

# Méthodologie de caractérisation innovante du feu couvant pour un système constructif

Gabriela SANTOS COSTA

*Encadrement de la thèse :*

*Directrice : Pr. Gaëlle FONTAINE (École Centrale de Lille)*

*Co-directeur : Pr. Serge BOURBIGOT (École Centrale de Lille)*

*Co-directrice : Dr. Véronique MARCHETTI (CSTB)*

23 avril 2026

36<sup>èmes</sup> Journées du RésoFeux

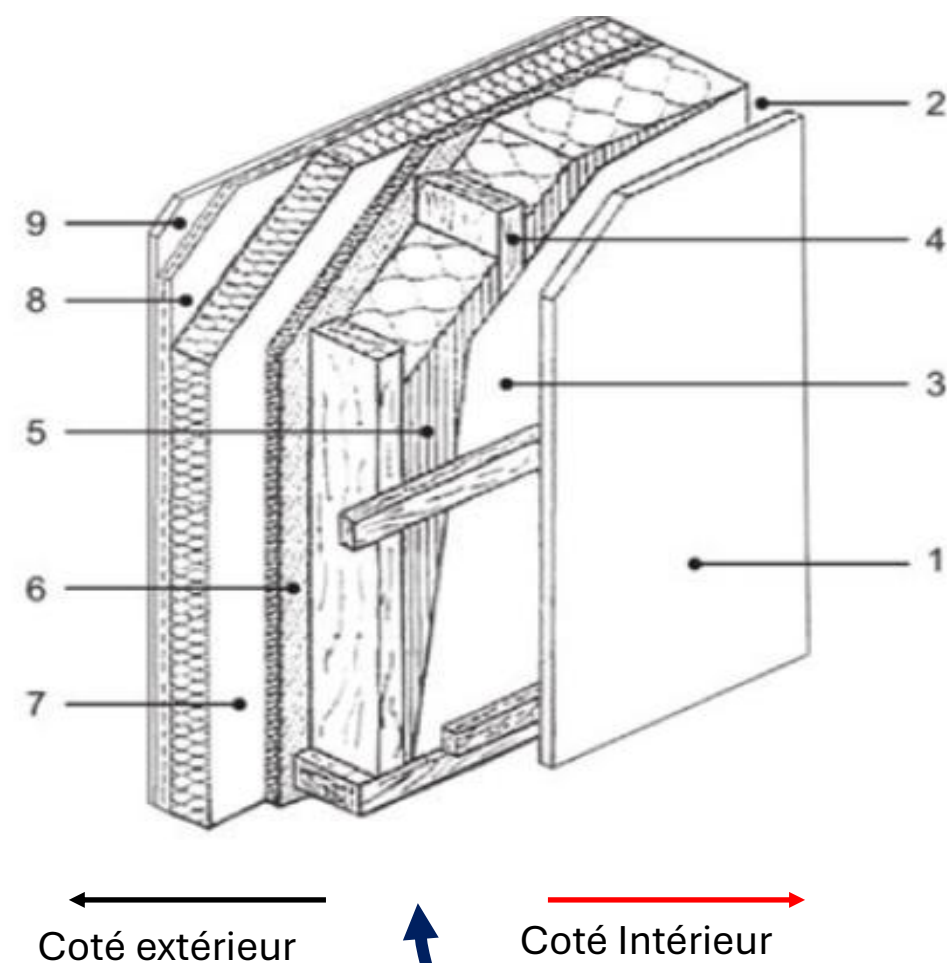
# Plan de la présentation

- 1.** ■ **CONTEXTE**
- 2.** ■ **OBJECTIFS**
- 3.** ■ **PARAMÈTRES DÉTERMINANTS DU FEU COUVANT**
- 4.** ■ **ESSAIS PRELIMINAIRES**
- 5.** ■ **CONCLUSION**

# 1. CONTEXTE

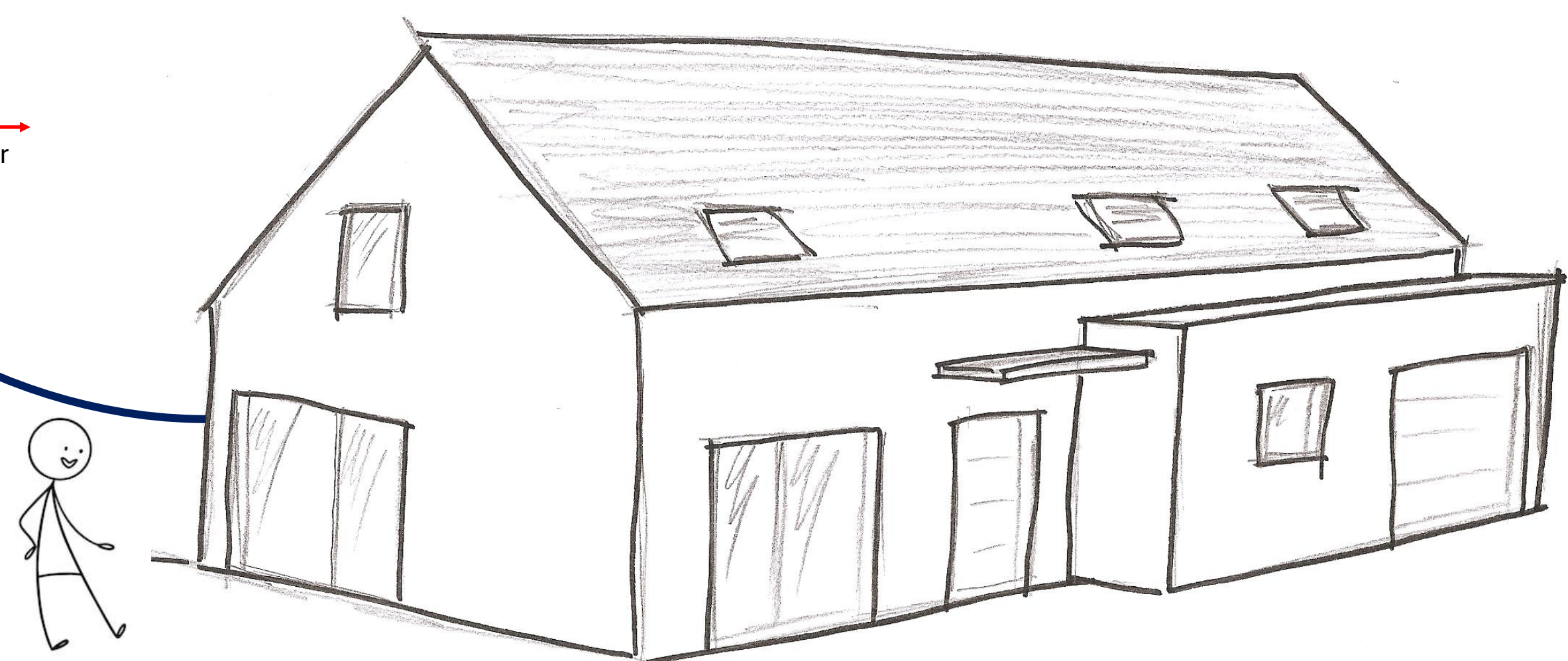
## / Exemple ETICS

- 1. Parement intérieur
- 2. Vide technique
- 3. Pare-vapeur
- 4. Ossature verticale
- 5. Isolation entre montants
- 6. Voile travaillant extérieur
- 7. ETICS : isolant
- 8. ETICS : couche de base armée
- 9. ETICS : finition



