Modélisation CFD d'un incendie en milieu ouvert généré par des câbles disposés dans des chemins de câbles horizontaux

Tarek Beji (Tarek.Beji@UGent.be)
'Department of Flow, Heat and Combustion Mechanics'
Université de Gand, Belgique

21ème journées du GDR feu, Cadarache

Sommaire

I- Introduction (Contexte et Objectif)

II- Configuration expérimentale

III- Résultats expérimentaux

VI- Modélisation numérique

V- Conclusion

I- Introduction

Projets Internationaux : PRISME et PRISME 2

***PRISME**:*
***PR**opagation d'un **I**ncendie pour des **S**cénarios **M**ulti-locaux **E**lémentaires*

OECD
ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

NEA
Nuclear Energy Agency

Pays membres: Belgique, Canada, Finlande, France, Allemagne, Japon, Espagne, Suède, Royaume Uni

I- Introduction

Objectifs de PRISME et PRISME 2

- Charactérisation de plusieurs sources potentielles d'incendie (i.e., 'pool fire', **chemins de câbles**, armoires électriques) en mileu ouvert

- Comprendre la dynamique des feux en mileu confiné (influence du réseau de ventilation mécanique)

I- Introduction

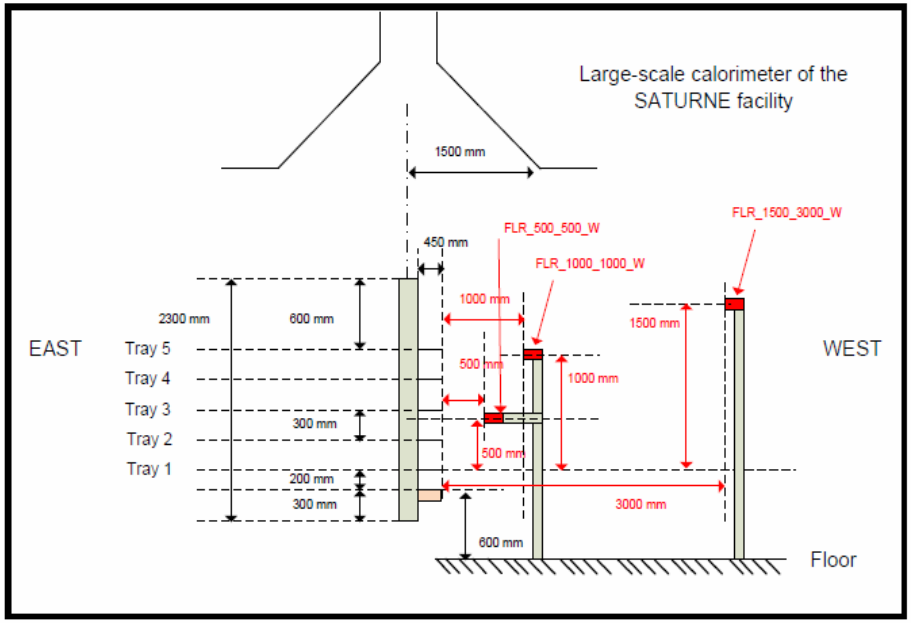
Objectifs de cette présentation

- Description d'un test experimental d'un incendie de **chemins de câble** en mileu ouvert (test réalisé par l'**IRSN**)

  Elément de nouveauté: Analyse vidéo

- Modélisation numérique (CFD) avec FDS (Fire Dynamics Simulator)

II- Configuration expérimentale



CFSS 1

- 5 chemins de câbles horizontaux espacés de 0.3 m
- 49 câbles PVC de 13 mm de diamètre (fournis par VTT, Finlande)
- Support mural recouvert par une isolation

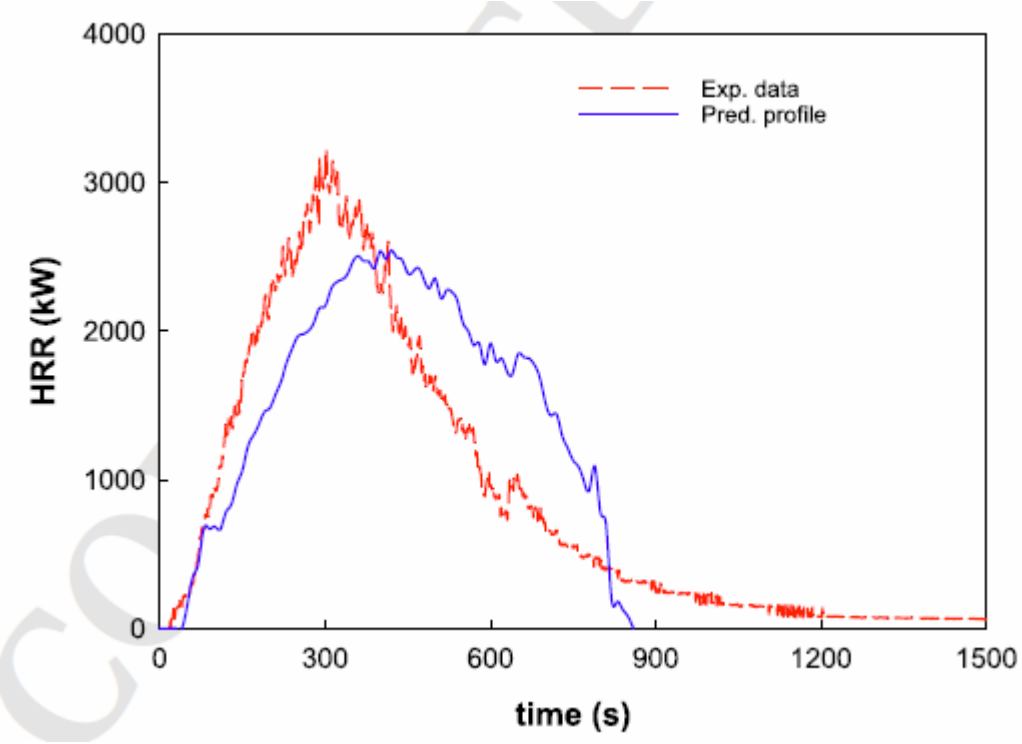
II- Configuration expérimentale

Allumage

- Brûleur alimenté en propane placé 0.2 m sous le premier (plus bas) chemin de câble
- Dimensions: 0.3 × 0.3 m^2
- Puissance: 80 kW

