

# Essais de flashover à petite échelle : retours d'expérience



**E. Lambert (1), M. Lebey (2), H. Besnard (3)**  
**Laboratoire d'Ondes et Milieux Complexes - CNRS FRE 3102**  
**Université du Havre – BP 540 76058 Le Havre Cedex**  
**(1 IUFM de Haute Normandie - 2 Université du Havre UFRST – 3 Doctorant Université du Havre)**

# Plan de l'exposé

- Cadre général
- Dispositif
- Choix d'un combustible
- Résultats & discussion

# Cadre général

- Accidents thermiques  
Effets de la ventilation ?  
Nécessité d'essais préliminaires



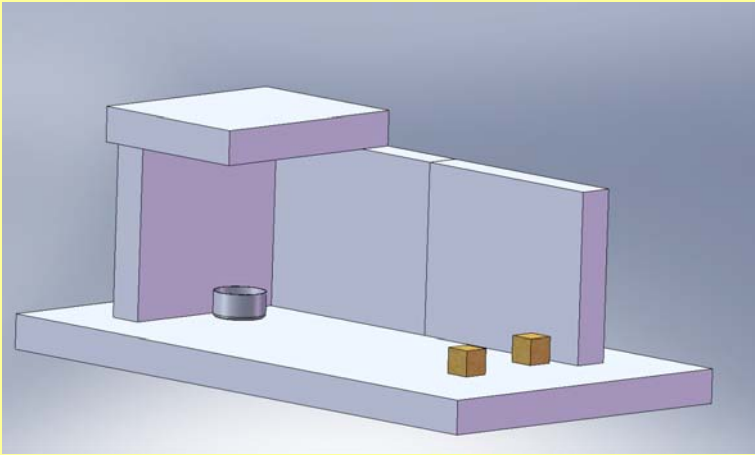
- Essais à petite échelle
  - ⇒ économiques
  - ⇒ rapides
  - ⇒ moins dangereux
  - ⇒ faciles à mettre en œuvre
  - ⇒ finesse des essais & mesures



- Mais : pbs à très petites échelles
  - ⇒ passage à l'échelle réelle difficiles
  - ⇒ phénomènes non conformes à la réalité
  - ⇒ risques de mauvaises interprétations
- Existence d'une échelle minimale ?



# Dispositif expérimental



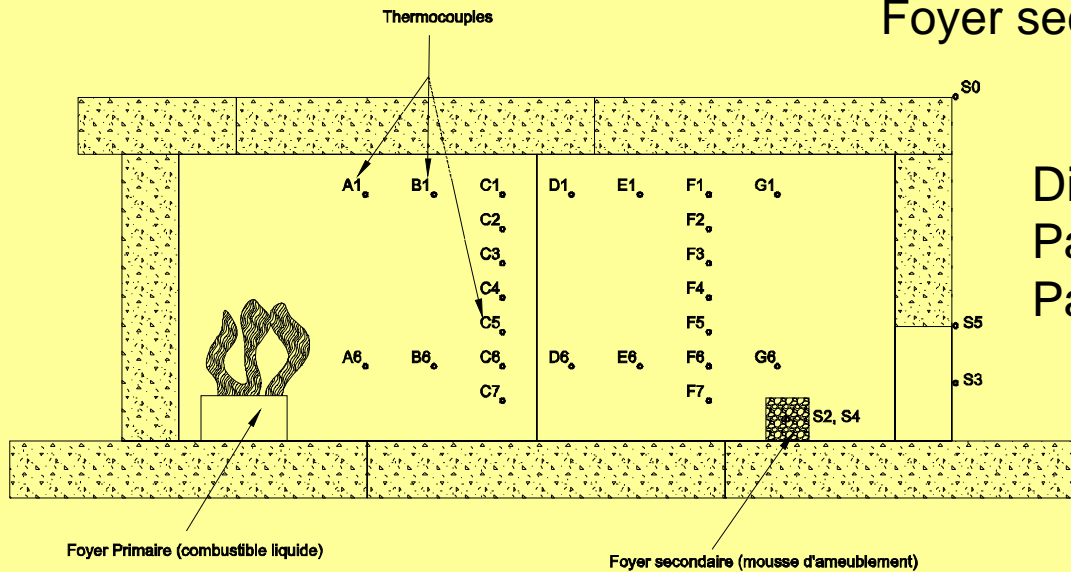
Caisson parallélépipédique en plaques de béton cellulaire ep. 10 cm

