

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Présentation des modèles utilisés avec le logiciel ISIS dans le cadre du benchmark incendie

S. Mélis & S. Suard

IRSN/DPAM/SEMIC

Laboratoire d'étude de l'Incendie et de développement de

Méthodes pour la Simulation et les Incertitudes

Le code à champs ISIS (rappel)

- Écoulements incompressibles (Navier-Stokes)
- Écoulements incompressibles et dilatables (N-S + enthalpie + $\rho T = \text{cte}$)
- Écoulements à bas nombre de Mach (N-S + enthalpie + $P_{th} = \rho RT$)

- Modèle de turbulence à 2 équations de type RANS :
 - ✓ Énergie cinétique turbulente (k- ϵ , k- ϵ RNG)
 - ✓ Prise en compte des effets de gravité
 - ✓ Loi de paroi analytique

- Modèle LES smagorinsky
 - ✓ Wall damping function

- Combustion turbulente pilotée par le mélange turbulent
 - ✓ modèle Eddy Break-up (Magnussen et Hjertager)
 - ✓ modèle PDF (Probability Density Function)

- Transferts radiatifs
 - ✓ modèle simplifié de Markstein
 - ✓ modèle aux Harmoniques Sphériques (approximation P_1)

- Suies
 - ✓ déterminées par la fraction de mélange et un facteur de conversion

- Conduction dans les parois
 - ✓ Équation de Fourier 1D

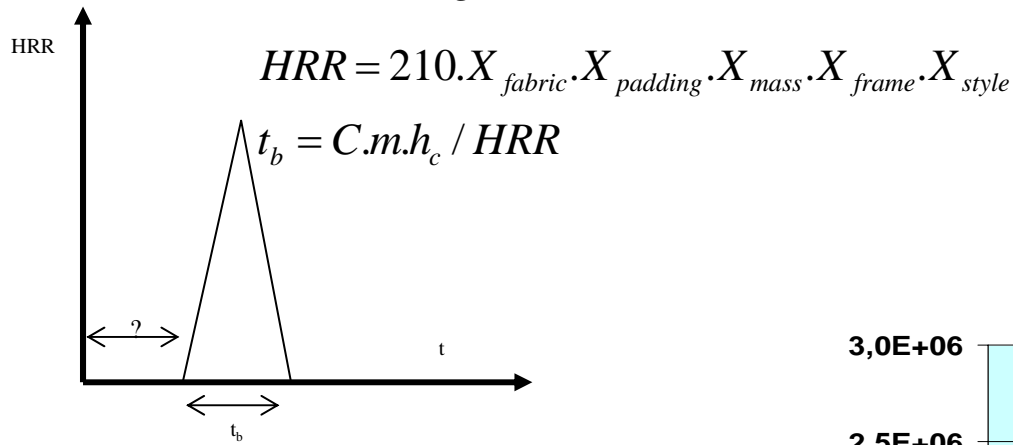
Méthodes Numériques

- Discrétisation des équations de Navier-Stokes par la méthode des éléments finis ($\tilde{Q}_1 - P_0$)
- Discrétisation des équations de transport de scalaire par la méthode des volumes finis
- Schémas d'approximations spatiales du 1^{er} et du 2nd ordre
- Schéma d'intégration en temps semi-implicite
- Bibliothèques parallèles

