



FLUX RADIATIF AFFECTANT UN ÉLÉMENT MÉTALLIQUE VERTICAL SITUÉ HORS DES FLAMMES – MÉTHODE LOCAFI

➤ *Construire en métal, un art, notre métier*

Camille Sautot - CTICM

François Hanus - ArcelorMittal Global R&D

Christophe Thauvoye - CTICM

Giacomo Erez - Central Police Laboratory

Aurélien Thiry - Central Police Laboratory



- Introduction
- Concept de Flamme Solide Virtuelle
- Configuration des essais
 - ✓ Hangar HN6
 - ✓ Capteurs
 - ✓ Foyers
- Mesures expérimentales
- Résultats et discussion
- Conclusion



- Absence de méthode pour traiter correctement l'action thermique sur les éléments verticaux situés hors des flammes en situation d'incendie localisé
- Projet de recherche européen LOCAFI :
 - ✓ Développement d'une méthode analytique
 - ✓ Validation basée sur des données expérimentales
 - ✓ Essais à petite échelle (entre 0.5 MW et 4 MW)
- En 2017, le LCPP a réalisé des essais dans le hangar HN6 mis à disposition par Aéroport de Paris :
 - ✓ Essais à moyenne et grande échelle
 - ✓ Objectif : compléter la validation de la méthode LOCAFI



MODÈLE DE LA FLAMME SOLIDE VIRTUELLE

➤ Le modèle de calcul de la température d'un élément vertical à une hauteur donnée est divisé en plusieurs étapes :

