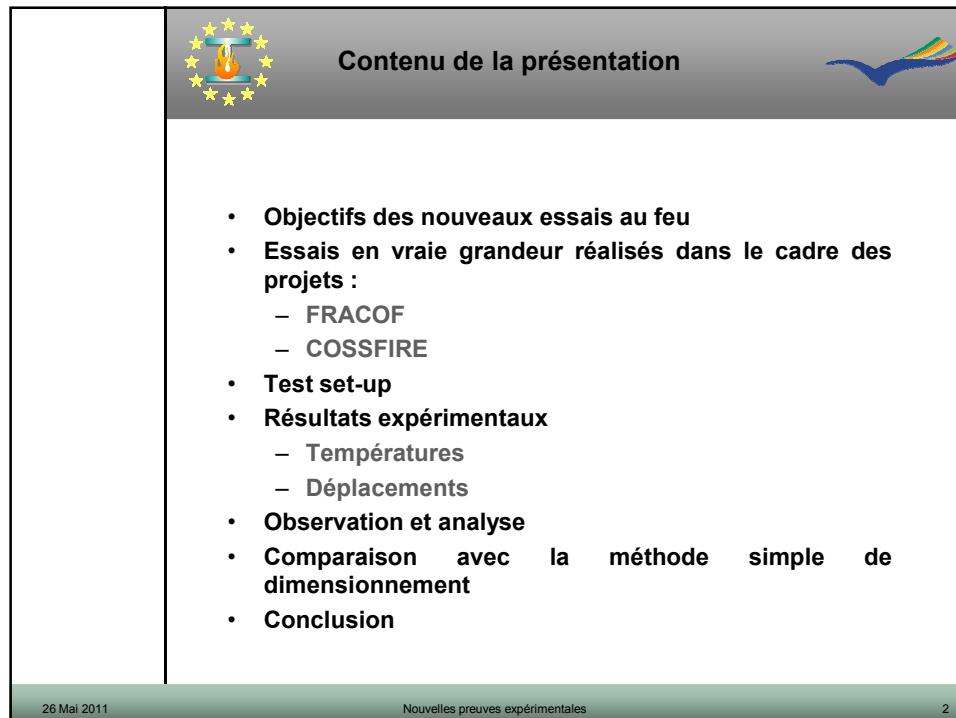




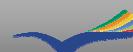
The slide features a green gradient background. In the top left corner is the European Union flag and the text "Education and Culture DG Lifelong Learning Programme LEONARDO DA VINCI". In the top right corner is the logo for "1&4 ANEFORÉ". The center of the slide displays the FRACOF logo, which consists of the word "FRACOF" in large black letters with yellow stars around it, and a small orange flame icon inside a blue square. Below the logo is the text "Comportement des planchers acier et mixtes en situation d'incendie" and "Nouvelles preuves expérimentales". At the bottom left is the name "Dr. Olivier Vassart" and at the bottom right is the date "26 Mai 2011".

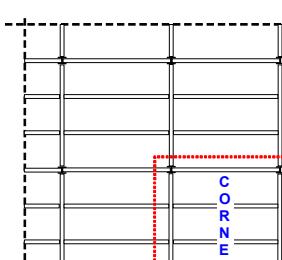
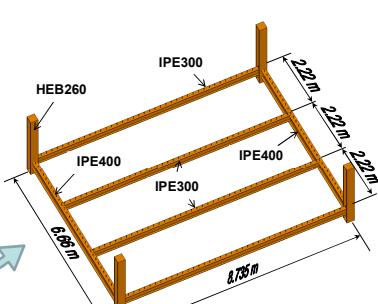


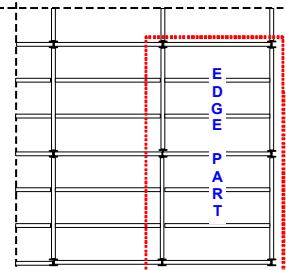
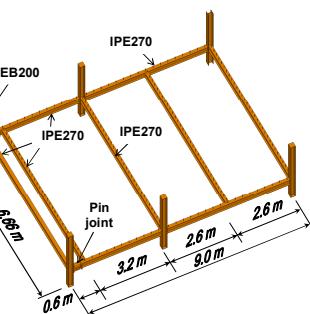
The slide has a dark grey header bar with the text "Contenu de la présentation" in white. On the left is a decorative graphic of yellow stars and a blue flame. On the right is the "Education and Culture DG" logo. The main content area contains a bulleted list of topics:

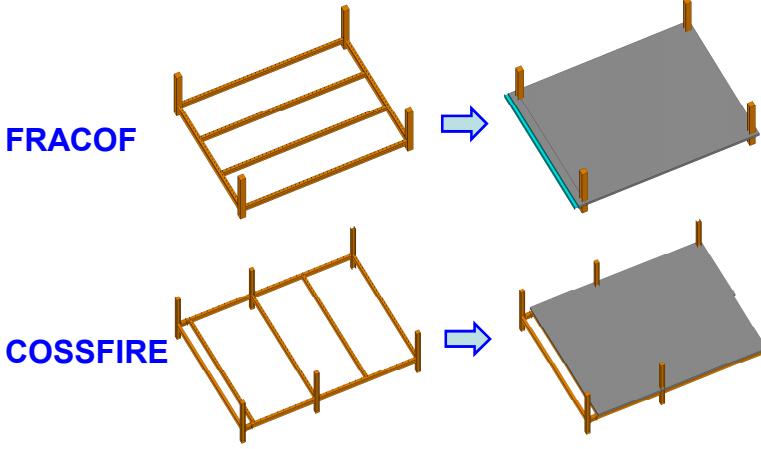
- Objectifs des nouveaux essais au feu
- Essais en vraie grandeur réalisés dans le cadre des projets :
  - FRACOF
  - COSSFIRE
- Test set-up
- Résultats expérimentaux
  - Températures
  - Déplacements
- Observation et analyse
- Comparaison avec la méthode simple de dimensionnement
- Conclusion

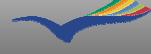
At the bottom of the slide, there is a footer bar with the text "26 Mai 2011", "Nouvelles preuves expérimentales", and the number "2".

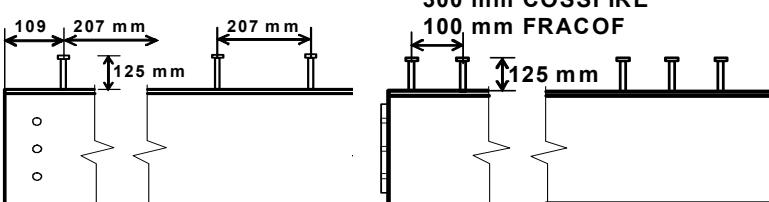
	 <h2>Pourquoi plus d'essais au feu?</h2> 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Background</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Essais au feu de Cardington           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excellent comportement au feu sous incendie naturel</li> <li>• <math>\theta</math> Max dans l'acier <math>\approx 1150</math> °C, durée de l'incendie <math>\approx 60</math> min <math>(&gt; 800</math> °C)</li> <li>• Détails constructifs anglais</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Test set-up	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectifs           <ul style="list-style-type: none"> <li>– Confirmer la même bonne performance sous un feu plus sévère (au moins 90 minutes de feu ISO)</li> <li>– Analyser l'impact de détails constructifs différents comme les treillis d'armatures et la protection au feu des poutres périphériques</li> <li>– Valider les différents outils de dimensionnement</li> </ul> </li> </ul>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	

	 <b>Spécifications des spécimens d'essais</b> 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Essai FRACOF</b></li> </ul>
Test set-up	
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	<p style="color: blue; text-align: center;">CORNER</p>
Conclusion	<p style="color: red; text-align: center;"><b>Sous structure choisie pour l'essai au feu FRACOF</b></p>
<p><b>Système structurel d'un bâtiment réel</b></p>	

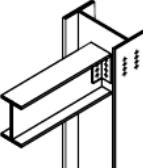
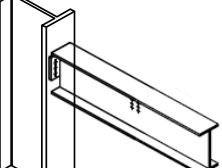
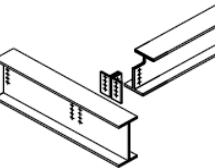
	 <b>Spécifications des spécimens d'essais</b> 
Objectifs	
<b>Test set-up</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Essai COSSFIRE</b></li> </ul>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	<p><b>Système structurel d'un bâtiment réel</b></p> <p><b>Sous structure choisie pour l'essai au feu COSSFIRE</b></p>
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      5	

