



INFLAMMABILITÉ DE SURFACE: COMBUSTIBILITÉ ET INDICE DE PROPAGATION DE LA FLAMME (IPF)

FORMATION CECOBOIS – LES PROS DU BOIS

Christian Dagenais, ing., Ph.D.
Scientifique leader – Systèmes de construction
Professeur invité – Université Laval

30 octobre 2020



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

1

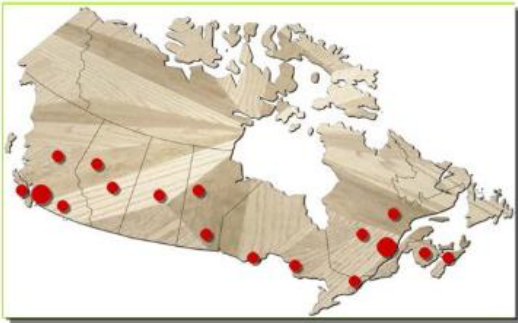
1



FPInnovations

FPInnovations est un centre de recherche sans but lucratif qui se spécialise dans la création de solutions afin de soutenir la compétitivité du secteur forestier canadien à l'échelle mondiale

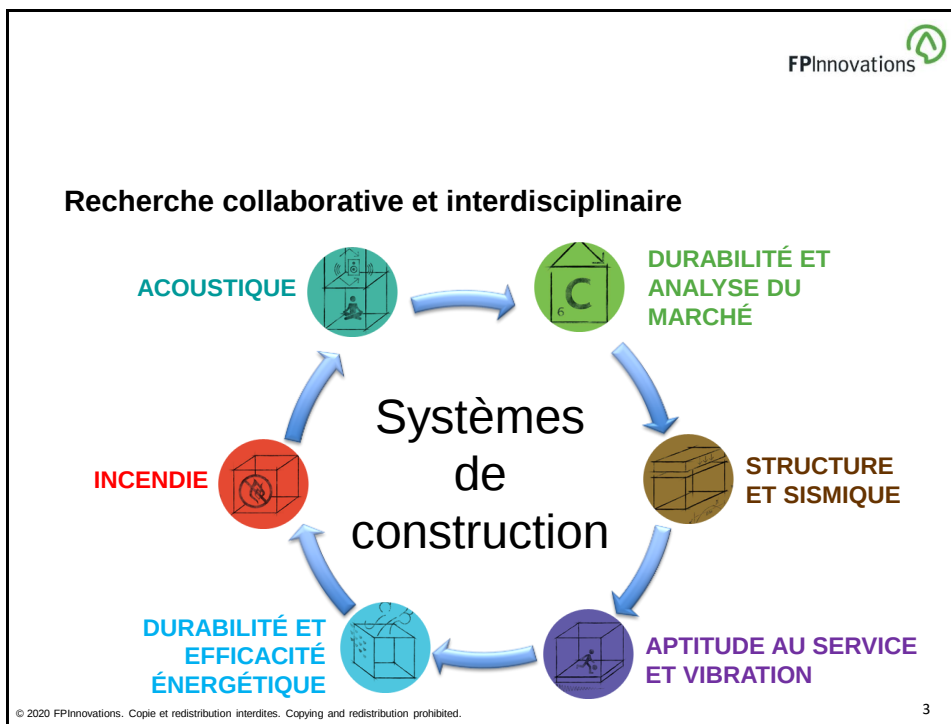
- +430 employés
- Opérations forestières
- Pâtes et papiers
- Produits du bois
- Produits biosourcés



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

2

2



3

FPInnovations 

Rapports techniques et publications

- Manuel sur le CLT 2019, édition canadienne
- Guide pour la conception de planchers composites en bois-béton au Canada
- Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada
- Manuel pour la construction à ossature en bois de moyenne hauteur
- Info Notes (sommaires techniques)
- Blogue de FPI <http://blog.fpinnovations.ca/>
- Réseaux sociaux   
- Et plus!





© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

4

Contenu

Combustibilité des matériaux

Inflammabilité de surface

Propagation de la flamme

Conclusion



FPInnovations

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

5

5

Combustibilité des matériaux

CNBC impose des limites sur les matériaux de construction (structure et d'apparence) selon leur combustibilité afin de fournir un « certain » niveau de sécurité incendie

- Type de construction
- Degré de résistance au feu
- Indice de propagation de la flamme / dégagement de fumée
- Revêtement de finition intérieure
- Revêtement extérieur
- Etc.



FPInnovations

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

6

6

Combustibilité des matériaux

FPIinnovations 

Définitions du CNBC [1]

- Incombustible
 - Se dit d'un matériau qui répond aux exigences de la norme CAN/ULC-S114 « *Détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction* »
- Combustible
 - Se dit d'un matériau qui ne répond pas aux exigences de la norme CAN/ULC-S114, « *Détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction* »



Définition de NFPA [2,3]

- Combustibilité limitée (non reconnue dans CNBC par contre)
 - Se dit d'un matériau qui présente un pouvoir calorifique potentiel d'au plus 8,1 MJ/kg et qui est composé essentiellement d'une base incombustible et d'une surface d'au plus 3,2 mm (1/8 po) ayant un indice de propagation de la flamme d'au plus 50.
 - Ex: Bois≈19 MJ/kg, FRT≈16 MJ/kg, PS≈41 MJ/kg, fibre de roche≈2,4 MJ/kg

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

7

7

Combustibilité des matériaux

FPIinnovations 

Objectifs du CNBC [1]

- OS1 : Sécurité incendie
- OP1 : Protection du bâtiment contre l'incendie

- Attribution 1 : [F02-OS1.2]
 - Limiter la probabilité que les matériaux de construction ne contribuent à la croissance et à la propagation du feu, ce qui pourrait causer des blessures à des personnes.
- Attribution 2 : [F02-OP1.2]
 - Limiter la probabilité que les matériaux de construction ne contribuent à la croissance et à la propagation du feu, ce qui pourrait causer des dommages au bâtiment.

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

8

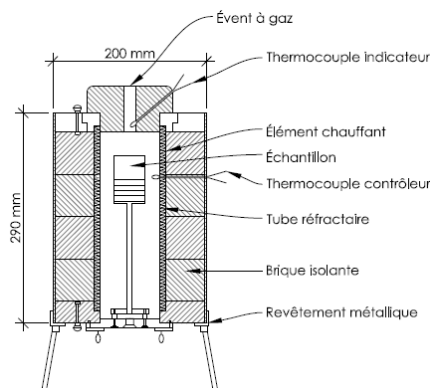
8

Combustibilité des matériaux



CAN/ULC S114 « Méthode d'essai normalisé pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction » [4]

- Essai rigoureux « pass/fail »
- Aucune distinction du « niveau » de combustibilité
- Non applicable aux matériaux ayant une imprégnation ou vernis protecteur, ni aux composites (plusieurs matériaux)
- Matériaux contenant une petite quantité de carbone (comme la cellulose dans le bois) risquent d'échouer l'essai



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

9

9

Combustibilité des matériaux



CAN/ULC S114 « Méthode d'essai normalisé pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction » [4]

- 3 échantillons de 38 x 38 x 50 mm
- Exposé à 750°C pendant 15 min (~ 50 kW/m²)
- Essai réussi (donc « incombustible ») si :
 1. Augmentation température dans le four $\leq 36^{\circ}\text{C}$ (moyenne des 3 essais)
 2. Aucune flamme pendant les dernières 14.5 min de l'essai (chaque essai)
 3. Perte de masse $\leq 20\%$ (chaque essai)



