

Compréhension et modélisation des feux confinés

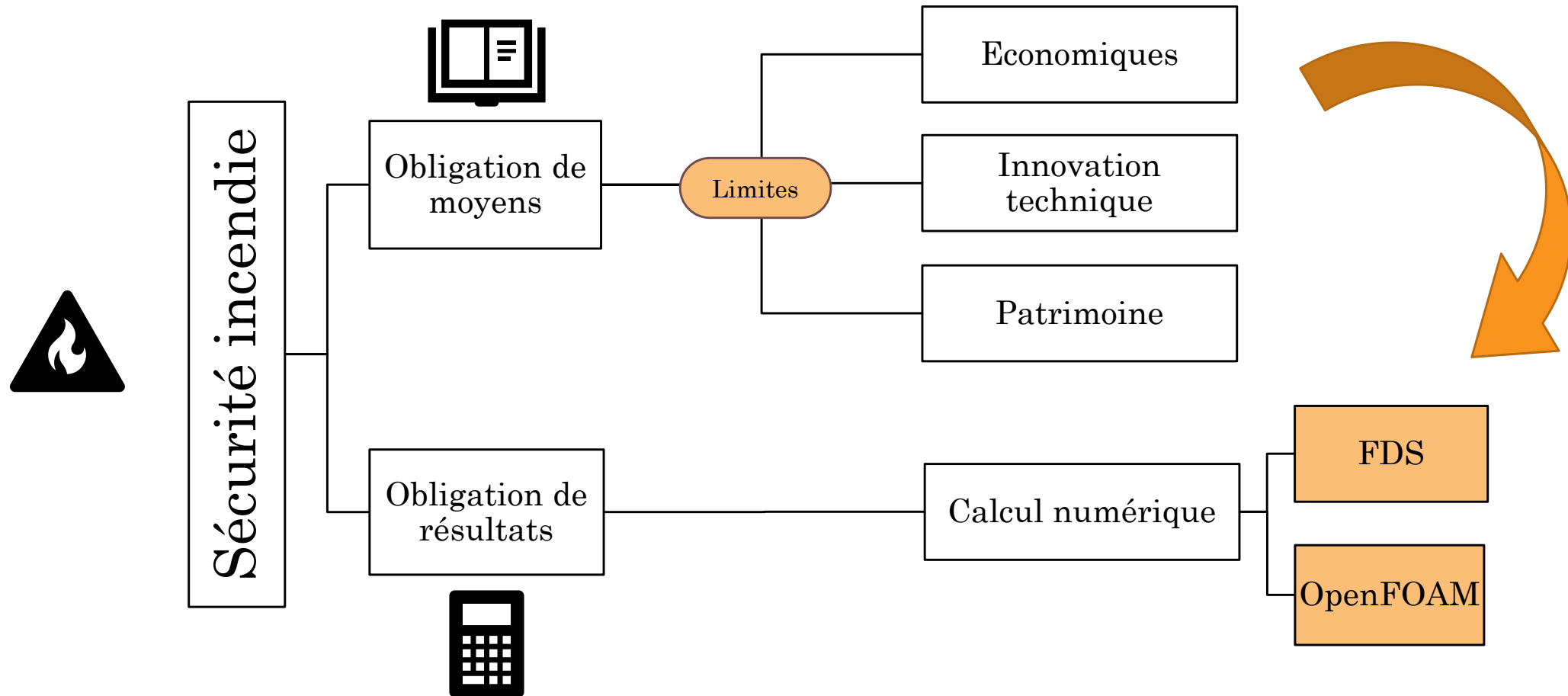
Anastasia BURDUN

Directeurs de thèse: Pascal BOULET & Rabah MEHADDI

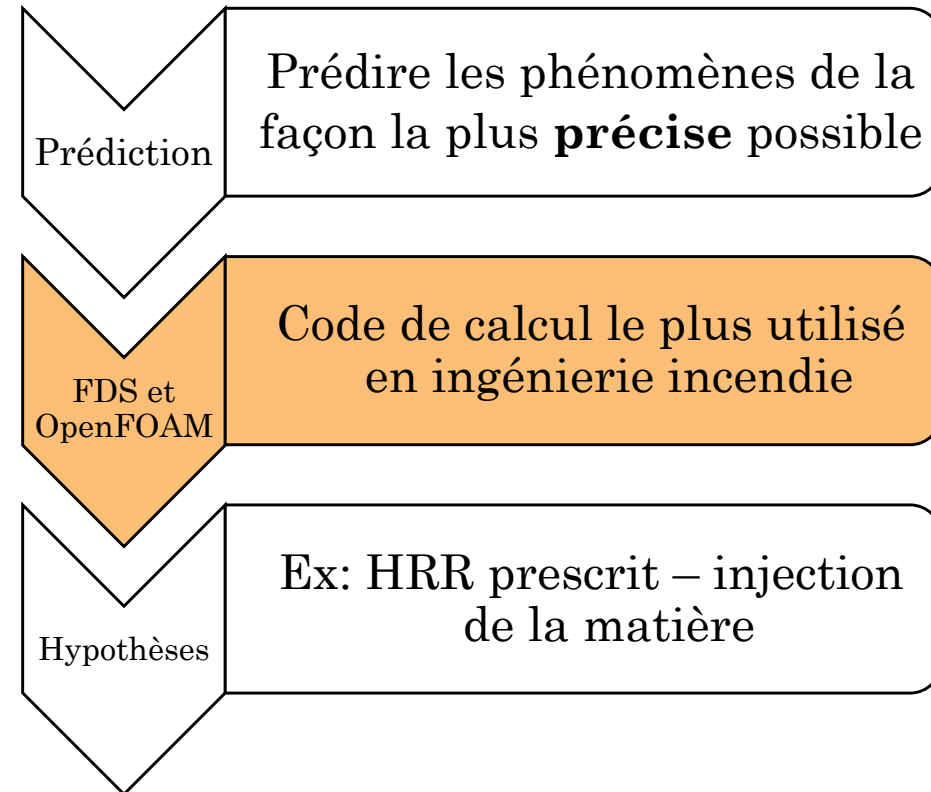
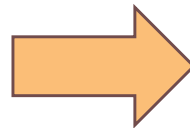
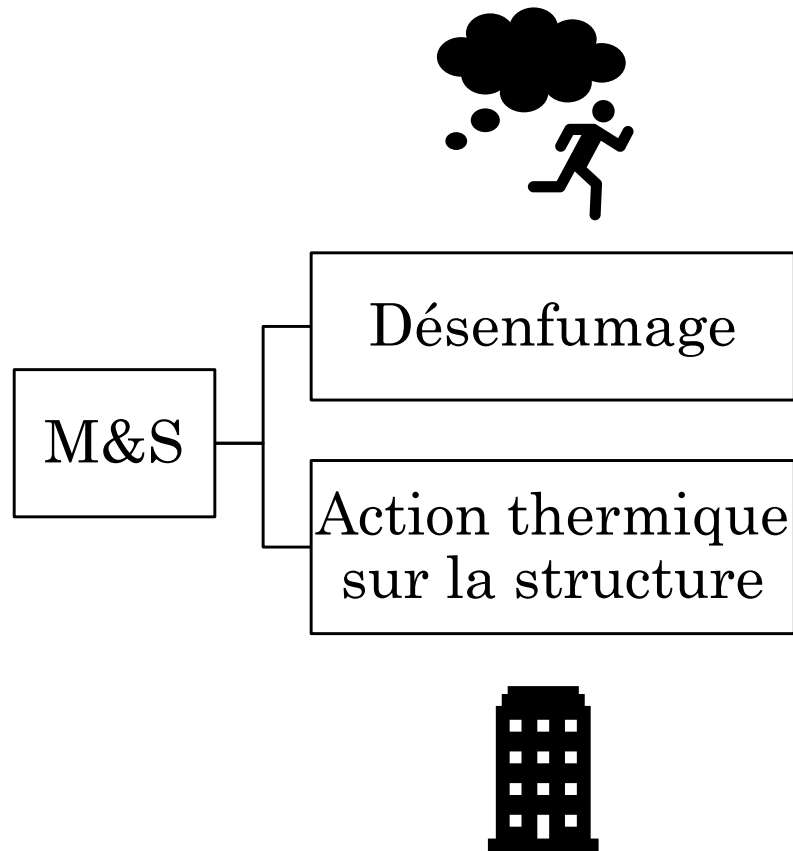
Plan

