



Intérêts opérationnels de l'anti-ventilation

Aurélien Thiry et Nicolas Dreuille
Section Ingénierie du Feu
aurelien.thiry@interieur.gouv.fr
nicolas.dreuille@interieur.gouv.fr

Introduction

Anti-ventilation et :

- **fumées**
- **Embrassement généralisé**
- **Embrassement de fumées**

Conclusion





Introduction – Mission du LCPP

Au profit des sapeurs-pompiers, appui scientifique pour :

- **la Prévention (ISI, nouvelles technologies)**
- **le RETEX opérationnel**
- **les moyens de demain (robots, brumisation OP, ...)**
- **la formation (NRBC, formateurs caissons, ...)**
- **les investigations après accident**
- **l'évolution de doctrines d'emploi (VO, efficacité des lances, SST...)**



Essais illustratifs



Divergence entre les résultats d'essai :

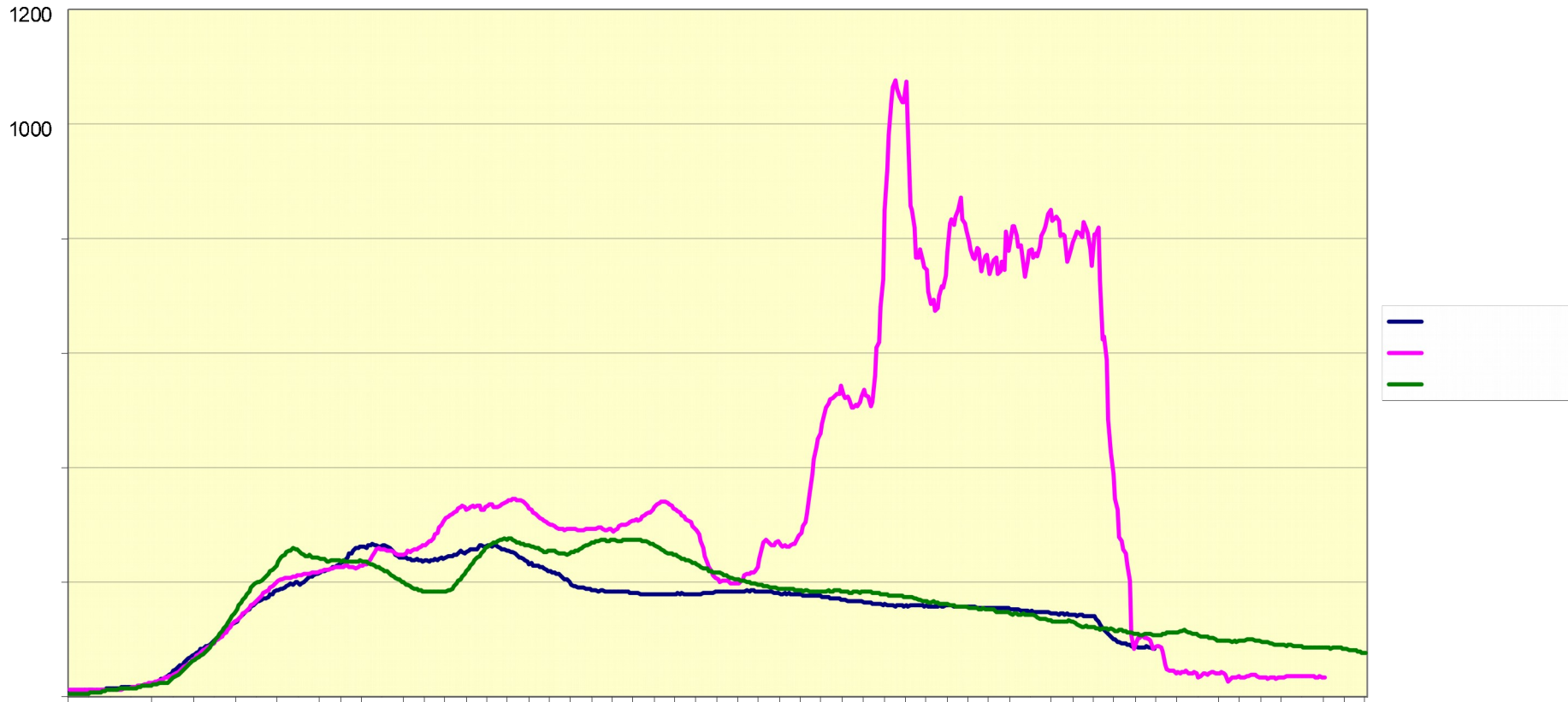


A2 →

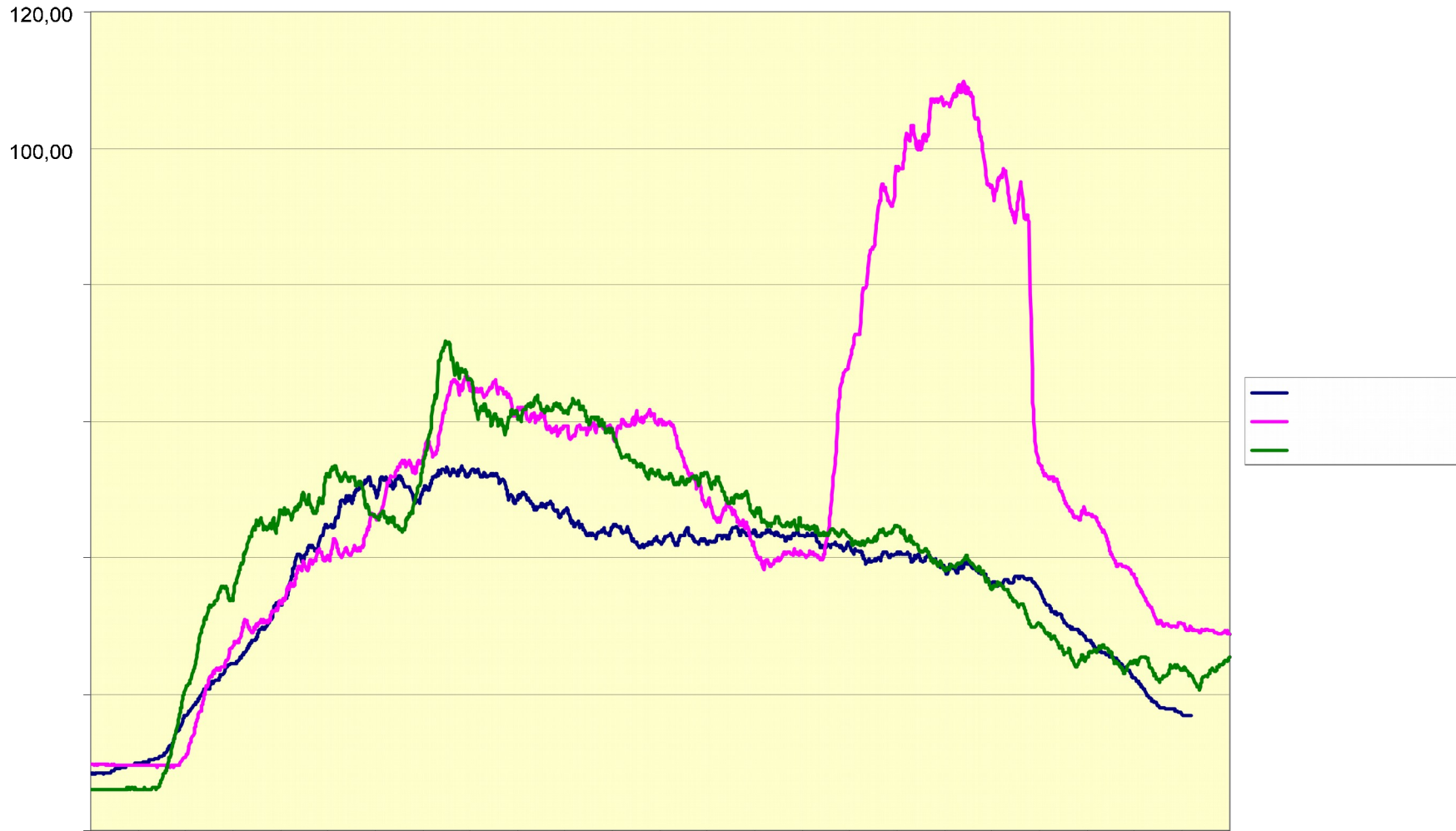


A1/A3 →

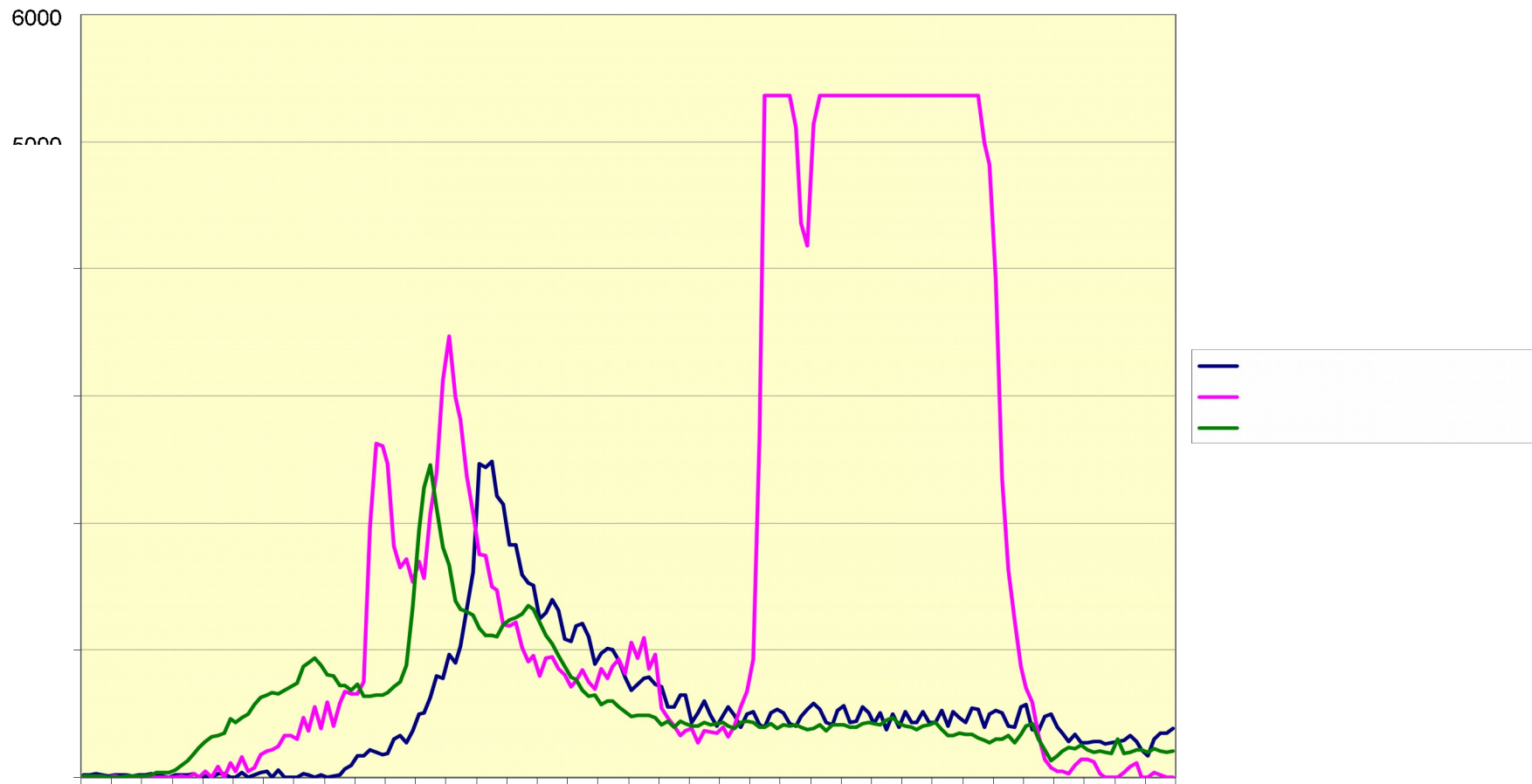




Températures dans la circulation désenfumée



Concentrations en CO à la fin de la circulation



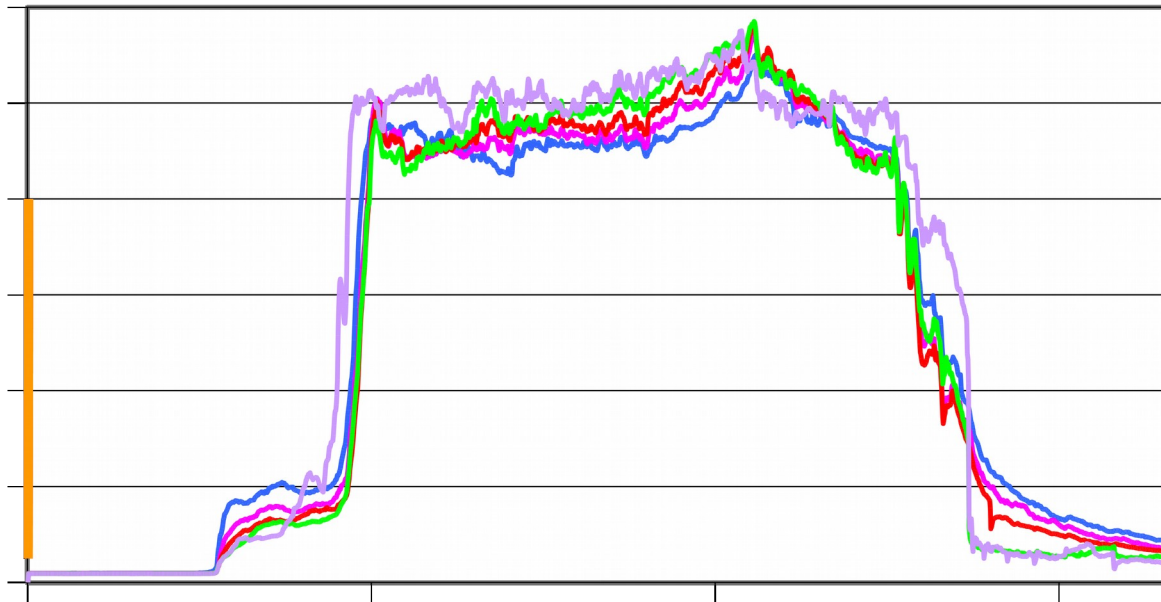


