

## Collaborations entre les SDIS et les Instituts de recherche.



Institut PPRIME

J.P. GARO

SDIS 86

[jean.pierre.garo@ensma.fr](mailto:jean.pierre.garo@ensma.fr)

[jean.pierre.garo@sdis86.net](mailto:jean.pierre.garo@sdis86.net)



22e journées du GDR Feux  
02 et 03 juin 2016

Laboratoire Central de la Préfecture de Police

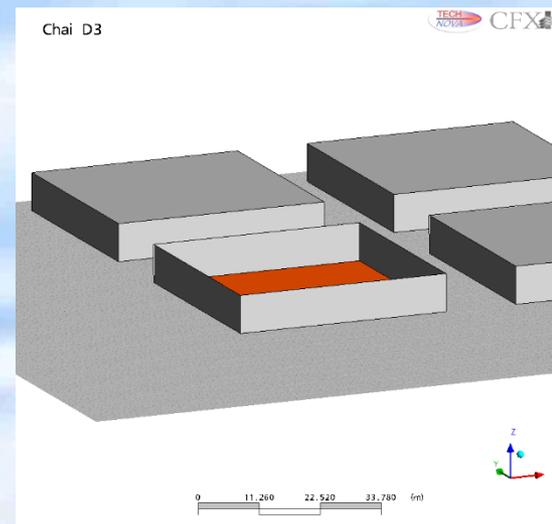
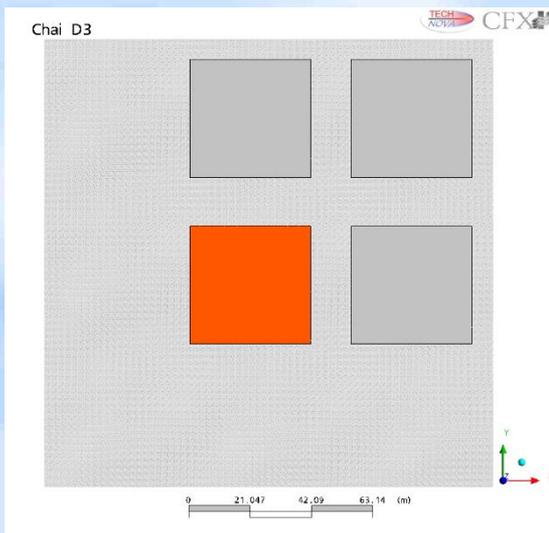
# CONTEXTE

**Ces études ont pour but une meilleure connaissance et compréhension des incendies dans diverses situations d'incendie.**

- Permet aux organismes de recherche de mieux cerner les attentes des Opérationnels, les contraintes auxquelles sont soumis les Sapeurs Pompiers en intervention.
- Pour les opérationnels : réponses aux problèmes auxquels ils sont confrontés dans diverses situations en formation comme en intervention.
  - A partir d'essais à petites et grandes échelles (CFSP Valdivienne 86). Mise en place d'une convention entre le S.D.I.S. 86, le CNRS et l'Institut PPRIME en 2007.
  - Participation aux formations.

# ÉTUDE DE CARACTÉRISATION DES FEUX DE NAPPES D'ÉTHANOL EN CAS D'INCENDIE

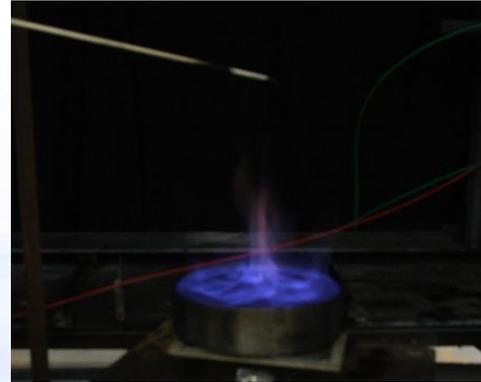
- **Contexte** : Est-ce que la distance entre les chais de cognac lors d'un incendie est suffisante pour permettre aux opérationnels d'intervenir dans les conditions de sécurité (SDIS 16).
- Pour cela, deux types de moyens ont été mis en œuvre :
  - des expérimentations menées à l'échelle laboratoire et à grande échelle
  - des modélisations par simulation numérique 3D.



