

ÉTUDE DES RÉGIMES DE COMBUSTION D'UNE SOURCE INCENDIE SITUÉE EN PARTIE HAUTE D'UN LOCAL

Emeline GEORGES

Co-directeurs de thèse :

Hugues PRETREL IRSN

Olivier VAUQUELIN IUSTI

29^{èmes} journées du GDR Feux – 01 et 02 Juillet 2021



Introduction

CONTEXTE

- **Risque incendie** = évaluer le risque via des outils de calculs
- Installations **nucléaires** : scénario d'un **milieu clos et mécaniquement ventilé**
- Influence du **milieu environnant** (appauvrissement en oxygène, température élevée) sur la **combustion**
→ **Combustion = $f(O_2, T)$**

MOTIVATIONS

- Amélioration des **connaissances** sur les foyers en hauteur
- Évaluer les **performances** des outils de prédiction à disposition dans le cadre d'une sous-oxygénation et de hautes températures

SUJET : ÉTUDIER L'INFLUENCE DU MILIEU ENVIRONNANT PAUVRE EN OXYGÈNE ET AVEC DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES SUR UN FOYER D'INCENDIE



Stratégie : Application à un scénario de référence, un foyer surélevé dans un local ventilé (ex : chemins de câbles en partie haute d'un local)



Essai en hauteur durant la campagne PRISME

Étude des régimes de combustion d'une source incendie située en partie haute d'un local

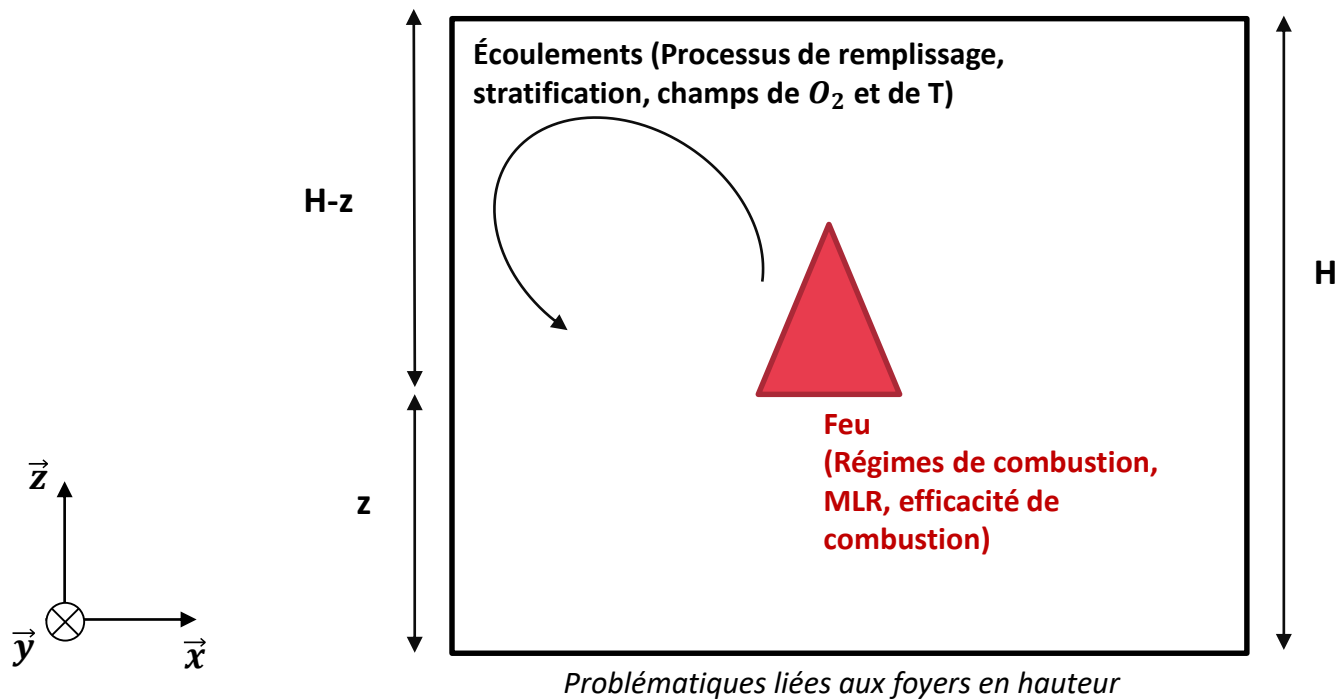
■ Sommaire

- I. Revue de la littérature : les foyers en hauteur
 - II. Approche expérimentale
 - III. Effets de l'élévation : premiers résultats
- Conclusion et perspectives

Quels sont les effets de l'élévation sur le foyer ?

