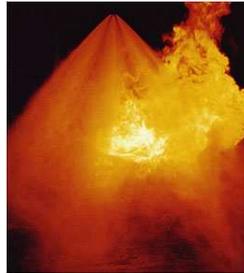


# Interactions d'un brouillard d'eau et d'un feu thermoplastique en tunnel



F. Nmira, J-L. Consalvi, A. Kaiss  
B. Porterie, J-C. Loraud



*Soutiens financiers*  
ANRT/DESAUTEL  
DCE (Toulon)

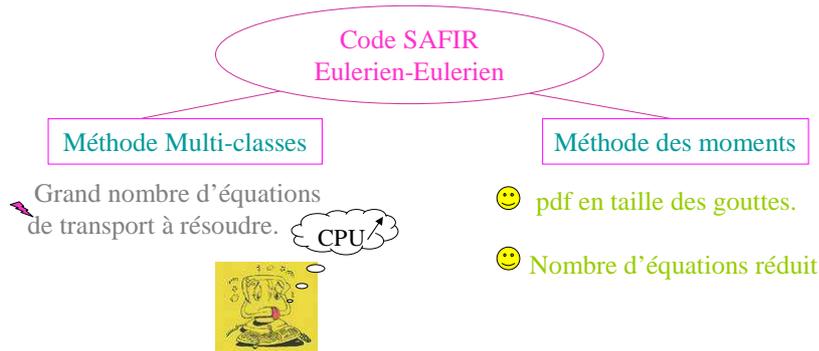
## Plan de l'exposé

- Problème physique
- Modèle du brouillard d'eau polydisperse
- Résolution numérique
- Description du code SAFIR
- Résultats
- Perspectives

## Problème physique

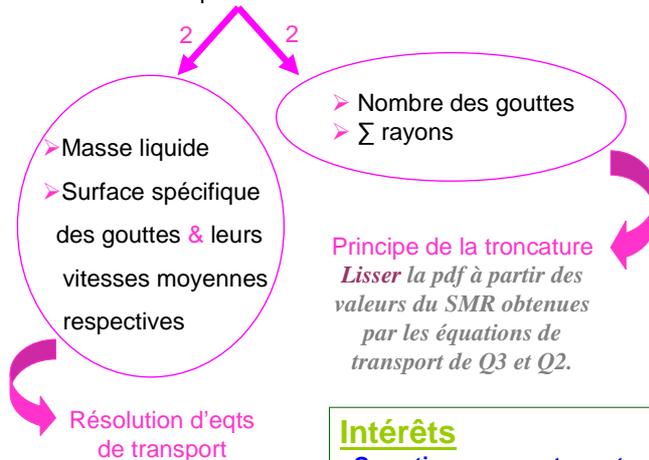
**Modélisation** de l'écoulement diphasique induit par les interactions entre un brouillard d'eau polydisperse et un feu de compartiment.

**Description** de la nature polydisperse du brouillard d'eau sans avoir recours à la différentiation par les classes de taille.



## Modèle polydisperse de la phase liquide

Les 4 premiers moments de la fct de distribution en taille



Résolution d'eqts de transport

### Intérêts

- Garantir un comportement monodisperse à la périphérie du spray.
- Eviter les problèmes d'instabilités des vitesses.

## Fermeture

### ➤ Couplage-phases (transfert)

- masse
- quantité de mouvement
- enthalpie

fonction des moments  
de la distribution

### ➤ Sous modèles

- Modèle de turbulence *K-ε RNG*.
- Modèle de combustion *EBU-Ar*.
- Modèle de formation de suies Eqs transport du nbre densité & de la fraction volumique des suies (avec Nucléation + coagulation + croissance de surface + Oxydation)
- Équation du transfert radiatif (*ETRM*)

## Résolution numérique

$$\frac{\partial(\rho^i \Phi)}{\partial t} + \underbrace{\frac{\partial(\rho^i u_j^i \Phi)}{\partial x_j}}_{\text{Transport par convection}} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \underbrace{\Gamma_\Phi \frac{\partial \Phi}{\partial x_j}}_{\text{Transport par diffusion}} \right) + \underbrace{S_\Phi}_{\text{Termes de couplage Entre les deux phases}}$$