6 scènes d'incendie

- 15 experts judiciaires
- Police, gendarmerie, identité judiciaire, LCPP
- 40 pompiers RCCI (5 services, représentant toute l'Île de France)
- Criminalistique et police Lausanne



Bureau



Cas du 3^e feu de bureau



Introduction

Anti-ventilation et :

- **fumées**
- **Embrassement généralisé**
- **Embrassement de fumées**

Conclusion



Particules solides émises par un feu ou un échauffement mécanique. Principalement constituées de suies (carbone CE/CO), ainsi que des cendres ; ces particules sont mélangées aux gaz de combustion et aux vapeurs chaudes.

Composition :

- Suies (carbone) → toxicité et rayonnement important
- Cendres (minéral) → possible toxicité
- Vapeur d'eau → brûlures
- Produits de combustion → toxicité & brûlures
- Imbrûlés (COV) → recombustion / explosion



Espèces issues d'une combustion bien ventilée ($\Phi \ll 1$) :

- CO_2 : relativement peu toxique, effet d'hyperventilation
- H_2O : augmente la sensation de chaleur
- HCl , HBr : corrosifs
- HCN : asphyxiant

➔ Peu de risque en terme de toxicité

En cas de sous-ventilation ($\Phi \gg 1$),
viennent s'ajouter :

- CO : considéré comme le plus mortel
- HCOH : extrêmement irritant
- HAP : cancérigènes
- ...

➔ Les effets toxiques prennent généralement le pas sur les effets thermiques



Enfumage

Très variables selon le type de feu (couvant, pleinement développé, ...)

Feu de local porte ouverte, qqes 100^{aines} de kW :

0,5 kg/s à la source (fumées entre 500 et 1000°C)

Dilution 10 fois : ~ **5 m³/s** (entre 50 et 100°C)

Temps d'enfumage 100 m² "standard" : **1 min**

Temps d'enfumage R+6 : **< 3 min**

Temps d'enfumage 1 plateau d'immeuble : **< 10 min**



Cage d'escalier

Dans l'air ambiant au repos, la pression en Pascal (Pa) varie selon l'altitude **z** selon la relation :

$$\mathbf{P(z) = P(z_{ref}) - \rho g (z - z_{ref})}$$

z_{ref} est une cote de référence (en m)

g = 9,81 m.s⁻² (accélération de la pesanteur)

ρ = 1,293 kg.m⁻³ (à 0°C) (masse volumique)



Différence de pression de 10 Pa/m

Introduction

Anti-ventilation et :

