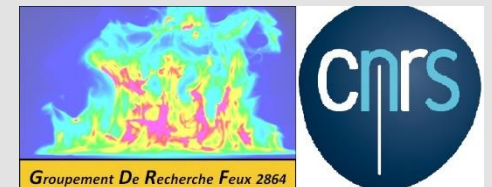


Etude expérimentale de l'interaction flamme paroi à échelle semi-réelle. Application aux éléments de façades.

Pauline DIAS LOPES, Thomas ROGAUME, Benjamin BATIOT, Marc POISSON

Institut Pprime



Sommaire

1. Introduction
2. Contexte et projet FRENETICS
3. Présentation du dispositif expérimental
4. Résultats expérimentaux – ETICS
5. Résultats expérimentaux – Bardage HPL
6. Conclusion et perspectives

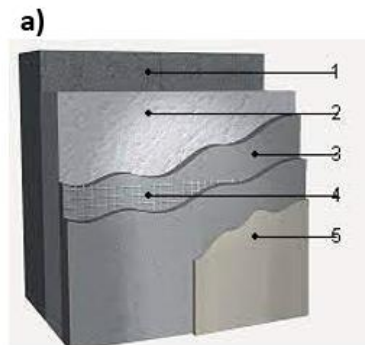
1. Introduction

Volonté gouvernementale d'amélioration des performances énergétiques des bâtiments

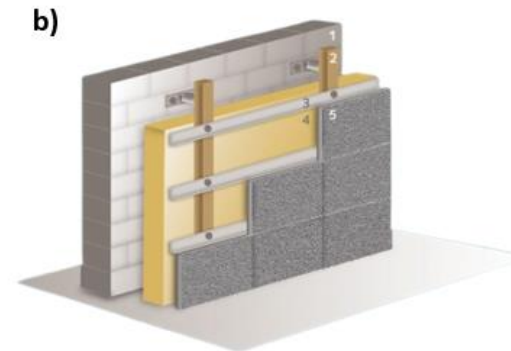
-> Augmentation de l'isolation thermique pour réduire les pertes [1]

3 systèmes d'isolation thermique par l'extérieur, combustibles :

- a) Un External Thermal Insulating Composite System (ETICS)
- b) Le bardage ventilé
- c) Les vêtements



1. Support
2. Isolant PSE
3. Mortier de base
4. Maille
5. Mortier décoratif



1. Support
2. Montant de l'ossature
3. Rail de fixation
4. Isolant
5. Bardage



1. Support
2. Rail de fixation
3. Élément de vêture

[1] : TBC Construction.

2. Contexte et projet FRENETICS

Grands feux impliquant un système ITE

- Water Club Tower, Atlantic City (USA), 2007 : système MCM
- Borgota Water Club, Atlantic City (USA), 2007 : polystyrène et bardage métallique
- Monte Carlo Hotel, Las Vegas (USA), 2008 : système ETICS
 - Mandarin Oriental Hotel, Beijing (Chine), 2009
- Grenfell Tower, Londres (UK), 2017, polyéthylène et bardage métallique