III- Résultats expérimentaux

Taux de chaleur dégagé

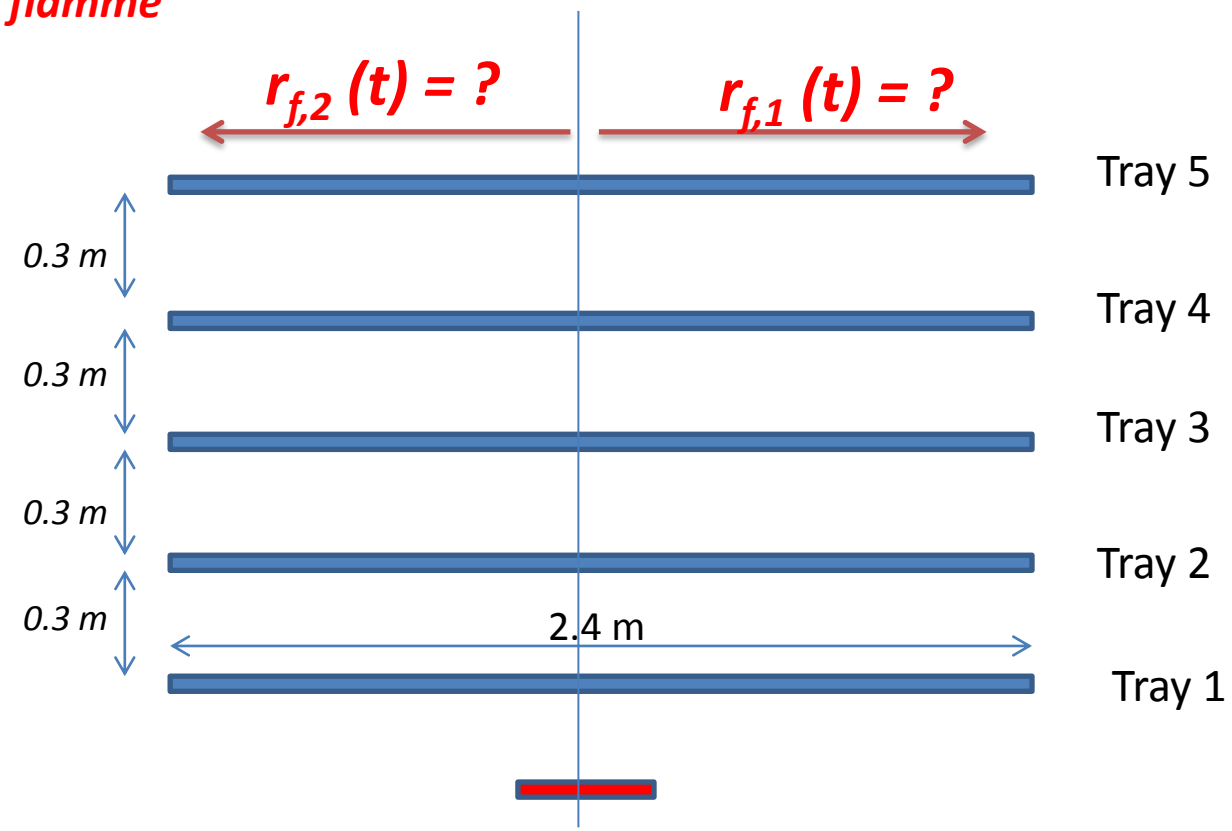


III- Résultats expérimentaux

Analyse vidéo

Collaboration avec le département Electronique et Mulimédia de l'Université de Gand (dr. Steven Verstockt)