- fumées
- **Embrassement généralisé**
- Embrassement de fumées

Conclusion



Formule de Kawagoe pour le débit calorifique maximum dans le volume

$$Q = 3000(kJ) \times 0,5 \times A \cdot \sqrt{h_o}$$

Formule de Thomas pour le calcul du flux de chaleur nécessaire pour atteindre le Flash-over :

$$Q = 7,8 \cdot A_t + 378 \cdot A \cdot \sqrt{H}$$

Q : HRR (en kW), A, surface des ouvertures (en m²), A_t surface totale des parois (m²), h_o, altitude du haut de l'ouverture par rapport au sol

Refroidissement par les parois Débit d'amenée d'air Évacuation fumées

Formule de McCaffrey

$$\dot{Q} = 610(h_k A_w A \sqrt{H})^{1/2}$$

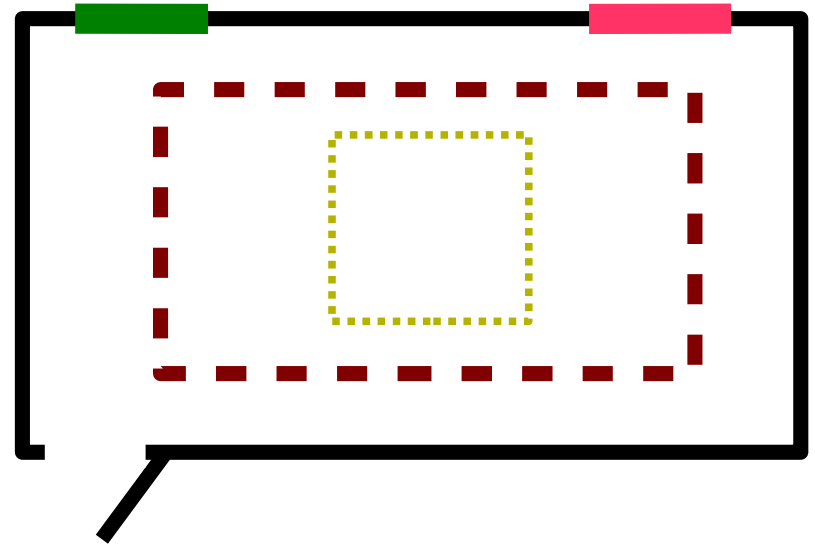


Source : TD BSPP exploité en cours de physique de l'incendie

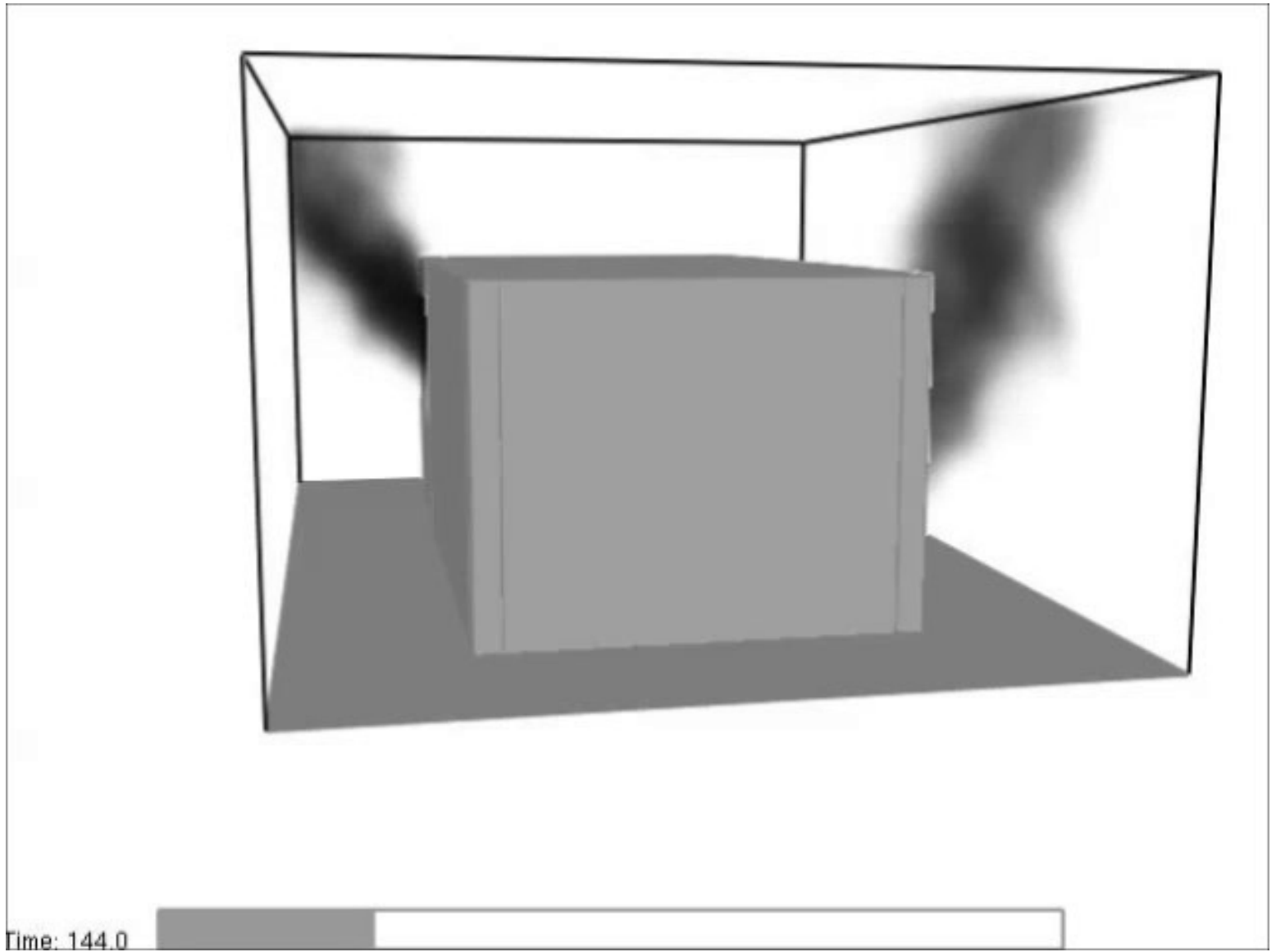
- Tester l'effet du Smoke Stopper sur le feu