I. Revue de la littérature : les foyers en hauteur

Introduction

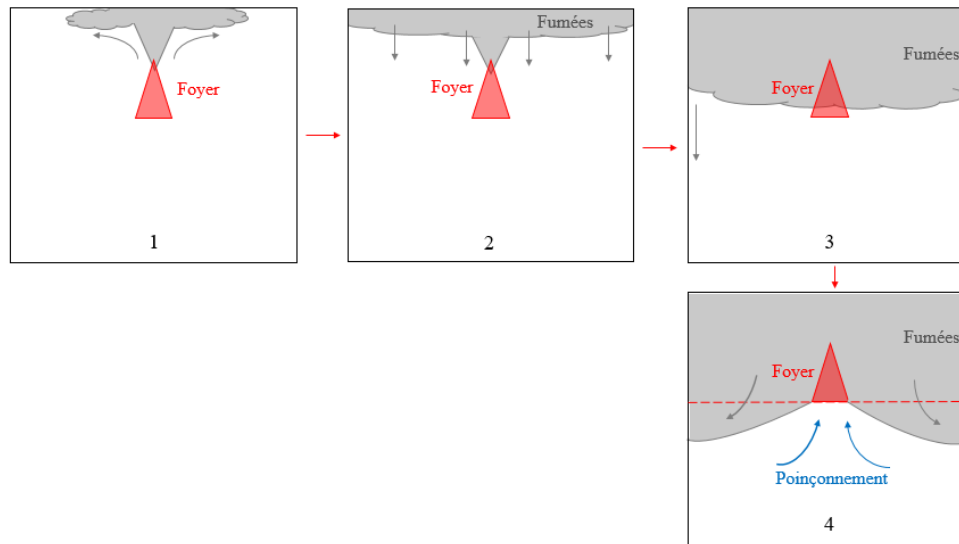


I. Revue de la littérature : les foyers en hauteur

■ Conclusions majeures

L'élévation du foyer influence :

- Le **processus de remplissage** → Mécanisme et stratification différents par rapport à la configuration au sol

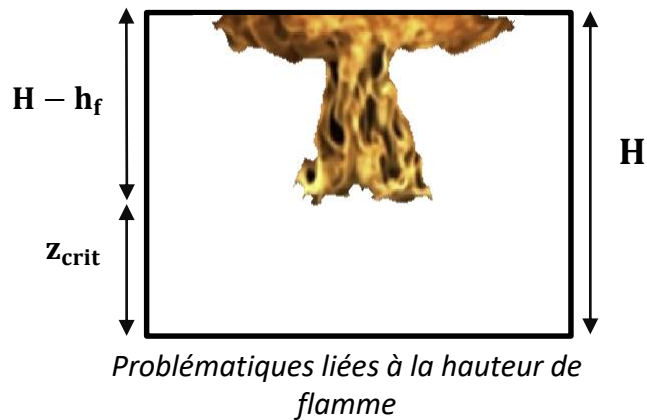


I. Revue de la littérature : les foyers en hauteur

■ Conclusions majeures

L'élévation du foyer influence :

- Le **processus de remplissage** → Mécanisme et stratification différents par rapport à la configuration au sol
- Les **régimes de combustion** → Des régimes particuliers apparaissent

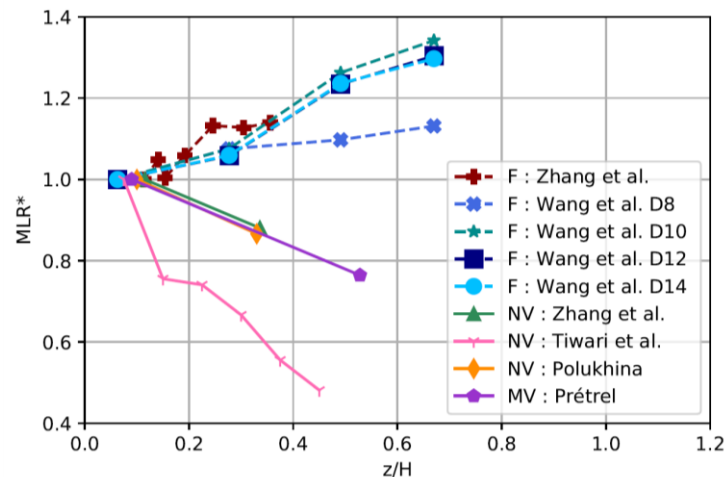


I. Revue de la littérature : les foyers en hauteur

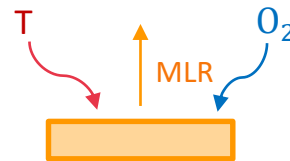
Conclusions majeures

L'élévation du foyer influence :

- Le **processus de remplissage** → Mécanisme et stratification différents par rapport à la configuration au sol
- Les **régimes de combustion** → Des régimes particuliers apparaissent
- Le **MLR** → tendances opposées observées selon la configuration



