

P.FROMY – F. DEMOUGE – CSTB/DSSF/CAPE

Améliorer les méthodes de conception et les outils d'investigation de la ventilation et du désenfumage en situation de feu : expression de besoins

GDR incendie – 28 et 29 juin 2012, Rouen

## → Sommaire

- ✦ Un cadre réglementaire et un contexte favorables à l'ingénierie du désenfumage et plus généralement de sécurité incendie.
- ✦ La demande des acteurs et leurs attentes.
- ✦ Des outils d'investigation pour répondre à la demande.
- ✦ Une expression de besoins pour faire mieux.
- ✦ Les actions de recherche engagées au CSTB
  - Du bon usage de FDS (en Ingénierie)
  - De la possibilité de modéliser et simuler la visibilité et l'interaction eau / fumée
  - De la possibilité de modéliser l'interaction vent / fumée

★ **D'une obligation de moyens à une exigence de performance**

- Arrêté du 22 mars 2004 : Article DF4 §2 : « *Le recours à l'ingénierie du désenfumage est autorisé et doit faire l'objet d'une note d'un organisme reconnu compétent par le ministère de l'intérieur* ». L'instruction Technique 246 relative au désenfumage dans les ERP définit les exigences fonctionnelles et des critères de performance.
- Le projet National relatif à l'ingénierie de la sécurité incendie (PNISI). « *Son but est de développer en France la connaissance des méthodes modernes d'analyse de la sécurité des ouvrages en situation d'incendie.* ».
- L'École Nationale Supérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers (ENSOSP), en charge de la formation des officiers de sapeurs pompiers, sensibilise les préventionnistes à la pratique de l'ingénierie au travers de ses formations.
- Le retour d'expérience des études réalisées depuis 2004 montre l'intérêt des acteurs de la sécurité (MO, BE, Préventionniste) et la valeur ajoutée « potentielle » d'une démarche d'ingénierie sur la sécurité incendie.

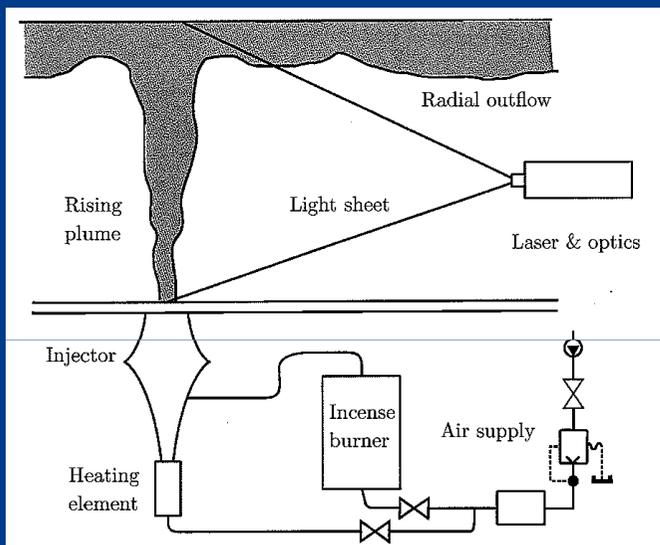
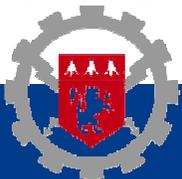
### ✦ Dans un cadre méthodologique en construction

- Le MO et les représentants de la commission de sécurité demandent l'ingénierie. La commission de sécurité est compétente en ingénierie, mais peu familiarisée avec la démarche. Le règlement constitue le référentiel privilégié de l'analyse de la performance.
- La simulation à l'aide d'un outil 3D est une demande de l'ensemble des acteurs. L'analyse de la performance s'appuie principalement sur des grandeurs moyennées (hauteur libre de fumée, flux de chaleur de la couche de fumée) proposées dans le référentiel réglementaire.
- Le recours à la réalisation d'essais *in situ* est parfois demandé par la commission de sécurité. « ...réalisation d'essais *in situ* pour valider les caractéristiques des systèmes de désenfumage retenus ».
- Le recours à la simulation 3D suscite une demande de résultats toujours croissante : Influence du vent, de la ventilation intérieure, interaction eau/fumée, visibilité, toxicité, évacuation, interaction évacuation/enfumage ...

