Research Fund for Coal & Steel

Comportement au feu des systèmes de plancher mixte acier-béton

Observation de feux réels

Contenu de la présentation

- **Essais au feu de Cardington**
  - **Essai de poutre avec brûleurs**
  - **Essai de portique avec brûleurs**
  - **Essais d'angle avec des palettes en bois**
  - **Essais de démonstration avec du véritable mobilier de bureau**

- **Preuves issues de feu accidentel dans des bâtiments réels et autres essais au feu**
  - **Feu accidentel**
  - **Essai sur parking**

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Bâtiment de huit niveaux à ossature en acier**

Assemblage poutre-poutre

Assemblage poutre-poteau

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Paramètres principaux du bâtiment**
  - **Longueur : 45 m en 5 travées de 9 m**
  - **Largeur : 21 m en 3 travées de 6 m, 9 m et 6 m**
  - **Hauteur d'étage : 4,2 m**
  - **Eléments en acier : profilés britanniques pour les poutres (UB) et les poteaux (UC)**
  - **Dalle mixte : béton léger d'une épaisseur totale de 130 mm avec un bac acier à profil trapézoïdal**
  - **Treillis soudé : 142 mm²/m**
  - **Assemblages en acier : goussets d'âme pour les assemblages poutre-poutre et platines d'about flexibles pour les assemblages poutre-poteau**
  - **Charge appliquée : sacs de sable (la charge dépendra de l'essai)**

Essais au feu de Cardington

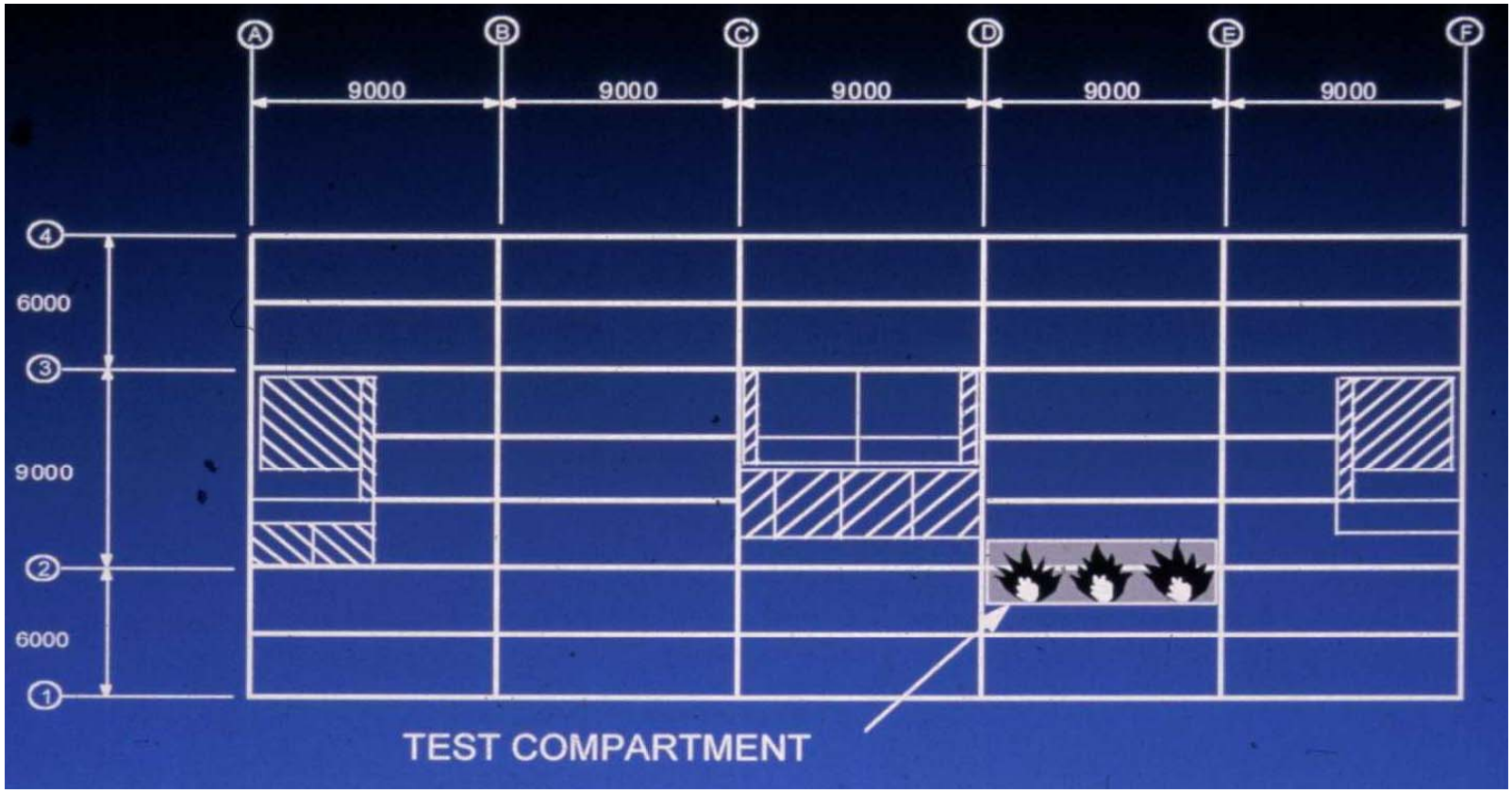
- **Vidéo de Frantisek Wald**
  - **Sera présentée pendant une pause café**
  - **Fournie sur la clé USB regroupant tous les documents et présentations**