1. Contexte
2. Démarche
3. Cas d'étude
4. Résultats
 1. Etude de convergence au maillage
 2. Sensibilité aux conditions limites thermiques
 3. Influence de la fraction radiative
5. Perspectives

Contexte

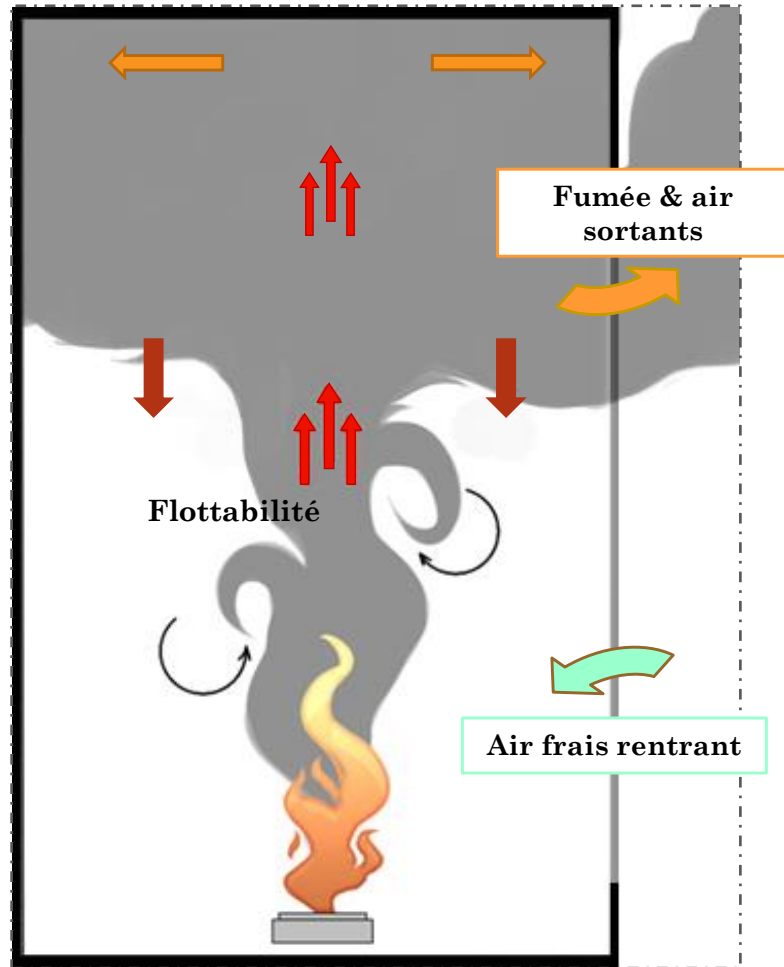


Contexte



Reproduire la physique correctement
⇒ **Comprendre les phénomènes**

Feu de compartiment



Important: trouver de l'**oxygène**
Compartiment **limite** la quantité
d' O_2 rentrant



Et si il n'y en a pas assez?
→ **Régimes du feu**

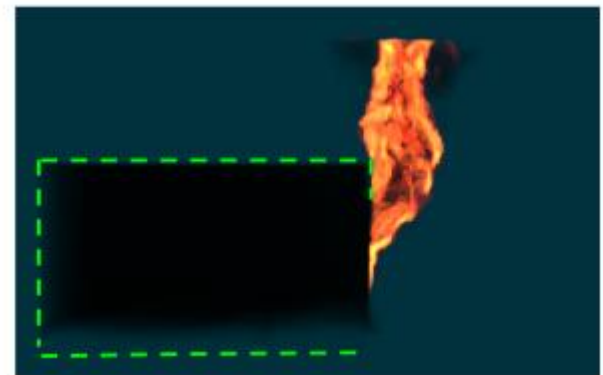
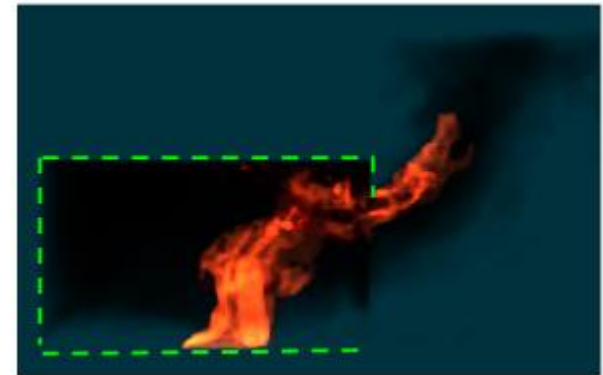
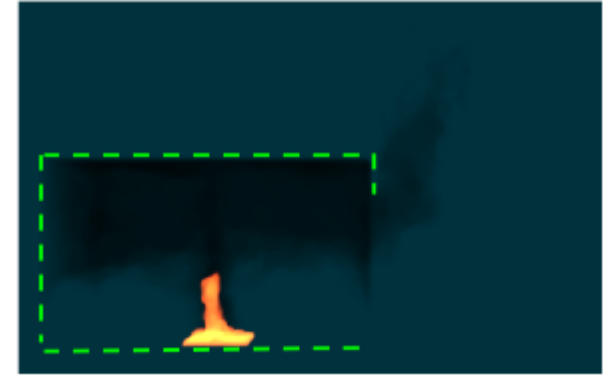
Régime bien-ventilé

