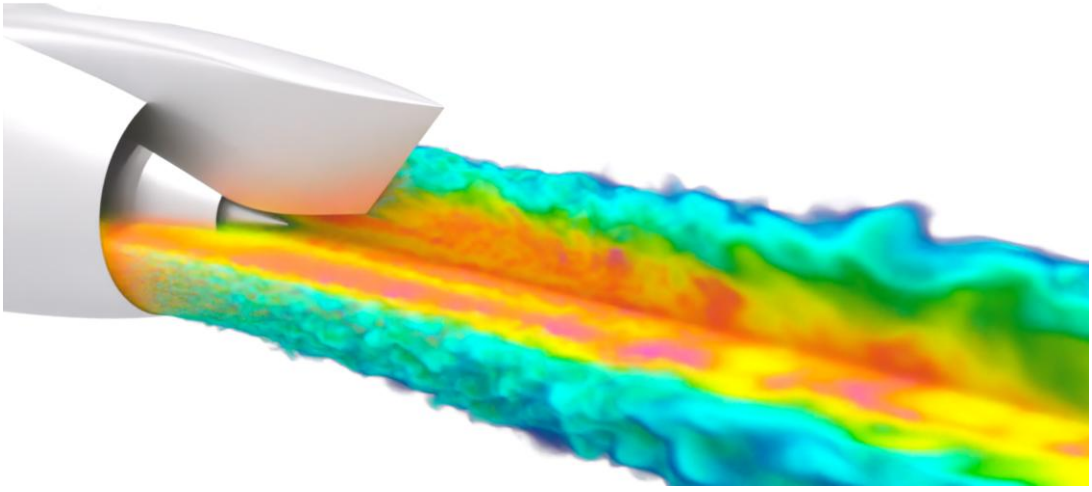
Ce post-doctorat s'inscrit au cœur d'un grand projet de recherche collaboratif, associant le Cerfacs à des partenaires industriels de premier plan (Airbus, Safran, etc.) et des centres de recherche (ONERA, ECL, M2P2, etc.) dans le développement et l'application d'approches de pointe. L'ambition de ce post-doctorat est de franchir un cap technologique : passer de la validation académique à la simulation haute-fidélité sur des géométries industrielles bien plus complexes.

MISSION

Au sein de l'équipe de recherche AAM du Cerfacs, votre mission principale sera de réaliser, d'analyser et de valider des simulations LBM de très grande envergure sur supercalculateurs (HPC) afin de traiter des problématiques industriels complexes en aérodynamique et aéroacoustique.

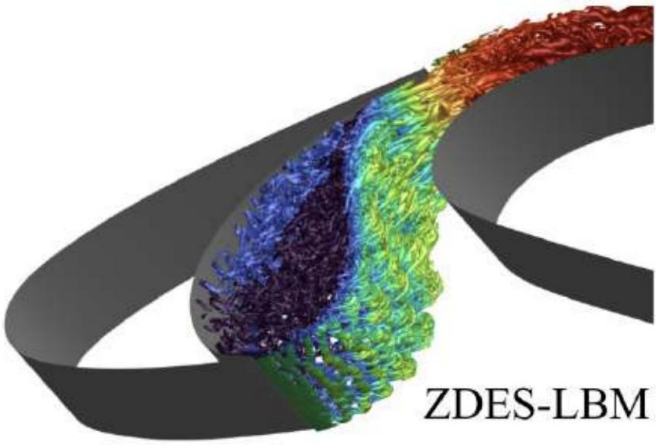
Plus spécifiquement, en vous appuyant sur la version compressible haut-Mach du solveur LBM et ses modèles ZDES, vos travaux porteront sur les axes suivants :

- **Bruit de jet double flux installé** : Réaliser des simulations massivement parallèles sur une configuration modélisant un jet haut-subsonique installé sous voilure. L'objectif est de valider la capacité de la version compressible haut-Mach du solveur [1] à prédire le développement du jet et son rayonnement acoustique dans une configuration représentative d'un moteur moderne. Cette étude est un prérequis pour des simulations encore plus complexes d'intégration motrice.



