

L'Université de Limoges recrute un.e

Chercheur·se post-doctorant·e projet AZURITE : Modélisation et simulation de la formation du plasma dans la torche haute puissance Mettech Axial3+

Catégorie A – Contractuel.le

Réf : 2025-1995504

Présentation de l'Université de Limoges

Créée en 1968, l'Université de Limoges est une université de proximité à taille humaine qui forme plus de 16.000 étudiants et emploie plus de 1 800 agents permanents.

Au cœur de l'Europe, c'est un important pôle d'enseignement supérieur pluridisciplinaire, dans un environnement des plus propices à l'épanouissement scientifique. Ouverte, elle est un lieu foisonnant d'interactions, avec une population étudiante multiple, des structures d'accueil efficaces, des équipes proches, des formations fondées sur des recherches de très haut niveau et pour des débouchés bien identifiés. Son excellence scientifique, avec des laboratoires de pointe et des partenariats de grande envergure, contribue à inventer le monde de demain.

Description de l'institut et de l'unité de recherche

Les travaux de l'institut de recherche sur les céramiques - IRCER - ont pour objet l'étude des transformations de la matière intervenant dans la mise en œuvre de procédés céramiques et de procédés de traitements de surface. L'activité du laboratoire s'inscrit ainsi à l'intersection du domaine des matériaux - céramiques pour la plupart - et de l'ingénierie des procédés. L'IRCER regroupe sur 8500m², dans un bâtiment nommé « Centre Européen de la Céramique », l'ensemble de ses personnels (200 membres), et de ses équipements. Reconnu internationalement, l'institut associe des équipes de chercheurs CNRS et d'enseignants-chercheurs de l'Université de Limoges, en chimie, physique et mécanique des matériaux base-céramiques, et en physique des procédés plasmas, ainsi que des ingénieurs, techniciens et personnels administratifs.

L'axe Procédé Plasmas et Lasers œuvre depuis les années 70 dans le domaine de la projection plasma et de ses applications industrielles. Dans ce cadre, l'IRCER applique une approche expérimentale et numérique du génie des procédés pour comprendre les mécanismes élémentaires qui interviennent en projection plasma. Pour ce faire, il développe des outils de diagnostics spécifiques qui permettent par exemple de suivre le traitement des particules en vol et à l'impact sur le substrat en projection plasma conventionnelle et des outils qui permettent d'observer l'interaction d'un jet de suspension et d'un jet de plasma et son atomisation. Dans le cadre de sa double approche modélisation-expérience, il développe également des modèles numériques pour mieux comprendre et optimiser ses procédés.

Depuis plus d'une dizaine d'années L'IRCER travaille étroitement avec le groupe SAFRAN, une multinationale française qui développe et produit notamment des moteurs d'avion et de fusée et des composants aérospatiaux et de défense. Ces relations ont conduit au laboratoire commun IRCER-SAFRAN-OERLIKON et à la plateforme technologique SAFIR qui porte sur les revêtements par projection thermique et les couches minces par dépôt en phase vapeur.

Localisation du poste

Université de Limoges
Institut de Recherche sur les céramiques (IRCER)
12 Rue Atlantis