Dimensions intérieures 125 X 42,5 X 50

Mesures de température par thermocouples

Foyer primaire : Combustible liquide  
(reproductibilité)

Foyer secondaire : mousse d'ameublement



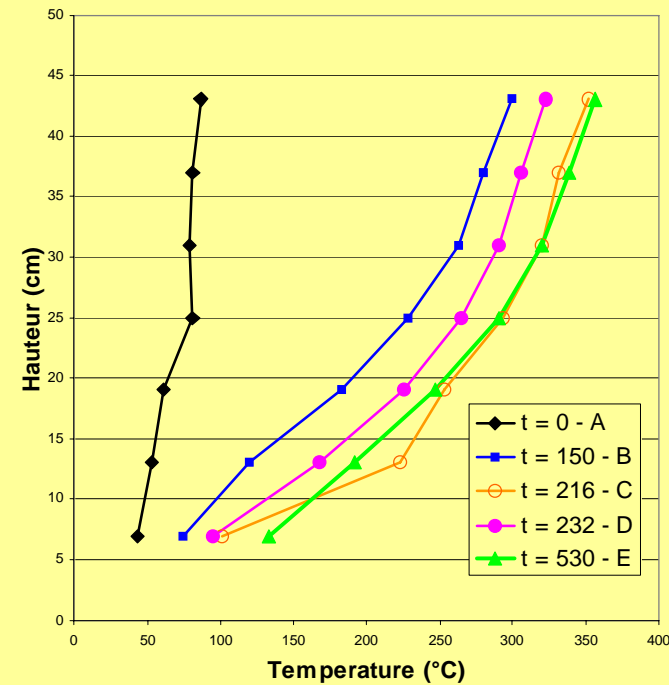
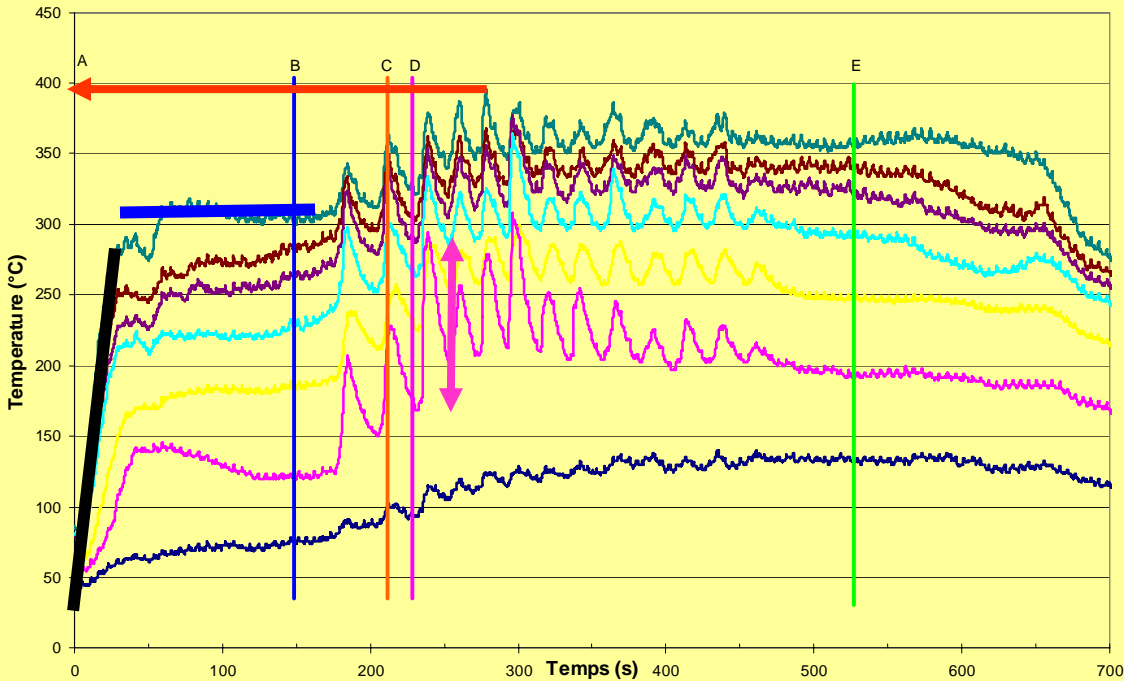
Disposition des thermocouples

