

Développement d'un banc à échelle laboratoire pour l'étude des feux d'hydrogène.

J.Sarazin, S.Bourbigot

Johan.Sarazin@Centralelille.fr



34^{èmes} journées du Groupe du RésoFeux



1 Contexte

2

3

4



Facteurs :



Economiques



Environnementaux



Technologiques



Diversification des sources d'énergie



Développement technologique



Initiatives gouvernementales et réglementations

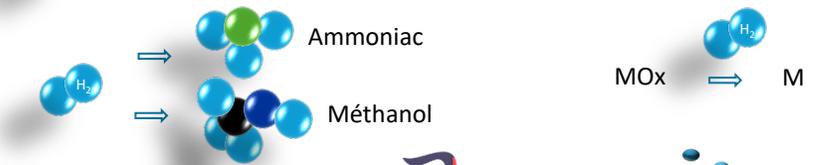
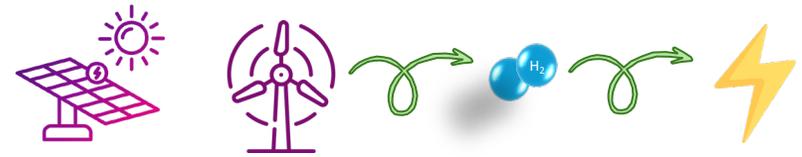
Transition énergétique et décarbonation

Potentiel d'application large

Stockage de l'énergie renouvelable

Source d'énergie

Matière première



1 Contexte



2



3

Risques



4

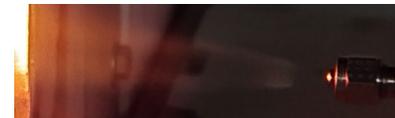


gaz
incolore
inodore
insipide



Détection

Flamme d'hydrogène :
Difficulté de détection



Hydrogène



Méthane



kérosène



Propane

concentration gaz/air	Limite inférieure d'inflammabilité	Limite supérieure d'inflammabilité	Energie minimale d'inflammation (mélange stœchiométrique)	Vitesse de combustion
Hydrogène	4 %	75 %	17 µJ	3,3 m/s
Méthane	5,3 %	15 %	290 µJ	0,5 m/s
Propane	3 %	10 %	260 µJ	0,4 m/s
Pétrole	1,0 %	7,6 %	240 µJ	/

Très large plage d'inflammation

Gaz extrêmement inflammable

Explosion plus violente

1 Contexte



2



3

Risques



4

Objectif

Protéger les personnes et les biens



Développement et évaluation de systèmes ayant une résistance suffisante face à un scénario feu hydrogène



Où se trouvent le risque feu d'hydrogène ?

Transport



L'industrie



Simuler un scénario d'incendie ?