Water Club Tower



Monte Carlo Hotel



Grenfell Tower



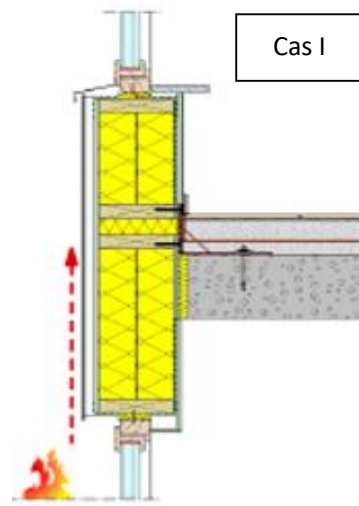
Mandarin Oriental Hotel



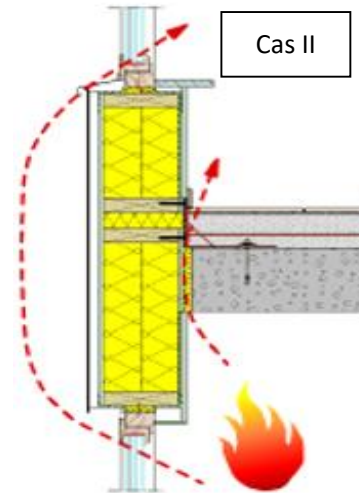
2. Contexte et projet FRENETICS

Fire Resistance of External Thermal Insulation Composite Systems

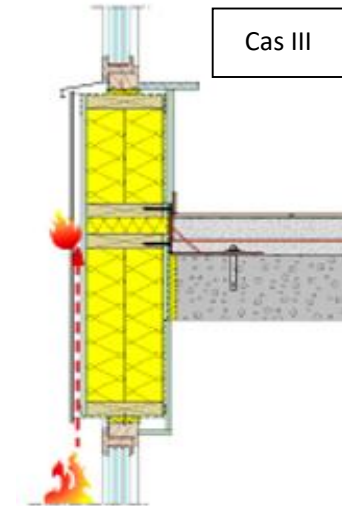
3 scénarios d'étude



Propagation en face
avant



Effet d'un feu intérieur
sur le système isolant

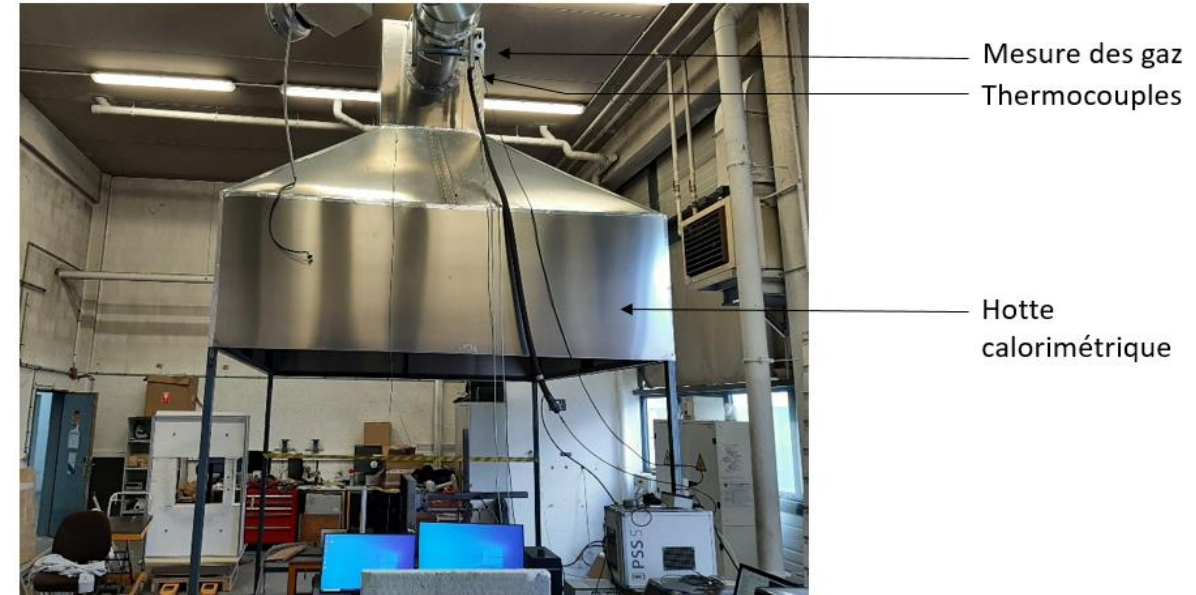
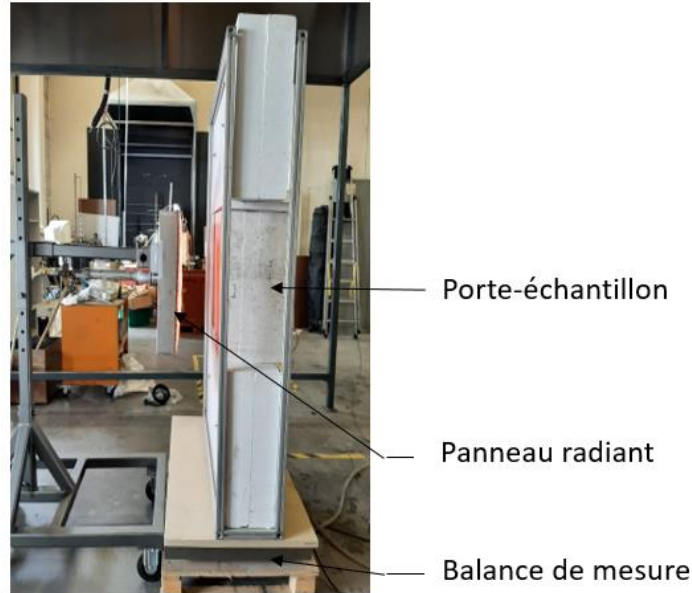


Etude de l'effet cheminée
en paroi inerte

3. Présentation du dispositif expérimental

Composition :

- Un porte échantillon
- Une balance de précision
- Un panneau radiant/brûleur à gaz
- Une hotte calorimétrique
- Une sonde de prélèvement et analyseurs de gaz
- Une instrumentation spécifique : TC, FM, etc.