- Contrôlé par le combustible
- Stratification bien définie

Régime sous-ventilé

- Contrôlé par la ventilation
- Stratification avec gradient
- Flammes à l'ouverture

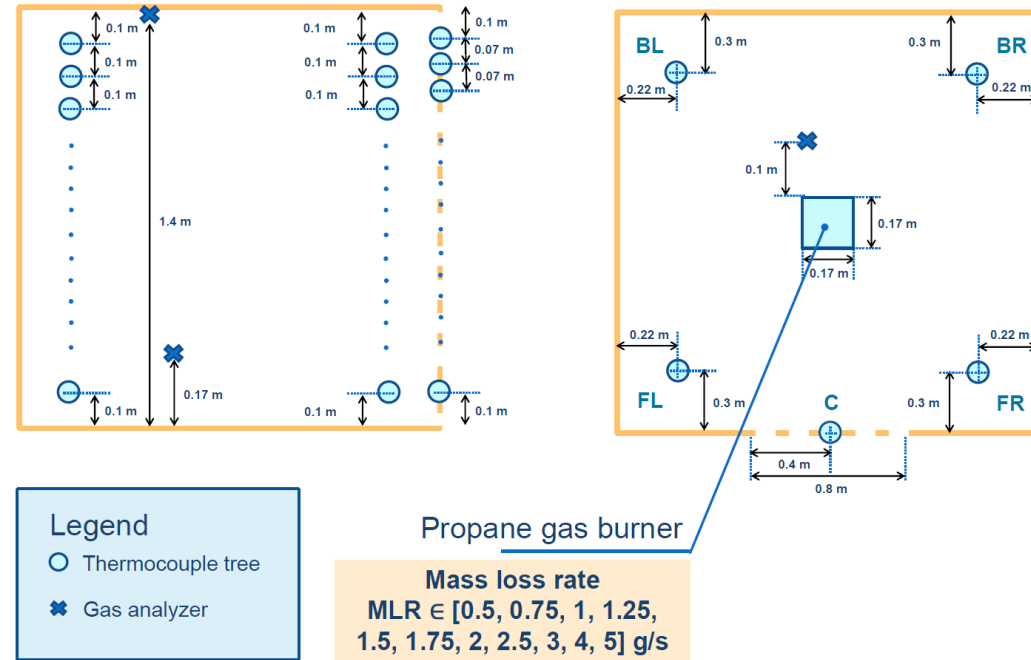
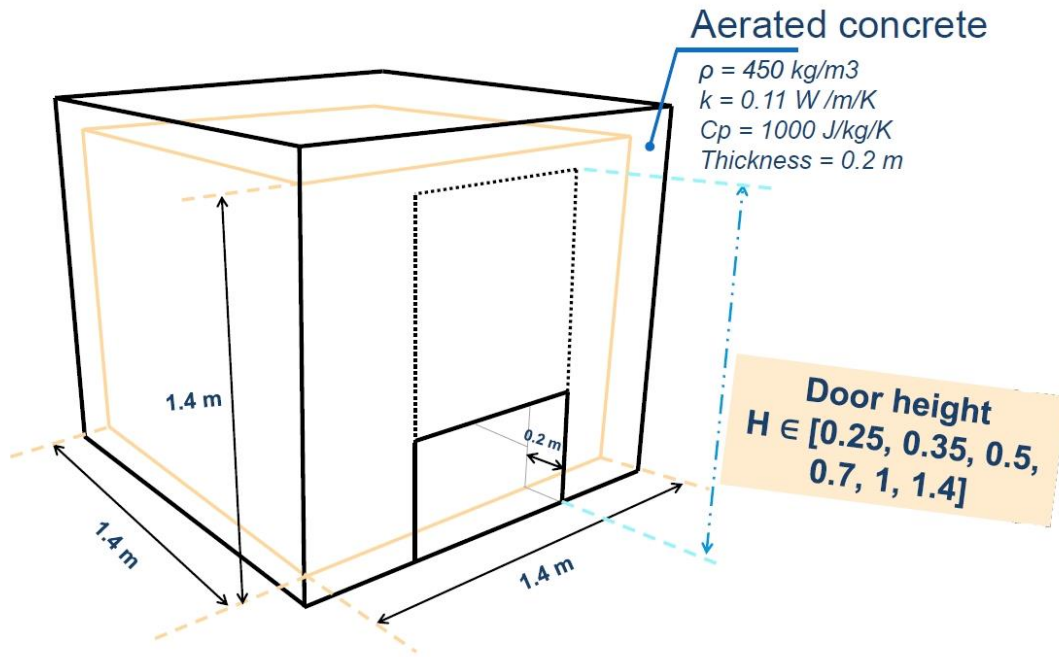
Sous-ventilé : résultats
pas fiables
Les modèles ne sont pas
bien adaptés à ce régime



Démarche

- Evaluer l'influence des différents **sous-modèles** sur...
 - ... la distribution d'énergie à l'**intérieur** et à l'**extérieur** du compartiment
 - ... ainsi que sur d'autres paramètres caractéristiques du développement du feu sous-ventilé (T, concentrations O₂, écoulements...)
- Modifier le code de calcul afin de le rendre plus adapté à des calculs en sous-ventilé, en s'appuyant sur l'étude précédente
- Evaluer sa performance

Cas d'étude



Cas d'étude

TABLE 3.2 – Classification des essais en fonction de leur régime de combustion, la couleur verte représente le régime bien-ventilé. La couleur orange montre le régime sous-ventilé avec des flammes externes. Enfin, la couleur rouge indique les essais pour lesquelles un régime oscillatoire a été observée.

\dot{m}_f (g/s)	$A\sqrt{H}$ ($m^{5/2}$)	1.3252	0.8	0.46853	0.28284	0.16565	0.1
0.5		Green	Green	Green	Green (circled)	Green	Green
0.75		Green	Green	Green	Green	Green	Red
1		Green	Green	Green	Green	Green	Red
1.25		Green	Green	Green	Green	Green	Red
1.5		Green	Green	Green	Green	Orange	Red
1.75		Green	Green	Green	Green	Orange	Red
2		Green	Green	Green	Green	Orange	Red
2.5		Green	Green	Green	Green	Orange	Red
3		Green	Green	Green	Green (circled)	Orange	Red
4		Green	Orange	Green	Green	Orange	Red
5		Orange (circled)	Orange	Green	Green	Orange	Red