Développement en interne d'un banc versatile



Plan



2

Le banc d'essai feu

3

Les scénarios



4

Les premières études



1

2 Le banc d'essai feu

3

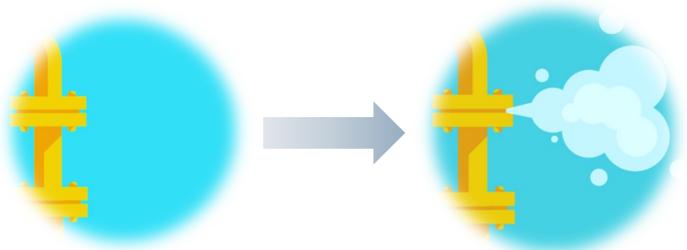
4



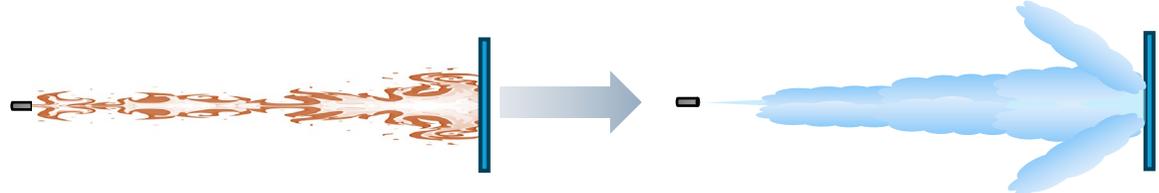
Détection



Fuite de gaz



Extinction de la flamme



Ventilation variable de 2000 à 6000m³/h



Capteur H₂

Capteur H₂ /CH₄



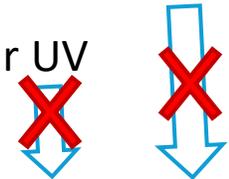
Alimentation de la plateforme

Brûleur Hydrogène spécifique



Allumage primaire

Détecteur UV



électrovannes



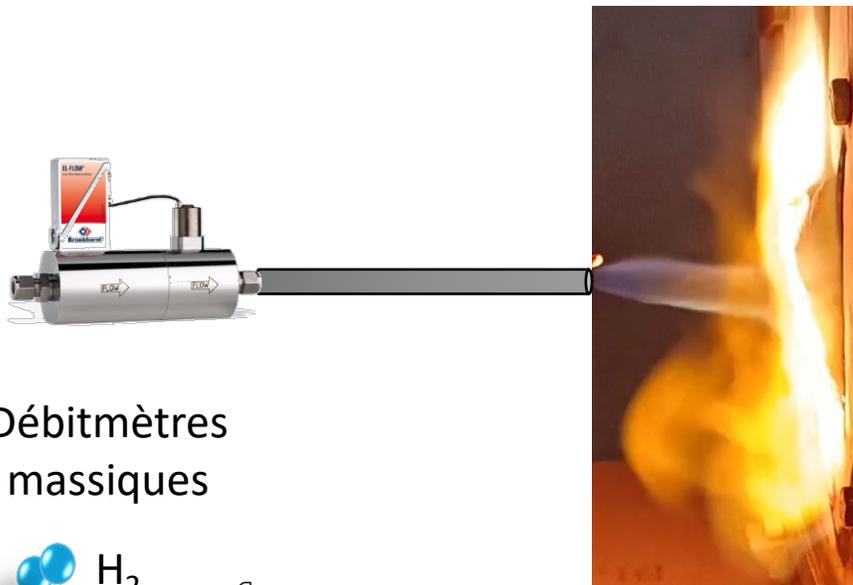
1

2 Le banc d'essai feu

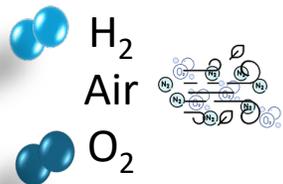
3

4

Alimentation



Débitmètres
massiques



Les éprouvettes



Dimension
50*50mm² à 200*200mm²
Ou Ø 50mm à 200mm

Épaisseur variable



Développement de support
sur mesure :

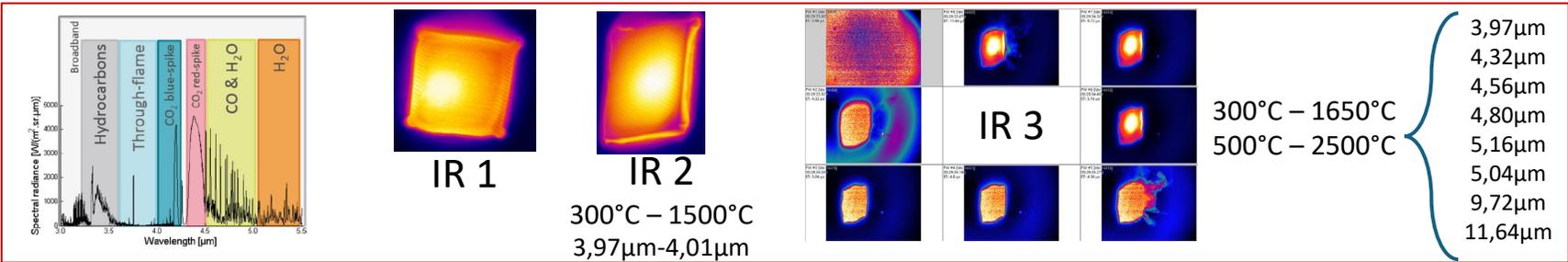
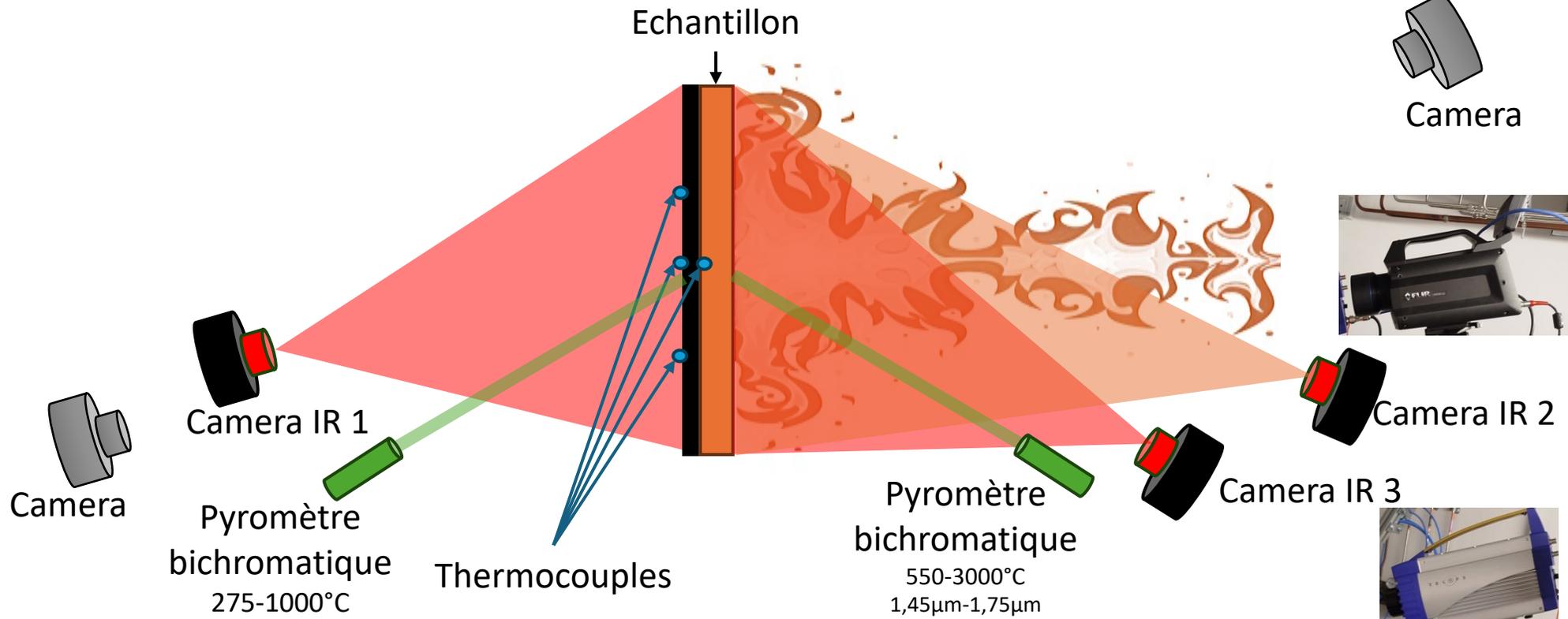
1

