

L'expérience « feu de cuisine » s'inscrivait dans le cadre de la série d'essais effectuée à Braine l'Alleud en septembre 1999. Elle a fait l'objet d'un exposé lors de la réunion de l'Arson Club en septembre 2000 et de la conférence Arson à Bruxelles en avril 2001.

Pourquoi un feu de cuisine ?

Un double constat motivait notre choix :

1. Si l'on en croit les statistiques^a, la cuisine est un lieu privilégié de naissance de l'incendie dans les habitations domestiques. Aux USA, on attribue environ 400 décès par an aux feux de cuisine¹.
2. Des « accélérateurs » liquides y sont souvent présents. Etudier un feu non volontaire, mais qui implique des accélérateurs, présente un intérêt particulier.

Causes d'incendie dans une cuisine

L'analyse de corrélations croisées effectuées il y a quelques années sur les statistiques des Pompiers de la Région Bruxelles-Capitale confirme la place prépondérante de la cuisine comme origine de l'incendie et permet de préciser les principales causes (en fonction de la nomenclature du rapport d'intervention des SRI)

Elargir le champ de l'analyse à d'autres sources de statistiques (e.g. NFPA²) permet d'identifier les quelques causes principales d'incendie dans une cuisine et d'expliquer cette sinistralité défavorable :

- Cuisson (notamment sans présence : e.g. téléphone qui sonne), éventuellement avec flammes nues,
- Feux de friteuse,
- Concentration appareils électroménagers / électriques (dont beaucoup en permanence sous tension, du moins en partie et/ou fonctionnent sans surveillance^b)
- Hotte (avec la circonstance aggravante du filtre non nettoyé et de l'accumulation de graisse)
- Présence de liquides inflammables

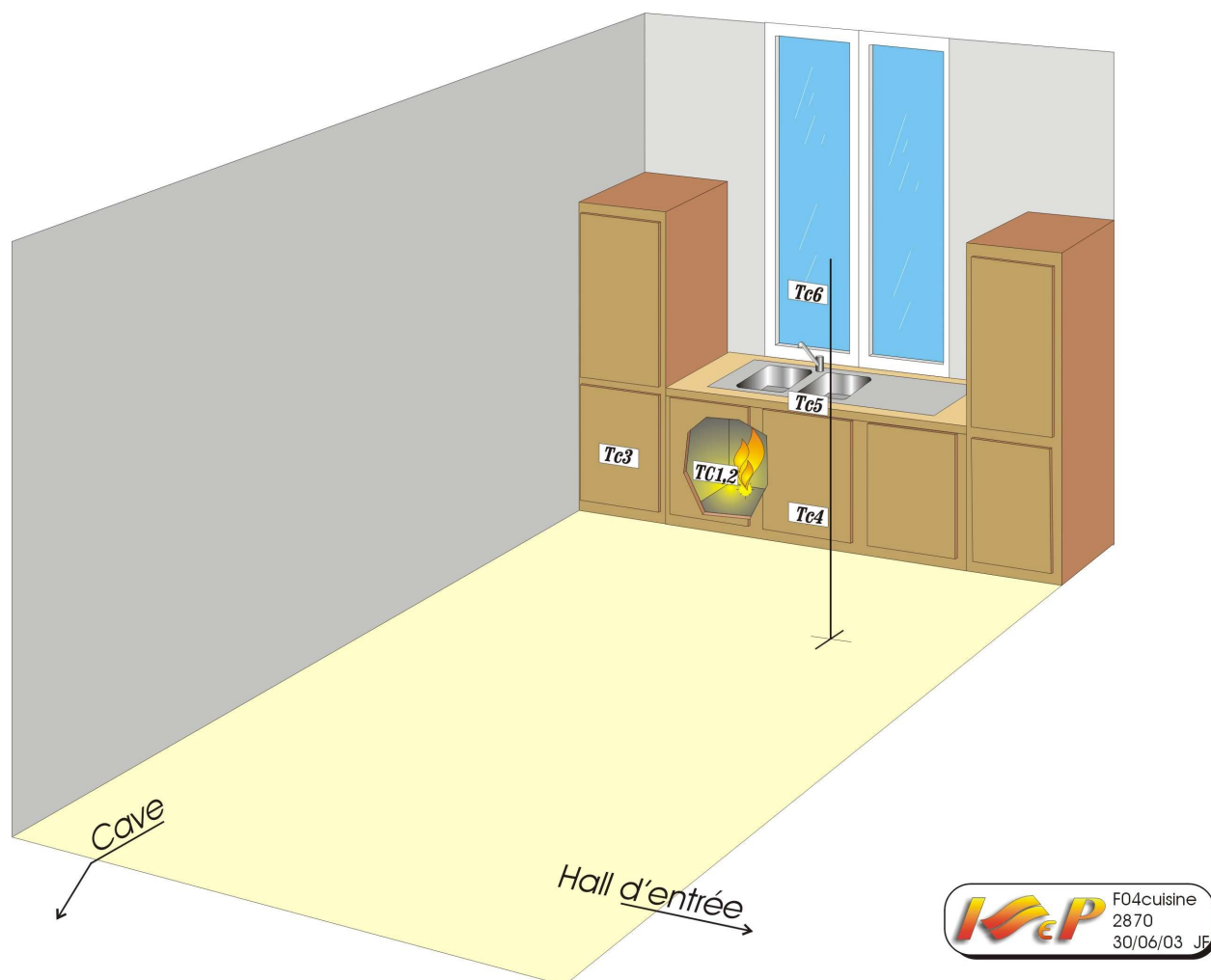
On considère généralement que les 3 causes principales d'incendie dans les habitations sont : la cuisson, les appareils de chauffage et les fumeurs imprudents. Deux (voire trois) de ces causes potentielles sont souvent présentes dans une cuisine³.