3. Présentation du dispositif expérimental

Instrumentation Thermocouples et fluxmètre

Même principe pour l'ETICS et le bardage HPL :

- Mesure des températures aux interfaces ●
- Mesure des flux de chaleur en surface ★

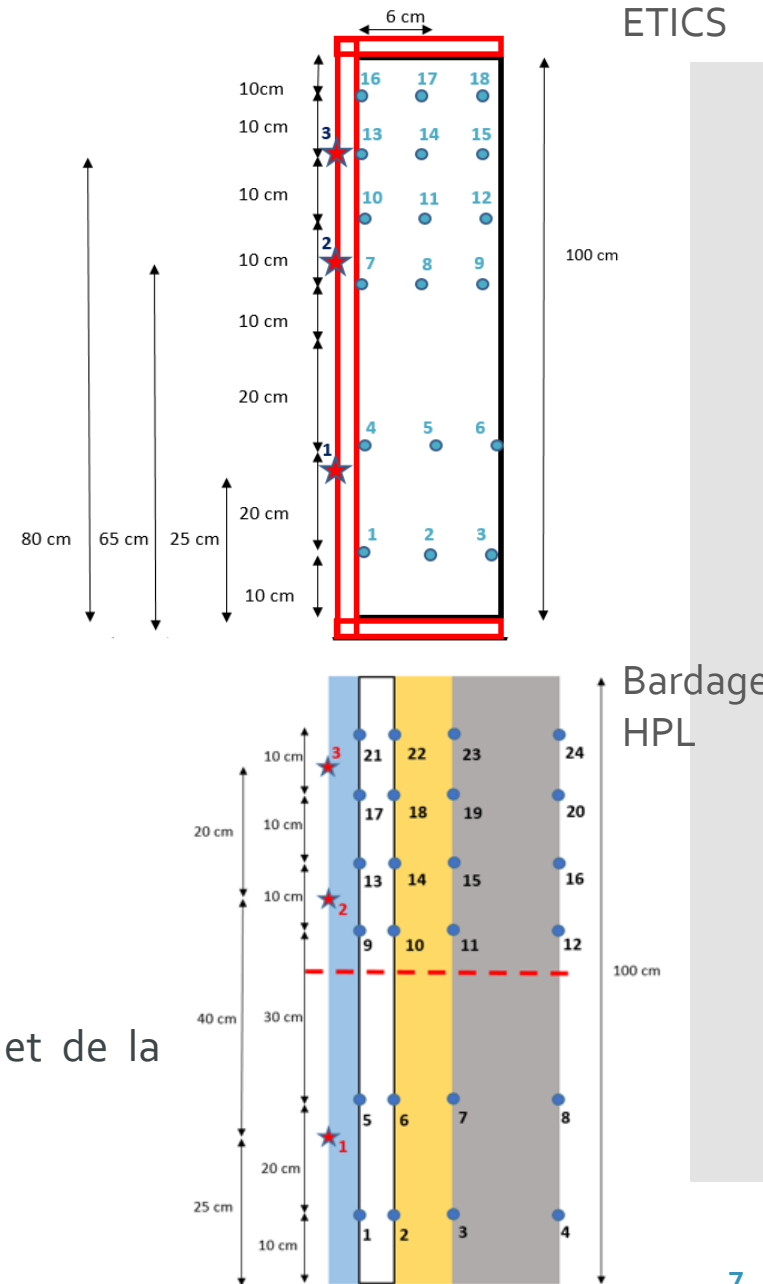
Enjeux

Echantillons 50*50 cm² :

- Paramètres d'inflammabilité et de combustibilité
- Influence des différentes couches

Echantillons 100*100 cm² :

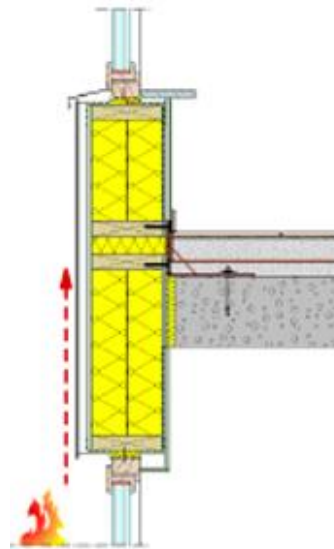
- Etude de la propagation verticale et horizontale du front de décomposition et de la flamme
- Etude de la contribution du panache de fumée/flamme en partie haute