2 Le banc d'essai feu

3

4

L'instrumentation



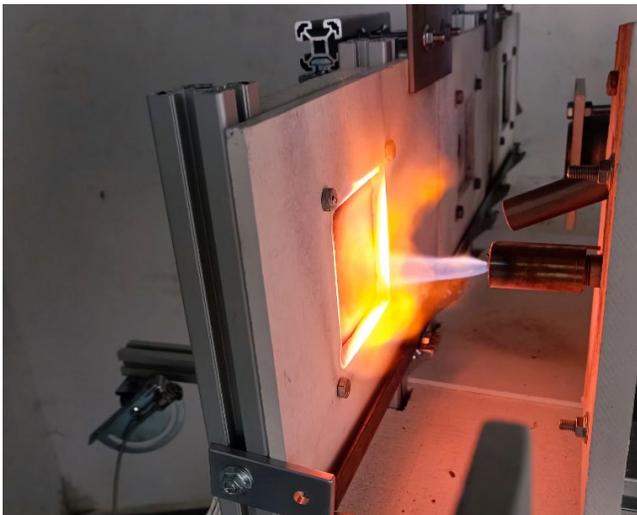
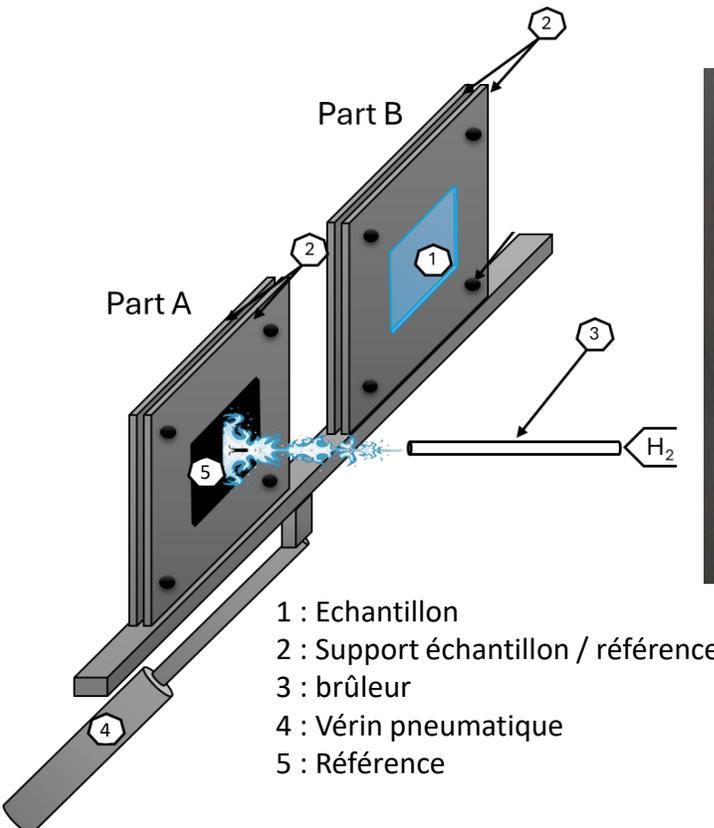
1