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

Essais au feu de Cardington

- **Essai de poutre maintenue : portée = 9,0 m**

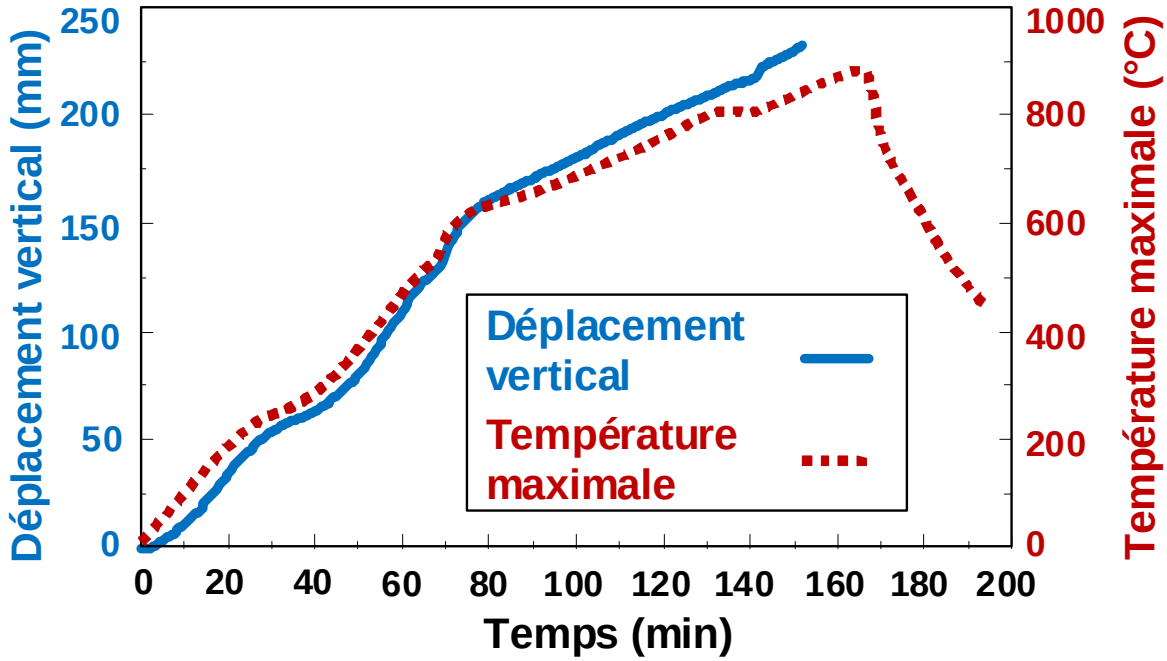


Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

Essais au feu de Cardington

- **Essai au feu de poutre maintenue : résultats expérimentaux**



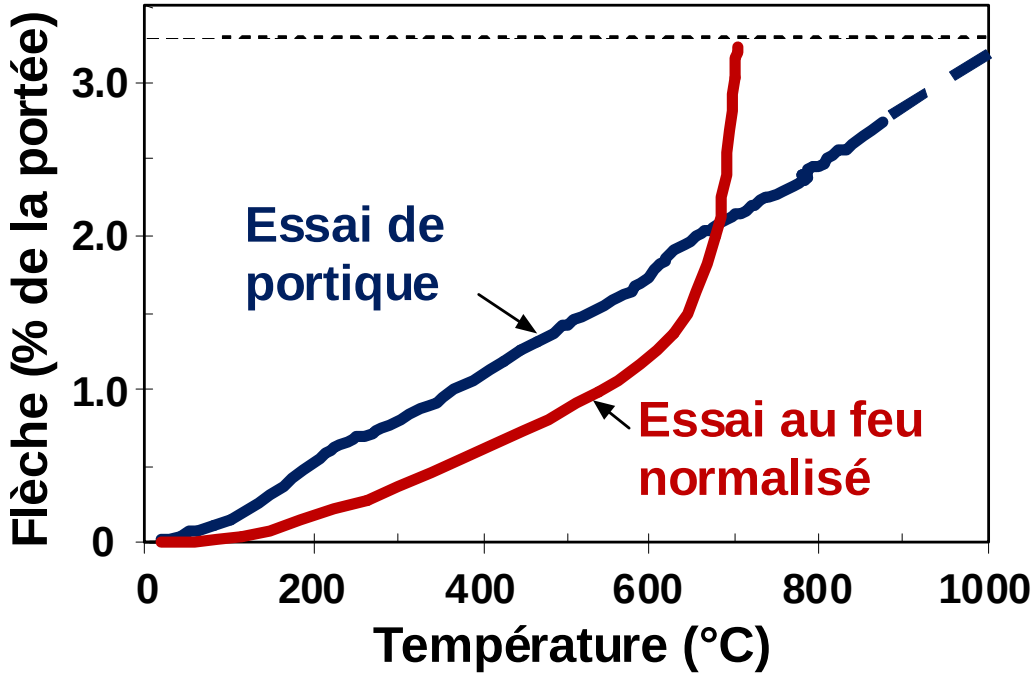
- **Observation**
  - **Echauffement maximal ≈ 900 °C**
  - **Flèche de la poutre : < 250 mm**

