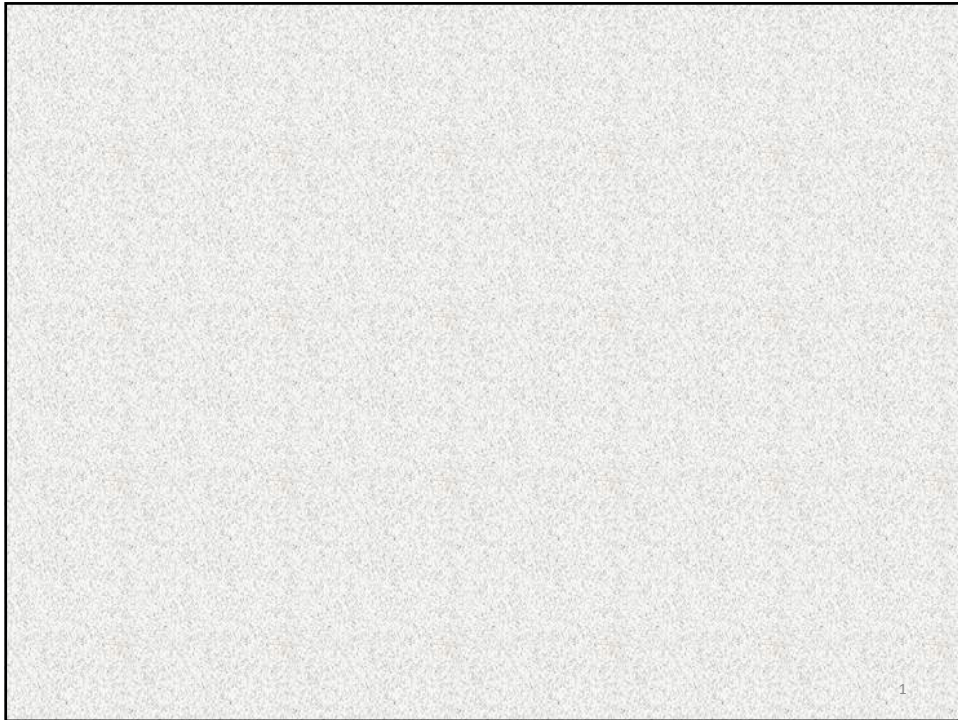




Pour quels types de **matériaux** peut-on faire des simulations?

Quels tests dois-je envisager pour mes **structures** et où?

Quelles sont les données d'entrées nécessaires pour faire de la simulation?

Quels types d'essais sont possibles pour valider les simulations?



Tenue au feu des structures
ISMANS, 19/01/2011

Analyse de la tenue au feu des structures. Tests ou simulations?

Jean-Marc FRANSSEN
Jm.franssen@ulg.ac.be



3

Quels types de matériaux peut-on simuler?

A priori tous

Quoique

Quels types de structures peut-on simuler?

Pratiquement aucune,

sauf si...

Quels types de matériaux peut-on simuler?

A priori tous

à condition de connaître leurs propriétés.

Quelles propriétés?

Celles du matériaux?

NON.

Celles du modèle .

Exemples

Calculs thermique avec modèle conductif dans un solide

=> conductivité thermique, chaleur spécifique, masse volumique.

OK pour les métaux.

Résistance de contact?

Effet des grands déplacements?

Changements de géométrie:

Combustion (bois)

Ablation

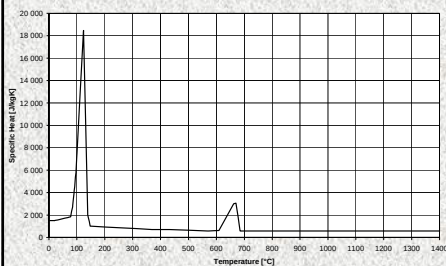
Expansion (peintures intumescentes)

Eclatements (béton)

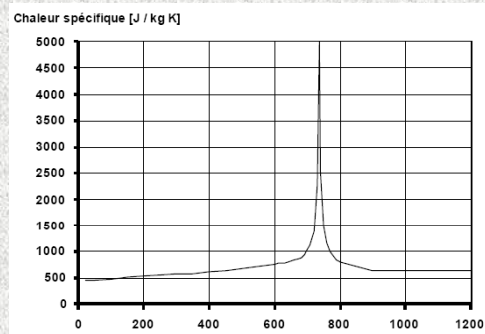


Si phénomènes chimiques endothermiques ou exothermiques, prise en compte:

- dans l'équation d'équilibre thermique ou,
- dans la chaleur spécifique?



Plâtre



Acier

Si présence d'eau libre (= évaporable), comme dans les matériaux à matrice cimentaire, dans le plâtre ou dans le bois.

- Conductivité = $f(\text{teneur en eau (en phase liquide/en phase vapeur)})$
- Energie d'évaporation
- Mouvements d'eau liquide, de vapeur (porosité, perméabilité)
- Recondensation
- Si interaction structure/thermique, porosité et perméabilité sont fonction du champ de contrainte (fissuration discrète)

Modèle de matériaux hétérogène ou homogène équivalent?

Béton:

pâte, granulat, vides...

Bois:

aubier/duramen,
bois parfait/noeuds,
bois de printemps/bois d'été

Fibre de roche = tubes enchevêtrés

conduction,
rayonnement,
convection.

⇒ Bien connaître son modèle et ses limites.

⇒ Déterminer les propriétés **du modèle**.

! Si refroidissement, les propriétés (et les phénomènes physiques)
ne sont pas nécessairement réversibles.

Propriétés mécaniques

D'abord construire son modèle

Lister les paramètres du modèle

Mesurer ces paramètres

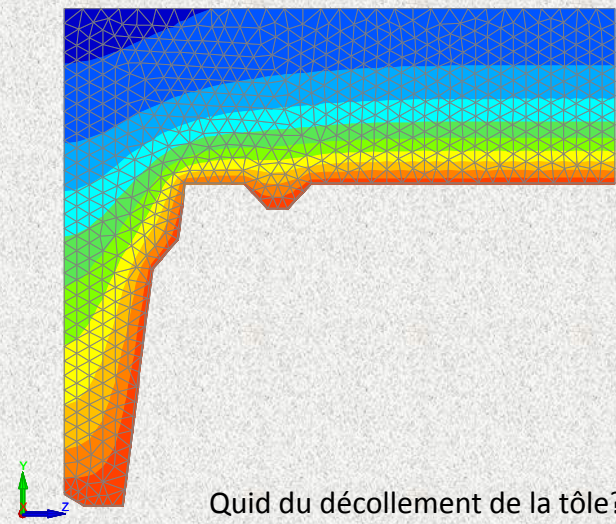
Quels types de structures peut-on simuler?