Pas longitudinal : 12 cm

Pas vertical : 6 cm

# Choix d'un combustible liquide – Heptane pur

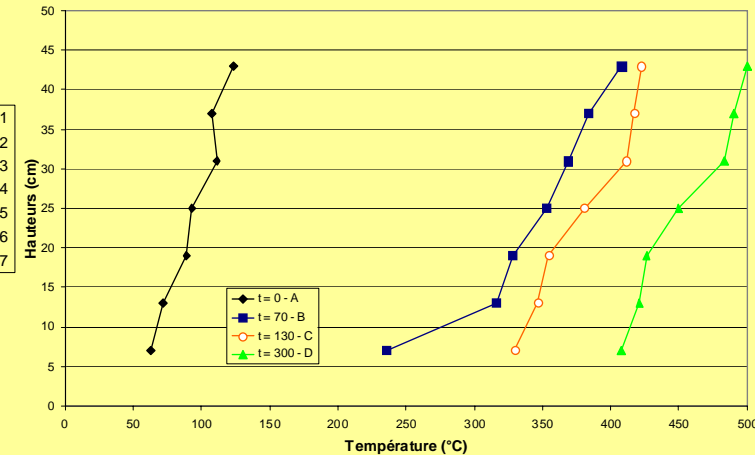
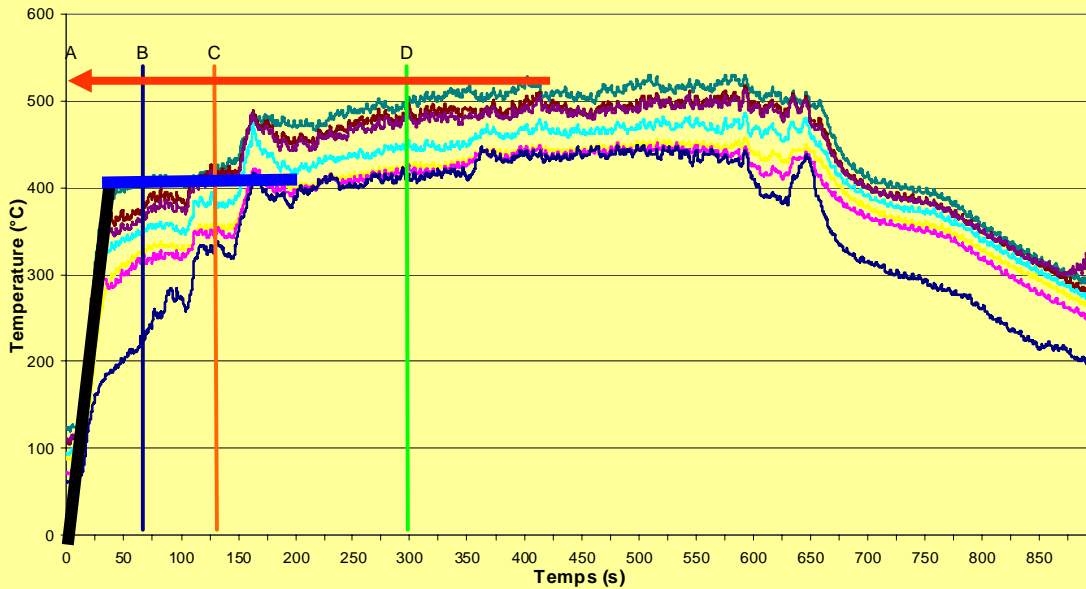
## Evolution spatio-temporelle - profil F