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

10

10

Combustibilité des matériaux



CAN/ULC S114 « Méthode d'essai normalisé pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction » [4]

- Matériaux à base de matière animale ou végétale sont combustibles
 - Ex: le bois, les panneaux de fibres de bois, le papier, le feutre fabriqué à partir de fibres animales ou végétales, le liège, les plastiques, l'asphalte et le goudron.
- Matériaux composés à la fois d'éléments combustibles et incombustibles sont souvent classés combustibles, à moins que la proportion d'éléments combustibles soit minime
 - Ex: isolants de laine minérale avec liant combustible, le ciment avec copeaux de bois et l'enduit de plâtre avec fibres de bois

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

11

11

Combustibilité des matériaux



CAN/ULC S114 « Méthode d'essai normalisé pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction » [4]

- CNBC classe ces matériaux comme étant incombustibles
 - Brique, les carreaux de céramique, le béton de ciment Portland et de granulats incombustibles, l'amiante-ciment, l'enduit de plâtre et de granulats incombustibles, les métaux généralement utilisés dans les bâtiments, le verre, le granit, le grès, l'ardoise, le calcaire et le marbre.

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

12

12

Combustibilité des matériaux

FPIinnovations 

« Bois ignifugé » : bois imprégné sous pression de substances chimiques ignifugeantes, selon la norme CSA O80 [5] et ayant un IPF ≤ 25

- CNBC permet certains assouplissements lors d'utilisation de bois ignifugé

 Vernis/peinture ignifuge $\neq$ Bois ignifugé

- Traitement de surface traditionnellement commercialisé pour réduire la « propagation de la flamme », et non pour augmenter la « résistance au feu »...

 Bois ignifugé ou traitements de surface permettant de réduire l'IPF ≤ 25 ne rendent pas le matériau incombustible au sens du CNBC!

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

13

13

Combustibilité des matériaux

FPIinnovations 

Limites de l'essai CAN/ULC S114

- Approche quantitative est préférable
 - CAN/ULC 114 est de type « go/no-go »
- Exposition d'une surface d'un matériau est préférable
 - CAN/ULC S114 expose un « bloc » d'un matériau sur toutes ses faces
- Méthode d'essai applicable aux matériaux composites serait préférable
 - CAN/ULC S114 est limitée à un matériau unique

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

14

14

Combustibilité des matériaux



CAN/ULC S135 « Standard Test Method for the Determination of Combustibility Parameters of Building Materials using an Oxygen Consumption Calorimeter (cone calorimeter) » [6]

- Un matériau peut être utilisé dans une construction incombustible si, lorsqu'évalué selon CAN/ULC S135, à un flux thermique rayonnant de 50 kW/m² rencontre ces exigences :
 - Dégagement de chaleur total moyen ≤ 3 MJ/m²
 - Surface totale d'extinction des fumées $\leq 1,0$ m²
 - Durée de l'essai prolongée au-delà de ce qui est exigé, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucun dégagement de chaleur ou fumée

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

15

15

Combustibilité des matériaux



CAN/ULC S135 « Standard Test Method for the Determination of Combustibility Parameters of Building Materials using an Oxygen Consumption Calorimeter (cone calorimeter) » [6]

- Évalue le « niveau » de combustibilité
 - Débit calorifique (kW/m²)
 - Chaleur totale dégagée (MJ/m²)
 - Chaleur effective de combustion (MJ/kg)
 - Vitesse de perte de masse (g/s)
 - Temps d'allumage (s)
 - Effluents gazeux (CO, CO₂)
 - Production/obscurcissement par la fumée



Calorimètre à cône Université Laval / FPInnovations

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

16

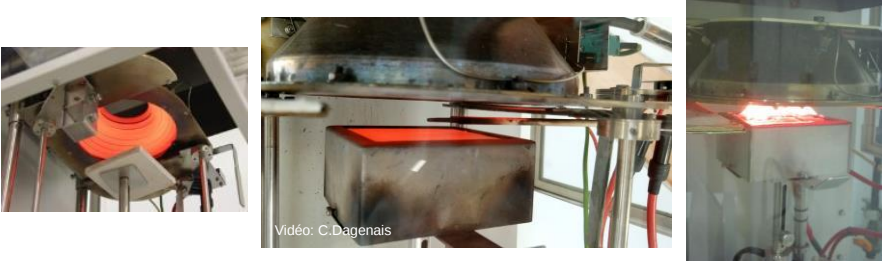
16

Combustibilité des matériaux

FPInnovations

CAN/ULC S135 « Standard Test Method for the Determination of Combustibility Parameters of Building Materials using an Oxygen Consumption Calorimeter (cone calorimeter) » [6]

- Flux thermique rayonnant de 0 à 100 kW/m²
- Échantillons de 100 x 100 mm, par 50 mm (max)



Vidéo: C.Dagenais

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

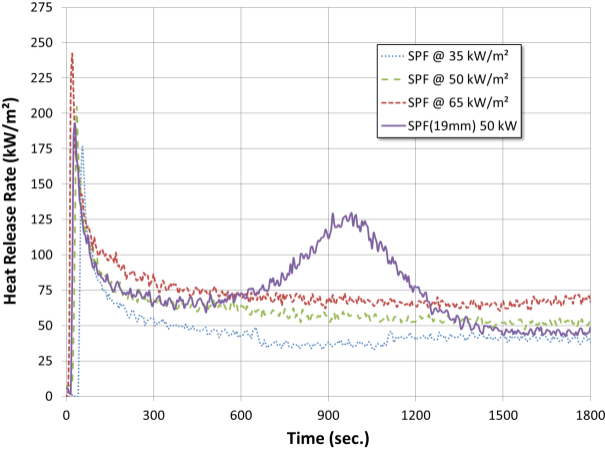
17

17

Combustibilité des matériaux

FPInnovations

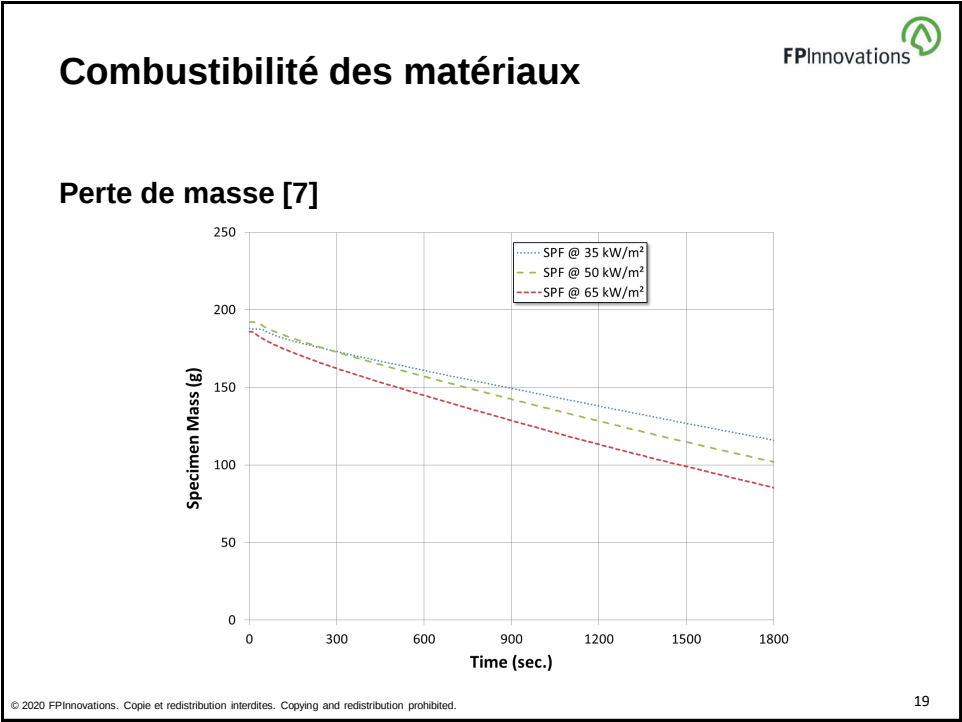
Débit calorifique [7]



