



Education and Culture DG  
Lifelong Learning Programme  
LEONARDO DA VINCI






# FRACOF

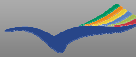
**Comportement des planchers acier et mixtes en situation d'incendie**

*Nouvelles preuves expérimentales*

Dr. Olivier Vassart 26 Mai 2011



## Contenu de la présentation


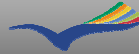



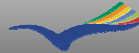
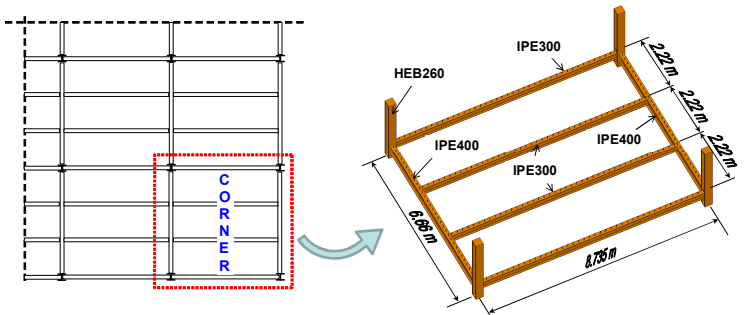
- Objectifs des nouveaux essais au feu
- Essais en vraie grandeur réalisés dans le cadre des projets :
  - FRACOF
  - COSSFIRE
- Test set-up
- Résultats expérimentaux
  - Températures
  - Déplacements
- Observation et analyse
- Comparaison avec la méthode simple de dimensionnement
- Conclusion



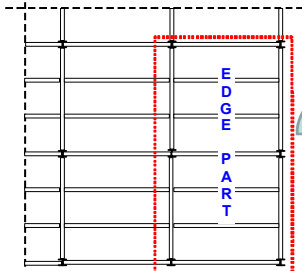
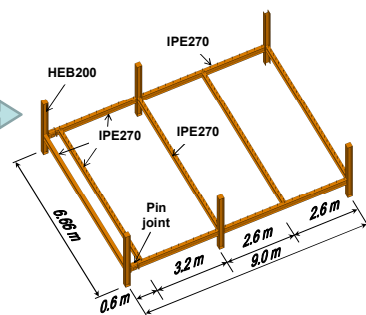
26 Mai 2011