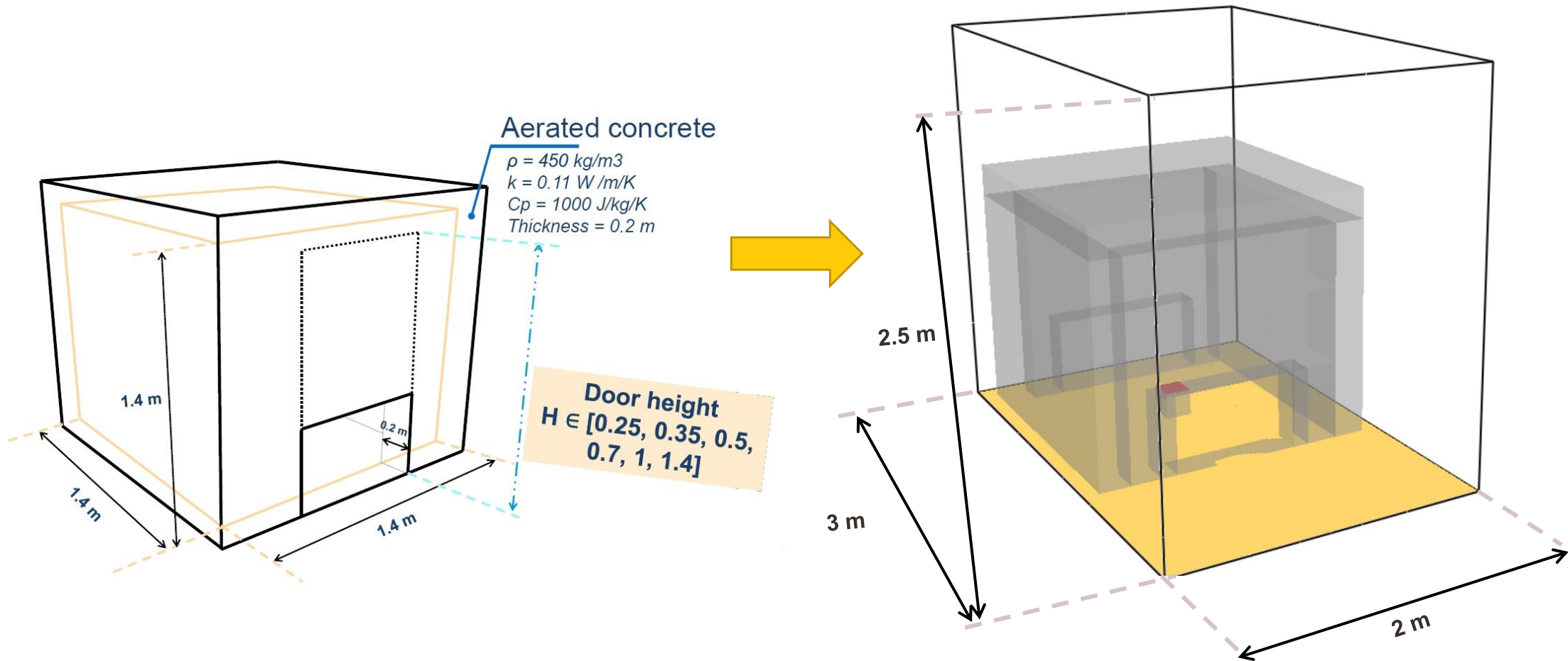
Facteur de ventilation



Taux de perte en masse choisis pour la simulation

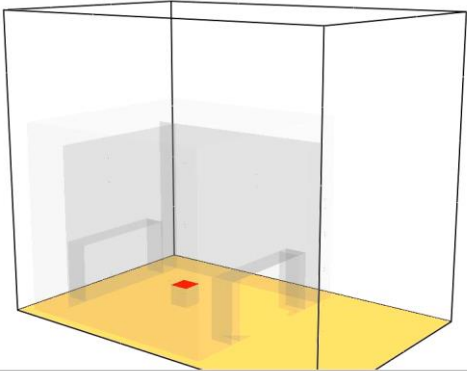
[1] B. Lafdal, 'Étude expérimentale et numérique des feux sous-ventilés', 2022.

Modèle FDS



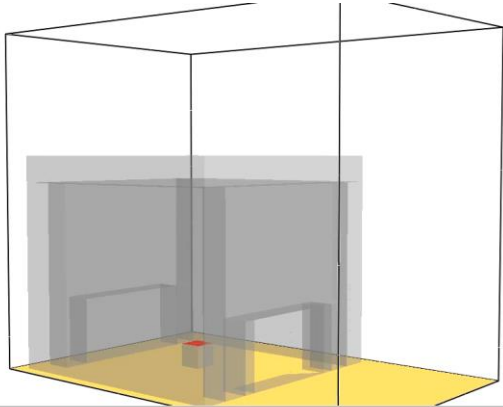
Modèle FDS

Bien-ventilé



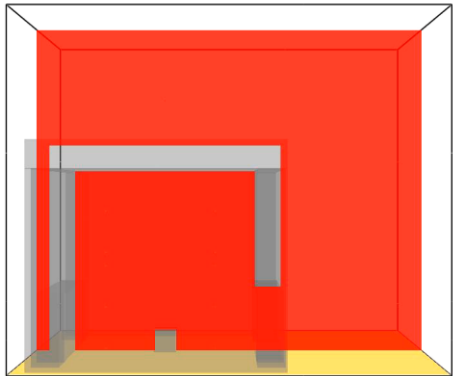
Time 0.0

Sous-ventilé

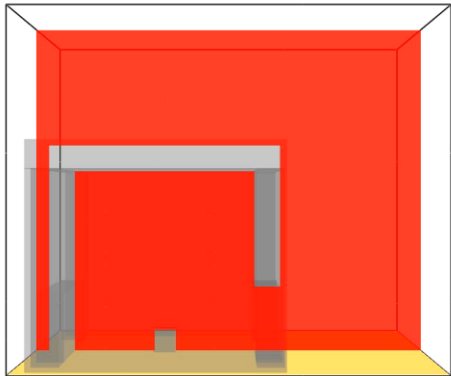


Time 0.0

HRRPUV



Concentration O2



Time 0.0

Time 0.0

Simulations

	Parois inertes	Parois à propriétés thermiques	Parois adiabatiques	Sensibilité au maillage		Calcul de la fraction radiative par FDS
				Grossier	Fin	
<ul style="list-style-type: none"> • H = 0.5m • MLR = 0.5 g/s • Bien-ventilé 	✓	✓	✓	✓	🕒	✓
<ul style="list-style-type: none"> • H = 0.5m • MLR = 3 g/s • Sous-ventilé 	✓	✓	✓	✓	🕒	✓
<ul style="list-style-type: none"> • H = 1.4m • MLR = 5 g/s • Sous-ventilé 	✓	✓	🕒			
<ul style="list-style-type: none"> • H = 1m • MLR = 1 g/s • Bien-ventilé 	🕒	🕒	🕒			

