



Proposition PFE

CFD models to predict the fast combustion waves in nanoscale Al-Fe₂O₃ thermites

Responsable académique LAAS: Nom : Rossi Prénom : Carole Qualité : Directrice de recherche E-mail : rossi@laas.fr	Responsable académique IMFT: Nom : Bédât Prénom : Benoît Qualité : Maître de conférence E-mail : benoit.bedat@imft.fr
--	--

Description. Le stage est co-encadré par le LAAS-CNRS, l'IMFT-INP à Toulouse et ArianeGroup au Mureaux. Il vise l'élaboration de modèles CFD multiphasiques capable de prédire la combustion dans les nanothermites, matériaux énergétiques à base d'Al et d'oxyde métallique. Ces matériaux suscitent actuellement un vif intérêt pour des applications civiles et militaires en raison de leur versatilité au plan des performances (via la compaction des poudres, autres structurations et rapport combustible/comburant) et de leurs enthalpies de réaction élevées ; une fois initiés, ils engagent une réaction exothermique d'oxydo-réduction auto-entretenu consommant tous les matériaux réactifs, accompagnée d'une production plus ou moins élevée de gaz. Ils offrent de nombreuses perspectives applicatives, notamment pour de nouveaux actionneurs miniaturisés (tels les airbags), pour la conversion rapide d'énergie dans des conditions extrêmes (soudage en eau profonde où souterraine), pour assurer des manœuvres en environnement spatial (séparation d'étage, libération de charge utile, génération de puissance pour les missions lointaines), assurer la sécurité ultime de systèmes électroniques par leur destruction physique ou leur déconnexion d'urgence, plus généralement assurer des fonctions mécaniques de désolidarisation. La grande étendue des performances des nanothermites nous oblige à faire appel à de la modélisation pour mieux rationaliser et prédire leurs performances énergétiques.

Nous avons mis au point un code de calcul écrit en python basé sur la résolution des équations de Navier-Stokes/Euler mono-dimensionnelles et multi-phases (coexistence de trois phases distinctes, réactives, échangeant matière et énergie) qui permet de prédire les vitesses de combustion dans la thermitte Al/CuO. ArianeGroup souhaite adapter ce code de calcul à la combustion des thermites Al/Fe₂O₃. Ainsi, après avoir étudié les différents mécanismes réactionnels régissant la combustion de la thermitte Al/Fe₂O₃, l'étudiant ou l'étudiante modifiera le code calcul pour prédire sa combustion. Il y intégrera aussi des nouveaux mécanismes de réaction en phase hétérogène (condensation, décomposition ...) qui sont en cours de caractérisation. Enfin, une étude d'influence et de comparaison sera effectuée avec les nouveaux paramètres dans une perspective de publication des résultats obtenus.

L'étudiant sera intégré dans une équipe compétente dans le domaine et interagira avec non seulement ses responsables directs mais aussi l'industriel, et des étudiants en thèse et post-doc.

Profil du candidat. Vous êtes en formation Bac+5 en école d'ingénieur ou université orientée thermodynamique, mécanique des fluides et êtes à la recherche d'un stage de 6 mois. Thèse en suivant possible.

Le contexte multi-disciplinaire de ce projet de recherche nécessitera au candidat recruté :

- d'avoir une forte capacité d'adaptation et une bonne hauteur de vue
- d'être autonome et force de proposition
- d'avoir un bon niveau d'anglais afin d'étudier la littérature dans les domaines d'intérêt
- d'avoir des connaissances et/ou de l'intérêt dans les domaines de :
 - la thermodynamique
 - les méthodes de résolution numériques (volumes finis, schémas numériques)
 - la programmation (python, C, Matlab...)
 - la mécanique des fluides

Mots clés. Combustion, aluminium, thermites, écoulements multiphasiques

Diplôme requis. Master ou Ingénieur

Indemnisation. oui