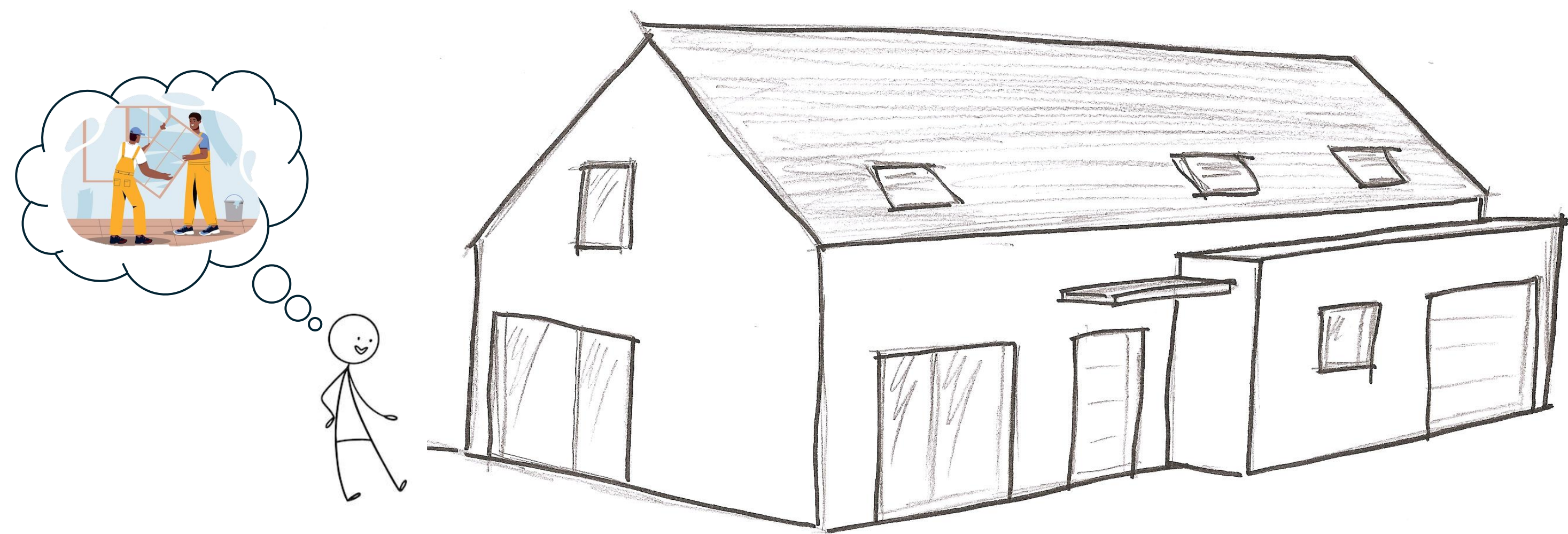
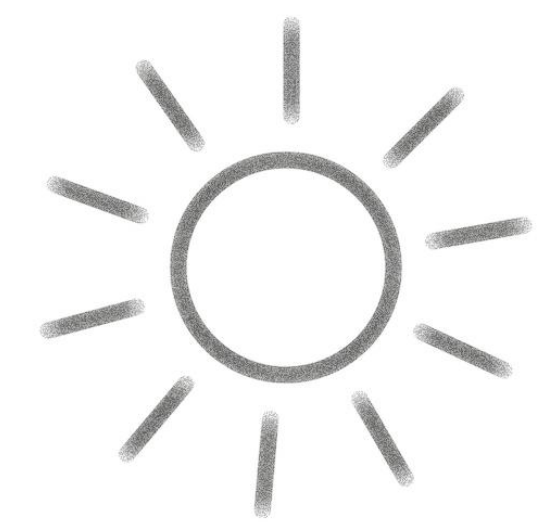
**ETICS → Système d'Isolation Thermique par l'Extérieur**

Maison à ossature bois  
Isolant en fibre de bois  
Finition par enduit



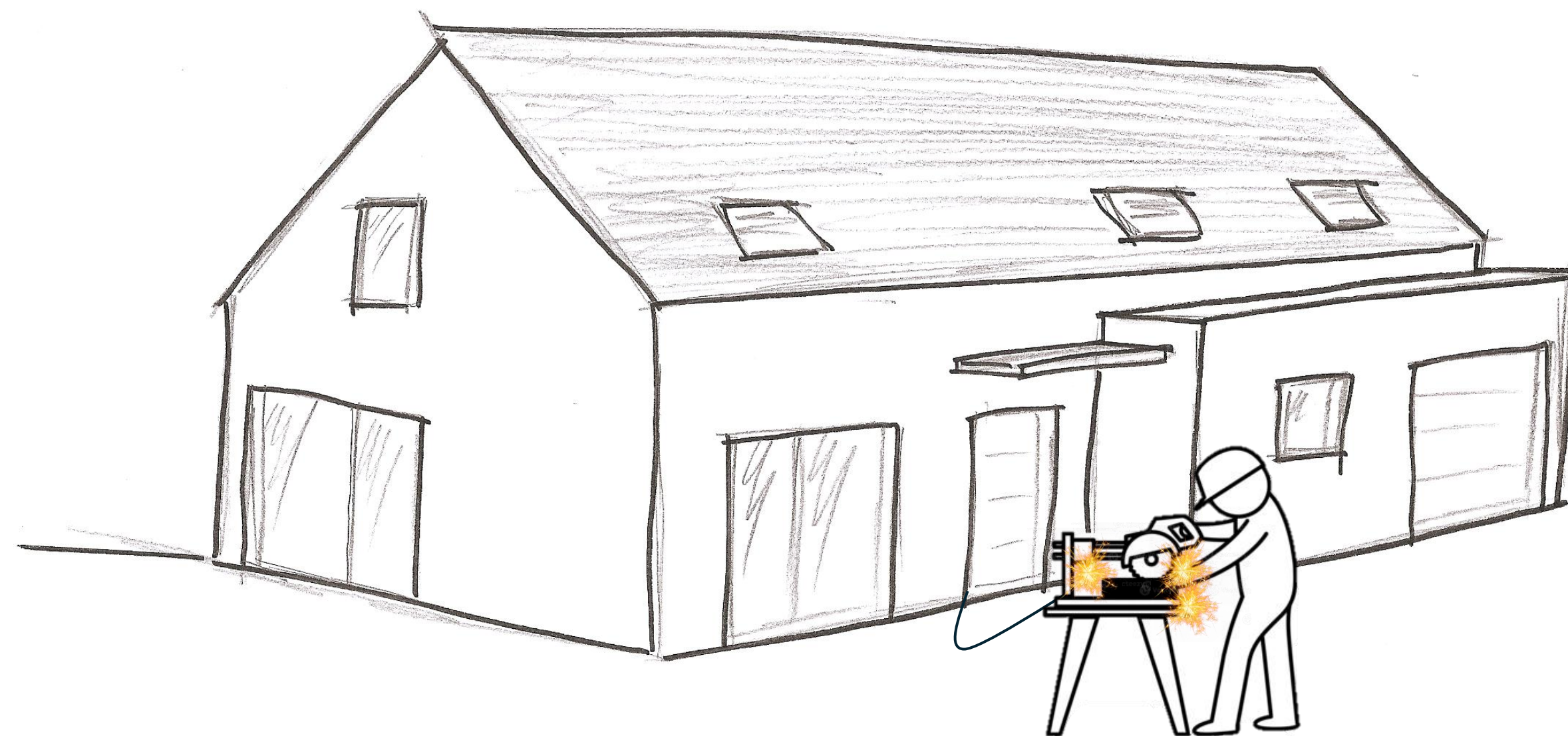
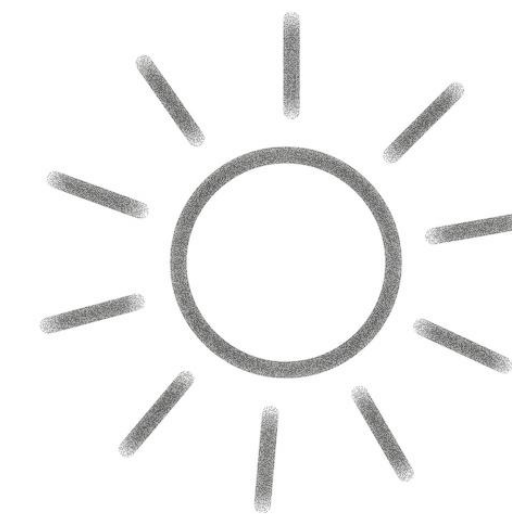
# 1. CONTEXTE