✓ Aboutie

🕒 En cours/en attente sur le serveur



Etude de convergence au maillage

Etude de convergence au maillage

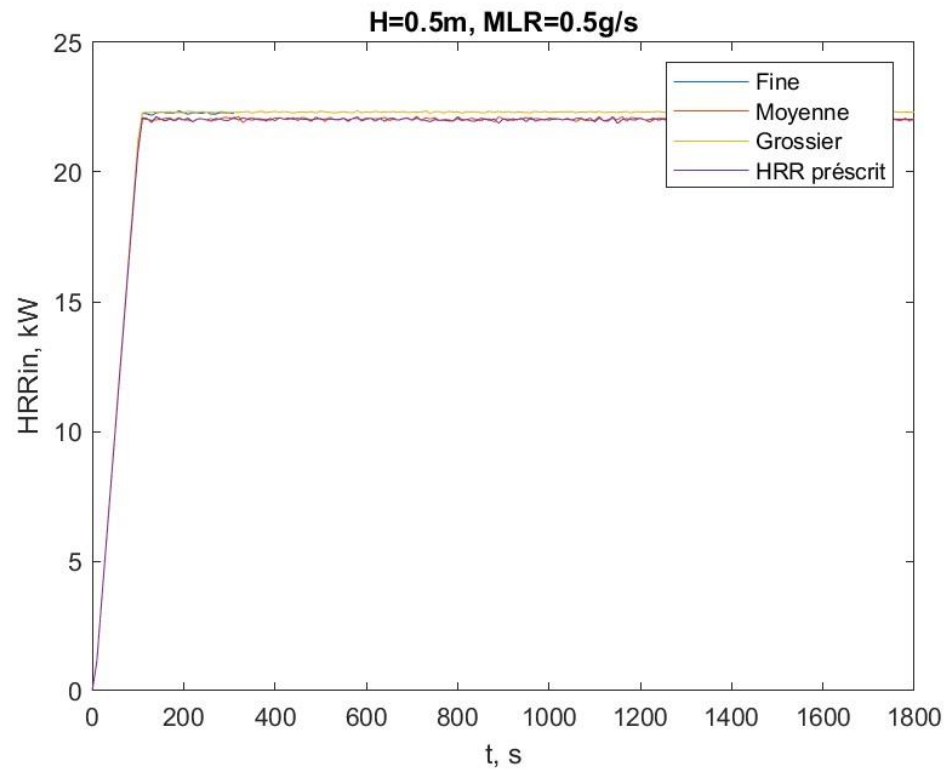
User's Guide FDS: $D^* = \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_\infty c_p T_\infty \sqrt{g}} \right)^{2/5} \in [0.2; 0.6]$, avec $\frac{D^*}{\delta x} \in [0.1 \dots 1]$ $\Rightarrow \delta x \sim 2cm$

Trois maillages:

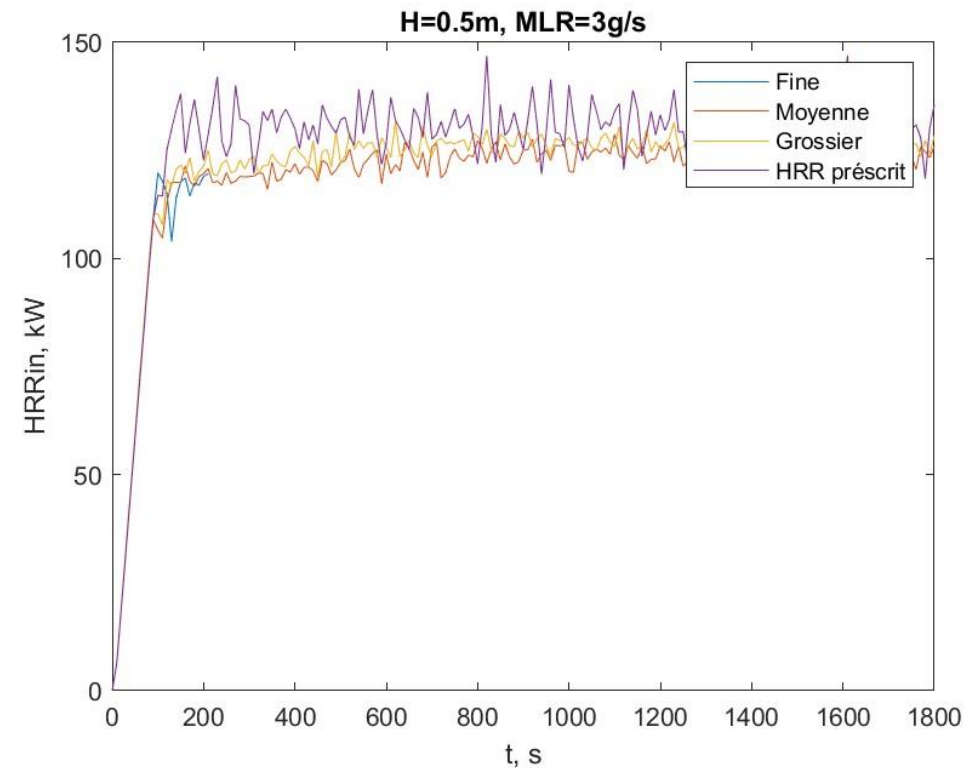
- **Grossier** : mailles 2 cm partout
- « **Moyen** » : mailles 2 cm partout **sauf** autour du brûleur 1 cm
- **Fin** : mailles 1 cm partout

Etude de convergence au maillage

Bien-ventilé



Sous-ventilé



Sensibilité aux conditions limites

Conditions limites

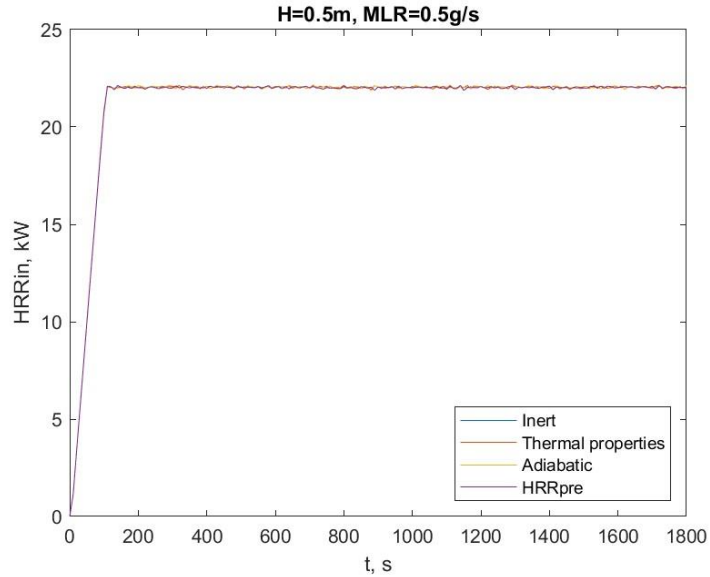
- Parois inertes (option par défaut)
- Parois à propriétés thermiques →
- Parois adiabatiques

