

# GDR Feu

## 02/12/2021

*Lotfi MAKHLOUF, Sophie Duquesne, Fabienne SAMYN*

**Méthode d'essai de réaction au feu dans le domaine ferroviaire : Allumabilité et propagation de flamme**

# Ferroplaques



Développer une formulation d'un matériau plastique pour le ferroviaire



Répond aux exigences de la norme NF EN 45545

- 1. Présentation de la Norme NF EN 45545**
- 2. Présentation de la Norme ISO 5658:2**
- 3. Conception et réduction d'échelle**
- 4. Calibration et résultats**
- 5. Conclusion**

# 1. Présentation de la Norme NF EN 45545



Norme NF EN 45545

Généralités

Exigences de comportement au feu des matériaux et des composants

Exigences de résistance au feu des éléments feu et des cloisons

Exigences de sécurité incendie pour la conception des véhicules ferroviaires

Exigences de sécurité pour l'équipement électrique

Systemé de gestion et de controle des incendies

Exigences de sécurité incendie relatifs aux installations de liquides inflammables et de gaz inflammables

Norme NF EN 45545

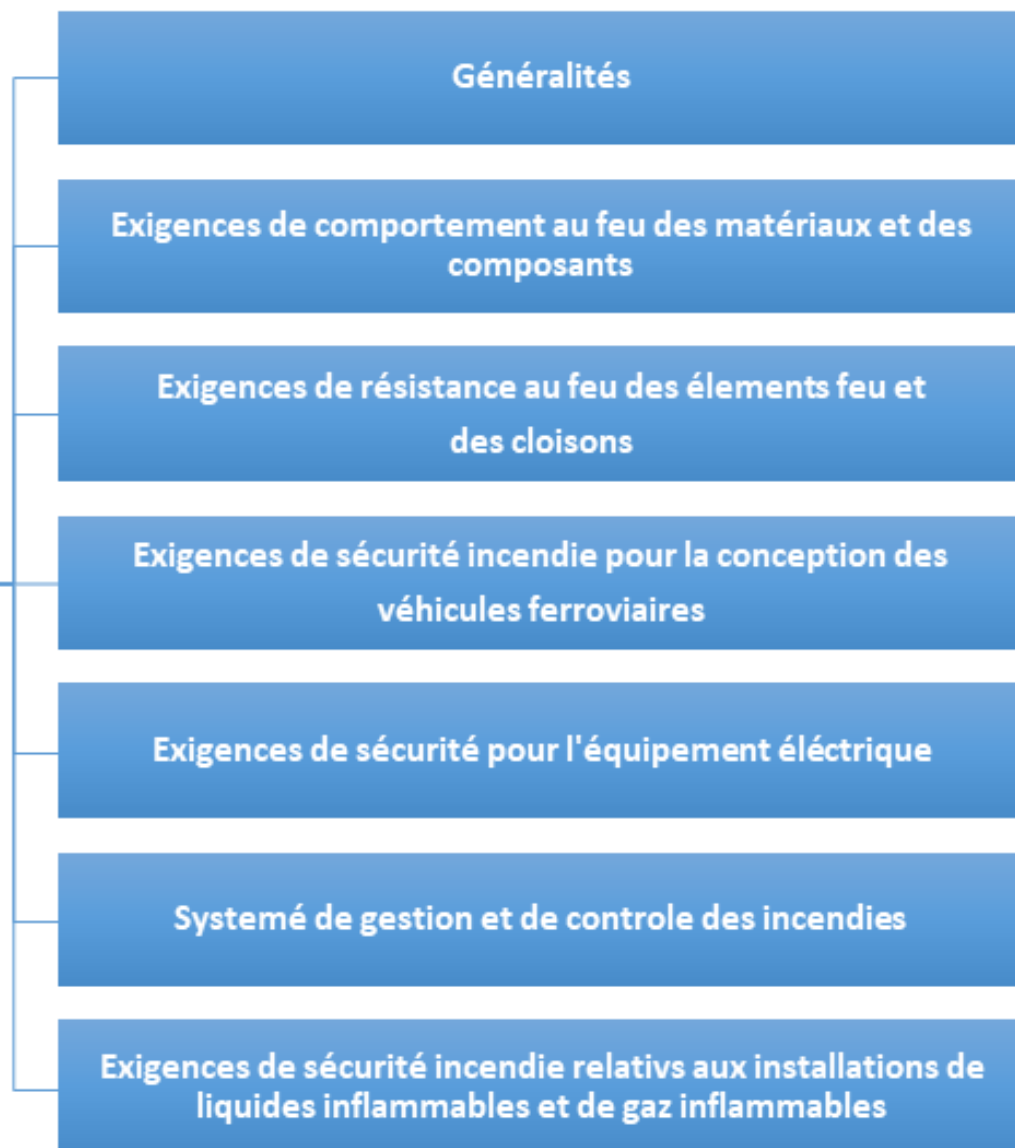
Spécifique à la protection contre l'incendie dans les véhicules ferroviaires

Généralités

Minimiser le risque de déclenchement accidentel ou par vandalisme d'un incendie

Minimiser le risque de déclenchement d'incendie suite à un défaut technique

Assurer la sécurité des voyageurs en cas de sources d'allumage plus importantes



**Généralités**



**Classification des niveaux de risque**

Catégories d'infrastructures	Catégories de Matériels			
	N	A	D	S
1	HL1	HL1	HL1	HL2
2	HL2	HL2	HL2	HL2
3	HL2	HL2	HL2	HL3
4	HL3	HL3	HL3	HL3

Exemples :

