

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Combustibilité des matériaux de construction Mehaffey, J. R.

This publication could be one of several versions: author's original, accepted manuscript or the publisher's version. /  
La version de cette publication peut être l'une des suivantes : la version prépublication de l'auteur, la version  
acceptée du manuscrit ou la version de l'éditeur.

For the publisher's version, please access the DOI link below. / Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien  
DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/23001902>

*Conception en fonction de la sécurité incendie : compte rendu du Regard 87 sur  
la science du bâtiment, Compte rendu (Conseil national de recherches du  
Canada. Institut de recherche en construction); n° IRC-PR-14, 1987*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=4d501441-ab81-48cf-a618-6a6d92c5d431>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=4d501441-ab81-48cf-a618-6a6d92c5d431>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the  
first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la  
première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez  
pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

# Combustibilité des matériaux de construction

J.R. Mehaffey, Ph.D.

## Introduction

Les codes du bâtiment et autres règlements imposent souvent des restrictions concernant l'inflammabilité et la combustibilité des matériaux de construction et du contenu des bâtiments, ainsi que l'utilisation de sources potentielles d'inflammation. Si les incendies sont difficiles à allumer, demeurent circonscrits une fois allumés ou, au pire, se propagent et brûlent lentement, il y a de fortes chances que les occupants du bâtiment aient suffisamment de temps pour évacuer. Cependant, il faut reconnaître qu'il n'est pas pratique d'exiger l'utilisation exclusive de matériaux de construction incombustibles ou d'imposer que le contenu soit incombustible.

Cet exposé examine les méthodes d'essai destinées à séparer les matériaux de construction en deux catégories (combustibles et incombustibles), et explique la portée des exigences concernant les constructions incombustibles contenues dans le Code national du bâtiment(CNB)<sup>1</sup>. La question de savoir si un bâtiment doit être de construction incombustible ou non dépend de sa dimension, de la mobilité et du niveau de conscience de ses occupants, du nombre de rues qui l'entourent, et de la présence ou l'absence d'extincteurs automatiques à eau. En ce sens, la maîtrise du contenu combustible des bâtiments (ou la maîtrise de l'élément combustible) joue un rôle important dans la subdivision "contrôler l'incendie" de l'arbre des concepts de sécurité incendie (figure 1).

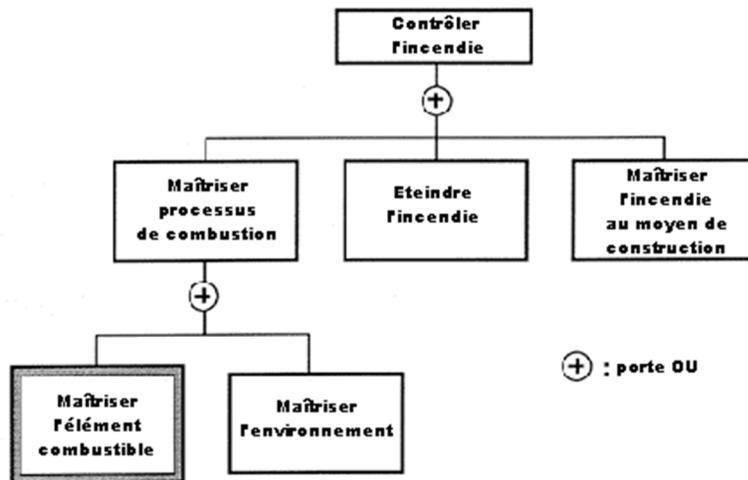


Figure 1 Élément "maîtriser

l'élément combustible" de la subdivision "contrôler l'incendie" de l'arbre des concepts de sécurité incendie

Une discussion sur la nécessité de mettre au point une méthode d'essai plus générale pour évaluer le degré de combustibilité des matériaux de construction conclut cet exposé.

## La nature chimique et physique du feu

Un chimiste considère un feu comme une série complexe de réactions chimiques impliquant l'oxydation du combustible, qui contient habituellement du carbone. Physiquement, un feu est évidemment caractérisé par une flamme visible, la chaleur et la fumée.