	 <b>Spécifications des spécimens d'essais</b> 
Objectifs	
<b>Test set-up</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Système mixte final</b></li> </ul>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      6	

	 Calcul des éléments structuraux 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Structure acier</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Poutres mixtes acier et béton           <ul style="list-style-type: none"> <li>Calculé selon l'Eurocode 4 partie 1-1 (EN1994-1-1)</li> </ul> </li> <li>Colonnes acier très courtes</li> </ul> </li> </ul>
Test set-up	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Dalle mixte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hauteur totale           <ul style="list-style-type: none"> <li>Calculée selon l'Eurocode 4 partie 1-2(EN1994-1-2)</li> </ul> </li> <li>Treillis d'armature           <ul style="list-style-type: none"> <li>Basée sur la méthode simple de dimensionnement</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Résultats expérimentaux & Observation	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Connexions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Connexions standards: double cornières et plaque d'about</li> <li>Calculée selon l'Eurocode 3 part 1.8 (EN1993-1-8)</li> </ul> </li> </ul>
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      7	

	 Dimensions des éléments structuraux 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Position des goujons connecteurs sur les poutres en acier</b></li> </ul>
Test set-up	 <p><b>Poutres secondaires</b></p> <p><b>Poutres primaires</b></p>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Type de goujon</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>TRW Nelson KB 3/4" – 125 (<math>\Phi = 19\text{mm}</math>; <math>h = 125 \text{ mm}</math>;  <math>f_y = 350 \text{ N/mm}^2</math>; <math>f_u = 450 \text{ N/mm}^2</math>)</li> </ul> </li> </ul>
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      8	

**Connexions**

<b>Poutre sur colonne</b>		<b>Poutre sur poutre</b>
Poutres secondaires	Poutres primaires	
<b>Double cornières</b>	<b>Plaque d'about flexible</b>	<b>Double cornières</b>
		

**Nuance des boulons : 8.8**  
**Diamètre des boulons: 20 mm**

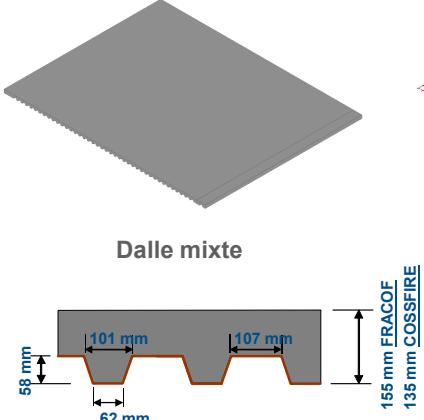
Objectifs  
Test set-up  
Résultats expérimentaux & Observation  
Comparaison avec la méthode simple  
Conclusion

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      9

**Dimensions des éléments structuraux**

<b>Dalle mixte</b>	<b>Treillis d'armatures</b>
--------------------	-----------------------------

**Dalle mixte**



**Treillis d'armatures**

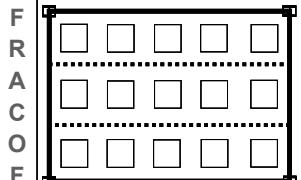
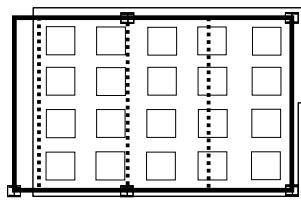
**Tôle collaborante: COFRAPLUS60 – 0.75 mm**  
**Qualité de béton: C30/37**

**Maille: 150x150**  
**Diamètre: 7 mm**  
**Nuance d'acier: S500**  
**Distance de l'axe par rapport à la face supérieure de la dalle:**  
• 50 mm FRACOF  
• 35 mm COSSFIRE

Objectifs  
Test set-up  
Résultats expérimentaux & Observation  
Comparaison avec la méthode simple  
Conclusion

