

Titre : Modélisation feux de sodium

Équipe : Enrica Masi (enrica.masi@imft.fr), Olivier Simonin (olivier.simonin@imft.fr), Lynda Porcheron (lynda.porcheron@edf.fr), Pierre Plion (pir.plion@gmail.com)

Institutions : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT), Electricité de France (EDF)

Laboratoire d'accueil : IMFT - UMR 5502, Toulouse

Rémunération brute : ~3000 euros

Contexte :

Ce travail s'inscrit dans le cadre des études menées par EDF (dans le cadre de sa collaboration avec CEA) sur la sûreté de réacteurs à neutrons rapides au sodium (RNR-Na). Ces derniers représentent les réacteurs de quatrième génération disposant de la technologie la plus mature, capables d'assurer une plus grande durabilité des ressources d'uranium, de par la fermeture du cycle du combustible (multirecyclage des matières nucléaires contenues dans les combustibles usés (Uranium, Plutonium)).

Ces réacteurs utilisent du sodium liquide pour le refroidissement, compte-tenu de ses propriétés optimales comme caloporteur. Cependant, le sodium présente des risques de sûreté liés à sa forte réactivité. Par exemple, une fuite de sodium due à une rupture accidentelle d'une conduite dans le circuit de refroidissement secondaire engendrerait un jet de sodium qui se fragmenterait en gouttelettes en formant ainsi un spray de sodium qui brûlerait en contact avec de l'air ou de l'eau (selon le type d'échangeur utilisé dans le procédé). Dans le scénario envisagé, une rupture dans l'un des circuits secondaires correspondrait à une fuite de sodium liquide chaud dans l'air. La caractérisation de feux de sodium en présence d'air représente l'objectif de cette étude.

Cette caractérisation repose sur la modélisation des différents phénomènes physiques ayant lieu dans les flammes de jets de sodium : de la modélisation du spray liquide (distribution de taille de gouttes suite à la fragmentation secondaire), à la combustion hétérogène des gouttes ainsi qu'à la combustion homogène de ses vapeurs (en phase gaz), jusqu'au transport des aérosols solides qui se forment à la suite des réactions. Ces aérosols sont principalement constitués de particules d'oxyde de sodium très fines qui rejetées dans l'atmosphère représentent un véritable risque biologique dû à leur nature caustique. Ces aérosols ont aussi des propriétés de rayonnement importantes dont la prise en compte est nécessaire dans la modélisation des échanges de chaleur et des produits de combustion.

Objectifs :

Dans le cadre de cette recherche post-doctorale, une modélisation des flammes spray de sodium sera effectuée à l'aide de la simulation numérique, en utilisant le code Neptune_cfd. Neptune_cfd est un code multiphasique développé dans le cadre du projet NEPTUNE, financé par EDF, CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique), IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) et Framatome. La partie réactive gaz-particules est développée à l'IMFT en collaboration avec EDF R&D. Le code utilise une approche de type N-Euler pour résoudre à la fois la phase continue (gaz ou liquide) et les phases dispersées (gouttes et particules solides). Le travail de recherche consiste à porter dans Neptune_cfd les modèles de combustion turbulente, combustion hétérogène, aérosols et rayonnement, développés dans le cadre d'un travail de recherche précédent et déjà implantés dans Code_Saturne. Les modèles implantés dans Neptune_cfd seront ensuite validés à l'aide de cas tests académiques et/ou par comparaison avec les résultats de cas tests disponibles dans la littérature. La dernière partie de la recherche post-doctorale portera sur le choix d'une configuration finale permettant d'évaluer la modélisation dans son ensemble, et d'analyser et caractériser les phénomènes physiques mis en jeu dans la combustion sodium/air. Cette recherche post-doctorale sera conduite à l'IMFT (Toulouse, France) en collaboration avec EDF.

Profil :

Le/La candidat.e est titulaire d'un doctorat en mécanique des fluides, énergétique ou équivalent et possède des compétences solides en combustion et simulation numérique.