2 Le banc d'essai feu

3

4

Le banc d'essai



Stabilisation de la flamme



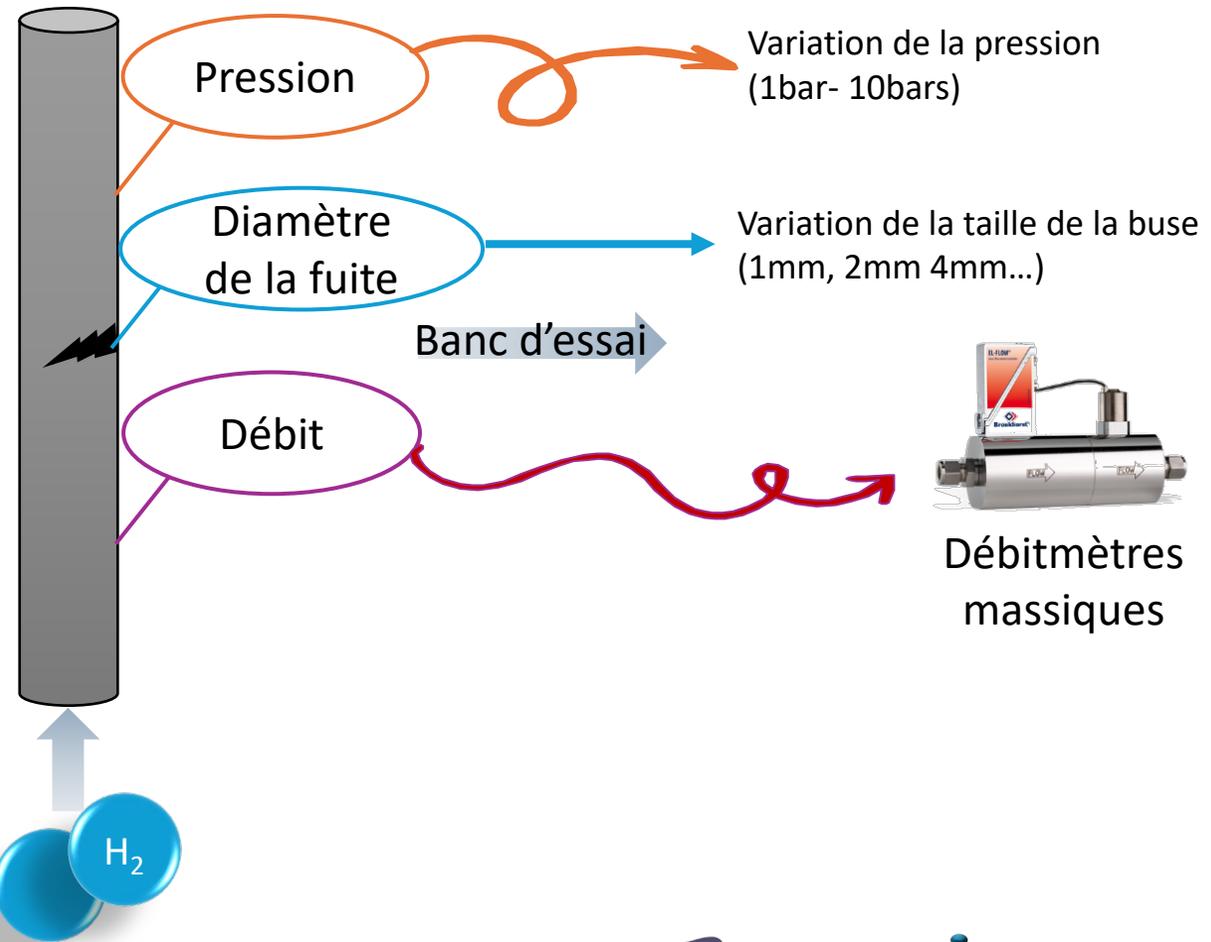
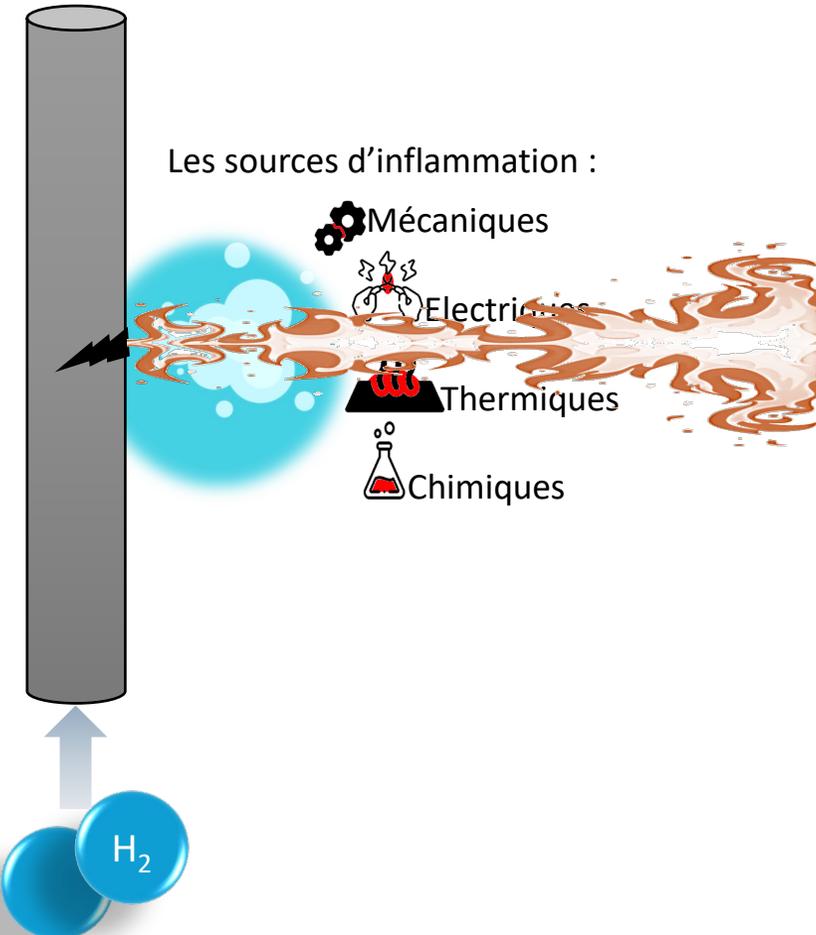
1