- ✦ **Dans un contexte où la simulation n'est qu'un aspect de la résolution du problème**
  - Les codes à champ. Utilisation incontournable dans une étude ISI. FDS est l'OUTIL utilisé par les organismes. Ils montrent le mouvement de la fumée à l'intérieur des volumes. Ils calculent des grandeurs locales.
  - Les codes à zones. Utilisation complémentaire au code à Champ. Jamais seul. Et pourtant !
  - Les modèles de remplissage exploitant les formules de corrélation flamme/panache. Pour dégrossir un problème. Jamais dans une étude. Et pourtant !
  - L'essai *in situ*. Utilisation encore exceptionnelle. Pour « valider » les résultats de la simulation. Difficile. Complémentaire aux calculs.
  - L'essai de laboratoire (maquette). Jamais vendu. Et pourtant !

★ **Dans un contexte d'un financement de la recherche public/privé**

- Discuter du choix de l'outil de simulation : Modèle de Champ : FDS ? Modèle de champs et modèle à zones ? Modèle à zones ? Mieux connaître les conditions de leur utilisation. Développer les modèles à zones ?
- Le choix du scénario de feu est déterminant dans le choix de la solution (mécanique/naturelle). Il est encadré par des recommandations du ministère de l'intérieur et s'appuie sur le référentiel réglementaire (IT246).
- Les puissances des foyers simulés sont assez élevées (du MW à la dizaine de MW). Discuter de la « représentativité » des foyers utilisés en essais in situ, souvent des compositions pyrotechniques fumigènes.
- Établir des liens entre les résultats de simulation d'une étude d'ISI et les résultats d'essais *in situ*. Enjeu de cohérence des outils d'investigations.
- Les études considèrent assez peu souvent l'influence d'un vent extérieur sur l'efficacité d'une solution de désenfumage naturelle (exutoires) comme sur le mouvement de la fumée à l'intérieur des volumes (amenées d'air).
- Les études portent souvent sur des volumes de grande hauteur sous plafond. Les critères de « hauteur libre de fumée suffisante » (phénomène de stratification thermique) et de « flux de chaleur supportable » (représentation à deux zones) sont le plus souvent utilisés.



Adam Ezzamel, 2011  
(1.5x1.5x1.5m)

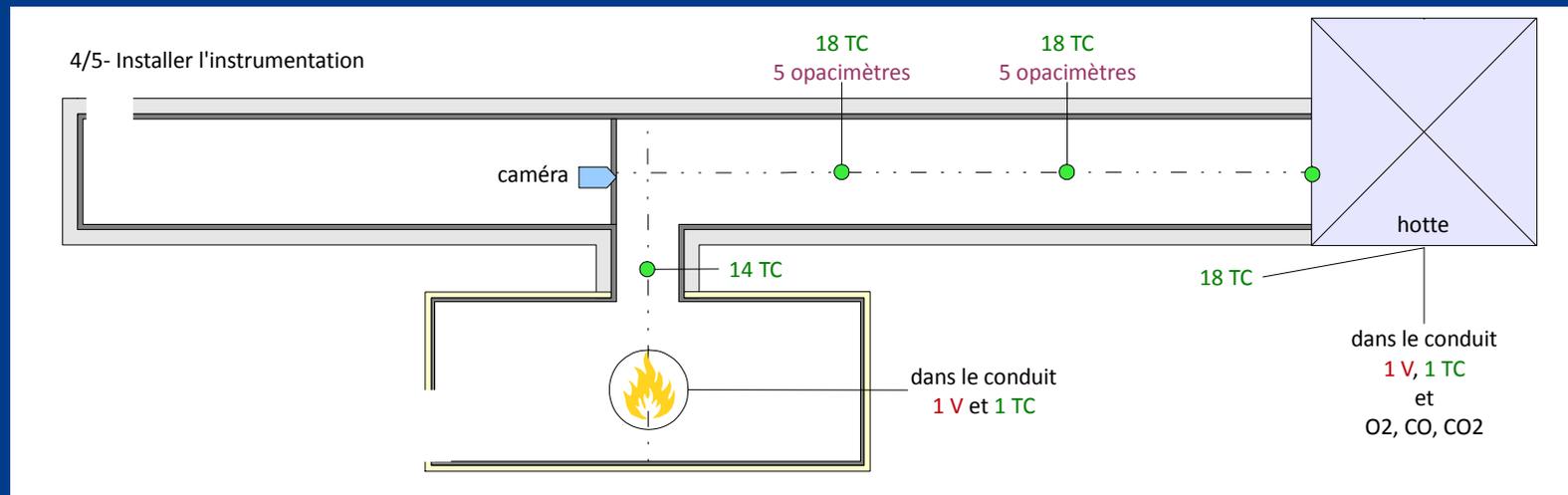
## Objectifs :