- Expérimentations menées à l'échelle laboratoire



**Alcool 70%**



**Alcool 40%**

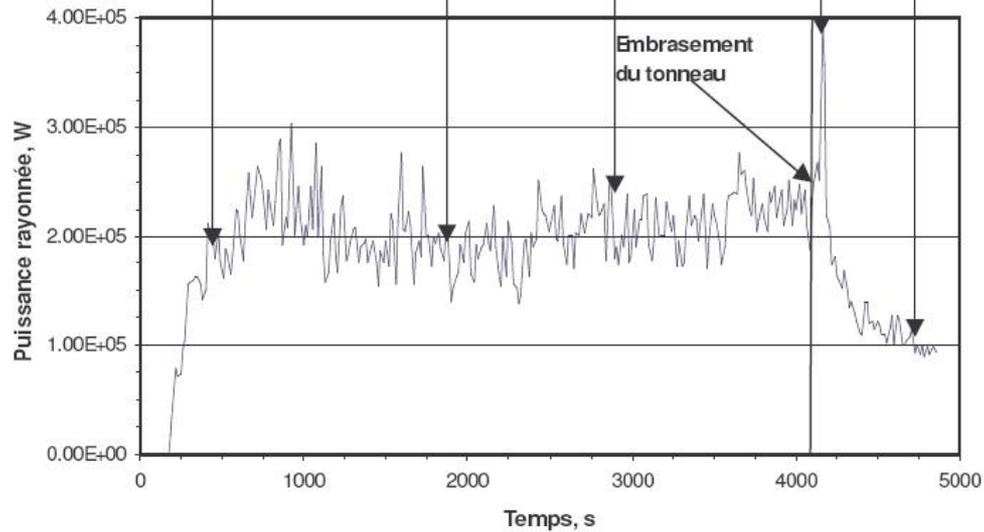
- et à grande échelle



- Puis dans des configurations plus proches de la réalité

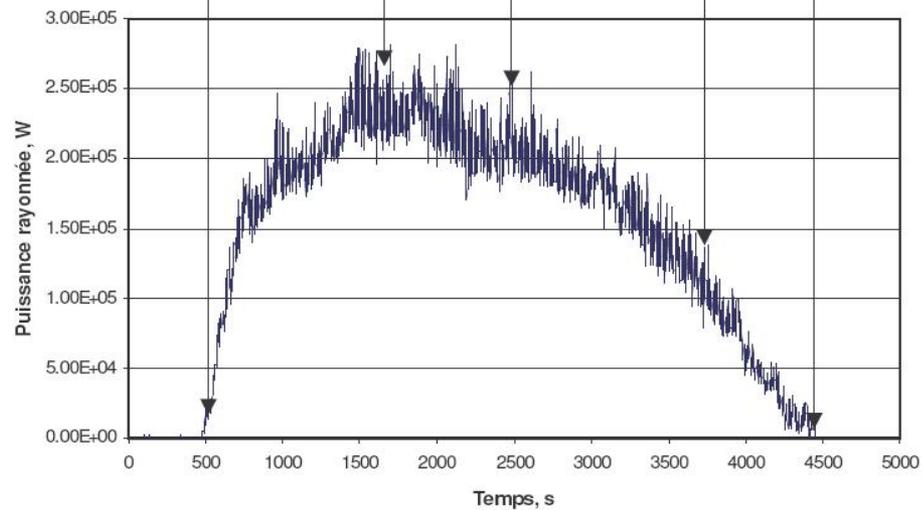
# Évolution de la puissance rayonnée

## Cuve diamètre 2 m éthanol 70% et tonneau entier

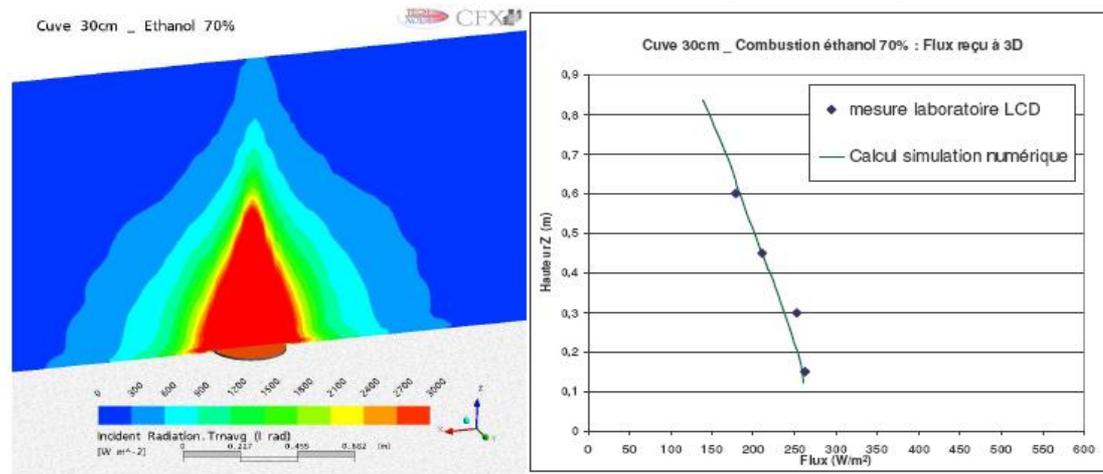


# Évolution de la puissance rayonnée

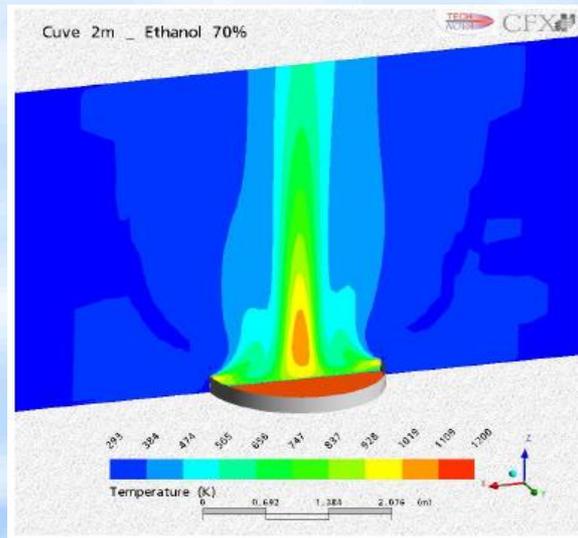
## Cuve diamètre 2 m éthanol 70% et tonneau éclaté