HL1 : Tramway

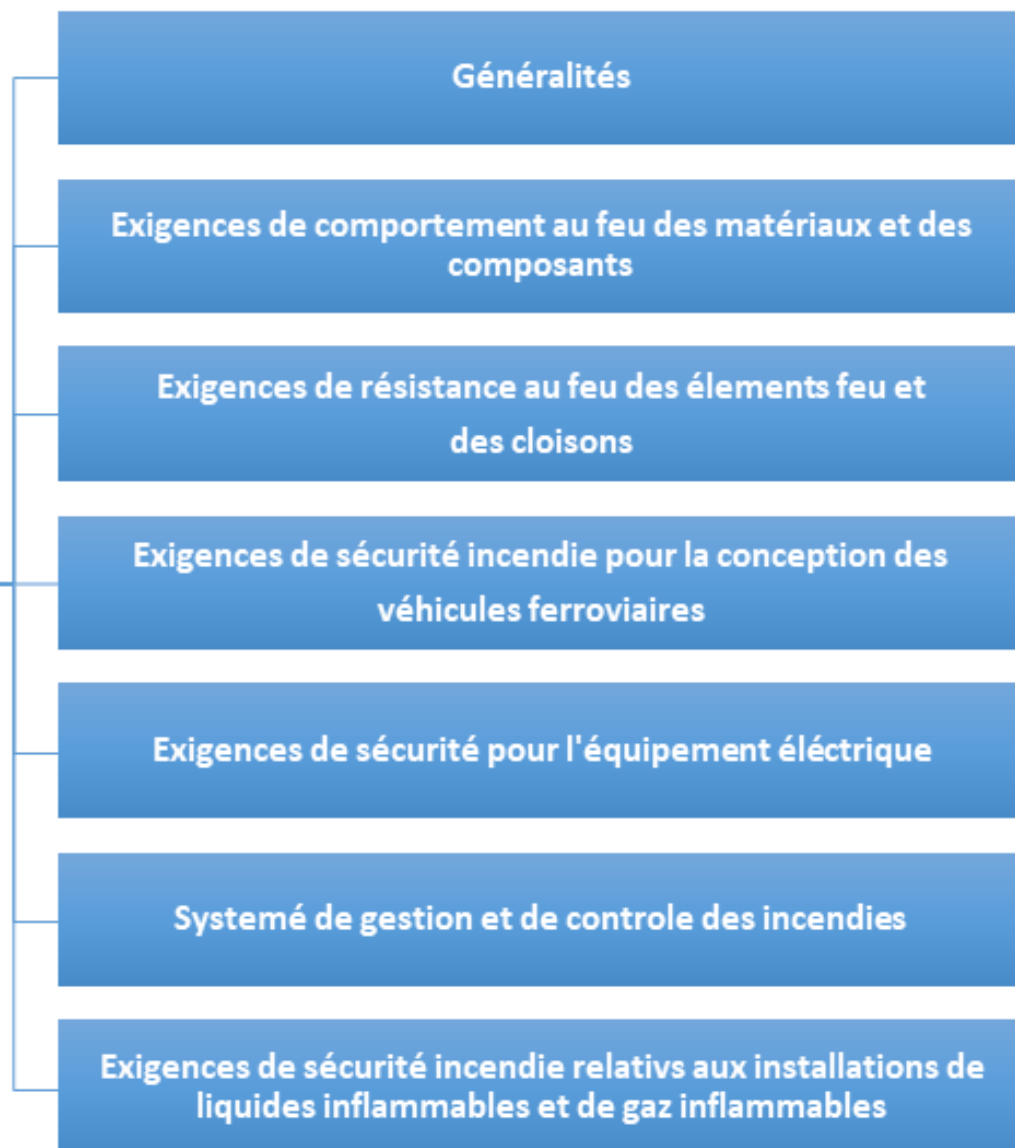
HL2 : TGV - TER

HL3 : Métro - Couchettes

**HL3 = Zone où la sécurité Feux doit être maximale**

HL2 Valide HL1

HL3 valide HL2 et HL1

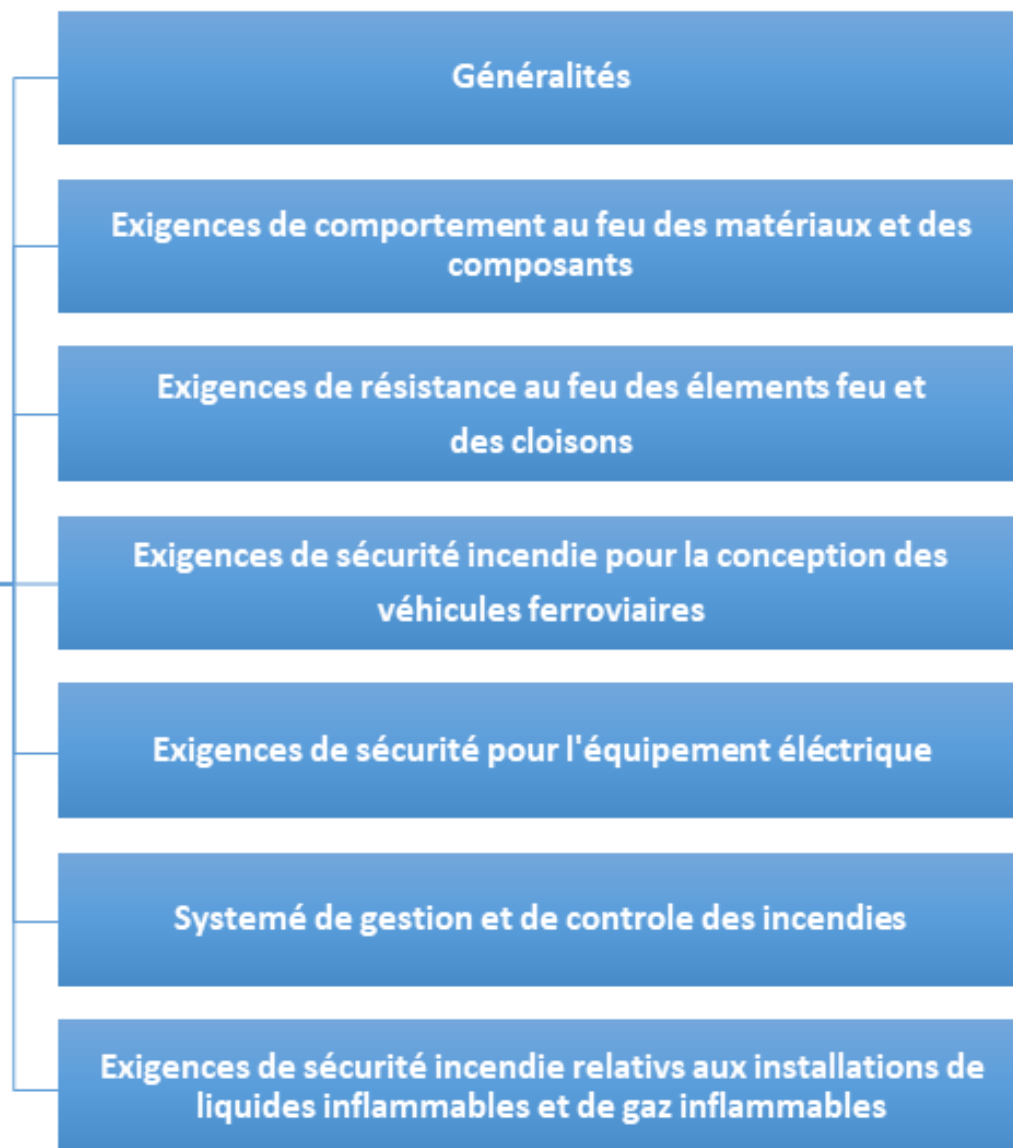


## Partie 2 : Exigences de comportement au feu des matériaux et des composants

Nature intrinsèque	Emplacement	Forme	Disposition	Surface exposée	Masse relative	Epaisseur
<b>IN1A à IN16</b>	Produits localisés en Intérieur Soit une des exigences suivante : R1 R2 R3 R4 R5 R7 R10 R22					
<b>EX1A à EX12</b>	Produits localisés en Extérieurs Soit une des exigences suivante : R7 R8 R9 R17 R23					
<b>F1 à F5</b>	Produits mobiliers Soit une des exigences suivante : R1 R6 R18 R19 R20 R21)					
<b>E1A à EL10</b>	Equipements Electrotechniques Soit une des exigences suivante : R7 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R22 R23 R24 R25 R26					
<b>M1 à M3</b>	Equipement Mécaniques Soit une des exigences suivante : R9 R22 R23					
<b>R1 à R26</b>	Exigences spécifiques du produit					

Les Presse Etoupes et Gaines n'entrent dans aucune des catégories ci-dessus  
Produits Non listés

N° de produit	Nom	Détails	Exigence
IN	Intérieurs		
IN1A	Surfaces verticales intérieures	Composants intérieurs (structure et revêtement) tels que les parois latérales, les parois frontales/parois d'extrémité, les cloisons, les séparations de salle, ainsi que les trappes, les boîtiers, les capots, les persiennes.  Portes intérieures, garnissage intérieur des portes frontales/d'extrémité et portes extérieures.  Fenêtres (y compris plastique et vitrage). Matériau isolant et surface intérieure de la structure de caisse.  Surfaces intérieures de cuisines (sauf celles des équipements de cuisine).	R1



## Partie 2 : Exigences de comportement au feu des matériaux et des composants

Nature intrinsèque	Emplacement	Forme	Disposition	Surface exposée	Masse relative	Epaisseur
<b>IN1A à IN16</b>						Produits localisés en Intérieur Soit une des exigences suivante : R1 R2 R3 R4 R5 R7 R10 R22
<b>EX1A à EX12</b>						Produits localisés en Extérieurs Soit une des exigences suivante : R7 R8 R9 R17 R23
<b>F1 à F5</b>						Produits mobiliers Soit une des exigences suivante : R1 R6 R18 R19 R20 R21)
<b>E1A à EL10</b>						Equipements Electrotechniques Soit une des exigences suivante : R7 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R22 R23 R24 R25 R26
<b>M1 à M3</b>						Equipement Mécaniques Soit une des exigences suivante : R9 R22 R23
<b>R1 à R26</b>						Exigences spécifiques du produit