4. Résultats expérimentaux ETICS

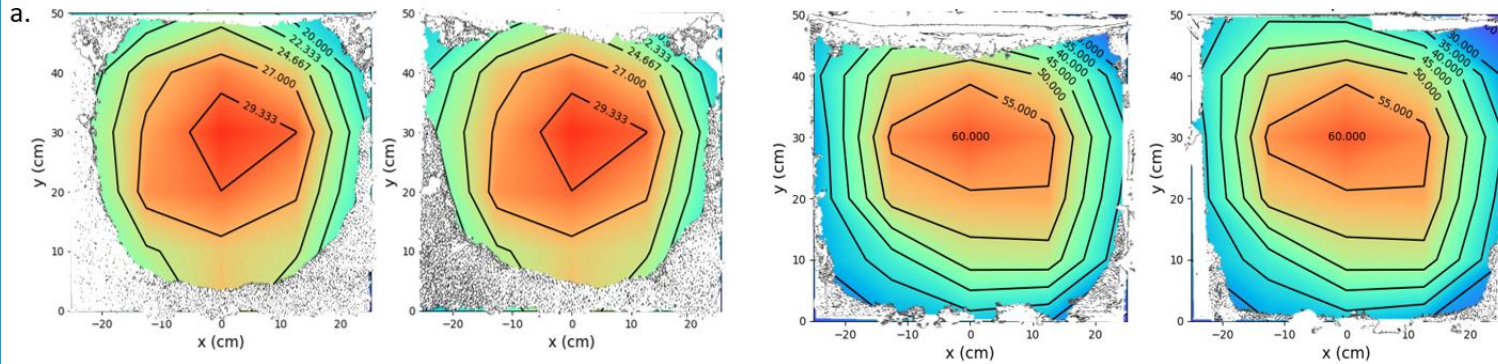
-

Scénario 1 : propagation en face avant



4. Résultats expérimentaux ETICS

Impact sur les panneaux



30 kW/m²

60 kW/m²

Figure a. Face arrière des panneaux 50*50 cm²

- Pas d'inflammation des systèmes
- Tout le polystyrène n'est pas décomposé : ligne d'iso-flux de chaleur

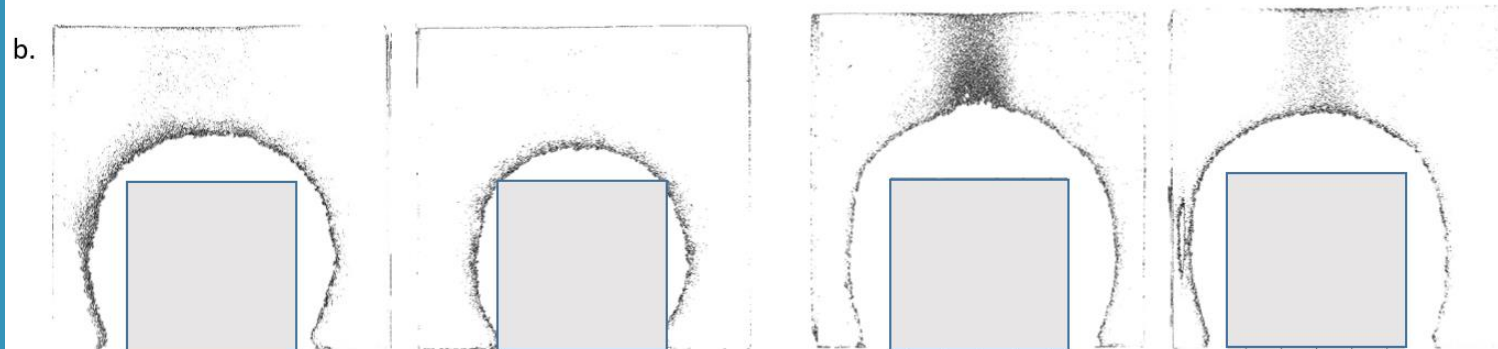
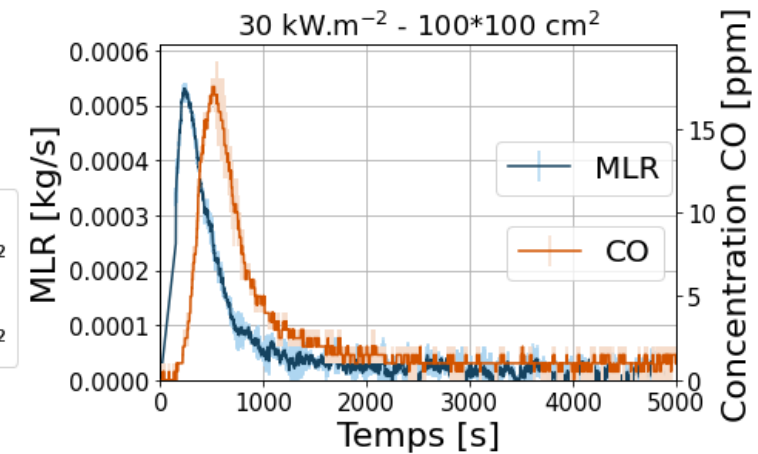
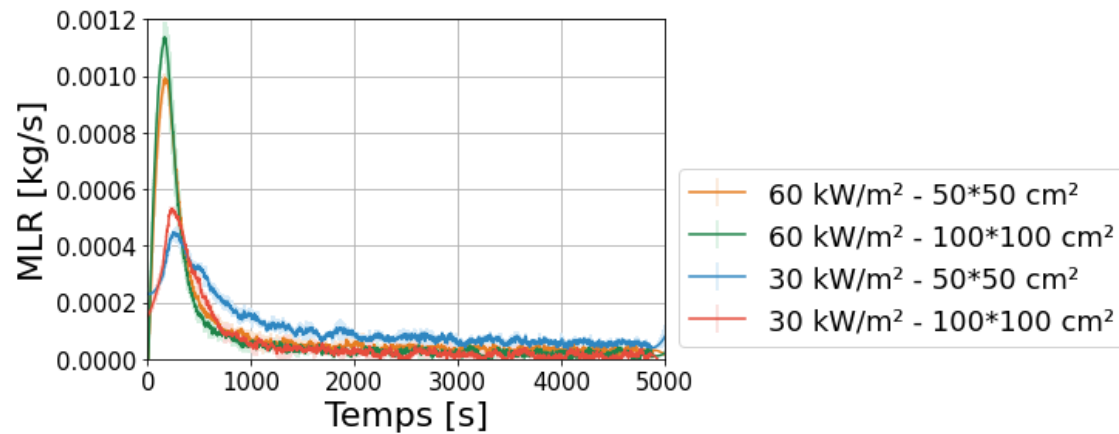
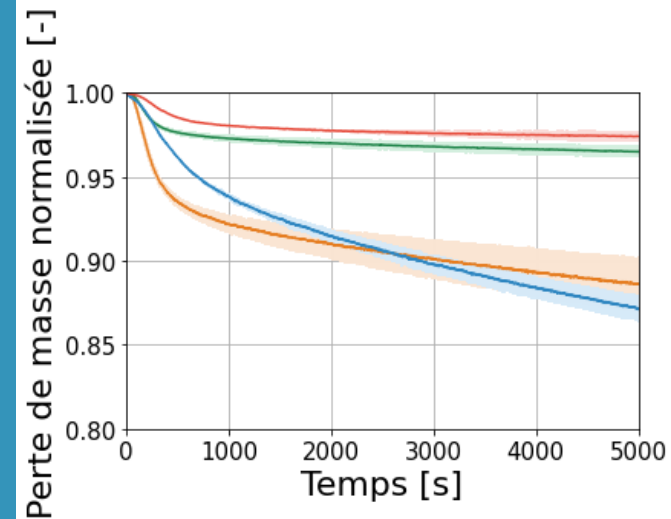