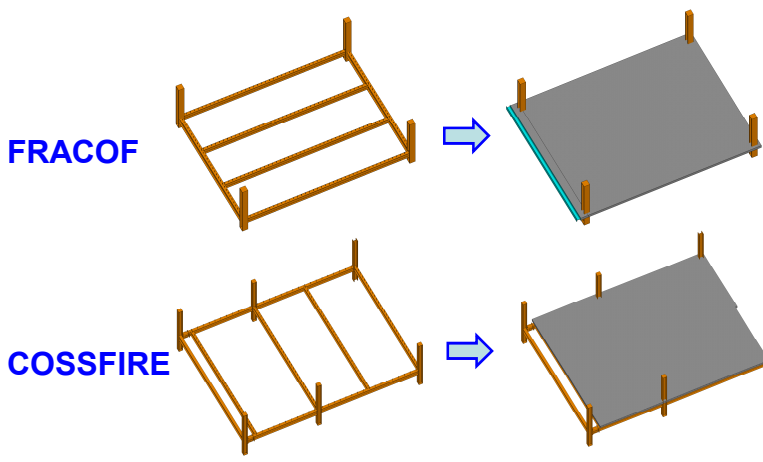
Nouvelles preuves expérimentales


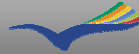
2



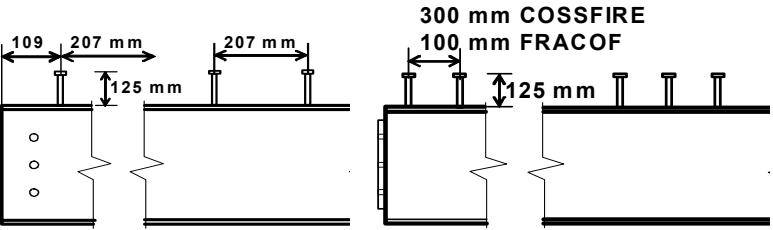
	 <h2>Pourquoi plus d'essais au feu?</h2> 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Background</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Essais au feu de Cardington               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excellent comportement au feu sous incendie naturel</li> <li>• <math>\theta</math> Max dans l'acier <math>\approx 1150\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, durée de l'incendie <math>\approx 60</math> min</li> </ul> </li> <li>• Détails constructifs anglais</li> </ul> </li> <li>• <b>Objectifs</b> <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>
Test set-up	
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	
26 Mai 2011	Nouvelles preuves expérimentales <span style="float: right;">3</span>


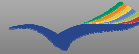
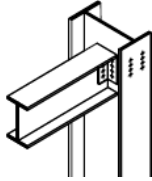
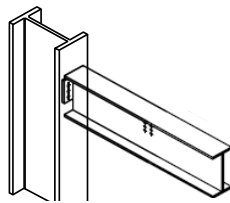
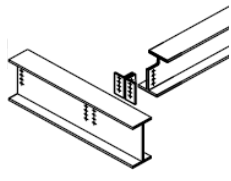
	 <h2>Spécifications des spécimens d'essais</h2> 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Essai FRACOF</b></li> </ul>
Test set-up	 <p>The diagram shows a structural system on the left and a detailed corner view on the right. The corner view is a 3D perspective of a corner joint. It features a vertical column labeled 'HEB260' and two horizontal beams labeled 'IPE400'. The corner is reinforced with diagonal bracing labeled 'IPE300'. Dimensions are provided: the corner width is 8.735 m, the height of the column is 2.72 m, and the depth of the beams is 2.27 m.</p>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	
26 Mai 2011	Nouvelles preuves expérimentales <span style="float: right;">4</span>

 <b>Spécifications des spécimens d'essais</b> 	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Essai COSSFIRE</b></li> </ul>
Test set-up	 
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	<p>Nouvelles preuves expérimentales</p> <p>5</p>

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

	 <b>Calcul des éléments structuraux</b> 
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>• <b>Calculé selon l'Eurocode 4 partie 1-1 (EN1994-1-1)</b></li> </ul> </li> <li>– Colonnes acier très courtes</li> </ul> </li> </ul>
Test set-up	
Résultats expérimentaux & Observation	<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>• <b>Calculée selon l'Eurocode 4 partie 1-2 (EN1994-1-2)</b></li> </ul> </li> <li>– Treillis d'armature <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Basée sur la méthode simple de dimensionnement</b></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	<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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Calculée selon l'Eurocode 3 part 1.8 (EN1993-1-8)</b></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
26 Mai 2011	Nouvelles preuves expérimentales 7


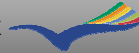
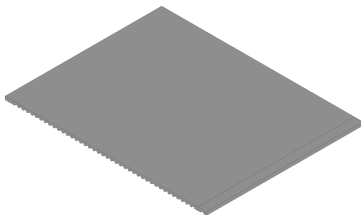
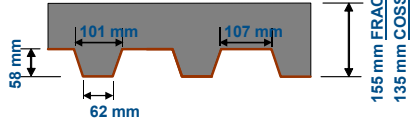
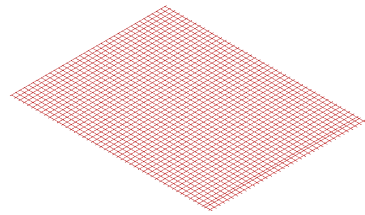
	 <b>Dimensions des éléments structuraux</b> 
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Position des goudjons connecteurs sur les poutres en acier</b></li> </ul>
Test set-up	
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> <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

<p>Objectifs</p> <p>Test set-up</p> <p>Résultats expérimentaux &amp; Observation</p> <p>Comparaison avec la méthode simple</p> <p>Conclusion</p>	 <b>Connexions</b> 		
	Poutre sur colonne		Poutre sur poutre
	Poutres secondaires	Poutres primaires	
		Double cornières	Plaque d'about flexible
			