✓ Modélisation de la flamme

- La Flamme Solide Virtuelle est modélisée par un cône



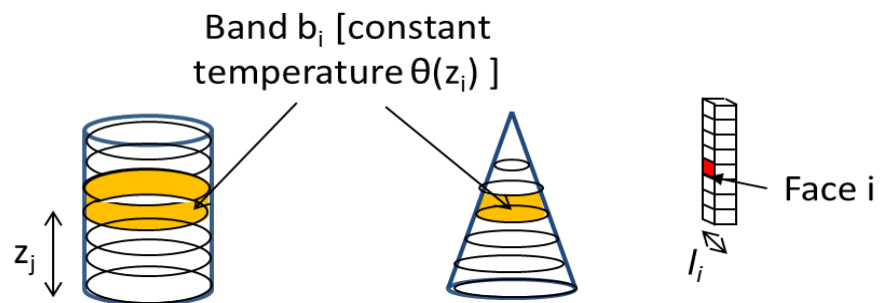
✓ Flux radiatif

- La flamme est une surface "solide" qui émet un flux radiative vers l'élément

✓ Flux convectif

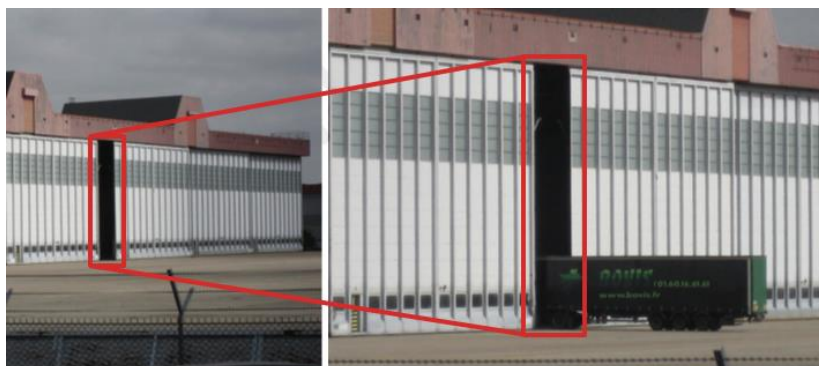
✓ Flux total

✓ Température de l'élément






CONFIGURATION DES ESSAIS – HANGAR HN6

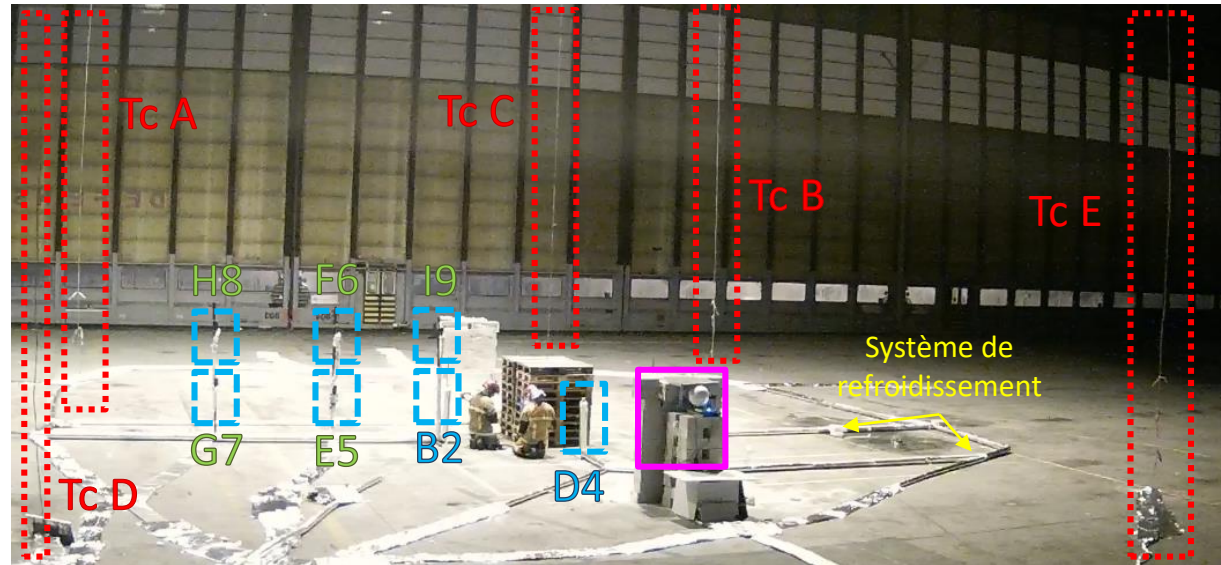
➤ Hangar HN6



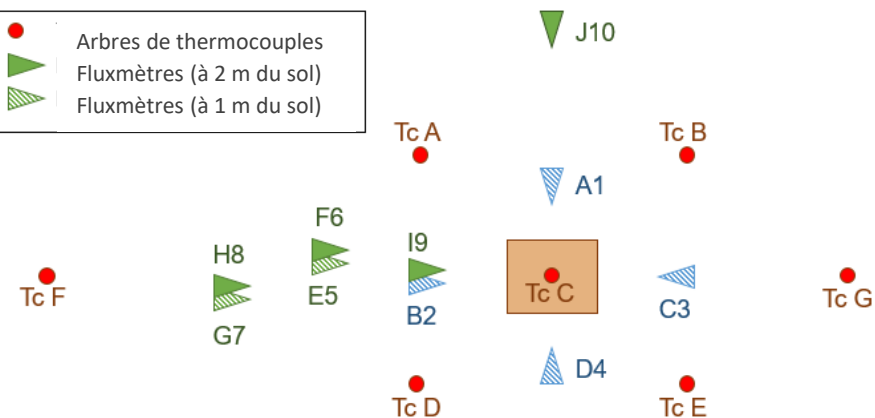
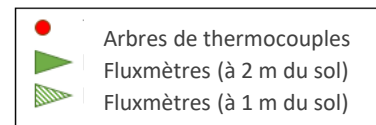
CONFIGURATION DES ESSAIS – CAPTEURS

➤ Capteurs

-  Arbres de thermocouples
-  Fluxmètres
-  Opacimètre



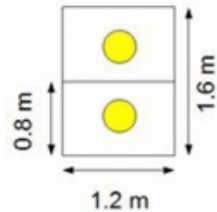
- 85 thermocouples sur 8 arbres
- 10 fluxmètres
 - Fluxmètres refroidis : flux < 50 kW/m²
 - Fluxmètres non refroidis : flux < 10 kW/m²
- 1 spectromètre
- 1 opacimètre
- Caméras visible et infrarouge




CONFIGURATION DES ESSAIS – FOYERS

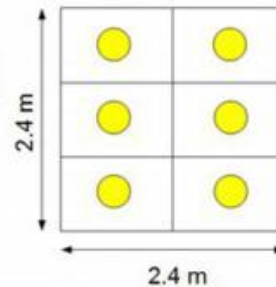
➤ Foyers : chaque essai est réalisé 2 fois

2 piles de 10 palettes
(1.7 m high)