Figure b. Face avant des panneaux 100*100 cm²

- Atteinte circulaire du panneau
- Symétrique
- Panache de fumées plus ou moins visible selon le flux imposé

4. Résultats expérimentaux ETICS

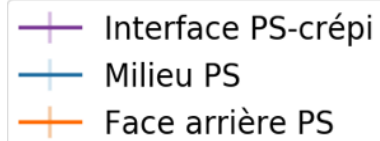
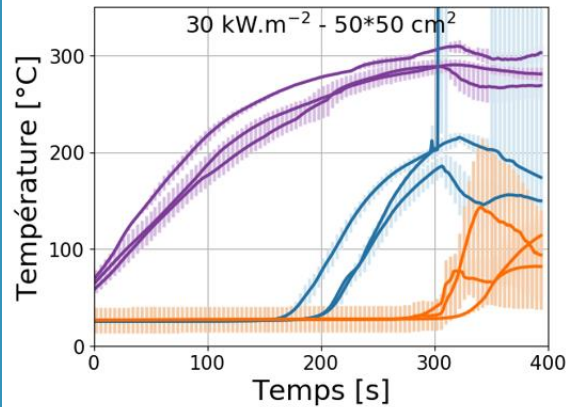
Perte de masse et gaz émis



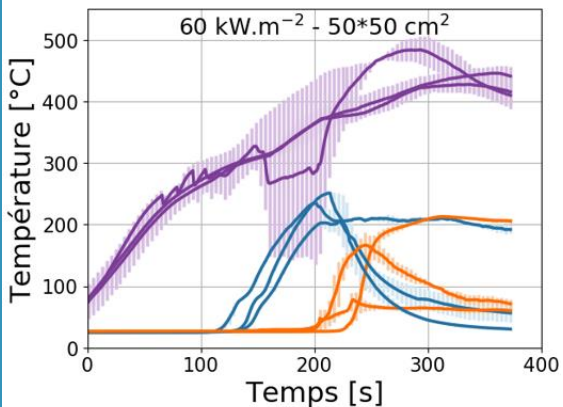
- MLR peu influencée par la taille de l'échantillon
- Intensité du pic de décomposition thermique doublée à 60 kW/m²
- Pic de production des gaz peu de temps après le pic de décomposition -> les fumées restent bloquées dans le panneau jusqu'à « l'ouverture » de la face arrière
- Quantité de gaz produite dépend de la taille du panneau mais pas du flux pour les éprouvettes de 50*50 cm²