/ Exemple ETICS



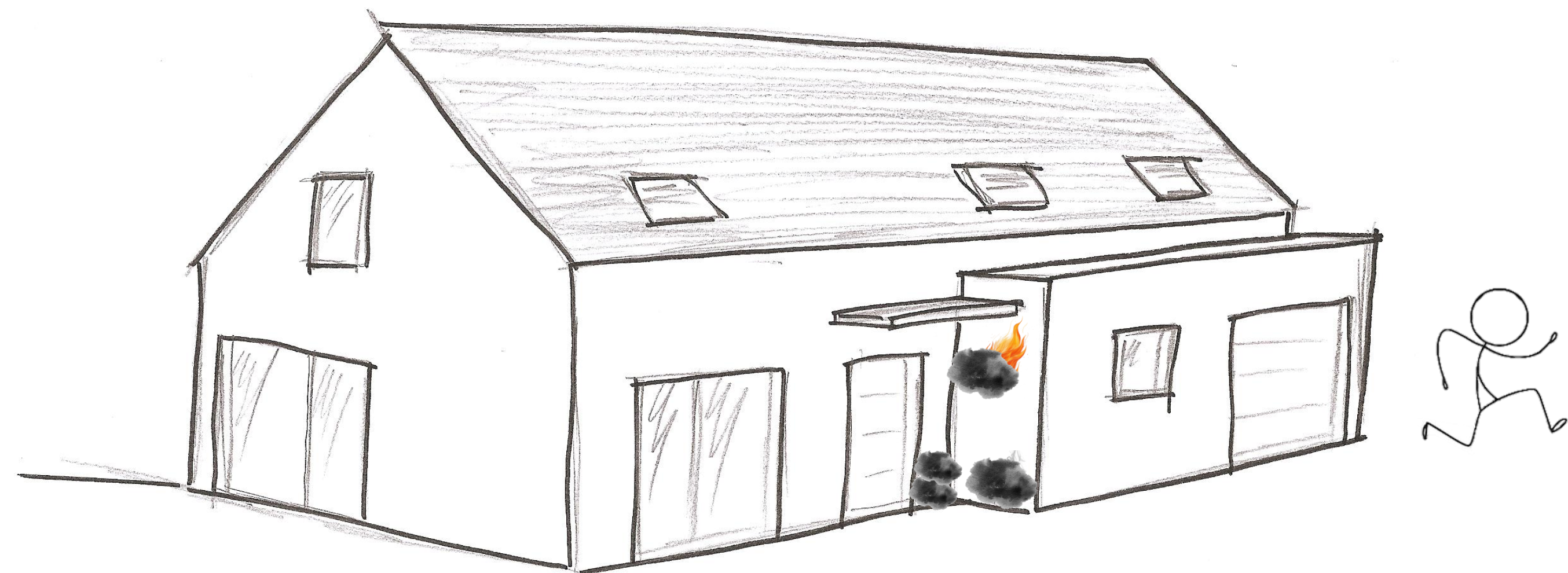
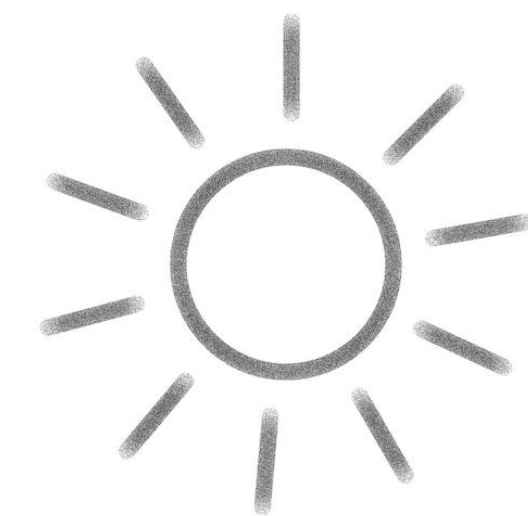
# 1. CONTEXTE

/ Exemple ETICS



# 1. CONTEXTE

/ Exemple ETICS



# 1. CONTEXTE

## / Définition de « feu couvant »

Un feu couvant est défini comme la combustion d'un matériau, sans flamme, avec ou sans émission visible de lumière. Il peut être caractérisé par la **NF EN 16733 (2024)**.