Le triangle du feu décrit à la figure 2 illustre les trois composantes nécessaires à la présence d'un incendie: l'élément combustible, l'oxygène et la chaleur. Le triangle du feu peut être considéré comme le modèle descriptif du feu du physicien.; Son utilité devient évidente au niveau de l'extinction. L'extinction peut être réalisée en isolant l'une des trois composantes des deux autres. On peut éteindre un feu en éliminant la chaleur (avec un jet d'eau par exemple),

en éliminant l'élément combustible (en coupant l'alimentation en gaz d'un brûleur Bunsen, par exemple), ou en coupant l'oxygène (en étouffant l'incendie à l'aide d'une couverture).

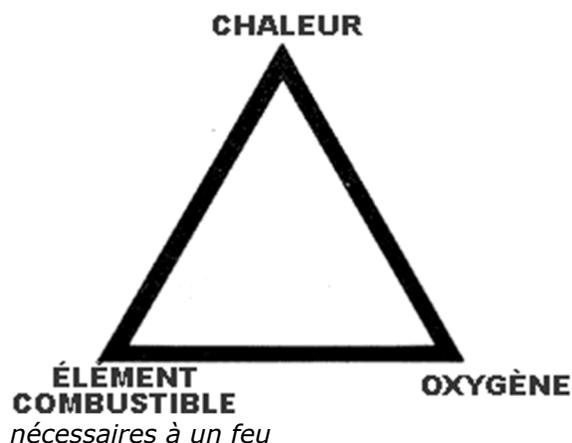


Figure 2 Triangle du feu - Trois composantes nécessaires à un feu

La représentation physique du feu est utile, mais on ne peut ignorer les réactions chimiques nécessaires à son développement. Les composantes de base du feu devraient également inclure les réactions en chaîne non refrénées à l'intérieur de la flamme et à la surface de l'élément combustible, décrites à la figure 3. Cela ouvre la voie à la possibilité d'une quatrième technique d'extinction: l'inhibition de la réaction en chaîne (suppression de la flamme) avec des produits chimiques ignifuges. Les halogènes comme le brome et le chlore (qu'on retrouve dans les halons) sont des exemples d'éléments chimiques qui agissent de cette façon.

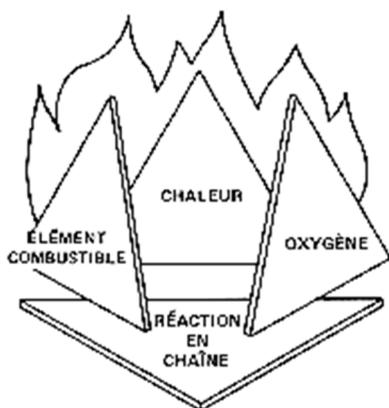


Figure 3 Tétraèdre du feu - Réactions chimiques nécessaires à l'alimentation du feu

*l'alimentation du feu*

Évidemment, un incendie ne se limite pas à la présence ou à l'absence de ces trois ou quatre composantes. Le feu est un phénomène complexe dans lequel s'entremêlent la cinétique des réactions chimiques, la mécanique des fluides, le transfert de chaleur et la thermodynamique. Le processus d'inflammation d'un solide, par exemple, peut être décrit comme suit.

Prenons une source de chaleur externe (un fil surchauffé) en contact avec un matériau combustible (le bois par exemple). La température à la surface du bois augmente progressivement jusqu'à 100 ° C, point où l'eau est expulsée sous forme de vapeur. Au fur et à mesure que la température augmente, le bois commence à subir les effets de la pyrolyse; il commence à se décomposer en substances volatiles (vapeurs) et en couche carbonisée. Étant donné que les gaz volatils sont plus chauds et par conséquent moins denses que l'air ambiant, ils s'élèvent et se mélangent à l'air.

À environ 300 ° C, ce mélange de gaz volatils et d'air peut s'enflammer et produire une flamme. Une partie de la chaleur produite par la flamme s'échappe avec les gaz chauds alors qu'une autre portion est retournée à l'élément combustible (transfert de chaleur par

rayonnement, par convection et par conduction), entraînant une augmentation additionnelle de sa température et accélérant le processus de pyrolyse. La flamme croît à son tour. Si la chaleur retournée à l'élément combustible est suffisante pour causer son autopyrolyse et son autocombustion, nous obtenons une "combustion à flamme vive soutenue". La source d'inflammation originale n'est plus requise (figure 4).