MLR* en fonction de la hauteur adimensionnelle



Le MLR est une fonction du milieu environnant

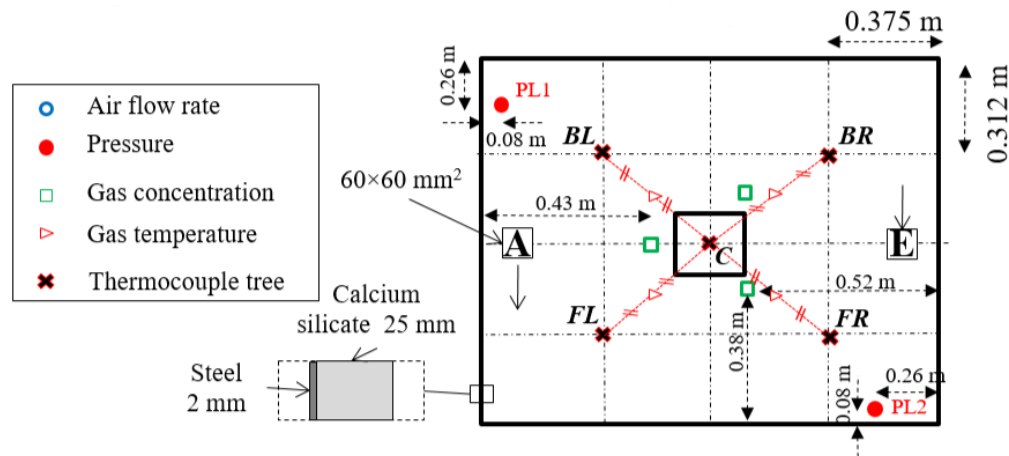
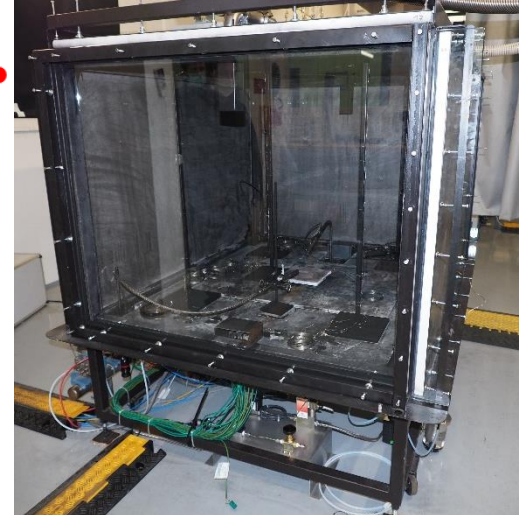
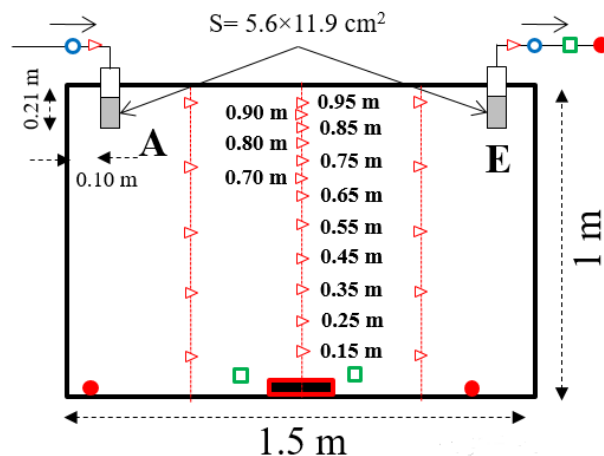
II. Approche expérimentale