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

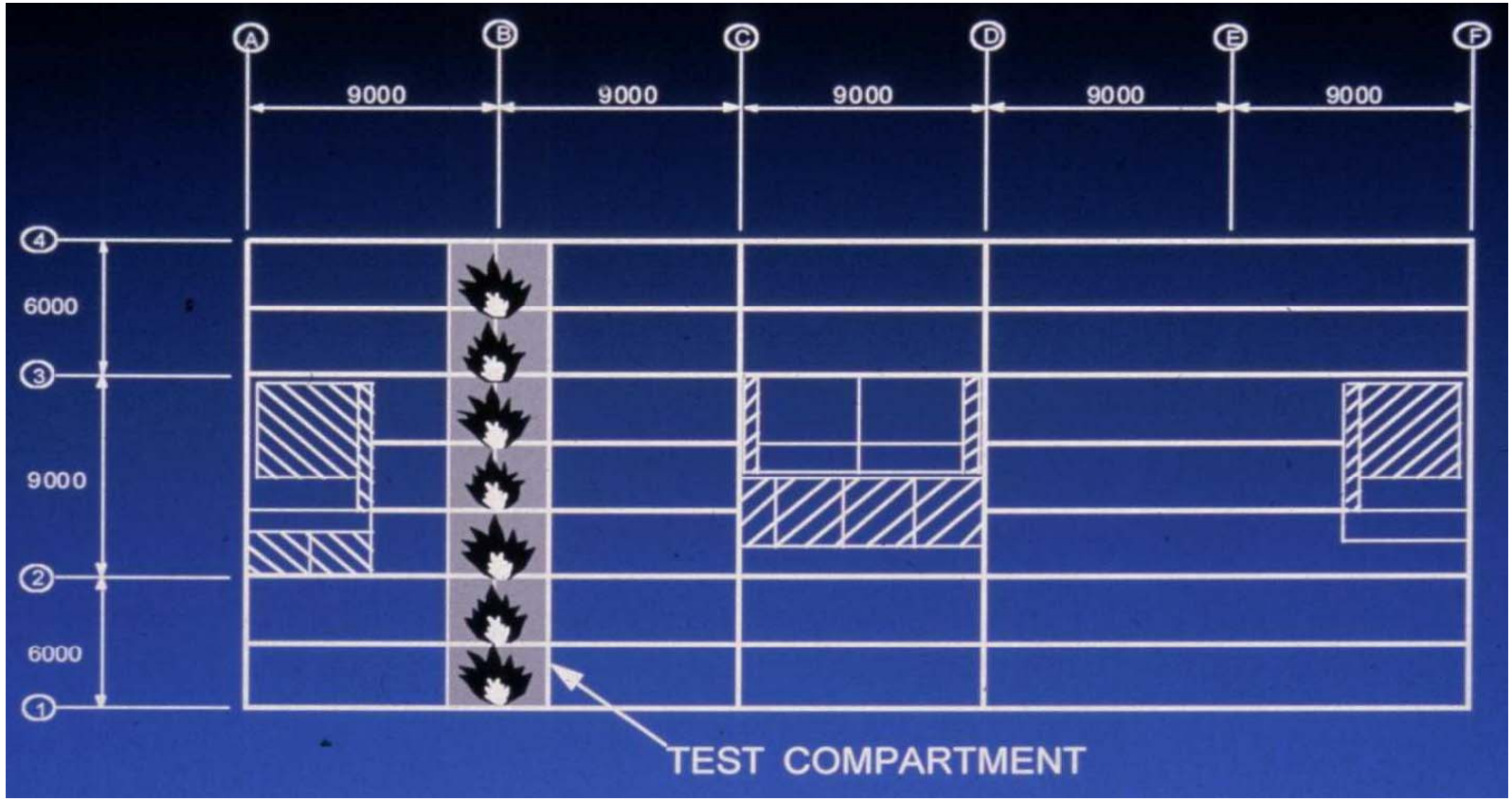
- **Comparaison avec un essai au feu normalisé**



- **Conclusion**
  - **Aucun signe de ruine dans le système de plancher global**
  - **Effondrement à $\theta \approx$ 650 °C si appui simple**

