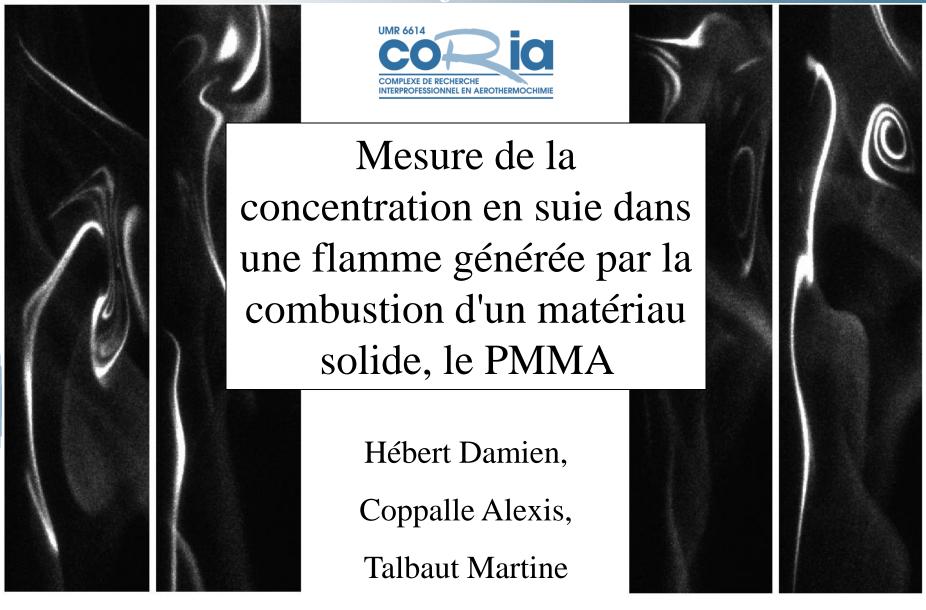
13èmes journées du GDR incendie



Sommaire

- Introduction
- Contexte théorique
- Dispositif expérimental
- Résultats
- Conclusion et perspectives

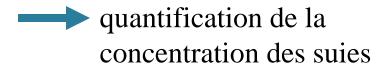
Introduction

Contexte:

- combustion matériau solide
- production particules : les suies

Intérêt:

- effets du rayonnement des suies
- propagation des flammes à l'échelle des matériaux

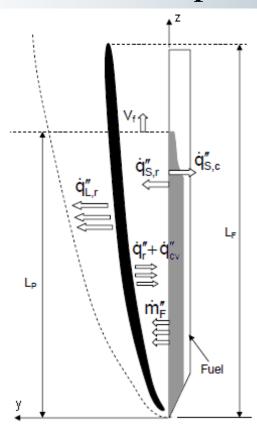


Méthode:

- utilisation d'un diagnostique optique : l'Incandescence Induite par Laser (LII)
- Après la pré-étude sur le brûleur gaz, étude sur la combustion du PMMA



Transfert de chaleur pour un feu de paroi



q''_{S,r} : transfert de chaleur par radiation du solide

Q[™]_{S,c} : transfert de chaleur par conduction du solide

V_f : vitesse de propagation de la flamme

L_F: longueur de flamme

Lp: longueur de pyrolyse

 $\dot{q}_r'' + \dot{q}_{cv}''$: transfert de chaleur par radiation + conduction de la flamme

q''_{L,r} : transfert de chaleur total par radiation

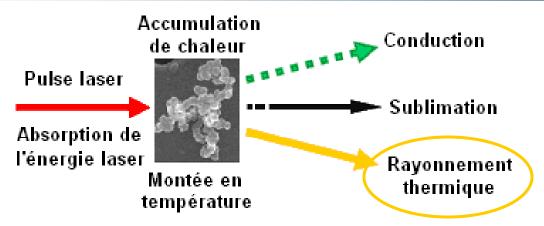
m'″ : taux de combustible

Afin de mieux évaluer la propagation et la pyrolyse, il faut connaître la quantité de chaleur émise par radiation notamment par les particules de suie

Référence : Fernandez-Pello, A.C. and Hirano, T. (1983). Controlling mechanisms of flame spread. Combustion Science and Technology, 32, 1-31.