# SIMULATION : CALAGE DU MODÈLE



Ethanol 70% cuve Ø 30 cm

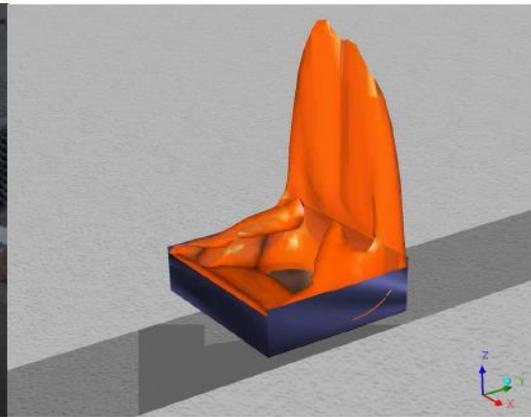
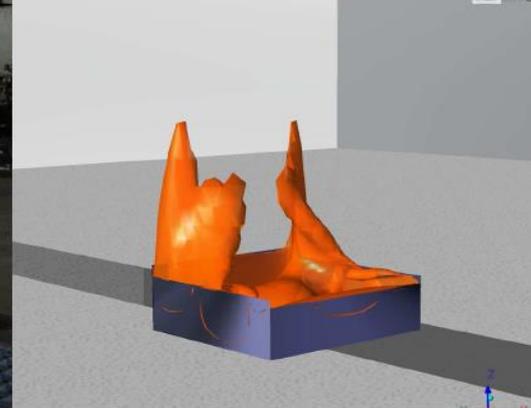


Éthanol 70% cuve Ø 2 m



# Comparaisons essai et modélisation

## Effet des murs - "maquette bâtiment"



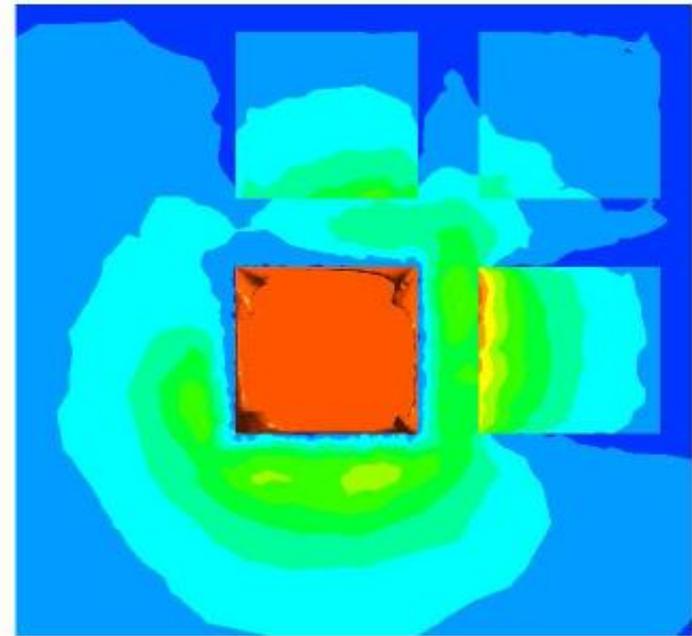
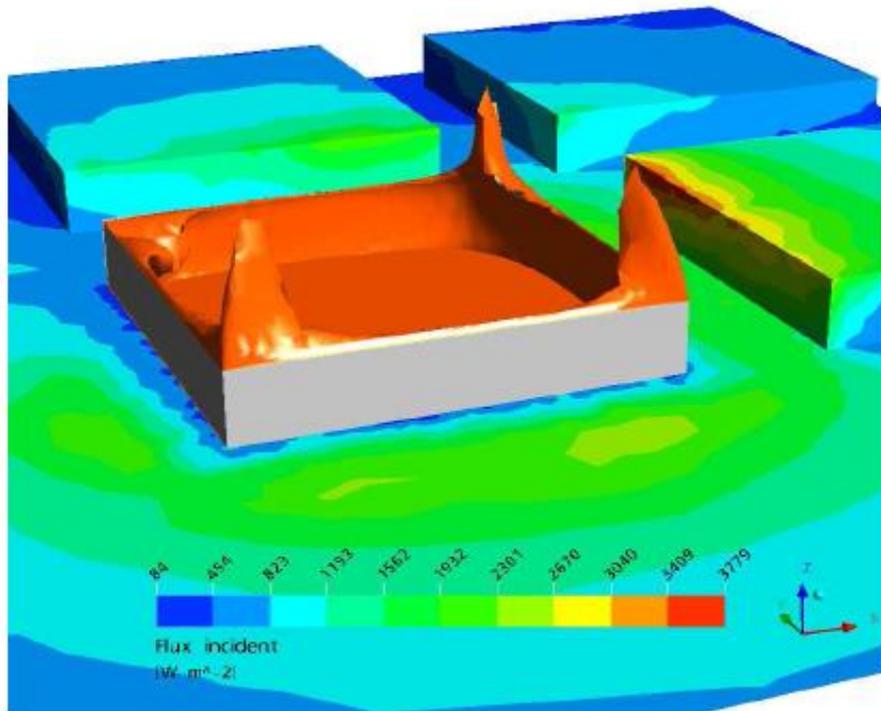
↪ La modélisation reproduit très bien l'effet des parois sur la structure de la flamme.

