

Offre de recrutement Doctorat

« Amélioration de la modélisation numérique de la réaction au feu des matériaux solides. Application aux études d'ingénierie de sécurité incendie ».

Institut Pprime – Université de Poitiers – Efectis France

1. Contexte du Doctorat

Le présent Doctorat prend place dans le cadre du LabCom (laboratoire commun) ANR "Perf-ISI / Performance en Ingénierie de Sécurité Incendie" qui associe l'équipe Combustion Hétérogène de l'Institut Pprime (UPR 3346 CNRS) et Efectis France.

L'équipe Combustion Hétérogène de l'Institut Pprime (UPR 3346 CNRS) – université de Poitiers – ISAE-ENSMA, située à Poitiers, développe depuis plusieurs années une expertise expérimentale et numérique reconnue dans le domaine de la sécurité incendie. Les travaux concernant différentes applications, comme les domaines de la construction et de l'habitat, industriel et du transport.

Agréé par le ministère de l'intérieur, Efectis France est le laboratoire le plus important en France en matière d'essais de résistance au feu (évaluation de la performance au feu des produits, systèmes ou ouvrages), et en matière d'ingénierie de la sécurité incendie. Au sein d'Efectis France, la direction Recherche et Innovations permet la réalisation d'études de développement pour ses clients, afin de les accompagner dans leurs problématiques feu. Cette direction est également impliquée dans les démarches de formation, au travers l'encadrement de nombreux stages ingénieur et de thèses de doctorat en lien avec les universités et école de la communauté incendie.

2. Contexte du LabCom

Les évolutions réglementaires récentes conduisent à un fort développement des études d'Ingénierie de Sécurité Incendie en France, lesquelles reposent, dans leur approche performantielle, sur l'utilisation de modèles numériques pour la simulation du développement et du comportement au feu des nouveaux ouvrages et des matériaux innovants. De manière parallèle, suite à l'accident récent de l'usine Lubrizol (2019), le législateur a imposé aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) de déclarer les émissions gazeuses que générerait un sinistre. Les demandes et besoins sont ainsi très conséquents dans différents secteurs d'activités (construction, transport, activité industrielle, etc.), tandis que les verrous scientifiques restent très importants et pluridisciplinaires.

Dans ce contexte, d'une durée de 64 mois, le LabCom PERF-ISI a une double finalité :

- Améliorer l'utilisation et la faculté des codes de calculs utilisés pour les études d'ISI afin de mieux décrire les processus de réaction au feu des matériaux (décomposition thermique, inflammation, propagation de flamme, extinction, effluents émis) dans le cas de géométries et d'ensembles de plus en plus complexes, pouvant intégrer des matériaux biosourcés, des batteries ou des panneaux photovoltaïques.
- Développer et valider un protocole expérimental de quantification des émissions gazeuses représentatif de la réalité des sinistres, puis améliorer la capacité des modèles à décrire ces émissions.

3. Sujet du Doctorat

Selon les enjeux de l'étude de sécurité et la taille des ensembles à modéliser, différents modèles numériques plus ou moins complexes sont mis en œuvre au cours des études d'ISI. Le code de calcul Fire Dynamics Simulator (FDS) est le plus couramment utilisé pour ces études. Il a permis au fil de ses différentes évolutions, de décrire avec de plus en plus de précision les phénomènes aérauliques, de développement de feu, de transfert de chaleur, etc. Toutefois, la simulation des phénomènes liés à la cinétique chimique reste assez sommaire et peut être mise en défaut pour la prise en compte de la réaction au feu de matériaux spécifiques (cinétique de décomposition thermique (modèle de pyrolyse), inflammation, propagation de flamme, émissions gazeuses, etc.). Ainsi, un verrou scientifique actuel important reste la description des processus en phase solide et en phase gazeuse, ainsi que leurs couplages, et des phénomènes aux interfaces.