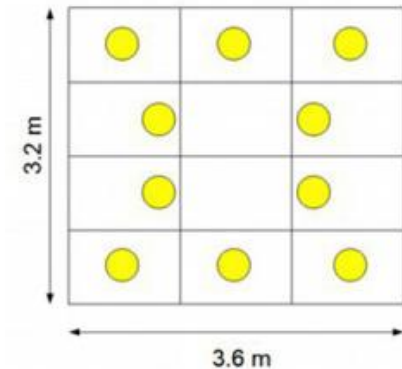


 Bac d'éthanol

6 piles de 10 palettes
(1.7 m high)



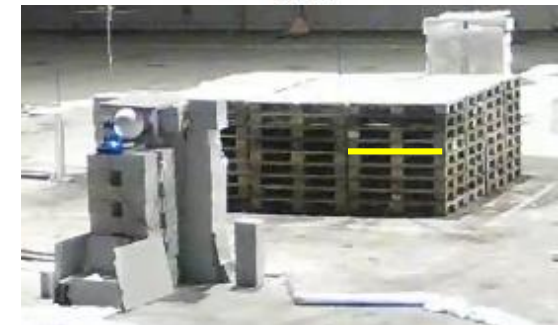
12 piles de 9 palettes
(1.5 m high)



6 MW



17 MW



31 MW

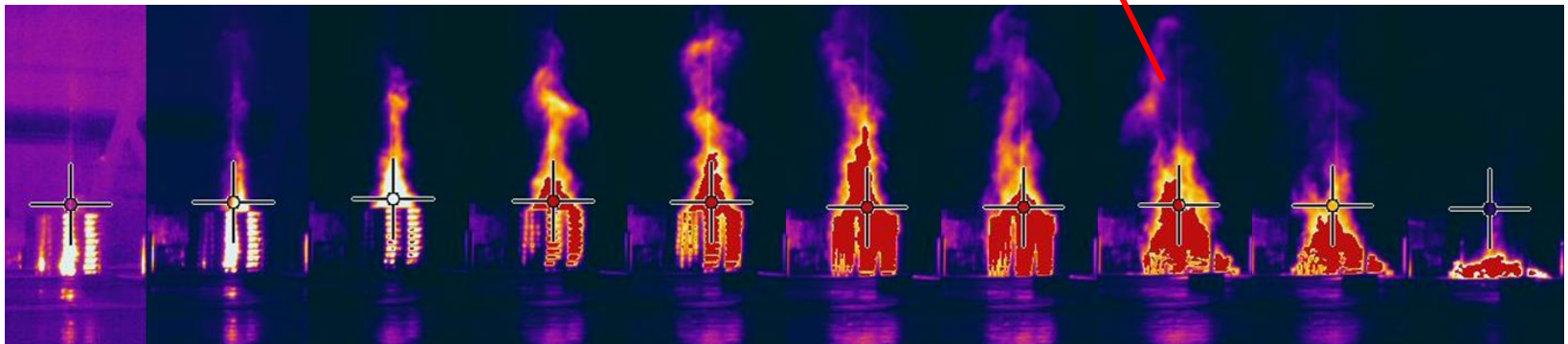
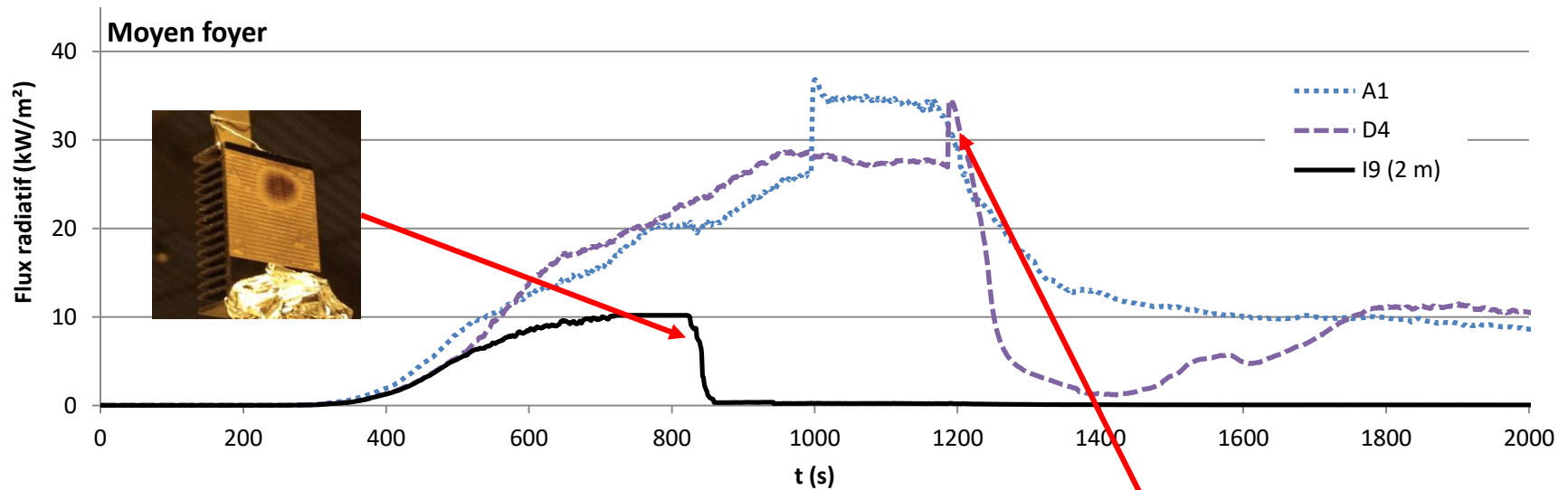
$$\text{HRR} = 919 S (1 + 2.14h_p) (1 - 0.03M)$$