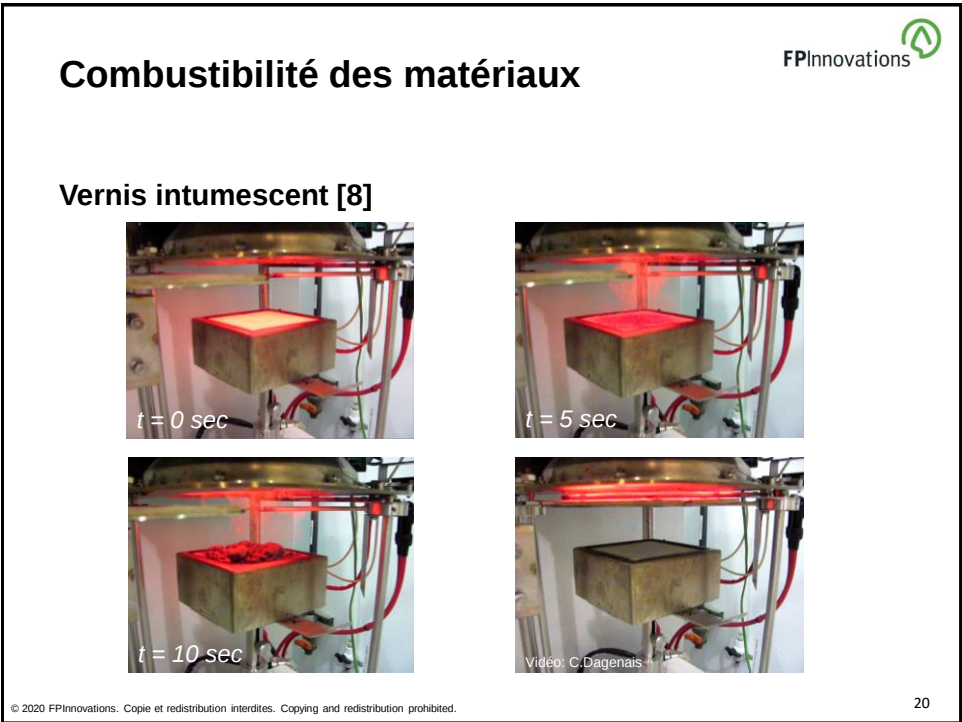
© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

18

18



19

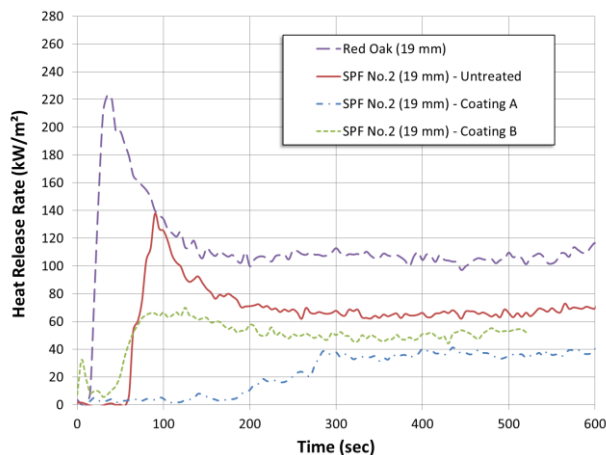


20

Combustibilité des matériaux



Vernis intumescent [8]



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

21

21

Inflammabilité de surface



Liquides peuvent s'enflammer...

- Position horizontale
- Vaporisateur (ex: aérosols)



Solides peuvent s'enflammer...

- Position horizontale (ex: plafond, plancher)
- Position verticale (mur)
- Position inclinée
- Poussières (ex: sciures)



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

22

22

Inflammabilité de surface



Lorsqu'un matériau est soumis à un flux thermique par rayonnement, une partie de ce flux est transféré par conduction dans le matériau

- Température du matériau augmente et atteint un maximum en surface
 - Température d'allumage (T_{ig}) avec source est moindre que celle d'un allumage spontanée (sans source)
- Après un temps donné, la température de surface peut atteindre un niveau critique où le matériau débutera à se décomposer et émettra des vapeurs combustibles
- Vapeurs se mélangent avec l'air et, si le mélange est inflammable, une source d'énergie peut l'enflammer (ou si la température est amplement élevée, le mélange peut s'enflammer spontanément)

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

23

23

Inflammabilité de surface



Paramètres pour l'inflammation (thermiquement épais)

- Allumage survient lorsque la température de surface $T_s \geq T_{ig}$ ou lorsque le flux thermique émis en surface $\dot{q}''_{rad} \geq \dot{q}''_{cr}$
 - Chaleur émise par la pyrolyse peut être négligée
- Quatre paramètres fondamentaux
 - t_{ig} = temps où l'allumage survient (sec)
 - $\dot{q}''_{cr}$ = flux critique d'allumage (kW/m²)
 - T_{ig} = température de surface à l'allumage (K ou °C)
 - $k\rho c$ = inertie thermique (kJ² / (m⁴ K² s))

$$t_{ig} = \frac{\pi}{4} k\rho c \frac{(T_{ig} - T_0)^2}{\dot{q}''_{rad}^2}$$

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

24

24

Inflammabilité de surface

FPInnovations

Paramètres pour l'inflammation

- Paramètres peuvent être évalués à partir d'essais normatifs
 - ISO 5657: allumage
 - ISO 5660, ASTM E1354, ULC S135: calorimètre à cône
 - ASTM E1321: LIFT



www.fire-testing.com



U. Laval / FPInnovations



www.swri.org

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

25

25

Inflammabilité de surface

FPInnovations

Table 6.8 Criteria for ignition (various sources)

Material	Critical radiant heat flux (kW/m ²)		Critical surface temperature (°C)	
	Pilot	Spontaneous	Pilot	Spontaneous
‘Wood’	12 ^a	28 ^a	350 ^b	600 ^c
Western red cedar	13.3 ^d	—	354 ^d	—
Redwood	14.0 ^d	—	364 ^d	—
Radiata pine	12.9 ^d	—	349 ^d	—
Douglas fir	13 ^d	—	350 ^d	—
Victorian ash	10.4 ^d	—	311 ^d	—
Blackbutt	9.7 ^d	—	300 ^d	—
Polymethylmethacrylate	21 ^e	—	—	—
Polymethylmethacrylate	11 ^f	—	310 ± 3 ^h	—
Polyoxymethylene	13 ^g	—	281 ± 5 ^h	—
Polyethylene	15 ^g	—	363 ± 3 ^h	—
Polypropylene	15 ^g	—	334 ± 4 ^h	—
Polystyrene	13 ^g	—	366 ± 4 ^h	—