Variable considérée

Transport par  
convection

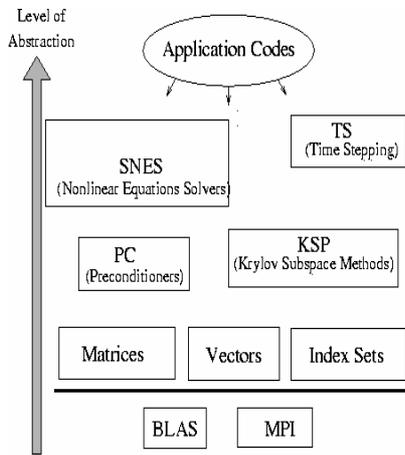
Transport par  
diffusion

Termes de couplage  
Entre les deux phases

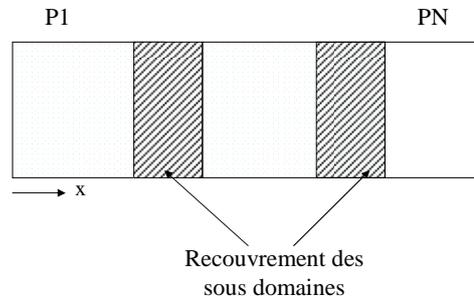
- Méthode des volumes finis + Maillage décalé
- Sur les faces des volumes de contrôle:
  - Flux convectif: *ULTRA-SHARP*
  - Flux diffusif: Schéma centré d'ordre 2
- Couplage vitesse/pression: algorithme *PISO Itératif*
- ETRM: *FVM*

# Code SAFIR Stratégie de parallélisation

## Librairie PETSc



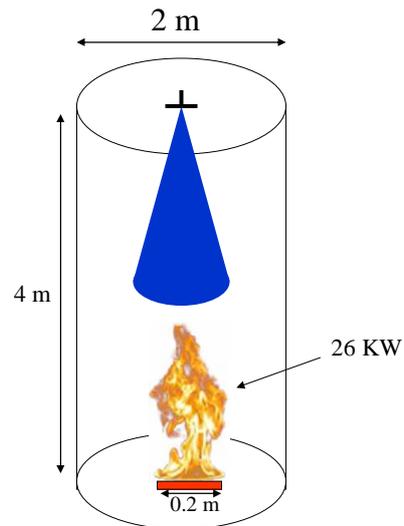
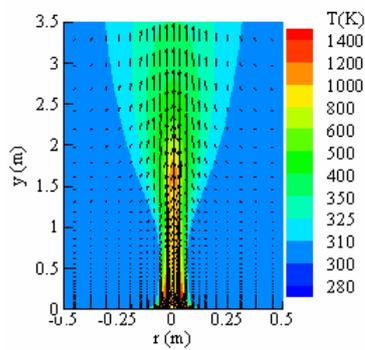
## Décomposition du domaine



ETRM Décomposition selon les directions

## Résultats (1) Configuration axisymétrique

Flamme stationnaire PMMA



**Mécanisme d'extinction: Diminution du feedback de la flamme.**

Débit = 0.08l/s,

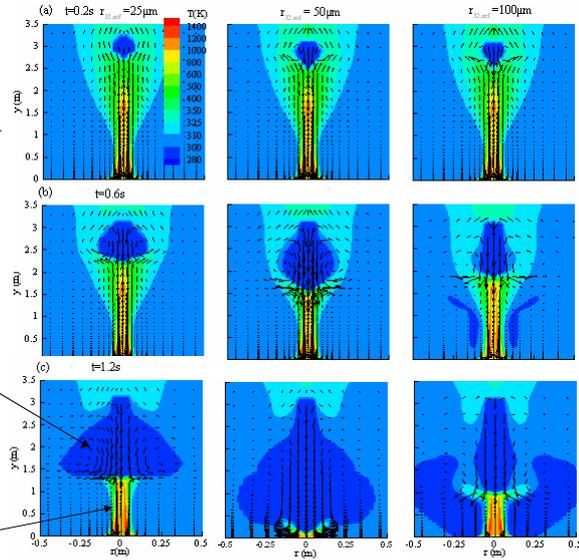
Rayon des gouttes: 25, 50, 100 μm

**Température du gaz**

$$\dot{m}''_{pyr} = \frac{\dot{q}''_{s,net}}{L_{pyr}} = \frac{\dot{q}''_{conv} + \dot{q}''_{rad,net}}{L_{pyr}}$$