Essais au feu de Cardington

- **Essai de poutre de portique plan**



Essais au feu de Cardington

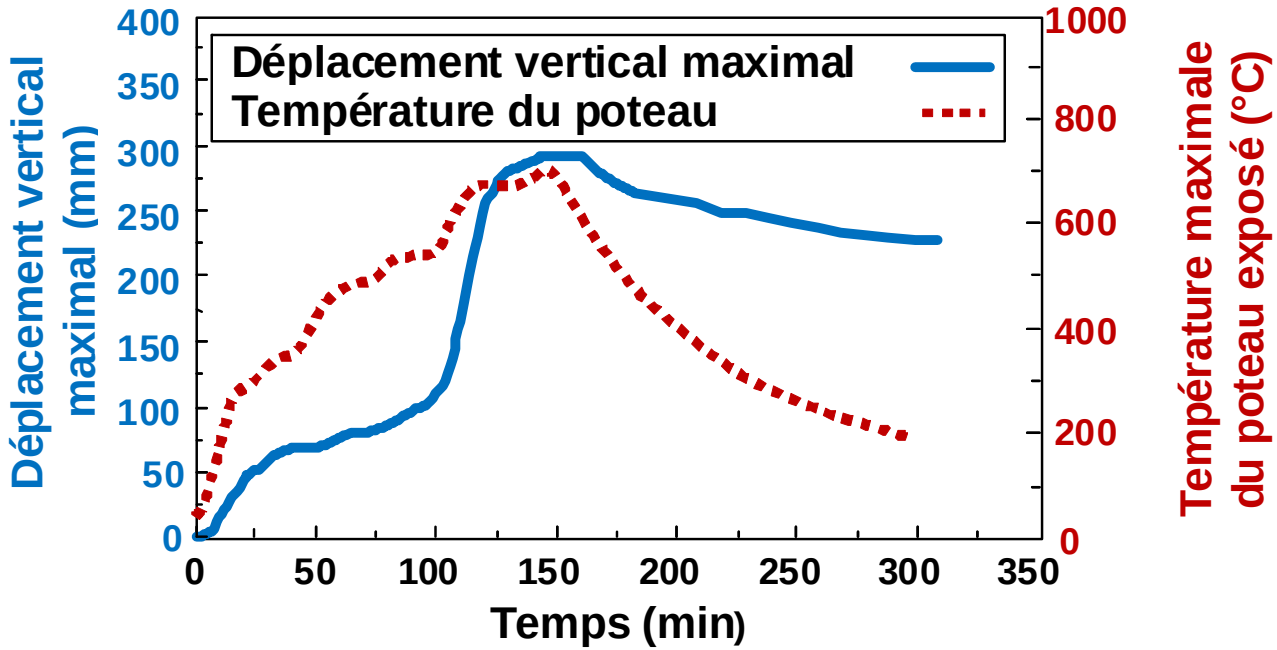
Preuves issues de feu accidentel

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai de portique plan : résultats expérimentaux**



- **Observation**
  - Echauffement maximal ≈ 750 °C
  - Flèche de la poutre ≈ 300 mm

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

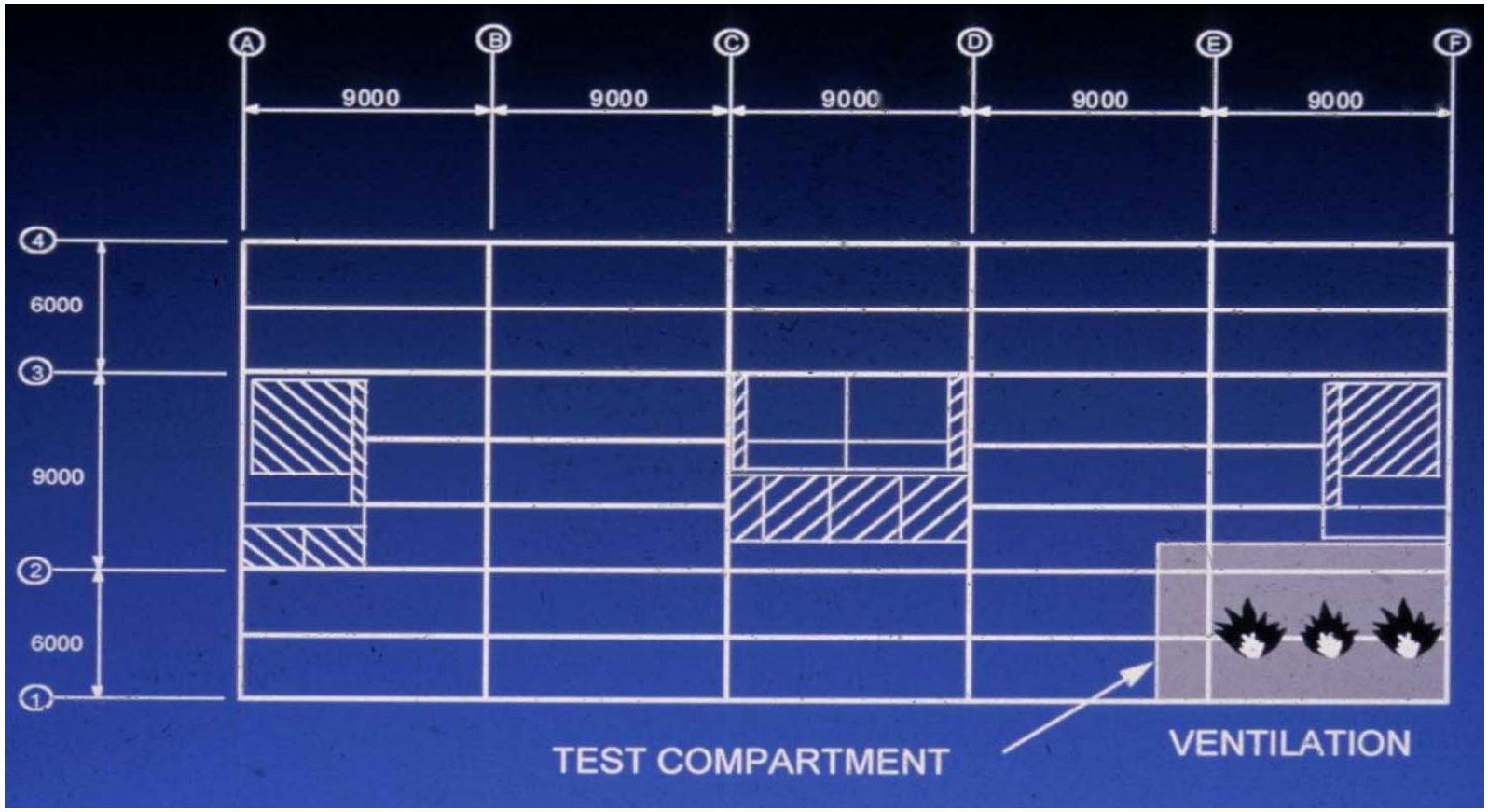
Preuves issues de feu accidentel

- **Etat déformé de la partie échauffée du plancher**

- **Conclusion**
  - **Ecrasement de la partie non protégée du poteau**
  - **Pas d'effondrement ultérieur malgré la ruine locale ci-dessus**