Image: Drysdale (2011) [9]

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

26

26

Inflammabilité de surface

FPIinnovations

Table 1.2 Thermal properties of some materials at room temperature

Material	Density ρ [kg/m ³]	Specific heat capacity c [J/(kg K)]	Conductivity k [W/(m K)]	Thermal diffusivity $k/(\rho \cdot c)$ [m ² /s]	Thermal inertia $k \cdot \rho \cdot c$ [(W ² s)/ (m ⁴ K ³)]
Air	1.23	1010	0.024	$19.3 \cdot 10^{-6}$	$0.030 \cdot 10^3$
Polyurethane foam	20	1400	0.03	$1.07 \cdot 10^{-6}$	$0.840 \cdot 10^3$
Fibre insulating board	100	2000	0.04	$2.00 \cdot 10^{-6}$	$7.92 \cdot 10^3$
Wood, pine	500	2800	0.14	$0.100 \cdot 10^{-6}$	$0.196 \cdot 10^6$
Wood, oak	700	2800	0.17	$0.87 \cdot 10^{-6}$	$0.336 \cdot 10^6$
Water	1000	4181	0.604	$0.144 \cdot 10^{-6}$	$2.53 \cdot 10^6$
Gypsum plaster	1400	840	0.5	$0.425 \cdot 10^{-6}$	$0.593 \cdot 10^6$
Concrete	2300	900	1.7	$0.82 \cdot 10^{-6}$	$3.53 \cdot 10^6$
Aluminium	2700	900	200	$82.3 \cdot 10^{-6}$	$486 \cdot 10^6$
Steel (mild)	7850	460	46	$12.7 \cdot 10^{-6}$	$166 \cdot 10^6$
Copper	8930	390	390	$112 \cdot 10^{-6}$	$1362 \cdot 10^6$

Image: Wickström (2016) [10]

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

27

27

Inflammabilité de surface

FPIinnovations

Temps d'allumage – Effet de l'épaisseur [11]

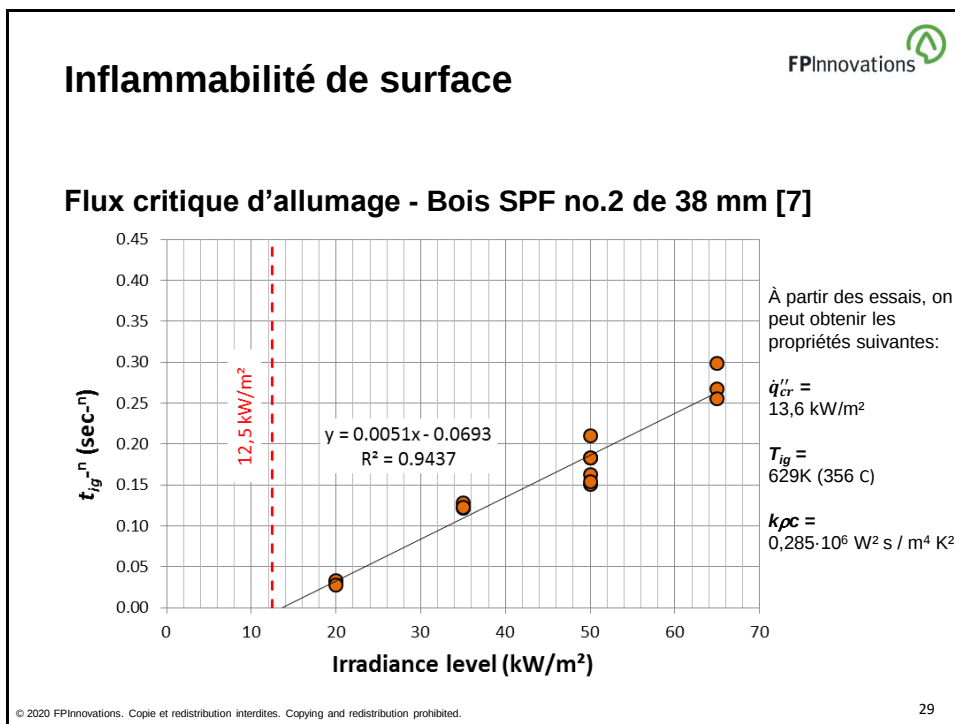
Legend:
○ L = 12 mm
● L = 50 mm

Annotations:
~1225 sec. (at ~12 kW/m² for L=12 mm)
~200 sec. (at ~22 kW/m² for L=50 mm)
~6500 sec. (at ~12 kW/m² for L=50 mm)

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

28

28



29

Propagation de la flamme

FPInnovations 

Code impose des limites sur la quantité de matériaux de finition intérieure quant à leur inflammabilité (propension à brûler ± vite)

- Facteurs influençant la propagation d'une flamme
 - Type de combustible
 - Présence de produits ignifuges
 - Température initiale de la surface
 - Orientation de la surface
 - Direction de la propagation
 - Épaisseur et propriétés du matériau (épaisseur, conductivité thermique, chaleur spécifique, densité, géométrie)
 - Continuité



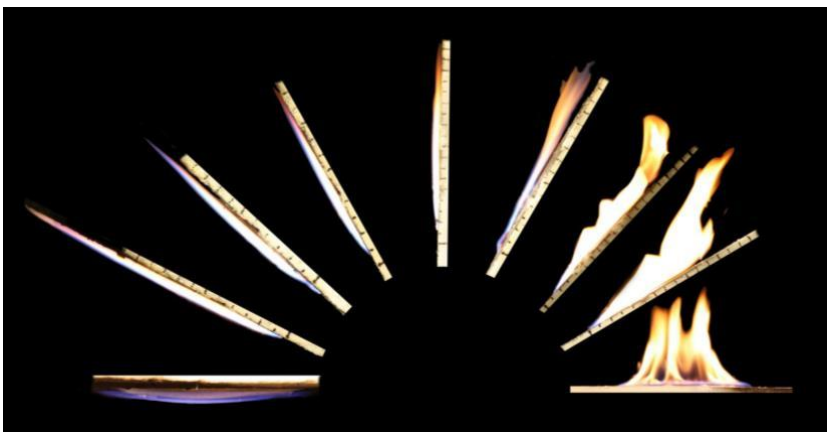
Image : McGregor (2012)

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

30

Propagation de la flamme

FPIinnovations 



© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

31

31

Propagation de la flamme

FPIinnovations 

Objectifs du CNBC [1]

- OS1 : Sécurité incendie
- OP1 : Protection du bâtiment contre l'incendie

- Attribution 1 : [F02-OS1.2]
 - limiter la probabilité que certains revêtements intérieurs de finition ayant un indice de propagation de la flamme trop élevé ne soient utilisés, ce qui pourrait favoriser la propagation du feu à la surface exposée des revêtements et causer des blessures à des personnes.
- Attribution 2 : [F02-OP1.2]
 - limiter la probabilité que certains revêtements intérieurs de finition ayant un indice de propagation de la flamme trop élevé ne soient utilisés, ce qui pourrait favoriser la propagation du feu à la surface exposée des revêtements et causer des dommages au bâtiment.