La démarche adoptée

Corrélation pour les mobiliers capitonnés

V. Babrauskas *burning rates*, SFPE 3-1



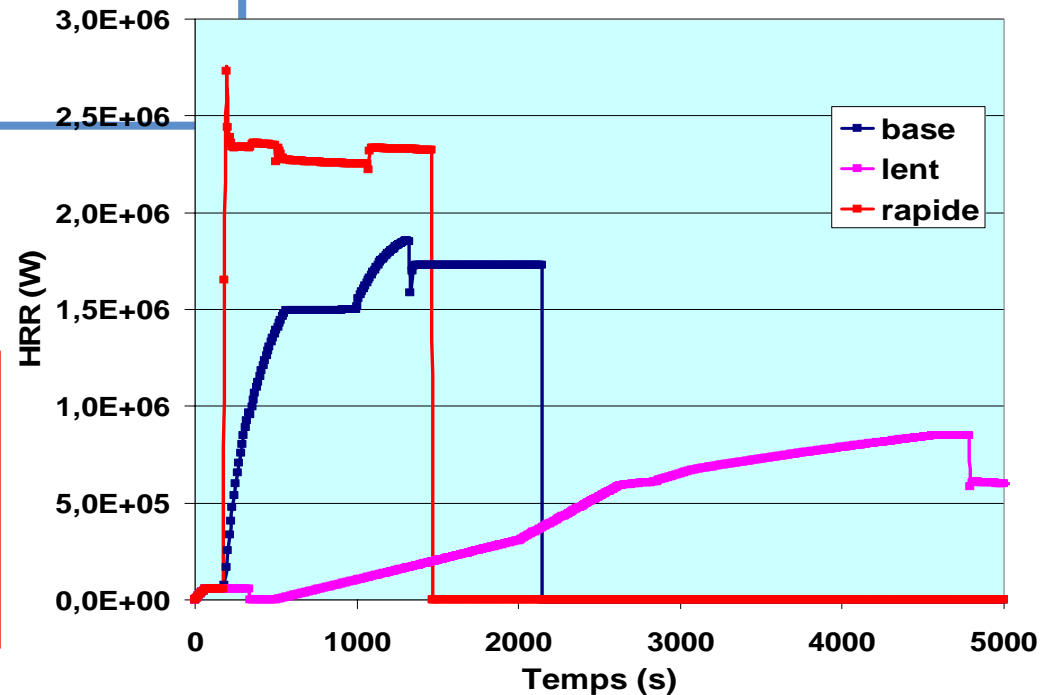
➤ Estimation du HRR :



Calcul de la puissance avec un code à zones

➤ Limitation de la pyrolyse due à la diminution d'oxygène (Peatross & Beyler, IAFSS, 1996)

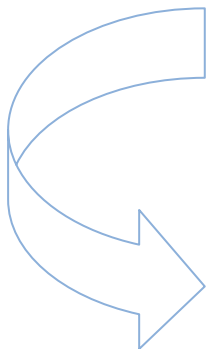
➤ Analyse de sensibilité



Maillages utilisés

- Temps réel simulé :
 - ✓ 1^{ère} phase : 2000 s
 - ✓ 2^{nde} phase : 4500 s
- Géométrie : 40 m³

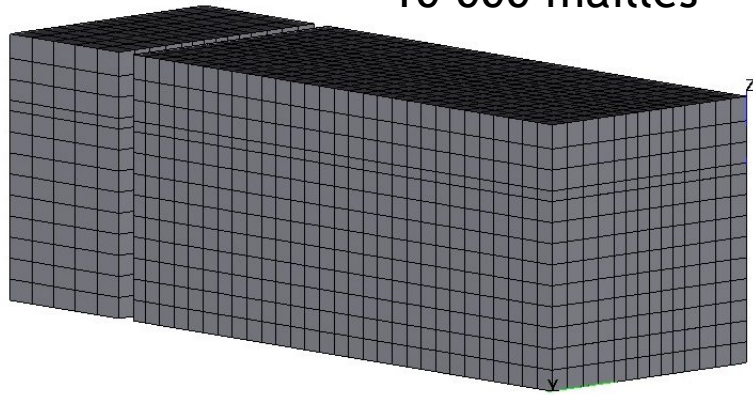
Simulations très coûteuses pour
un code à champs