	<p>Nuance des boulons : 8.8</p> <p>Diamètre des boulons: 20 mm</p>		

26 Mai 2011

Nouvelles preuves expérimentales



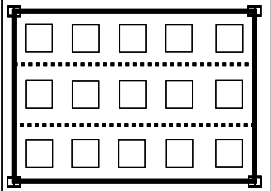

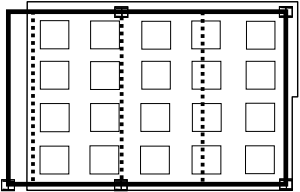

9






<p>Objectifs</p> <p>Test set-up</p> <p>Résultats expérimentaux &amp; Observation</p> <p>Comparaison avec la méthode simple</p> <p>Conclusion</p>	 <b>Dimensions des éléments structuraux</b> 	
	 <p><b>Dalle mixte</b></p>  <p>Tôle collaborante: COFRAPLUS60 – 0.75 mm</p> <p>Qualité de béton: C30/37</p>	 <p><b>Treillis d'armatures</b></p> <p>Maille: 150x150</p> <p>Diamètre: 7 mm</p> <p>Nuance d'acier: S500</p> <p>Distance de l'axe par rapport à la face supérieure de la dalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 mm <u>FRACOF</u></li> <li>• 35 mm <u>COSSFIRE</u></li> </ul>