2 configurations géométriques étudiées

2 foyers étudiés

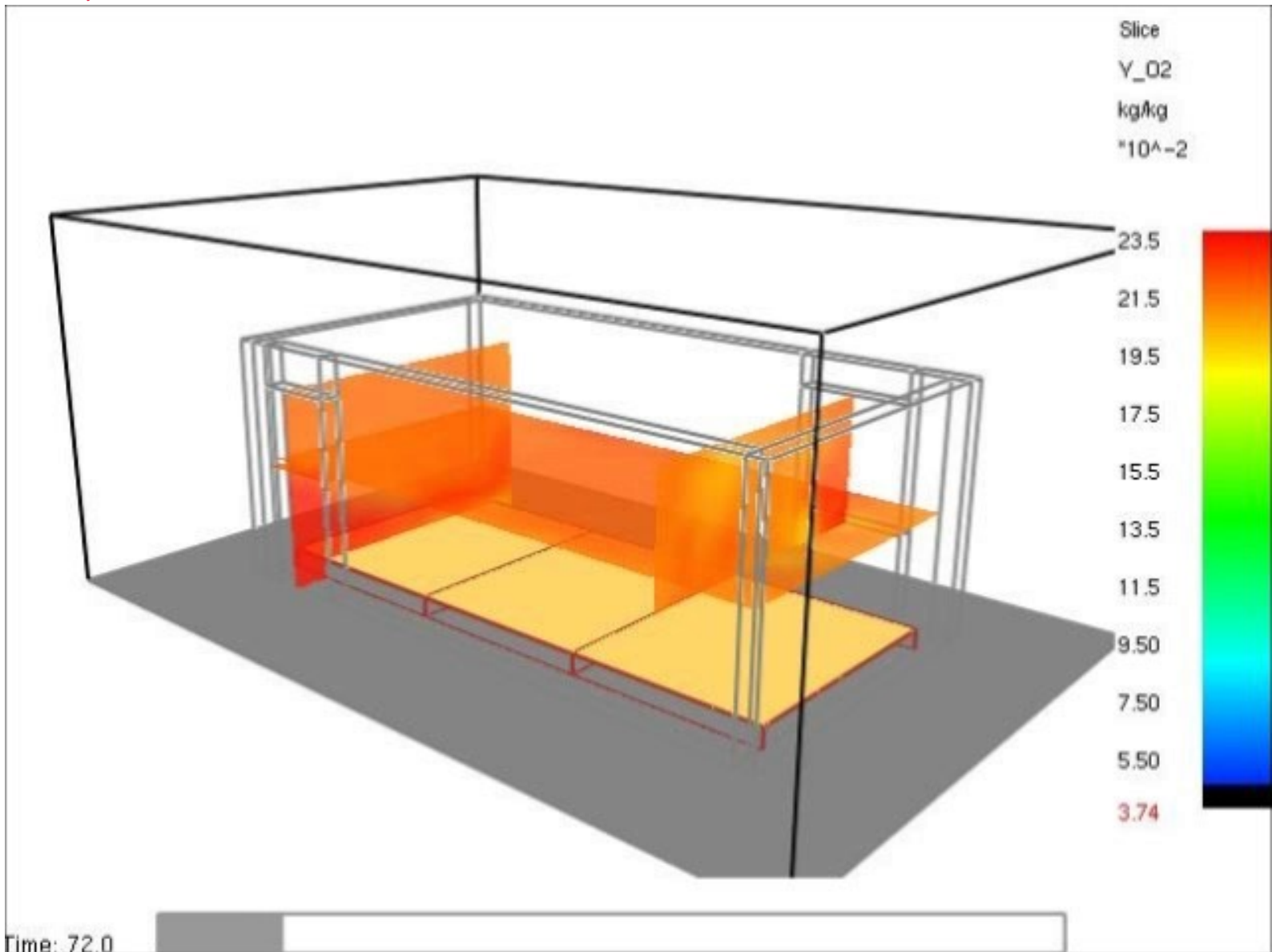


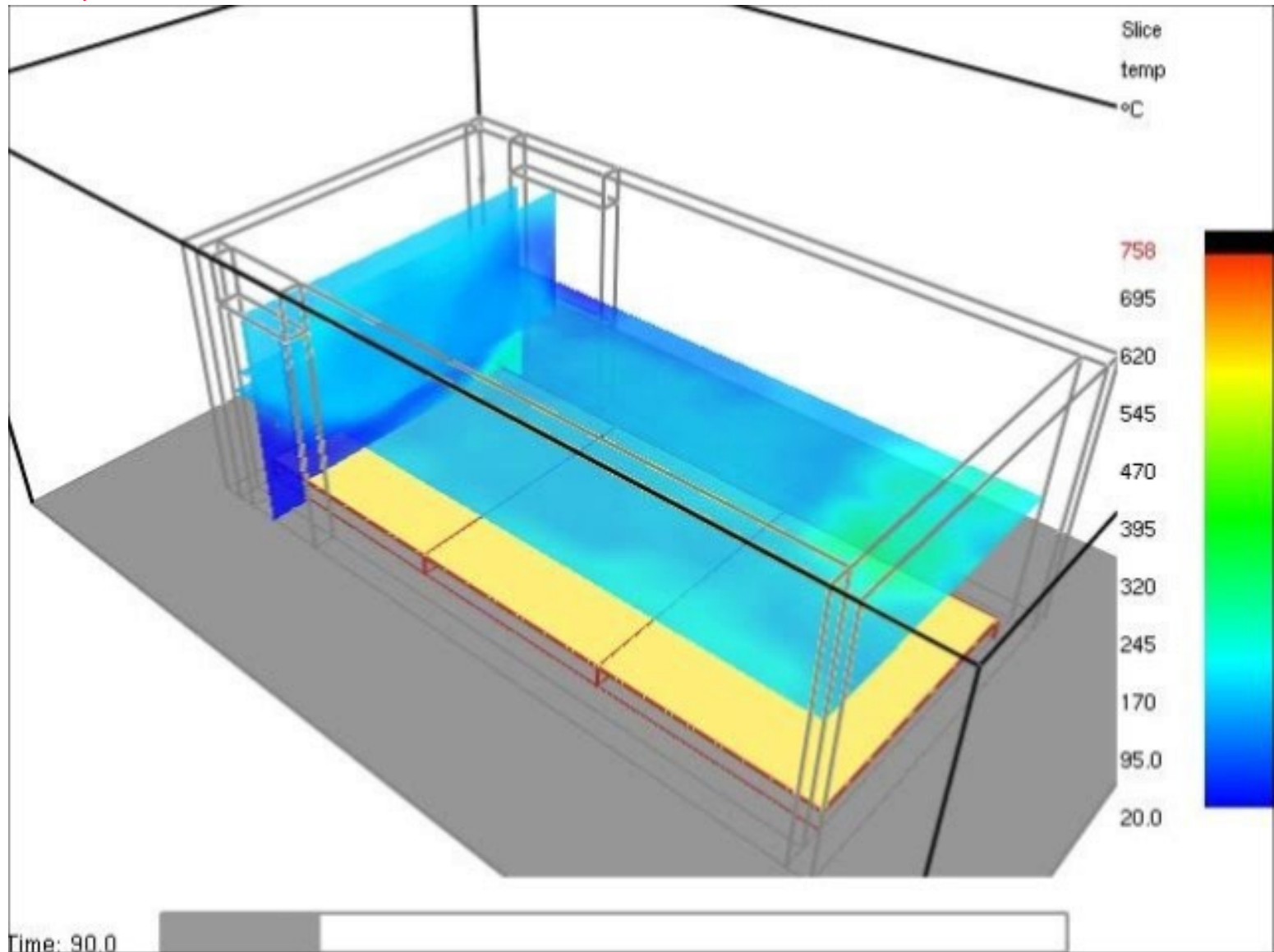
Installation du Smoke Stopper en situation pré et post flash over

