
Simulation aux grandes échelles de feux de Boîte À Gants

Contexte

L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire est l'expert public en matière de recherche et d'expertise sur les risques nucléaires et radiologiques. Le Pôle d'études en Sûreté Nucléaire (PSN) exerce notamment les missions d'expertise et de recherche de l'institut dans les domaines de sûreté des réacteurs, des usines, des laboratoires, des transports et des déchets. Dans ce contexte, le Service des Agressions Internes et des risques Industriels (SA2I) est chargé d'identifier les différents risques d'incendie pouvant survenir dans ces bâtiments, de proposer des outils d'analyse utilisables pour les études en sûreté, et de développer des dispositifs d'essais et des outils de simulation pour améliorer la compréhension des phénomènes impliqués lors d'un incendie. À ce titre, le Laboratoire de l'Incendie et de l'Explosion développe depuis plusieurs années le logiciel de simulation des incendies CALIF³S-ISIS [1], afin de réaliser des simulations de configurations réelles en appui des études de sûreté, et d'améliorer la compréhension de la phénoménologie des feux en parallèle de travaux expérimentaux menés sur des dispositifs analytiques. Parmi les différents risques d'incendie identifiés ces dernières années, les feux de Boîtes À Gants (BAG) ont retenu l'attention de l'IRSN. En effet, des essais de feux de BAG à échelle réelle ont montré que ces foyers, composées de polycarbonate et de polyméthacrylate de méthyle, peuvent conduire à des puissances de feu bien supérieures à celles mesurées dans le cas de feux de bacs de charge calorifique équivalente, et ne comportent pas la stratification, habituellement observée dans les incendies ([4]). C'est pourquoi l'IRSN mène le programme de recherche FIGARO, qui vise à se doter d'un dispositif expérimental (SIMBAG) pour étudier de manière analytique les feux de BAG et déterminer les paramètres qui ont le plus d'influence sur la dynamique particulière de ces feux.

Description du stage

Dans ce contexte, le stage proposé vise à réaliser des simulations numériques de feux de boîtes à gants à échelle réelle (essais BAG CSS) et à échelle réduite (essais SIMBAG) pour mieux comprendre la physique particulière de ces foyers. Pour cela, on utilisera le code CALIF³S-ISIS [1] qui permettra de réaliser des simulations aux grandes échelles (ou LES pour Large Eddy Simulation) de ces configurations. L'approche LES réactive proposée se base sur le modèle de sous-Maille de Smagorinsky, et l'approche "mixed is burnt" avec le modèle EDM pour la modélisation de la combustion turbulente. Elle a été récemment validée sur le cas de panaches réactifs de taille similaire à celle des feux de BAG considérés [3, 2], et permet de simuler directement les grandes structures tourbillonnaires et l'aérodynamique instationnaire caractéristique des incendies.

On propose donc une étude numérique des feux de BAG en trois temps :

- Réaliser la simulation numérique d'un feu de BAG sur une configuration expérimentale de référence en déterminant les paramètres de simulation les plus pertinents (maillage, schémas numériques, étendue du domaine de simulation, modèle de sous-maille) ;
- Caractériser l'aérodynamique et les transferts thermiques des feux de BAG et étudier la cohérence des résultats numériques vis-à-vis des données expérimentales ; on s'assurera notamment de la cohérence des flux reçus par les différents combustibles avec les taux de pyrolyse mesurés expérimentalement ;
- Effectuer une étude de sensibilité aux paramètres de modélisation physique sur ces phénomènes, notamment les débits-masse d'apport d'air frais par les ronds de gants et les lames d'air, le débit-masse des deux combustibles impliqués (volatils issus de la pyrolyse du PMMA et du polycarbonate), le taux de production de suie associé à l'oxydation des différents fuels, l'efficacité de la combustion par la modification de la constante du modèle EDM.

Cette étude de sensibilité permettra également de déterminer les limites de la modélisation de base de la combustion turbulente utilisée dans le code CALIF³S-ISIS et de formuler des propositions d'amélioration. C'est pourquoi ce stage pourra déboucher ensuite sur un sujet de thèse portant sur le développement de nouveaux modèles de combustion turbulente aptes à prendre en compte des effets de cinétique chimique et de structure de flamme complexe où le taux de réaction n'est pas seulement déterminé par l'intensité du mélange turbulent.

Informations diverses

Domaines thématiques - Incendie, Combustion, Turbulence, Transferts Thermiques

Mots clés - Combustion, Turbulence, Simulation numérique, LES

Direction et encadrement de thèse

Germain Boyer, IRSN/PSN-RES/SA2I/LIE Cadarache

Déroulement du stage

Durée de 6 mois sur le site de Cadarache

Contacts - Germain Boyer (germain.boyer@irsn.fr) Arnaud Mura (arnaud.mura@ensma.fr) — Franck Richard (franck.richard@ensma.fr)

Références

- [1] F. BABIK, C. LAPUERTA, G. BOYER, S. VAUX et J.-C. LATCHÉ : ISIS 5.0.0 : Physical modelling. Rapport technique, IRSN/PSN-RES/SA2I/LIE, 2017.
- [2] G. BOYER : Towards the prediction of the convective and the radiative heat fluxes in turbulent buoyant flames. *In 3rd European Symposium on Fire Safety Science*, September 2018.
- [3] A. BROWN, M. BRUNS, M. GOLLNER, J. HEWSON, G. MARAGKOS, A. MARSHALL, R. McDERMOTT, B. MERCI, T. ROGAUME, S. STOLIAROV, J. TORERO, A. TROUVÉ, Y. WANG et E. WECKMAN : Proceedings of the first workshop organized by the iaess working group on measurement and computation of fire phenomena (macfp). *Fire Safety Journal*, 101:1 – 17, 2018.
- [4] M. COUTIN et L. AUDOUIN : Glove box fire behaviour in free atmosphere. *In SMIRT 24 15th International Post-Conference Seminar on Fire Safety in Nuclear Power Plants and Installations*, numéro SA2I-2017-226, Bruges, Belgique, 2017.