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

32

32

FPInnovations

Propagation de la flamme

Exigences d'indice de propagation de la flamme [1]

Tableau 3.1.13.2.
Indices de propagation de la flamme
Faisant partie intégrante du paragraphe 3.1.13.2. 1)

Usage, endroit ou composant	Indice de propagation de la flamme maximal pour murs et plafonds	
	Protégés par gicleurs	Non protégés par gicleurs
Usages du groupe A, division 1, y compris les portes, lanterneaux, vitrages et les diffuseurs et verres d'appareils d'éclairage	150	75
Usages du groupe B	150	75
Issues ⁽¹⁾	25	25
Halls d'entrée décrits au paragraphe 3.4.4.2. 2)	25	25
Voies de passage couvertes pour véhicules, à l'exception des toits de construction en gros bois d'œuvre	25	25
Vides techniques verticaux	25	25

Image: CNBC 2010 [1]

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

33

FPInnovations

Propagation de la flamme

Exigences d'indice de propagation de la flamme [1]

Tableau 3.1.13.7.
Indices de propagation de la flamme et de dégagement des fumées pour les bâtiments de grande hauteur
Faisant partie intégrante du paragraphe 3.1.13.7. 1)

Endroit ou composant	Indice de propagation de la flamme maximal des revêtements intérieurs de finition			Indice maximal de dégagement des fumées des revêtements intérieurs de finition		
	Mur	Plafond ⁽¹⁾	Plancher	Mur	Plafond ⁽¹⁾	Plancher
Cages d'escalier d'issue, vestibules donnant accès aux cages d'escalier d'issue et halls d'entrée décrits au paragraphe 3.4.4.2. 2)	25	25	25	50	50	50
Corridors ne faisant pas partie de suites	(2)	(2)	300	100	50	500
Cabines d'ascenseur	75	75	300	450	450	450
Vestibules donnant accès aux ascenseurs	25	25	300	100	100	300
Vides techniques et locaux techniques	25	25	25	50	50	50
Autres endroits et composants	(2)	(2)	Aucune limite	300	50	Aucune limite

Image: CNBC 2010 [1]

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

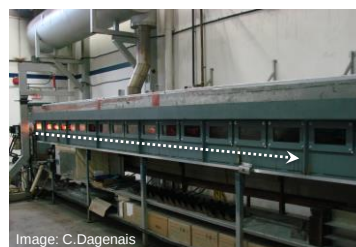
34

Propagation de la flamme



ULC S102 « Méthode d'essai normalisée: Caractéristiques de combustion superficielle des matériaux de construction et assemblages » [12]

- Mesure comparative (et sans unités) de la combustion superficielle et d'obscurcissement de la fumée
 - Habituellement pour les revêtements de finition d'au plus 25 mm d'épaisseur
- Indice de propagation de la flamme (IPF) est obtenu par la moyenne de 3 essais (moyenne arrondie au multiple de 5)



⚠ ASTM E84 ≠ ULC S102

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

35

35

Propagation de la flamme



ULC S102 « Méthode d'essai normalisée: Caractéristiques de combustion superficielle des matériaux de construction et assemblages » [12]

- Calibration du four d'essai:
 - Flamme émise par un brûleur positionnée à un extrémité (± 90 kW)
 - Flamme entraînée par une ventilation forcée de 1,2 m/s, pendant 10 min
 - Observations visuelles par des petites fenêtres le long d'un côté du four



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

36

36

Propagation de la flamme



ULC S102 « Méthode d'essai normalisée: Caractéristiques de combustion superficielle des matériaux de construction et assemblages » [12]

- Matériaux de calibration:
 - Panneau de ciment inorganique de 6 mm d'épaisseur → IPF = 0
 - Chêne rouge de 18 mm d'épaisseur à TH 7% → IPF = 100
 - Flamme doit traverser le tunnel en 5,5 min et l'évent d'extrémité doit mesurer 527°C



IPF
0



IPF
100

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

37

37

Propagation de la flamme



ULC S102 « Méthode d'essai normalisée: Caractéristiques de combustion superficielle des matériaux de construction et assemblages » [12]

- Échantillons de 7,6 m x ±450 mm (25' x 18")
conditionnés à 23±3°C et 50±5% HR (TH ±9%)



Image: C.Dagenais



Image: C.Dagenais

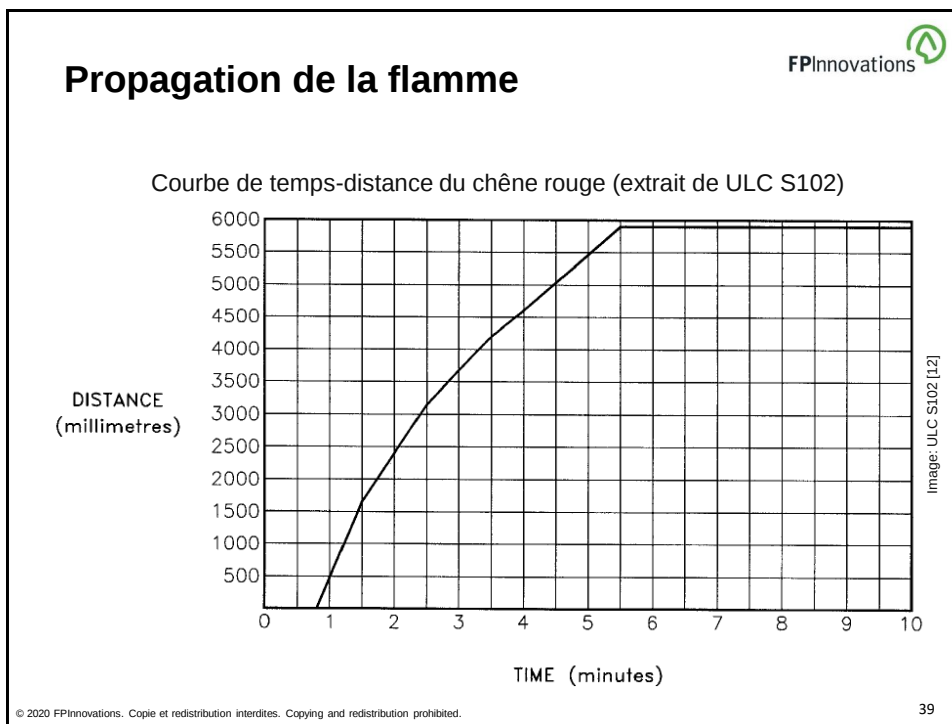


Vidéo: C.Dagenais

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

38

38



39

Propagation de la flamme

FPInnovations 

Détermination de l'indice de propagation de la flamme

- Si $A_T \leq 29,7 \text{ m} \cdot \text{min}$:

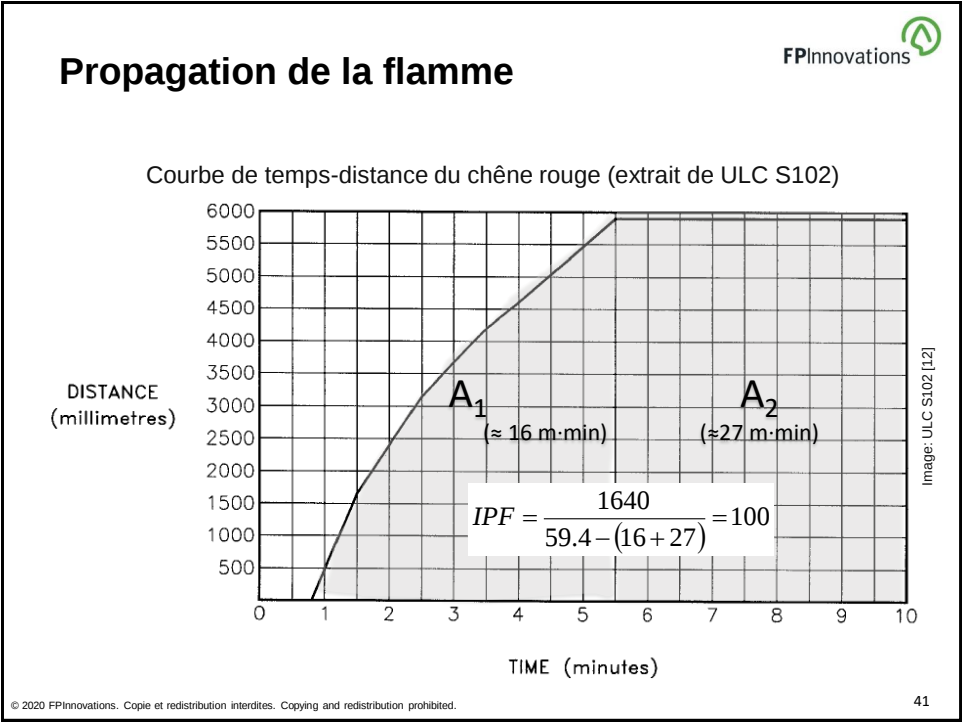
$$IPF = 1,85A_T$$

- Si $A_T > 29,7 \text{ m} \cdot \text{min}$:

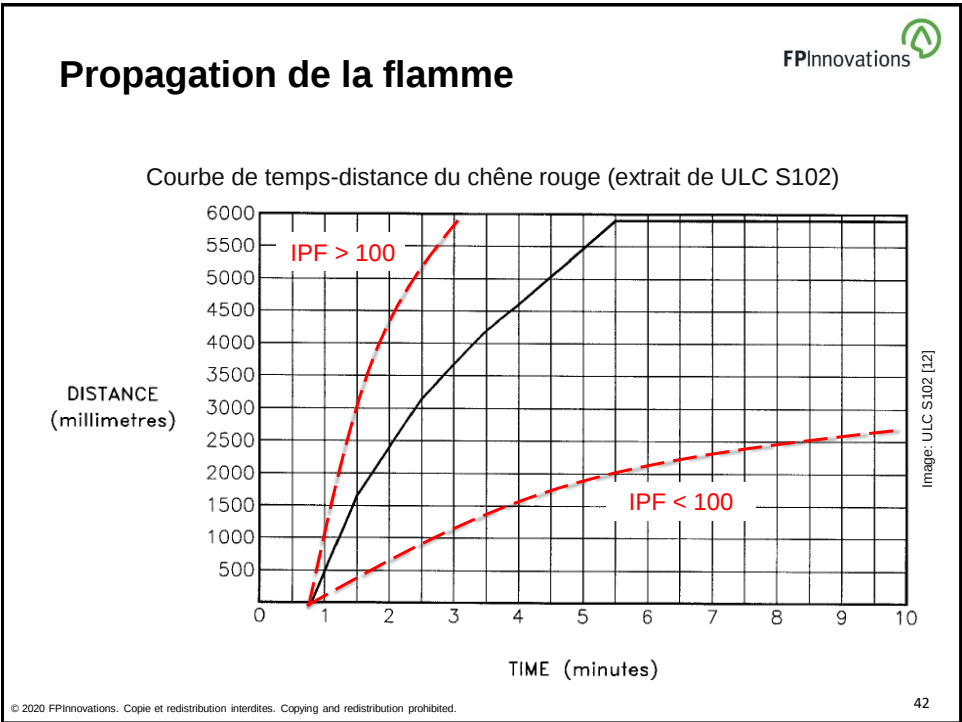
$$IPF = \frac{1640}{59,4 - A_T}$$

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

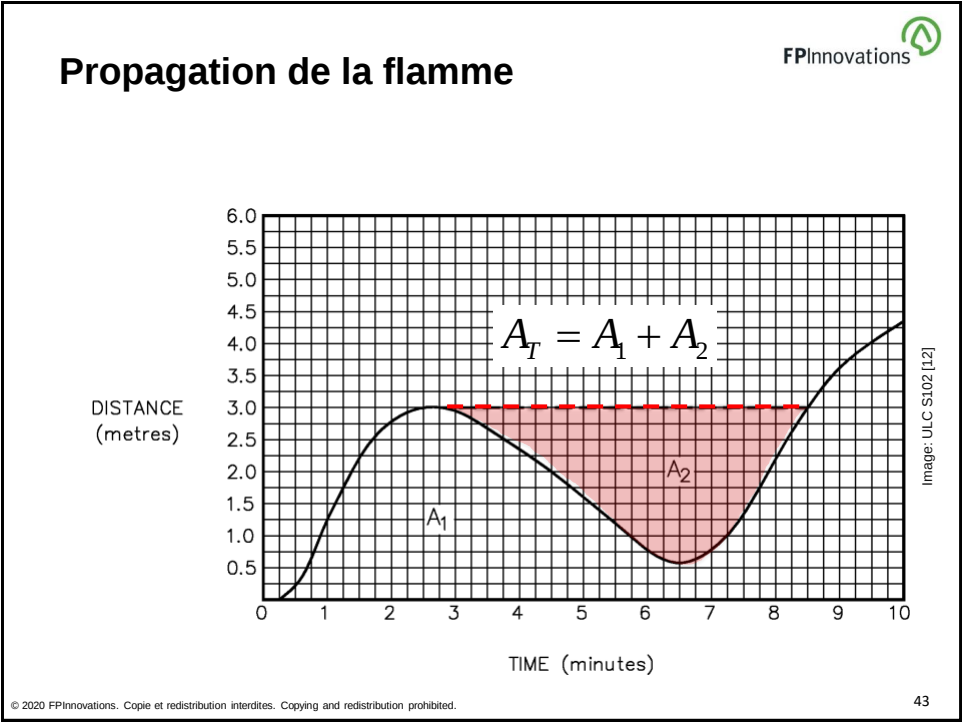
40



41



42



43

Propagation de la flamme

Image : Conseil canadien du bois [13] <http://cwc.ca/publications/technical/fact-sheets/>

TABLEAU 6.2 Indices de propagation de la flamme et indices de dégagement des fumées types pour produits du bois			
Produit	Bois de construction de 19 mm d'épaisseur	Indice de propagation de la flamme	Indice de dégagement des fumées
Cèdre	rouge de l'Ouest	73	98
	jaune de la côte du Pacifique	78	90
Sapin	gracieux (argente du Pacifique)	69	58
	Pruche de l'Ouest	60-75	
Érable	(parquets)	104	
	Chêne rouge ou blanc	100	100
Pin	blanc de l'Est	85	122
	de Murray	93	210
	à bois lourd	105-230	
	rouge	142	229
	jaune du Sud	130-195	
Peuplier	blanc de l'Ouest	75	
		170-185	
Épinette	du Nord	65	
	de Sitka	74	74
	blanche de l'Ouest	100	
Bardeaux de fente	cèdre rouge de l'Ouest	69	
Bardeaux	cèdre rouge de l'Ouest	49	