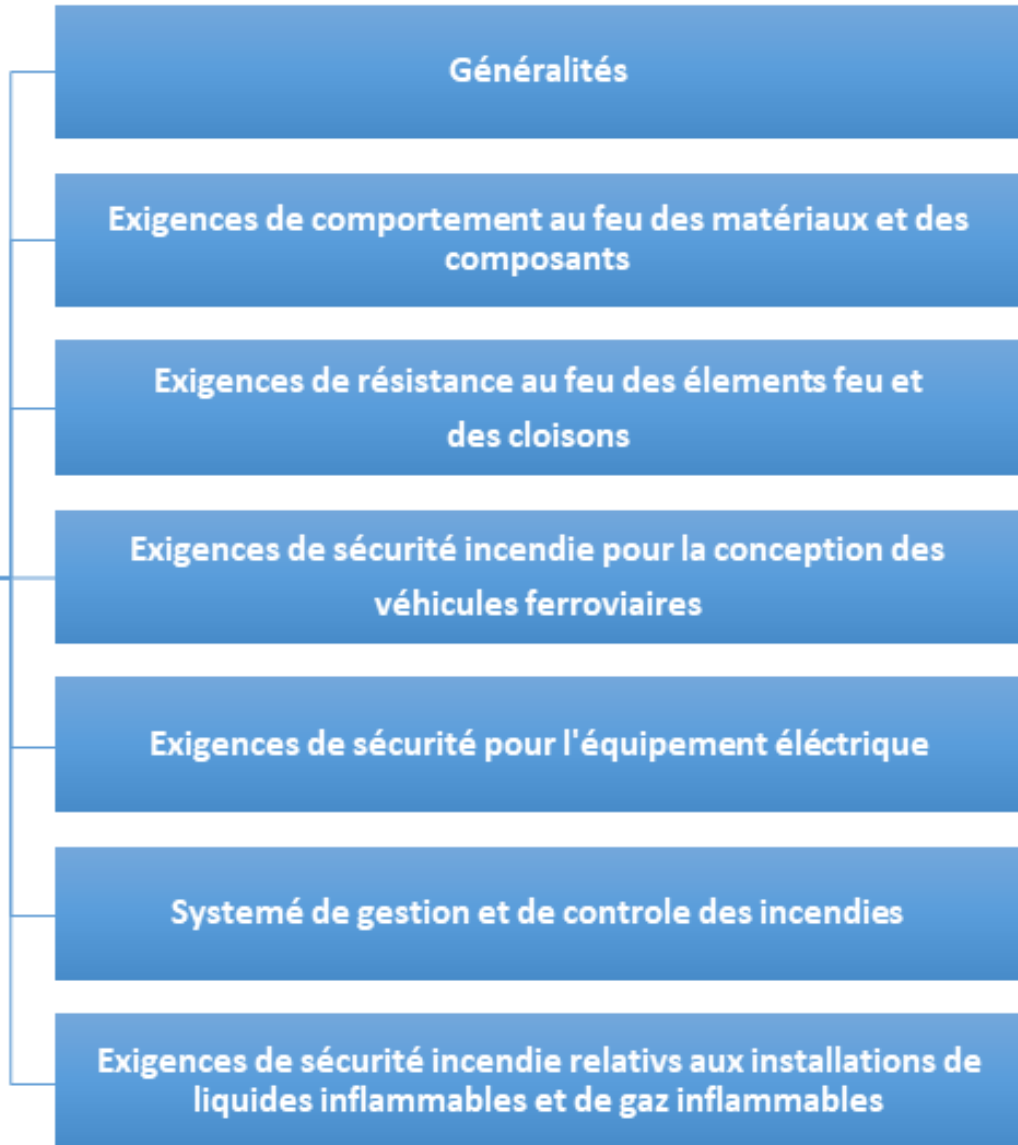
Les Presse Etoupes et Gaines n'entrent dans aucune des catégories ci-dessus  
Produits Non listés

**Tableau 5 – Exemple d'exigences applicables pour les matériaux de parois selon la norme NF EN 45545-2**

Série d'exigence	Référence de la méthode d'essai	Paramètre et unité	Maximum ou minimum	HL1	HL2	HL3
R1	T02 ISO 5658-2	CFE kW/m <sup>2</sup>	Minimum	20	20	20
	T03.01 ISO 5660-1 : 50 kW/m <sup>2</sup>	MARHE kW/m <sup>2</sup>	Maximum	–	90	60
	T10.01 EN ISO 5659-2 : 50 kW/m <sup>2</sup>	Ds(4) sans dimension	Maximum	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2 : 50 kW/m <sup>2</sup>	VOF4 sans dimension	Maximum	1 200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2 : 50 kW/m <sup>2</sup>	ITC <sub>G</sub> sans dimension	Maximum	1,2	0,9	0,75

Source : Technique de l'ingénieur ; Essais de comportement au feu dans les transports





**Partie 2 : Exigences de comportement au feu des matériaux et des composants**

**Tableau 5 – Exemple d'exigences applicables pour les matériaux de parois selon la norme NF EN 45545-2**

Série d'exigence	Référence de la méthode d'essai	Paramètre et unité	Maximum ou minimum	HL1	HL2	HL3
R1	T02 ISO 5658-2	CFE kW/m <sup>2</sup>	Minimum	20	20	20
	T03.01 ISO 5660-1 : 50 kW/m <sup>2</sup>	MARHE kW/m <sup>2</sup>	Maximum	-	90	60
	T10.01 EN ISO 5659-2 : 50 kW/m <sup>2</sup>	Ds(4) sans dimension	Maximum	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2 : 50 kW/m <sup>2</sup>	VOF4 sans dimension	Maximum	1 200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2 : 50 kW/m <sup>2</sup>	ITC <sub>G</sub> sans dimension	Maximum	1,2	0,9	0,75

Source : Technique de l'ingénieur ; Essais de comportement au feu dans les transports



Source : www.wazau.com



Source : [www.wazau.com](http://www.wazau.com)

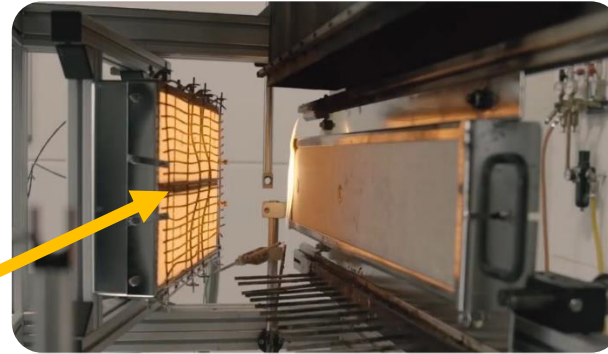
## 2. Présentation de la Norme ISO 5658:2

### Propagation latérale sur les produits de bâtiment et de transport en position verticale

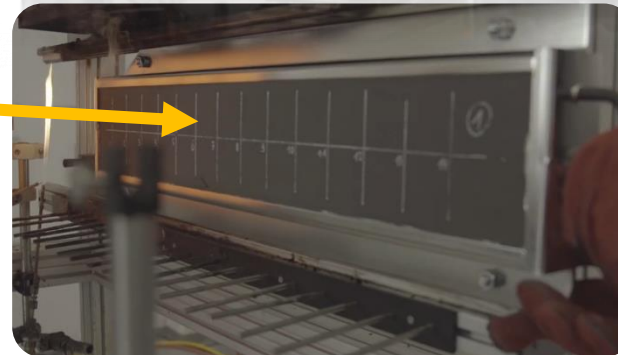
# 2. Présentation de la Norme ISO 5658:2



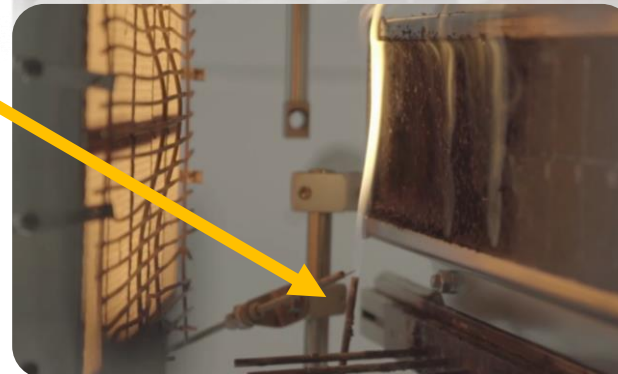
Source : [www.wazau.com](http://www.wazau.com)



- **Panneau radiant** à gaz vertical
- Alimentation : mélange d'air et de propane.
- Surface de rayonnement 480 x 280 mm.



- **Porte-échantillons** en acier.
- Doit supporter des échantillons de dimensions 800 x 155 x 70 mm.
- Epaisseur échantillons représentatif du produit final.