DJINN Baseline configuration – Instantaneous velocity magnitude [2]

- **Bruit de profils hypersustentés :** Démontrer les capacités prédictives du modèle de turbulence ZDES sur des géométries industrielles réalistes (ex: voilure hypersustentée de type FNGY ou équivalent). Il s'agira de capturer précisément les écoulements turbulents complexes (décollements dans les cavités de bec et de volet).



Isosurfaces of Q-criterion colored by velocity magnitude for ZDES-LBM [3]

- **Couplage aéroacoustique (FW-H) :** Mettre en place la chaîne complète de prédiction acoustique. Vous utiliserez les champs aérodynamiques instationnaires générés par la LBM pour propager le bruit rayonné en champ lointain (spectres, directivités) via un couplage avec l'outil Ffowcs-Williams & Hawkings (FW-H) développé au Cerfacs (librairie Antares).

- **Valorisation scientifique :** Les configurations simulées étant à l'état de l'art, une part importante de votre mission consistera à valoriser ces travaux par la rédaction d'articles dans des revues internationales à comité de lecture et par des présentations dans des conférences majeures (AIAA, CEAS, etc.).

En fonction des besoins du projet et de l'appétence du candidat, la mission pourra également inclure des activités de développement dans l'environnement du solveur (en C++) pour implémenter ou améliorer certains modèles physiques.

[1] G. Farag, T. Coratger, G. Wissocq, S. Zhao, P. Boivin, and P. Sagaut, A unified hybrid lattice-boltzmann method for compressible flows: bridging between pressure-based and density-based methods, Phys. Fluids **33**, 86101 (2021).

[2] G. Daviller, E. Charles, J. F. Boussuge, F. Renard, and J. Huber, *Investigation of Jet-Pylon Interaction Noise Using LBM*, in *30th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference (2024)* (American Institute of Aeronautics and Astronautics, Rome, Italy, 2024).

[3] Julien Husson, Marc Terracol, Sébastien Deck. ZDES of the flow past a three element airfoil : a comparison between Navier-Stokes and lattice Boltzmann frameworks. ETMM 14, Sep 2023, Barcelone, Spain.

[4] J. Husson, M. Terracol, and S. Deck, *Numerical Study of Flap Side-Edge Vortex Based on the Combination of Zonal Detached Eddy Simulation and Lattice-Boltzmann Method | Aeroacoustics Conferences*, in (American Institute of Aeronautics and Astronautics, Rome, Italy, 2024).

PROFIL SOUHAITE

- Doctorat soutenu, il y a moins de 3 ans.

- **Compétences techniques requises :**
  - Solide expertise en simulation numérique des fluides (CFD), tout particulièrement sur les méthodes instationnaires haute-fidélité (LES, DES, ZDES).

- Une connaissance préalable de la méthode de Lattice-Boltzmann (LBM) et/ou des analogies acoustiques (FW-H) constitue un atout majeur.
- Expérience confirmée en calcul haute performance (HPC) sur supercalculateurs (architectures parallèles, environnements Linux/Unix, gestion de batch).
- Maîtrise d'un ou plusieurs langages de programmation (Python, C++, Fortran) pour le traitement et l'analyse de données massives.
- Forte appétence pour le travail en équipe au sein d'un écosystème hautement collaboratif mêlant recherche académique et enjeux industriels.

- **Qualités personnelles :**
  - Rigueur scientifique et capacité d'analyse des résultats.
  - Autonomie, curiosité et proactivité.
  - Intérêt marqué pour la recherche appliquée en lien avec les défis industriels.
  - Bon relationnel et aptitude à travailler au sein d'une équipe de recherche collaborative.

Le post-doctorat s'inscrivant dans un contexte de recherche international, une bonne maîtrise de l'anglais (lu, écrit, parlé) est nécessaire pour la rédaction d'articles scientifiques, de rapports et la présentation de vos travaux.

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 werner@cerfacs.fr, les candidatures sont ouvertes jusqu'au 31/12/2026.

À bientôt au Cerfacs !