Béton cellulaire

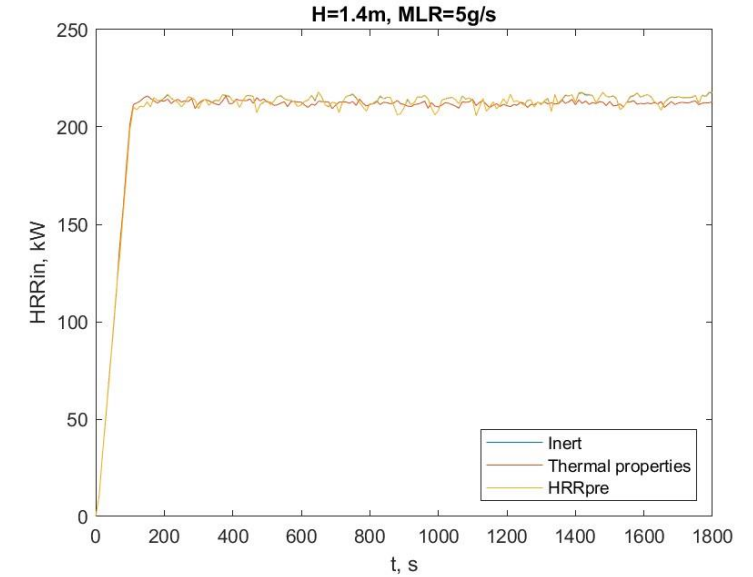
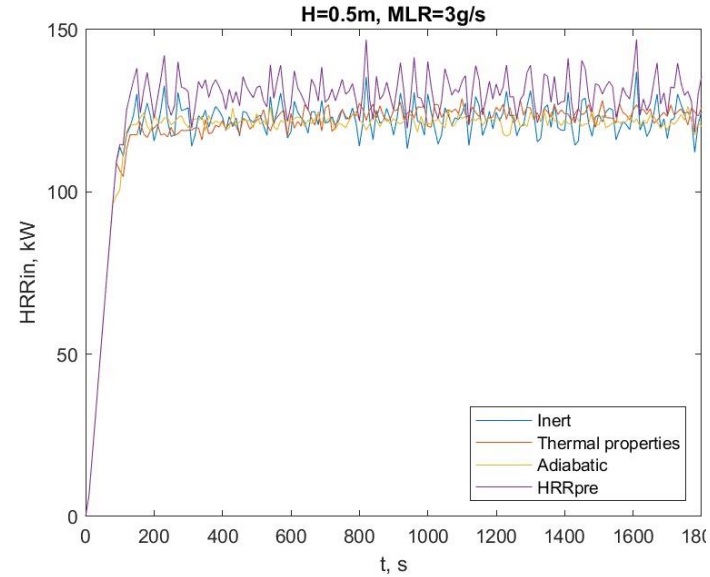
$\rho = 450 \text{ kg/m}^3$
 $k = 0.11 \text{ W /m/K}$
 $C_p = 1000 \text{ J/kg/K}$
Thickness = 0.2 m

Sensibilité aux conditions limites

Bien-ventilé

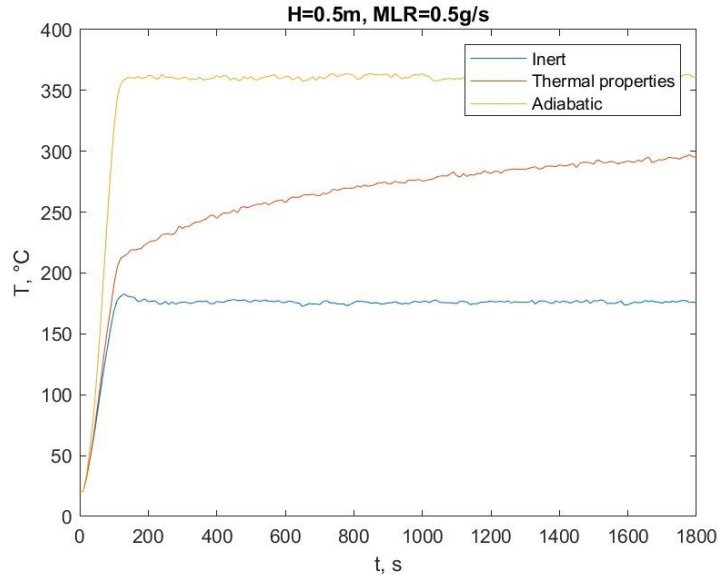


Sous-ventilé

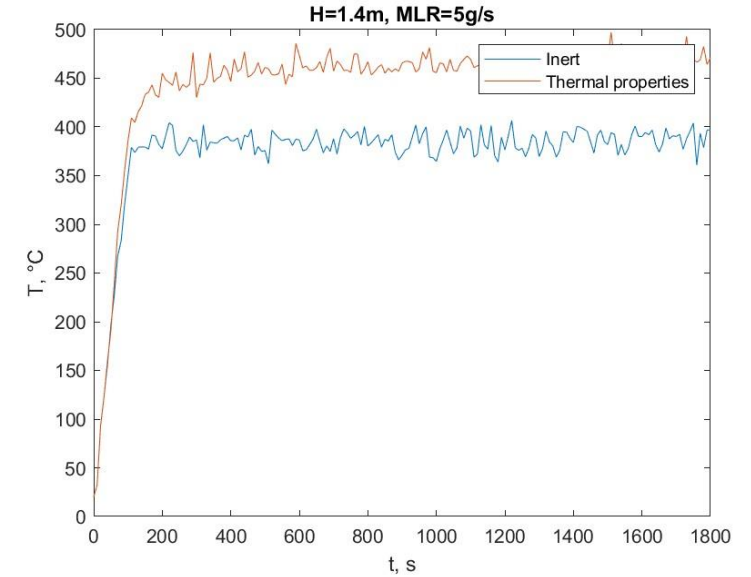
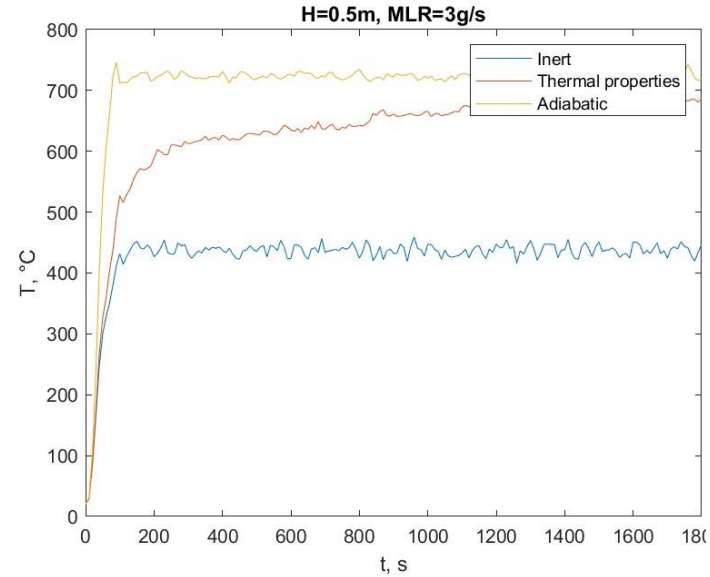