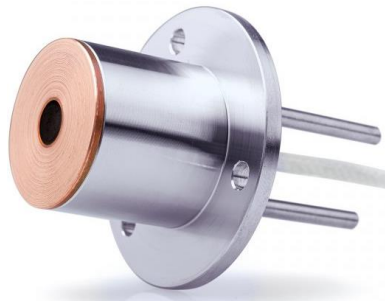


- **Brûleur à flamme pilote.**
- Alimentation : mélange air et de propane

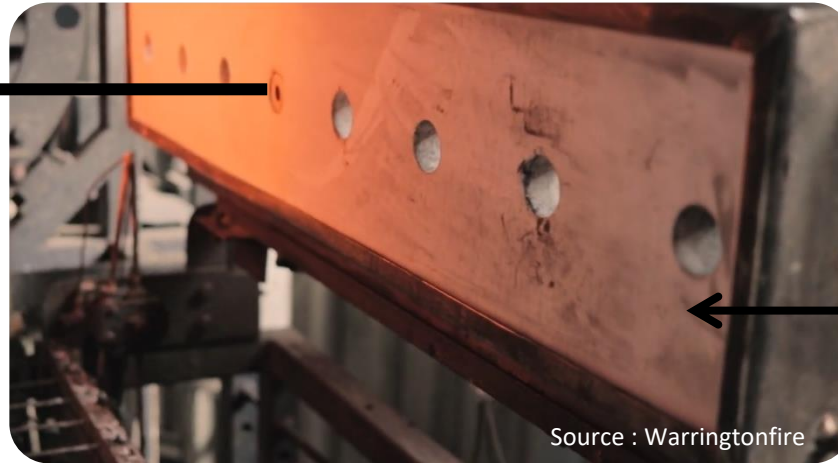
Source : DMT GROUP

- **Cadre-support**
- Support au panneau radiant, avec la tuyauterie nécessaire pour l'air et le gaz, les dispositifs de sécurité, les régulateurs et les débitmètres.

# 2. Présentation de la Norme ISO 5658:2



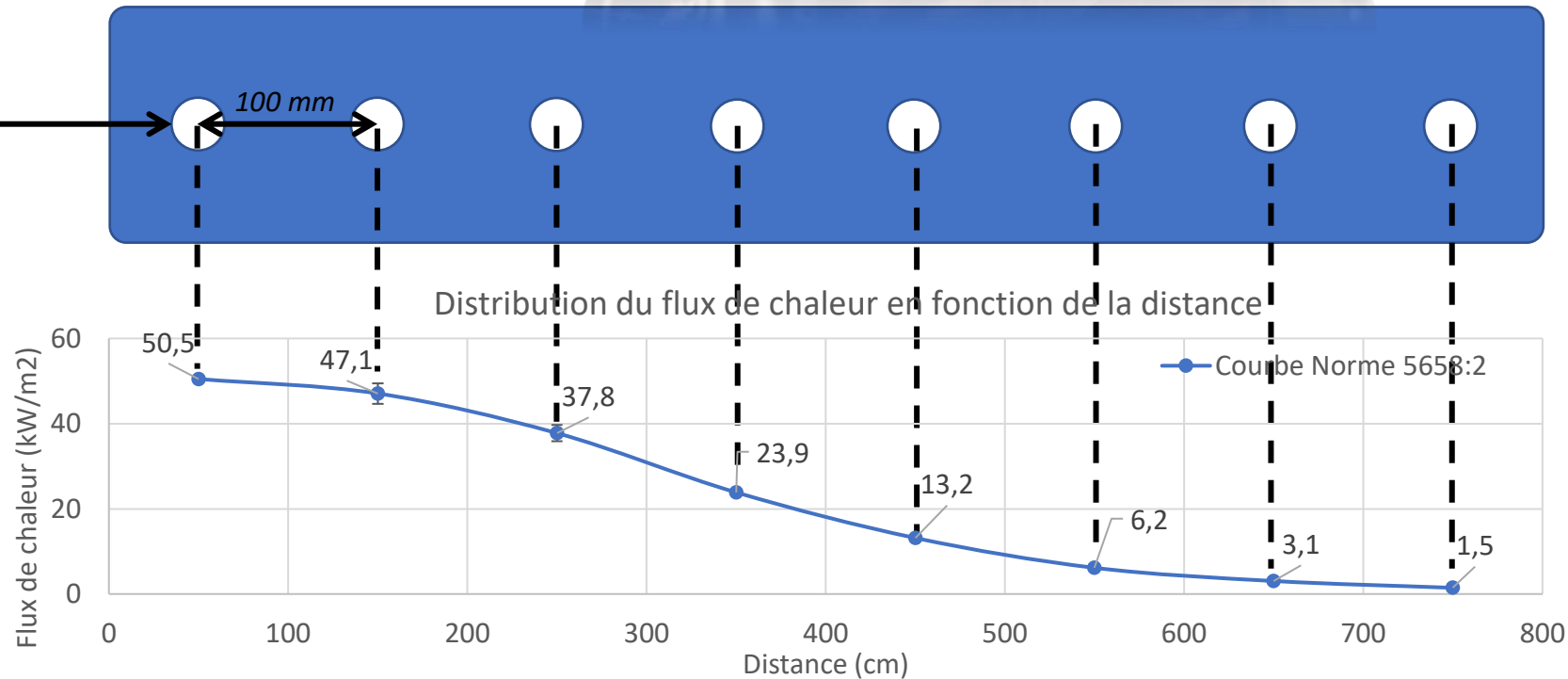
Fluxmètre thermique  $\phi 25$  mm



Plaque d'étalonnage non combustible  
Dimensions : 800 x 155 x 25 mm

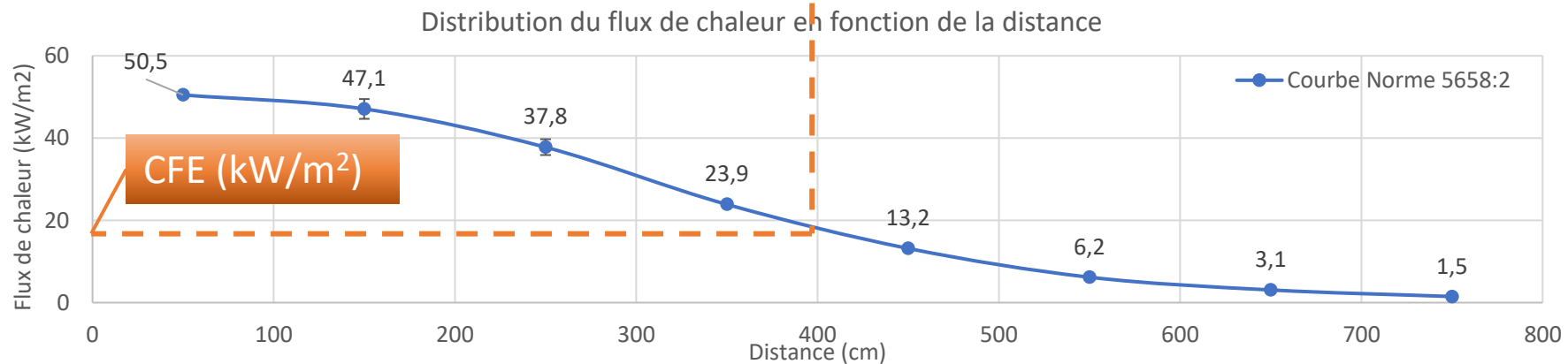
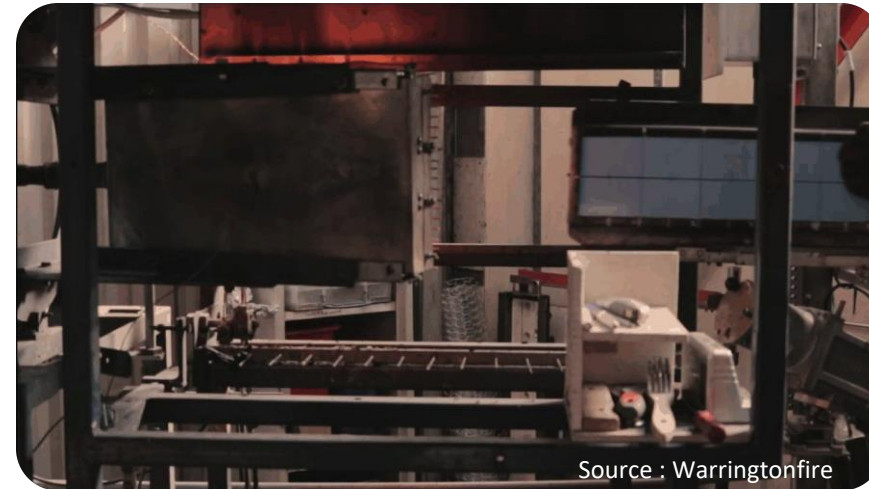
Source : Warringtonfire

