



CONTRAT DE RECHERCHE POST DOCTORAL FEVRIER 2019 – JUILLET 2020

Titre: Modélisation feux de sodium

Encadrants:

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

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

Laboratoire d'accueil: IMFT - UMR 5502, Toulouse

Salaire: ~2360 euros nets (hors prélèvement impôts sur les revenus)

Contexte/Objectifs :

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 de 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). La réaction du sodium avec l'eau est très violente et comporte des risques d'explosion dus à la montée en pression provoquée par la formation de dihydrogène et ses réactions secondaires. La réaction du sodium avec de l'air réduit l'impact de ce type d'accident et préconise l'utilisation de systèmes d'échangeurs qui limitent les masses des réactants liquides. Dans ce scénario, une rupture dans le circuit secondaire 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 constitués principalement de particules d'oxyde de sodium très fines qui rejetées dans l'atmosphère représentent un véritable risque biologique dû à leur nature caustique et radiologique. Ces aérosols ont aussi des propriétés de rayonnement importantes dont la prise en compte est nécessaire dans la modélisation des échanges de chaleur et ainsi des produits de combustion.

Dans le cadre de cette recherche post-doctorale, la caractérisation des feux de sodium sera effectuée à l'aide de la modélisation mathématique et de la simulation numérique en utilisant Code_Saturne. Dans Code_Saturne, des modèles de combustion et de description d'aérosols ont été déjà implémentés. Il s'agit dans cette étude de poursuivre le travail commencé dans le cadre d'une thèse de doctorat, de valider la modélisation proposée et d'aboutir à une caractérisation globale comprenant l'ensemble des phénomènes, dans des configurations réalistes.

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.