- Montée en température rapide
- Plateau
- Températures maximales modérées
- Fortes oscillations
- Observation : la zone de combustion quitte le récipient et se déplace d'avant en arrière
- Combustible trop volatile – nécessité de stabiliser

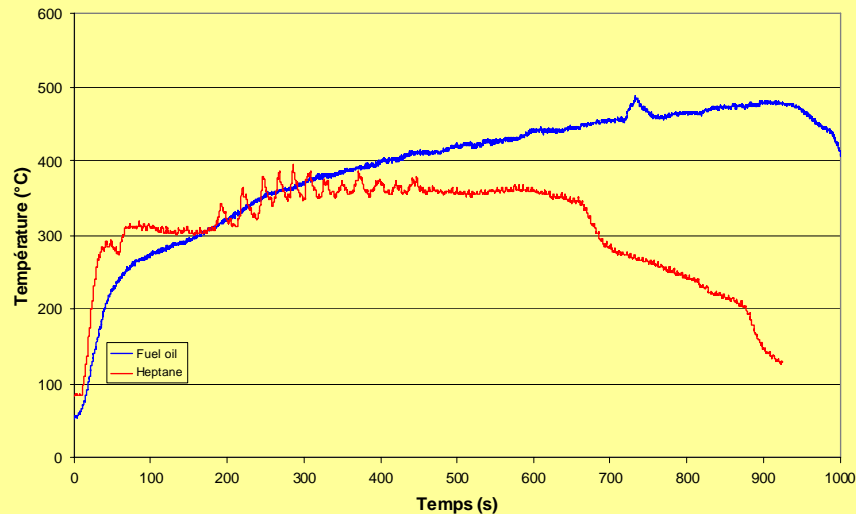
# Choix d'un combustible liquide – Heptane sur eau

## Evolution spatio-temporelle - profil C



- Montée en température rapide
- Plateau, oscillations modérées
- Températures maximales plus élevées
- Avancée des flammes (à partir de 150s)
- Pas de sorties de flammes, pas d'embrassement des mousses

# Choix d'un combustible liquide – fuel ; fuel & heptane



Fuel Seul :

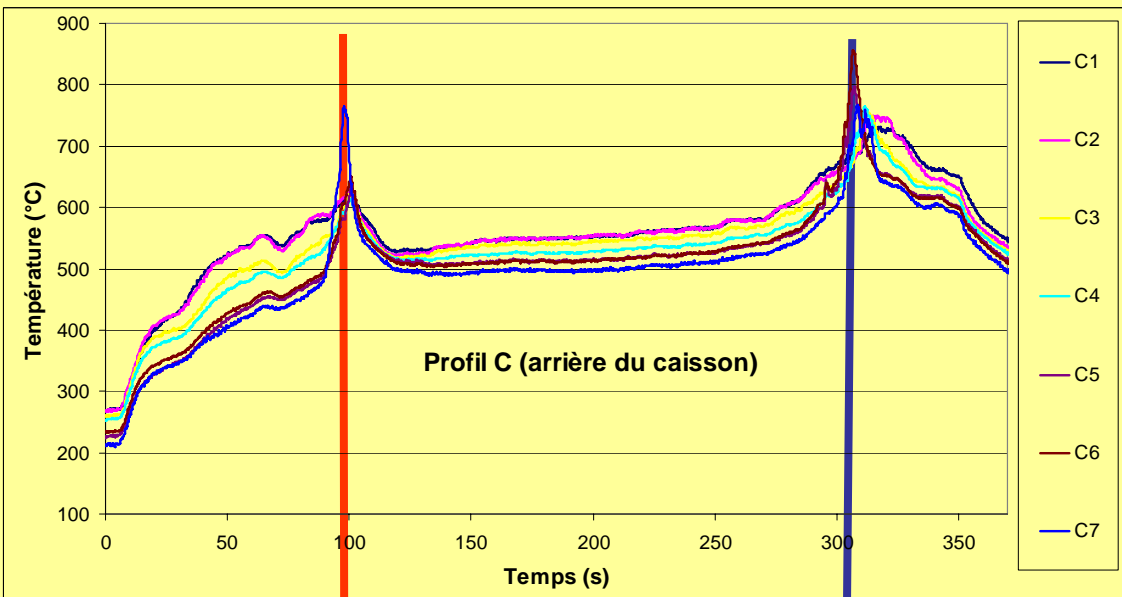
- Montée en température moins rapide
- Températures maximales plus élevées
- Pas d'oscillations
- Combustion plus lente