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      10

**Charges appliquées sur la structure**

Objectifs		
Test set-up	<b>COSSFIRE</b>	
Résultats expérimentaux & Observation		
Comparaison avec la méthode simple		
Conclusion	<b>15 sacs de sable de 1512 kg</b> <b>Equivalent à une charge répartie de: 390 kg/m<sup>2</sup></b>  <b>20 sacs de sable de 1098 kg</b> <b>Equivalent à une charge répartie de: 393 kg/m<sup>2</sup></b>	

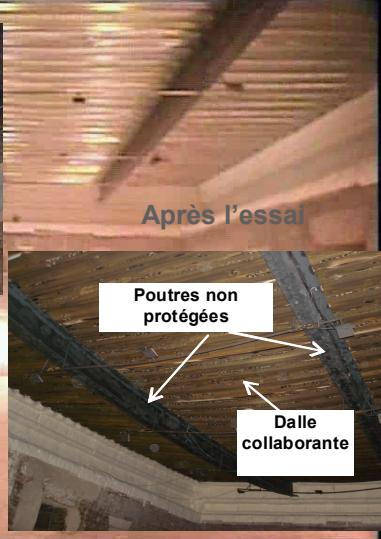
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      11

**Préparation de l'essai FRACOF**

Objectifs		
Test set-up	<b>1</b> 	<b>2</b> 
Résultats expérimentaux & Observation		
Comparaison avec la méthode simple		
Conclusion		

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      12

**Comportement de la structure durant l'incendie**

Objectifs	
Test set-up	
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	

**Après l'essai**

Poutres non protégées  
Dalle collaborante

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      13

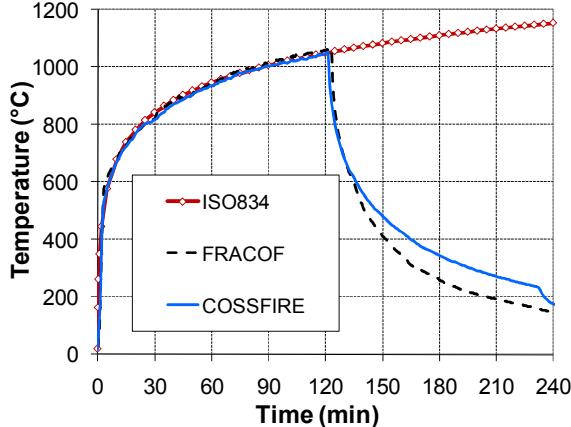
**Résultats expérimentaux**

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Températures dans le four</li> <li>Echauffement des poutres non protégées</li> <li>Echauffement des poutres protégées</li> <li>Echauffement de la dalle mixte</li> <li>Déplacements de la structure</li> <li>Observations du comportement global de la structure mixte <ul style="list-style-type: none"> <li>Fissures et éclatement du béton</li> <li>Rupture de certaines armatures durant l'essai</li> <li>Ruine des poutres périphériques</li> </ul> </li> </ul>
Test set-up	
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      14

**Résultats expérimentaux**

- Températures dans le four



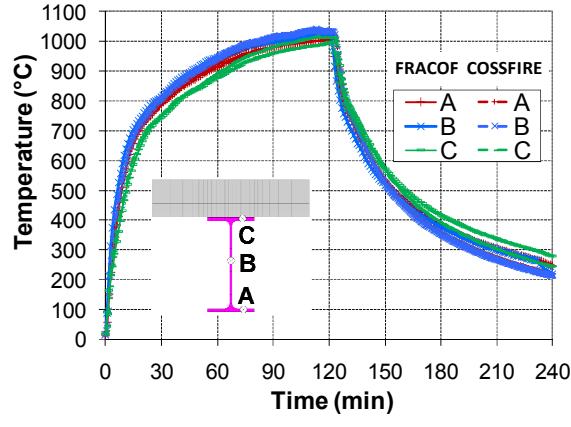
The graph plots Temperature (°C) on the y-axis (0 to 1200) against Time (min) on the x-axis (0 to 240). Three curves are shown: ISO834 (red diamonds), FRACOF (dashed black line), and COSSFIRE (solid blue line). All curves start at 0°C at 0 minutes. The ISO834 curve rises steadily to about 1150°C at 240 minutes. The FRACOF curve rises to about 1050°C at 120 minutes, peaks at 1100°C at 150 minutes, and then gradually declines. The COSSFIRE curve rises to about 1050°C at 120 minutes, peaks at 1100°C at 150 minutes, and then gradually declines.

