

Puissance du feu et propagation des fumées

J.L. Consalvi¹, B. Porterie¹, P. Bournot², O. Vauquelin²
 L. Audouin³, M. Coutin³, P. Guillou³, C. Lucchesi³, Y. Pizzo³, H. Pretrel³, L. Rigollet³
¹ CNRS/Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille
² UNIMECA (Marseille)
³ IRSN/DPAM (Cadarache)

Puissance du feu

Objectif : Prédire l'évolution de la puissance d'un feu en milieu confiné et ventilé mécaniquement

Contexte :

- Puissance du feu : Grandeurs (comme par exemple le débit de pyrolyse) permettant de calculer sont des données d'entrées des outils de simulation
- ✓ Données disponibles : grandeurs caractéristiques obtenues essentiellement avec des essais à petite échelle en atmosphère libre
- ✗ Difficulté : extrapolation de ces grandeurs à grande échelle avec des conditions environnementales différentes

Collaboration IRSN/CNRS-Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille :

- CNRS-Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille : modélisation de la pyrolyse ; utilisation d'un code CFD
- IRSN : évolution de la puissance du feu en milieu confiné et ventilé mécaniquement ; essais à échelle 1 et approche simplifiée (code à zones)

Obtention des grandeurs caractéristiques d'un matériau et établissement d'un modèle de pyrolyse

Objectif :

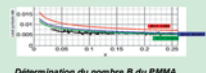
- Obtention d'une grandeur caractéristique du matériau le nombre de transfert de masse B
- Proposer un modèle de pyrolyse basé sur le nombre B

Démarche suivie :

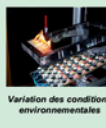
- Mise au point d'un protocole expérimental permettant de déterminer le nombre de transfert de masse d'un matériau
 - Mise au point d'une technique de mesure pour mesurer localement le débit de pyrolyse d'un matériau
 - Détermination du nombre de transfert de masse B
- Développement d'un modèle calculant le débit de pyrolyse en fonction du nombre de transfert de masse B
- Validation de ce modèle et détermination de ses limites d'application (variation des conditions environnementales, application à d'autres matériaux,...)



Technique de mesure du débit de pyrolyse local par imagerie



Détermination du nombre B du PMMA



Variation des conditions environnementales

- ✓ Experimental Observations on the Steady-State Burning Rate of a Vertically-Oriented PMMA Slab, Y. Pizzo, J.L. Consalvi, P. Querre, M. Coutin, L. Audouin, B. Porterie, J.L. Torero, Submitted to Combustion and Flame.
- ✓ Numerical Analysis of Heat Transfer to the Unburnt Fuel in Upward Turbulent Flame Spread over a Thick PMMA Slab, J.L. Consalvi, Y. Pizzo, B. Porterie, Submitted to Fire and Safety Journal.
- ✓ A Theoretical and Numerical Evaluation of the Steady State Burning Rate of Vertically-Oriented PMMA Slabs, J.L. Consalvi, Y. Pizzo, A. Kaiss, B. Porterie, J.L. Torero Submitted to Combustion theory and modelling.

Influence du confinement sur l'évolution de la puissance du feu

Objectif :

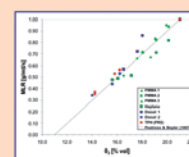
Prédire l'évolution de la puissance du feu en milieu confiné à partir de données obtenues en atmosphère libre

Démarche suivie :

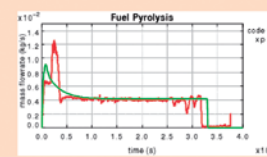
- Mesure de l'évolution de la puissance en atmosphère libre (sous la hotte SATURNE de l'IRSN)
- Modéliser la diminution de la puissance d'un feu en milieu confiné due à l'influence de la concentration en oxygène
- Validation de ce modèle en comparant les simulations numériques aux résultats expérimentaux à grande échelle dans l'installation DIVA



Nappe de dodécane sous la hotte Saturne



Débit de combustion : Comparaison de la corrélation de Peatross et Beyler avec des résultats expérimentaux



Débit de combustion : Comparaison des résultats numériques (SYLVIA) et expérimentaux

Propagation des fumées

Objectif : Etude des écoulements de fumées en milieu confiné et ventilé mécaniquement à partir d'une approche à échelle réduite

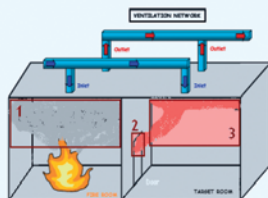
Contexte :

- Propagation des fumées entre plusieurs locaux confinés et reliés par une porte (programme PRISME)
- Développer des techniques d'investigations expérimentales à échelle réduite

Collaboration IRSN/UNIMECA :

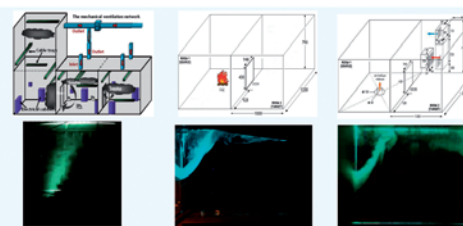
- UNIMECA : mise au point d'une métrologie spécifique lors d'essais à échelle réduite
- IRSN : essais à échelle 1 de feu en milieu confiné ventilé mécaniquement

- La propagation des fumées est étudiée sur la base d'une approche expérimentale à échelle réduite.
- Elle s'appuie sur des essais d'incendie à échelle réelle pour la validation. Le modèle expérimental - densimétrique - retenu utilise un mélange air/hélium pour reproduire la dualité entre les forces d'inertie et les forces de flottabilité.
- Les écoulements étudiés sont représentatifs des scénarios de remplissage des locaux, de transfert au niveau des portes entre deux locaux ainsi que l'écoulement de panache déversant au niveau d'une porte.