Description du local

^a On a assez insisté sur le crédit que l'on peut généralement leur accorder. Benjamin Disraeli dixit : *“There are three kinds of lies : lies, damned lies and statistics”*

^b A titre d'exemple maintenant bien connu, on peut citer les fours à pain.

Les dimensions de la cuisine sont (l x p x h) : 250 x 400 x 280 cm.





Le sol est recouvert de carrelage, le plafond est constitué par des lambris PVC.
Au fond de la cuisine (i.e. côté fenêtre) se trouve un meuble mural dont la face est en chêne plein. Il comporte 2 colonnes (@ 1.90 m de hauteur) et un évier en acier inoxydable, avec un double bac, intégré dans une table de travail (panneau de particules mélaminé d'épaisseur 30 mm).

Photo 1 : Cuisine avant essai, avec l'arbre à TC



Dans le coin inférieur droit du meuble central, sous l'évier gauche, nous avons disposé une série d'objets que l'on peut normalement trouver dans un meuble de cuisine.

Photo 2 : Armoire (zone du foyer) et son contenu

La table donne une estimation grossière de la charge calorifique associée à ces différents éléments. La charge totale s'élève à un peu plus de 100 MJ, dont 70 % proviennent de l'huile.

Tableau 1 : contenu de l'armoire et charge calorifique équivalente

| | Masse kg | PCi MJ/kg | Charge calorifique MJ |
|---|-------------|--------------|-----------------------------|
| 2 éponges à récurer | | | |
| 1 petit flacon métallique de cire liquide | 0.05 | 46 | 2.3 |
| 1 bouteille de 2 l d'huile | 1.8 | 40 | 72 |
| 1 bouteille en verre de vinaigre | | | |
| 2 bouteilles en PET de limonades / sodas (à peu près vides) | | 21.3 | |
| 1 bouteille de 70 cl en verre remplie d'alcool (éthanol) à 40 % | 0.644 | 9.3 | 6.0 |
| 1 flacon de détergeant vaisselle | | | |
| 1 bouteille en plastique avec 1 l de méthanol | 0.8 | 19.9 | 15.9 |
| 1 petit flacon (250 ml) de gel pour brûleur de fondue | 0.2 | 20 | 4 |
| 3 cartons (tetra brick) | | | |
| 1 petit cageot en bois | 0.3 | 19 | 5.7 |
| 1 récipient PVC | 0.5 | 10 | 5 |
| Charge calorifique totale | | | 106 |