Trous  $\phi 25$  mm



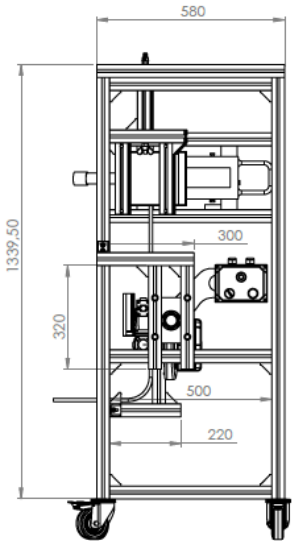
# 2. Présentation de la Norme ISO 5658:2

- Exemple d'un essai de propagation de flamme ISO 5658:2





### 3. Conception et réduction d'échelle



# 3. Conception et réduction d'échelle



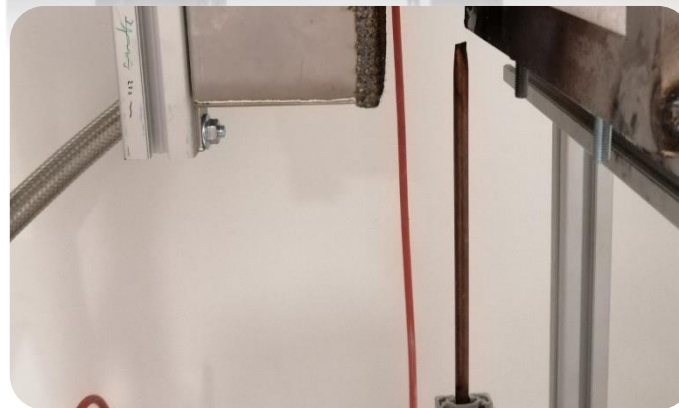
- Cadre support rectangulaire en aluminium (40 x 40 mm) de dimensions 1500 x 580 x 580 mm
- Support du Porte-éprovette, du brûleur et du système de prémélange



- Panneau radiant à gaz vertical
- Surface de rayonnement 200 x 160 mm
- Alimentation : mélange d'air et de propane.



- Porte-éprovette en acier 3 mm d'épaisseur
- Dimensions éprouvettes 270 x 80 x 6 (max) mm
- Dimensions de la surface exposée 260 x 60 mm

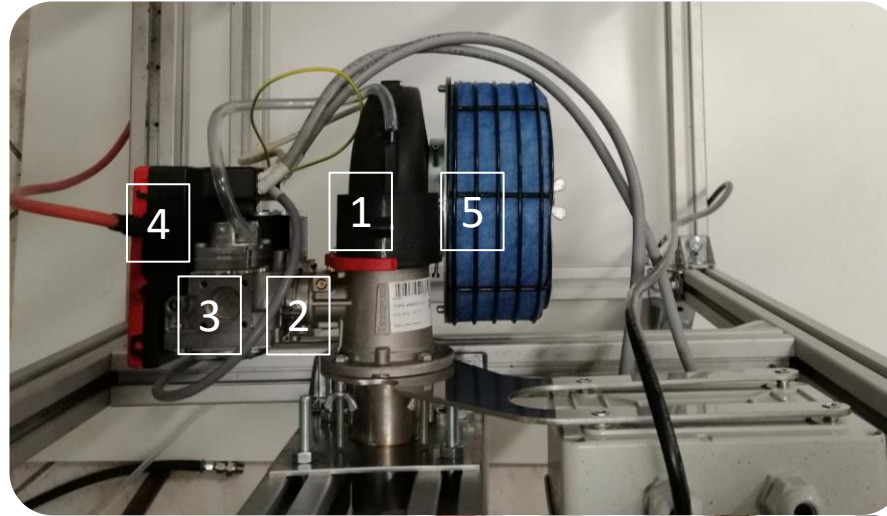


- Brûleur à flamme pilote.
- Alimentation : Propane

# 3. Conception et réduction d'échelle

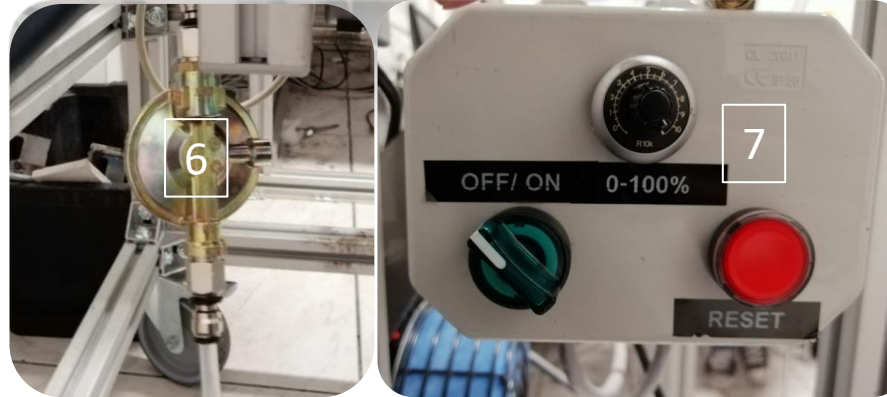


- Cadre support rectangulaire de dimensions 1500 x 580 x 580 mm



Le système de prémélange se compose

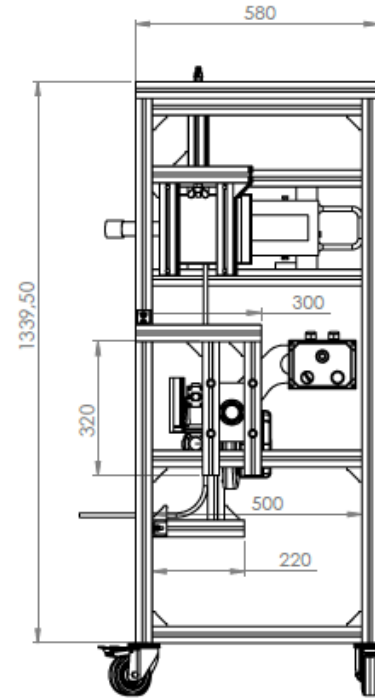
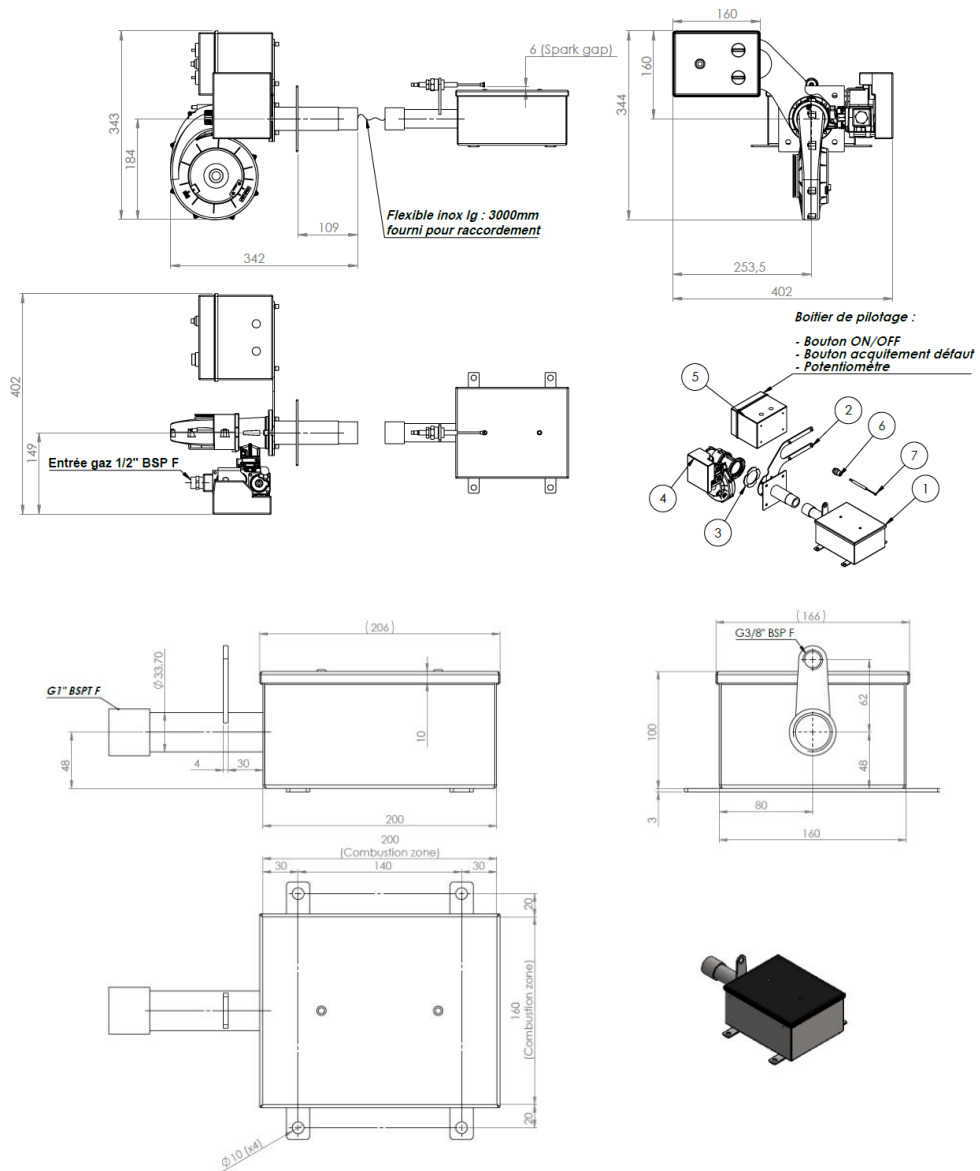
- 1.Ventilateur
- 2.Venturi
- 3.Bloc gaz avec régulateur
- 4.Boitier de contrôle de flamme
- 5.Filtre à air
- 6.Détendeur propane
- 7.Boitier de commande