[SFPE Handbook]

où :

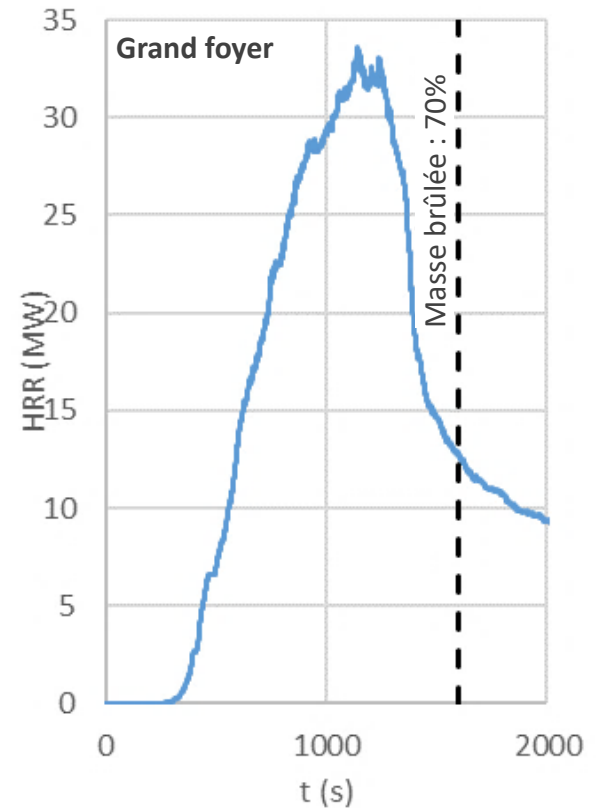
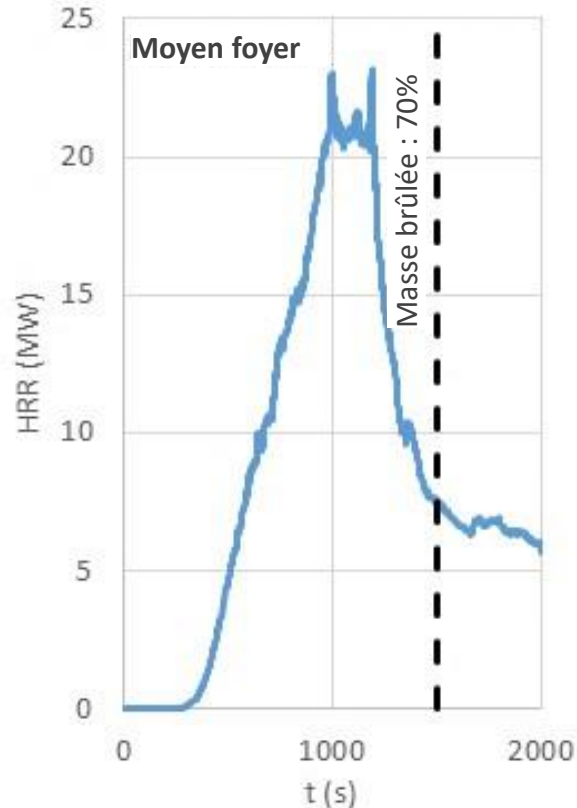
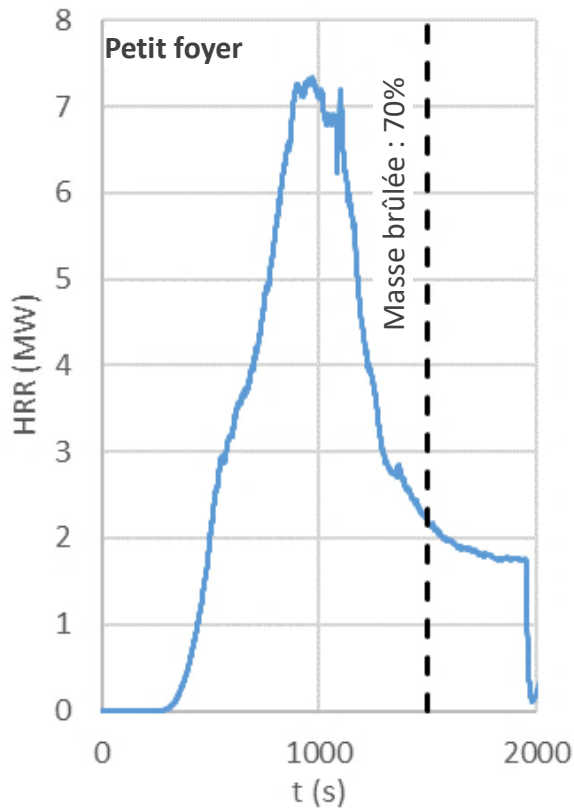
h_p est la hauteur du foyer
S est la surface au sol du foyer
M est le taux d'humidité (10 %)