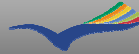

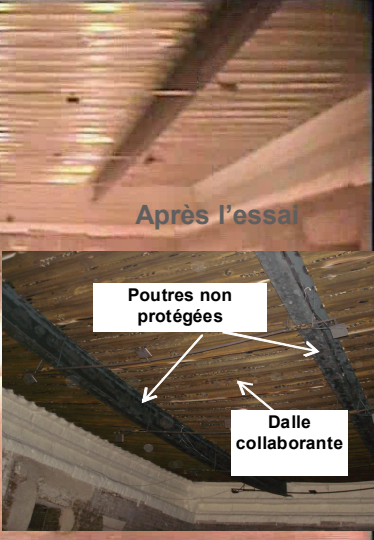

26 Mai 2011


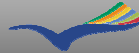
Nouvelles preuves expérimentales

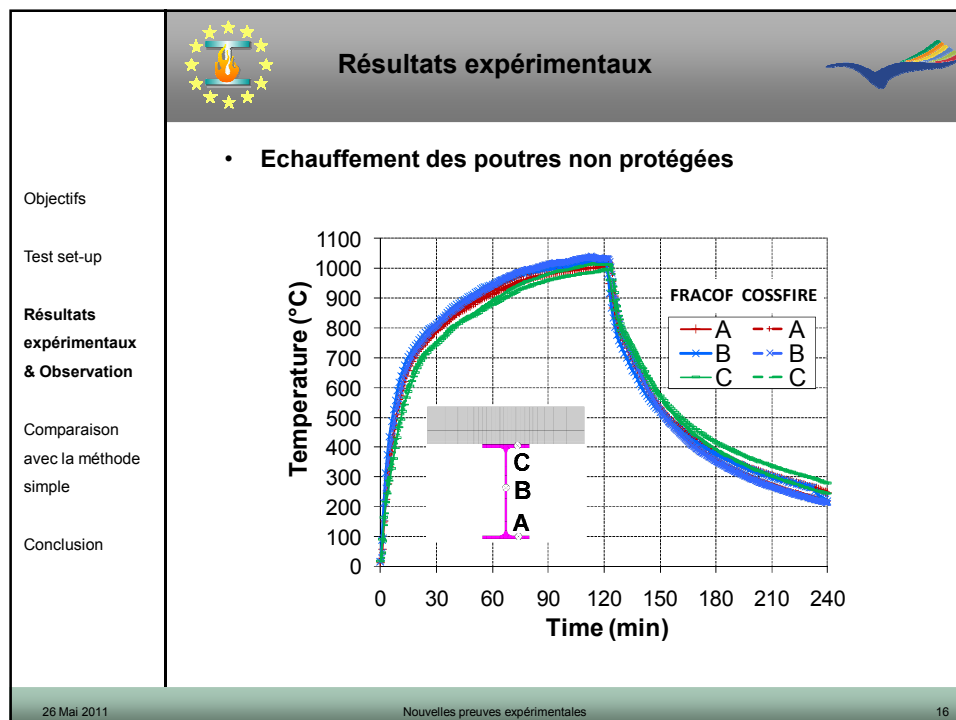
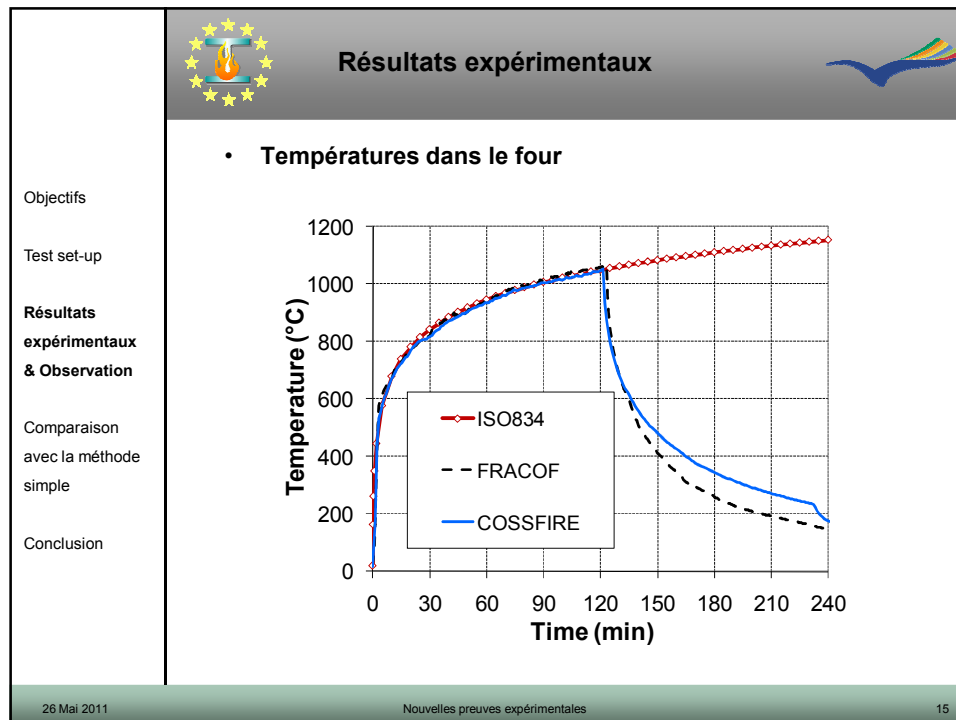
10

	 <b>Charges appliquées sur la structure</b> 
Objectifs	
Test set-up	<div> <div> <b>FRACOF</b>  </div> <div>  </div> <div> <p><b>15 sacs de sable de 1512 kg</b> Equivalent à une charge répartie de: <b>390 kg/m²</b></p> </div> </div>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	<div> <div>  </div> <div>  </div> <div> <p><b>20 sacs de sable de 1098 kg</b> Equivalent à une charge répartie de : <b>393 kg/m²</b></p> </div> </div>
Conclusion	
<div> <div>COSSFIRE</div> </div>	
<div> <div>26 Mai 2011</div> <div>Nouvelles preuves expérimentales</div> <div>11</div> </div>	