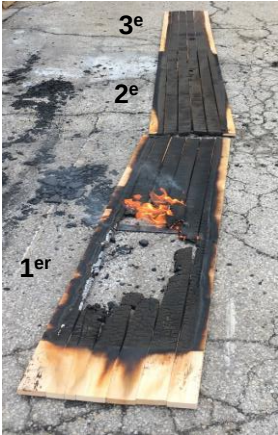
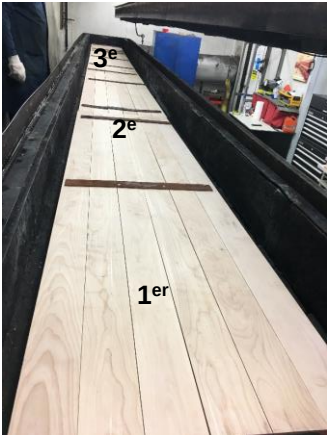
© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

44

FPInnovations

Propagation de la flamme

Effet de « profondeur thermique » sur l'IPF [14]



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

45

FPInnovations

Propagation de la flamme

Effet de « profondeur thermique » sur l'IPF [14]



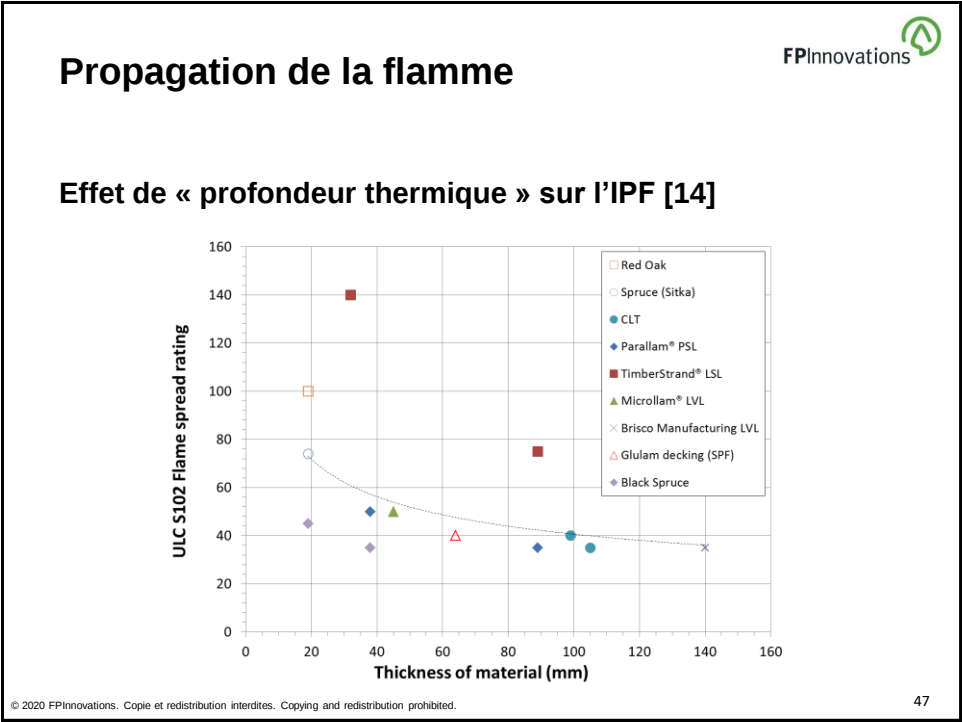
1^{er} segment
(0 à 2,44 m)

2^e segment
(2,44 à 4,88 m)

3^e segment
(4,88 à 7,32 m)

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

46



47

Propagation de la flamme

FPIinnovations

Effet de « profondeur thermique » sur l'IPF

Wood product	Flame Spread Rating	Smoke Development Class
23/32" Red Oak (calibrant)	100	100
4 1/4" (3-ply) CLT E1 layup	35	40
4 1/4" (3-ply) CLT V1 layup	35	30
4 1/4" (3-ply) CLT V2 layup	40	30
1 1/2" Glulam decking	35	50
3 1/2" Glulam decking	40	55
3 1/2" PSL (flatwise)	35	25
3 1/2" LSL (flatwise)	75	85
5 1/2" LVL (edgewise)	35	30
2x6 NLT (flat, parallel to tunnel)	50	40
2x6 NLT (flat, perpendicular to tunnel)	45	55
2x6 NLT (fluted, parallel to tunnel)	91	105
2x6 NLT (fluted, perpendicular to tunnel)	65	125

© 2020 FPIinnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

48

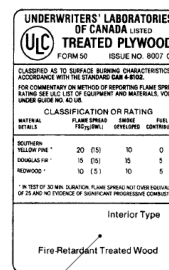
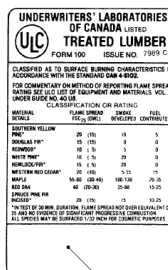
48

FPInnovations

- CNBC permet certains assouplissements lors d'utilisation de bois ignifugé

- Traitement de surface traditionnellement commercialisé pour réduire la propagation de la flamme, et non pour augmenter la « résistance au feu »...

⚠ Bois ignifugé ou traitements de surface permettant de réduire l'IPF ≤ 25 ne rendent pas le matériau incombustible au sens du CNBC!



— Nom et adresse du fabricant
et nom du produit

Image : Conseil canadien du bois [13]

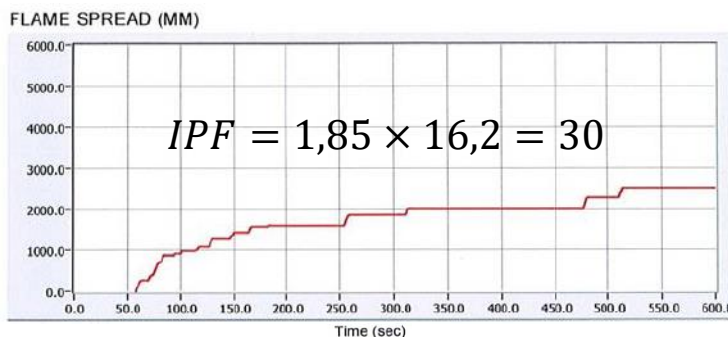
© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited

49

49

FPInnovations

Vernis intumescent / Retardateur de flammes [14]



© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited

50

50

FPInnovations

Propagation de la flamme

Bien que cet essai a historiquement permis de limiter les risques incendie, il comporte certaines limites et lacunes...

- Sert uniquement de **base comparative (sans unités)** entre les matériaux soumis à une exposition au feu spécifique, en conditions de laboratoire
- Dégagement de fumée est aussi évaluée (et pas nécessairement proportionnel à l'IPF)
- Ne permet pas de quantifier le comportement au feu en réelle situation incendie
- Aucun critère de performance
- Aucune information quant au débit calorifique potentiel
- Plusieurs pays se sont tournés vers d'autres méthodes d'essais pour classifier les revêtements intérieurs (ISO 5660, ISO 9705, etc.)



Image : McGregor [15]

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

51

51

FPInnovations

Propagation de la flamme

Bien que cet essai a historiquement permis de limiter les risques incendie, il comporte certaines limites et lacunes...