Cette charge calorifique n'est évidemment pas représentative de celle normalement rencontrée dans une cuisine, par défaut de contenu dans les autres armoires et l'absence de tout mobilier, équipements et éléments de décoration. Néanmoins, la densité de charge calorifique est représentative pour la phase initiale de l'incendie.

Naissance et développement de l'incendie

La mise à feu s'est faite au moyen d'une briquette allume-feu (type ZIP) allumée déposée dans le coin arrière droit, i.e. à proximité de la bouteille de méthanol.

Après 1 min, des fumées s'échappent du meuble. Vraisemblablement, le méthanol s'est déjà enflammé (pour rappel, son point éclair est de 11 °C⁴). Après environ 3 min, la bouteille d'alcool explose. Peu après 5 min, les flammes sont nettement visibles au-dessus de la porte de l'armoire. A partir de 8 min, la visibilité dans la pièce devient nulle. A 10 min, le carreau est cassé pour, d'une part, augmenter le taux de ventilation du feu^c et, d'autre part, pour permettre une certaine visibilité. Dans un incendie le bris de la vitre peut être provoqué, généralement lorsqu'on est proche du flashover. Après 12 min, le plafond commence à se laisser aller, puis des lambris tombent.

^c Durant cette phase de l'incendie, il semblait que le feu ne se développait plus (sa puissance n'augmentait plus, par défaut d'oxygène). Le taux de combustion était contrôlé par la disponibilité de l'oxygène (ventilation controlled fire).



Photo 3 : Les flammes sortent de l'armoire (@ 5 min)



Photo 4 : La porte se détache

Comme on pouvait s'y attendre, la flashover n'est pas atteint, compte tenu de la faible charge calorifique. Selon Babrauskas^{5 6}, on peut estimer approximativement la puissance nécessaire pour provoquer un flashover selon la formule :

$$\dot{Q} = 750 * \frac{A}{\sqrt{h}}$$

Où

$\frac{A}{\sqrt{h}}$ est appelé facteur de ventilation

Pour la cuisine, cela correspond à un dégagement de chaleur d'environ 900 kW

Evolution des températures

1. Dans l'armoire

En partie haute, la température monte rapidement (200 °C après 4 min, 400 °C après 5 min) pour atteindre pratiquement 1000 °C. Dans le même compartiment de l'armoire (i.e. celui du foyer), la sonde installée en bas n'enregistre qu'une montée lente, pour atteindre environ 250 °C après 13 min.

Dans la colonne droite de l'armoire, on n'a enregistré qu'une élévation de quelques degrés, des bouteilles vides en PET intactes dans cette armoire confirment que la con, traînte thermique n'a pas été élevée dans ce compartiment^d.

La séparation verticale entre les 2 compartiments consiste en une planche d'aggloméré mélaminé (panneau de particules : $\lambda = @ 0.1 \text{ W/m.K}$).