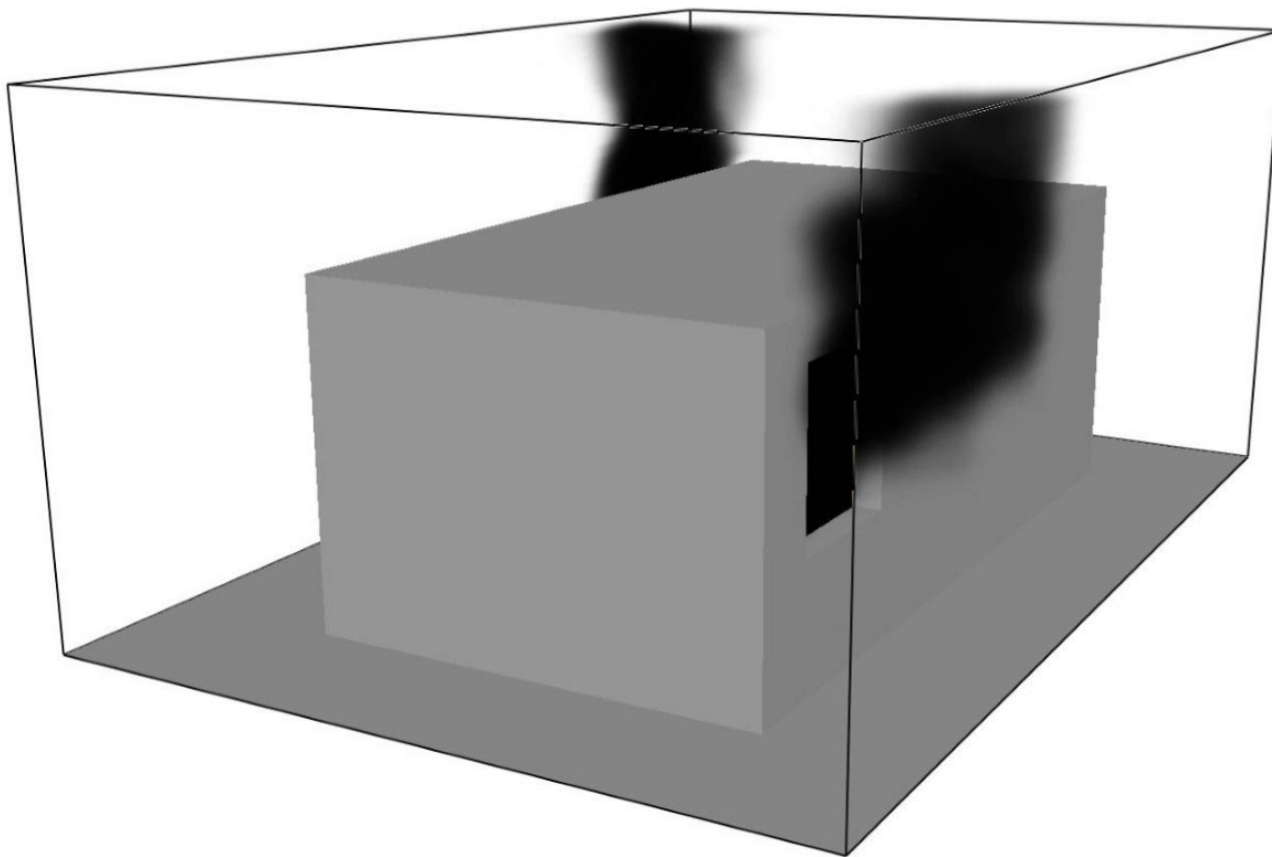


Time: 144.0









time: 319.0



- Exemples sur configurations simples

- Multipliables en fonction des contraintes opérationnelles et d'intervention

- Doctrine d'emploi



Aide à la définition

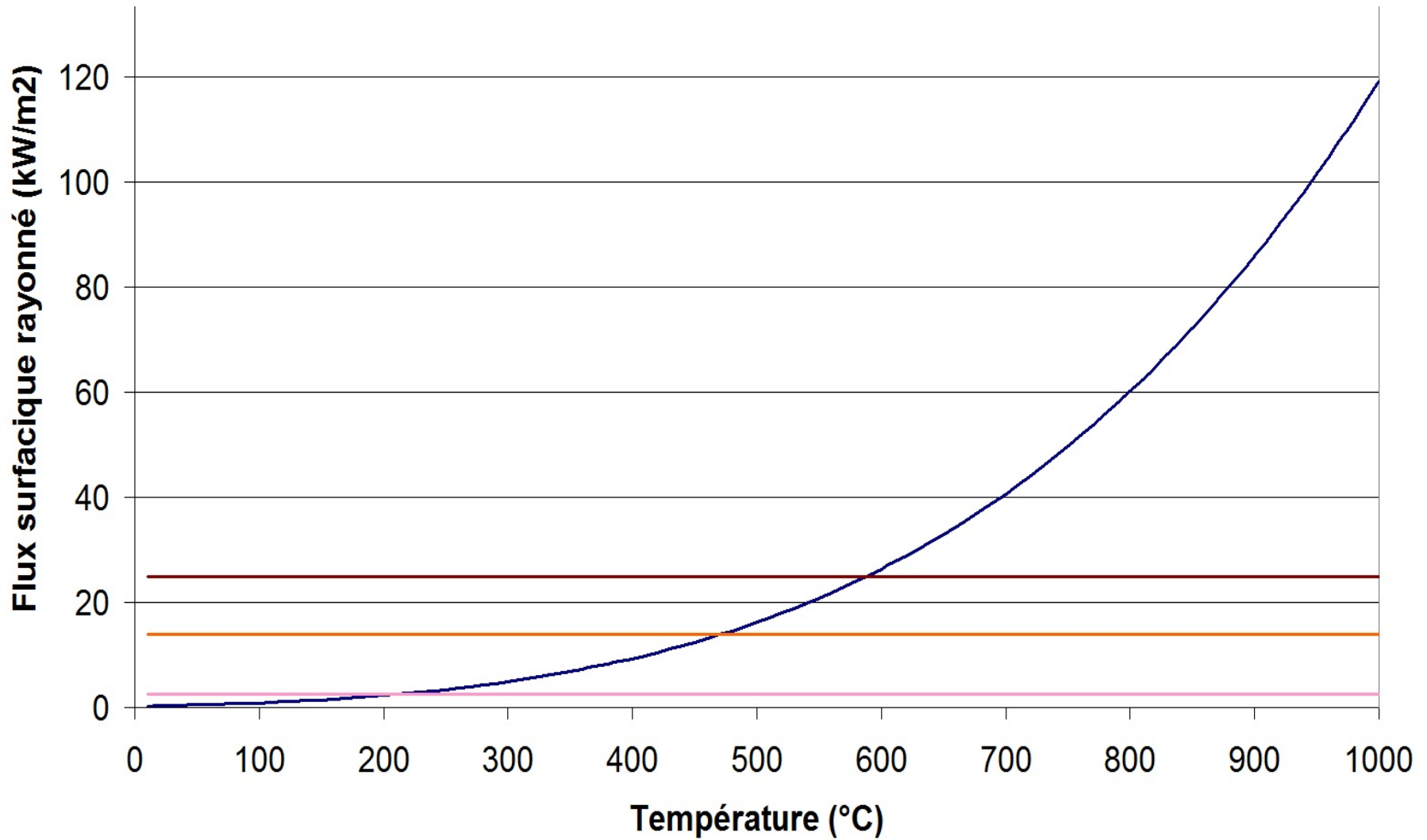


Vérification



Pédagogie

Quelques réflexions sur température et FO



— flux rayonné — Phi = 2,5 kW — Phi = 14 kW — Phi = 25 kW

Quelques réflexions sur température et FO

Materiau*	Echelle de Flux thermique (kW/m ²)	T _{ig} Moyenne(°C)
PX	17-37.5	310+3
FINN	18.5-38	309+6
POM	21-34	281+5
PE	19-34	363+3
PP	21-42.5	334+5
PS	19-34	366+4
Bois	18-35	300 – 320

PX et FINN = PMMA; POM = polyoxymethylene, PE = polyethylene; PP = polypropylene et PS = polystyrene

Source : T. Rogaume



Quelques réflexions sur température et FO

Cas particulier du CO

- Produit par des foyers sous-ventilés ($\Phi > 1$)
- Équation de recombinaison :