Time (min)	ISO834 (°C)	FRACOF (°C)	COSSFIRE (°C)
0	0	0	0
30	850	850	850
60	950	950	950
90	1050	1050	1050
120	1100	1050	1050
150	1100	1100	1100
180	1120	1080	1080
210	1130	1050	1050
240	1150	1000	1000

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      15

**Résultats expérimentaux**

- Echauffement des poutres non protégées



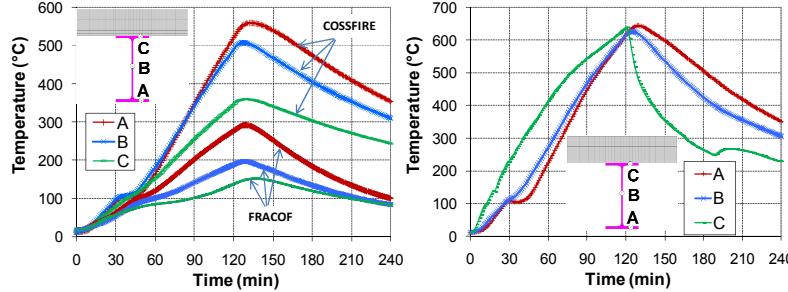
The graph plots Temperature (°C) on the y-axis (0 to 1100) against Time (min) on the x-axis (0 to 240). Two sets of curves are shown: FRACOF (red dashed lines) and COSSFIRE (blue dashed lines). Within each set, three curves are labeled A (top), B (middle), and C (bottom). All curves start at 0°C at 0 minutes. They rise sharply to a peak temperature between 100 and 120 minutes, then decline. A grey shaded rectangular area highlights a temperature range between approximately 450°C and 550°C for the first 90 minutes. Below the x-axis, vertical color-coded bars indicate the peak temperatures for each series: A (red), B (blue), and C (green).

Series	Peak Temperature (°C)
FRACOF A	~1050
FRACOF B	~1050
FRACOF C	~1050
COSSFIRE A	~1050
COSSFIRE B	~1050
COSSFIRE C	~1050

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      16

**Résultats expérimentaux**

- Echauffement des poutres protégées**



Temperature (°C)

Time (min)

FRACOF

COSSFIRE

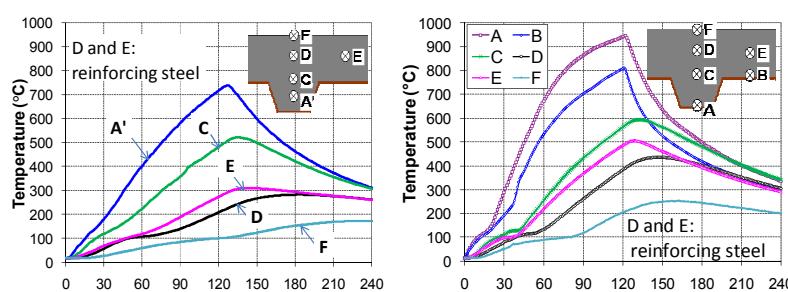
- Observation**
  - Poutres beaucoup plus chaudes pour l'essai COSSFIRE  $\approx 550$  °C et une des poutres périphériques chauffée jusqu'à un température  $> 600$  °C

Objectifs  
Test set-up  
**Résultats expérimentaux & Observation**  
Comparaison avec la méthode simple  
Conclusion

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      17

**Résultats expérimentaux**

- Echauffement de la dalle mixte**



Temperature (°C)

Time (min)

FRACOF

COSSFIRE

D and E: reinforcing steel

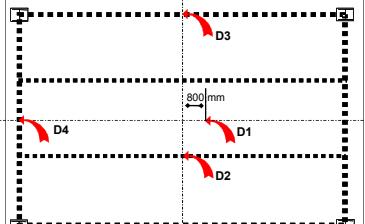
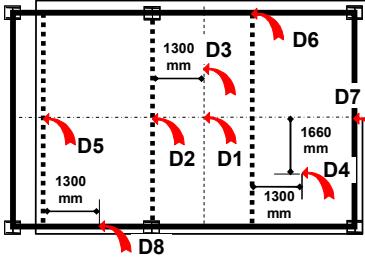
A'    C    D    E    F