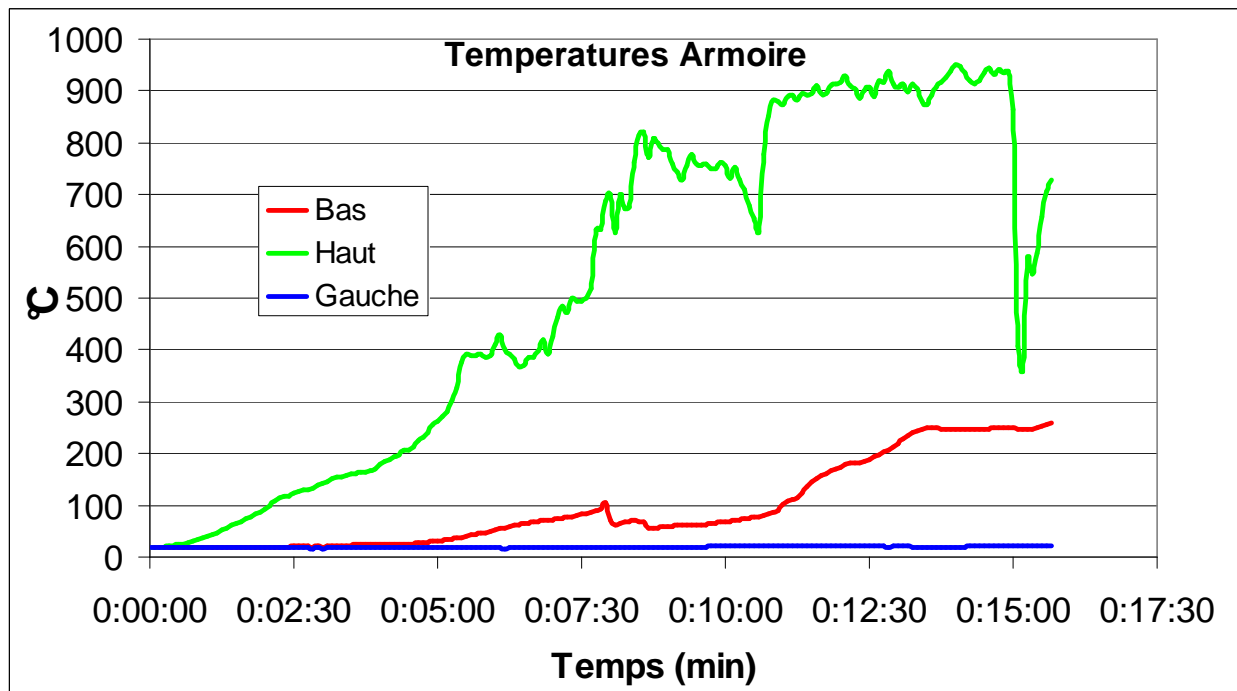


Figure 1 : Evolution des températures dans l'armoire

2. Dans la pièce

Les températures croissent de manière assez régulière pour atteindre environ 200 °C après 11 min. On n'observe pas réellement de stratification : Les températures relevées à 3 niveaux (1 m, 1.5 m et 2 m) ne diffèrent pas significativement. Les températures atteignent environ 330 °C. On a enregistré un pic à 480 °C, il correspond probablement à la chute du plafond sur les sondes.

Ceci ne correspond sans doute pas à une évolution « classique » des températures lors d'un feu de pièce. Il faut cependant garder à l'esprit que la pièce était vide et que, par conséquent, la densité de charge calorifique dans l'ensemble de la pièce n'était en rien représentative d'une cuisine normale.

De nouveau, ces valeurs restent assez éloignées de celles habituellement associées à un flashover : environ 600 °C pour la couche supérieure des gaz chauds.

^d ces bouteilles subissent déjà une déformation lorsque la température atteint environ 80 °C