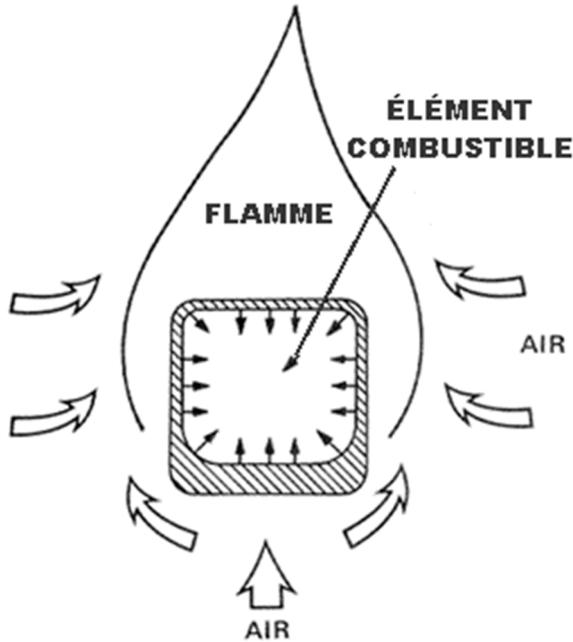


Figure 4 Combustion à flamme vive soutenue

La formation de la couche carbonisée, qui se produit seulement dans certains matériaux, peut jouer un rôle important dans le processus de combustion. Située entre la flamme et l'objet en feu, elle peut agir comme bouclier en ralentissant le transfert de chaleur à l'élément combustible vierge et en diminuant la vitesse de combustion ou le taux de dégagement de la chaleur. Un feu ne brûle pas aisément sur la face supérieure d'un morceau de bois.

En revanche, pour les géométries comme celles décrites à la figure 5, l'air (oxygène) entraîné dans la flamme peut agir directement sur la couche carbonisée chaude. La couche carbonisée peut s'oxyder (devenant lumineuse) et la chaleur dégagée peut entraîner la pyrolyse de l'élément combustible vierge situé sous la couche carbonisée. Les morceaux de bois brûlent aisément s'ils sont allumés par en dessous.

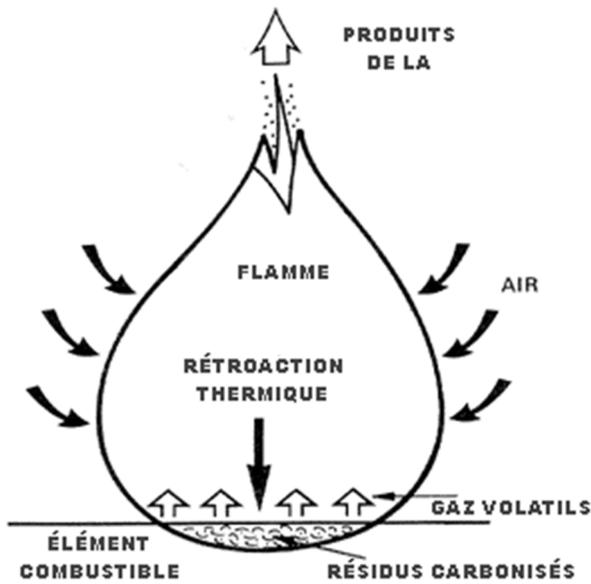


Figure 5 Combustion à flamme vive d'un solide

*produisant une couche carbonisée*

Les produits de la combustion s'élèvent au-dessus de la flamme sous forme de fumée et de chaleur. La fumée est composée de particules solides (suie), de gouttelettes de liquides et de gaz, dont certains peuvent être toxiques. Parmi les gaz produits, l'oxyde de carbone est certainement le plus important; cependant, du cyanure d'hydrogène et de l'acide chlorhydrique peuvent également se dégager lorsque du polyuréthane ou du chlorure de polyvinyle brûle. Étant très légers, la fumée et ses gaz toxiques peuvent se propager dans des endroits passablement éloignés du foyer et présenter la première menace véritable aux occupants d'un bâtiment. C'est pourquoi elle constitue la principale cause de décès par le feu.