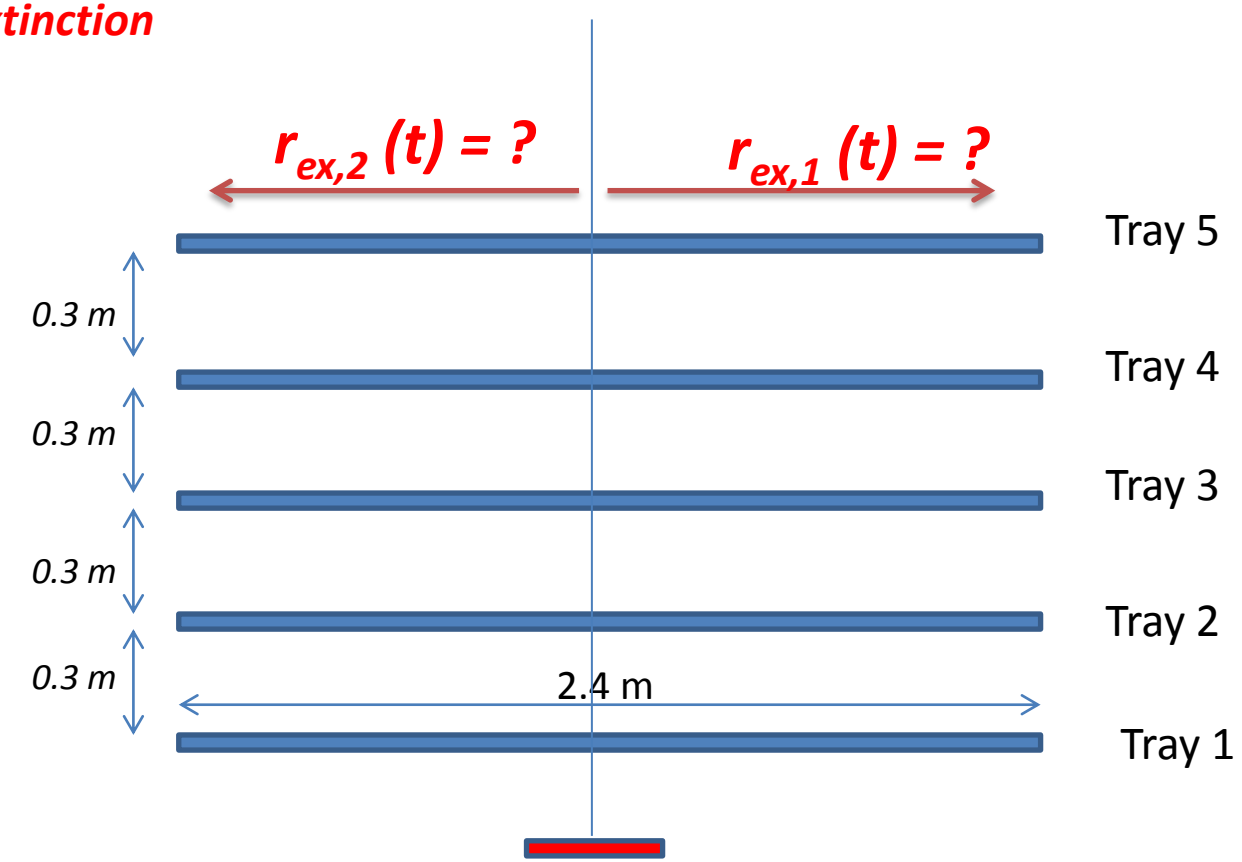
r_f = front de flamme



III- Résultats expérimentaux

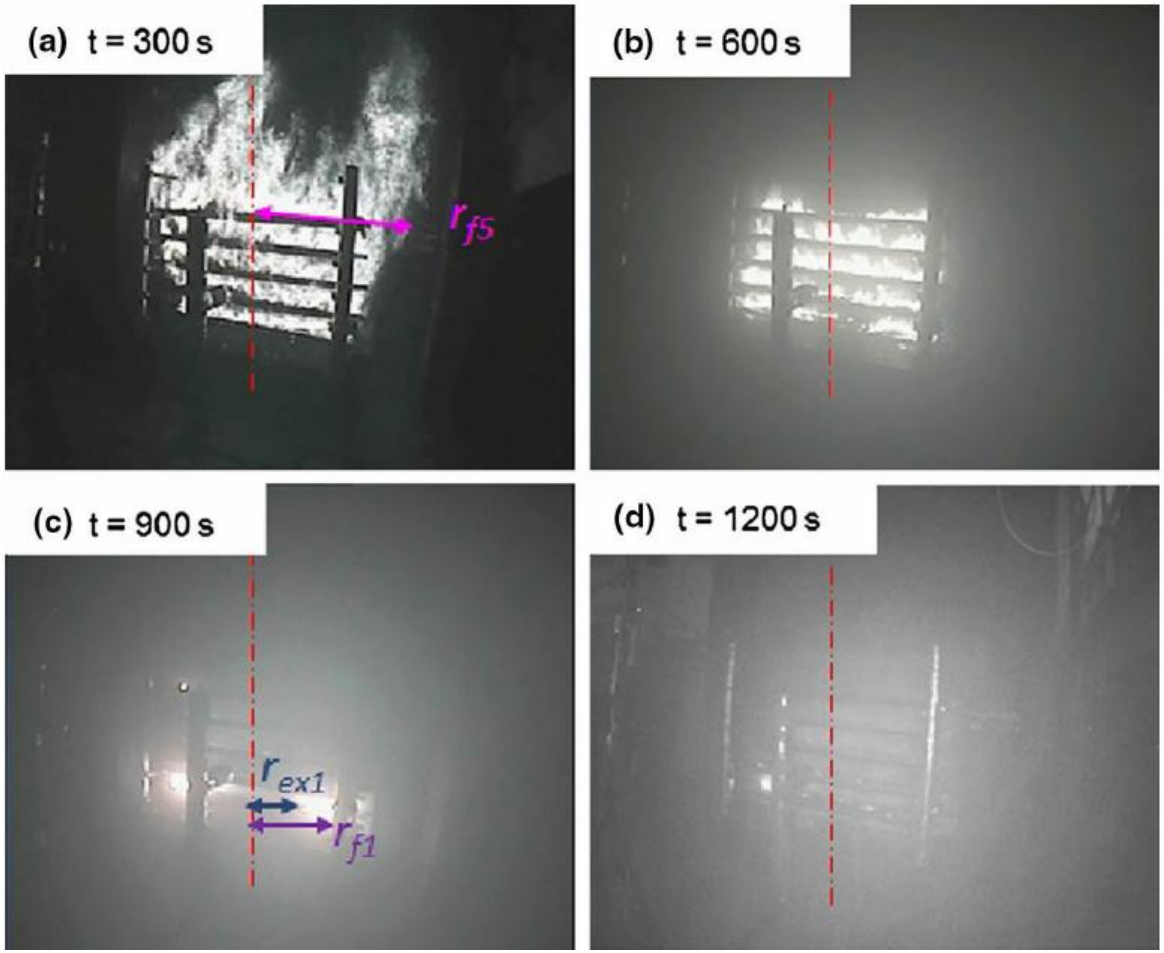
Analyse vidéo

r_{ex} = front d'extinction



III- Résultats expérimentaux

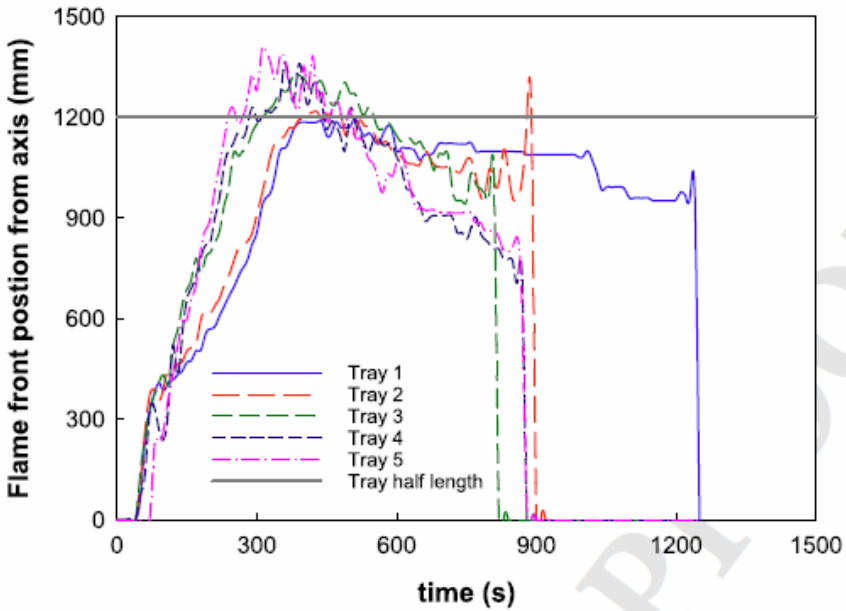
Analyse vidéo



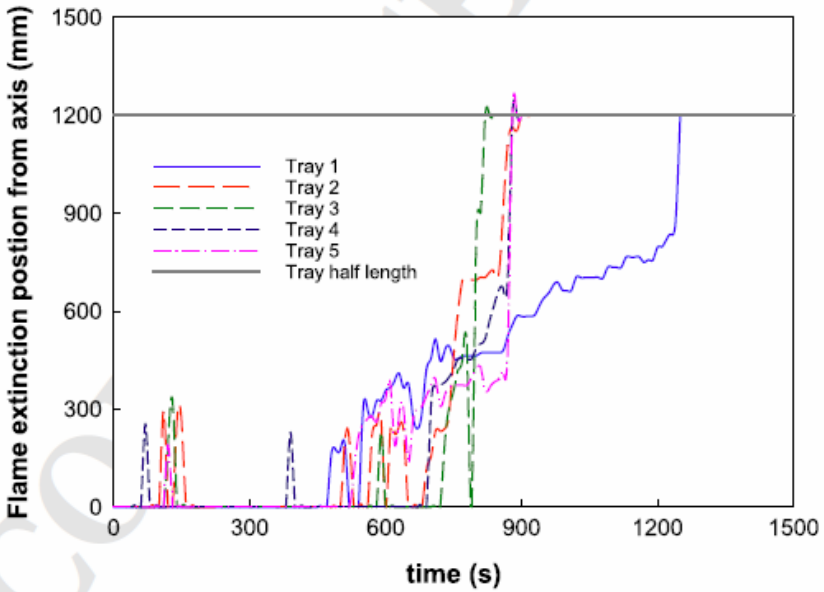
III- Résultats expérimentaux

Analyse vidéo

r_f = front de flamme



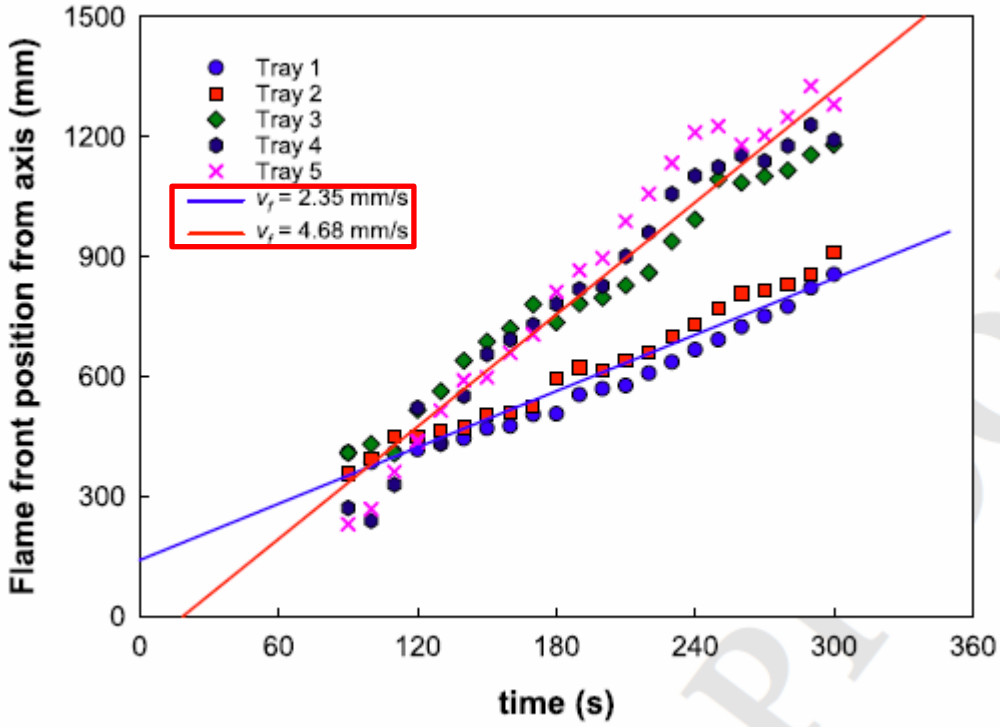
r_{ex} = front d'extinction



III- Résultats expérimentaux

Analyse vidéo