Objectifs  
Test set-up  
**Résultats expérimentaux & Observation**  
Comparaison avec la méthode simple  
Conclusion

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      18

**Résultats expérimentaux**

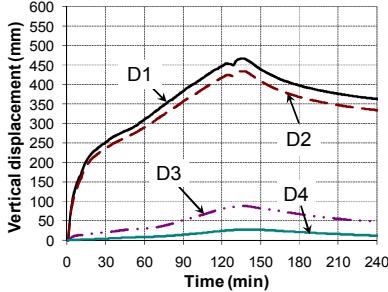
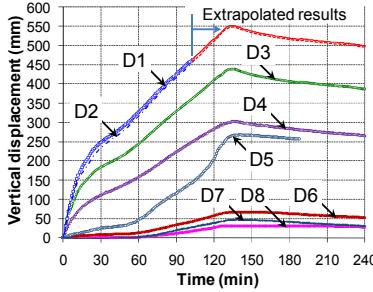
- Déplacements de la structure

Objectifs		
Test set-up		
Résultats expérimentaux & Observation		
Comparaison avec la méthode simple	FRACOF	COSSFIRE
Conclusion		

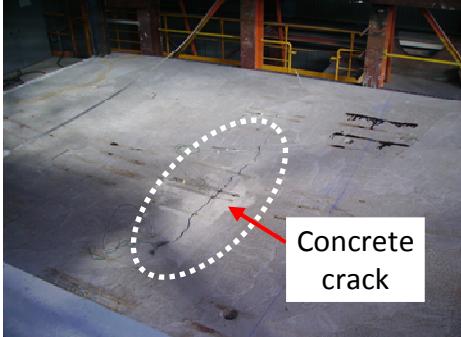
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      19

**Résultats expérimentaux**

- Déplacements de la structure

Objectifs		
Test set-up		
Résultats expérimentaux & Observation		
Comparaison avec la méthode simple	FRACOF	COSSFIRE
Conclusion		

26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      20

Objectifs Test set-up <b>Résultats expérimentaux &amp; Observation</b> Comparaison avec la méthode simple Conclusion	<p align="center"><b>Résultats expérimentaux</b></p> <p align="center">• <b>Fissures dans le béton (FRACOF)</b></p>   <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Observation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stabilité globale excellente même si, localement, il y a eu ruine des armatures</li> </ul> </li> </ul>
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      21	

Objectifs Test set-up <b>Résultats expérimentaux &amp; Observation</b> Comparaison avec la méthode simple Conclusion	<p align="center"><b>Résultats expérimentaux</b></p> <p align="center">• <b>Eclatement du béton (COSSFIRE)</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Observation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stabilité globale maintenue même si la ruine d'une poutre périphérique a été observée</li> </ul> </li> </ul>
26 Mai 2011      Nouvelles preuves expérimentales      22	

	Comparaison avec la méthode simple			
	FRACOF		COSSFIRE	
	Essai	Méthode simple	Essai	Méthode simple
Durée de résistance (min)	> 120	120	> 120	96
Déplacement vertical (mm)	450	366	510	376

**Conclusion**

- **Observation**
  - Résultat expérimental:
    - Durée de résistance > 120 minutes

26 Mai 2011

Nouvelles preuves expérimentales

23

	Conclusion	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conclusions relatives aux nouveaux essais</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Excellente performance du plancher mixte travaillant en effet membrane pour une exposition prolongée à un feu conventionnel ISO (&gt;120 minutes)</li> <li>– <b>Très haut niveau de robustesse du plancher mixte malgré certaines ruines locales</b></li> <li>– Une attention particulière devra être donnée aux détails constructifs concernant le treillis d'armature afin d'assurer une bonne performance du critère intégrité</li> <li>– <b>La méthode simple de dimensionnement est sécuritaire quand on la compare aux résultats expérimentaux</b></li> <li>– Aucun signe de ruine n'est apparu durant la phase de refroidissement des planchers</li> </ul> </li> </ul>	
Test set-up		
Résultats expérimentaux & Observation		
Comparaison avec la méthode simple		
Conclusion		

26 Mai 2011

Nouvelles preuves expérimentales

24