Pratiquement aucune,

sauf si... on a déjà testé une structure similaire.

(contr)exemples

1) Plancher mixte acier-béton sur tôles trapézoïdales



Diamond 2009.a.6 for SAFIR

FILE: T100_120

NODES: 765

ELEMENTS: 1323

SOLIDS PLOT

TEMPERATURE PLOT

TIME: 5400 sec

>Tmax

1000.00

900.00

800.00

700.00

600.00

500.00

400.00

300.00

200.00

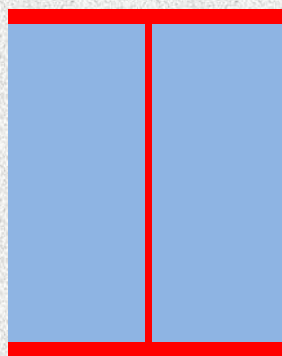
100.00

78.10

Quid du décollement de la tôle?

(contr)exemples

2) Colonne mixte acier-béton



Désolidarisation entre le béton et le profilé métallique

(contr)exemples

3) Cloisons en panneaux sandwichs: acier-isolant-acier



I

Emissivité de la tôle

>



I

Emissivité de la tôle

(contr)exemples

4) Voiles en béton.



Pas d'éclatements

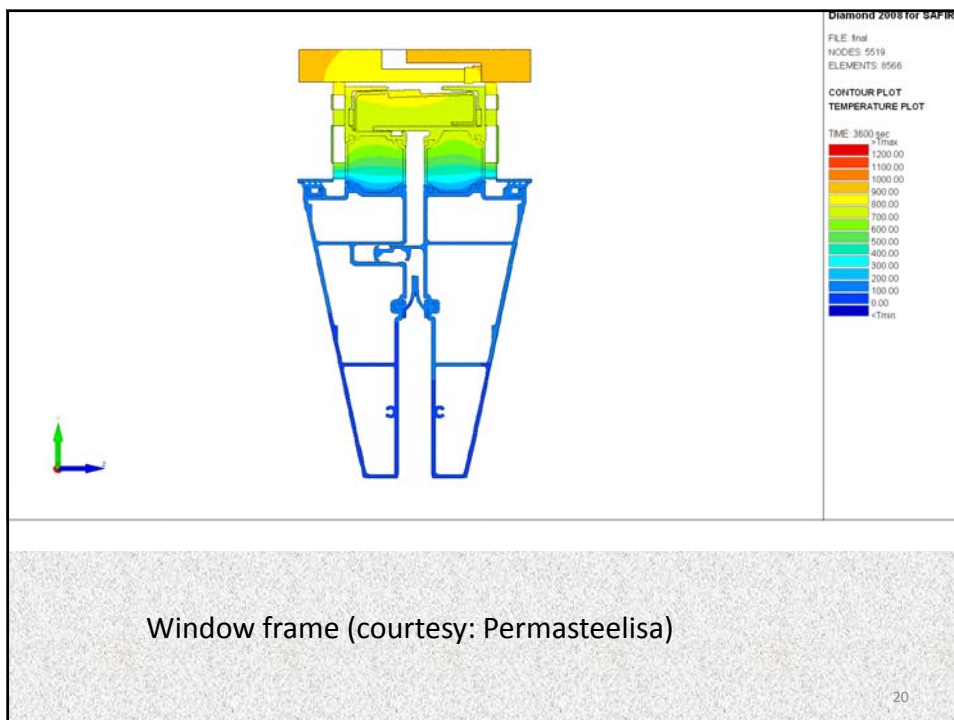
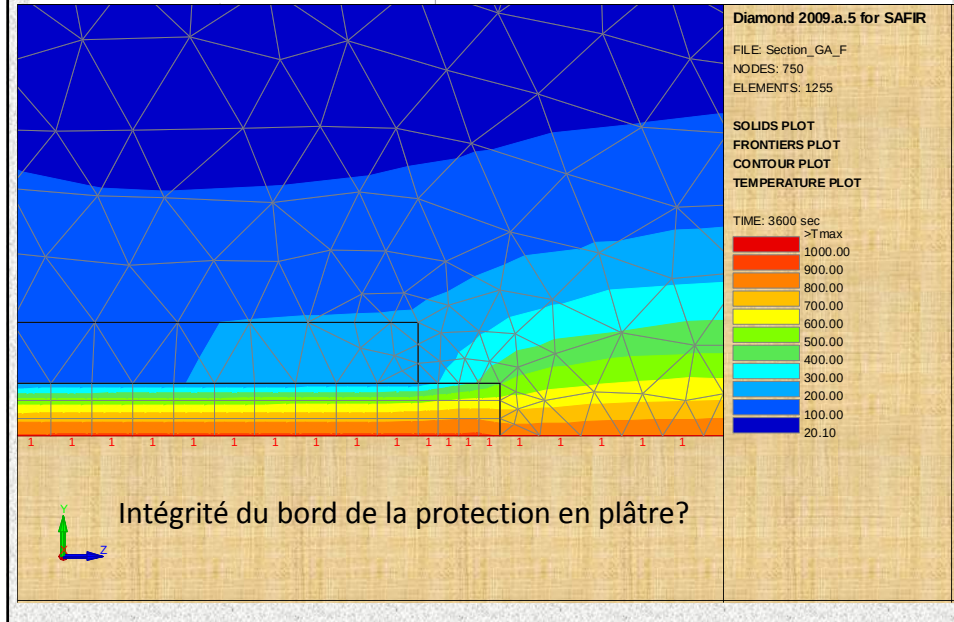