L'écoulement induit par le spray

L'écoulement du panache



**Interaction Feu/brouillard**

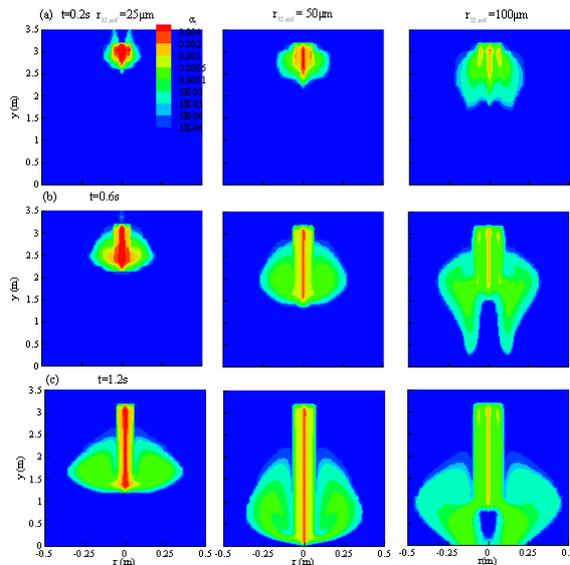
- Régime dominé par le panache de fumée

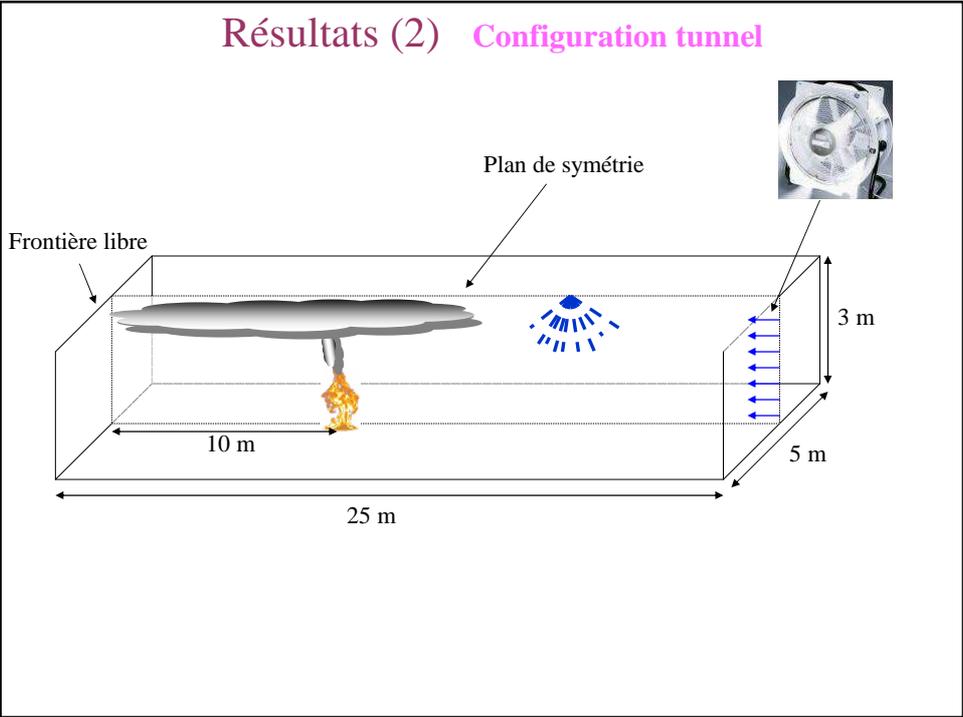
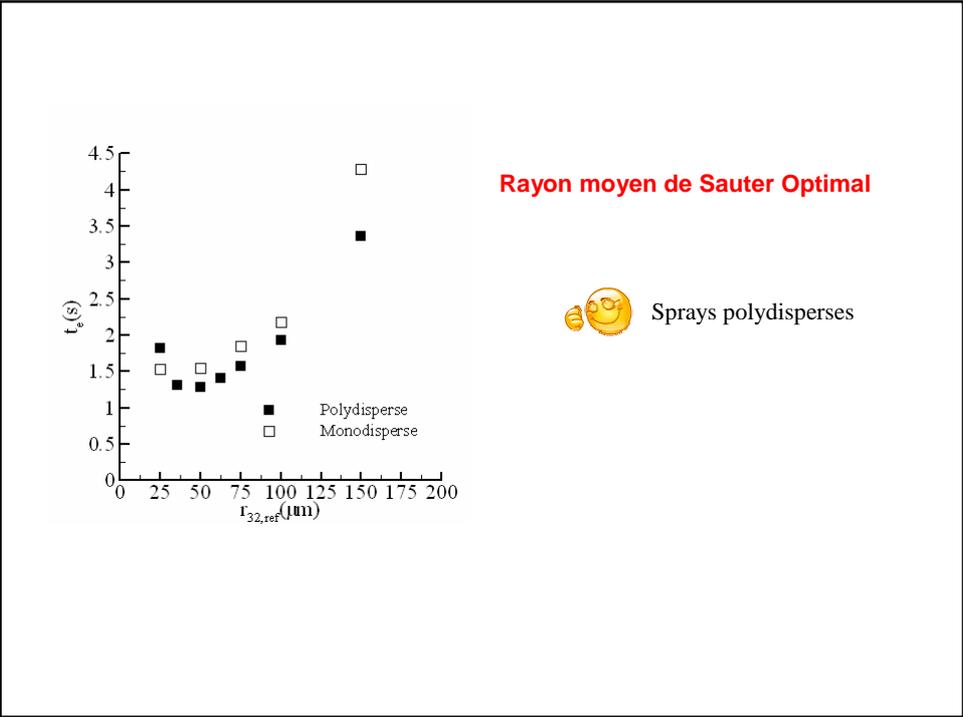
efficacité des grosses gouttes (Inertie)

