

Modélisation et simulation numérique de la combustion de particules de fer

Responsable : Zakaria BOUALI

@ : zakaria.bouali@ensma.fr

Durée : 5 à 6 mois ; **Lieu d'accueil :** Institut Pprime

Ce projet s'inscrit dans une stratégie globale de transition énergétique qui a comme objectif de réduire les émissions de carbone induites par les activités humaines. Dans ce contexte, un des principaux leviers est de remplacer les combustibles d'origine fossile par un certain nombre de vecteurs énergétiques tels que (i) l'hydrogène décarboné et (ii) les batteries chargées d'électricité décarbonée. Il est clair que ces vecteurs représentent un intérêt certain, néanmoins, leur densité énergétique reste un frein majeur pour une utilisation généralisée. Pour pallier à cette limitation, la combustion des métaux représente une option complémentaire et prometteuse en raison de leur grande densité énergétique, leur facilité de stockage et de distribution. Dans cette gamme de combustible, le fer (Fe) offre une option très intéressante car sa combustion génère des produits de combustion décarbonés et recyclables au moyen d'énergie décarbonée avec des technologies existantes [1].

Un certain nombre de travaux expérimentaux ont été dédiés à l'étude des mécanismes de combustion des particules de fer, ils se sont intéressés principalement à la combustion d'une particule isolée et à la propagation d'une flamme au sein d'un nuage de particules [1, 2]. D'un autre côté, peu de travaux se sont intéressés à la modélisation et à la simulation de ce type de configuration.

Le but de ce projet est (i) d'élaborer un modèle numérique permettant d'étudier la combustion d'une particule de fer isolée et (ii) d'évaluer la possibilité de son implémentation dans un code de simulation numérique directe.

Dans le cadre de ce projet, le stagiaire sera amené à :

- ✓ Réaliser un état de l'art complet des travaux (analytiques, expérimentaux et numériques) effectués sur ce thème. Cette première étape est primordiale car elle permettra d'orienter ce travail de recherche dans la bonne direction.
- ✓ Proposer un modèle numérique (0D et/ou 1D) permettant de simuler les différents phénomènes impliqués dans la combustion d'une particule de fer.
- ✓ Étudier l'impact des propriétés du gaz porteur sur le processus de combustion de la particule.
- ✓ Implémenter le modèle développé dans le code de simulation numérique directe *Asphodele* [3,4] dans le but d'effectuer des simulations 3D d'écoulements chargés de particules.

Profil recherché : Master ou Ingénieur avec des connaissances solides en combustion, méthodes numériques et en programmation avec les langages python et fortran.

[1] Bergthorson, J. M., Goroshin, S., Soo, M. J., Julien, P., Palecka, J., Frost, D. L., & Jarvis, D. J. (2015). Direct combustion of recyclable metal fuels for zero-carbon heat and power. *Applied Energy*, 160, 368-382.

[2] Ning, D., Shoshin, Y., van Oijen, J. A., Finotello, G., & de Goey, L. P. H. (2021). Burn time and combustion regime of laser-ignited single iron particle. *Combustion and Flame*, 230, 111424.

[3] Reveillon, J., Péra, C., & Bouali, Z. (2011). Examples of the potential of DNS for the understanding of reactive multiphase flows. *International Journal of Spray and Combustion Dynamics*, 3(1), 63-92.

[4] Bouali, Z., Reveillon, J., & Pera, C. (2021). Development of an extended reactor configuration to analyze preferential segregation impact on spray autoignition. *Fuel*, 302, 120869.