# MODELISATION DES CHAIS

Chai D3 \_ Ethanol 70%



Chai D3 \_ Ethanol 70%



0 25.409 50.82 76.23 (m)

- L'ensemble de ces résultats permettant ainsi de répondre à la demande du SDIS 16 (ainsi qu'à la ex DRIRE) en collaboration avec le SDIS 86 (plateau CFSP)

# ÉTUDE DES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'EXTINCTION DANS UN MILIEU CONFINE

- **Objectif** : L'étude consiste à comprendre l'effet des gouttelettes d'eau sur les flux thermiques afin de caractériser les mécanismes physico-chimiques d'interaction entre le jet d'eau et la flamme.
- **Essais réalisés** au centre de formation des Services Départementales d'Incendie et de Secours de la Vienne (SDIS 86) en 2012.
- **Ce travail a également pour ambition** d'essayer de reproduire numériquement les résultats expérimentaux et ceci afin d'estimer la capacité du code de calcul (FDS) utilisé à prédire les phénomènes observés, l'environnement aéraulique et thermique à grande échelle. Stagiaires de Mastère2 en 2014 et 2015.

# Essais expérimentaux

## Dispositif de l'étude



# Caractéristiques des essais

## ➤ Essai n°1 :

- 20 palettes de bois
- Giclées d'eau à partir de  $t = 329$  s
- Ouverture / fermeture des portes du caisson

## ➤ Essai n°2 :

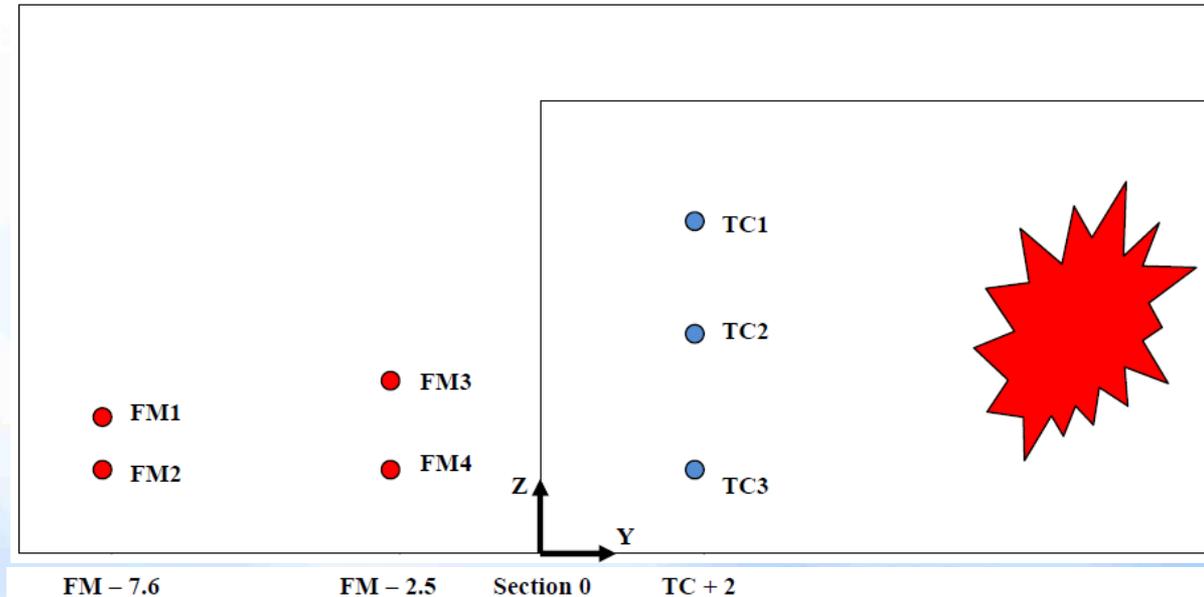
- 24 palettes de bois
- Giclées d'eau à partir de  $t = 174$  s
- Ouverture / fermeture des portes du caisson

## ➤ Essai n°3 :

- 27 palettes de bois
- Giclées d'eau à partir de  $t = 252$  s
- Ouverture / fermeture des portes du caisson

Temps (s)	Etat des portes
0	Porte droite ouverte / Porte gauche fermée
329	Giclée d'eau
363	Giclée d'eau
378	Giclée d'eau
392	Giclée d'eau
412	Giclée d'eau
434	Giclée d'eau
455	Giclée d'eau
476	Giclée d'eau
504	Giclée d'eau
532	Giclée d'eau
564	Giclée d'eau
567	Giclée d'eau
602	Giclée d'eau
664	Giclée d'eau
693	Giclée d'eau
742	Giclée d'eau
783	Giclée d'eau
826	Giclée d'eau
889	Portes fermées
903	Porte droite ouverte / Porte gauche fermée
939	Portes fermées
952	Porte droite ouverte / Porte gauche fermée
959	Portes ouvertes