Essais au feu de Cardington

- **Essai de compartiment d'angle**



Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

Essais au feu de Cardington

- **Essai de compartiment d'angle : dispositif expérimental**

Murs du compartiment en parpaings

Charge calorifique constituée de palettes en bois : 45 kg/m²

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

Essais au feu de Cardington

- **Essai de compartiment d'angle : résultats expérimentaux**

Feu durant l'essai

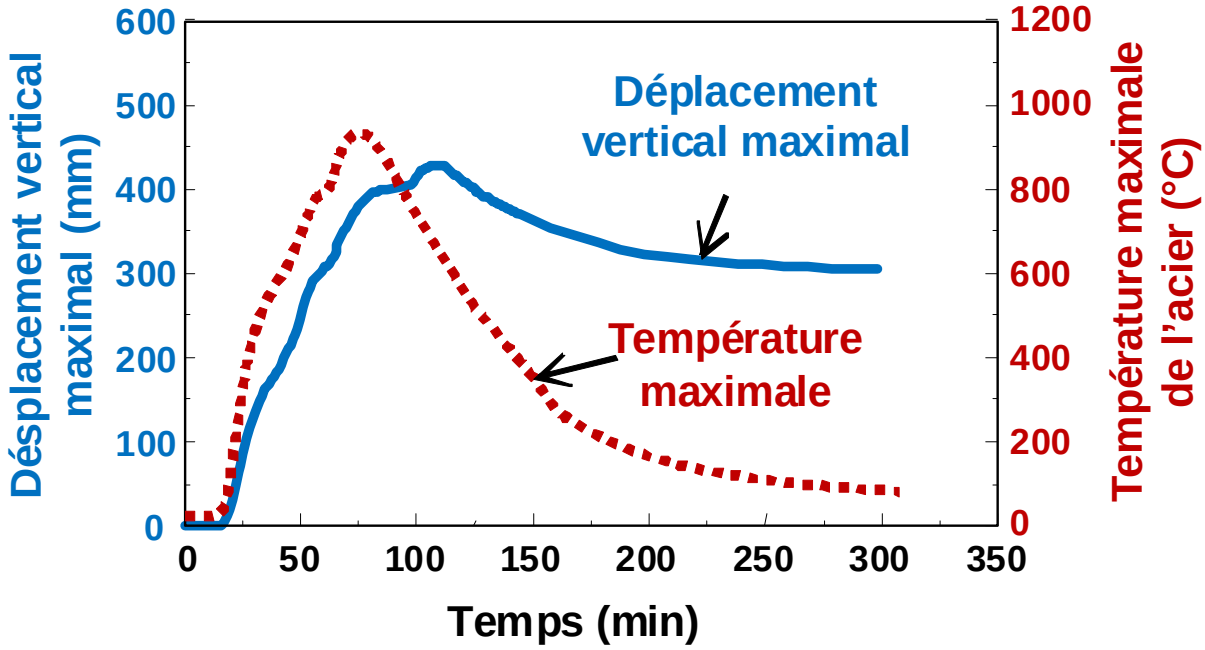
Plancher déformé après l'essai

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai de compartiment d'angle : résultats expérimentaux**



- **Observation**
  - **Echauffement maximal de l'acier ≈ 1014 °C**
  - **Flèche maximale du plancher ≈ 428 mm**

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai de compartiment d'angle : structure après essai**