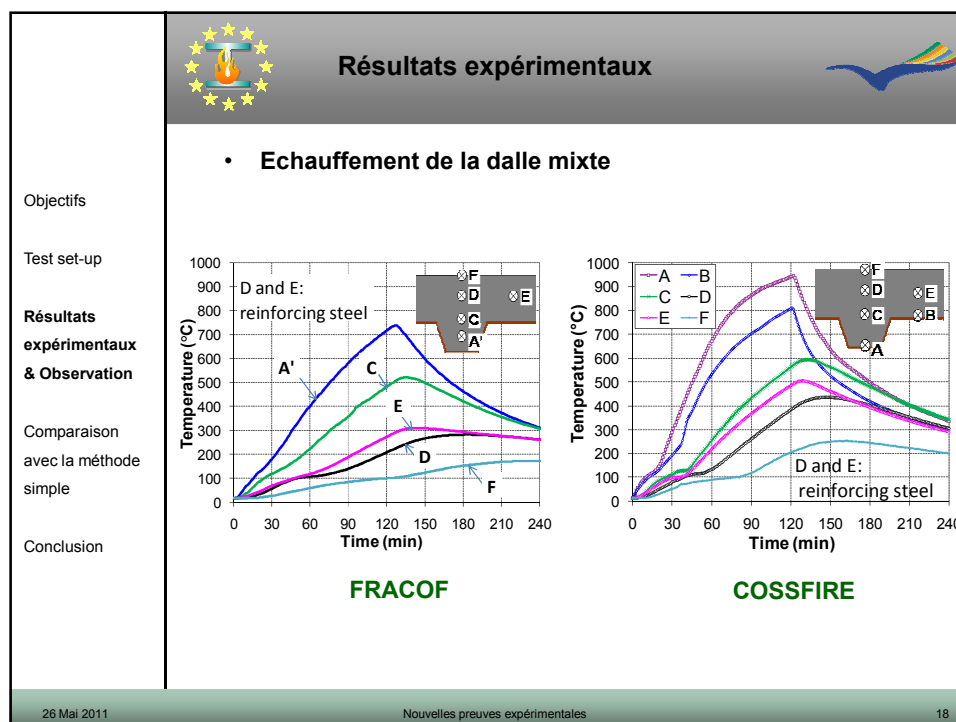
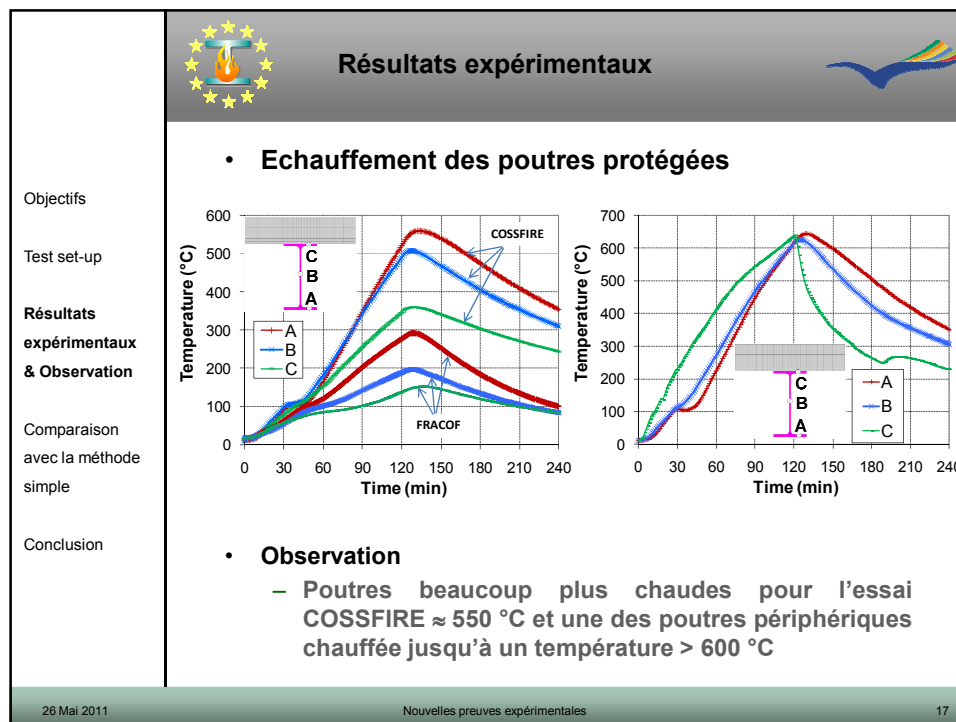
	 <b>Préparation de l'essai FRACOF</b> 
Objectifs	
Test set-up	<div> <div> <b>1</b>  </div> <div> <b>2</b>  </div> </div>
Résultats expérimentaux & Observation	
Comparaison avec la méthode simple	<div> <div> <b>3</b>  </div> <div> <b>4</b>  </div> </div>
Conclusion	
<div> <div>26 Mai 2011</div> <div>Nouvelles preuves expérimentales</div> <div>12</div> </div>	