Dispositif à échelle réduite NYX

Échelle ¼ d'une des salles de DIVA

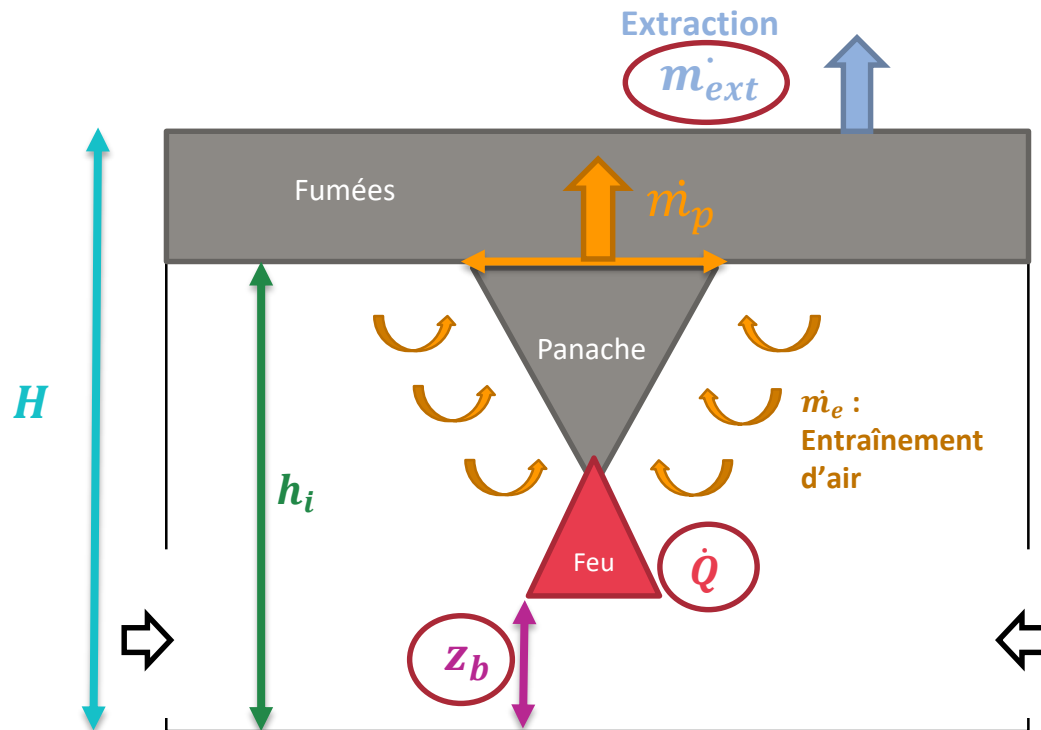
Mesures :

- **Masse**
- **Température :**
 - 5 mâts de TC : 4 latéraux, 1 centré sur la flamme
 - TC à l'extraction et à l'admission
- **Concentrations :**
 - CO, CO₂, O₂ au sol et à l'extraction
- **Pressions :**
 - Dans l'enceinte et à l'extraction
- **Débits :**
 - À l'admission et à l'extraction
- **Visualisation :**
 - Plan laser
 - Caméra + endoscope



III. Effets de l'élévation sur le comportement du foyer

Principe



À l'état stationnaire : $\dot{m}_p = \dot{m}_{ext}$

III. Effets de l'élévation sur le comportement du foyer

Campagne expérimentale

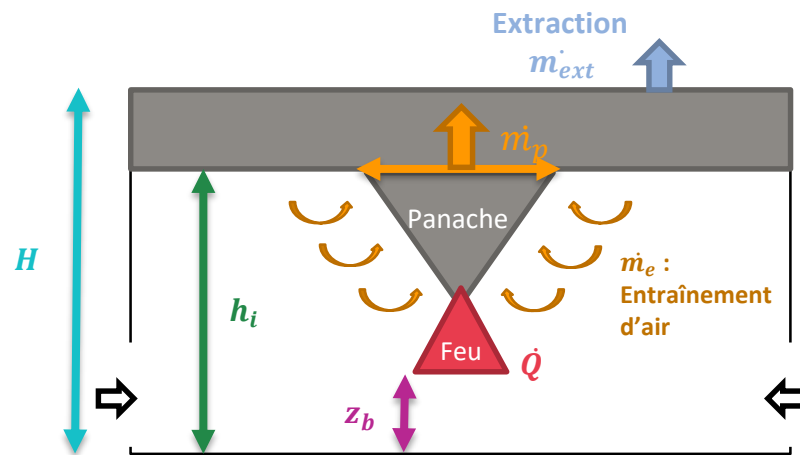
- Essais réalisés en configuration avec **extraction mécanique** et **admission naturelle**
- Bac de diamètre intérieur de **9 cm** (Q)
- **Dodécane**
- Débit d'extraction : $\dot{m}_{ext} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$
- 5 positions verticales : $z_b \in [6,3 ; 20 ; 38,5 ; 60,5 ; 79,5] \text{ cm}$, respectivement $z_b/H \in [0,07 ; 0,21 ; 0,39 ; 0,62 ; 0,82]$
- Mesure de la **hauteur de l'interface de fumées** (h_i) à débit d'extraction donné (\dot{m}_{ext}) + observation du processus de remplissage en montant le foyer
- Nappe laser + vidéo + thermocouples + débitmètres + balance