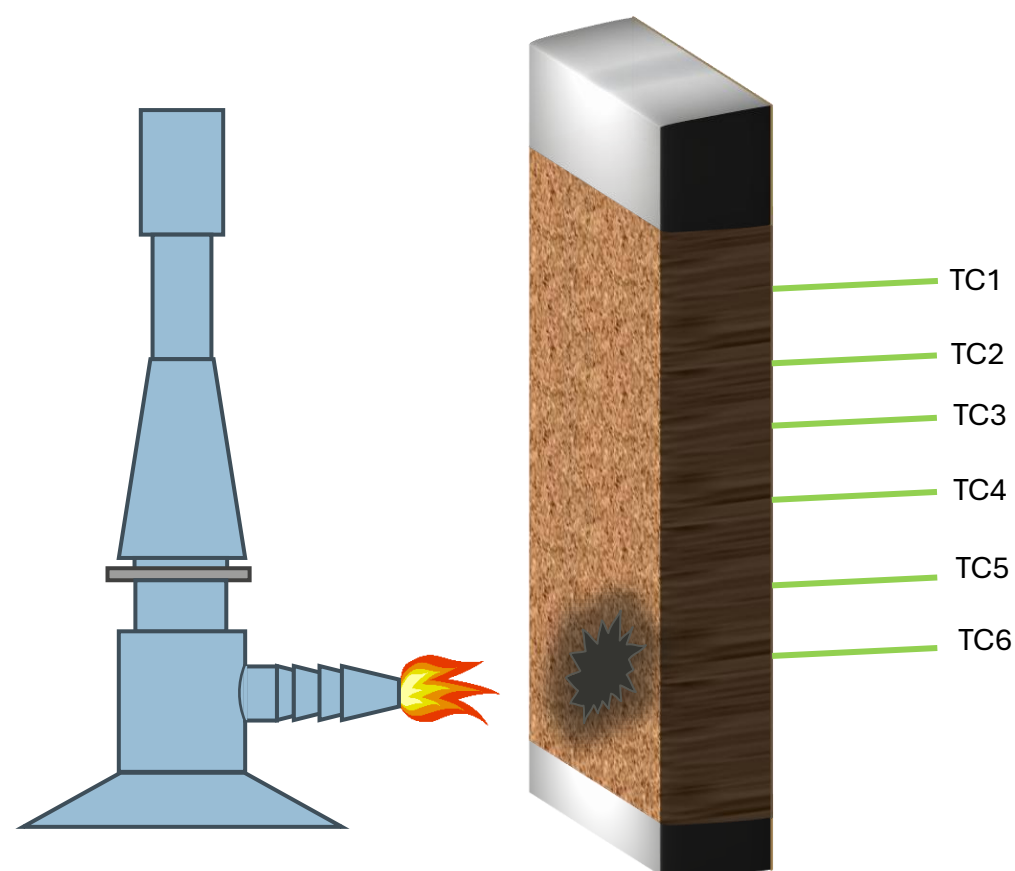
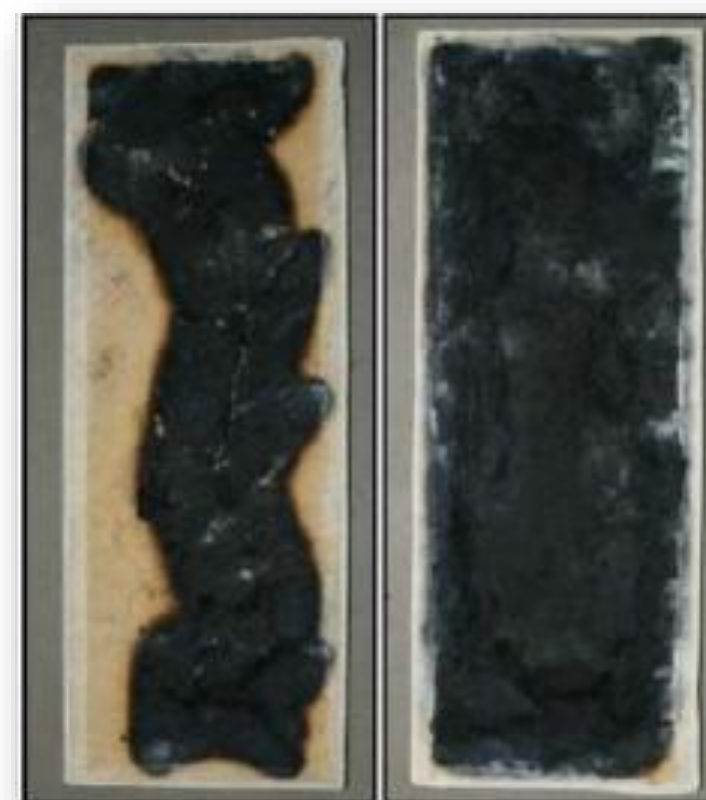


Schéma de la NF EN 16733 [1].



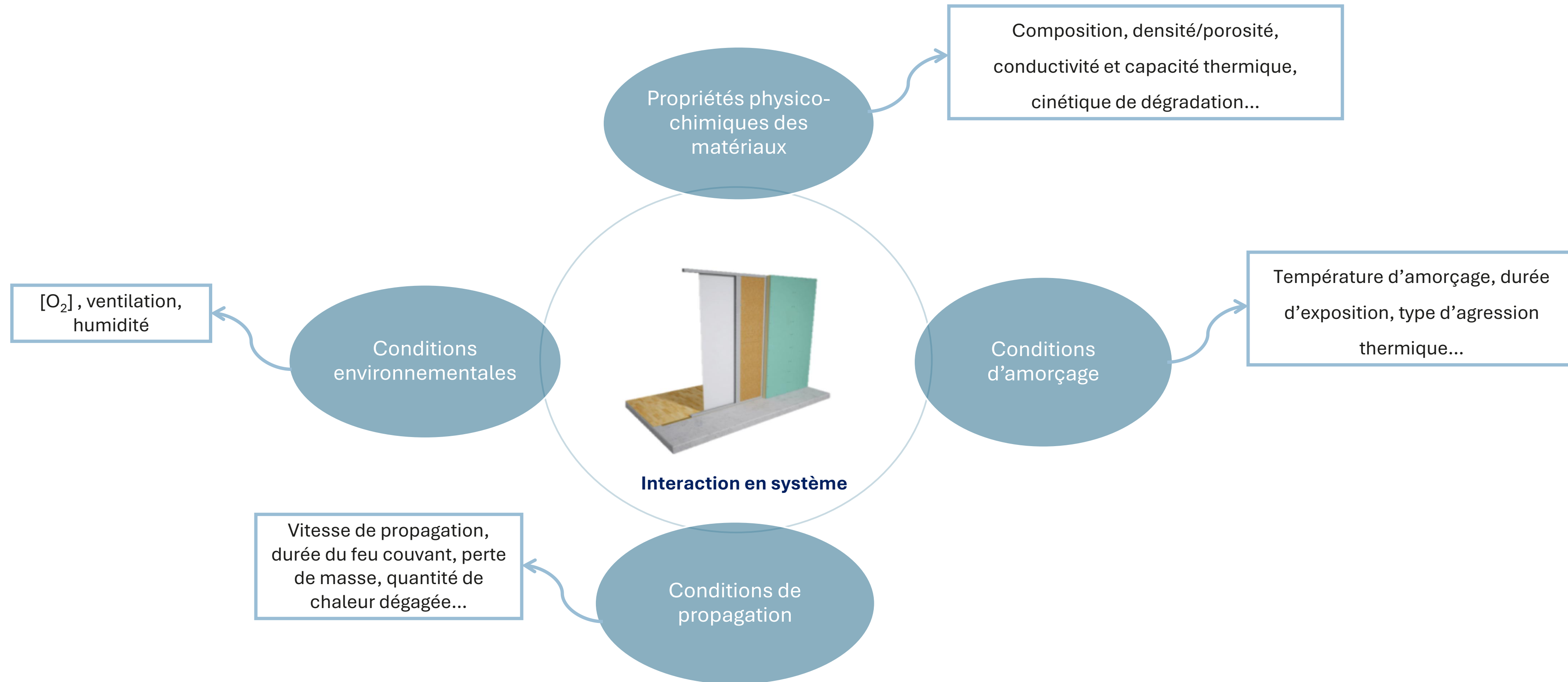
Echantillon après test feu couvant [2].