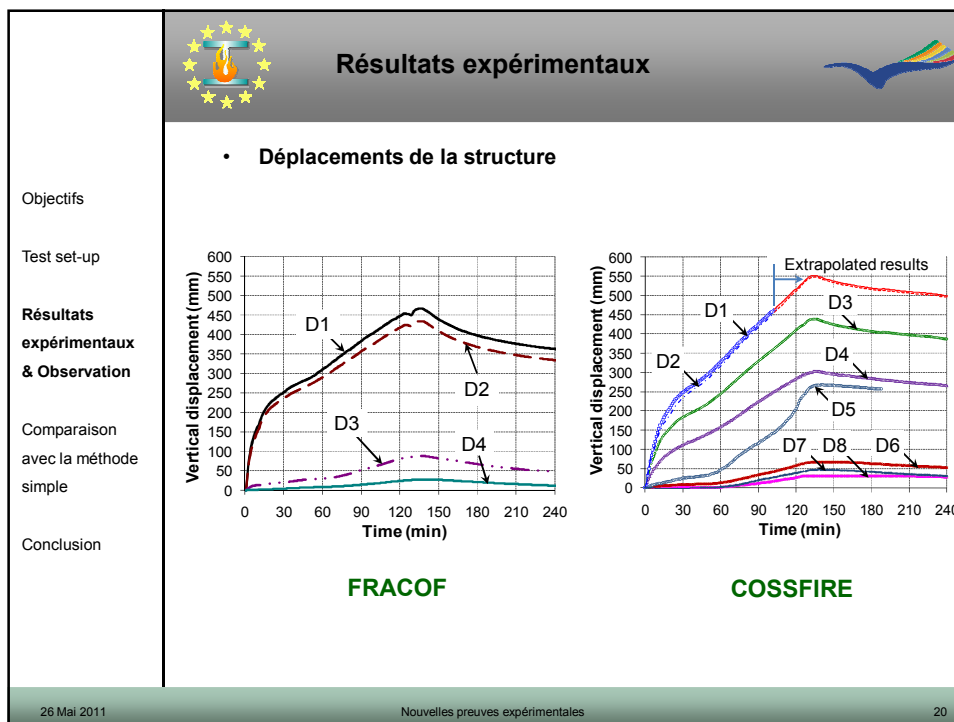
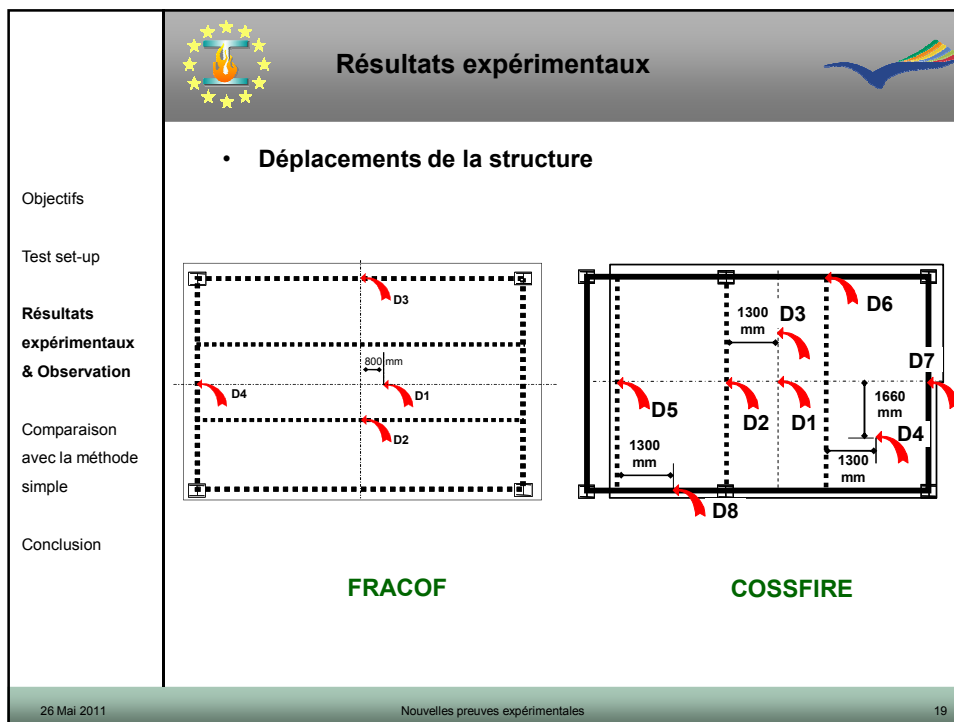
	 <b>Comportement de la structure durant l'incendie</b> 	
Objectifs	 <p><b>Avant l'essai</b></p>  <p><b>Après l'essai</b></p> <p>Poutres non protégées</p> <p>Dalle collaborante</p> 	
Test set-up		
Résultats expérimentaux & Observation		
Comparaison avec la méthode simple		
Conclusion		
26 Mai 2011	Nouvelles preuves expérimentales	13