Incandescence Induite par Laser (LII)



Le rayonnement thermique émis est appelé signal LII et il est directement lié à la fraction volumique de suie suivant la relation :

$$S_{LII} = C \bullet \bullet \uparrow \lambda \left[exp \left(\frac{hc}{\lambda k T_p} \right) - 1 \right] f v_{suie}$$

D'où

$$S_{LII} = C_{\acute{e}tal} f v_{suie}$$

Une technique de calibration doit être utilisée afin d'avoir la correspondance entre le signal LII et la fraction volumique

Référence : Lemaire, R. (2008). Etude de l'impact de la combustion de différents types de carburants sur les caractéristiques physico-chimiques des particules de suie par couplage de l'Incandescence et de la Fluorescence Induite par Laser. Thèse de l'Université de Lille.



Calibrage par extinction

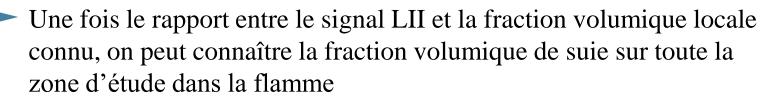
L'extinction consiste à mesurer la baisse d'intensité d'un faisceau laser après passage dans la flamme

Le rapport des intensités est directement lié à la fraction volumique locale suivant la relation :

$$\frac{I}{I_0} = \exp\left(-K_e \frac{\overline{fv_{suie}}}{\lambda}L\right)$$

La constante d'extinction dépend de la fonction d'indice de réfraction des suies :

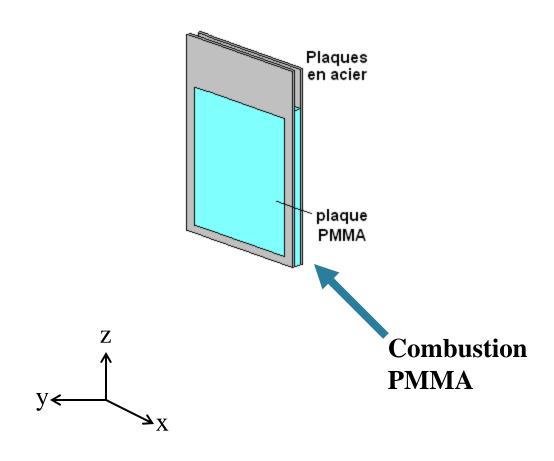
$$K_e = 6\pi E \ln = 6.4$$



Référence: Williams, T.C., Shaddix, C.R., Jensen, K.A. and Suo-Anttila, J.M. (2007). Measurement of the dimensionless extinction coefficient of soot within laminar diffusion flames. International Journal of Heat and Mass Transfer, 50, 1616-1630.