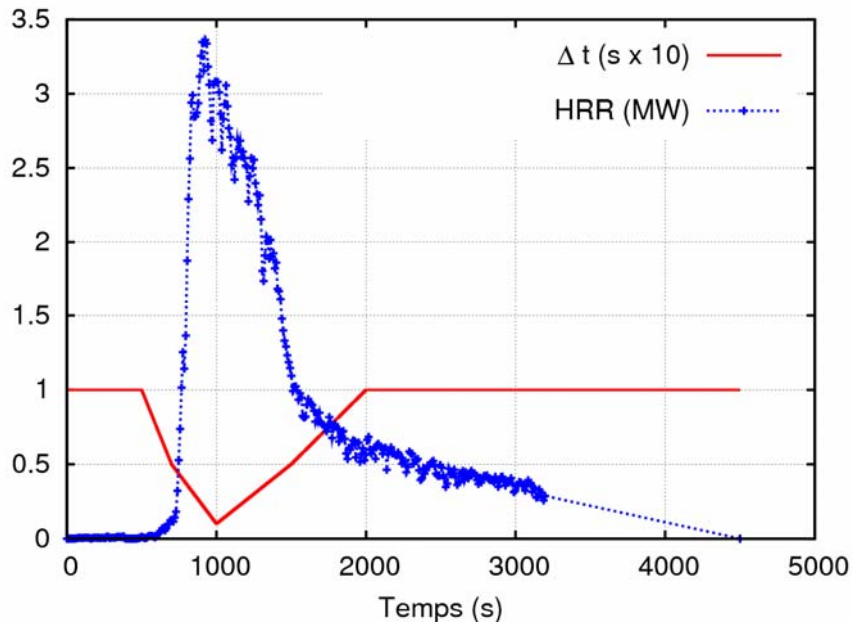
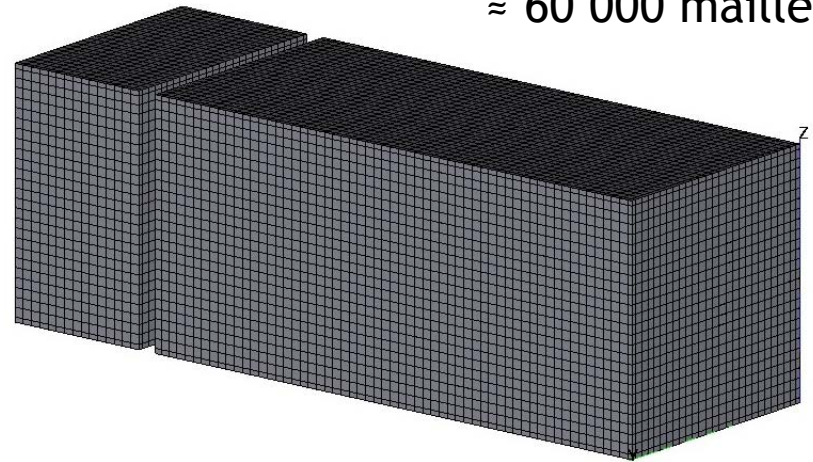
Convergence au maillage et au
pas de temps délicates

Nécessité de déterminer un maillage
et un pas de temps optimum ????

≈ 10 000 mailles



≈ 60 000 mailles



Adaptation du pas de temps en fonction du HRR

Modèles utilisés

- Modèles de turbulence :
 - ✓ RANS (k- ε standard/RNG) : adapté au problème
 - ✓ LES (Smagorinsky) : $\eta \approx 1 \text{ mm} \Rightarrow \Delta_{xyz} \approx 1 \text{ cm} \ N_{xyz} > 10^6$ mailles
 \Rightarrow « Unresolved LES » concept délicat
- Modèles de combustion :
 - ✓ EBU : pas adapté à la combustion multi foyers
 - ✓ VHS : problème de distribution de la puissance donnée
- Modèle de suies : non
- Modèle de rayonnement : P1

Conclusion

- Grande incertitude sur la donnée d'entrée : le HRR
 - ✓ nature des matériaux (combustibles non académiques, combustion mixte,...)
 - ✓ base de données non-exhaustive : NIST, SFPE, Ignition Handbook,...
 - ✓ Nécessité d'une analyse d'incertitude principalement sur la donnée d'entrée

- Incertitudes liées aux modèles
 - ✓ problèmes de convergence en temps et en espace liés aux dimensions de la géométrie et à la durée du phénomène simulé
 - ✓ modèles globaux (combustion, turbulence)