4. Résultats expérimentaux ETICS

Champs de températures



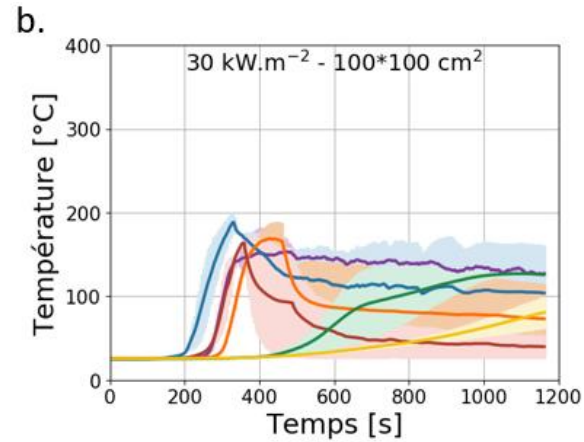
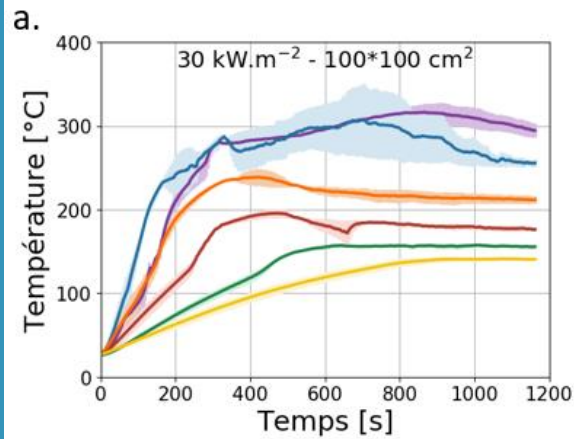
- Température maximale : 300°C à 30 kW/m² contre 500°C à 60 kW/m²
- Pas d'influence de la hauteur du TC
- Augmentation instantanée de la température pour les TC entre le crépis et le polystyrène



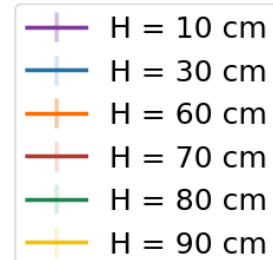
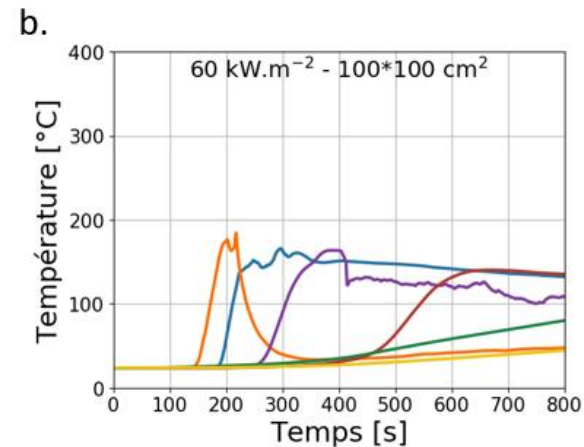
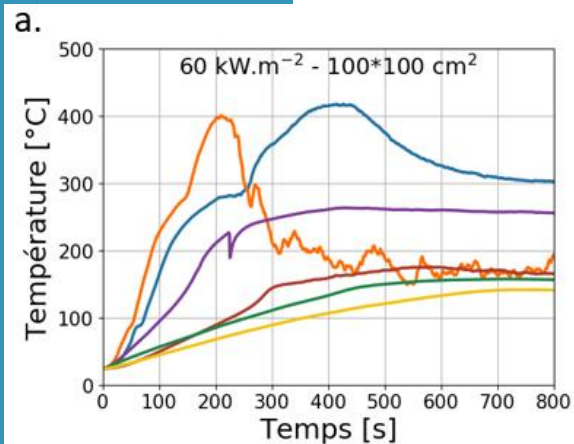
- L'enduit assure la tenue structurelle, évite l'inflammation du PS mais n'a pas de rôle isolant
- Le polystyrène joue bien le rôle d'isolant mais se décompose très rapidement

4. Résultats expérimentaux ETICS

Champs de températures



- Dynamique d'augmentation des températures similaire
- Entre le bas et le haut du panneau : différence allant jusqu'à 200°C