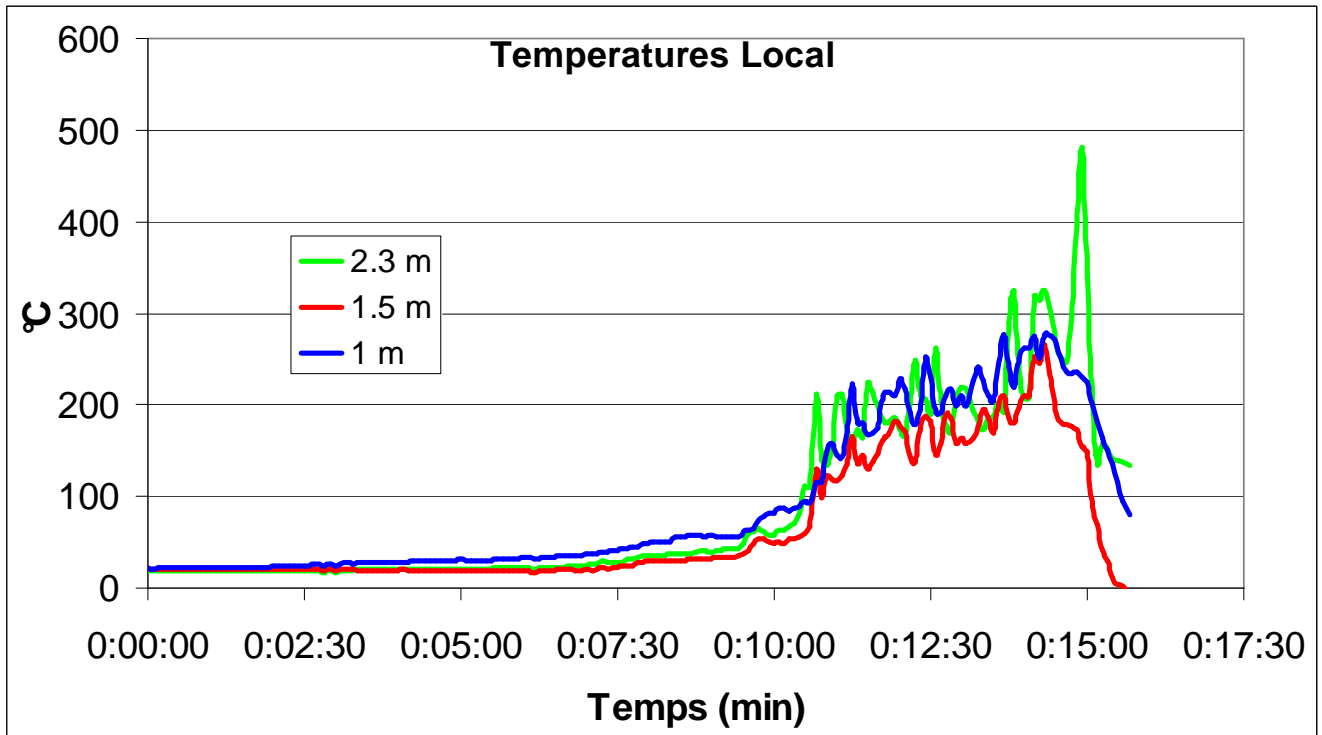


Figure 2 : Evolution des températures dans la cuisine

Empreintes de combustion – dégâts

- Plafond :
 Nous avons vu qu'il s'agit d'un plafond en lambris PVC. Le PVC rigide a une température de ramollissement de l'ordre de 80 °C et un flash point de l'ordre de 400 °C. Il libère du HCl dès 200 °C et ce dernier à un effet inhibiteur de la combustion. Ces éléments expliquent que le plafond a fondu et est tombé à l'aplomb du foyer (au-dessus du meuble). Les dégradations se prolongent sur environ 2 m. Ailleurs, le PVC est déformé, mais est resté en place. Peu de PVC a effectivement brûlé (seules les parties qui sont tombées sur le feu ont évidemment brûlé).



Photo 5 : Vue d'ensemble, après extinction

- Meuble :

La face du meuble est en chêne massif. La littérature foisonne de données sur le bois. On sait par exemple que la pyrolyse de la cellulose se produit dans une gamme de températures de 240 à 350 °C. Le degré de combustion du bois et son inflammabilité sont très variables, notamment en fonction de l'essence et du taux d'humidité. Les données d'inflammation peuvent être présentées sous forme de graphique températures (ou flux radiatif) / durée minimale d'exposition^{e 7 8}.