Les essais réels sont réalisés dans le dispositif DIVA (Dispositif Incendie Ventilation Aérodynamique). DIVA est un dispositif à échelle réelle pour la recherche sur les incendies dans plusieurs locaux confinés et ventilés mécaniquement exploités par le Laboratoire d'Expérimentation des Feux à Cadarache (IRSN/DPAM/SEREA).

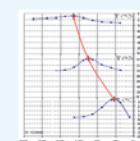
- Deux maquettes représentant un scénario réelle à l'échelle 1/5 sont utilisées pour les essais :
 - la première, densimétrique, utilise un mélange air-hélium pour simuler les fumées ;
 - la seconde, thermique, utilise un feu de nappe réduit pour produire les fumées.
- L'analyse comparative des essais réalisés à grande échelle avec les expériences reproduites sur les deux maquettes permet d'évaluer la pertinence de l'approche à échelle réduite.



Exemple de visualisations du panache déversant sur les trois dispositifs expérimentaux

Les thématiques abordées sont les suivantes :

- Le comportement du panache déversant à la porte en fonction des régimes de ventilation et de la puissance du feu,
- L'étude des écoulements globaux dans le local source et cible (stratification, des gaz dans le local source, déversement des gaz dans le local cible,...)



Exemple de trajectoire et de profils de température du panache déversant pour un essai à grande échelle

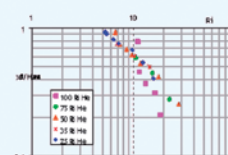


Illustration de l'influence du nombre de Richardson sur le comportement du panache déversant (cf la distance entre le mur et le centre du panache à une hauteur donnée)

Vauquelin, O., Bournot, Ph., Lucchesi, C., Pretrel, H., Smoke propagation between rooms in forced ventilated and confined multi-enclosures fire scenario - Preliminary investigations on reduced scale models", Workshop on fire enclosures, 30-31 May 2006, University of Ulster, UK.
 Lucchesi, C., Vauquelin, O., Pretrel, H., Bournot, Ph., Etude expérimentale à échelle réduite d'un panache de fumées déversant au niveau d'une ouverture reliant deux locaux, 13^{ème} Journées Internationales de Thermique (JITH), 28-30 août 2007, Aibi
 Lucchesi, C., Vauquelin, O., Pretrel, H., Bournot, Ph., Experimental study on fire-induced smoke propagation between confined and forced ventilated rooms - First results on a reduced scale model, Interflam, September 3-5 2007, London, UK

PUISSANCE DU FEU ET PROPAGATION DES FUMÉES

J.L. Consalvi*, B. Porterie* - P. Bournot**, O. Vauquelin**
L. Audouin***, M. Coutin***, P. Guillou***, C. Lucchesi***, Y. Pizzo***, H. Pretrel***, L. Rigollet***

*CNRS/Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille - **UNIMECA (Marseille) - ***IRSN/DPAM (Cadarache)

L'incendie constitue le risque majeur dans les activités industrielles et en particulier nucléaires. Les conséquences potentielles d'un incendie non maîtrisé peuvent être catastrophiques si le confinement des matières nucléaires est perdu.

L'IRSN mène des programmes de recherche dans le domaine de la physique des feux confinés et ventilés à une échelle représentative. La complexité des phénomènes à étudier à grande échelle conduit à s'appuyer sur des universitaires pour étudier les phénomènes physico chimiques élémentaires qui conditionnent le développement d'un feu en milieu sous ventilé.

Dans ce domaine, deux thèmes fondamentaux font l'objet d'une collaboration avec l'Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille et UNIMECA : la prédiction de la puissance du feu et la propagation des fumées.

La prédiction de la puissance du feu en milieu confiné ventilé mécaniquement nécessite de modéliser les effets de la viciation de l'air ambiant par les produits de combustion sur le régime de combustion du foyer. La validation d'un tel modèle est réalisée en comparant les simulations numériques aux résultats expérimentaux à grande échelle dans l'installation DIVA de l'IRSN. Pour une modélisation plus fine des phénomènes, une étude commune IRSN/Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille a cherché à établir, pour un combustible donné, une méthode générique pour la détermination des grandeurs caractérisant le foyer à partir des données usuelles disponibles dans la littérature, de mesures et de résultats de calculs obtenus avec des codes CFD. Cette approche a permis de proposer un nouveau modèle de pyrolyse basé sur les caractéristiques globales du matériau regroupées dans le coefficient de transfert de masse B.

La propagation des fumées d'incendie dans un local confiné et ventilé mécaniquement est une thématique majeure. La fumée est un vecteur de transport d'énergie et de matière et peut être à l'origine du dysfonctionnement ou d'endommagement d'équipements sensibles aux élévations de température et/ou de concentration de suies. La description et la compréhension des phénomènes physiques de propagation sont ainsi fondamentales pour l'évaluation des risques relatifs à un incendie. L'objectif de cette étude, menée dans le cadre d'une thèse, est d'étudier les phénomènes de propagation des fumées en milieu confiné et ventilé mécaniquement à partir d'une approche expérimentale à échelle réduite en collaboration avec le laboratoire CIME (Uniméca IM2, Université de la Méditerranée) prochainement intégré dans l'IUSTI de l'Ecole Polytechnique Universitaire de Marseille.

.....

NOTES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....