$z_b = 20 \text{ cm}$

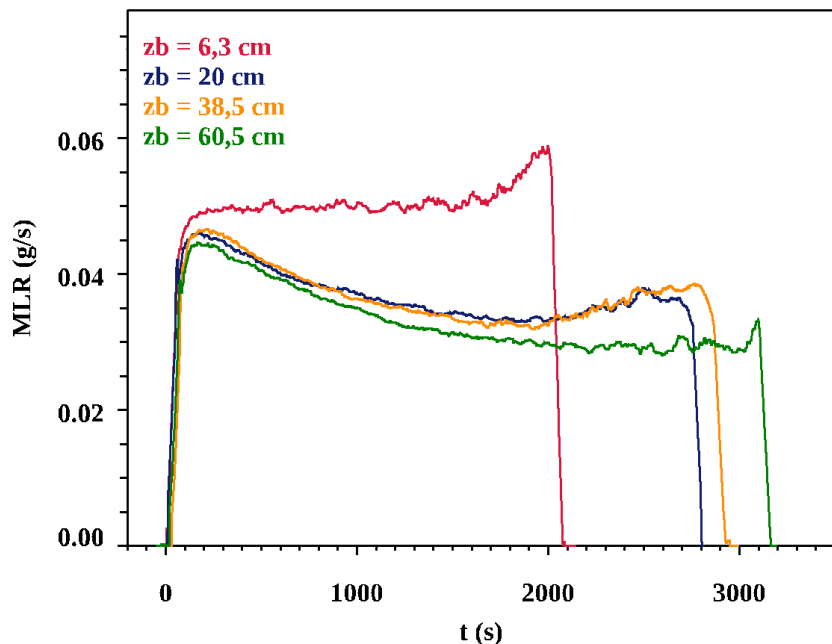


NYX dans sa configuration naturellement ventilée

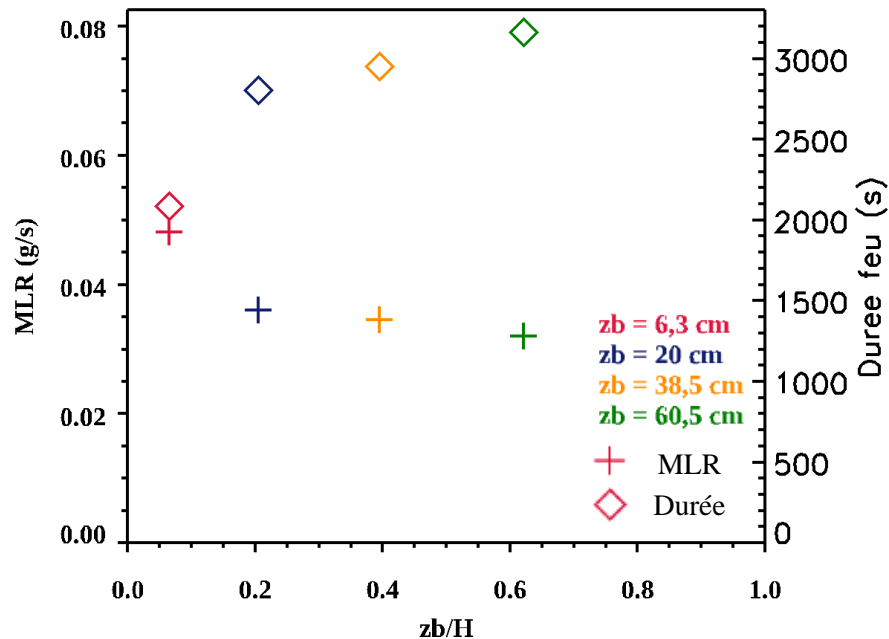


III. Effets de l'élévation : premiers résultats

Le MLR



MLR en fonction du temps pour différentes hauteurs



MLR moyen et durée du feu en fonction de la hauteur du bac adimensionnée

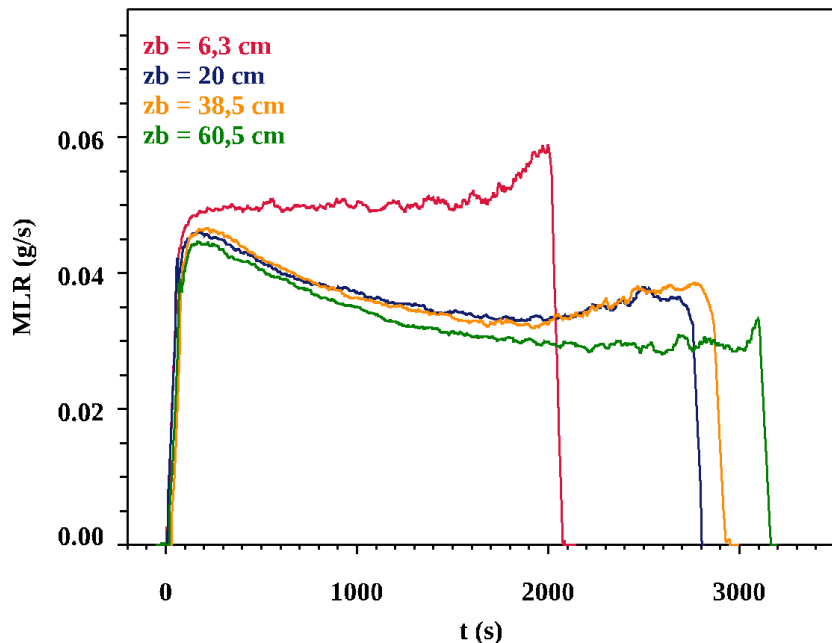


Diminution du MLR avec l'élévation : on retrouve une des tendances observées dans la littérature