- Estimer la robustesse des modèles numériques
- Evaluer les erreurs et incertitudes sur 4 cas concrets (3 échelles géométriques et phénoménologiques)
  - Panache impactant
  - Pièce avec plusieurs types d'isolation
  - Cas représentatif d'un tunnel
  - Cas représentatif d'un grand volume

Travail de Thèse de Damien Lamalle encadré par le LMFA (2011 – 2014)

# De la possibilité de modéliser et simuler la visibilité et l'interaction eau/fumée

*Travail de Thèse de Romain Morlon encadré par le LEMTA (2012 – 2015)*



## Objectifs :

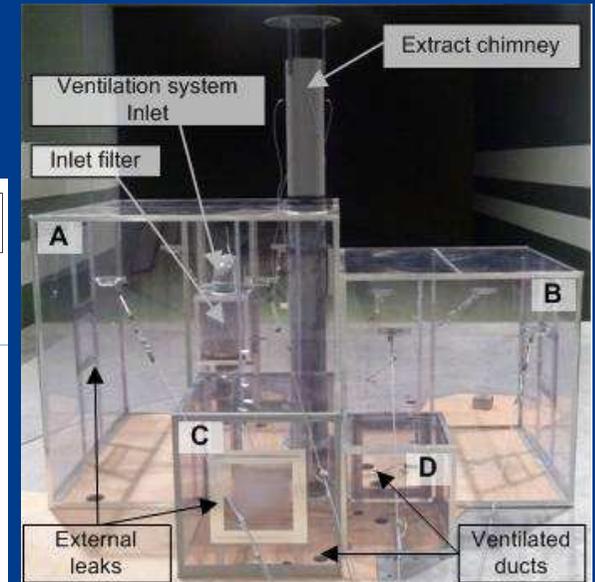
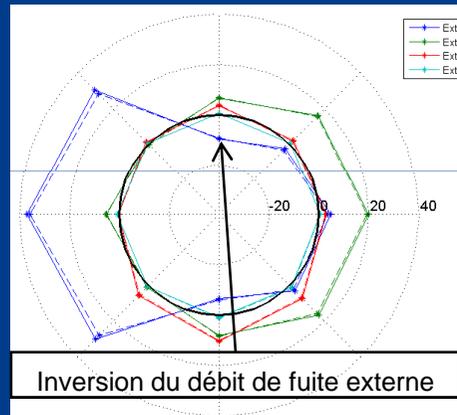
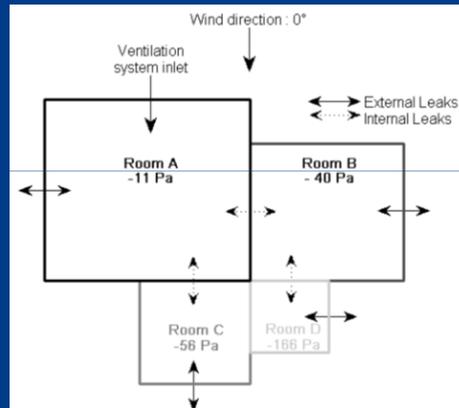
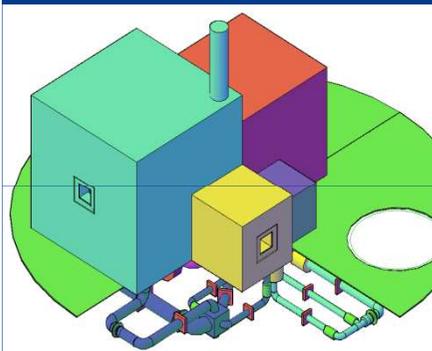
- Améliorer la compréhension des phénomènes d'interaction entre l'eau, issue d'un dispositif d'aspersion, et la fumée (sur des aspects optiques en particulier)
- Proposer des relations caractérisant la visibilité
- Modéliser et simuler la visibilité dans un environnement enfumé pouvant contenir des gouttes en suspension.



