

Post-Doctorat Institut Pprime / CETU.

« Simulation numérique de la dynamique des feux en espaces confinés sous-ventilés – application aux configurations de tunnels »

Début souhaité : Septembre 2018

Durée : 12 mois

Lieu de l'étude : Institut Pprime (UPR 3346 du CNRS), ISAE-ENSMA, Téléport 2, 1 avenue Clément Ader, BP 40109, 86961 Futuroscope Cedex.

Présentation des organismes :

- L'institut Pprime, situé à Poitiers, conduit des recherches pluridisciplinaires dans les domaines des sciences pour l'ingénieur. L'équipe « Combustion Hétérogène » y réalise elle depuis de nombreuses années des travaux dans le domaine des sciences des incendies, à l'aide de la plateforme incendie Hestia, pour différentes applications : transport, bâtiment, construction, industrie... Plus spécifiquement, l'équipe travaille sur l'étude des cinétiques de décomposition thermique des solides, leur inflammation, la propagation de flamme et la cinétique d'évolution des feux, la modélisation de la combustion (chimie non infiniment rapide) et le comportement thermomécanique des matériaux. Ces études reposent sur une expertise expérimentale, permettant dans un second temps le développement et l'amélioration des outils numériques. Depuis une dizaine d'année une application en milieux sous ventilés et/ou confiné est réalisé, notamment au sein des tunnels.
- Le CETU, service technique du ministère en charge des transports, a pour champ de compétences l'ensemble des techniques et méthodes relatives à la conception, la construction, l'entretien, l'exploitation et la sécurité des tunnels. Par ses travaux de recherche et doctrine, il a acquis une expertise importante sur le développement d'un incendie en tunnel et ses conséquences. Il a contribué à la définition d'incendies de références pour les études spécifiques des dangers obligatoires en tunnel routier. Il a également participé à l'élaboration et la mise en œuvre en tunnel routier de préconisations constructives, notamment sur les systèmes de ventilation et les stratégies applicables.

Contexte de la recherche :

La caractérisation du terme source lié à un incendie en tunnel reste une donnée d'entrée fondamentale pour évaluer les conséquences d'un tel événement et proposer des dispositions constructives les limitant. Actuellement, la description du terme source

considéré au sein des approches numériques se limite à l'expression d'un débit calorifique émis par une source ponctuelle et décrivant trois phases (une montée en puissance, un plateau de puissance et un déclin). Ces modèles empiriques simples, ne tiennent compte ni du type de combustible impliqué dans l'incendie, ni de l'environnement du sinistre (conditions de combustion), pourtant déterminants dans les incendies en milieu souterrain.

Dans ce contexte, un programme de recherche a été initié par le CETU et l'institut Pprime dans le cadre de la thèse de Doctorat et du travail de post-doctorat de Fabien Hermouet. L'enjeu de cette étude a été de caractériser le terme source et surtout son évolution (vitesse de perte de masse – débits massique et calorifique) en fonction de conditions opératoires types et représentatives de celles rencontrées au sein des tunnels dont, notamment, la concentration locale d'oxygène et les flux thermiques (radiatifs et convectifs) reçus par le combustible.

Une démarche innovante a été proposée, basée sur le développement de métamodèles polynomiaux (ensemble de sous modèles polynomiaux) décrivant la cinétique de décomposition de chaque matériau sous différentes conditions (concentration d'oxygène et flux de chaleur). Deux métamodèles polynomiaux (d'ordre 2 et 3) ont été développés sur la base d'essais en cône calorimètre à atmosphère contrôlée et utilisés pour représenter la cinétique de décomposition thermique des matériaux ABS, EPDM et PMMA.

La comparaison des résultats expérimentaux et numériques a montré un très bon accord et mis en avant la pertinence d'utilisation de tels modèles. Outre les très bons résultats obtenus, ces modèles se révèlent simples à mettre en œuvre et peu onéreux en puissance et en temps de calcul. Ils disposent également d'une relative flexibilité à prendre en compte des paramètres supplémentaires pour la prédiction de la cinétique de décomposition thermique.

Toutefois, dans leur forme actuelle, les métamodèles ne peuvent être introduits et utilisés directement au sein de codes de simulation numérique des incendies tels que Fire Dynamics Simulator (FDS) ou Firefoam. Ils ne permettent pas non plus de tenir compte et de représenter une évolution temporelle du flux de chaleur incident (caractère dynamique) et de l'historique du flux de chaleur reçu par le matériau afin de décrire précisément la réalité d'un sinistre.

Sujet proposé :

Le sujet envisagé pour ce post-doctorat est centré sur les aspects numériques et mathématiques pour permettre une consolidation des modèles existants et s'assurer de leur intégration à un code de calcul CFD. Ce travail doit permettre de définir les relations de liaisons entre les différents paramètres pour s'assurer d'une bonne robustesse des modèles,

quel que soit leur ordre. Cette robustesse est à la base d'une bonne prédiction des modèles en dehors des points qui ont permis leur construction.

Des simulations numériques seront réalisées en prenant en compte une évolution du flux de chaleur correspondante à des situations réalistes. En ce sens, les courbes proposées par la norme EN 45545-2 pour le domaine ferroviaire pourront constituer un point de départ intéressant. Une fois cette étape réalisée, des évolutions arbitraires de flux seront également testées afin de valider la robustesse du modèle.

Un second enjeu consiste en la capacité du modèle à prendre en compte plus de facteurs liés à l'incendie, actuellement ces paramètres sont le flux de chaleur et la concentration d'oxygène. Le travail devra ainsi permettre une évolution du modèle afin qu'il puisse tenir compte des paramètres supplémentaires voulus.

En dernier lieu, ce post-doctorat devra également permettre d'intégrer les modèles dans un code CFD, sous la forme d'une routine externe. Une analyse des codes sources de FDS et de Firefoam déterminera le meilleur outil susceptible de convenir à cette intégration. Une évolution du modèle existant pourra également, de manière parallèle, être demandée.

Compétences requises :

Le candidat devra justifier de solides connaissances en programmation informatique, en mathématiques et en sciences des incendies. Une expérience d'utilisation des codes FDS ou Firefoam sera un plus apprécié.

Le sujet s'adresse principalement à des candidats justifiant d'un doctorat dans le domaine des feux ou de la combustion. Toutefois, les candidatures de diplômés de Master ou d'Ecole d'Ingénieurs justifiant des compétences requises en informatique, en mathématiques et ayant les bases scientifiques nécessaires (aérodynamique, thermique, thermodynamique) seront examinées avec attention.

Rémunération : 1800 à 2000 € Net mensuel

Contacts :

Thomas ROGAUME, Institut Pprime, thomas.rogaume@univ-poitiers.fr

Franck RICHARD, Institut Pprime, franck.richard@univ-poitiers.fr

Jean-François BURKHART, CETU, jean-francois.burkhart@developpement-durable.gouv.fr

Antoine MOS, CETU, antoine.mos@developpement-durable.gouv.fr