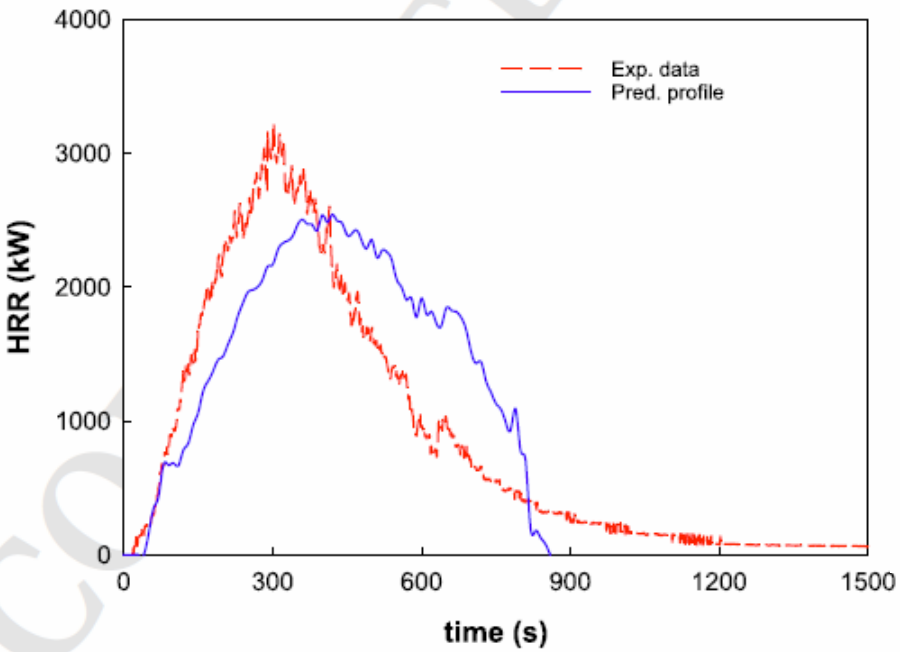
Vitesse de propagation pendant la phase de croissance du feu



III- Résultats expérimentaux

Analyse vidéo: Reconstruction du HRR

$$\dot{Q}_f(t) = \sum_{i=1}^{n} 2\left[r_{f,i}(t) - r_{ex,i}(t)\right] A'_{cbl}\, \dot{Q}''_f$$



Fire Technology
© 2015 Springer Science+Business Media New York.
Manufactured in The United States
DOI: 10.1007/s10694-015-0538-2

CrossMark

Short Communication

Flame Spread Monitoring and Estimation of the Heat Release Rate from a Cable Tray Fire Using Video Fire Analysis (VFA)