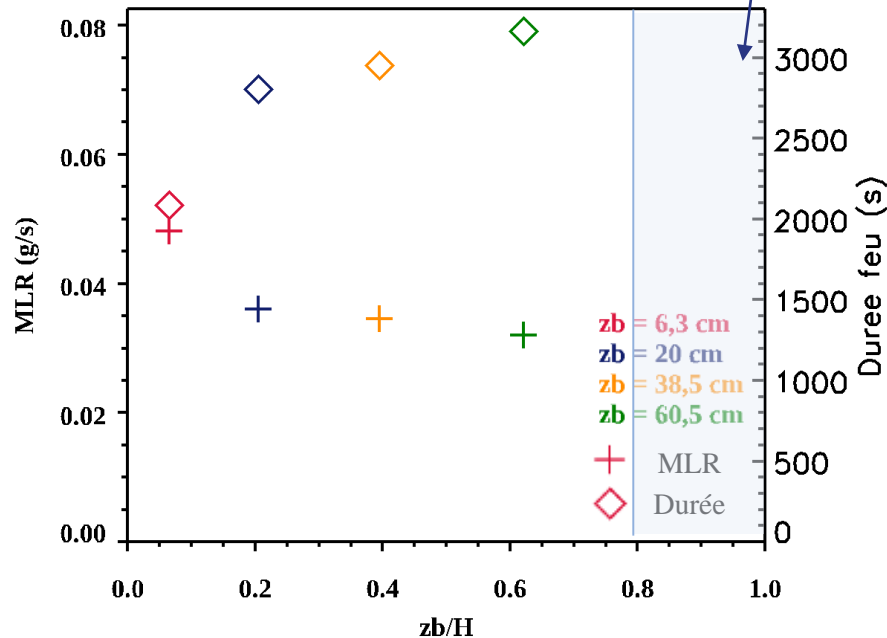
III. Effets de l'élévation : premiers résultats

Zone où la flamme devrait impacter le plafond

Le MLR



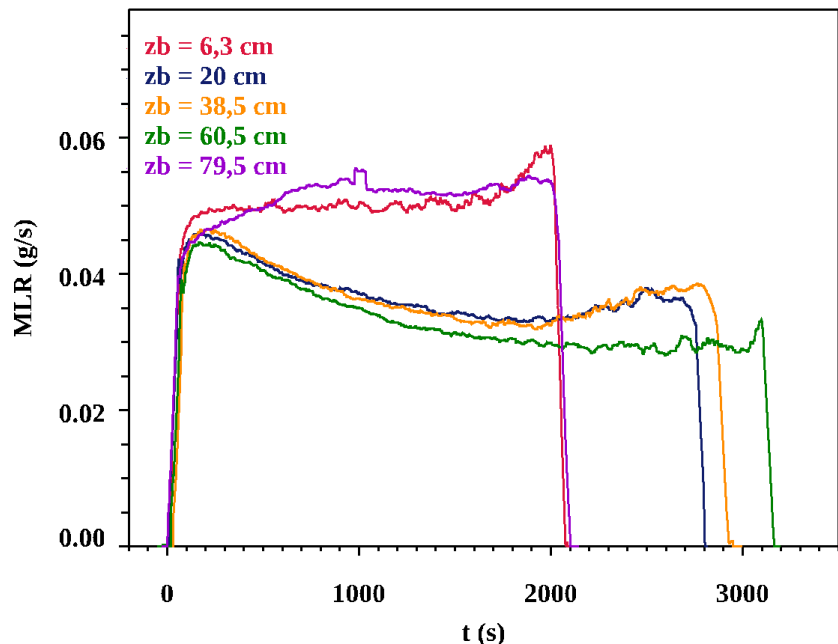
MLR en fonction du temps pour différentes hauteurs



