

AircraftFire CNRS INSTITUTE P' advancing the frontiers



Nouveau dispositif pour la caractérisation des propriétés de flammabilité de composites aéronautiques

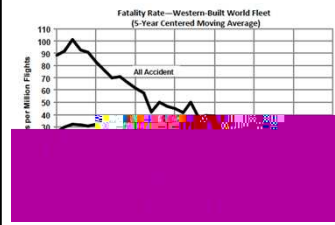
S

© AIRBUS S.A.S. 2010 - COMBITER BENEFINING BY EYXON - GMI NSI

AircraftFire CNRS INSTITUTE P' advancing the frontiers

### Contexte de l'étude

Depuis 40 ans, dans le monde, la sécurité dans les transports aéronautiques a été fortement améliorée mais il faudrait encore :



La menace décroît, mais stagne

AircraftFire CNRS INSTITUTE P' advancing the frontiers

### Contexte de l'étude

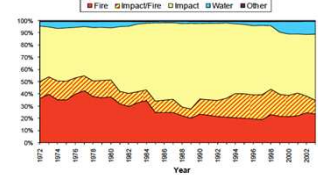


Figure 15. Proportion of Fatalities by Cause in a Survivable Accident—World Fleet

L'impact reste la principale cause d'accidents mais le risque incendie reste également important

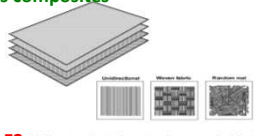
→ La sécurité incendie doit rester une priorité pour les avionneurs et les exploitants

AircraftFire CNRS INSTITUTE P' advancing the frontiers

### Risque feu dans les avions de nouvelle génération

Substitution de l'aluminium par des composites

Un matériau composite = Matrice (résine) + Fibres (Fibres 1D ou tissées)



Thermodurcissables : AcF1, AcF2, AcF3

- Résine Epoxy renforcée par des fibres de carbone
- Résine phénolique renforcée par des fibres de verre

Thermoplastiques : AcF9-1, AcF9-2

- Sièges, prochaine génération d'avions

AircraftFire CNRS INSTITUTE P' advancing the frontiers


### Feu extérieur en vol cabine, moteur

Scénarios de feu

➤ Feu extérieur en vol

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

acoustic liner, capot



Concorde avant le crash

→ Protection de la cabine et des passagers


AircraftFire CNRS INSTITUTE P' advancing the frontiers

### Feu de post-crash

Scénarios de feu

- Feu extérieur en vol
- Feu lors d'un Post-crash

→ Pénétration, grossissement du feu dans la cabine et évacuation



Crash, Toronto, 2003

Accident Spanair aout 2005

China Airlines at Japan Naha Airport, August 19, 2007

→ Protection de la cabine et évacuation des passagers

**Qualification des matériaux: les tests standard Passed/Failed**

**Test de percement: burnthrough test**

Flux  
Flux  
Température des gaz

« Tout est normalisé »

FAA test  
AC 20-135

**Détermination du temps de percement**

**Caractérisation des matériaux: le brûleur Pprime**

**Objectifs: conception d'un nouveau type de brûleur**

- Température des gaz chauds et flux thermique à la paroi
- Concentration en oxygène
- Force de cisaillement à la paroi flux thermique à la paroi
- Assemblage de matériaux percement jusqu'à la cabine
- Pression ambiante altitude charge

**Caractérisation des matériaux: le brûleur Pprime**

**Caractéristiques du brûleur:**

- 
- 
- 
- 

**Grandeurs mesurées**

- pression
- longation

$O_2$

**Test de Percement Burnthrough test**

- Pas de percement en 15 min
- Perte de 24% en masse
- Equilibre thermique à partir de 3 à 4 min (T constant)
- Pas de propagation du feu vers la cabine

**Paramètres de l'essai**  
 Epaisseur composite: 4mm  
 Flux de chaleur:  $q = 202 \text{ kW/m}^2$   
 Fraction massique  $O_2$ :  $YO_2=0$   
 Force en cisaillement en  $y=0$ :  $r=430 \text{ s}^{-1}$

**Influence de  $Y_{O_2}$  Taux de perte de masse Température sur la face interne**

**Paramètres des essais (AcF2)**  
 Flux de chaleur:  $q = 202 \text{ kW/m}^2$   
 Force en cisaillement en  $y=0$ :  $r=430 \text{ s}^{-1}$   
 Epaisseur composite 2mm