2

3 Les scénarios

4

Le scenario feu



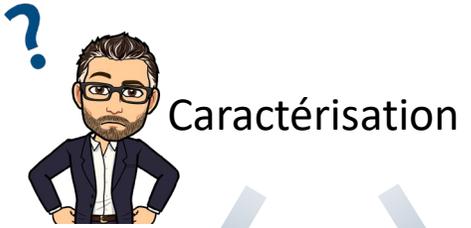
1

2

3 Les scénarios

4

Le scenario feu



Température de flamme



Complexe car
 $T_{\text{flamme}} < 1750^{\circ}\text{C}$

Flux de chaleur

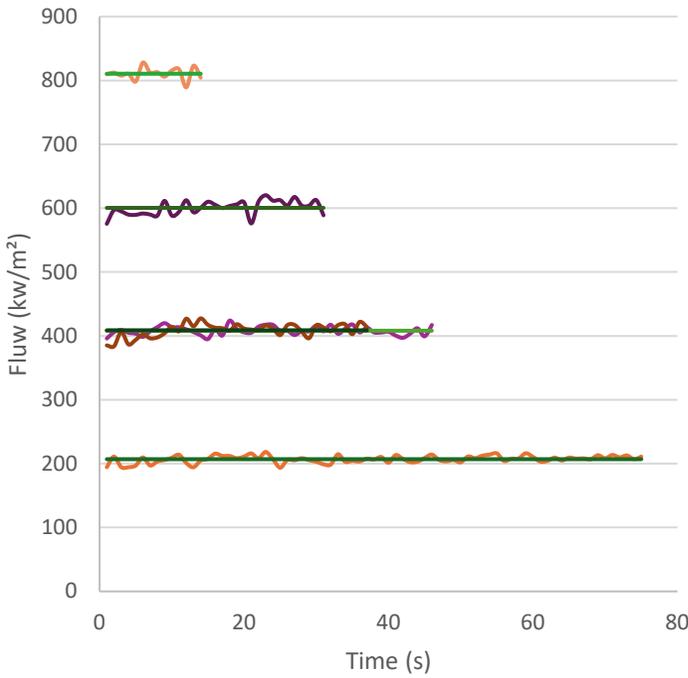


Utilisation d'un fluxmètre calibré
0 – 1000kW/m²

Fluxmètre



Flux (kW/m²)



Flux (kW/m²)

— H2 : 200 (théorique)

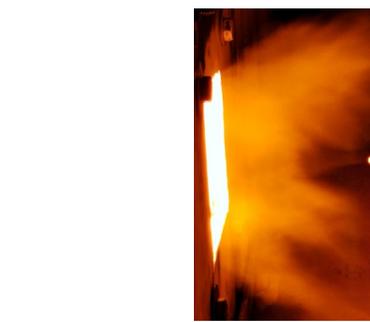
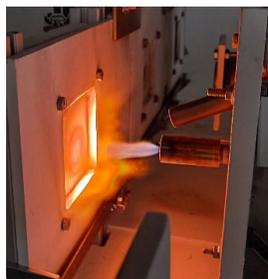
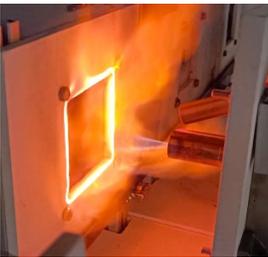
— H2/O2 : 400 (théorique)

— H2/O2 : 600 (théorique)

— H2/O2 : 800 (théorique)