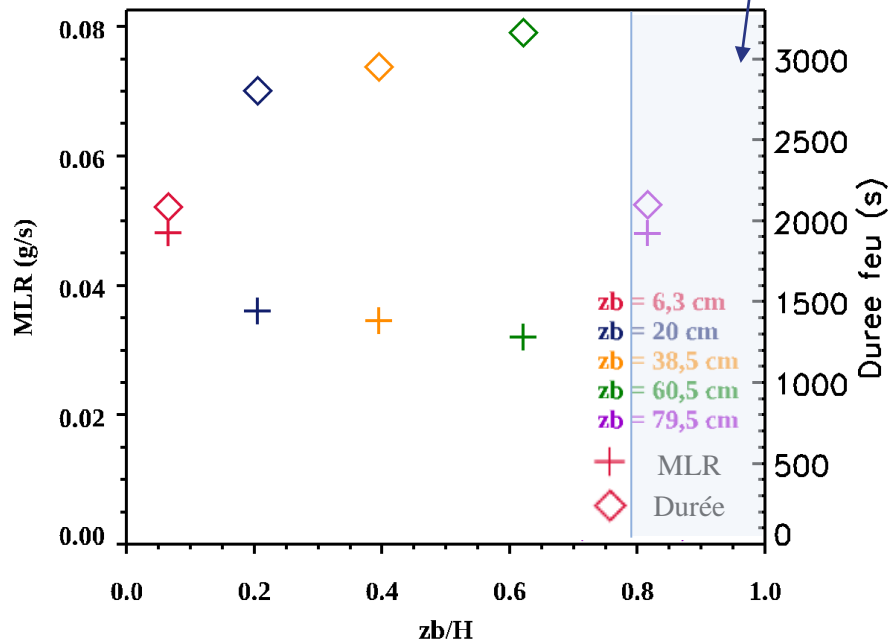
MLR moyen et durée du feu en fonction de la hauteur du bac adimensionnée

III. Effets de l'élévation : premiers résultats

Le MLR



MLR en fonction du temps pour différentes hauteurs



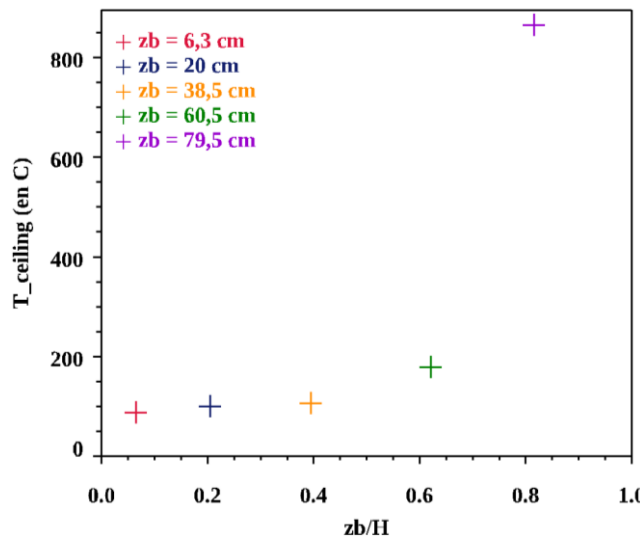
MLR moyen en fonction de la hauteur du bac adimensionnée



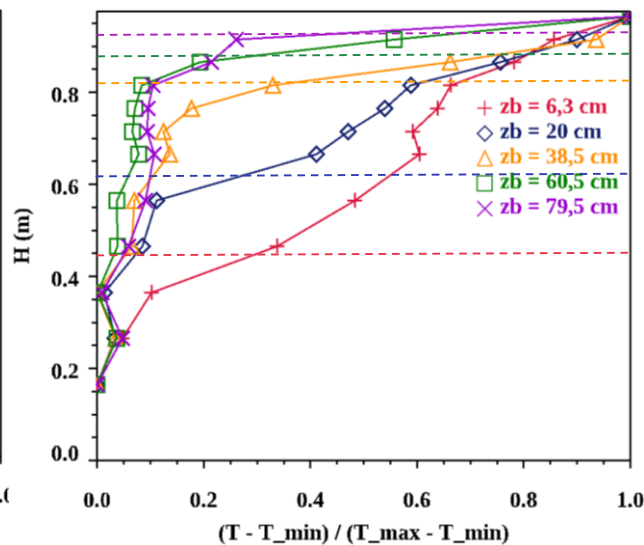
Inversion de la tendance lorsque la flamme impacte continuellement le plafond