Choix final :

- Foyer « composite » constitué de fuel (370 ml) et d'heptane (30ml)
- Non miscibles
- L'heptane de masse volumique  $700 \text{ kgm}^{-3}$  flotte sur le fuel ( $800 \text{ kgm}^{-3}$ )
- A l'allumage l'heptane brûle, chauffe le caisson & le fuel
- Ensuite c'est le fuel qui s'enflamme



# Heptane + Fuel : Profils verticaux

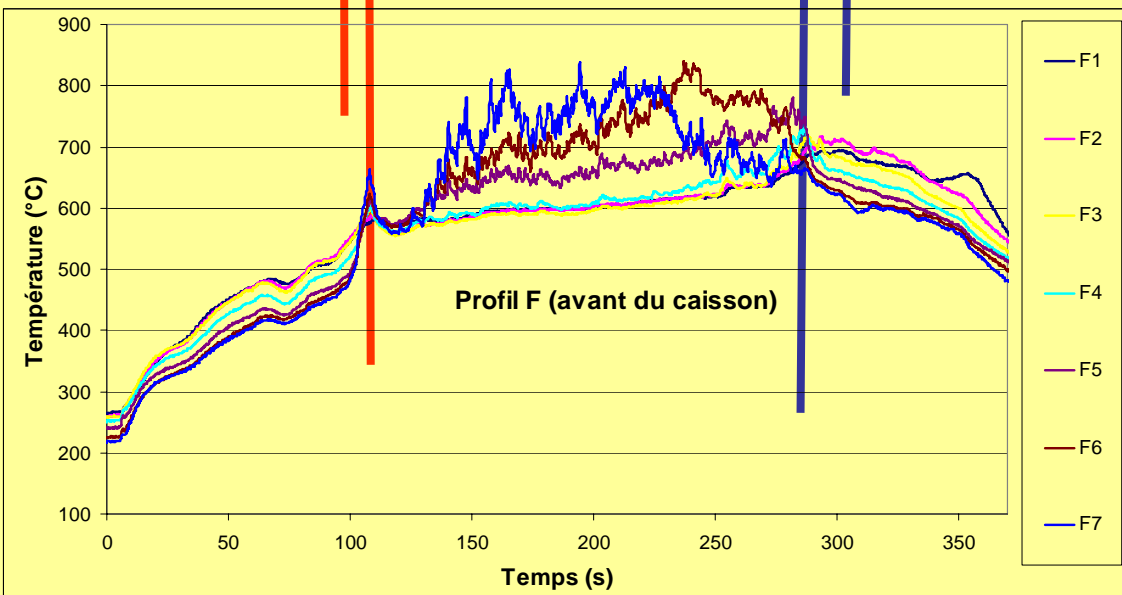


Sur l'arrière :

- existence de deux pics
- plateau intermédiaire
- Quasi simultanéité des pics sur toute la hauteur
- Pics plus sensibles sur les niveaux bas (C7)