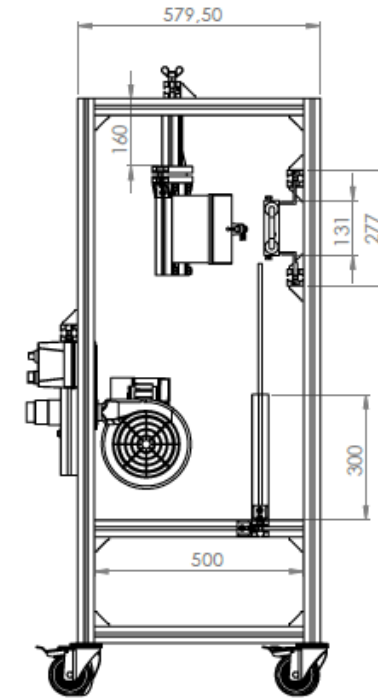
Intérêt économique et pratique (gain de temps et de matière)



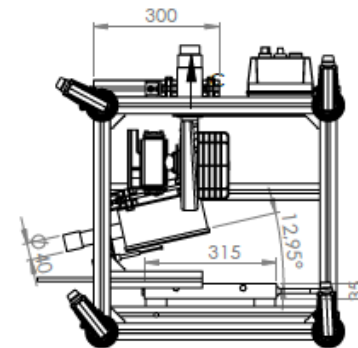
# 3. Conception et réduction d'échelle



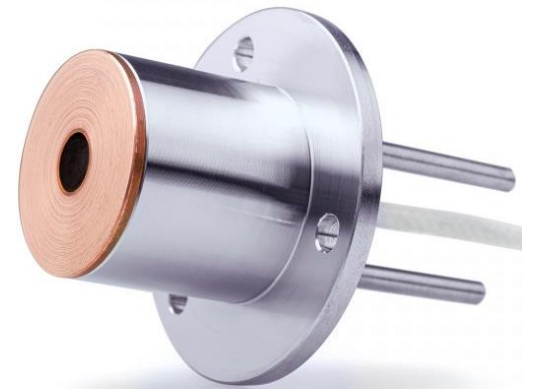
B



VUE B



## 4. Calibration et résultats



# 4. Calibration et résultats

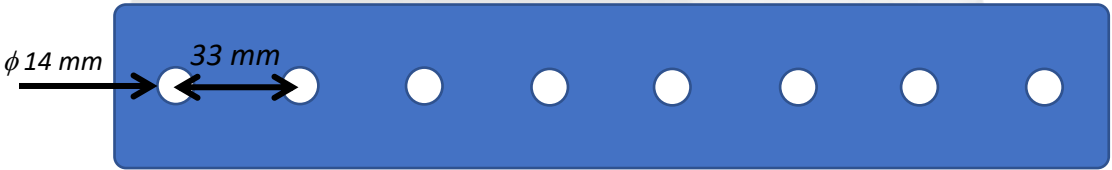
### Conditions de mesure :

- D : 30,6 cm
- $\alpha$  : 7 °
- Q Brûleur : 0,536 Kg/h
- Q Flamme pilote : 0,034 Kg/h
- Surface exposée : 224 cm<sup>2</sup>
- Ventilation : 100%

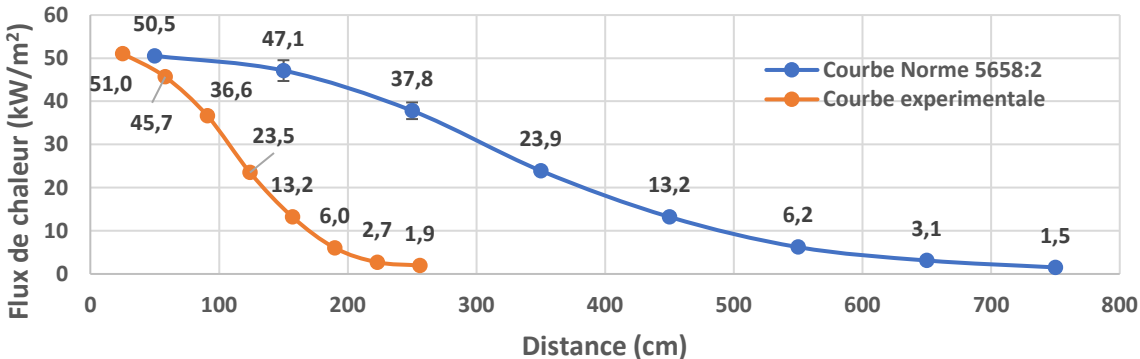
$\alpha$  : angle du brûleur par rapport au porte-éprouvette  
 Q : débit massique  
 D : Distance du brûleur par rapport au porte-éprouvette