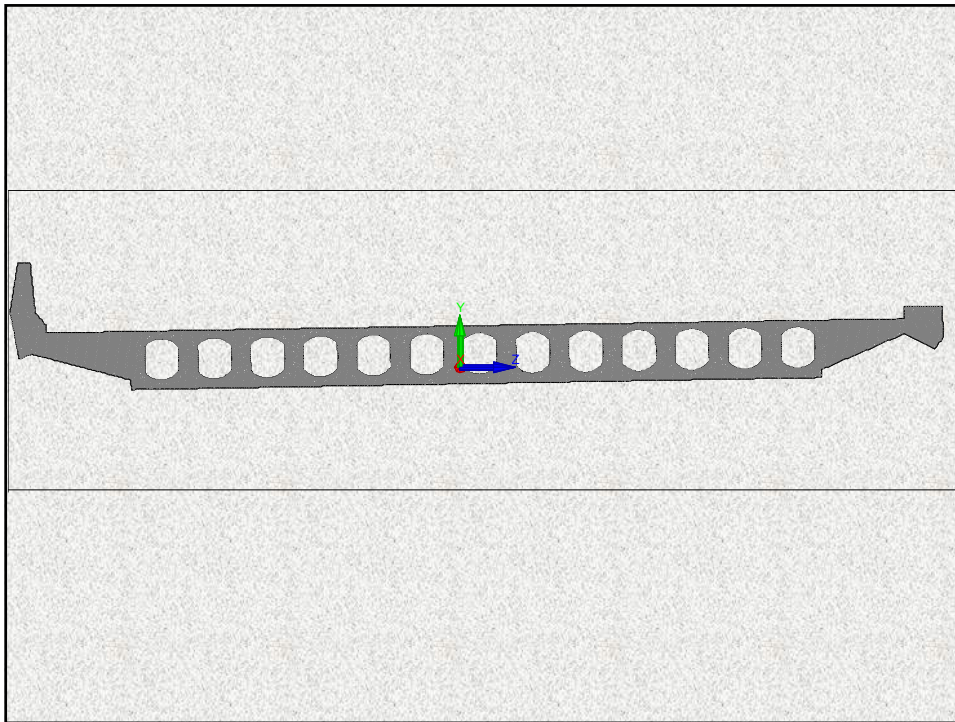
Eclatements

Fabrication: face exposée au sol ou à l'air libre

(contr)exemples

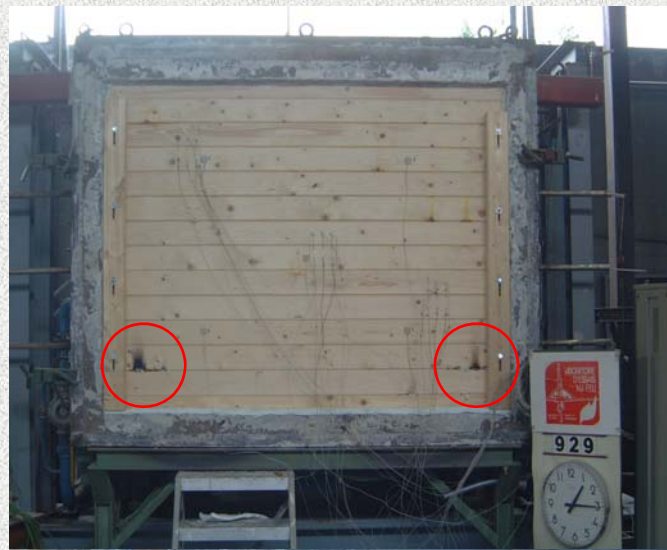
5) Poutre en acier intégrées.





(contr)exemples
6)

Résistance au feu d'une paroi en bois empilés
Biospeedhome – Prov. de Luxembourg - Valbois



Face non exposée pendant l'essai (75 minutes)

Résistance au feu d'une paroi en bois empilés



Face exposée après l'essai

Résistance au feu d'une paroi en bois empilés



Braises dans le four après l'essai

YAKA simuler tous les phénomènes avec des éléments solides,
des éléments de contact, etc.

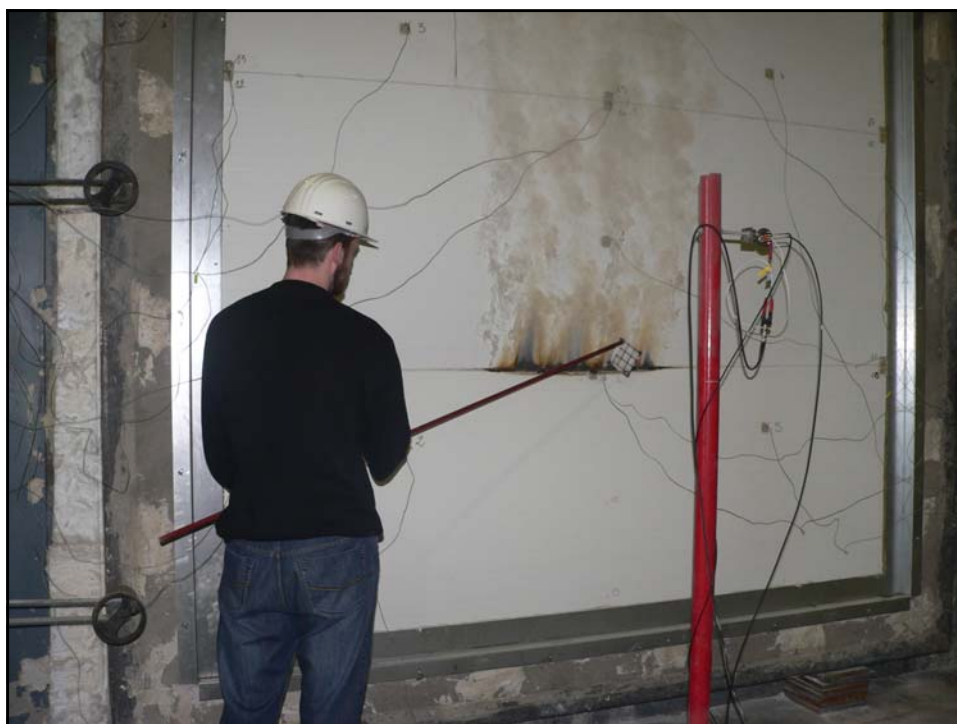
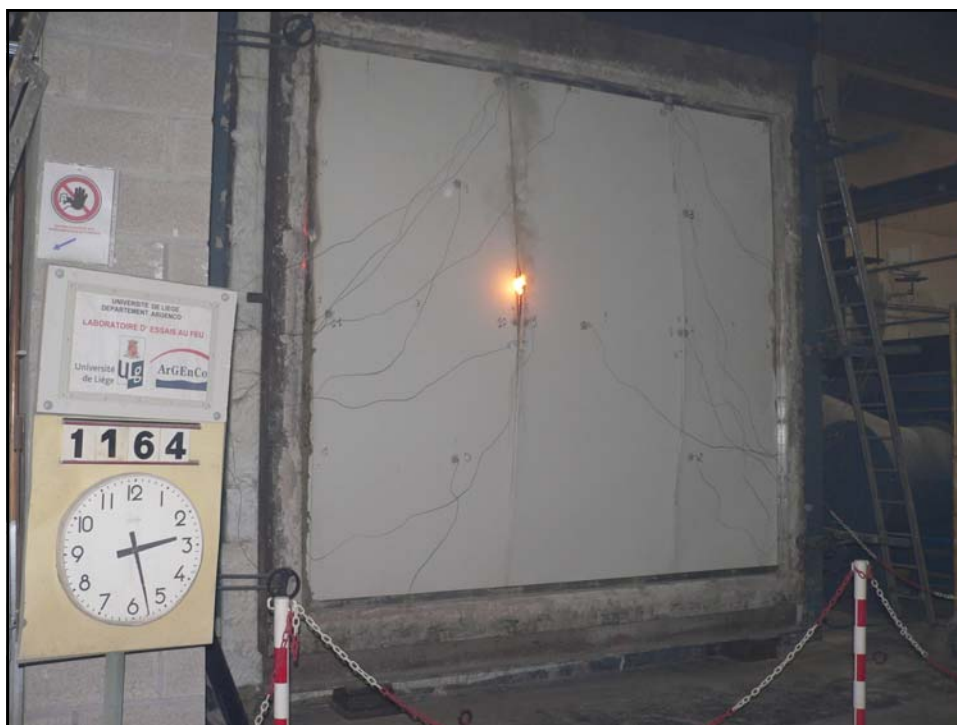