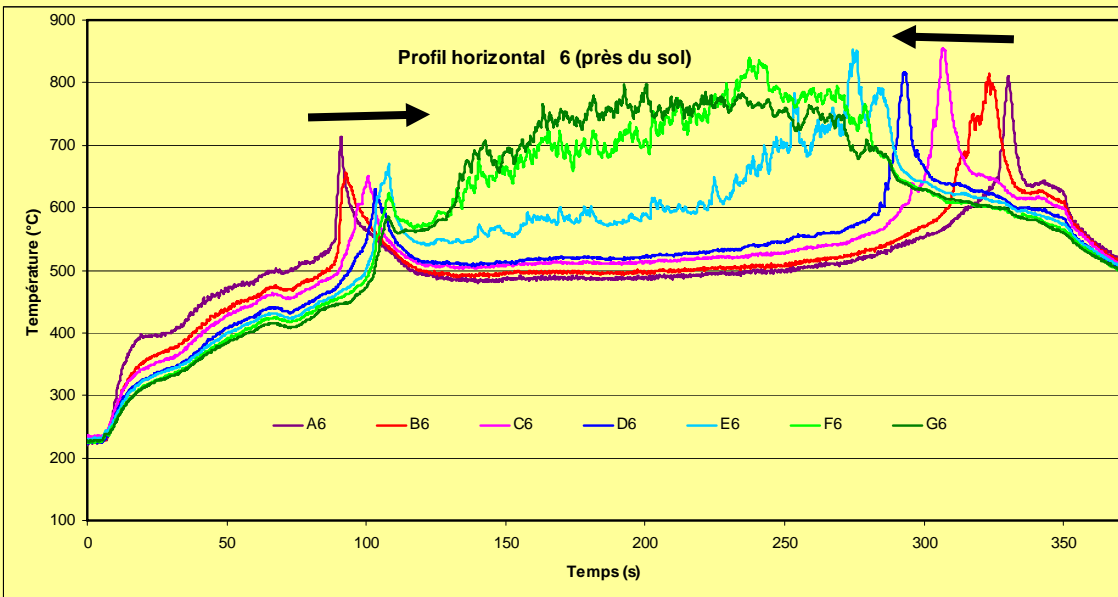
Sur l'avant :

- 1<sup>er</sup> pic retardé, 2<sup>ème</sup> pic avancé
- signal perturbé entre les deux pics, près du sol
- Inversion de la stratification entre les deux pics (profil F) et au passage des pics



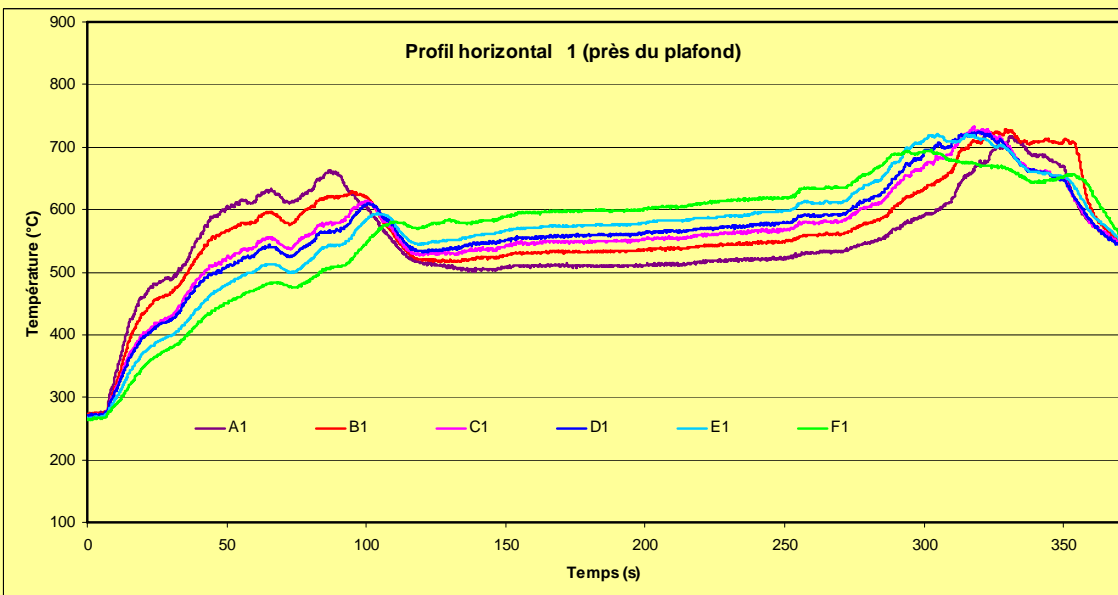


# Heptane + Fuel : Profils horizontaux



Près du sol :