Sensibilité aux conditions limites

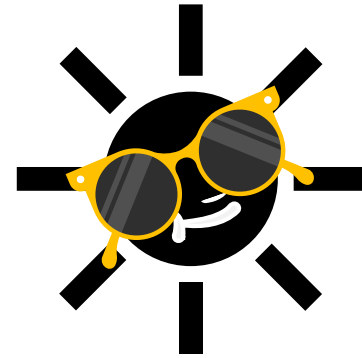
Bien-ventilé



Sous-ventilé



Influence de la fraction radiative



Influence de la fraction radiative

χ_{rad}



Dimensions de la flamme

Température de la flamme

Composition chimique du
combustible et des produits

**Nécessite un maillage fin
de la flamme**

Influence de la fraction radiative

FDS:

χ_{rad}



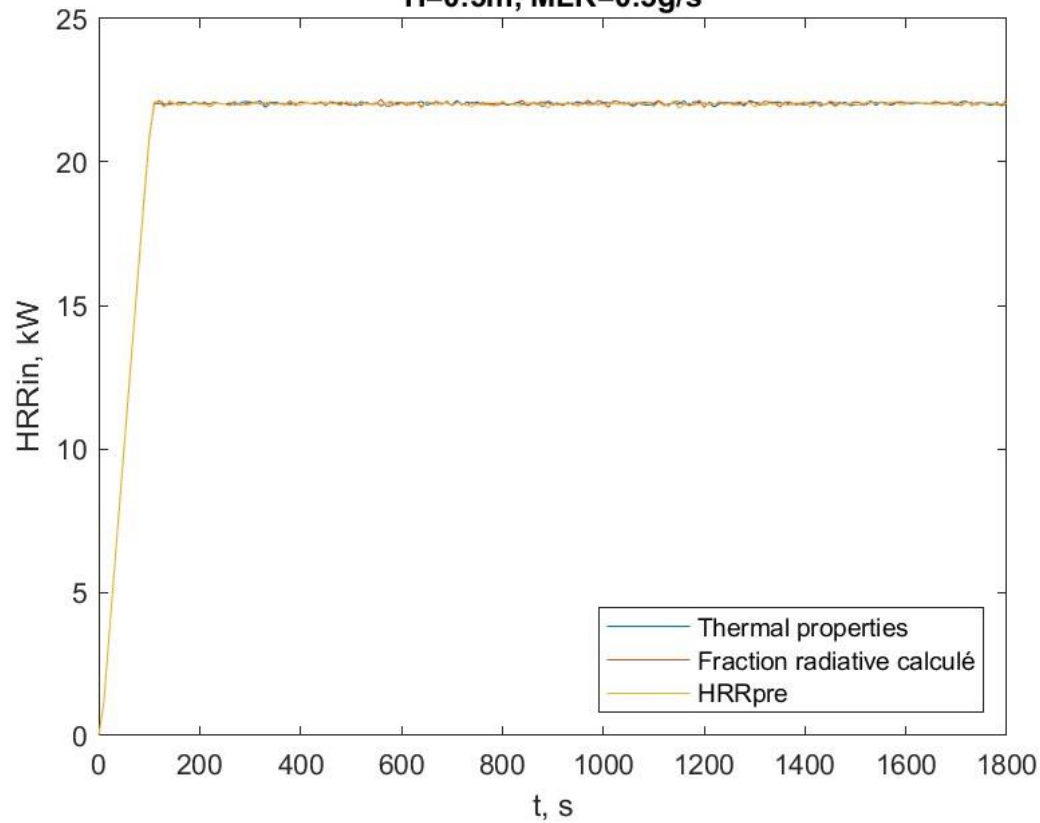
Constante,
propre au fuel

Calculée
(nécessite maillage fin)