## 2. OBJECTIFS

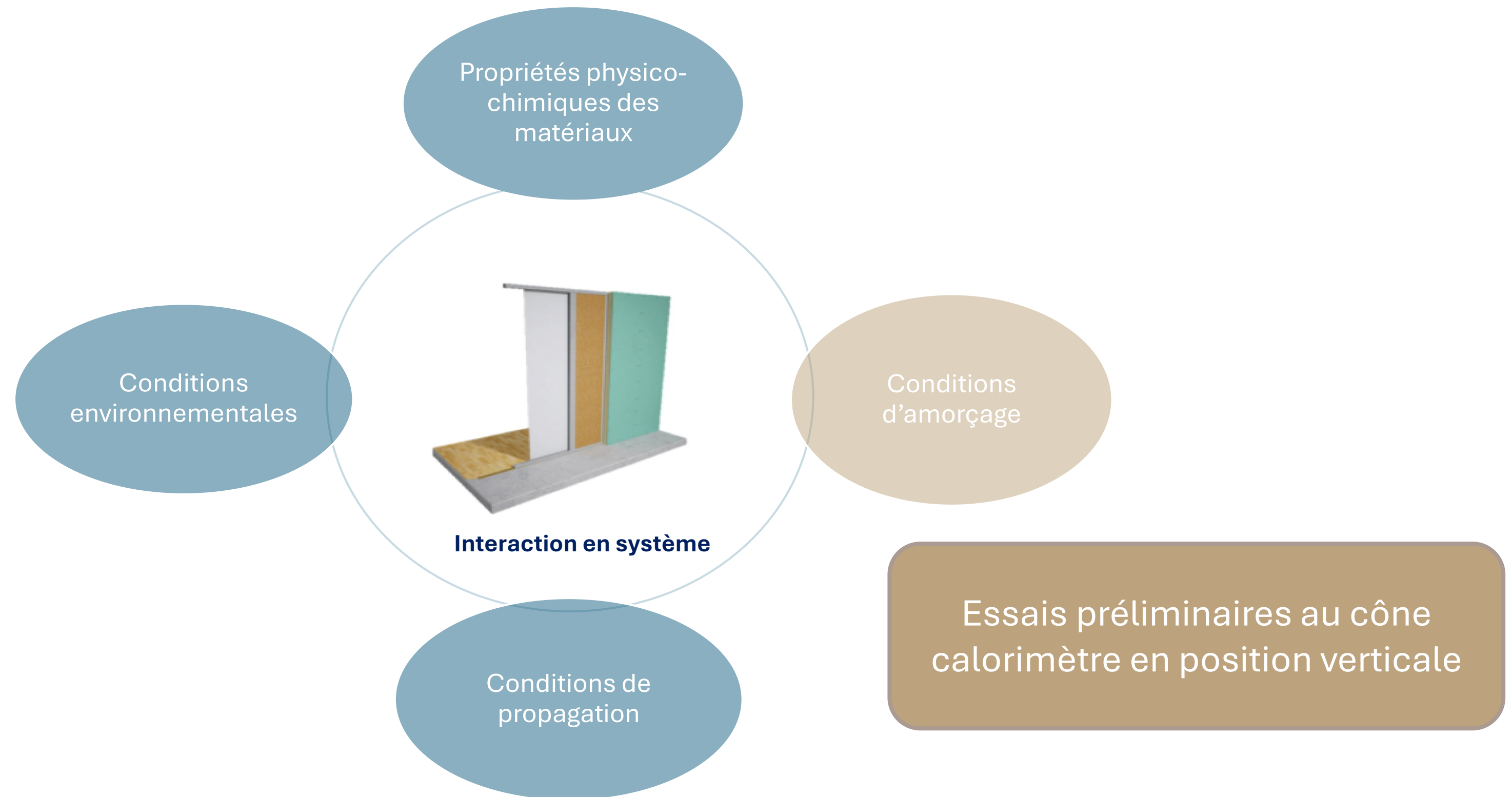
Approfondir la compréhension des matériaux et de leurs interfaces afin de développer une méthode expérimentale fiable pour caractériser **l'amorçage** et la **propagation du feu couvant** dans les systèmes constructifs.

- Quels sont les paramètres déterminants du feu couvant ?
- Comment mesurer et quantifier ces paramètres dans des systèmes multicouches ?
- La norme **NF EN 16733** est-elle suffisante pour couvrir ces phénomènes ?
- Y a-t-il des lacunes nécessitant des méthodes complémentaires, notamment pour les **systèmes biosourcés** ?

# 3. PARAMÈTRES DÉTERMINANTS DU FEU COUVANT

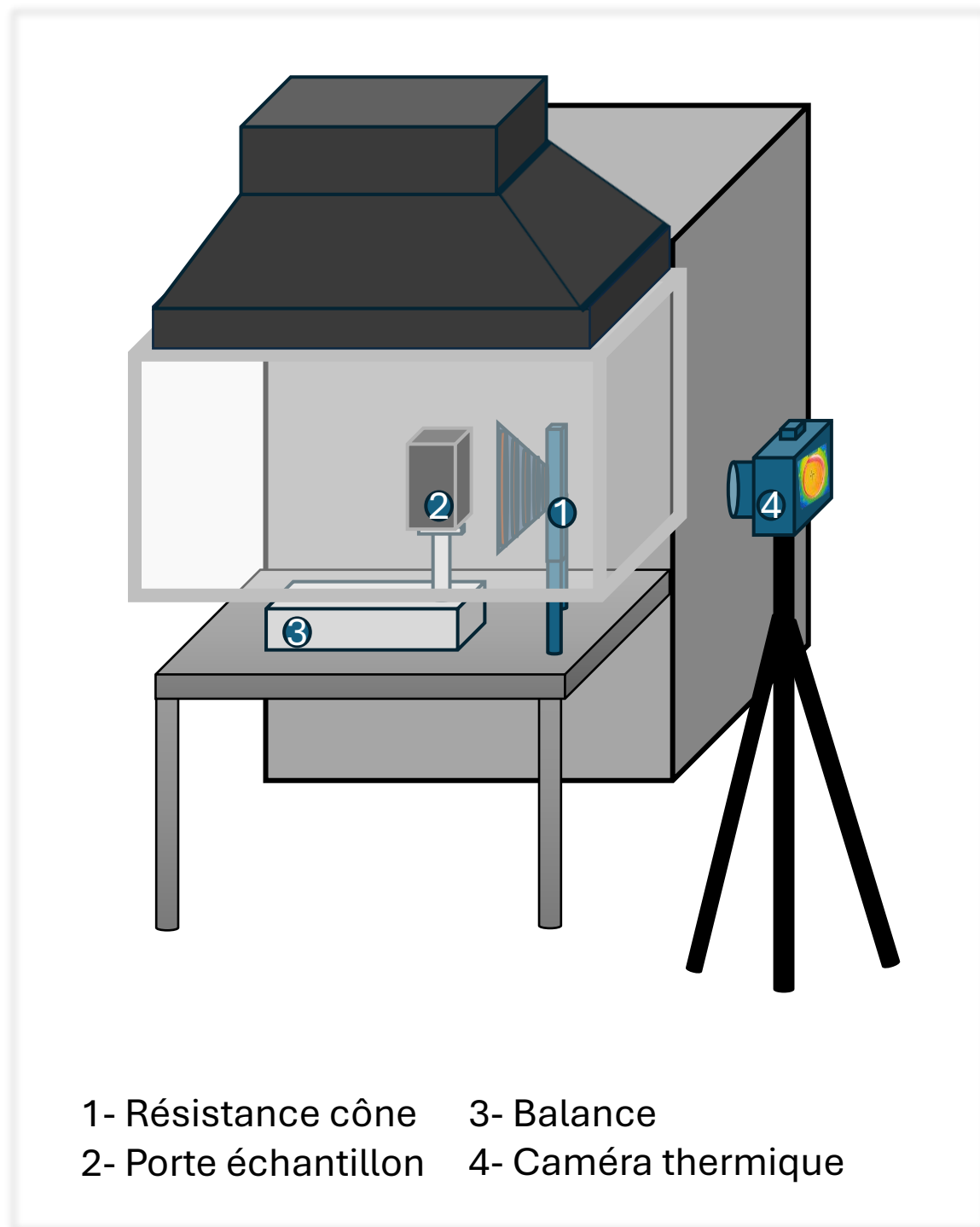


# 3. PARAMÈTRES DÉTERMINANTS DU FEU COUVANT



# 4. ESSAIS PRELIMINAIRES

## / Méthodologie



- 1- Résistance cône
- 2- Porte échantillon
- 3- Balance
- 4- Caméra thermique

Appareillage utilisé selon l'ISO 5660-1 (Annexe E – Orientation verticale).