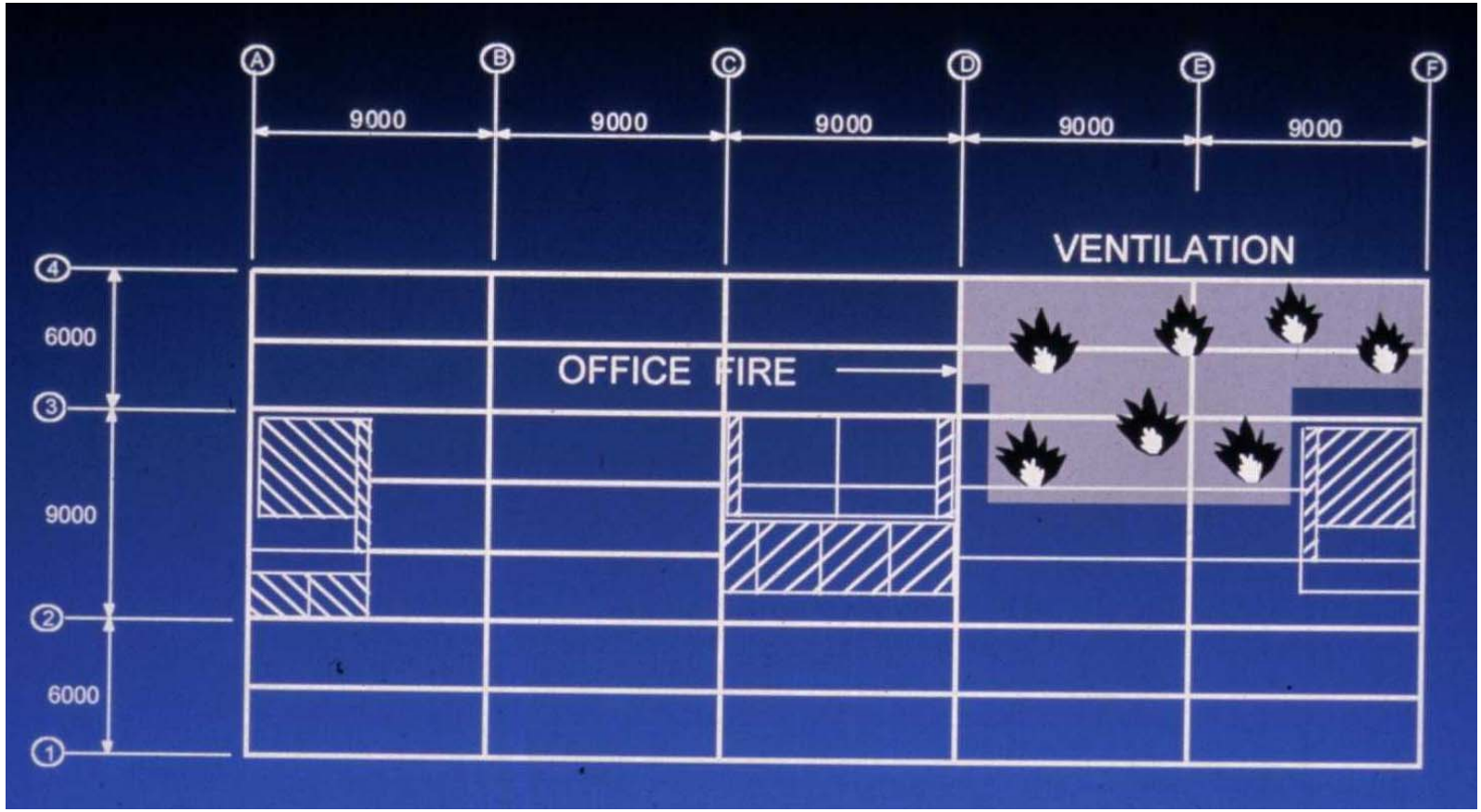
Etat déformé de la partie échauffée du plancher mixte

Etat déformé des éléments en acier autour du poteau protégé

- **Conclusion**
  - **Aucun signe de ruine global du plancher ni de limitation de flèche du plancher malgré un échauffement important de l'acier**

Essais au feu de Cardington

- **Essai de démonstration (aire supérieure à 130 m²)**



Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai de démonstration : dispositif expérimental**

Charge calorifique constituée de véritable mobilier de bureau

Ouvertures : fenêtres à vitrage ordinaire

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai de démonstration : résultats expérimentaux**