➤ Flux radiatifs

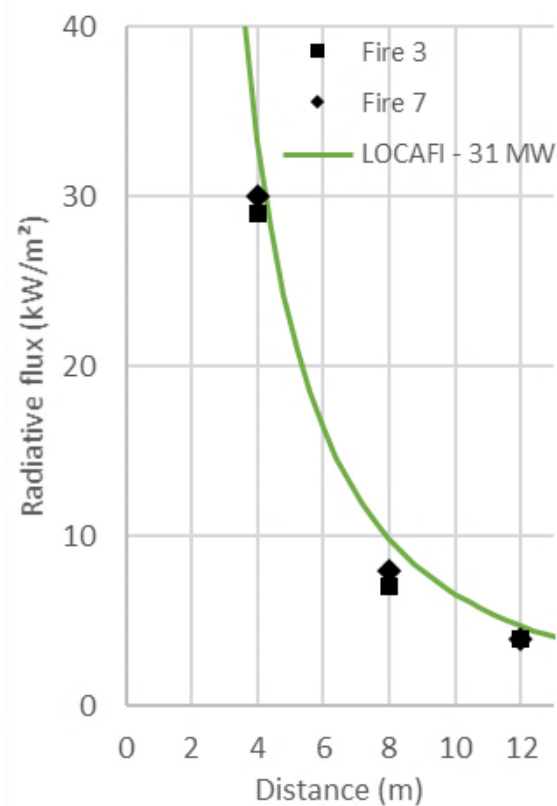
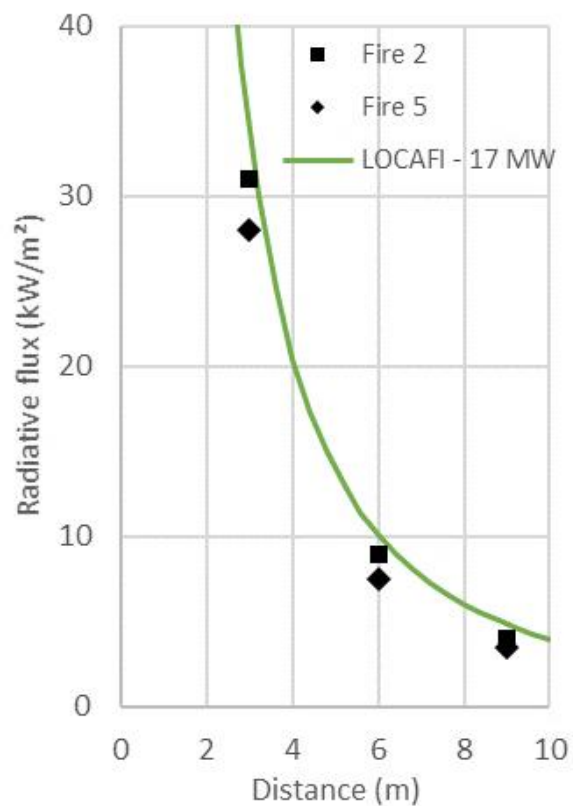
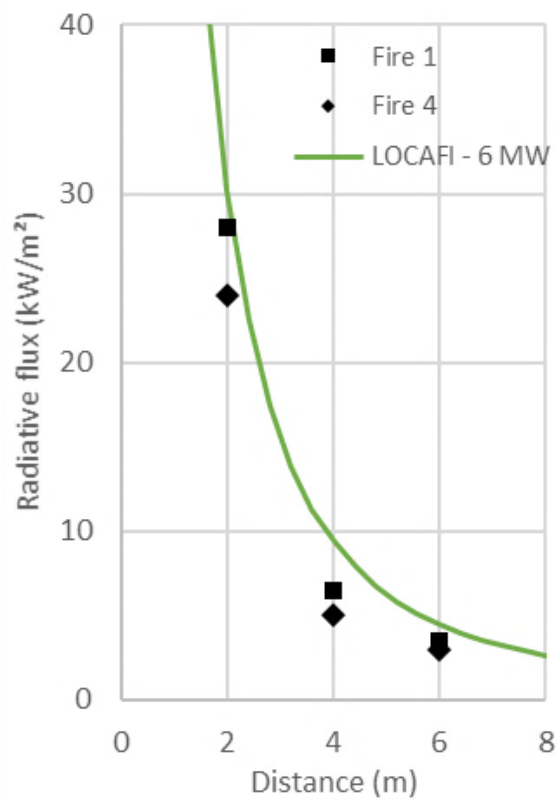