Dans ce contexte l'objectif du Doctorat est d'améliorer le code FDS afin qu'il puisse mieux décrire les processus de réaction au feu qui prennent place. Ce travail repose alors sur des essais expérimentaux à différentes échelles de travail, puis de manière corrélée, au développement puis à la validation du code numérique :

- Déterminer expérimentalement les propriétés thermo-physiques des matériaux solides étudiés et nécessaires comme données d'entrée des modèles numériques.

Identification des données nécessaires aux modèles numériques pour le code de calcul envisagé (FDS), quantification du nombre de paramètres et de la plage de fonctionnement visée (combustion, pyrolyse).

Détermination au sein de Pprime en analyseur thermogravimétrique (ATG), en calorimétrie différentielle à balayage (DSC) et en cône calorimètre, des propriétés thermo-physiques des matériaux étudiés : conductivité thermique, chaleur spécifique et masse volumique (k , ρ , C_p), enthalpies de réaction et paramètres cinétiques à partir des données de perte de masse, de vitesse de perte de masse, de température et d'énergie.

- Caractériser expérimentalement les processus de décomposition thermique, inflammation et propagation de flamme, en identifier les processus clés.

A partir des essais à petite et moyenne échelles, les processus de décomposition thermique (perte de masse, vitesse de perte de masse et température dans le solide) et de combustion (délai d'inflammation, taux de dégagement de chaleur, températures dans les gaz) sont caractérisés pour différentes conditions expérimentales mises en œuvre. A plus grande échelle, en panneau radiant (Pprime), les processus d'inflammation et de propagation de flamme sont étudiés, qu'ils soient co-courant ou à contre-courant, verticaux ou horizontaux. Cette analyse est complétée par les essais grande échelle conduits au sein des installations d'Efectis.

- Phase 3 - Développer les modèles numériques pour en améliorer la capacité de prédiction.

A partir des phases précédentes, des modèles de pyrolyse sont développés et validés à échelle croissante, par comparaison des résultats expérimentaux et numériques : détermination et optimisation des mécanismes cinétiques, vérification et validation des codes de calcul par matériau et par échelle. Une fois le modèle de pyrolyse validé à toutes les échelles, il est utilisé par les partenaires afin de mieux décrire les processus de propagation de flamme, avec une optimisation

de la description des transferts de chaleur, d'interaction flamme/paroi, de cinétique de combustion, etc. Les expertises en simulation numérique des deux partenaires sont ainsi mobilisées.

Le ou la doctorant(e) sera également associé(e) à tous les travaux du LabCom. Il ou elle participera aux différentes réunions du consortium ainsi qu'aux réunions du conseil scientifique du LabCom. Enfin il est attendu une contribution à la valorisation scientifique des résultats auprès de la communauté scientifique (publications, symposiums, etc.) ainsi que de la société.

3

4. Aspects administratifs

Lieu de la mission : Le doctorat se déroulera au sein de l'Institut Pprime (UPR3346 CNRS-université de Poitiers, ISAE-ENSMA), sur le site du Futuroscope, à Chasseneuil du Poitou.

Période de recrutement : 36 mois à partir du 1^{er} mars 2024

Diplômes : Master ou Ingénieur en Sciences

Compétences : Il est souhaité que le ou la doctorant(e) possède des compétences scientifiques fortes dans les domaines scientifiques rencontrés lors des processus de combustion et des incendies : transferts de chaleur, aérodynamique, thermodynamique, cinétique chimique.

Des compétences dans le domaine de la combustion et de la sécurité incendie sont des plus.

Il est demandé de savoir travailler en autonomie et en équipe, d'avoir des capacités d'analyse et d'être force de propositions. Enfin, la capacité à rédiger et présenter en langue anglaise est attendue.

Candidature : CV + lettre de motivation :

Thomas Rogaume, université de Poitiers, Institut Pprime. thomas.rogaume@univ-poitiers.fr

Virginie Dréan, Efectis France. virginie.drean@efectis.com