Buse 4mm

Buse 1mm



Flux estimé à 1200kW/m²

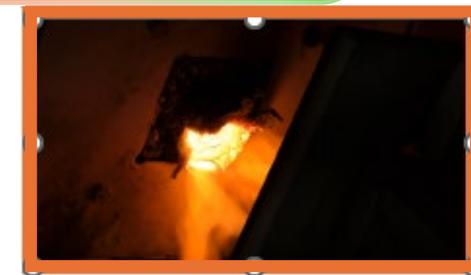
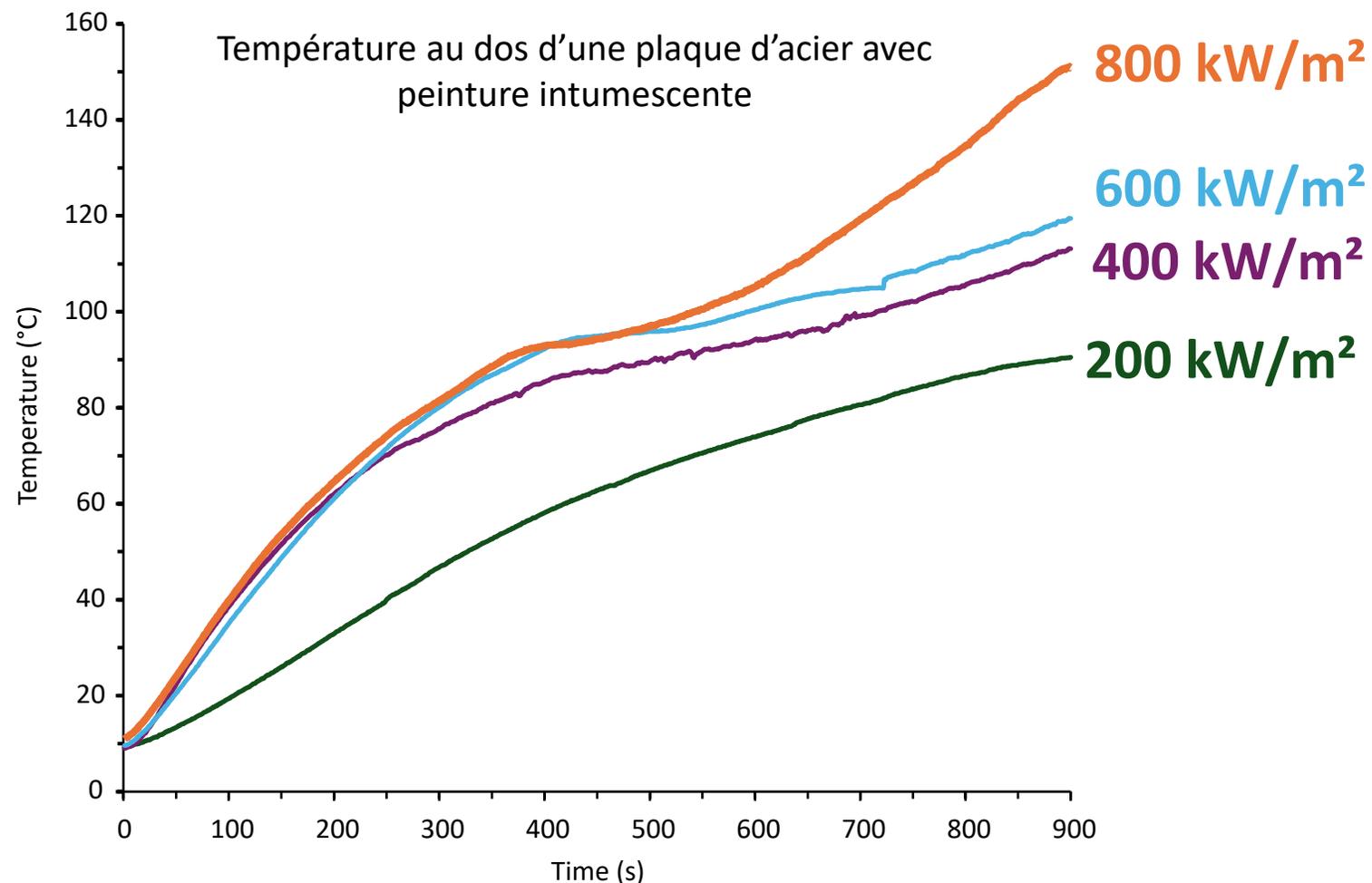
1