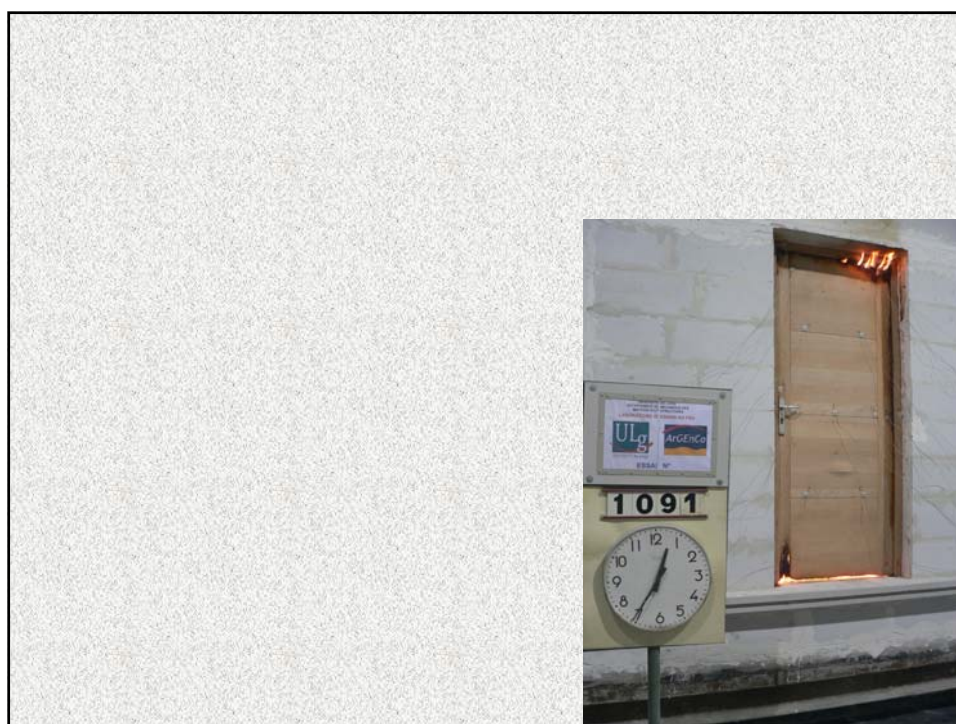
Bon courage!

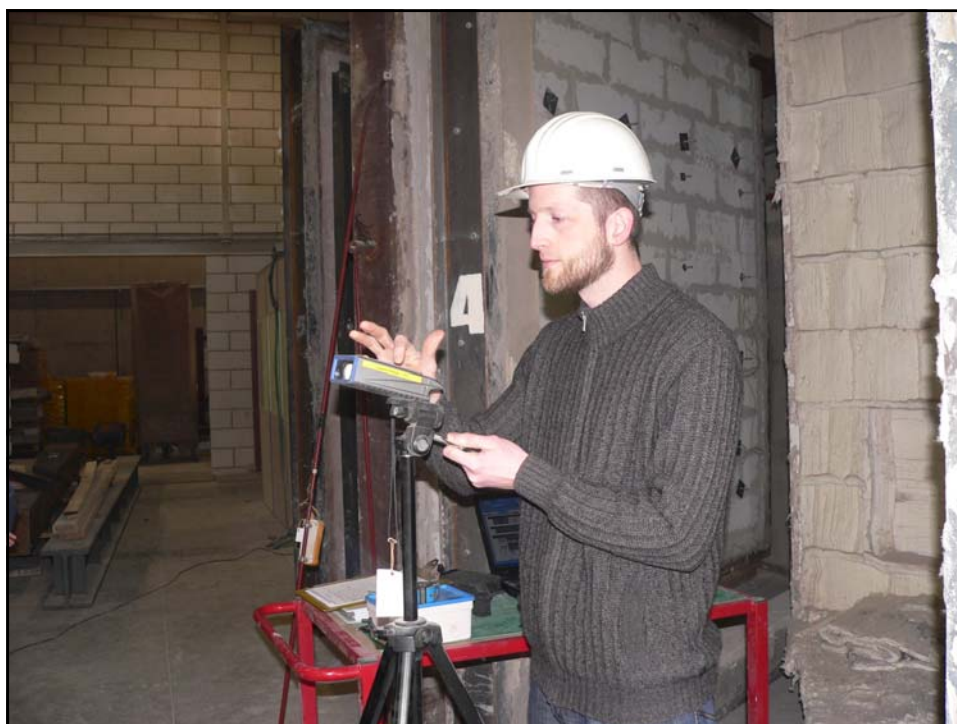
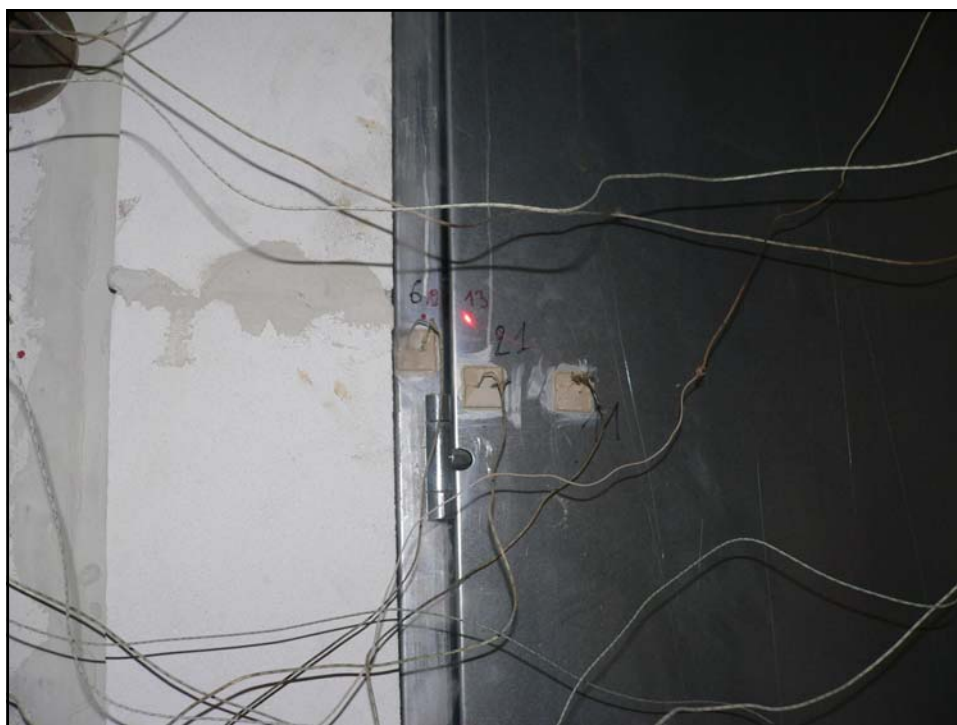
Où effectuer des tests pour mes structures?