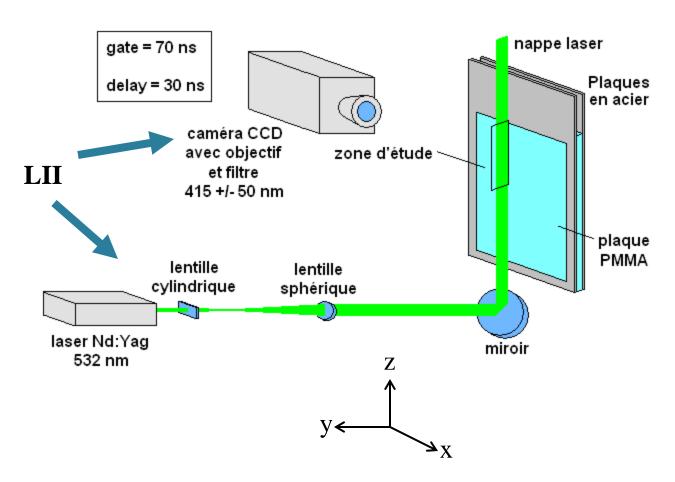


Dispositif expérimental

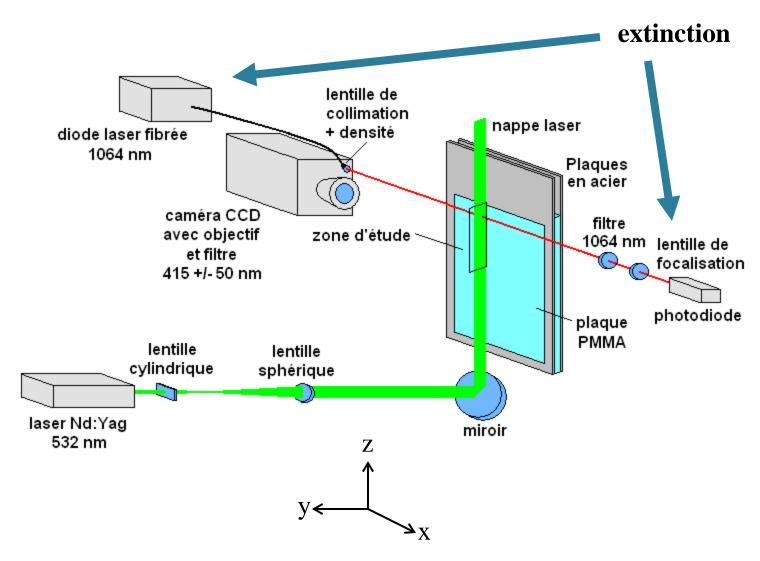




Dispositif expérimental



Dispositif expérimental



Combustion plaque PMMA

• PMMA : polyméthacrylate de méthyle

• Formule chimique:

$$C_5H_8O_2$$

• Dimension plaque : 20 cm x 40 cm et 3 cm d'épaisseur

• Allumage avec un barreau chauffant

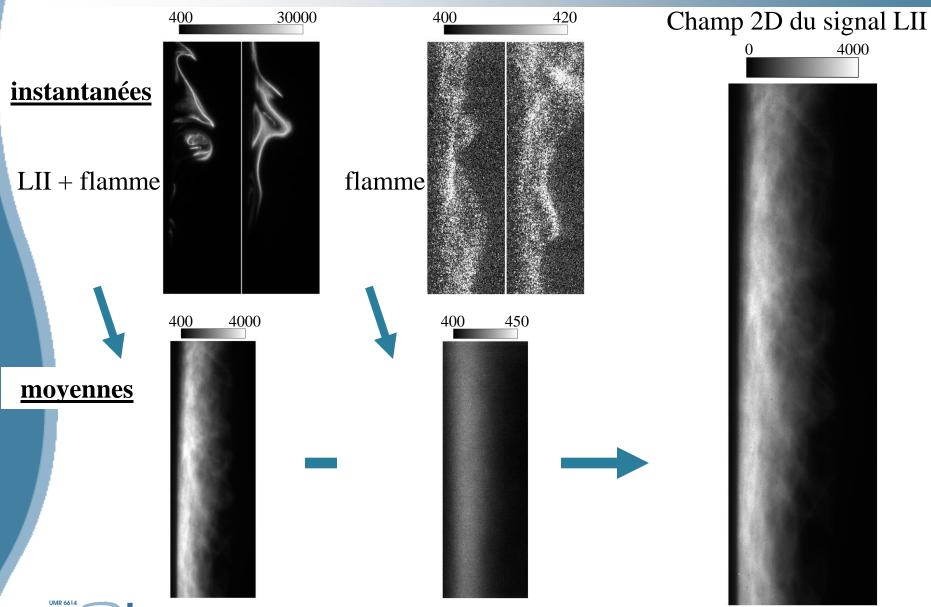
Combustion plaque PMMA



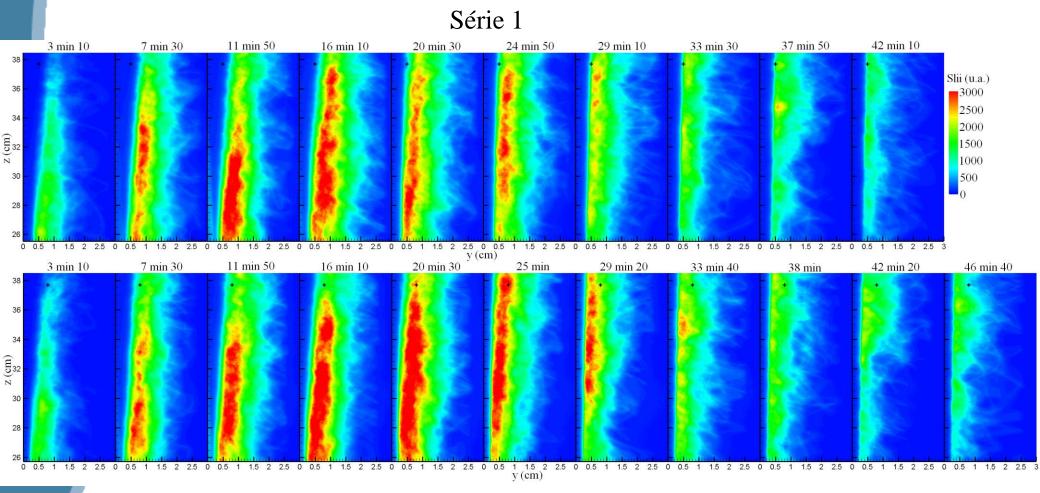




Images instantanées et moyennes

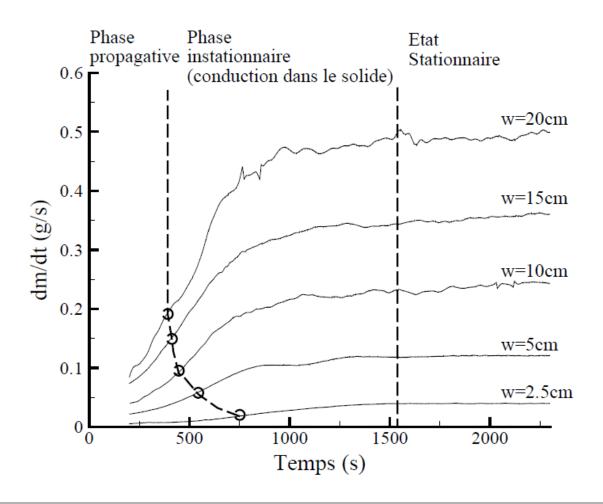


Champ 2D moyen du signal LII



Série 2

Evolution pourcentage d'extinction

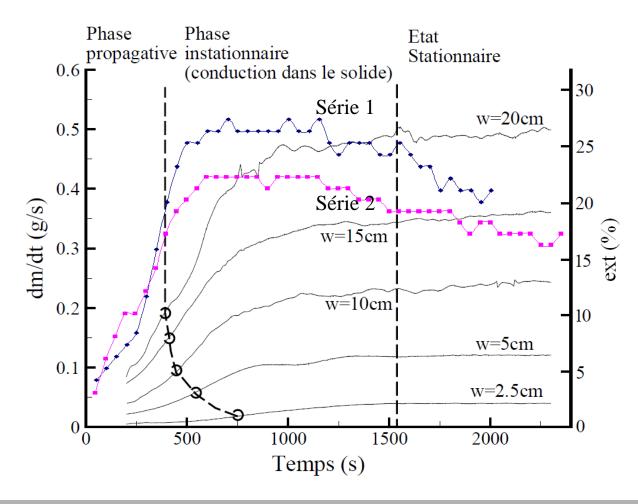


- Variation de la perte de masse du combustible au cours du temps (Pizzo)
- 3 phases:
 - > propagative
 - > instationnaire
 - > stationnaire

Référence: Pizzo, Y., Consalvi, J.L., Querrea, P., Coutin, M., Audouin, L., Porterie, B. and Toreroc, J.L. (2008). Experimental observations on the steady-state burning rate of a vertically oriented PMMA slab. Combustion and Flame, 152, 451-460.



Evolution pourcentage d'extinction

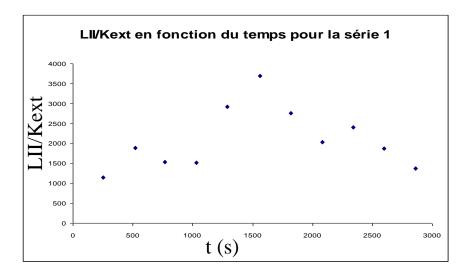


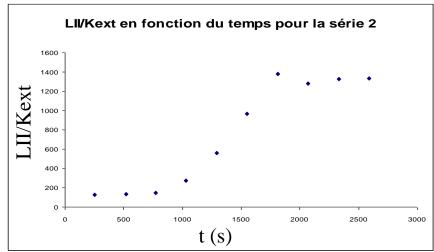
- Pourcentage d'extinction au cours du temps
- Extinction constante dès la phase instationnaire
- Diminution à la fin liée au déplacement de la flamme

Référence: Pizzo, Y., Consalvi, J.L., Querrea, P., Coutin, M., Audouin, L., Porterie, B. and Toreroc, J.L. (2008). Experimental observations on the steady-state burning rate of a vertically oriented PMMA slab. Combustion and Flame, 152, 451-460.