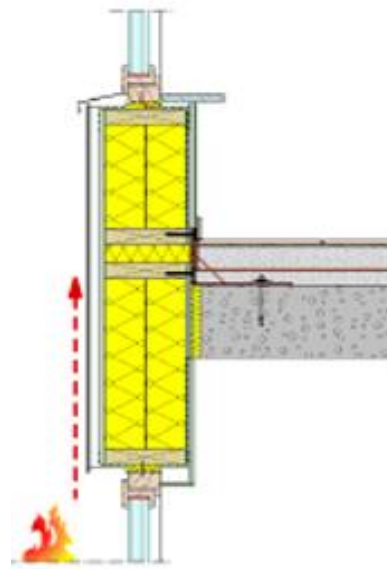


Figures a. Entre le crépis et le PS
Figures b. Milieu du PS

5. Résultats expérimentaux bardage HPL

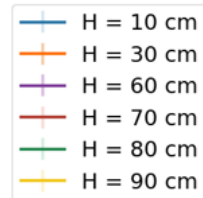
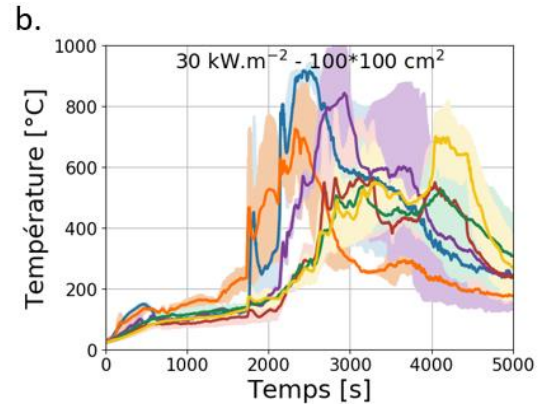
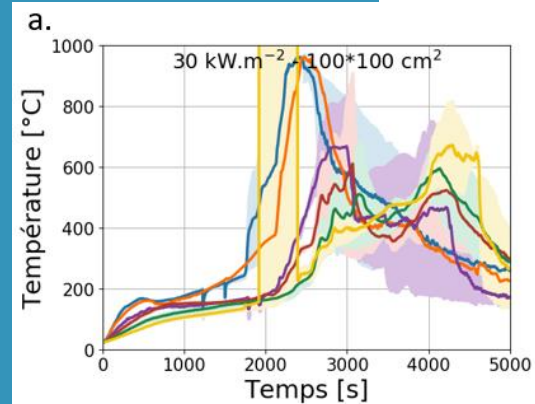
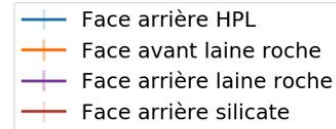
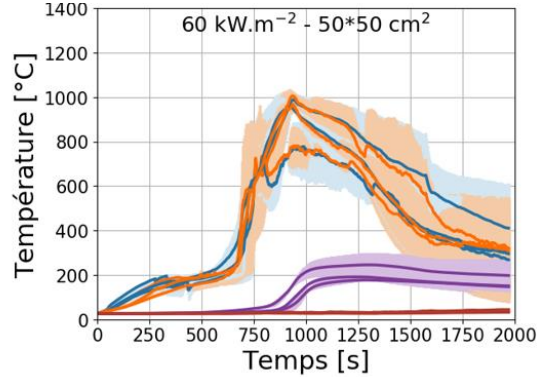
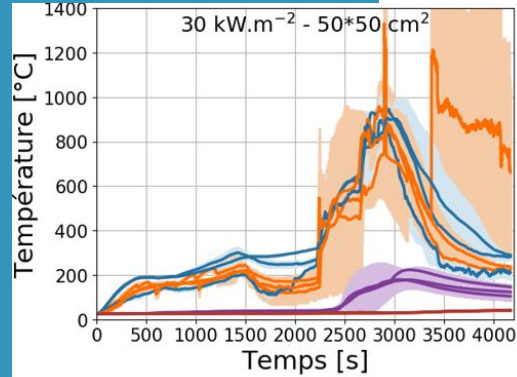
-

Scénario 1 : propagation en face avant



5. Résultats expérimentaux - HPL

Températures



Figures a. Face arrière du panneau HPL

Figures b. Face avant laine de roche

- 3 phases de développement :
 - Initiation
 - Croissance
 - Affaiblissement
- Peu d'écart de part et d'autre de la lame d'air
- Derrière l'isolant, $T_{max}=250^{\circ}\text{C}$

Températures de dégradation du béton [2] :

- 100°C : déshydratation des hydrates du ciment
- 180°C : début de transformation de la pâte de ciment
- 300°C : transformation importante de la pâte de ciment (microfissures, décohésions pâte-granulats)

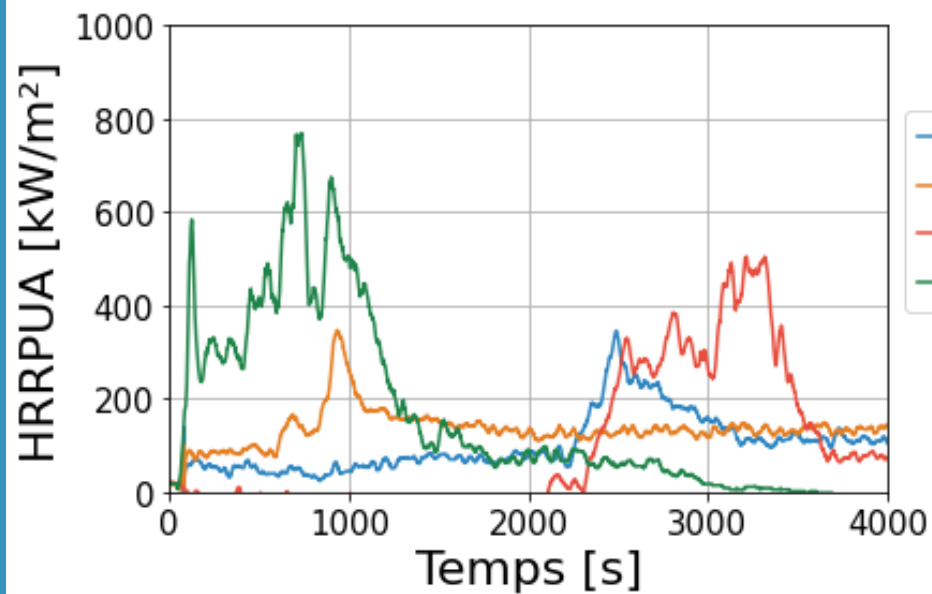


Endommagement possible de la structure du bâti derrière l'isolant

[2] : G. Mounajed, « Endommagement des bétons à haute température. », Thèse de doctorat, 2017