*Travail de thèse en partenariat avec l'IRSN et encadré par le LASIE (début fin 2012)*



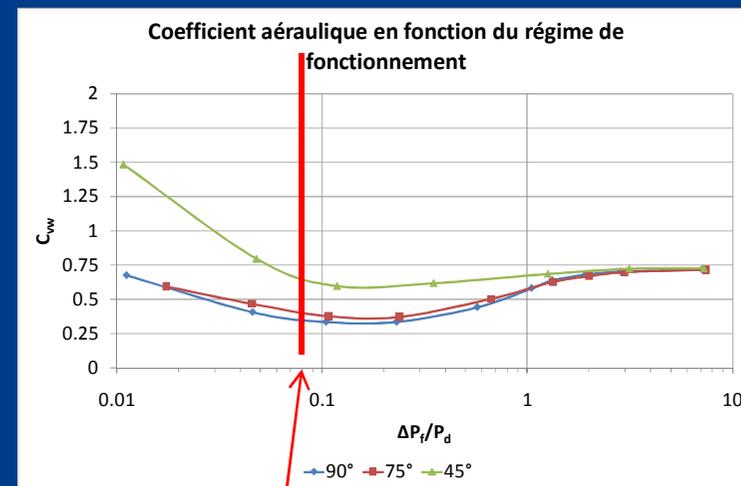
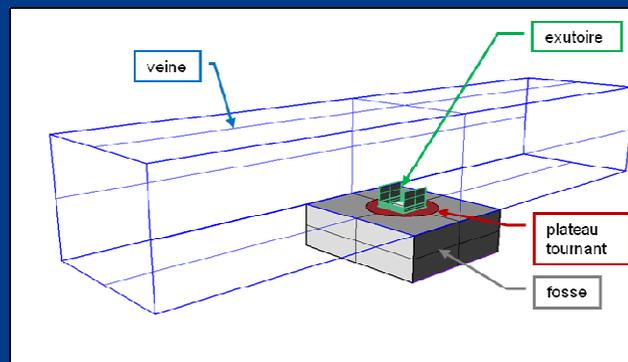
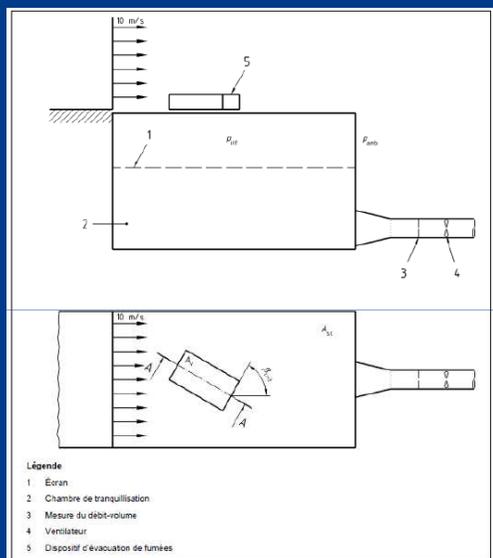
(suite de la thèse de Nicolas Le Roux, 2011)



## Objectifs :

- définir une méthodologie d'approche par similitude de l'interaction vent / système de désenfumage en situation d'incendie dans les bâtiments complexes
- acquérir des données expérimentales via des essais à petite échelle en soufflerie
- confronter les outils de calculs (SYLVIA,...) à la réalité expérimentale.

## Travail de recherche sur le couplage entre simulation des écoulements externes et simulation des écoulements internes



Régime de fonctionnement correspondant à la norme d'essai

## Objectifs :

- mieux comprendre les effets du vent sur les coefficients aérodynamiques (exutoires, ouvrants de façades,...)
- valider la représentation du vent par des coefficients de pression en façades