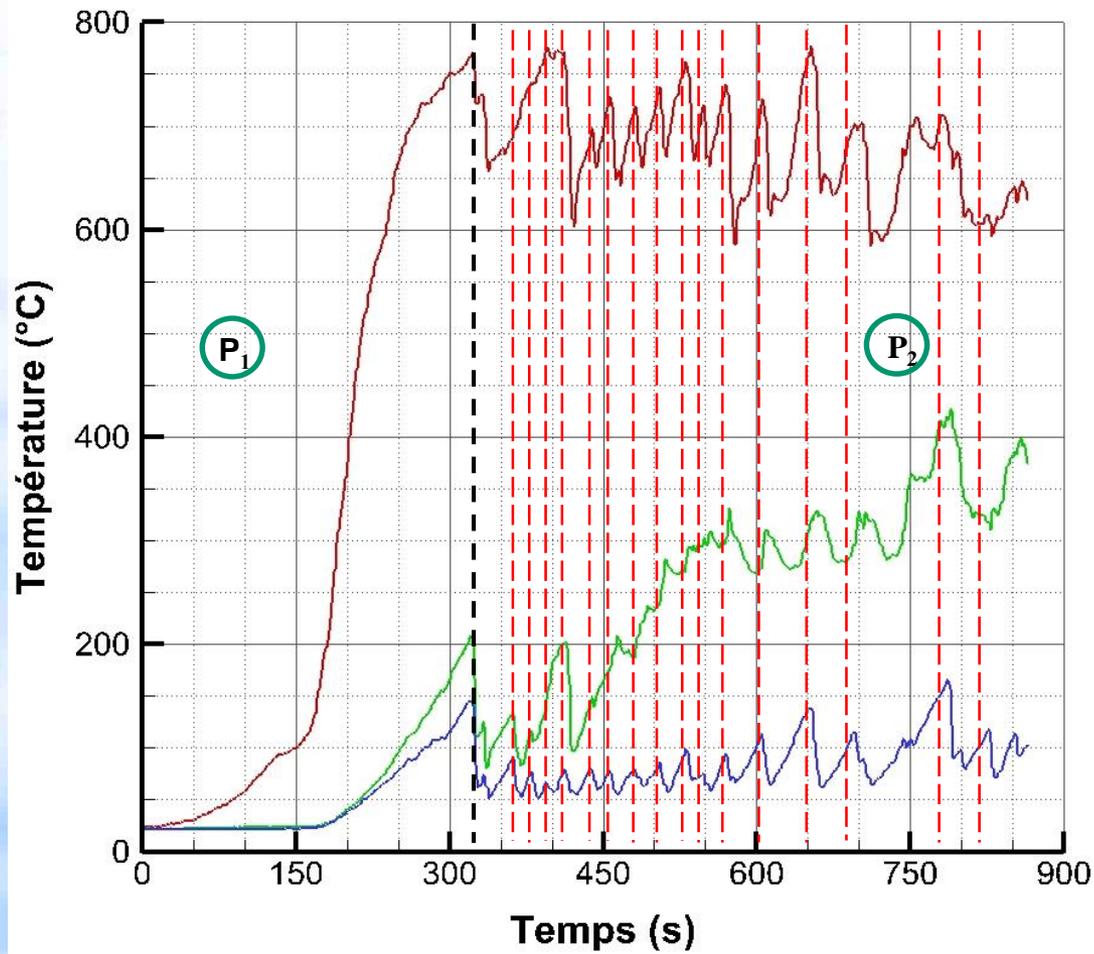
# Météologie



Emplacement  
des fluxmètres

# Résultats Essai n°1

Évolution temporelle de la température



P<sub>1</sub>

Phase sèche

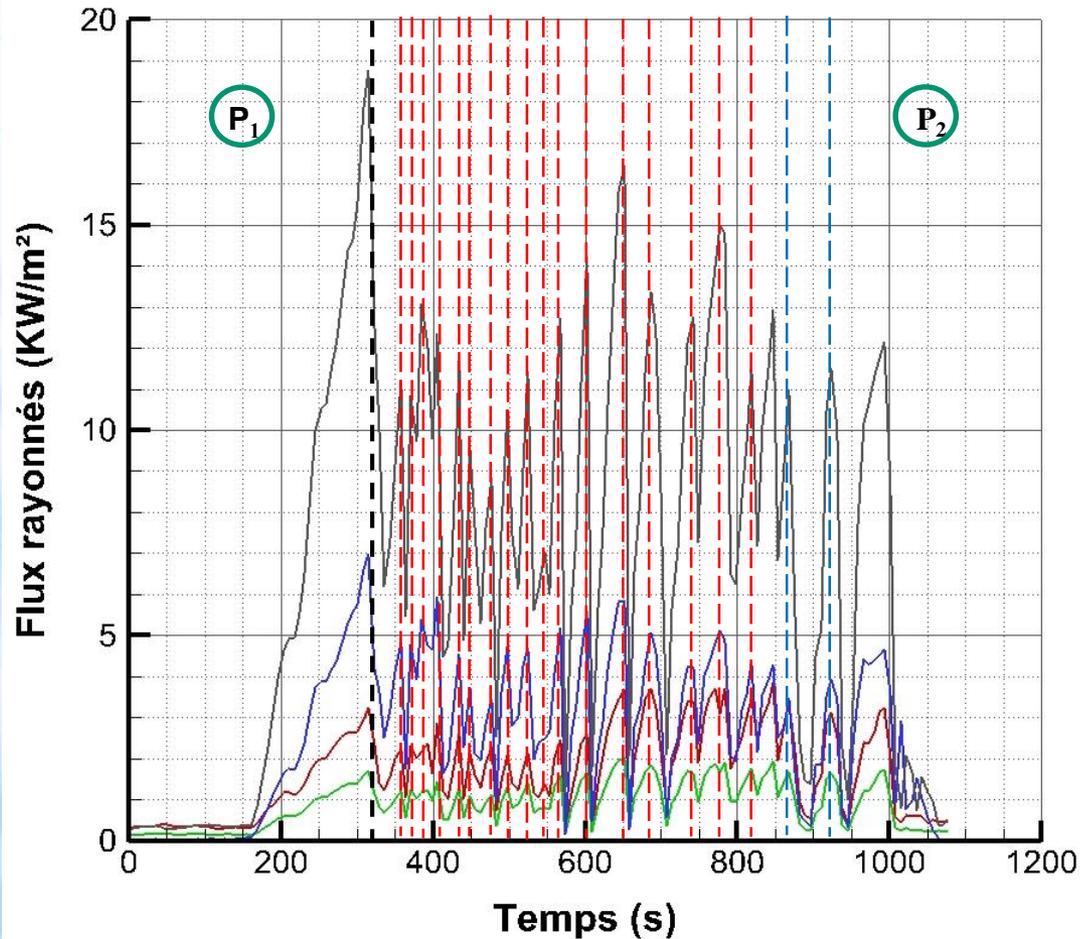
P<sub>2</sub>

Phase d'injection d'eau

(-) : TC1 (2.2, 2.0, 1.8)  
(-) : TC2 (2.2, 2.0, 1.4)  
(-) : TC3 (2.2, 2.0, 0.5)

# Résultats Essai n°1

Évolution temporelle des flux rayonnés



P<sub>1</sub>

Phase sèche

P<sub>2</sub>

Phase d'injection d'eau

(-): FM1 (1:15, -7.6, 0.8)  
(-): FM2 (1:15, -7.6, 0.5)  
(-): FM3 (1:15, -2.5, 1.0)  
(-): FM4 (1:15, -2.5, 0.5)



FM3 défectueux

# Détermination de la puissance du foyer

## Etudes antérieures :

### ➤ R. Meyrand :

10 Palettes de bois empilées

Théoriquement  $\longrightarrow \dot{Q}_{\max} = 1,50 \text{ MW}$

Expérimentalement  $\longrightarrow \dot{Q}_{\max} = 1,75 \text{ MW}$

