

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)

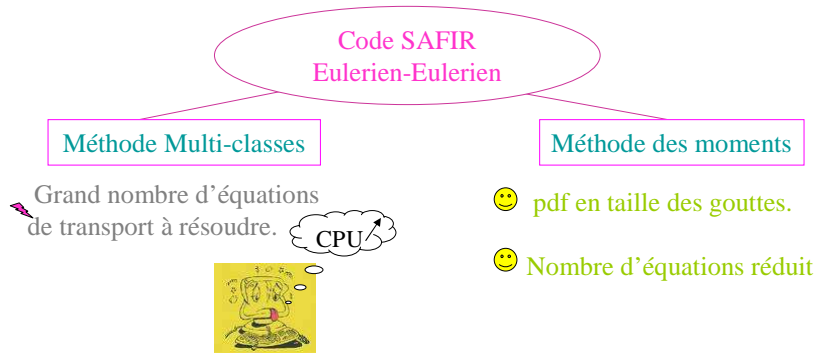
Plan de l'exposé

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

Problème physique

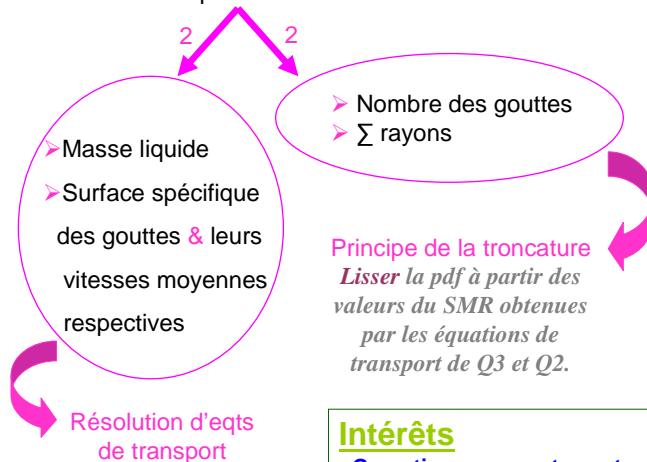
Modélisation de l'écoulement diphasique induit par les interactions entre un brouillard d'eau polydisperse et un feu de compartiment.

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



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

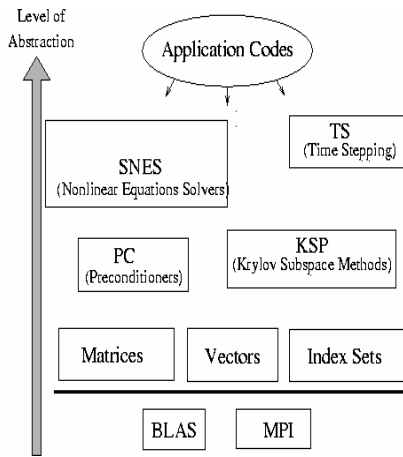
Transport par
diffusion

Termes de couplage
Entre les deux phases

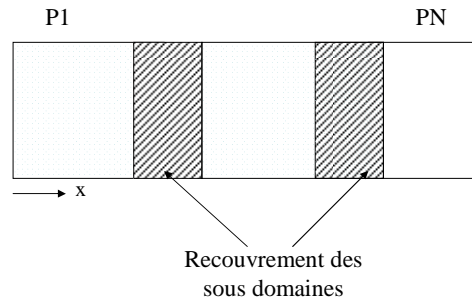
- Méthode des volumes finis + Maillage décalé
- Sur les faces des volumes de contrôle:
 - Flux convectif: *ULTRA-SHARP*
 - Flux diffusif: Schéma centré d'ordre 2
- Couplage vitesse/pression: algorithme *PISO Itératif*
- ETRM: *FVM*

Code SAFIR Stratégie de parallélisation

Librairie PETSc



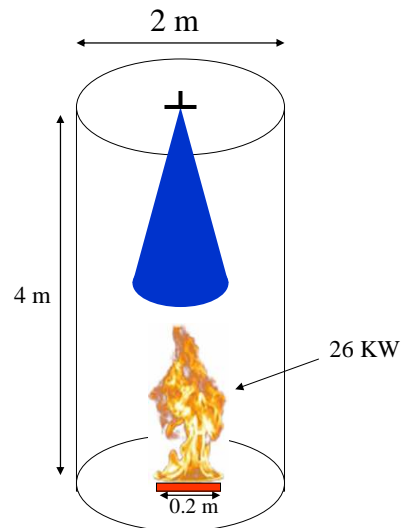
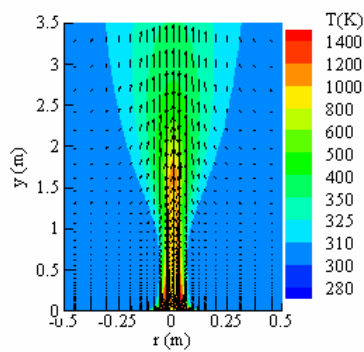
Décomposition du domaine