Parc Ester Technopole
87068 Limoges

Contexte

Contexte de l'étude

Le post-doctorat fait partie d'un projet financé par la région Nouvelle-Aquitaine et Safran (« Azurite ») porté par l'IRCER et l'institut de mécanique et d'ingénierie de Bordeaux (I2M) de l'Institut National Polytechnique de Bordeaux et l'entreprise Safran. Ce projet consiste à développer le jumeau numérique d'un procédé de revêtement industriel émergent : la projection plasma de suspension (procédé SPS, figure 1). La suspension liquide contenant les particules submicroniques du matériau à déposer est injectée dans un jet de plasma thermique ($> 10\,000\text{K}$) pour être fragmentée et évaporée, libérant les particules submicroniques individuelles ou agglomérées qui sont alors accélérées et fondues et vont impacter et s'étaler sur la pièce à revêtir pour former un dépôt, ici des barrières thermiques pour des aubes de turbines de moteurs aéronautiques. L'objectif est d'établir la relation entre les paramètres opératoires du procédé et la microstructure du revêtement et ce, de façon à optimiser le procédé, les propriétés du revêtement et à développer plus rapidement de nouveaux dépôts. Ainsi, ce jumeau numérique est destiné, à termes, à réaliser des simulations massives pour entraîner des algorithmes d'Intelligence Artificielle. Le développement de ce jumeau passe par la modélisation de la formation du plasma par l'arc électrique suivant une approche MagnétoHydoDynamique (MHD) (1), le développement turbulent du jet avec l'injection et la fragmentation hydrodynamique de la suspension (2), le traitement des gouttes de suspension par le plasma (3), l'impact des particules fondues sur le substrat et la construction du dépôt (4) en fonction de ses paramètres opératoires. Ces modèles, développés avec des codes différents, échangent des données. Le travail de post-doctorat concerne le premier modèle, la modélisation de la formation du plasma par une approche MagnétoHydoDynamique (MHD) dans la torche et la gestion des échanges de données entre modèles.

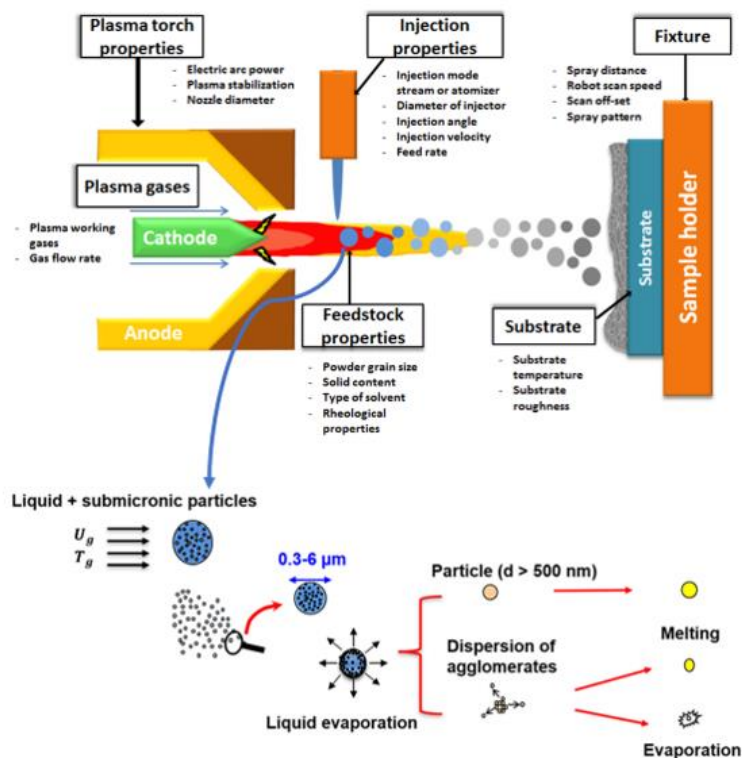


Figure 1 – Principe du procédé SPS

Description du travail de post-doctorat

Le travail proposé consiste à modéliser et simuler la formation du plasma dans la torche par l'arc électrique par la résolution simultanée des équations de Navier et Stokes couplées aux équations de l'électromagnétisme. Ce

modèle est développé à l'IRCER avec le code CFD open source, Code Saturne développé par Electricité de France (EDF) depuis une dizaine d'années. Il inclut la modélisation des électrodes et est réalisé par deux approches différentes : sous hypothèse d'Equilibre Thermodynamique Local (ETL), l'écoulement est alors représenté par une température unique et un modèle hors ETL, à deux températures (2T), une pour les espèces lourdes et une pour les électrons, issues de la résolution de deux équations distinctes de conservation de l'énergie mais couplées. Ce modèle devra être amélioré et adapté à la géométrie de la torche et aux gaz plasmagènes utilisée par la société Safran. Différentes conditions opératoires seront testées. Le/la post-doctorant.e interagira avec les doctorants en charge des autres modèles (2 à 4) pour assurer l'échange des données entre modèles (chainage, couplage)