**Taux de perte de masse (kg/m².s)**      **Evolution de la température face interne**

Quand  $Y_{O_2} \uparrow$     Taux de perte de masse:  $V_{comb} \uparrow$      $T_{face\ interne} \uparrow$

- Pyrolyse et Combustion des produits de dégradation de la résine
- Le pic du maximum de chaleur dégagée  $\uparrow$  avec  $Y_{O_2} \uparrow$
- Forte influence de  $O_2$  car réaction à haute température ( $T=1100^\circ\text{C}$ )

**Influence du flux de chaleur Taux de perte de masse Température sur la face interne**

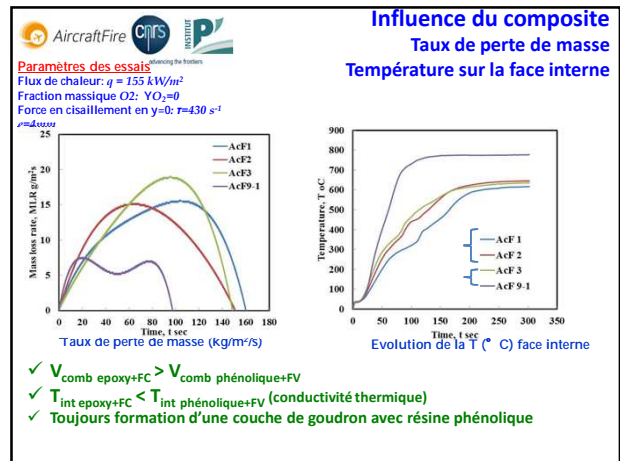
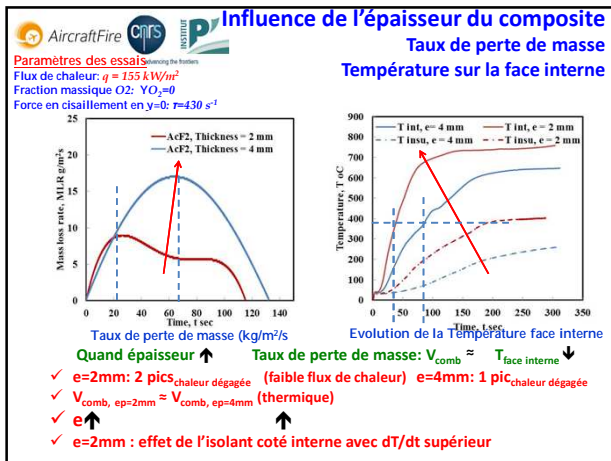
**Paramètres des essais**  
 Fraction massique  $O_2$ :  $YO_2=0$   
 Force en cisaillement en  $y=0$ :  $r=430 \text{ s}^{-1}$   
 Epaisseur composite: 4mm

**1 pic chaleur dégagée**      **2 pics chaleur dégagée**

**Taux de perte de masse (kg/m².s)**      **Evolution de la température face interne**

Quand flux  $\uparrow$     Taux de perte de masse:  $V_{comb} \uparrow$      $T_{face\ interne} \uparrow$

- Forts flux** => 1 pic chaleur dégagée : Formation et oxydation du goudron simultanée
- Faibles flux** => 2 pics chaleur dégagée : Combustion, formation d'une couche de goudron protectrice, Oxydation du goudron, Combustion de la résine



**Conclusion**

Test de perçement standard →

- Paramètres
- Résultats

Test avec brûleur Pprime →

- Paramètres
- Résultats

**Conclusion**

- Pas de perçement des composites dans les conditions étudiées
- Résultats majeurs

✓ \_\_\_\_\_ ↑      ↑  
 ✓ \_\_\_\_\_  
 ✓ \_\_\_\_\_  
 ✓ \_\_\_\_\_  
 ✓ \_\_\_\_\_ ↓      ↓  
 ✓ \_\_\_\_\_ ↑      ↑

**Perspectives**

Comparaison résultats tests standards et techniques classiques (cône calorimètre, ATG, etc.) avec le brûleur Pprime

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

Modélisation du test de perçement → Vitesse de combustion

- ✓
- ✓
- ✓