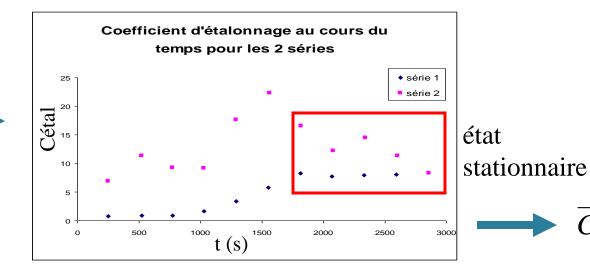
Calibrage de la LII



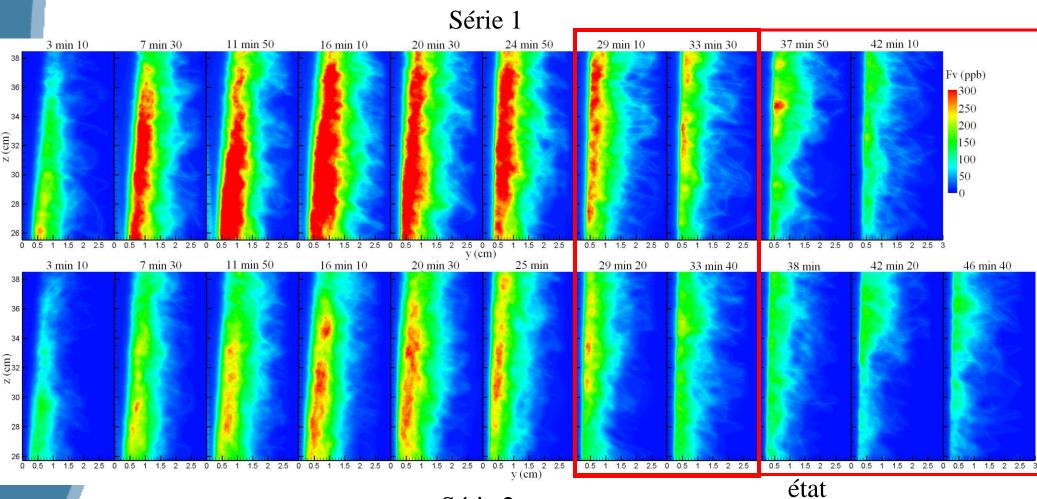




$$\frac{S_{III}}{K_{avt}} = \frac{\lambda C_{\acute{e}tal}}{K_{a}}$$



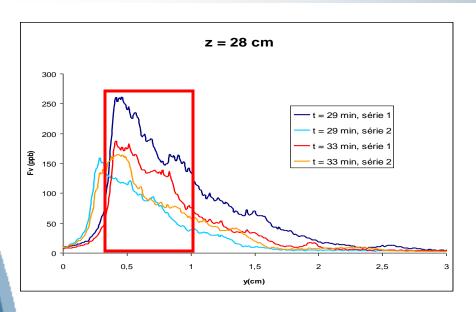
Champ 2D moyen de fraction volumique

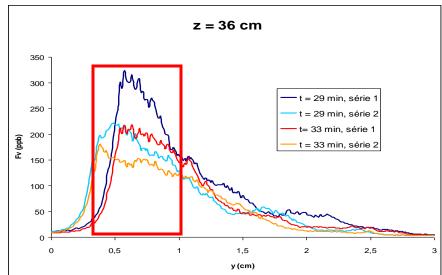






Profils transversaux Fv(y) à 2 hauteurs : 28 et 36 cm





→

Reproductibilité entre les 2 séries :

hauteur	z = 28 cm				z = 36 cm			
temps	t = 29 min		t = 33 min		t = 29 min		t = 33 min	
série	1	2	1	2	1	2	1	2
moyenne zone	190,3	103,6	134,6	115,9	222,7	175,8	167,1	138,8
écart moyenne zone (%)	45,6		13,9		21,1		16,9	



On obtient des variations entre 14 et 45 % entre 2 allumages

Conclusion et perspectives

- La LII a permis de quantifier la concentration en suies dans une flamme générée par la combustion du PMMA :
 - quantitatif pour l'état stationnaire
 - qualitatif pour l'état instationnaire
- D'autres essais sont envisagés pour obtenir des résultats reproductibles
- La suppression du cadre en acier permettra de mieux visionner l'état stationnaire
- Une étude à différentes hauteurs permettra de reconstituer
 l'intégralité de la flamme



Calcul du flux radiatif