Début du feu

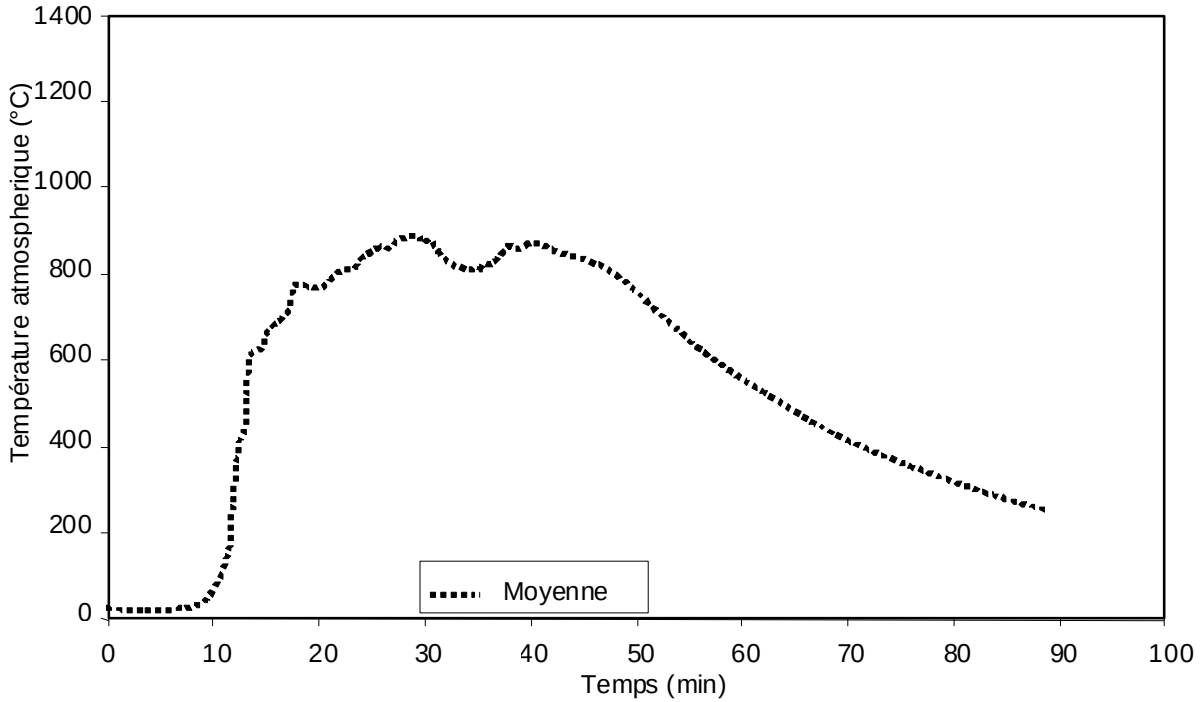
Feu pleinement développé

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

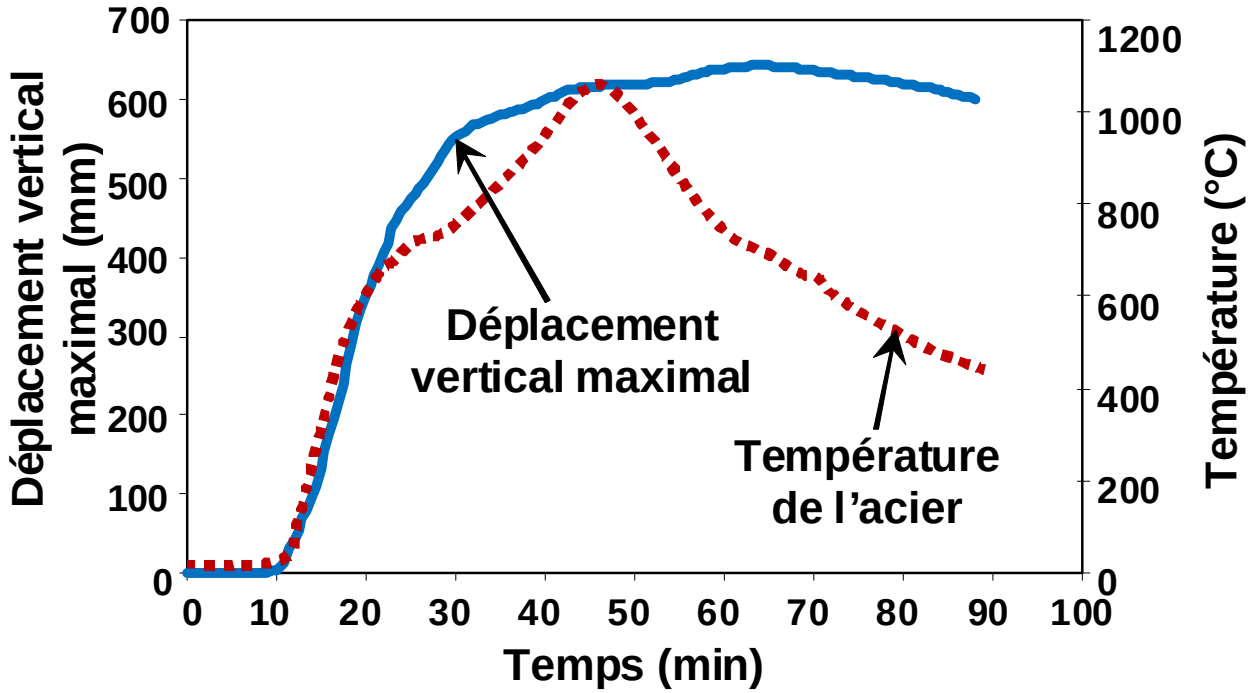
- **Essai de démonstration : résultats expérimentaux**



- **Observation**
  - **Température maximale des gaz ≈ 1200 °C**
  - **Echauffement maximal de l'acier ≈ 1150 °C**

Essais au feu de Cardington

- **Essai de démonstration : résultats expérimentaux**



- **Observation**
  - **Flèche importante du plancher ≈ 640 mm**
  - **Pas d'effondrement du plancher**

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai de démonstration : structure après essai**

Etat déformé de la partie échauffée du plancher mixte

Etat déformé des éléments en acier autour du poteau protégé

- **Conclusion**
  - Aucun signe de ruine globale du plancher **malgré un échauffement important de l'acier et une grande flèche du plancher**

Essais au feu de Cardington

- **Autres essais au feu**
  - **2e essai d'angle**
  - **Essai de grand compartiment**
  - **Nouvel essai au feu**

Essais au feu de Cardington

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Remarques générales**
  - **Un grand nombre d'essais au feu sévères réalisés dans ce bâtiment à ossature métallique sans effondrement de la structure globale**
  - **Performance observée nettement meilleure par rapport aux essais au feu normalisé ordinaires avec des éléments en acier protégés**
  - **Excellent comportement global du plancher mixte même lorsque les poutres en acier s'échauffaient à plus de 1000 °C**
  - **Augmentation évidente de la résistance au feu du plancher mixte en raison d'un effet membrane en grands déplacements**
  - **Bonne robustesse structurale du système de plancher mixte en cas de fissuration importante du béton**

