

**PROPOSITION DE POST-DOCTORAT**

**Intitulé : Etude du rayonnement infrarouge de jets propulsifs**

Référence : **PDOC-DOTA-2023-03**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début du contrat :** Début 2024

**Date limite de candidature :**

**Durée :** 18 mois - Salaire net : environ 25 k€ annuel

**Mots clés :**

avion, jet propulsif, rayonnement, infrarouge, diffusion, absorption, signature, modélisation, GPGPU

**Profil et compétences recherchées :**

Doctorat en physique avec de bonnes connaissances en transfert radiatif et en techniques de rendu d'images. Connaissances en C++, Fortran, idéalement en programmation GPGPU (Sycl).

**Présentation du projet post-doctoral, contexte et objectif :**

Le projet de recherche proposé s'inscrit dans les travaux de mise au point et de validation d'outils pour améliorer la prédiction de la signature infrarouge (SIR) des jets propulsifs. Les gaz et les suies émis par le moteur émettent un rayonnement IR en lien avec l'absorption moléculaire de certaines espèces et la diffusion par les particules.

L'objectif de ce travail de recherche vise à améliorer l'outil de calcul de signature d'aéronef CRIRA [1] pour prendre en compte de manière plus précise le rayonnement infrarouge des particules contenues dans le jet. A partir d'un calcul de jet réalisé avec le code multiphysique CEDRE de l'ONERA, fournissant la composition en concentration des espèces, pression et température au sein du(des) jet propulsif, il s'agira de calculer le rayonnement IR des gaz (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO, N<sub>2</sub>, ...) à l'aide d'un modèle de transfert radiatif développé à l'Onera (RGM 3000). [4]. L'impact du rayonnement des particules de carbone sera également étudié : un nouveau modèle de rayonnement de suies basé sur le modèle RDG-FA (Rayleigh-Debye-Gans model for Fractal Aggregates [5]) sera développé et intégré dans le module RGM3000. Ce modèle permettra de prendre en compte des suies de diamètres différents au sein du jet et des particules non sphériques, comme les agrégats.

L'utilisation de la technologie GPU pour accélérer les temps de calcul permettra de prendre en compte des maillages de plusieurs millions de cellules caractéristiques des calcul CFD (Computational Fluid Dynamics) multiphysiques de jet, mais aussi de paralléliser les lancers de rayon à travers le jet. Le candidat fera évoluer le code SIRIUS [2], version GPU du code CRIRA [2] en cours de développement, en étudiant en particulier l'introduction de modèles d'absorption et de diffusion des particules de carbone dans le rendu d'image. L'objectif principal sera de minimiser les temps de calcul tout en gardant une précision suffisante, afin de pouvoir réaliser des études de sensibilité sur différents paramètres impactant la signature, mais aussi de pouvoir développer à terme des modèles réduits de signature, qui nécessitent des milliers de calcul SIRIUS.

Les principales étapes du projet proposé sont les suivantes :

- Etude bibliographique sur les méthodes de rendu en milieu participatif adapté à la problématique : milieu émissif composé de gaz et de particules (absorption, diffusion),
- Identification ou développement d'une méthode de rendu adaptée, à partir d'une composition volumique du jet en fournie par le code CEDRE [3],
- Implémentation du calcul radiatif du jet dans le code SIRIUS,
- Evaluer l'impact du rayonnement du jet,
- Publier ces travaux recherche dans une revue internationale à comité de lecture.

Cette amélioration du code SIRIUS permettra de réaliser des simulations avec des codes au meilleur de l'état de l'art dans le domaine de la simulation de jets propulsifs, du transfert radiatif dans et des méthodes de rendu performant sur GPU.

Ce travail de recherche permettra au ou à la candidat(e) retenu(e) d'accroître ses compétences dans les méthodes de rendu dans les milieux participatifs impliquant un transfert radiatif en présence de gaz et de particules.

- [1] E. Coiro, "Global Illumination Technique for Aircraft Infrared Signature Calculations", *Journal of Aircraft*, Vol. 50, No 1, January-February 2013, AIAA, DOI: 10.2514/1.C031787.
- [2] R. Hoarau, E. Coiro, S. Thon and R. Raffin "Interactive Hyper Spectral Image Rendering on GPU", *International Conference on Computer Graphics Theory and Applications*, Jan 2018, Funchal, Portugal, DOI : 10.5220/0006549800710080.
- [3] <https://cedre.onera.fr/>
- [4] Rialland V, Guy A, Gueyffier D, Perez P, Roblin A, Smithson T, "Infrared signature modelling of a rocket jet plume – comparison with flight measurements", *J. of Physics: Conference Series* 676 (2016).
- [5] Clément Argentin, Matthew J. Berg, Marek Mazur, Romain Ceolato, Alexandre Poux, Jérôme Yon, "A semi-empirical correction for the Rayleigh-Debye-Gans approximation for fractal aggregates based on phasor analysis: Application to soot particles", *JQSRT*, 283, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2022.108143>.

**Collaborations extérieures :**

INRIA

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

Département : : Département optique et techniques associées

Lieu (centre ONERA) : Salon-de-Provence

**Contact :** Eric Coiro / Ugo Tricoli

Tél. : 0490170112 / 0490170108

Email : [eric.coiro@onera.fr](mailto:eric.coiro@onera.fr), [ugo.tricoli@onera.fr](mailto:ugo.tricoli@onera.fr)