### ➤ A. Coppalle et al. (PROMESIS):

13 Palettes de bois empilées

Expérimentalement  $\longrightarrow \dot{Q}_{\max} = 2,80 \text{ MW}$

### ➤ K. Kawagoe et al. :

$\longrightarrow \dot{Q}_{\max} \approx 6 \text{ MW}$

1 porte est ouverte



Puissance demandée entre 4 et 6 MW pour 20 palettes

## Méthode d'attaque en milieu clos ou semi-ouvert :

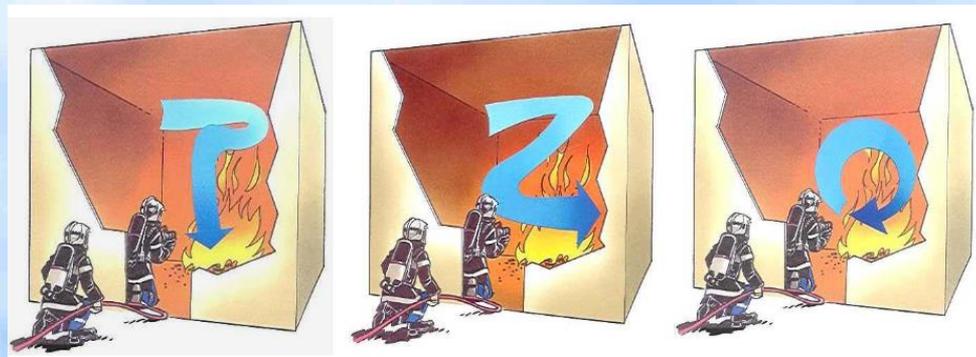
L'inertage des fumées et le refroidissement s'obtiennent au moyen d'une lance en jet diffusé d'attaque (JDA) de 500 l/min :

- soit en projetant des volumes d'eau par impulsions « ouvrir / fermer » dans la couche de fumées, en partie haute du volume, jusqu'à ce que l'eau ne soit plus vaporisée ;

### *Technique d'attaque indirecte :*



- soit en crayonnant afin de couvrir une zone plus large. Le crayonnage peut se faire suivant la technique des lettres (T, Z, O).