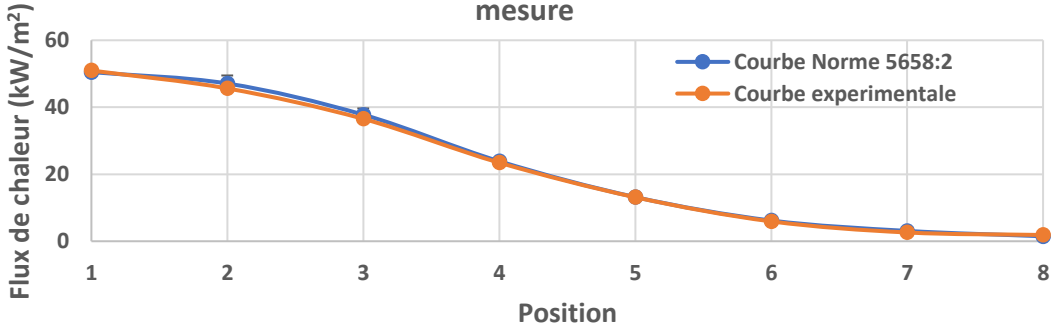
Plaque d'étalonnage  
 270 x 80 x 10 mm



Distribution du flux de chaleur en fonction de la distance

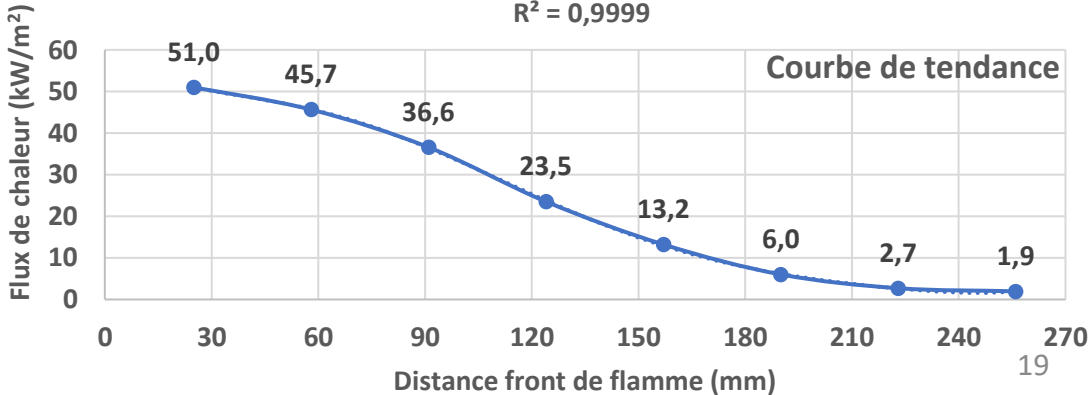


Distribution du flux de chaleur en fonction des positions de mesure



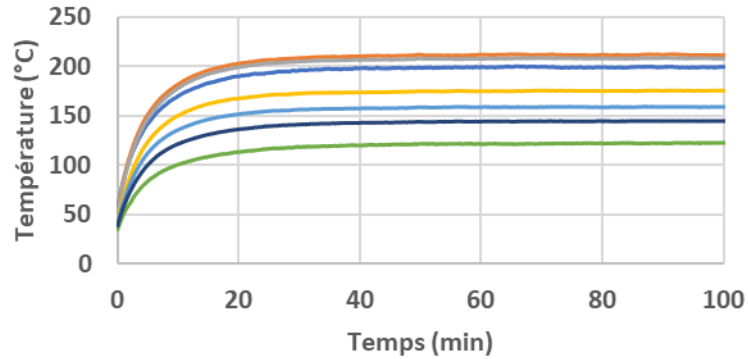
$$y = 6E-12x^6 - 5E-09x^5 + 2E-06x^4 - 0,0003x^3 + 0,0184x^2 - 0,7045x + 60,679$$

$$R^2 = 0,9999$$



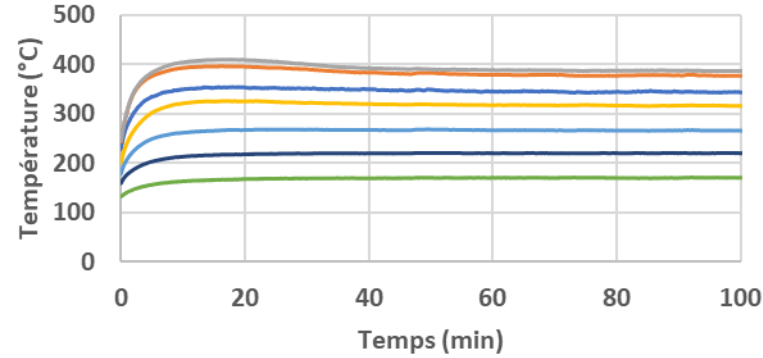
# 4. Calibration et résultats

Distribution de la température en fonction du temps (Démarrage)



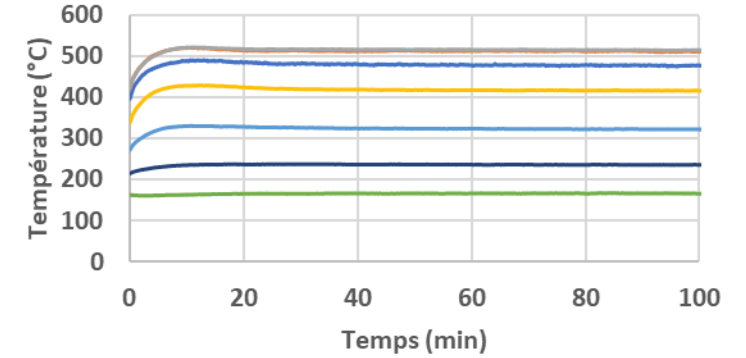
— P1 — P2 — P3 — P5 — P6 — P7 — P8

Distribution de la température en fonction du temps (Essai 1)

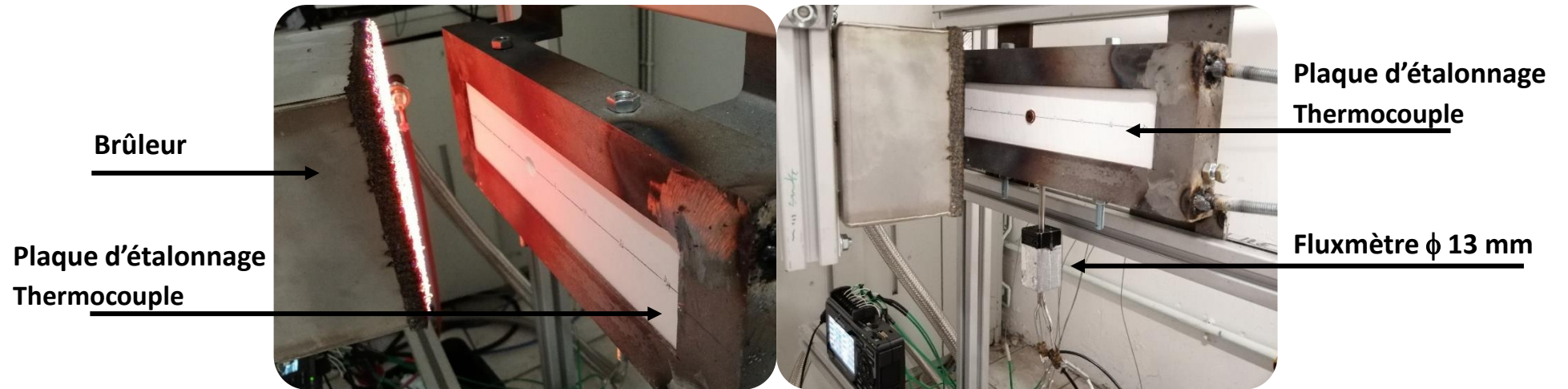


— P1 — P2 — P3 — P5 — P6 — P7 — P8

Distribution de la température en fonction du temps (Essai 2)



— P1 — P2 — P3 — P5 — P6 — P7 — P8



Brûleur

Plaque d'étalonnage  
Thermocouple

Plaque d'étalonnage  
Thermocouple

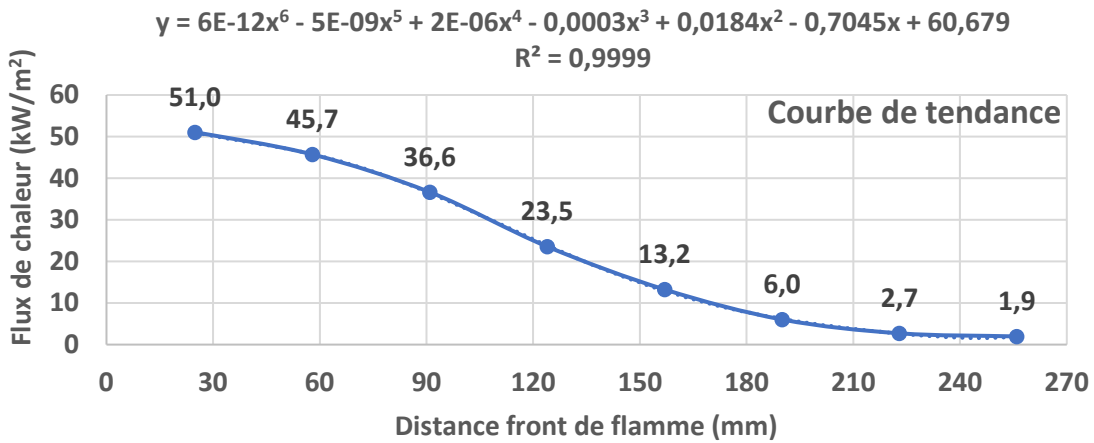
Fluxmètre  $\phi$  13 mm

**Conditions de mesure :**

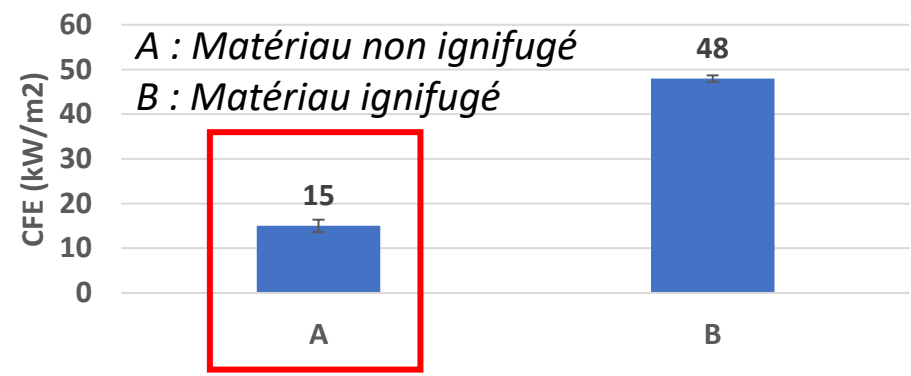
- D : 30,6 cm
- $\alpha$  : 7°
- Q Brûleur : 0,536 Kg/h
- Q Flamme pilote : 0,034 Kg/h
- Surface exposée : 224 cm<sup>2</sup>
- Ventilation : 100%