2

3

4 Les premières études

Etude 1 : peinture intumescente



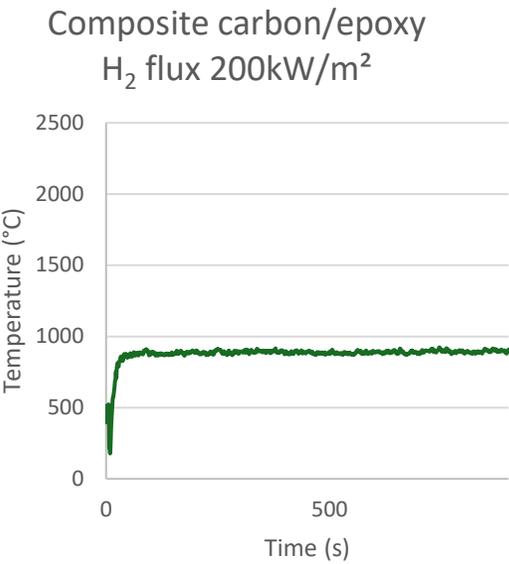
1

2

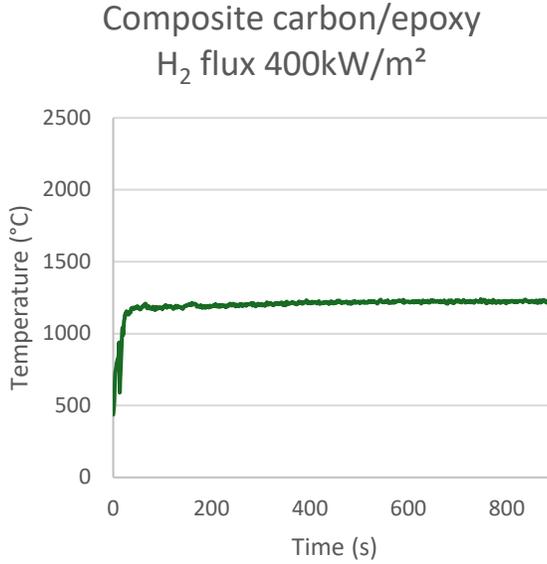
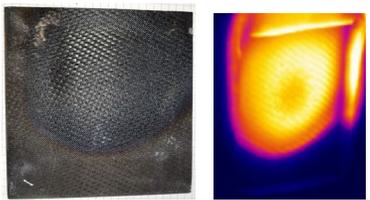
3

4 Les premières études

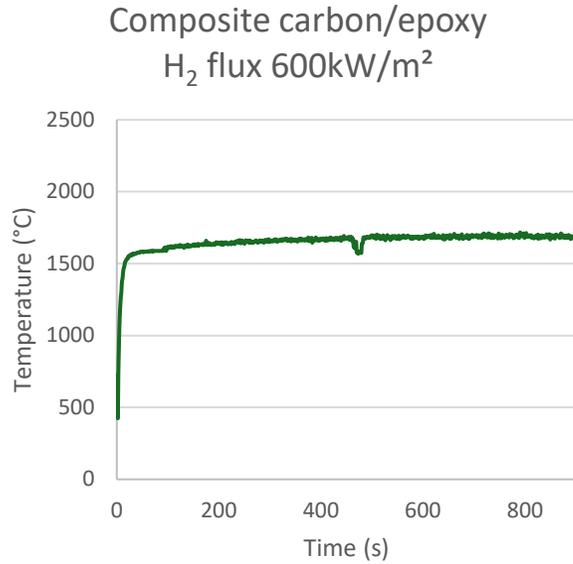
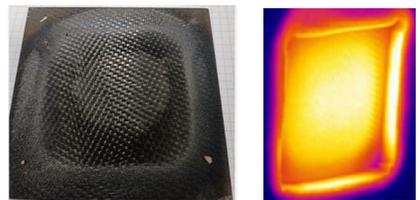
Etude 2 : Composite carbon epoxy



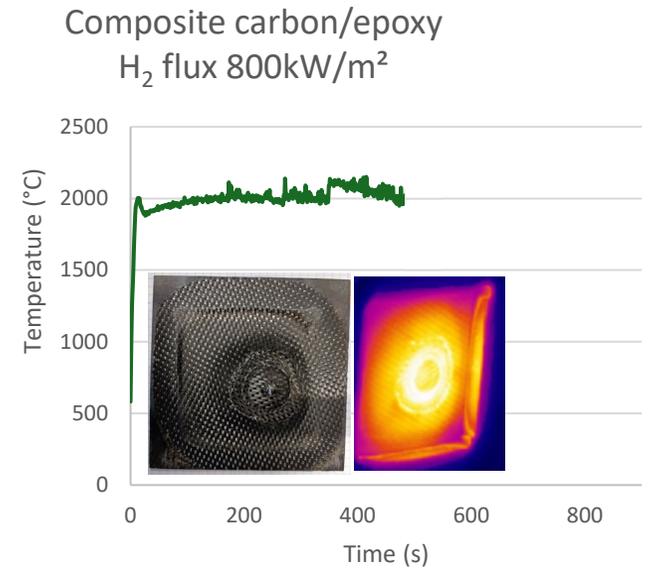
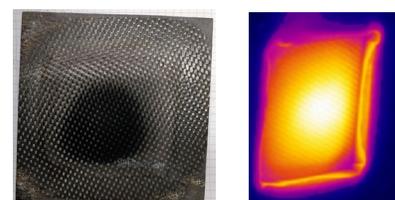
— Température face avant



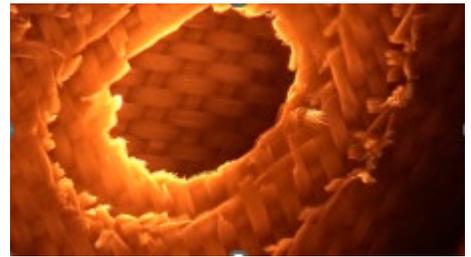
— Température face avant



— Température face avant



— Température face avant



1

2

3

4 Les premières études

Etude 3 : Influence of a hydrogen/oxygen flame on the fire-behaviour and the tensile properties of hybrid Carbon Glass fibers reinforced PEEK composite laminates