➤ HRR estimé

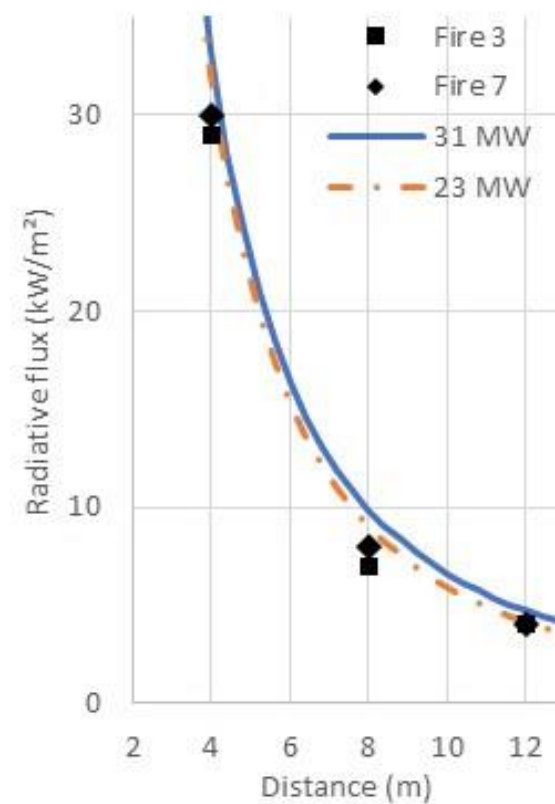
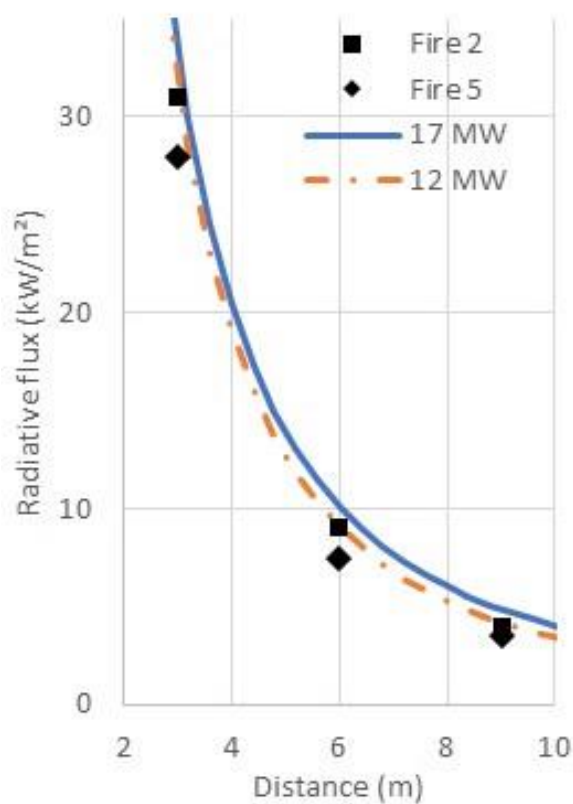
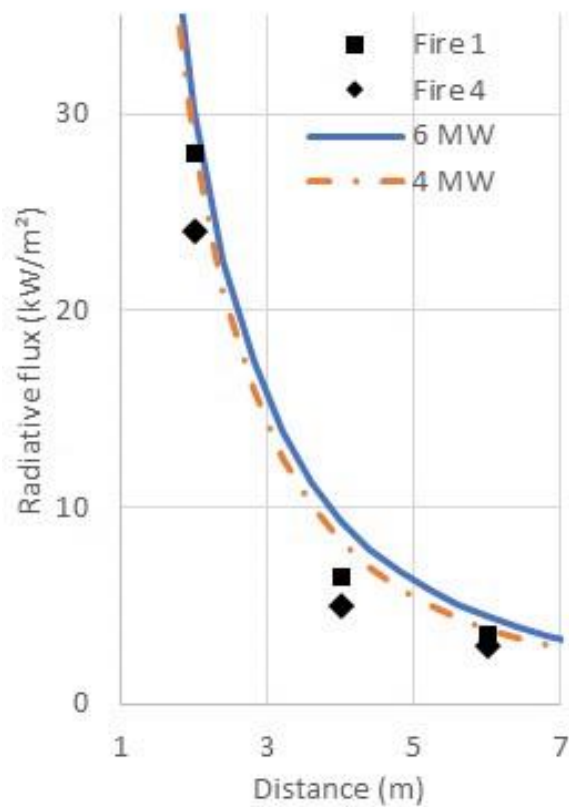
- ✓ Considérant une chaleur de combustion de 17 MJ/kg et un rendement de combustion de 80%, le HRR estimé par corrélation est fiable