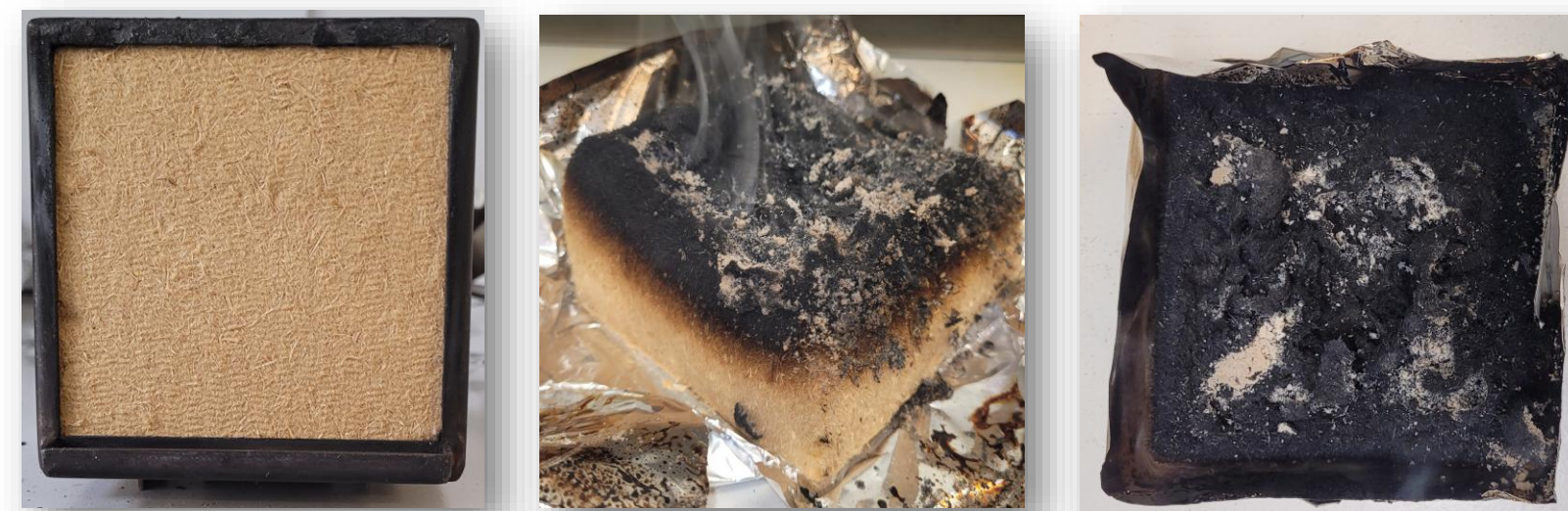
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	Flux en continu (kW/m <sup>2</sup> )
115*	6
	8
	10
165*	6
	8
	10

\*Fibre de bois conditionnée à 23°C et à 50% d'humidité.

→ Essai en vertical permettant de représenter une condition réelle.

→ Bas flux d'irradiation pour caractériser l'amorçage du feu couvant.

→ Suivi du feu couvant à partir de la température de surface, MLR et HRR.



FB165 avant et après essai à 8kW/m<sup>2</sup>.

# 4. ESSAIS PRELIMINAIRES

/ Résultats : 6 kW/m<sup>2</sup>



FB115 après essai à 6kW/m<sup>2</sup>.

Vue dans l'épaisseur avant et après essai.

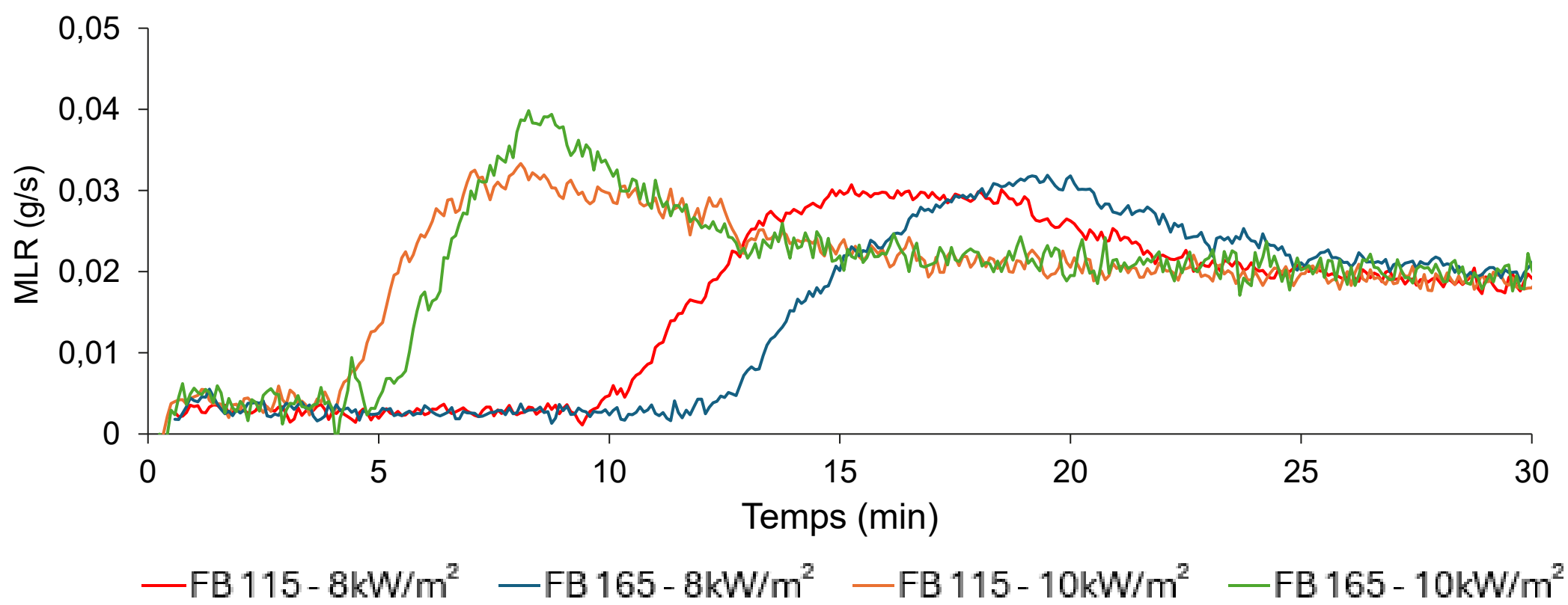
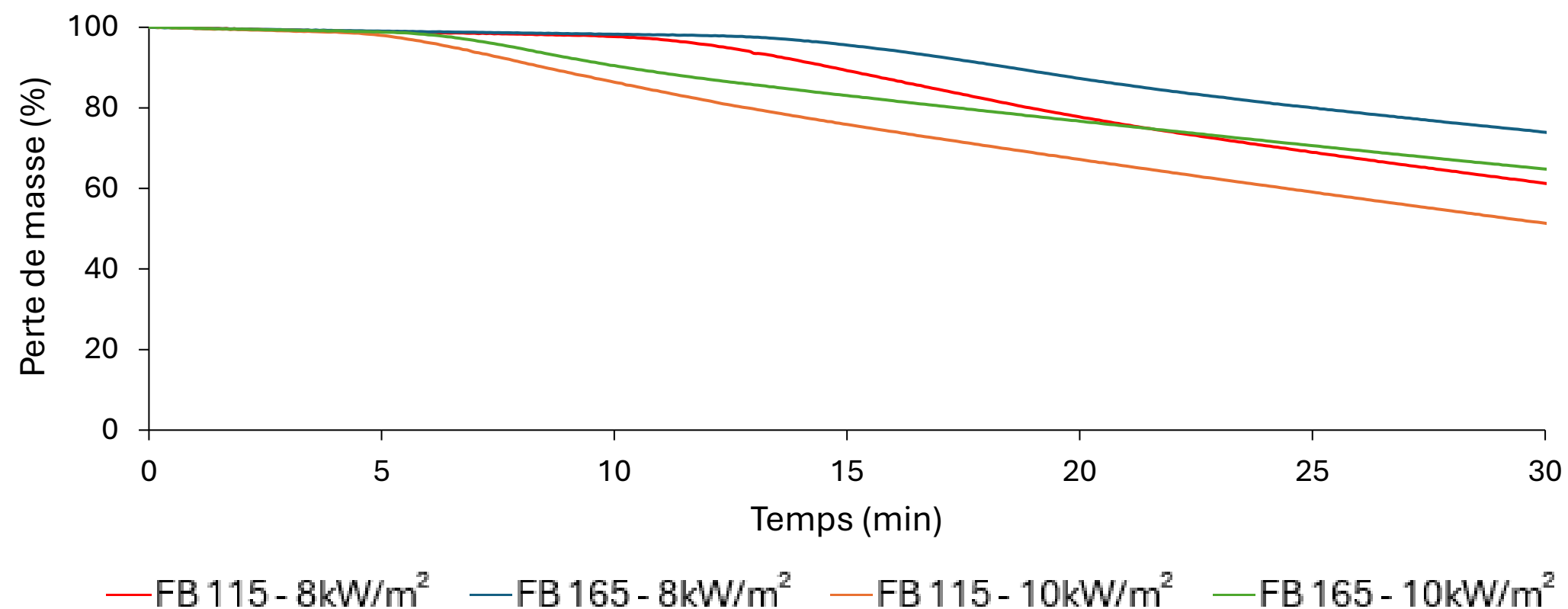
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	% Perte de masse	T <sub>surface</sub> 1h d'essai (°C)	T <sub>surface</sub> 2h d'essai (°C)	T <sub>surface</sub> 3h d'essai (°C)
115	9	258	265	263
165	8	250	264	261