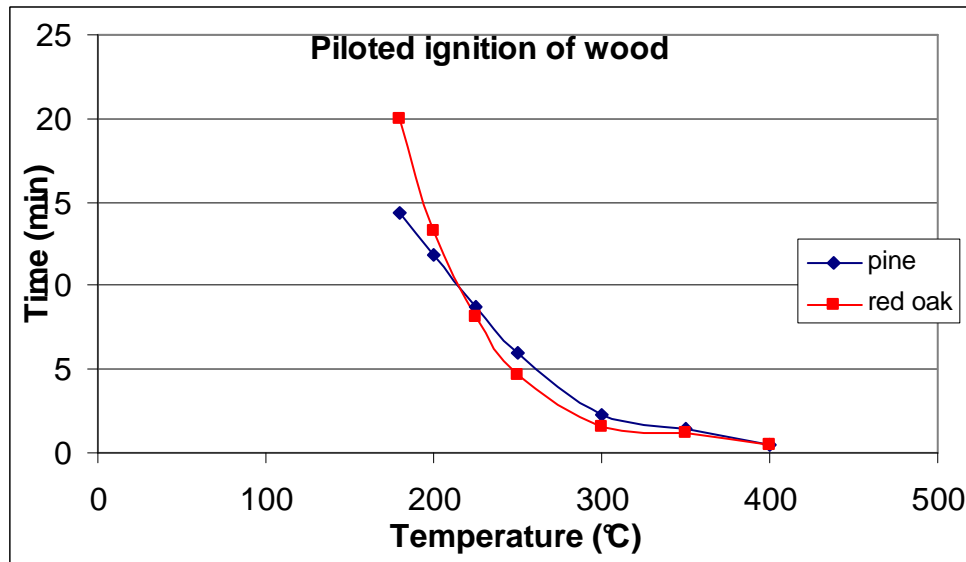


Figure 3 : Délai d'inflammation du bois en fonction de la température

A l'extérieur, les empreintes de combustion les plus importantes peuvent être observées sur le montant droit de la colonne gauche, devant l'évier et sur la partie supérieure de la porte droite.

La zone du foyer peut être localisée probablement assez aisément (attention cependant à l'influence des portes entrouvertes). Les deux portes sont percées. Le montant droit de la colonne de gauche présente un alligatoring (voir aussi à l'intérieur du meuble).

A l'intérieur, les canalisations PVC ont évidemment fondu et/ou brûlé. Le fond de l'armoire est peu attaqué. Il a probablement été protégé par les liquides inflammables. Ceci confirme aussi les températures enregistrées en partie basse dans cette armoire pendant l'incendie. On observe des traces d'alligatoring^{9 10} marqué (et des isochars profonds) dans la zone adjacente au foyer. La colonne gauche, bien que contiguë au foyer, n'a subi aucun dommage à l'intérieur

^e Ceci n'a peut-être qu'un intérêt limité dans le cadre de l'expertise, mais on peut néanmoins citer une expérience où des panneaux de particule se seraient enflammés après 96 heures à 109 °C



Photo 6 : Armoire (foyer)

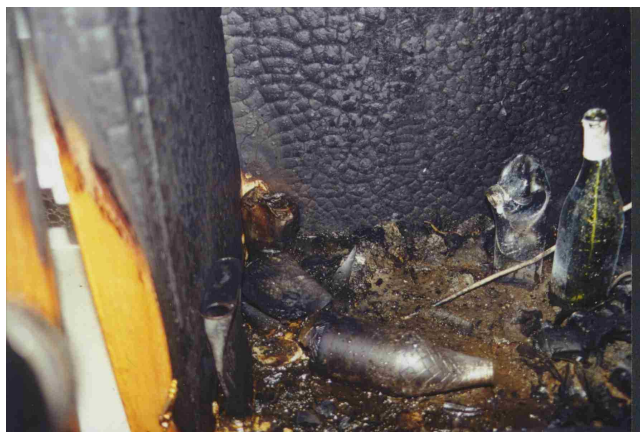


Photo 7 : Zone du foyer (détail)



Photo 8 : Absence de dommages dans l'armoire droite



Photo 9 : Empreintes de combustion sur la colonne

- Autres observations / constatations :
 Les 2 bouteilles en verre se sont déformées^{ff}.
 La vitre de l'imposte est fissurée.
 Des produits de combustion (suies, fumées) se sont déposés sur les murs, en partie haute (> 2 m) et essentiellement dans la moitié de la cuisine du côté du foyer.
 Le récipient de méthanol (en plastique) n'est brûlé qu'à mi-hauteur. Sa moitié inférieure est toujours étanche et contient toujours du méthanol (environ 1/3 l) ! Ceci s'explique notamment par la basse température d'ébullition (64 °C) du méthanol.