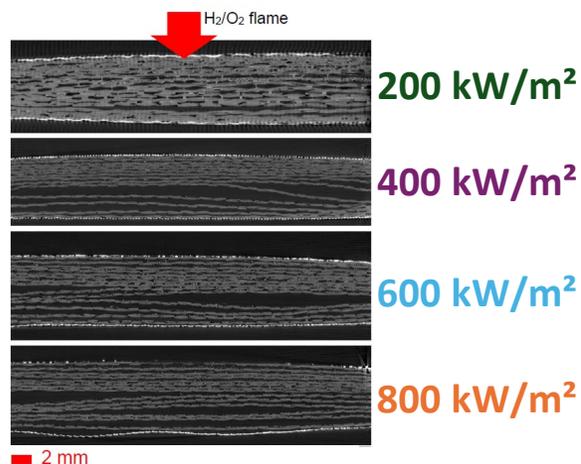
Benoit Vielle¹, Tanguy Davin¹, Fabrice Barbe¹, J Sarazin¹, S Bourbigot^{1,2}

¹ Normandie Univ, UNIROUEN Normandie, INSA Rouen, CNRS, Groupe de Physique des Matériaux 76800 St Etienne du Rouvray, France

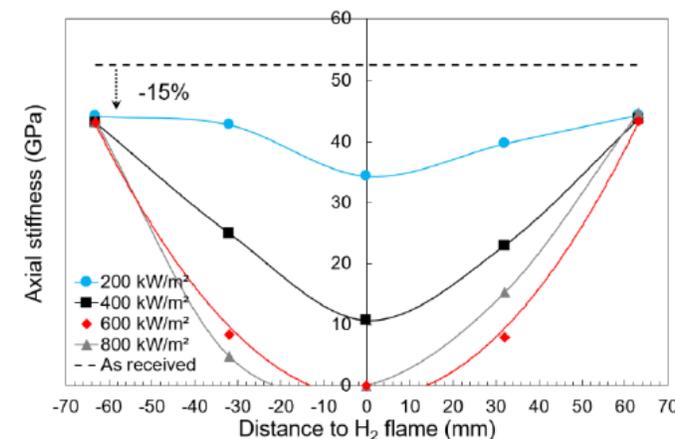
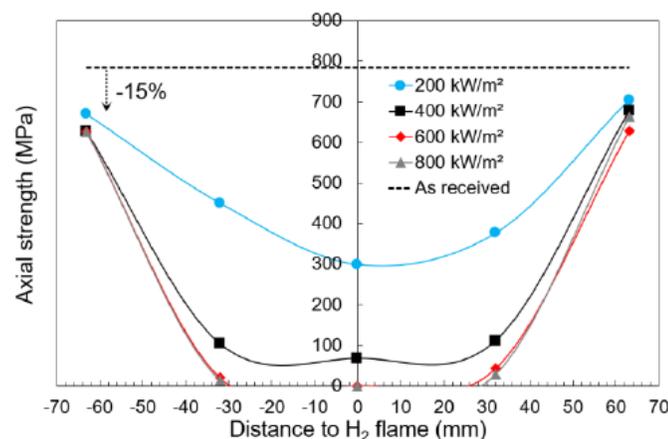
² Univ. Lille, CNRS, ENSCL, UMR 8207, UMET, Unité Matériaux et Transformations, 5900 Lille, France Cedex, France

³ Institut Universitaire de France, Paris, France

Etude de la délamination



Etude des propriétés résiduelles en traction des matériaux



Délaminage n'est pas réparti uniformément
Zone la plus délaminée -> opposée à la flamme

Diminution des propriétés mécanique fonction du flux de chaleur appliqué

Conclusion

Développement d'un banc à échelle laboratoire pour l'étude des feux d'hydrogène.

Développement d'un banc versatile

Adaptabilité du scénario

Possibilité de tester différents échantillons

Instrumentation

Evaluation de la résistance au feu sous flamme d'hydrogène

Compréhension des mécanismes

Etudes

Peinture intumescente

Composite

Développement d'un banc à échelle laboratoire pour l'étude des feux d'hydrogène.

Le scenario

Représentativité vis-à-vis de scénario réel

Normalisation ?

Différents concepts (multi matériaux, peinture intumescente, composite...)

Etudes

Etude de la fragilisation des structures sous contrainte flamme d'hydrogène

Etude de l'impact du type de flamme sur la résistance au feu des matériaux.



Développement d'un banc à échelle laboratoire pour l'étude des feux d'hydrogène.

J.Sarazin, S.Bourbigot

Johan.Sarazin@Centralelille.fr

MERC!



34^{èmes} journées du Groupe du RésoFeux