- existence de deux pics sauf à l'avant (F, G)
- 1<sup>er</sup> pic d'autant plus retardé que le point de mesure est à l'avant du caisson
- Phénomène inverse pour le second pic
- Pour les thermocouples situés à l'avant : plateau maximum avec oscillations (EFG)

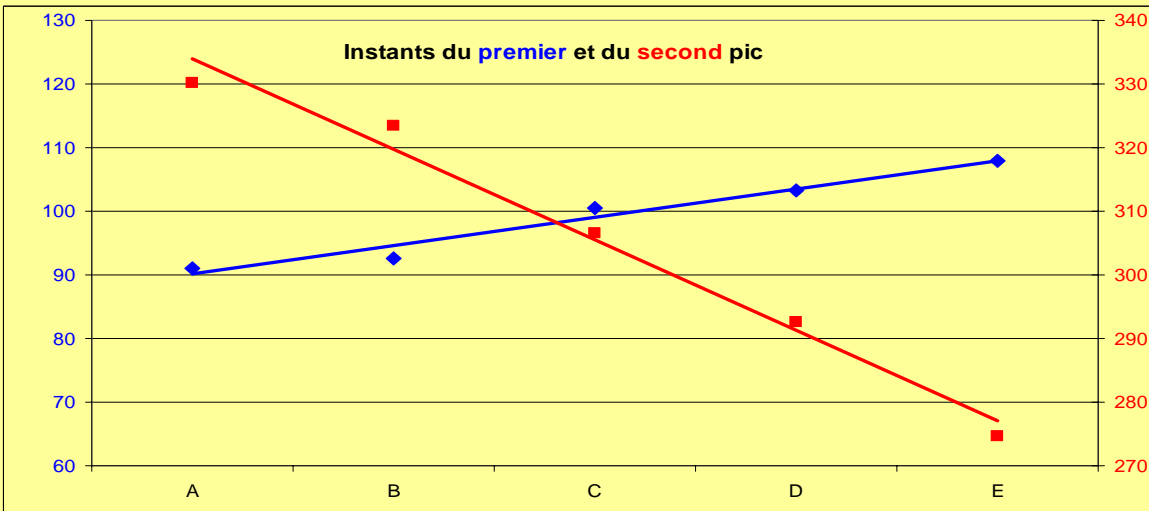


Près du plafond :

- Pas de pic pour le 1<sup>er</sup> évènement, mais une baisse de température
- Pour le second évènement : évolutions moins marquées que près du sol

Au total : propagation d'une zone à haute température près du sol, du fond vers l'avant puis retour