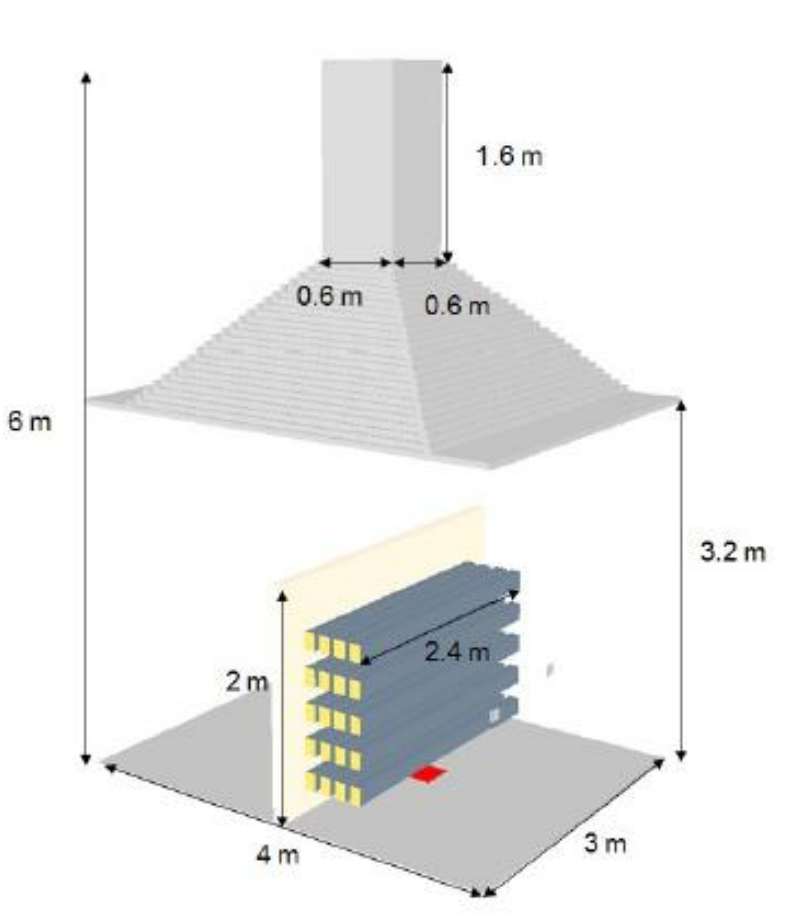
Tarek Beji and Bart Merci, Department of Flow, Heat and Combustion Mechanics, Ghent University - UGent, Sint-Pietersnieuwstraat 41, 9000 Ghent, Belgium*

Steven Verstockt, Multimedia Lab-ELIS Department, Ghent University-iMinds, Gaston Crommenlaan 8 Bus 201, 9050 Ledeberg-Ghent, Belgium

Pascal Zavaleta, Institut de Radioprotection et de Sret Nuclaire (IRSN), 13115 St Paul-Lez-Durance, France