Température du cône de 260°C.

**Pas de feu couvant observé après 3h de test.**

# 4. ESSAIS PRELIMINAIRES

/ Résultats : 8 kW/m<sup>2</sup> et 10 kW/m<sup>2</sup>



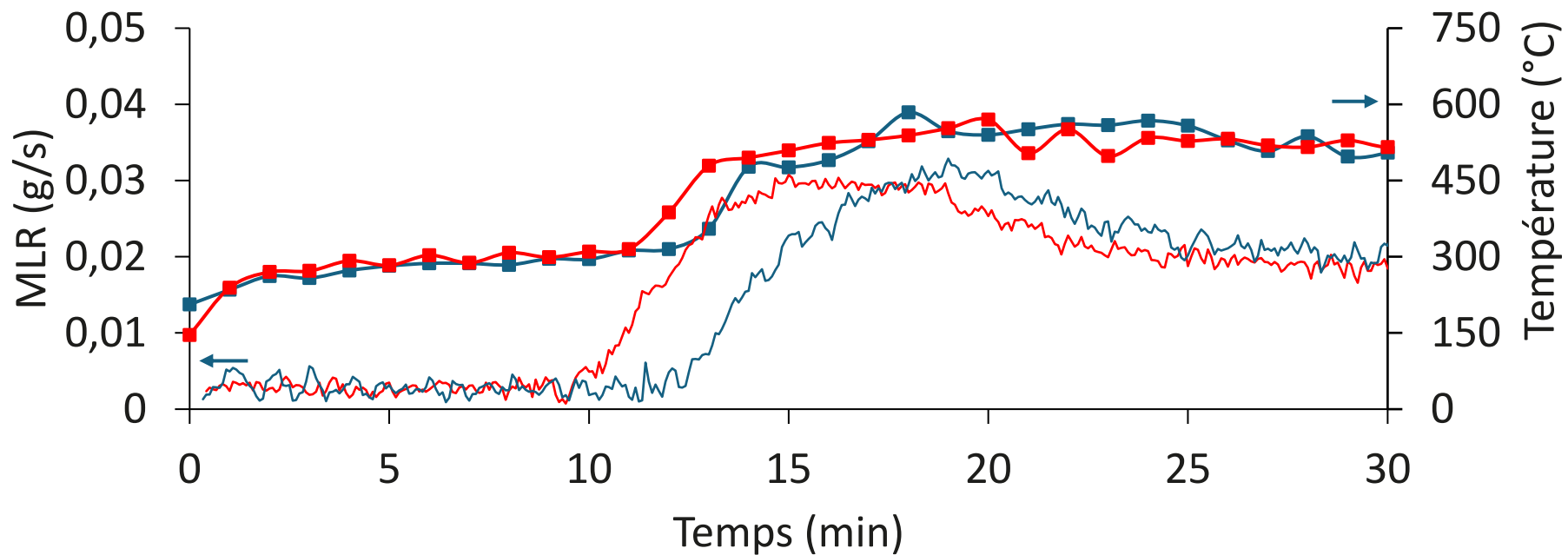
Flux (kW/m <sup>2</sup> )	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	Perte de masse (%)	pMLR (g/s)
8	115	39	0,031
	165	27	0,031
10	115	49	0,037
	165	36	0,040

↑ 20%

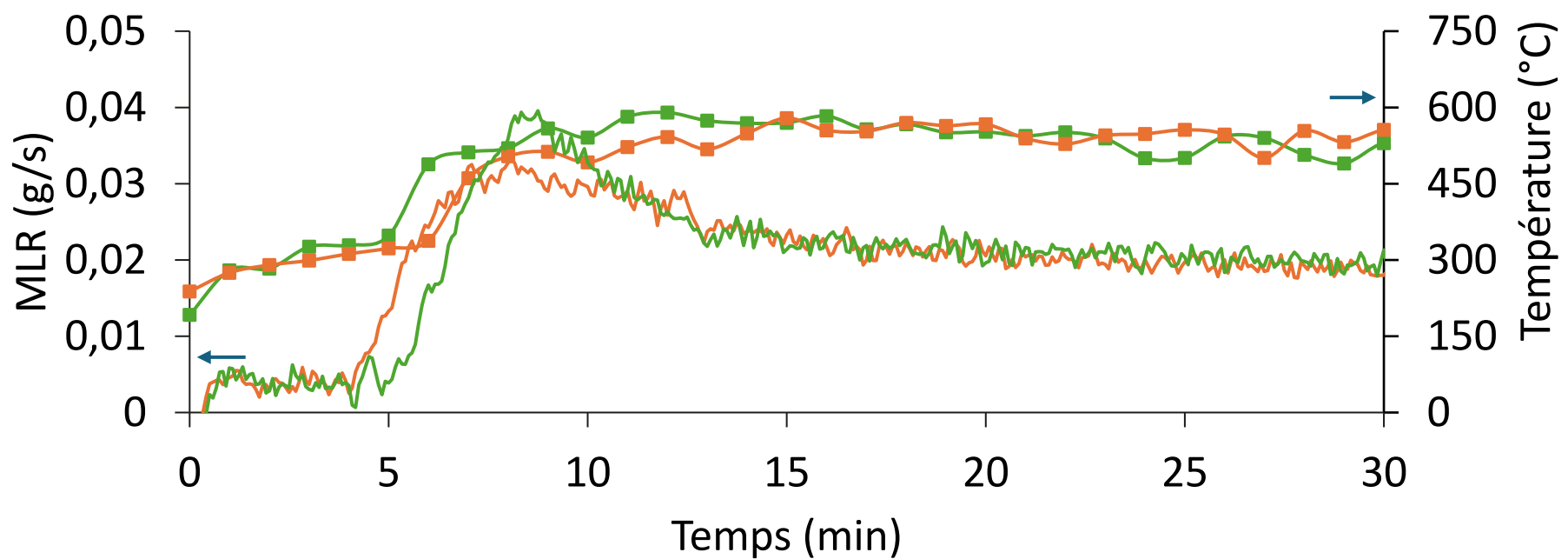
- Plus la densité augmente, moins la perte de masse totale est importante → **différence de diffusion de l'oxygène et de la chaleur dans l'échantillon.**
- Augmentation du flux de chaleur de 8 à 10 kW/m<sup>2</sup> → **20 % augmentation maximale du pMLR.**