Feux accidentels et autres essais au feu

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

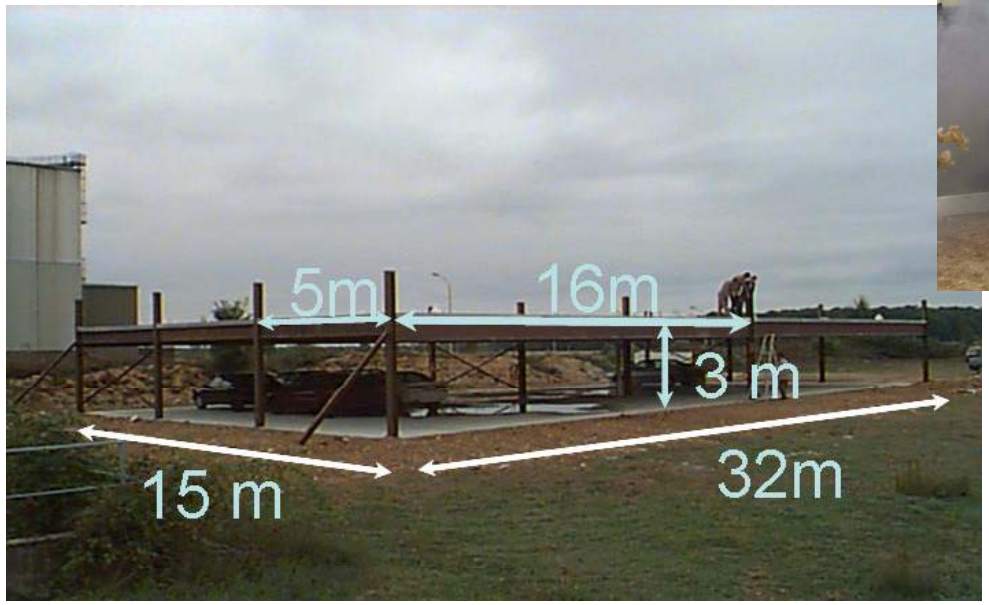
- **Incendie de Broadgate**
  - **Bâtiment de bureaux à 14 niveaux, système de plancher mixte**
  - **Température des gaz supérieure à 1000 °C**
  - **Flèche importante du plancher (supérieure à 600 mm) mais pas d'effondrement**

Feux accidentels et autres essais au feu

Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essais au feu de Vernon (France) – CTICM 1998 - 2000**
  - **Parking automobile ouvert à 2 étages, système de plancher mixte**
    - **Longueur: 2 x 16 m = 32 mètres**
    - **Largeur: 6 x 2,5 m = 15 mètres**
  - **2/3 des voitures en feu**

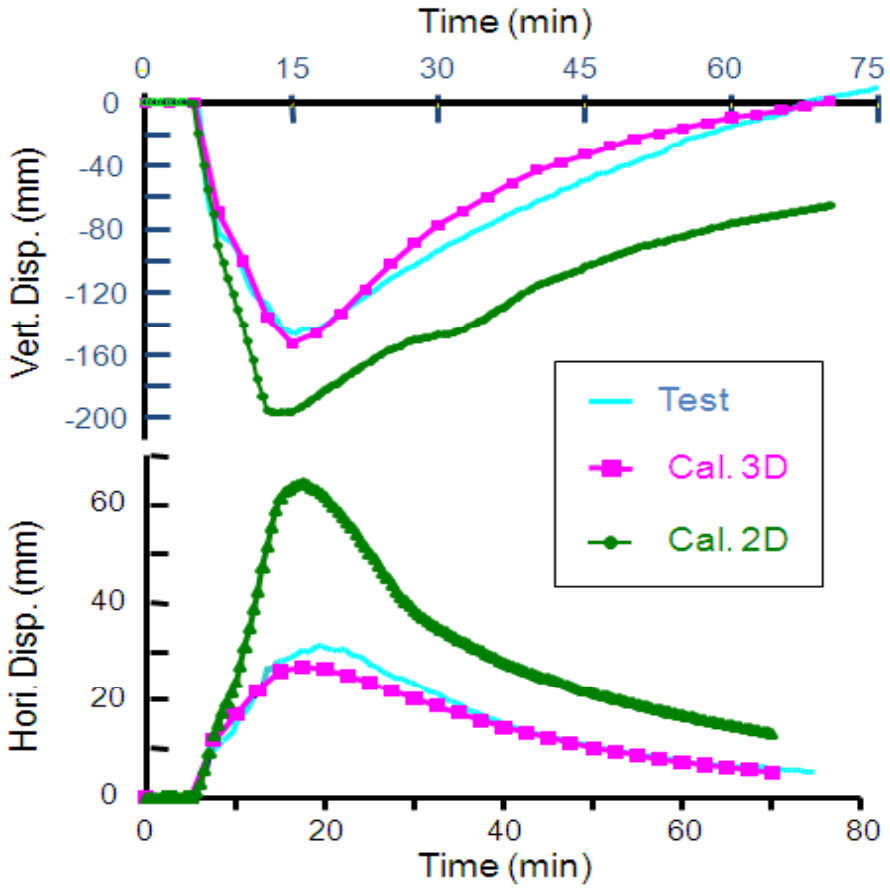


Essais au feu de Cardington

Preuves issues de feu accidentel

- **Essai au feu de Vernon (France) – CTICM 1998 - 2000**

La simulation numérique donne un bien meilleure correspondance avec un modèle 3D (incluant l'action membranaire de traction) qu'avec un modèle de poutre 2D.

Cependant, le feu était:

1. **Localisé**
2. **De courte durée**