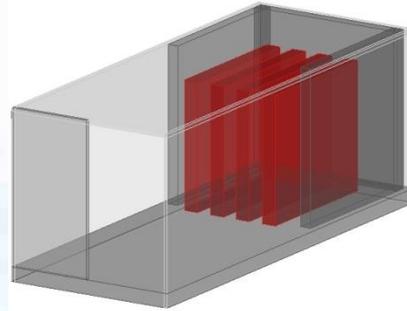


C'est la 1<sup>ère</sup> technique qui a été utilisée par les opérationnels durant les essais réalisés au centre de formation du SDIS 86.

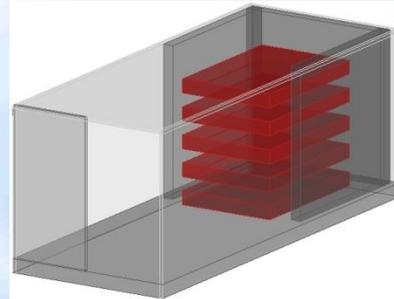
# Simulation numérique

## Effet de la forme du foyer

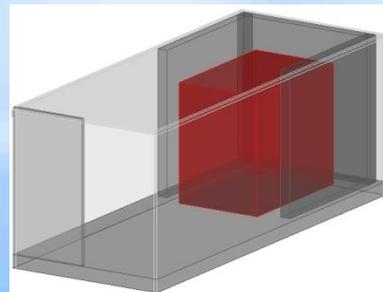
Configuration  
Verticale



Configuration  
horizontale



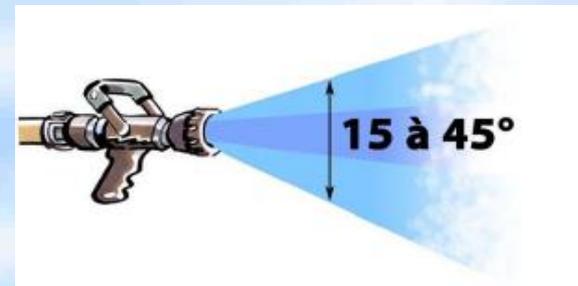
Configuration  
cube



## Giclées d'eau

*Jet Diffusé d'Attaque :*

- Débit : 500 l/min
  - Vitesse d'injection d'eau : au moins 18 m/s
  - Angle de pulvérisation : entre 15 à 45°
- d'après Le *Guide National de Référence* (GNR)



- Des études ont montré que la taille idéale des gouttelettes pour la lutte contre l'incendie doit être comprise entre 200 et 400  $\mu\text{m}$
- Taille des gouttelettes : 300  $\mu\text{m}$

En réalité, toute l'eau n'est pas vaporisée ou utilisée à refroidir. Un rendement de 20 à 30 % a été estimé par les pompiers.

*Pourquoi travaille-t-on avec une lance de 500 l/min dans un milieu clos ou semi-ouvert ?*

Avec un rendement de 30 %, une lance à 500 l/min, par exemple, a donc potentiellement la capacité d'absorber aux environs de 6,5 MW.