IV- Modélisation numérique

Visualisation Smokeview du modèle CFD

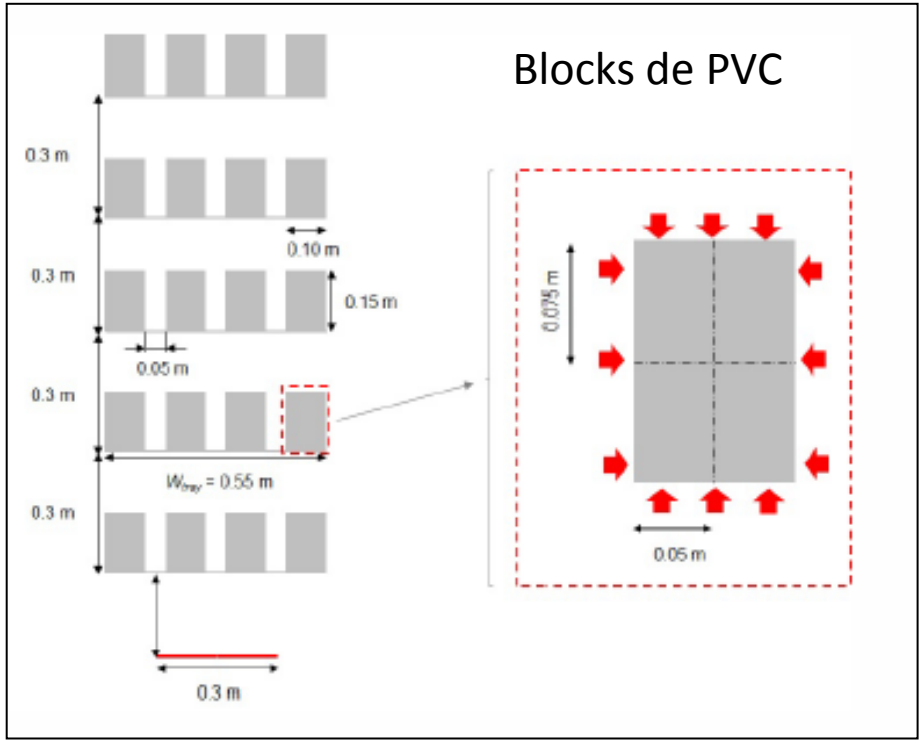


- Maillage uniforme avec cellules cubiques de 5 cm (1 simulation avec 2.5 cm)
- Paramètres et modèles par défaut de FDS

IV- Modélisation numérique

Modèle de pyrolyse basé sur la dégrdation en surface des câbles

Conservation de la surface totale des câbles dans le modèle numérique



Visualisation 2-D

- *Test*

$$A_{cbl} = n_{cbl/tray} \pi d_{cbl} L_{tray}$$

- *Modèle*

$$A_{cbl} = (A_{cbl})_{model} = n_{gp,cbl/tray} \times 2\left(H_{gp,cbl} + W_{gp,cbl}\right) L_{tray}$$

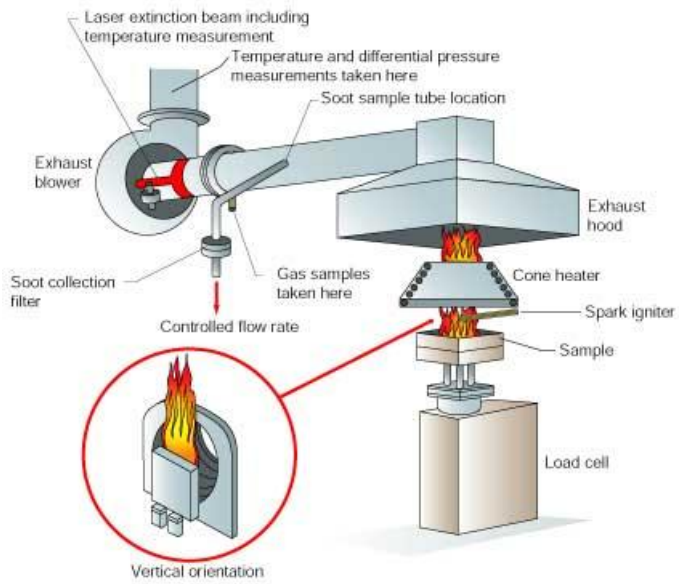
Transfert de chaleur (1-D) par conduction

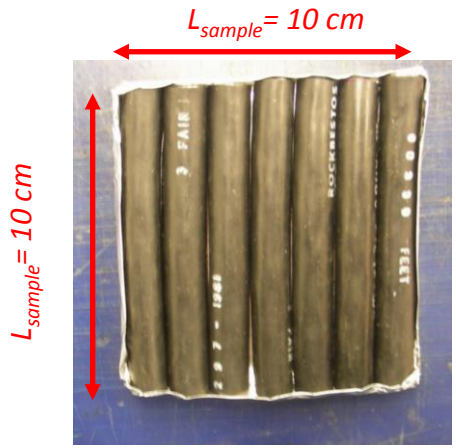
Température d'allumage

$$T_{ign} = 200°\mathrm{C}.$$

IV- Modélisation numérique

Taux de chaleur dégagée par unité de surface (HRRPUA en kW/m²): 'Cone calorimetry'





K. McGrattan, A. Lock, N. Marsh, M. Nyden, M. Price, A.b. Morgan, M. Galaska, K. schenk, "Cable Heat Release, Ignition, and Spread in Tray Installations During Fire (CHRISTIFIRE), Phase 1: Horizontal Trays", Report NUREG/CR-7010, Vol. 1, 2010.
Available at: http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr7010/cr7010v1.pdf