Dans un laboratoire accrédité ISO 17025 «*Exigences générales
concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*»,
si possible ayant une grande expérience.

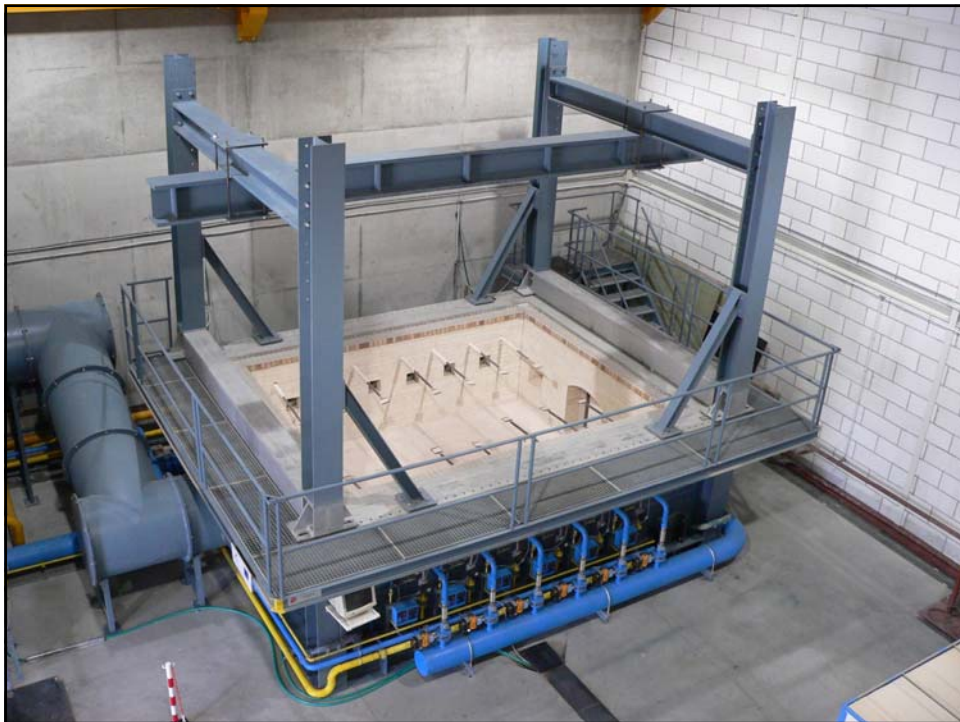
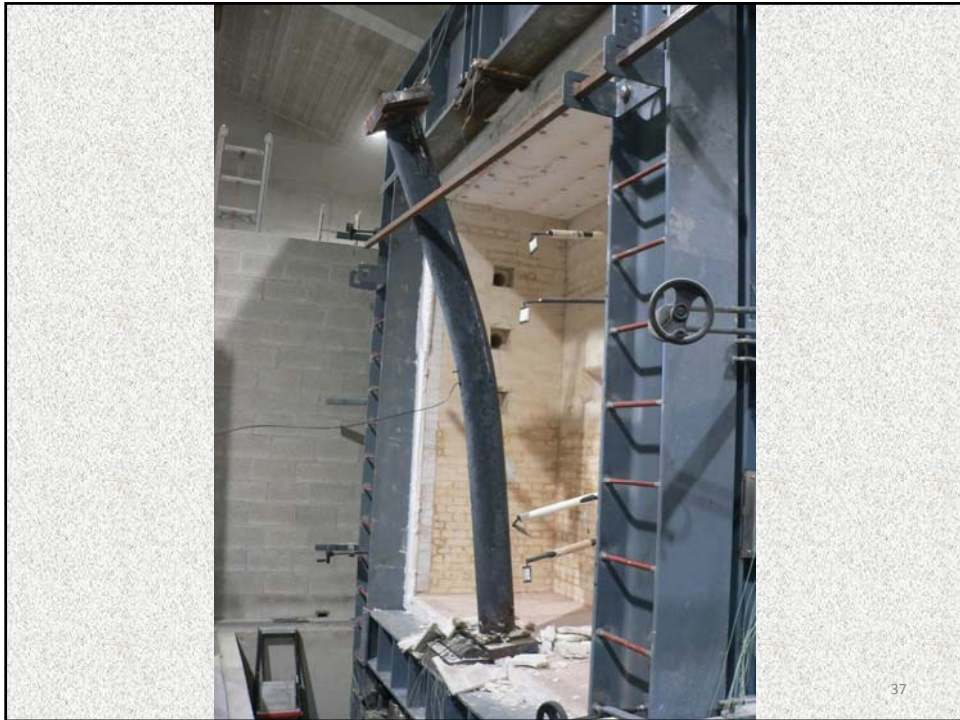