Influence de la fraction radiative

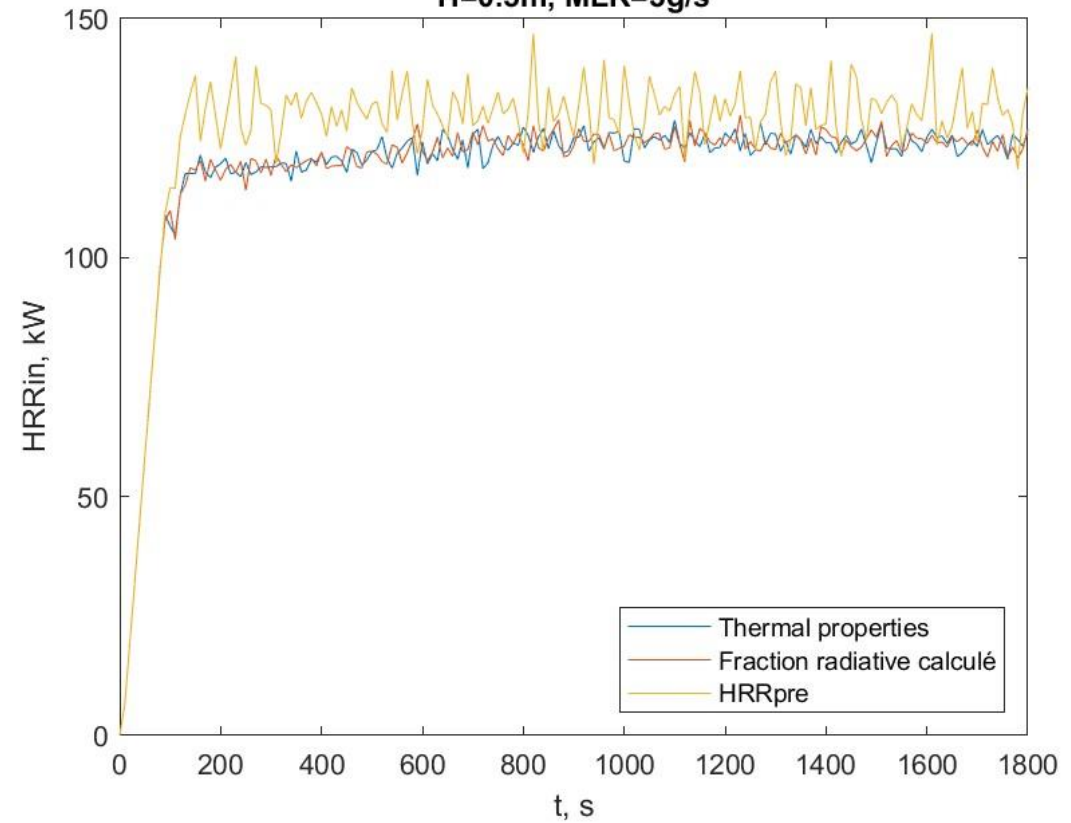
Bien-ventilé

H=0.5m, MLR=0.5g/s



Sous-ventilé

H=0.5m, MLR=3g/s

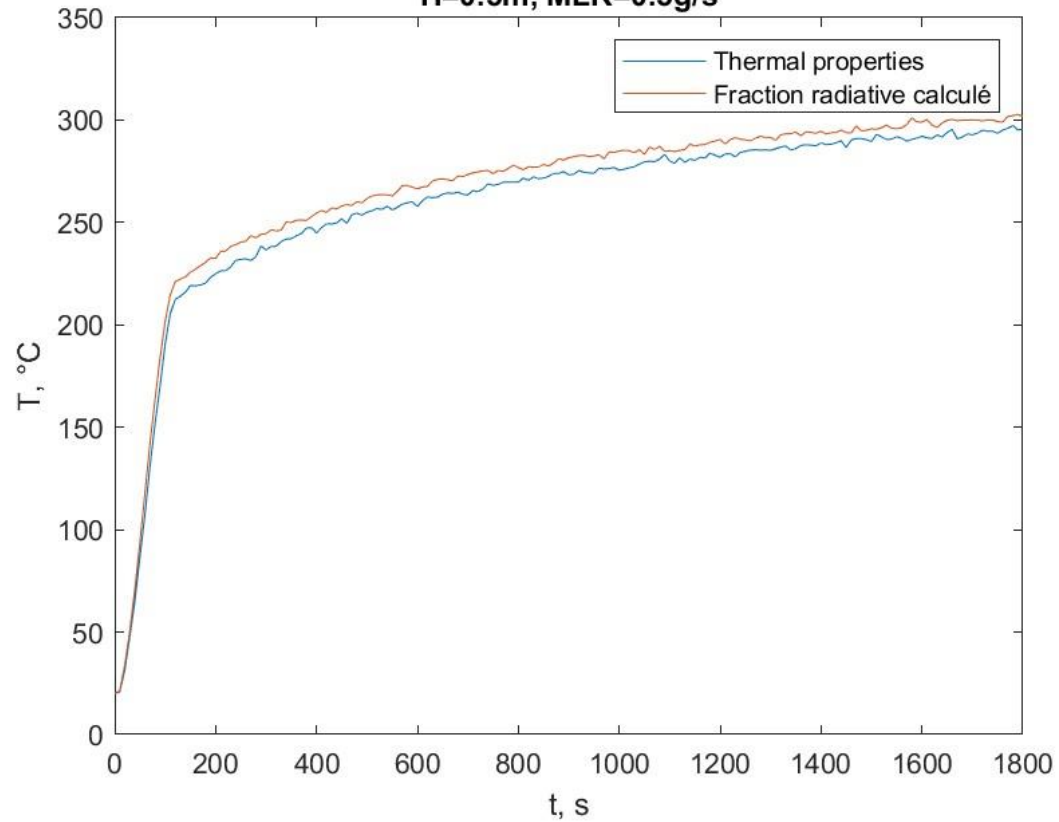


Calcul réalisé avec parois à propriétés thermiques

Influence de la fraction radiative

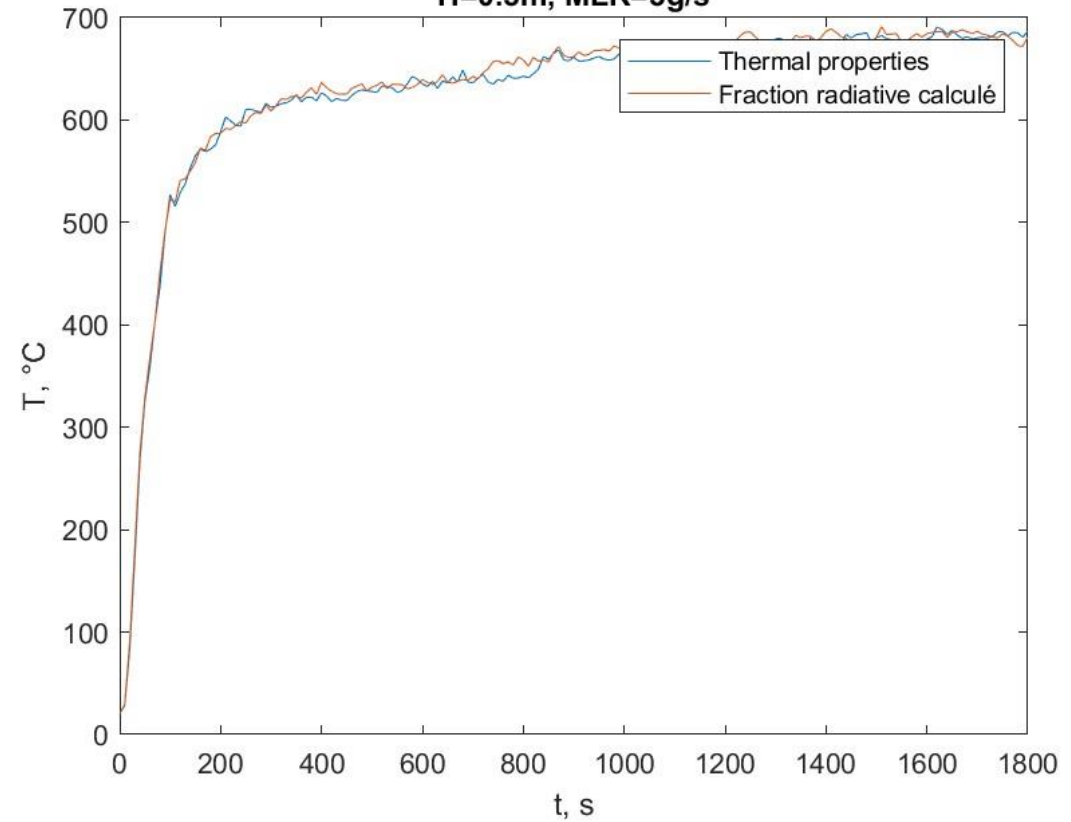
Bien-ventilé

H=0.5m, MLR=0.5g/s



Sous-ventilé

H=0.5m, MLR=3g/s



Calcul réalisé avec parois à propriétés thermiques

Perspectives

Perspectives

- Continuer d'exploiter les résultats de simulations (données vitesse, T, concentrations des gaz)
- Comparaison avec les données **expérimentales**
- Evaluation de l'influence du modèle **d'extinction & ré-inflammation** (ex. rôle de *Auto-ignition temperature*)

Merci pour votre
attention