III. Effets de l'élévation : premiers résultats

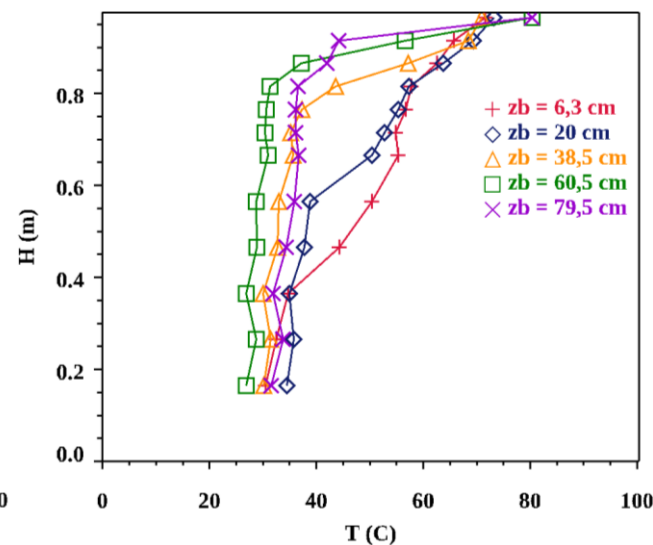
La thermique



Température du plafond dans l'axe de la flamme



Profils verticaux de températures adimensionnés pour différentes élévations



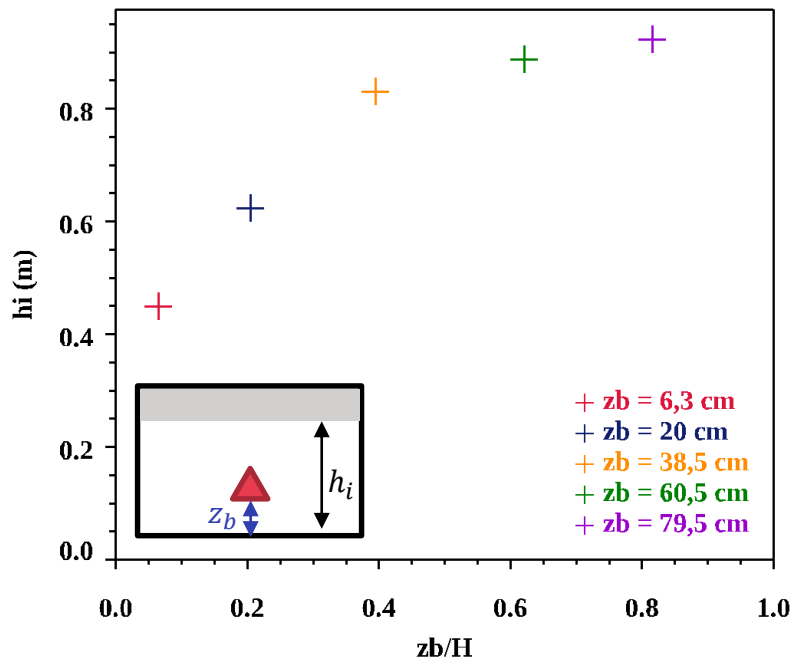
Profils verticaux de températures pour différentes élévations



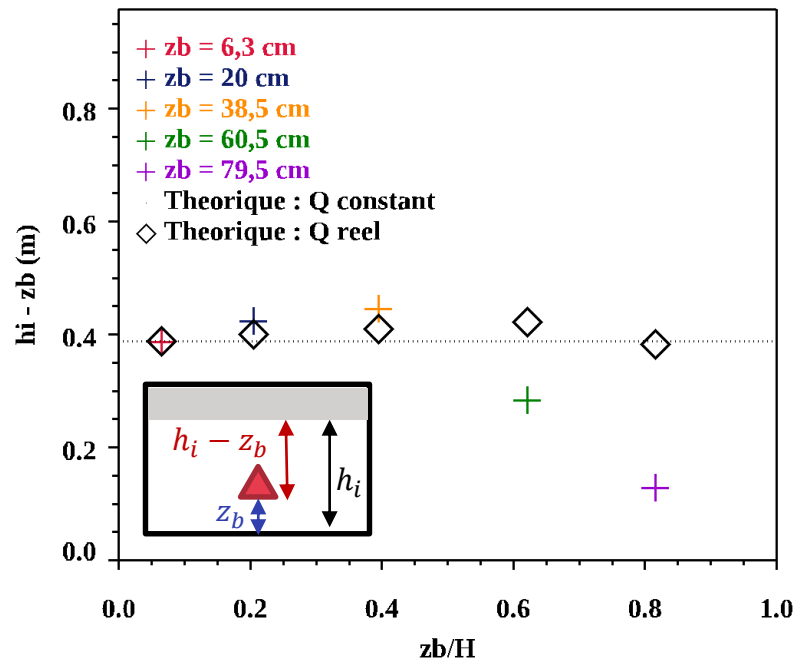
Plus le foyer est haut, plus la couche de fumées est fine et chaude → Stratification accentuée

III. Effets de l'élévation : premiers résultats

Le remplissage du caisson



Hauteur de l'interface de fumées par rapport au sol pour différentes élévations



Hauteur de l'interface de fumées par rapport à la position verticale du bac pour différentes élévations



Comportement de remplissage « classique » → Le foyer n'est pas noyé dans les fumées

Conclusion et perspectives

LES SCÉNARIOS D'INCENDIE EN HAUTEUR

- L'élévation influe sur :
 - La dynamique de **remplissage** et la **stratification**
 - Les **régimes de combustion**
 - Le **MLR** → deux tendances opposées car influences de deux phénomènes en concurrence aux effets antagonistes
 - L'**efficacité de combustion**

- Effets de l'élévation mis en lumière par de premiers essais (**convection naturelle + extraction mécanique**) :
 - **Diminution du MLR avec z_b** , jusqu'à un **changement de régime** lorsque la flamme touche le plafond
 - Stratification thermique verticale **plus marquée** avec l'élévation