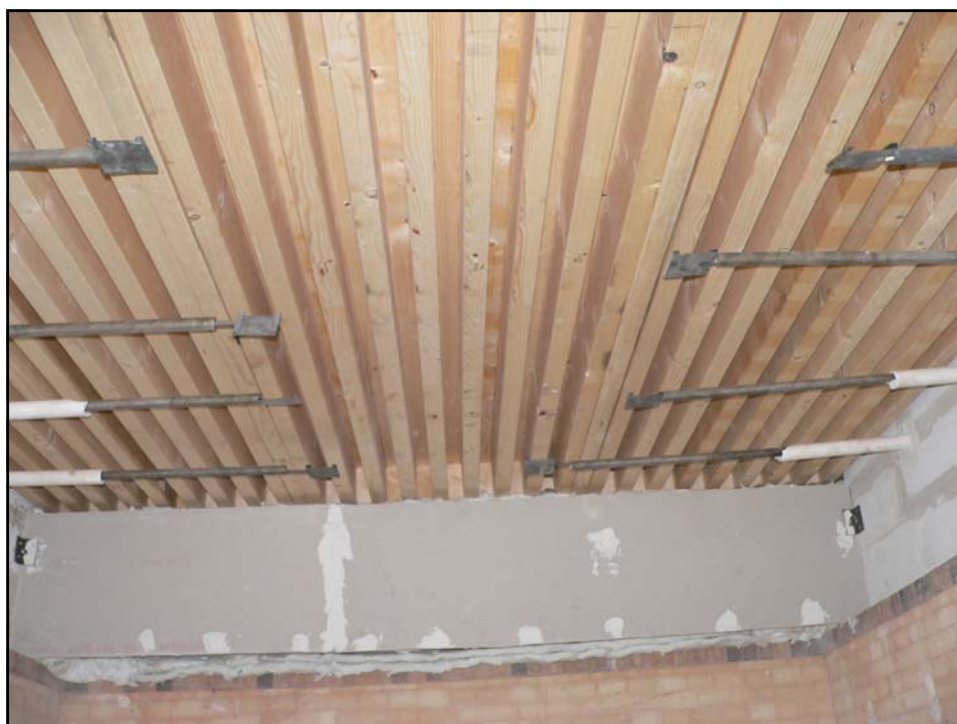


















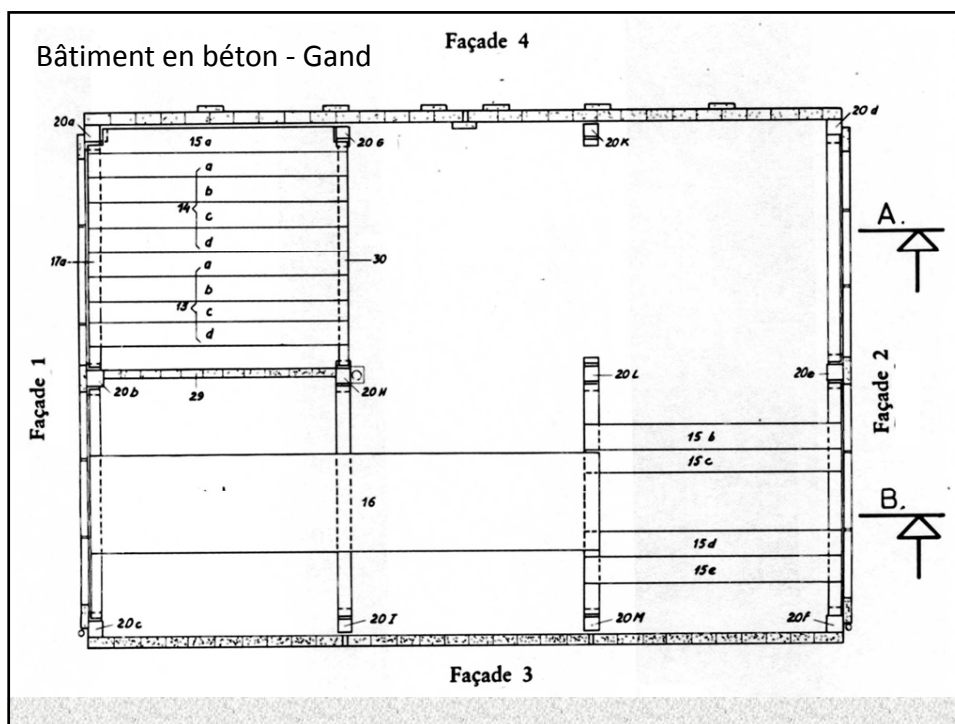




Pour des structures trop grandes, il faut sortir du laboratoire.

L'accréditation reste un gage de compétence.

ISO/TR 15658 – Essais de résistance au feu– Lignes directrices pour la conception et la conduite d'essais et de simulations à large échelle non basés sur les fours