^{ff} La température de ramollissement du verre ordinaire est de l'ordre de 600 – 700 °C. Les températures d'ambiance dans l'environnement des bouteilles étaient bien inférieures. Cependant, les bouteilles ont certainement été directement touchées par les flammes.

Quelques remarques

- Une cuisine contient toujours une concentration importante et de sources potentielles d'incendie et de combustibles.
- Un feu non volontaire, mais avec accélérateurs, a été simulé. Le développement de l'incendie est limité essentiellement par la ventilation, aussi longtemps que la vitre n'est pas brisée. Pour une cuisine normalement garnie, la dynamique de l'incendie eut été très différente, pourvu que la fenêtre soit brisée. Selon les études auxquelles on se réfère (notamment ^{11 12 13}), la rupture de la vitre (i.e. celle qui a un effet sur la ventilation) se produit pour des températures situées dans la gamme de 300 – 450 °C (simple vitrage).
- L'alcool n'a pas entièrement brûlé, contrairement à l'huile. Cette dernière correspond à l'essentiel de la charge calorifique.
- Dans la zone directement adjacente à celle du foyer, aucun dommage n'est constaté. Les parois d'un meuble de cuisine classique jouent un rôle de paroi résistante au feu non négligeable.

Remerciements

L'ISSEP tient à remercier tous ceux qui se sont investis dans la préparation et la réalisation des essais effectués à Braine-L'Alleud et, plus particulièrement, Dominique Cardon et Jean-Claude Tomasini qui n'ont pas ménagé leurs efforts pour faire face aux inévitables imprévus.

Bibliographie sommaire

- ¹ Fire in the United States, 1987-1996, 11th edition, National Fire Data Center, United States Fire Administration, Federal Emergency Management Agency.
- ² K. Rohr, The US Home Product Report : Appliances and equipments involved in fire, NFPA, 2002.
- ³ NFPA Fact sheets, Home fires,
<http://www.nfpa.org/Research/NFPAFactSheets/NFPAHomeFireStats/NFPAHomeFireStats.asp>
- ⁴ NFPA 325, Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids, 1994 edition.
- ⁵ V. Babrauskas, Estimating room flashover potential, Fire Technol., 1980,16(2)94-103.
- ⁶ R.D. Peacock, P.A. Reneke, R.W. Bukowski and V Babrauskas, Defining flashover for fire hazard calculations, Fire Safety Journal (92) (1999) 331-345.
- ⁷ V. Babrauskas, Ignition of Wood: A Review of the State of the Art, Journal of Protection Engineering, Vol. 12 – August 2002.
- ⁸ J.M. Cholin, Wood and Wood-based products, NFPA Fire Protection handbook, 18th edition (1997), Section 4/Chapter 3.
- ⁹ L. Schmidt and Al, The Evidential Value of Alligatoring in Arson Investigations, Advances in Forensic Sciences, 1995, 3: 167-171.
- ¹⁰ NFPA 921, Guide to Fire and Explosion Investigations, 2001 Edition
- ¹¹ O. Kheski-Rahhkonen, Breaking of Window Glass close to Fire, Fire and Materials 12, 61-69 (1988).
- ¹² M. Ya Royrman, Principles of Fire Safety Standards for Building Construction, Construction Literature Publishing House Moscow (1969), English translation (TT 71-580002) from National Technical Information Service (1975).
- ¹³ T. Tanaka et al., Performance-Based Fire Safety Design of a High-rise Office Building, to be published (1998).