## Décalage temporel des pics

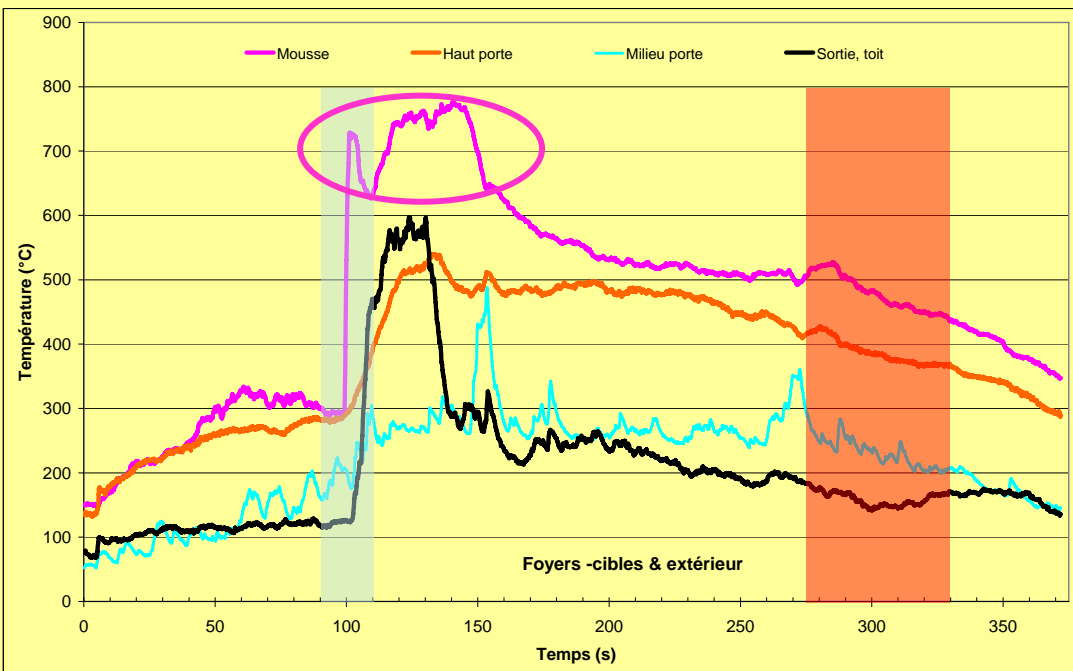


Vitesse d'avance : 2,8 cm/s

Vitesse au retour : 0,9 cm/s

Vitesses relativement faibles, sans commune mesure avec la soudaineté du flashover

## Les autres thermocouples



La mousse « voit » le 1<sup>er</sup> pic et se consume.

La sortie des flammes est de courte durée

La zone à haute température est ensuite cantonnée entre la porte et le profil F

# Flashover ???

- Pas d'embrassement généralisé (et encore moins d'EGE) mais :
  - Zone embrasée très localisée
  - En partie basse
  - Mobile, depuis l'arrière du caisson jusqu'à l'avant et retour
- La combustion a lieu où elle est possible ( $\% \text{ combustible} \in [LII, LIS]$ )



# Flashover ???

- Déplacement d'un front de flammes, en fonction de l'équilibre entre production de vapeurs (vaporisation) et consommation (combustion)
- $q_{mp} > q_{mc}$  : la zone embrasée avance.

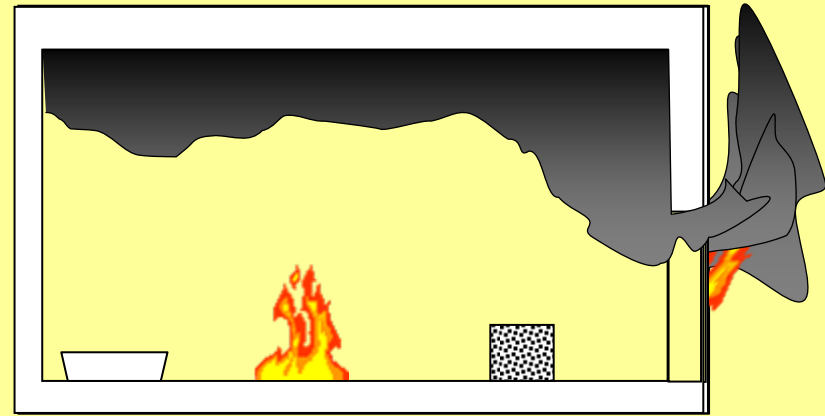


- $q_{mp} < q_{mc}$  : la zone embrasée recule.



# Chronologie de ce foyer

- A l'allumage, le foyer est localisé dans la cuve, le combustible chauffe et  $q_{mp}$  augmente
- L'oxygène se raréfie à proximité de la cuve, le foyer quitte la cuve
- Un front de flammes se forme, séparant une zone arrière riche en combustible, et une zone avant riche en air frais.
- Le front de flammes se déplace vers l'avant, les flammes sortent du caisson
- Le front de flammes rentre dans le caisson et se déplace vers l'arrière.
- Dans les derniers instants, la zone de combustion se situe dans la cuve.



# En conclusion

Phénomène non représentatif d'un foyer grandeur nature

- effet de combustible
- effet d'échelle

La suite de l'étude se fait à échelle plus grande :



Caisson 3m X 1,2m X 1,75m

Bûchettes étagées croisées

Fuel + heptane



Caisson maritime 20'

Bûchettes étagées croisées

Fuel + heptane