Bâtiment mixte acier béton
Cardington - UK

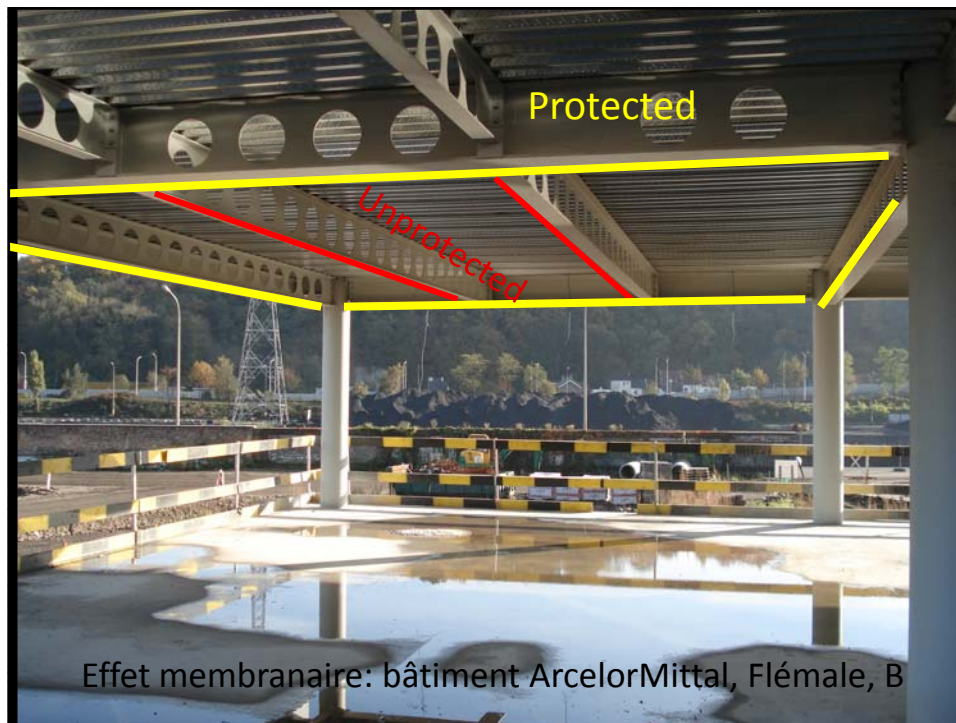


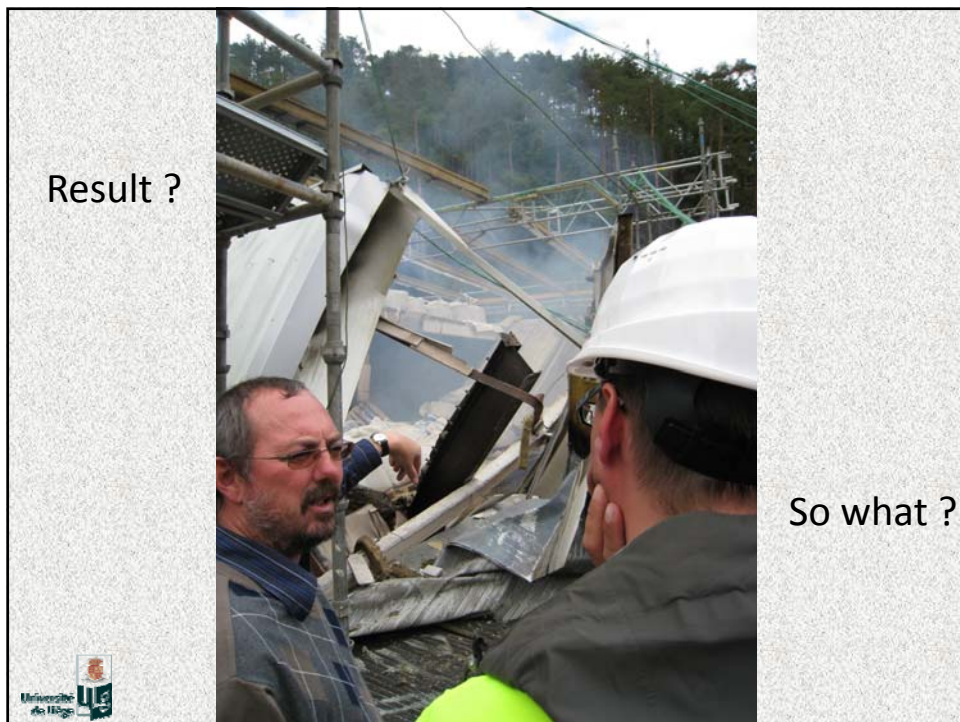


Test « FLUMILOG », courtesy INERIS, France



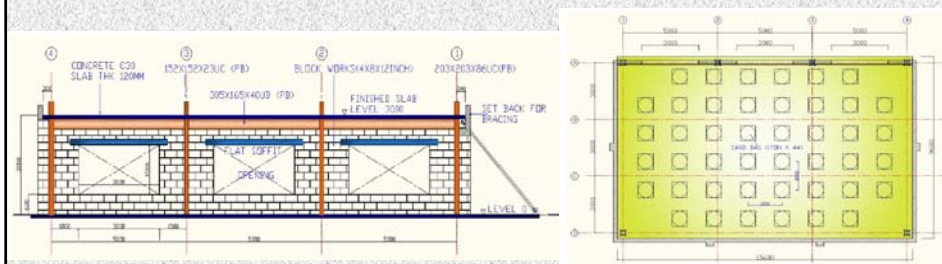






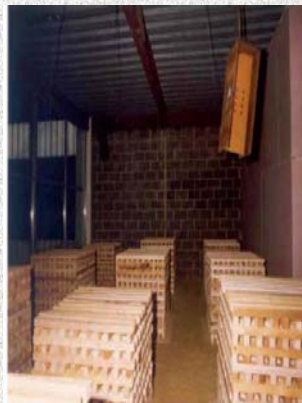
Full scale fire test (Ulster) RFCS research « FICEB »

- Natural fire in a compartment of 9m by 15m
- Composite slab supported by two central unprotected beams
- Peripheral protected beams



Fire development

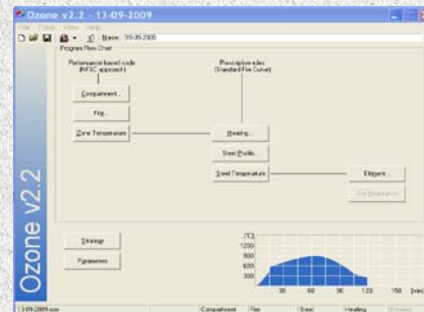
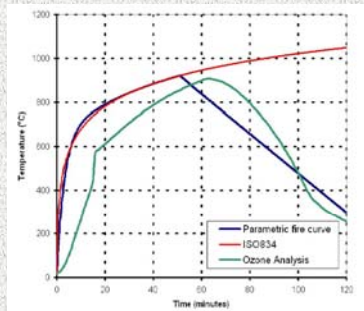
First step: to model the fire that will develop in the compartment
(Ozone)



Fire load by 45 standard wooden crips
(33 kg/m²)

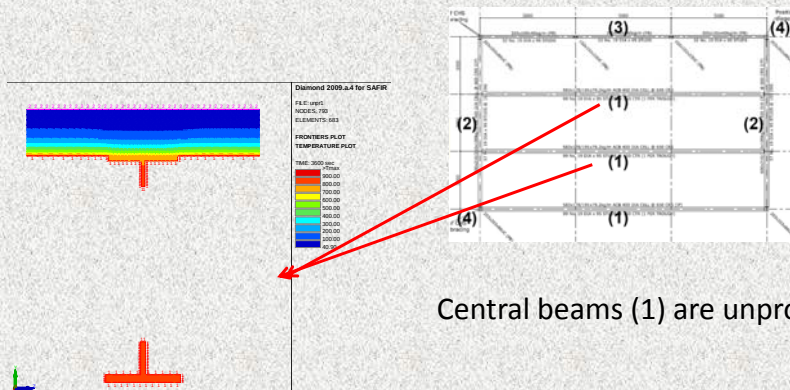
Fire development

Ozone software



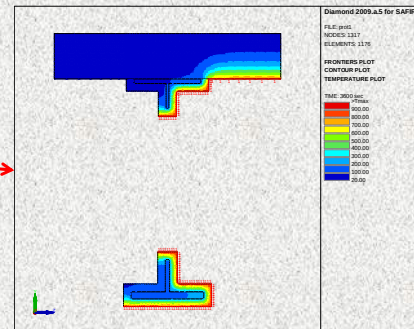
This calculation gives the gas temperature as a function of time in the compartment.