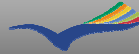
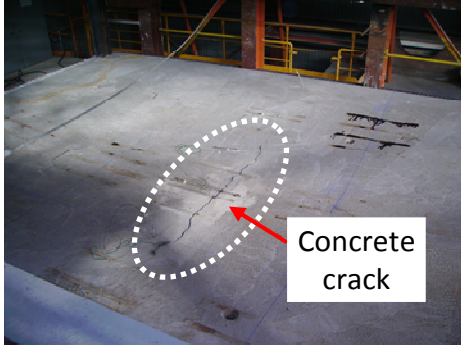

	 <b>Résultats expérimentaux</b> 	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Températures dans le four</li> <li>• Echauffement des poutres non protégées</li> <li>• Echauffement des poutres protégées</li> <li>• Echauffement de la dalle mixte</li> <li>• Déplacements de la structure</li> <li>• Observations 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




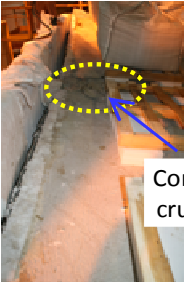








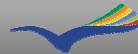


Objectifs	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h2>Résultats expérimentaux</h2> </div>  </div>	
Test set-up	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Fissures dans le béton (FRACOF)</b></li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Concrete crack</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>	
<b>Résultats expérimentaux &amp; Observation</b>		
Comparaison avec la méthode simple		
Conclusion		
26 Mai 2011	Nouvelles preuves expérimentales	21

Objectifs	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h2>Résultats expérimentaux</h2> </div>  </div>	
Test set-up	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Eclatement du béton (COSSFIRE)</b></li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Concrete crushing</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>	
<b>Résultats expérimentaux &amp; Observation</b>		
Comparaison avec la méthode simple		
Conclusion		
26 Mai 2011	Nouvelles preuves expérimentales	22



# Comparaison avec la méthode simple



Objectifs

Test set-up

Résultats expérimentaux & Observation

Comparaison avec la méthode simple

Conclusion



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

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

26 Mai 2011

Nouvelles preuves expérimentales

23

	 <h1>Conclusion</h1> 
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>– Très haut niveau de robustesse du plancher mixte malgré certaines ruines locales</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>– La méthode simple de dimensionnement est sécuritaire quand on la compare aux résultats expérimentaux</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