L'enthalpie de la réaction est de

– 283 kJ/mole → réaction exothermique

Le taux de réaction devient significatif autour de la valeur de 600°C. La réaction d'oxydation du CO, exothermique, se combine ainsi à l'embrassement généralisé et peut donc conduire à des phénomènes particulièrement violents



Introduction

Anti-ventilation et :

- fumées
- Embrassement généralisé
- **Embrassement de fumées**

Conclusion

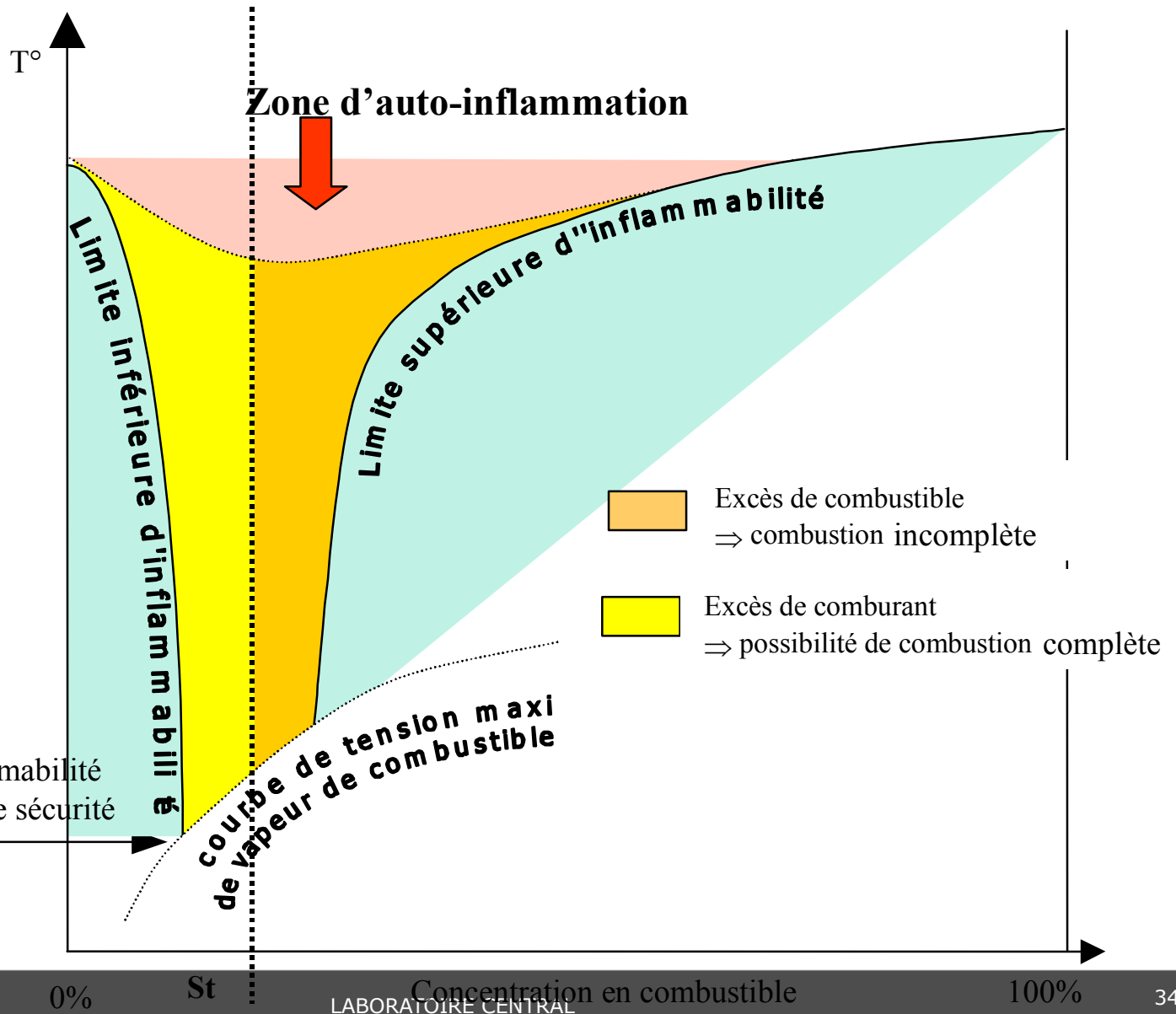


Gaz	LII	Stoechiométrie	LSI
Méthane	5.0 %	9.5 %	15%
Propane	2.2 %	4 %	9.5 %
Éthylène	3.1 %	6.5 %	36 %
Acétylène	2.5 %	7.6 %	82 %
Hydrogène	4.0 %	29.6 %	75%

Mélange TROP PAUVRE	PAS DE COMBUSTION
Mélange PAUVRE	COMBUSTION MOLLE
Mélange IDEAL	COMBUSTION VIOLENTE
Mélange RICHE	COMBUSTION MOLLE
Mélange TROP RICHE	PAS DE COMBUSTION

Limites d'inflammabilité :

Influence de la température



Source :
Jean-Pierre Garo
LCD Poitiers



Pour tenter d'éviter ça ...



Introduction

Anti-ventilation et :

- **fumées**
- **Embrasement généralisé**
- **Embrasement de fumées**

Conclusion



Système particulièrement intéressant à explorer :

Points forts

- facilite la relation servant/porteur aux ouvrants
- mise en œuvre rapide
- action importante sur le système feu
- l'air est le seul élément susceptible d'évoluer si rapidement

Limitations ou points à approfondir

- conditions et limites d'emploi à définir
 - effets « seuils » à redouter
 - comportement au feu de la toile à hauts flux
 - réflexion sur les ré-inflammations
 - abaissement de la couche de fumée (température, viciation et visibilité)
- ⇒ Quid des victimes ?

21, Sep, 2012 12:06:13
SDIS 35 cam1



Merci pour
votre
attention