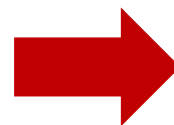
5. Résultats expérimentaux - HPL

Taux de dégagement de chaleur [3]



Mesures obtenues à partir de :

- Débit massique des fumées
- Températures des fumées
- Concentrations en O₂, CO, CO₂

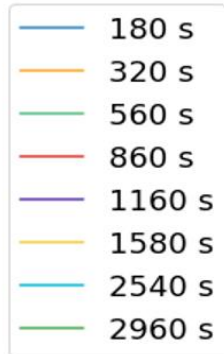
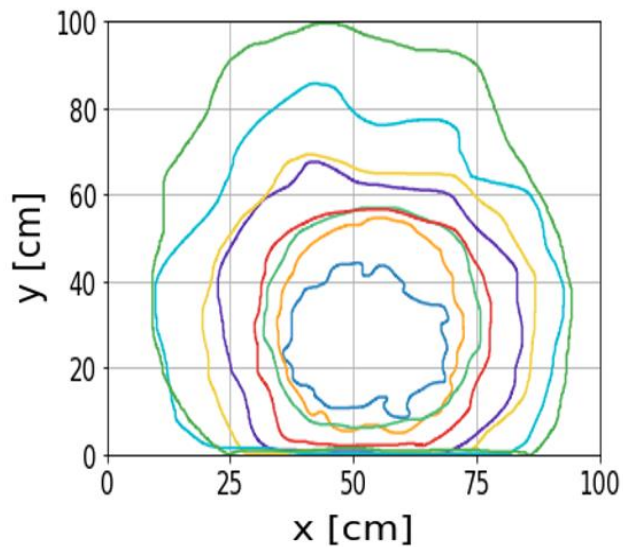
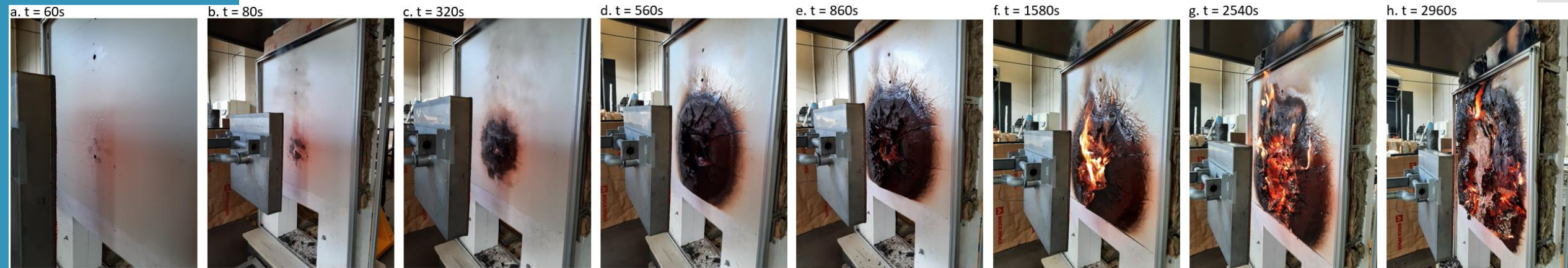


- Influence du flux de chaleur :
Décalage spatial
- Influence de la taille de l'éprouvette :
Durée du pic de HRR

[3] : SFPE 2016, chapitre 27 : Calorimetry, M. Janssens p. 916

5. Résultats expérimentaux - HPL

Propagation verticale et latérale du front de décomposition



2 modes de propagation

- Verticale
 - 4 phases de croissance
- Horizontale
 - 1 phase de croissance
 - Symétrie gauche/droite

6. Conclusion et perspectives

- Objectif : étude de la décomposition et de la combustion d'un ETICS et d'un bardage HPL.
 - Scénario étudié : propagation en face avant
- Mesures : perte de masse, champs de températures, flux de chaleur, gaz émis, taux de dégagement de chaleur, front de décomposition thermique.

Conclusion générale

Différence des systèmes concernant :

- L'inflammation : pas de flamme dans le cas des ETICS.
- Les températures atteintes au niveau du bâti.

Concernant le bardage HPL :

- Le délai d'inflammation dépend du flux de chaleur imposé.
- Les températures ne dépendent pas du flux de chaleur imposé.

Perspectives

- Réalisation de tests concernant les singularités
- Réalisation d'un test LEPIR 2 par Efectis France
 - Modélisation numérique des scénarios

Merci
Des questions ?