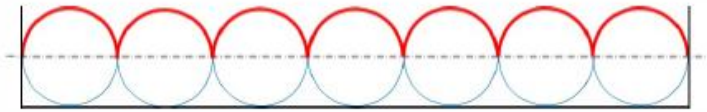


Schéma simplifié

- *Approche standard*

HRRPUA = HRR/$A_{support}$

$A_{support} = L_{sample} \times L_{sample}$

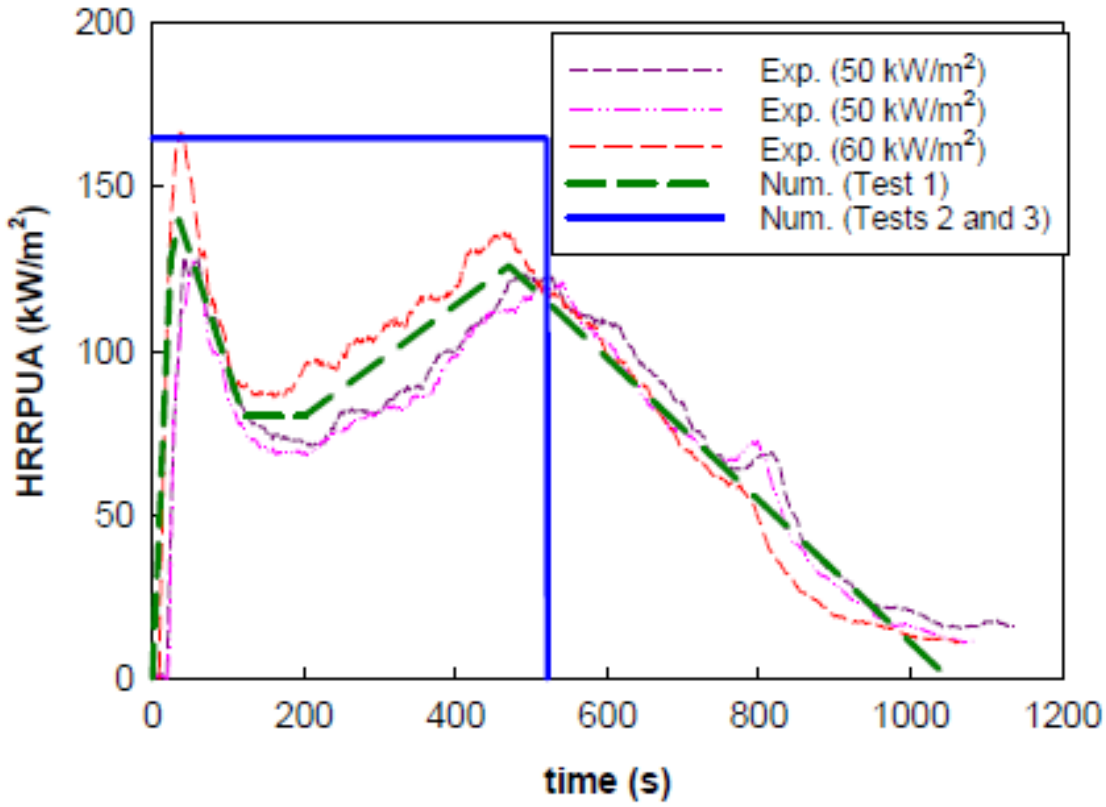
- *Nouvelle approche*

$$A_{sample} = n_{sample} \frac{\pi d_{cbl}}{2} L_{sample}$$

HRRPUA = HRR/A_{sample}

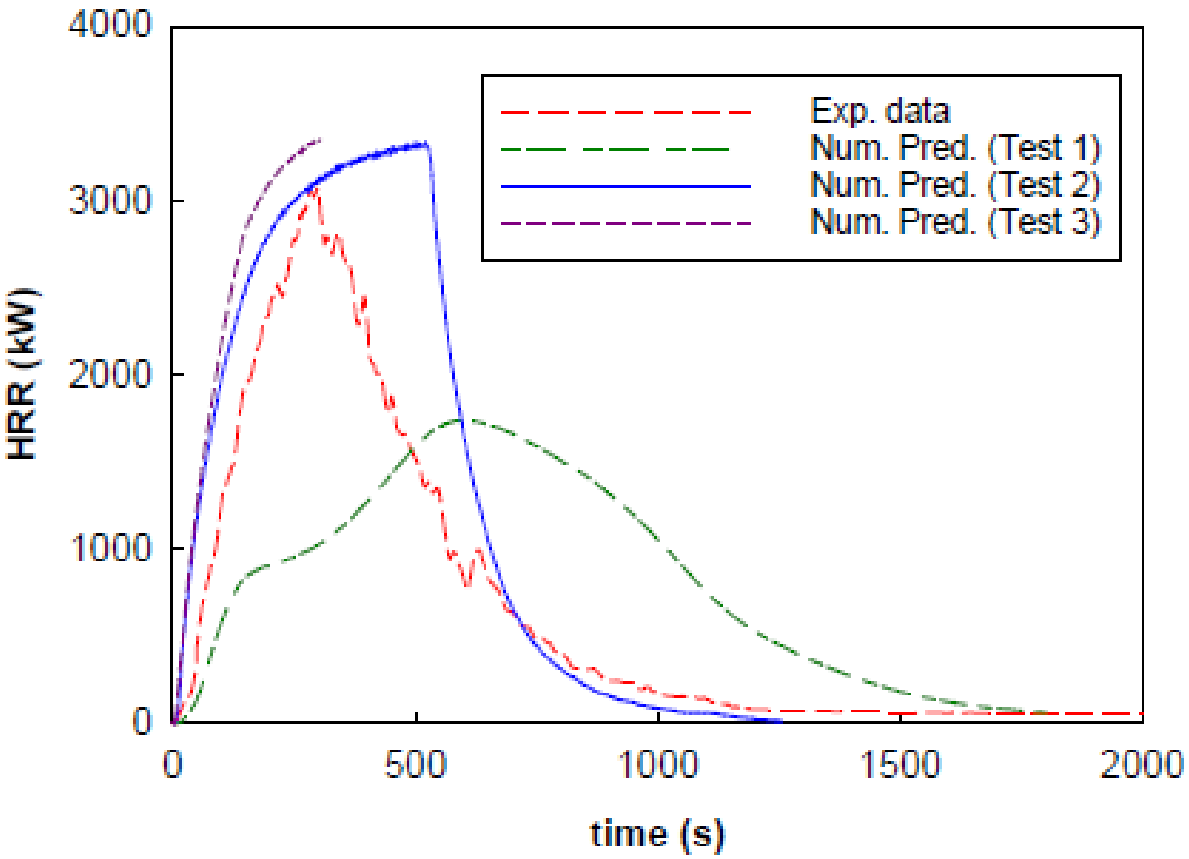
IV- Modélisation numérique

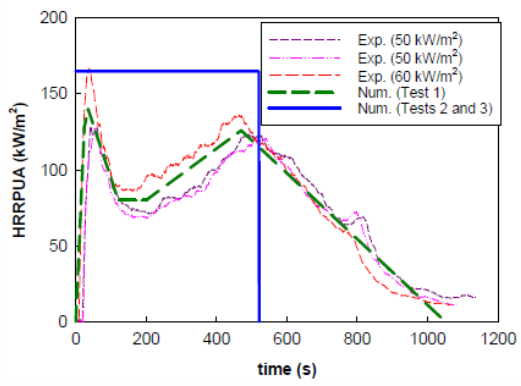
Taux de chaleur dégagée par unité de surface (HRRPUA en kW/m²): 'Cone calorimetry'



IV- Modélisation numérique

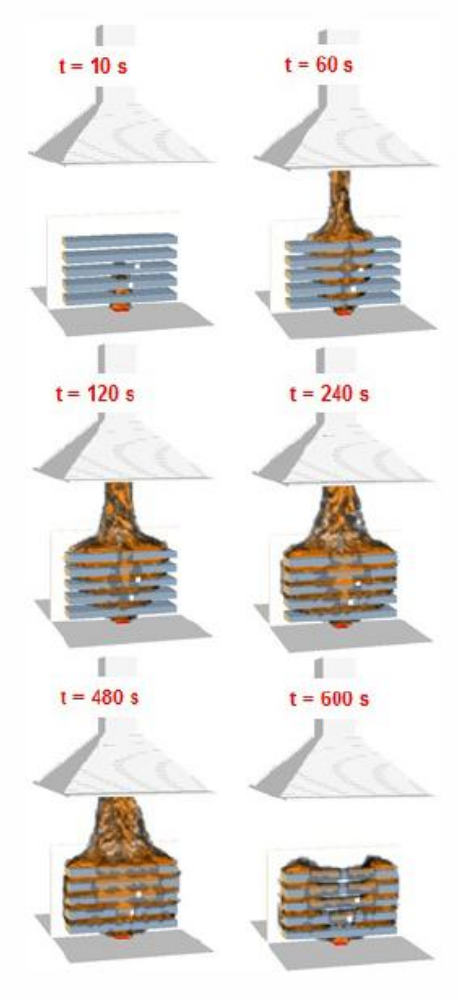
Résultats: Puissance du feu

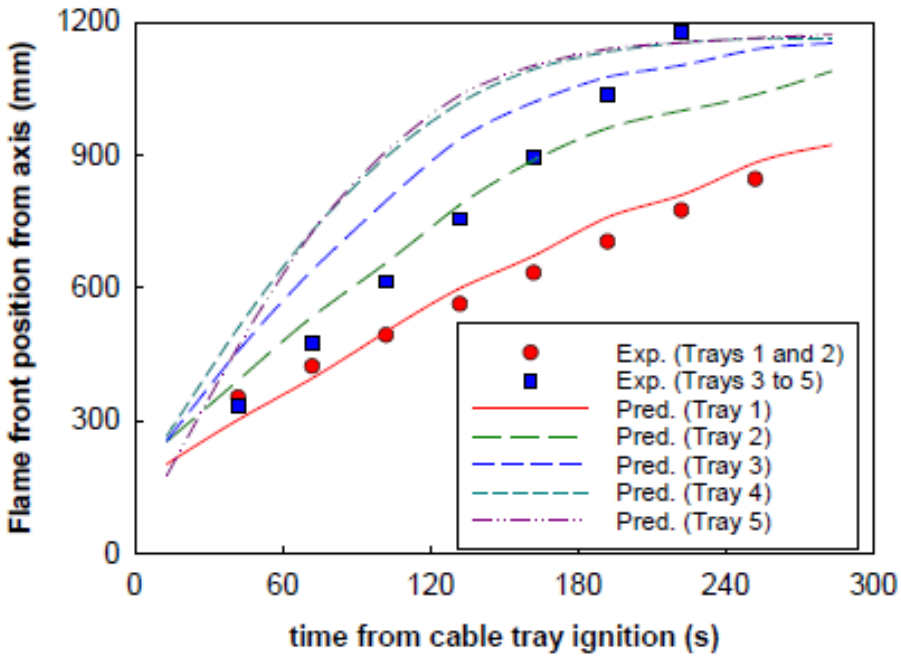




IV- Modélisation numérique

Résultats: Vitesse de Propagation du front de flamme





V- Conclusion

Source du feu: chemins de câbles horizontaux

- **Analyse vidéo**

Informations utiles à l'évaluation simplifiée de la puissance du feu (e.g., vitesse de propagation des fronts de flamme)

- **Modélisation CFD avec FDS 6**

- Modèle de pyrolyse en surface (température d'allumage + Puissance surfacique)

- Puissance surfacique obtenue via 'cone calorimetry' + nouvelle approche pour le calcul de la surface exposée

- Résultats encourageants pour la prédiction de la puissance du feu

Remerciements

- Pascal Zavaleta et Romain Hanouzet (IRSN)
- Anna Matala (VTT, Finlande) et Simo Hostikka (Aalto Univeristy, Finlande)
- Tous les membres de PRISME et PRISME 2
- Steven Verstockt (Université de Gand)
- Bart Merci (Université de Gand)

MERCI