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,

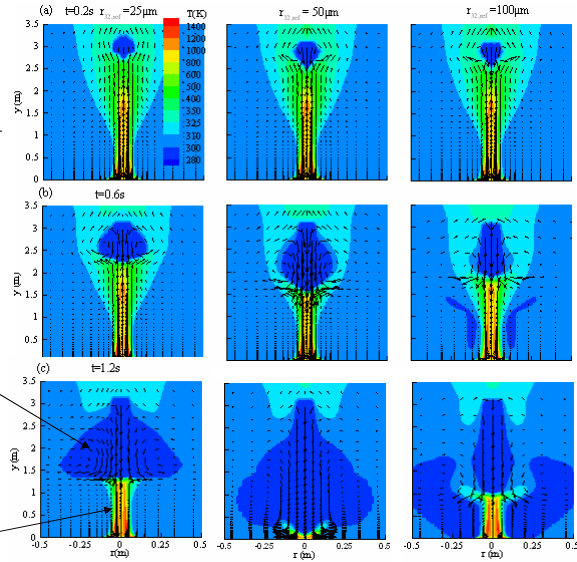
Rayon des gouttes: 25, 50, 100 μm

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

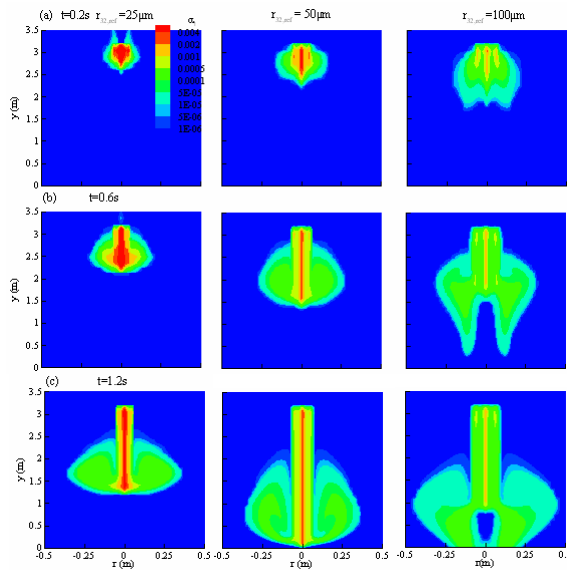
- Régime dominé par le panache de fumée

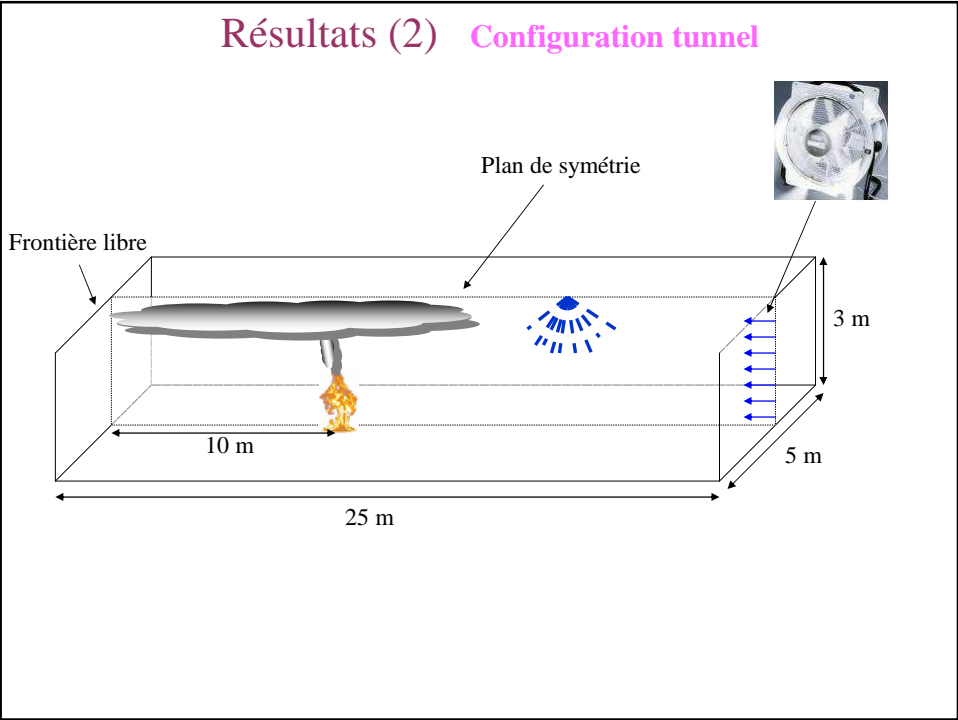
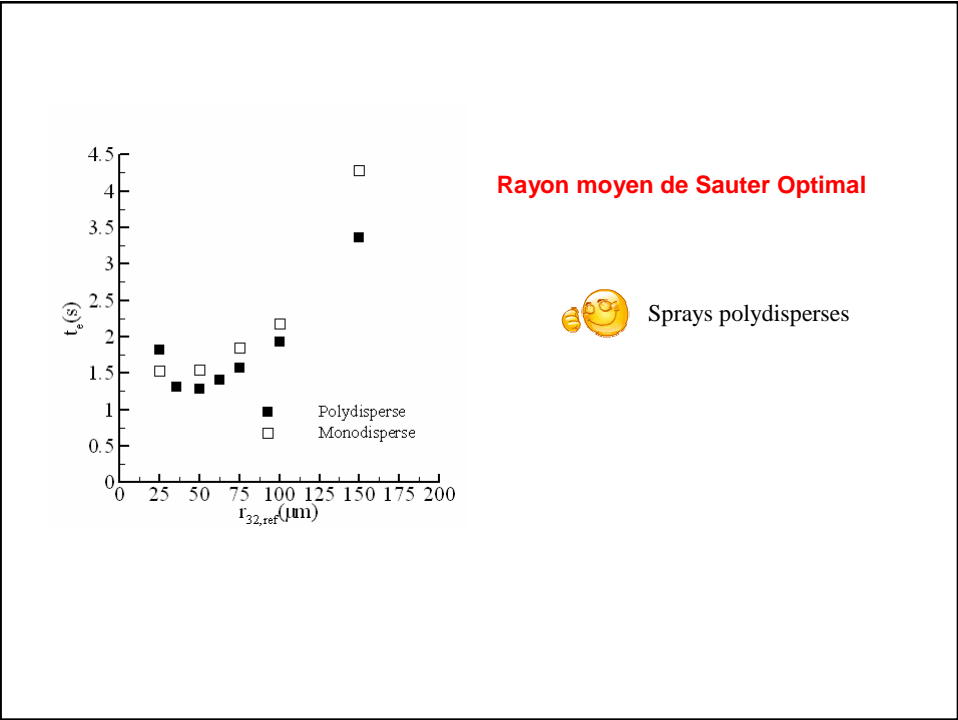
efficacité des grosses gouttes (Inertie)