$\alpha$  : angle du brûleur par rapport au porte-éprouvette  
Q : débit massique  
D : Distance du brûleur par rapport au porte-éprouvette

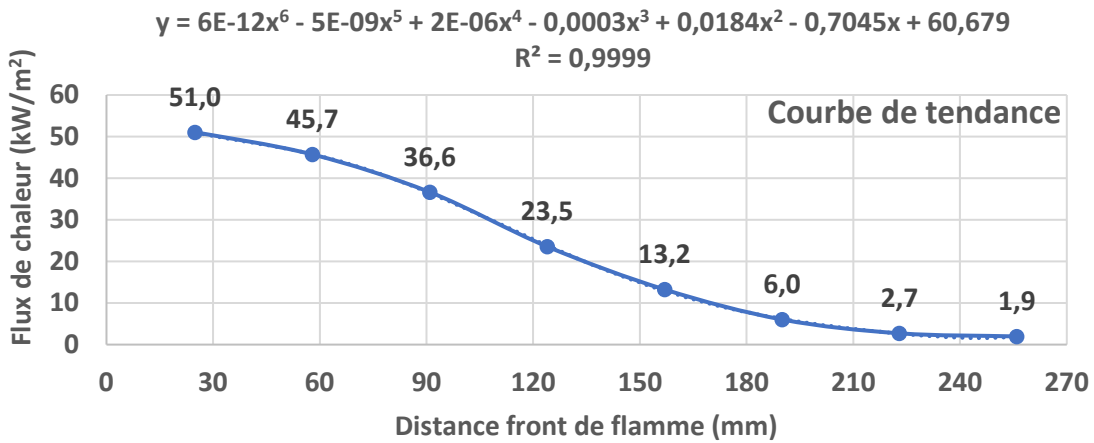
# 4. Calibration et résultats



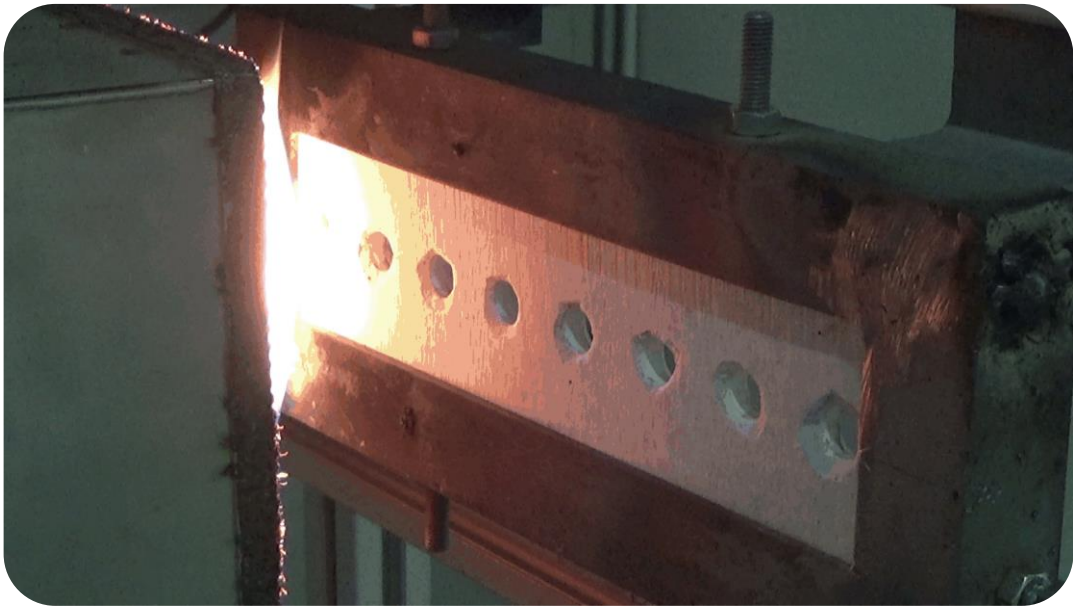
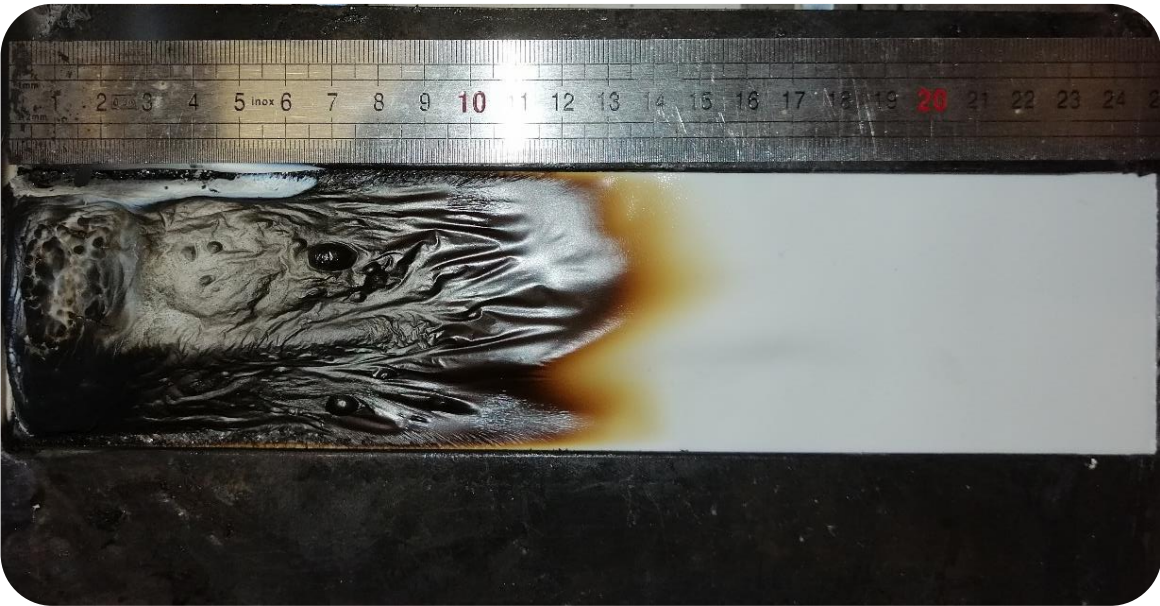
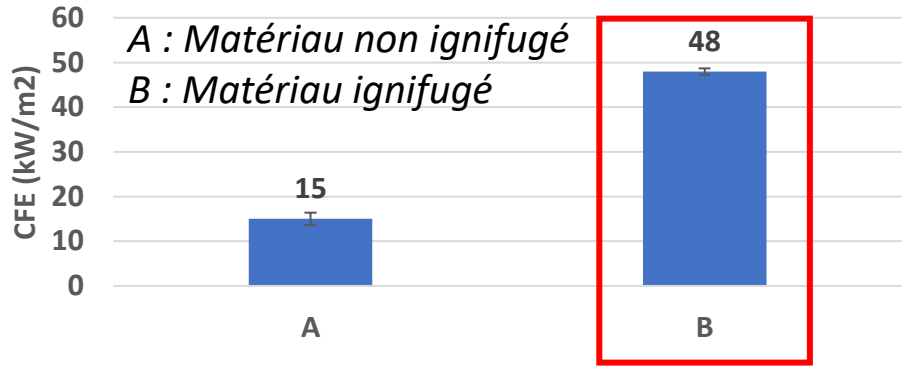
Flux énergétique critique à l'extinction (CFE)



# 4. Calibration et résultats



Flux énergétique critique à l'extinction (CFE)



## 5. Conclusion

# 5. Conclusion



Réalisation d'une campagne d'essais dans un laboratoire de validation des matériaux pour les secteurs de la sécurité incendie

Comparaison du comportement au feu des essais



**Méthode d'essai de réaction au feu dans le domaine ferroviaire : Allumabilité et propagation de flamme**

**Merci de votre  
attention**