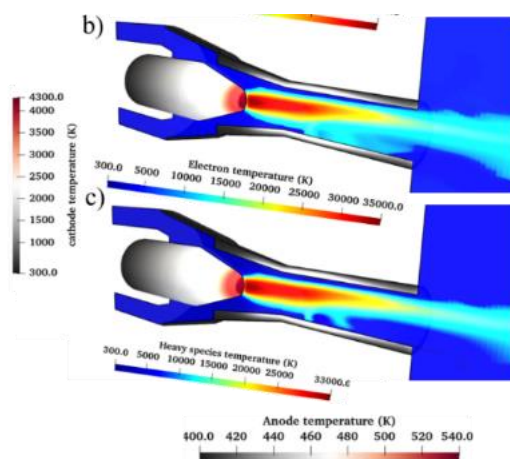


Figure 3 : Approche 2T : En haut : Vue de la température (a, b) dans un plan passant par l'axe de la torche pour différents pas de temps

Missions

Missions principales

Le travail du post-doc concerne:

- 1) L'amélioration du modèle MHD à 2 températures (2T) appliqué à la torche Axial3+ pour accroître sa prédictivité ;
- 2) L'adaptation du modèle MHD 2T au mélange plasmagène Ar-N₂-H₂ : Le modèle, développé avec le code open source parallélisé Code_Saturne, devra être adapté à l'utilisation de ce mélange de gaz plasmagène ternaire couramment utilisée avec ce type de torche. Ceci nécessitera de définir quelle espèce est responsable de l'ionisation/ dissociation afin d'inclure le bon coefficient de réaction dans le terme de transport de chaleur par diffusion des 2 équations de conservation (électrons et lourds) ;
- 3) L'étude de l'influence de différents paramètres opératoires et corrélation à des mesures expérimentales ;
- 4) le développement d'une plateforme de mise en forme et d'échange des données de simulations obtenues par le post-doc et les trois doctorants qui travaillent également à ce projet et modélisent les autres parties du procédé (traitement de la suspension dans le jet de plasma, construction du revêtement) avec le support d'ingénieurs de SafranTech ;
- 5) la participation au comité de pilotage du projet.

Contraintes et spécificités du poste.

La personne candidate sera amené.e à implémenter des modèles physiques dans le code de mécanique des fluides/thermique Open Source Code_Saturne et sera localisé.e au laboratoire IRCER. Il/elle devra donc avoir des connaissances/compétences en programmation, méthodes numériques et en physique. Elle devra avoir une qualité relationnelle particulièrement développée afin d'interagir activement avec les différents acteurs impliqués dans le projet en français ou en anglais

Profil requis, compétences

Savoirs :

La personne candidate devra :

- avoir un doctorat en physique des plasmas.
- être familier(e) avec le domaine des procédés plasma au sens large.
- avoir de solides connaissances et une expérience dans le domaine de la simulation numérique des écoulements gazeux.
- avoir une expérience pertinente dans le domaine des arcs électriques sera un avantage.
- être compétent(e) en communication orale et écrite.

Nous recherchons un(e) candidat(e) très motivé(e) qui puisse travailler à l'interface entre des laboratoires et une entreprise et travailler de manière autonome.

La maîtrise de l'anglais est indispensable.

Savoirs Faire :

- Maîtrise des environnements physiques tels que la dynamique des fluides, l'interaction fluide/structure, la thermique/thermodynamique....
- Connaissance des systèmes d'exploitation Unix/Linux
- Maîtrise des langages de programmation : C, C++, Fortran-
- Compétences en programmation
- Une expérience dans le développement d'applications de simulation numérique, de calcul haute performance ou de méthodes par éléments finis est un plus.
- La connaissance des plasmas est un plus
- La connaissance des arcs électriques est un plus.

Savoirs Etre :

- Autonomie et rigueur
- Bon sens de l'organisation
- Capacité à rédiger des rapports et des articles scientifiques
- Capacité à travailler en équipe

Nature du contrat	Contrat à durée déterminée 24 mois
Date de prise de fonctions	01/01/2026
Candidature	CV + lettre de motivation à transmettre uniquement par mail en rappelant la référence de l'offre au plus tard le 30/09/2025 à : Direction des Ressources Humaines Courriel : drh-recrutement-recherche@unilim.fr
Quotité de travail	100%