- Régime dominé par le spray

efficacité des petites gouttes (grande surface d'échange)

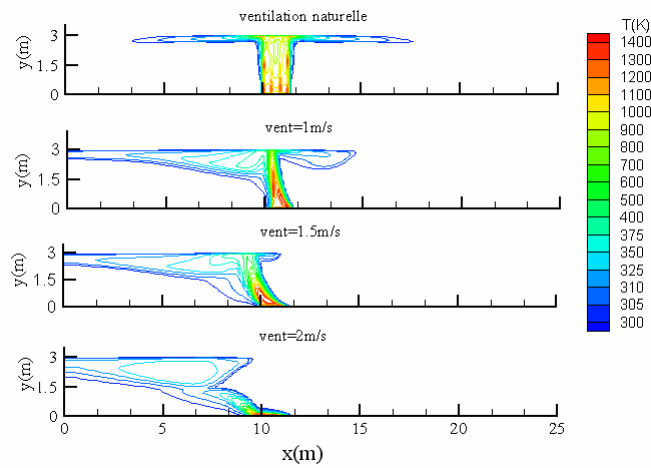
Fraction volumique du liquide





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

Durée 100s

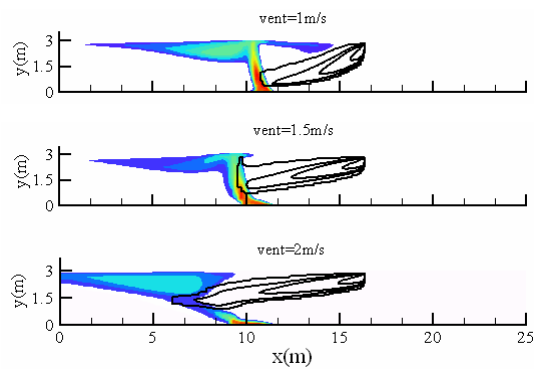


Effet de la ventilation

Débit = 0.02l/s,

Rayon des gouttes: 50 μ m

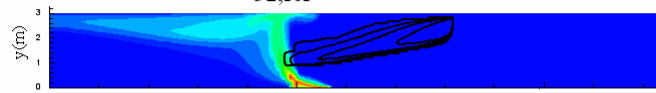
Profil de la température du gaz après 17.5s d'injection



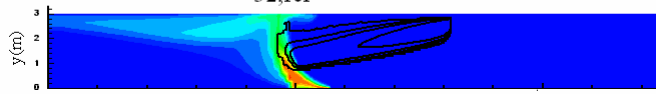
Effet du rayon

Débit = 0.02l/s, vent = 1.5 m/s

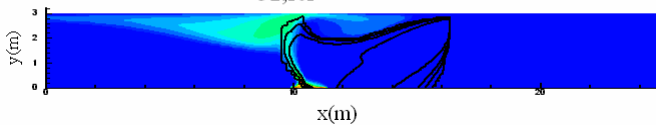
$$r_{32,ref} = 25\mu\text{m}$$



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



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



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)