- Inadéquat pour les matériaux à très haute inflammabilité (ex: XPS)

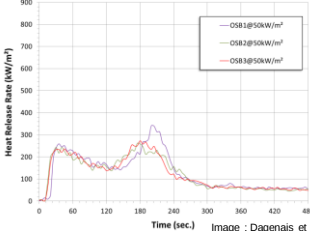
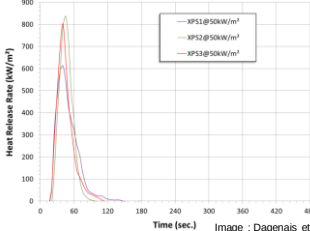


Image : Dagenais et al. [16]

Product Family	Code Required Flame Spread	Code Required Smoke Developed	Certified Flame Spread	Certified Smoke Developed
STYROFOAM® XPS	25	450	0-15	155-165
THERMAX® Polyiso	25	450	<25	<450
STYROFOAM® and FROTH-PAK® Spray Polyurethane Foam	25	450	<25	<450

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

52

52

Propagation de la flamme



FPInnovations

ULC-9705 « Full-scale room test for surface products » [17]

- Version ISO 9705 adaptée au Canada pour le comité technique ULC S100a

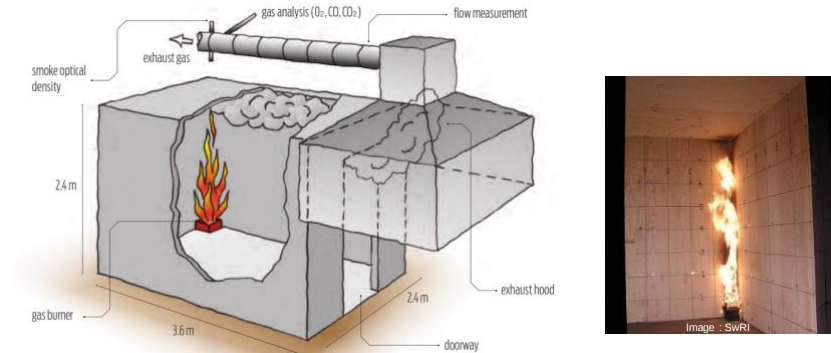


Figure 1: Full-scale ISO 9705 test.

Image : www.buildmagazine.org.nz

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

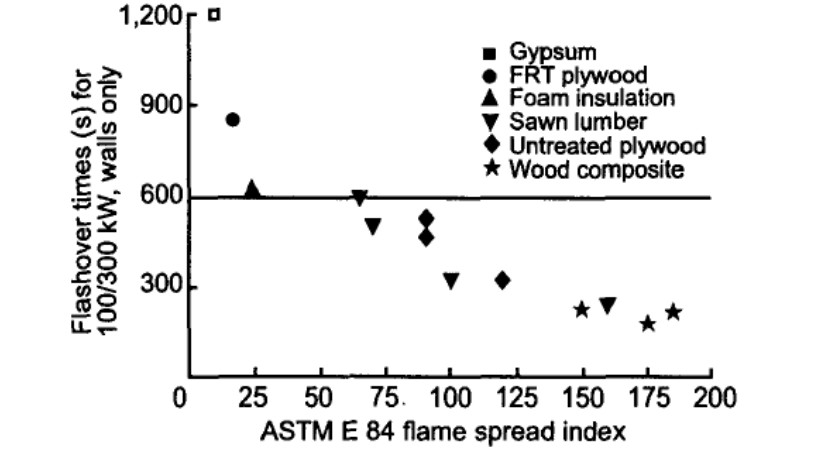
53

53

Propagation de la flamme



FPInnovations



Material	ASTM E 84 flame spread index	Flashover times (s)
Gypsum	0	1200
FRT plywood	25	850
Foam insulation	25	600
Sawn lumber	75	550
Untreated plywood	90	500
Wood composite	150	250
Wood composite	175	200

Image: White et al. [18]

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

54

54

Conclusion



Combustibilité des matériaux

- CNBC impose des limites d'utilisation des matériaux combustibles
- Deux méthodes d'essais sont référées dans le CNBC
 - ULC S114: très sévère...de type « pass/fail »
 - ULC S135: bien que les exigences du CNBC soient sévères, elle demeure plus flexible (notion de degré de combustibilité) que ULC S114 et permet de mesurer et calculer de nombreux paramètres de combustion des matériaux

Critère(s) décrivant le mieux l'inflammabilité d'un matériau dépend du scénario d'intérêt et le risque envisagé

- Allumage, combustibilité, débit calorifique, propagation de la flamme, production de fumée et effluents gazeux
- Comportement différent pour un solide « mince » vs. « épais »
- Méthode traditionnelle ULC S102 a démontré son efficacité à réduire les risques incendie...mais de nouvelles méthodes seraient plus appropriées aujourd'hui...

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

55

55

Références



1. CNRC (2015), « Code national du bâtiment – Canada ». Conseil national de recherches du Canada.
2. NFPA (2013), « NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems ». National Fire Protection Association.
3. NFPA (2013), « NFPA 259: Standard Test Method for Potential Heat of Building Materials ». National Fire Protection Association.
4. ULC (2005), « CAN/ULC S114 : Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction ». Underwriters Laboratories of Canada.
5. CSA (2013), « CAN/CSA-O80 Series-08 (R2012) Wood Preservation ». CSA Group.
6. ULC (2004), « CAN/ULC S135 : Test Method for the Determination of Combustibility Parameters of Building Materials Using an Oxygen Consumption Calorimeter (Cone Calorimeter) ». Underwriters Laboratories of Canada.
7. Dagenais C. (2015), « Combustion Properties and Critical Heat Flux of Structural Composite Lumber (Project No. 301009338) ». FPInnovations.
8. Dagenais C. (2015), « Effects of Fire-Retardant Coatings on Combustibility Parameters of Lumber (Project No. 301009338) ». FPInnovations.
9. Drysdale D. (1998), « An Introduction to Fire Dynamics – 2nd Edition », John Wiley & Sons.
10. Wickström U. (2016), « Temperature Calculation in Fire Safety Engineering », Springer.
11. Janssens M.L. (2013), « Analysis of Cone Calorimeter Ignition Data: A Reappraisal » chez 13th International Symposium Interflam, Royal Holloway College (UK).

© 2020 FPInnovations. Copie et redistribution interdites. Copying and redistribution prohibited.

56

56

Références



12. CAN/ULC S102 (2010). « *Standard Method of Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials and Assemblies* », Toronto (Ont.), Underwriters Laboratories of Canada.
13. CCB (1997), « *La sécurité incendie dans les bâtiments* », Ottawa (Ont.), Conseil canadien du bois, disponible au <http://cwc.ca/publications/technical/fact-sheets/>.
14. Dagenais C. (2013), « *Surface Burning Characteristics of Massive Timber Assemblies (Project No. 301006155)* » FPInnovations.
15. McGregor C. (2013). « *Contribution of Cross-Laminated Timber Panels to Room Fires (Thesis)* », Carleton University.
16. Dagenais C., Côté F., Grandmont J.-F. & Knudson B. (2016). « *Development of Multi-Functional Wood Composite Panels for Next Generation Building Systems Part XII: Combustion Properties of Multi-Functional Panels and Panel Components* », FPInnovations.
17. CAN/ULC-9705 (2013). « *Fire Tests - Full-Scale Room Test for Surface Products* », Toronto (Ont.), Underwriters Laboratories of Canada.
18. White R. H., Diitenberger M. A., Tran H., Grexa O., Richardons L., Sumathipala K. et M. Janssens (1999), « *Comparison of Test Protocols for the Standard Room/Corner Test* » Fire & Materials, vol. 23, pp. 139-146.