Thermal analysis of the beams



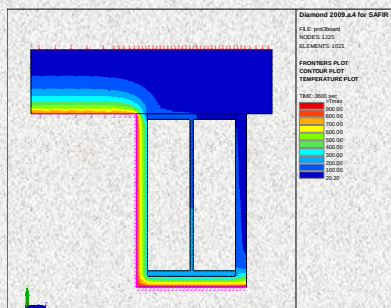
Central beams (1) are unprotected

Thermal analysis of the beams



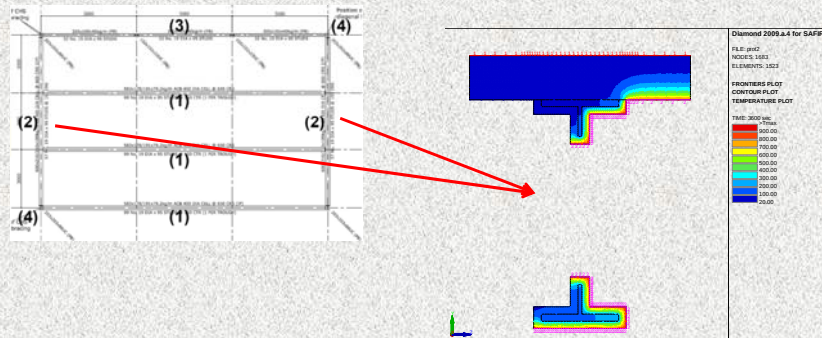
- Edge beam (1) is protected
- Attacked by the fire only on one side

Thermal analysis of the beams



- Edge beam (3) is protected
- Attacked on one side

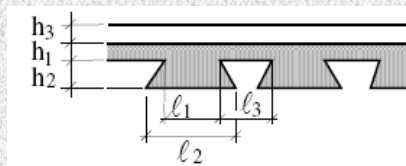
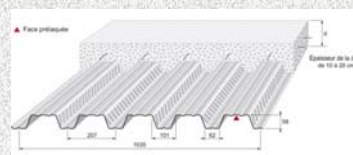
Thermal analysis of the beams



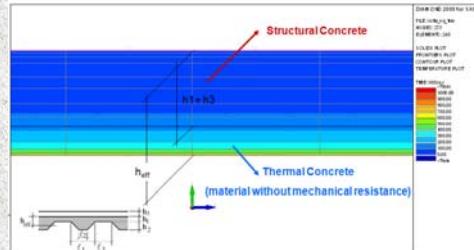
- Beams (2) are protected
- Attacked on one side

Thermal analysis of the slab

- Composite slab with steel deck
- The steel deck is not modeled and the geometry of the slab is simplified



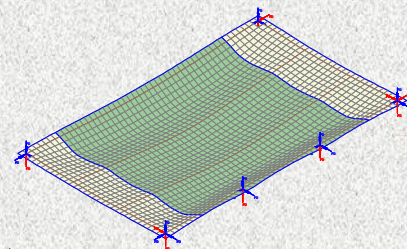
Thermal analysis of the slab



- The concrete in the ribs is partially considered for thermal analysis because it absorbs part of the heat (thermal analysis => effective thickness)
- Only the cover part of the slab is considered for structural analysis (structural analysis => only the cover thickness)

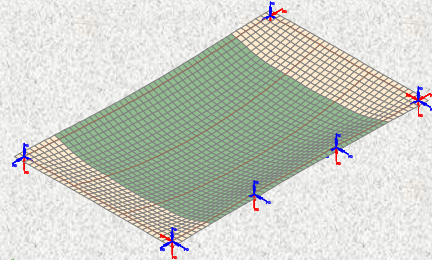
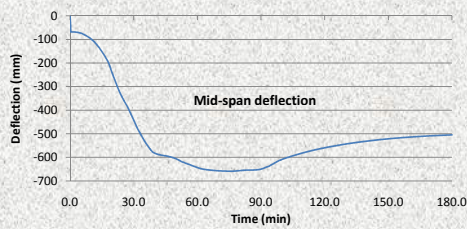
Structural analysis – room temperature

- Beam elements were used for the beams and shell elements for the slab
- The uniformly distributed load is increased until collapse.
- The structural behaviour is a bending mode

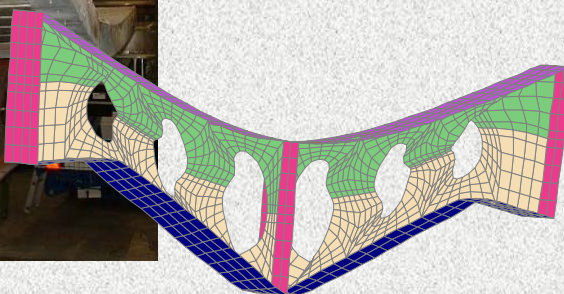
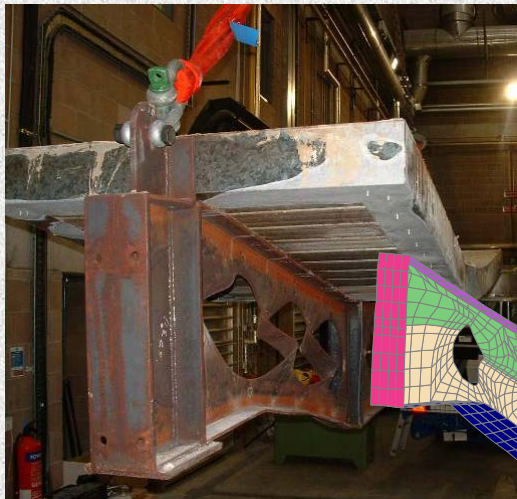


Structural analysis – fire situation

Structural behaviour totally different compared to the cold case: the unprotected beams lose their stiffness and the slab develops a tensile membrane action.



Cellular beam in case of fire : example



Cellular beam in case of fire : example