➤ Flux radiatifs



➤ Calcul avec un HRR plus faible



- Le modèle de **Flamme Solide Virtuelle** a été validé par les essais à **moyenne et grande échelles**
- Les **essais réalisés par le LCPP** dans le hangar HN6 fournissent de nombreuses mesures relatives au feu, dont les **flux radiatifs** émis
 - ✓ Ces mesures ont été utilisées pour la **validation** du modèle de Flamme Solide Virtuelle **pour les grandes échelles**
 - ✓ Le modèle a donc été comparé avec les mesures expérimentales réalisées durant la campagne d'essais
- La comparaison montre que **le modèle de Flamme Solide Virtuelle donne des prédictions sécuritaires** de flux radiatifs reçus par un élément métallique situé hors des flammes et à distance du foyer
- Dans le but d'étudier le comportement au feu des mousses polyuréthanes et de compléter les données relatives aux feux de kérosène, une nouvelle série d'essais est prévue

ACKNOWLEDGMENTS





**PARC TECHNOLOGIQUE
L'ORME DES MERISIERS
IMMEUBLE APOLLO
91193 SAINT AUBIN**

**Tél. : + 33 (0)1.60.10.83.00
Fax. : + 33 (0)1.60.10.13.03
Courriel : cticm@cticm.com**

Thank you



REFERENCES

1. A. Byström, J. Sjöström, U. Wickström, D. Lange, M. Veljkovic (2014), Large scale test on a steel column exposed to localized fire, Journal of Structural Fire Engineering, vol. 5(2), pp147-159.
2. LOCAFI (2016), Temperature assessment of a vertical steel member subjected to localised fire, Final Report, Contract RFSR-CT-2012-00023.
3. The SPFE Handbook of Fire Protection Engineering, 4th Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, USA.
4. EN 1991-1-2 (2002) Eurocode 1: Actions on structures, Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire, CEN, Brussels.
5. C. Thauvoye, F. Hanus, O. Vassart, B. Zhao (2016), Temperature assessment of a vertical steel member subjected to localised fire, Interflam.
6. A. Frangi, M. Fontana (2003), Charring rates and temperature profiles of wood sections, Fire and Materials, vol 27(2), pp91-102.

MESURES EXPÉRIMENTALES

➤ Hauteur de flamme