#### Récapitulatif des débits avec les puissances correspondantes

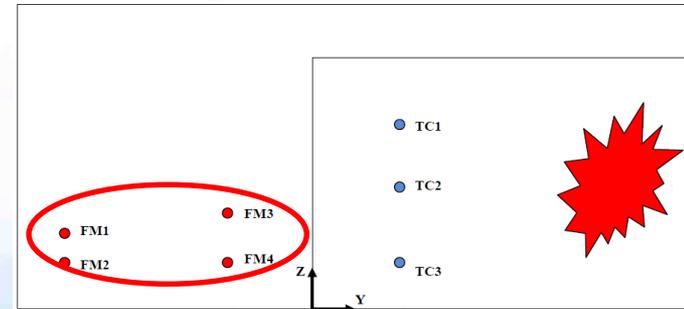
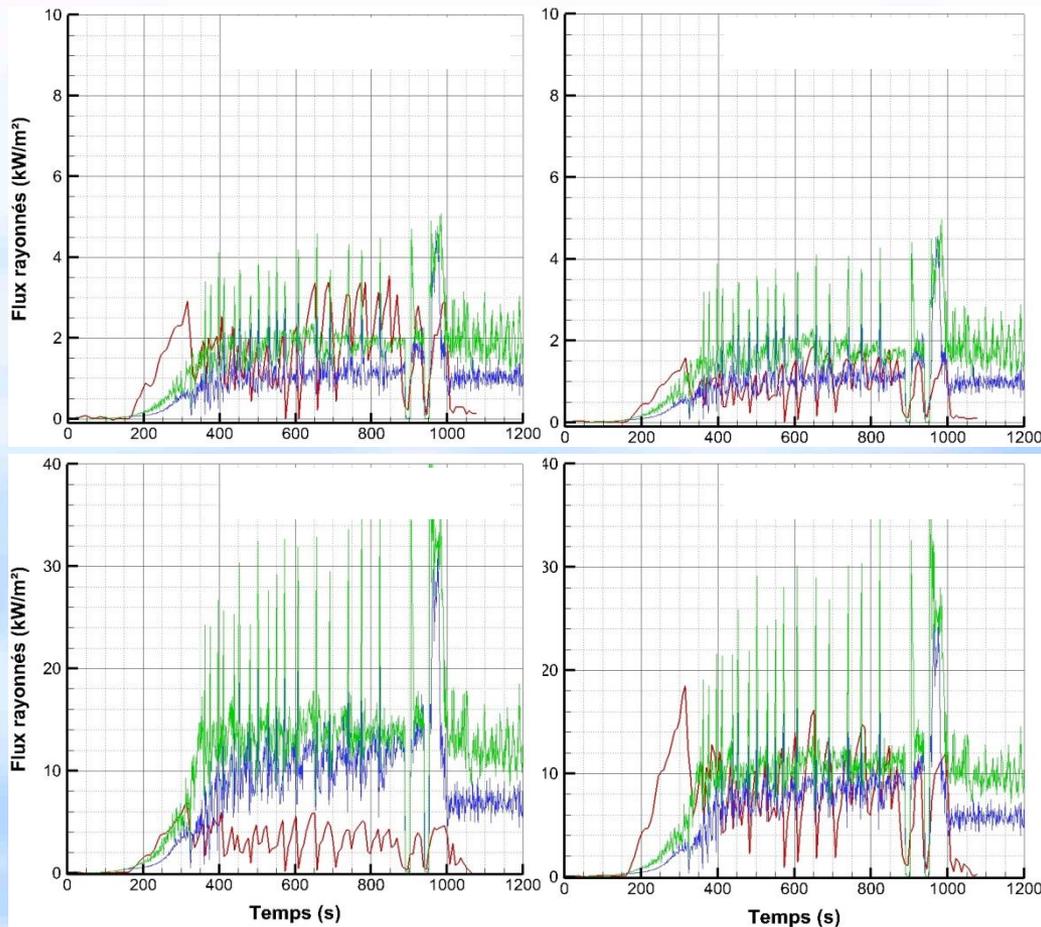
Débit de la lance [l/min]	Puissance théoriquement absorbée [MW]	Puissance réellement absorbée [MW]
125	5,4	1,62
250	10,8	3,24
300	13,0	3,90
500	21,6	6,48

# Simulation numérique

## Etudes sélectionnées :

- Forme du foyer
- Choix de puissance : 4 et 6 MW
- Angle de pulvérisation : 15, 30 et 45°
- Vitesse d'injection d'eau : 11, 18 et 25 m/s
- Taille des gouttelettes d'eau : 300  $\mu\text{m}$

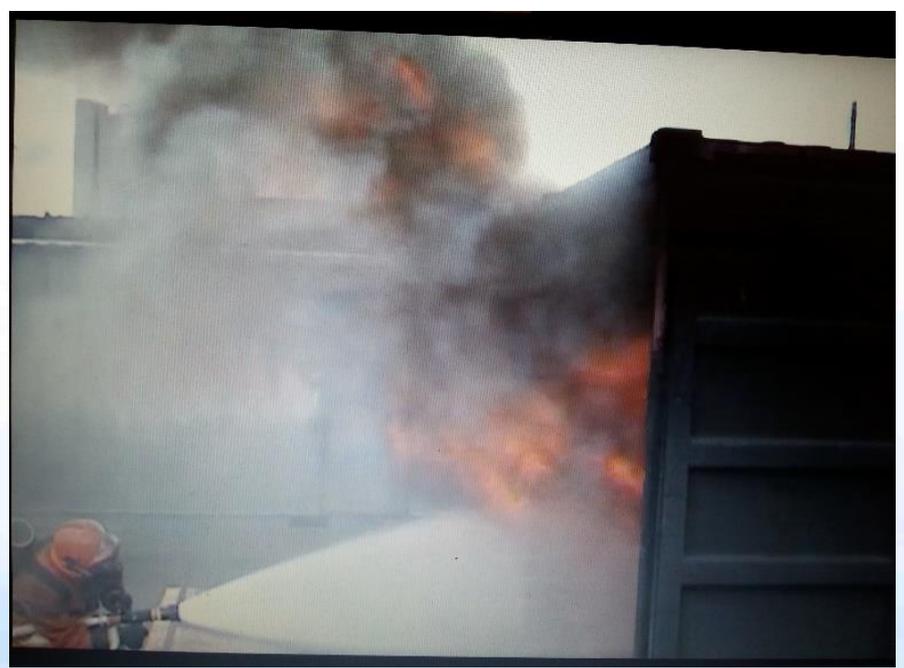
## ❖ Flux rayonnés :



- (-) : Expérimentation
- (-) : 4 MW
- (-) : 6 MW

→ Puissance retenue :  
**4 MW**





- ❖ Cette étude est un travail préliminaire pour s'enquérir sur les feux dans un milieu confiné en interaction avec un jet d'eau.



**Merci de votre attention**

**Feu d'un tonneau de 350 L de Cognac.**