# 4. ESSAIS PRELIMINAIRES

/ Résultats : 8 kW/m<sup>2</sup> et 10 kW/m<sup>2</sup>



■ T<sub>surface</sub> FB165 ■ T<sub>surface</sub> FB115 — FB115 8kW/m<sup>2</sup> — FB165 8kW/m<sup>2</sup>



■ T<sub>surface</sub> FB165 ■ T<sub>surface</sub> FB115 — FB115 10kW/m<sup>2</sup> — FB165 10kW/m<sup>2</sup>

○ Température minimale d'amorçage d'environ 315°C.

○ Temps d'amorçage du feu couvant :

→ 11 et 13 minutes à 8 kW/m<sup>2</sup>.

→ 5 minutes à 10 kW/m<sup>2</sup>.

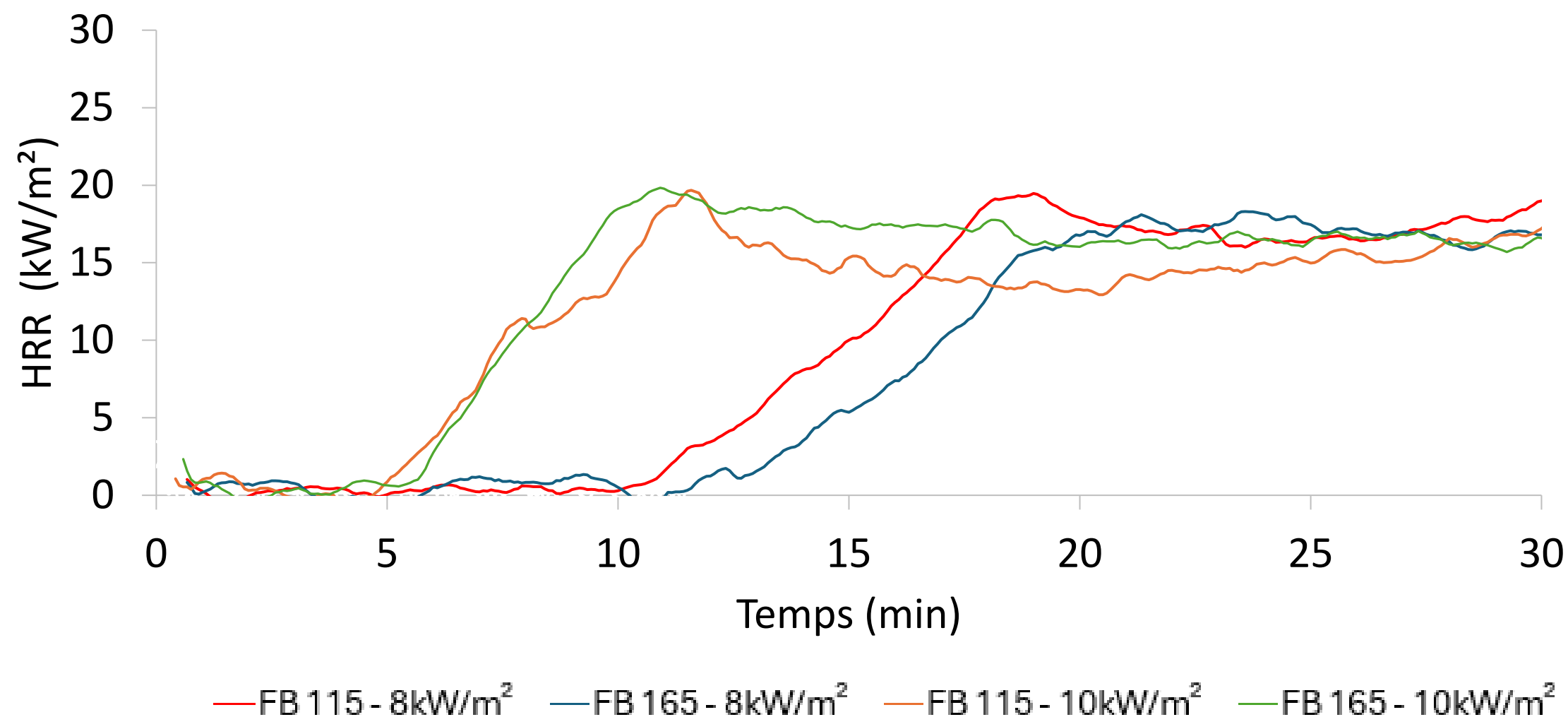
○ 2 minutes entre le début de l'amorçage et la stabilisation du MLR :

→ Front de propagation du feu couvant entre 480°C et 550°C.

→ Thermo oxydation stationnaire de la fibre de bois.

# 4. ESSAIS PRELIMINAIRES


/ Résultats : 8 kW/m<sup>2</sup> et 10 kW/m<sup>2</sup>



Flux (kW/m <sup>2</sup> )	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	pHRR (kW/m <sup>2</sup> )	t <sub>pHRR</sub> (min)	T <sub>surface</sub> au pHRR (°C)
8	115	19	19	551
	165	17	19	570
10	115	18	11	512
	165	18	11	521

Le flux de chaleur influence principalement le temps de début de la combustion, et a peu d'effet sur le HRR.

# 5. Conclusion

- Il est possible de réaliser des essais de feu couvant au cône calorimètre en orientation verticale.
  - La densité influence la diffusion de l'oxygène et de la chaleur dans l'échantillon.
  - Temps d'amorçage dépendant du flux thermique.
  - Stabilisation rapide du feu couvant suivi de propagation à partir de 480 °C.
  - Le flux d'amorçage de la fibre de bois testée se situe entre 6 et 8 kW/m<sup>2</sup>.
- 
- Faire varier le flux d'irradiation (carte d'ignition du feu couvant).
  - Suivre les températures dans l'épaisseur à l'aide de thermocouples.
  - Comparer les résultats au cône avec ceux obtenus sur un système.

# Merci !

Gabriela SANTOS COSTA

Contact : [gabriela.santoscosta@cstb.fr](mailto:gabriela.santoscosta@cstb.fr)