- Régime dominé par le spray

efficacité des petites gouttes (grande surface d'échange)

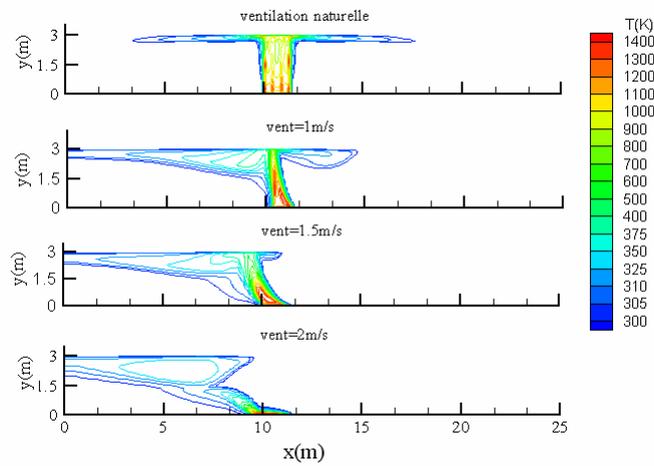
**Fraction volumique du liquide**





## Développement du feu dans un tunnel avec différentes vitesses du courant d'air longitudinal sans aspersion

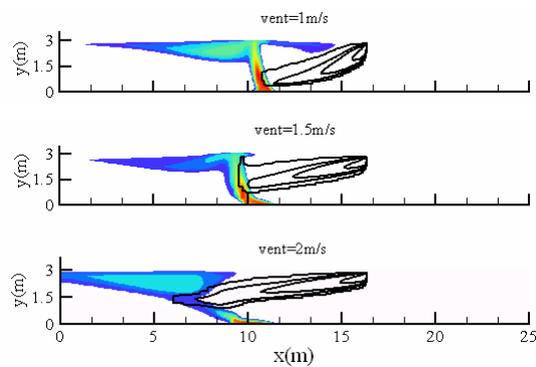
Durée 100s



### Effet de la ventilation

Débit = 0.02l/s, Rayon des gouttes: 50 $\mu$ m

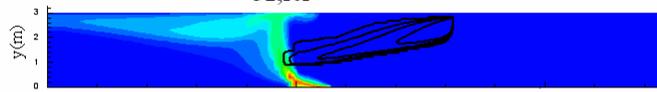
Profil de la température du gaz après 17.5s d'injection



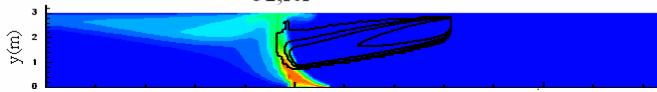
## Effet du rayon

Débit = 0.02l/s, vent = 1.5 m/s

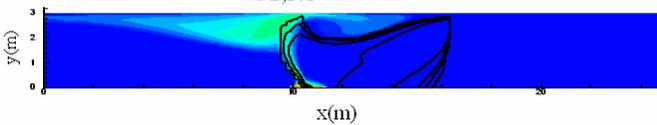
$$r_{32,ref} = 25\mu\text{m}$$



$$r_{32,ref} = 50\mu\text{m}$$



$$r_{32,ref} = 100\mu\text{m}$$



## Perspectives

- Etudes paramétriques dans le cas de feux en tunnel
- Atténuation du rayonnement émis par une flamme de diffusion par un brouillard d'eau (Collaboration avec le LEMTA de Nancy)