La combustion à flamme vive se différencie facilement d'un autre type de combustion appelé feu couvant. Essentiellement, le feu couvant se caractérise par de faibles températures et une vitesse de combustion très lente. Il se produit lorsque des gaz volatils s'échappant de la surface de l'élément combustible ne sont pas suffisamment chauds ou en quantité suffisante pour s'enflammer, mais la chaleur dégagée est suffisante pour que la pyrolyse de l'élément combustible se poursuive. L'absence de forces d'entraînement signifie qu'une faible quantité d'air est aspirée au-dessus de la surface de l'élément combustible, limitant ainsi la vitesse de combustion. Des produits comme l'isolant cellulosique en vrac, le panneau de fibres et, évidemment, les cigarettes brûlent lentement sans flamme durant une période de temps considérable avec une source d'inflammation faible.

Les éléments combustibles solides ou les matériaux combustibles peuvent être caractérisés de nombreuses façons. Par exemple, il faut faire une distinction entre les matériaux qui carbonisent et ceux qui ne carbonisent pas, basée sur la capacité du matériau à engendrer un résidu carbonisé lorsqu'il se pyrolyse. La plupart des matériaux à forte teneur en cellulose comme le bois produisent des résidus carbonisés; cependant, il en va de même pour le chlorure de polyvinyle à base d'hydrocarbure et certaines résines thermodurcissables comme les mousses phénoliques et polyisocyanurates. D'autres matériaux, tel que le polystyrène, ne produisent pas ou peu de résidu carbonisé lorsqu'ils brûlent.

Une autre distinction est faite entre les polymères de synthèse selon leur propension à ramollir ou fondre (se déformer) à une température inférieure à celle requise pour que la décomposition thermique ou l'inflammation se produise. S'il possède cette caractéristique, le polymère est appelé un thermoplastique. Lorsqu'ils sont la proie des flammes, ces matériaux peuvent avoir un effet sur le comportement du feu, en raison des gouttelettes qui tombent ou de la propagation d'une nappe de polymère fondu sur le sol. Les polymères ayant une structure moléculaire interreliée ne fondent pas lorsqu'ils sont chauffés. À la place, à une température

suffisamment élevée, ils se décomposent, dégageant des gaz volatils directement du solide et laissant souvent derrière, comme le bois, un résidu carbonisé. Ces polymères sont appelés des résines thermodurcissables.

Le tableau 1 contient quelques exemples de polymères thermoplastiques et thermodurcissables. Les mousses de polyuréthane rigides couramment utilisées comme isolant sur la surface extérieure des murs ou par-dessus un platelage, ainsi que le polyuréthane flexible utilisé comme rembourrage dans les meubles, sont généralement thermodurcissables, bien que l'usage répandu de plastifiants peut faire en sorte que certaines mousses de polyuréthane se comportent comme des thermoplastiques. Les phénols sont des matériaux thermodurcissables utilisés dans les disjoncteurs.

**Tableau 1 Certains polymères synthétiques**

<b>Thermoplastiques(fondent)</b>	<b>Thermodurcissables(ne fondent pas)</b>
Polyéthylène	Epoxy
Polyméthylène	Polyester (fibre ou verre armé)
Polyméthylméthacrylate (PMMA)	Polyisocyanurate
Polypropylène Polystyrène Chlorure de polyvinyle (PVC)	Polyuréthane (rigide ou flexible) Phénol

Les thermoplastiques servent à divers usages. Le chlorure de polyvinyle (PVC) est principalement utilisé pour les tuyaux et les conduites, le polystyrène comme isolant, le polyéthylène comme pare-vapeur et le Plexiglass\* comme vitrage.

\* Marque de commerce

### **Sources d'inflammation dans les incendies de bâtiments**

De toute évidence, une mesure de protection contre l'incendie efficace serait de diminuer le nombre d'incendies en limitant le nombre d'inflammations. Les incendies dans les bâtiments débutent habituellement par l'inflammation d'un seul article, ce qui met en cause deux facteurs: la source d'inflammation et le premier objet qui s'enflamme.

Des données statistiques concernant les sources d'inflammation lors d'incendies dans des bâtiments et des véhicules sont compilées annuellement par le Commissaire des incendies du Canada. Les pertes par le feu par source d'inflammation pour 1984 sont résumées au tableau 2<sup>2</sup>. Les sources d'inflammation les plus courantes incluent les appareils de cuisson, les appareils de chauffage, les installations électriques et les articles de fumeur ou la flamme nue. Les dangers associés à ces sources d'inflammation sont connus depuis un certain temps. Il ne serait sûrement pas pratique d'essayer d'éliminer ces sources. À la place, des codes et normes ont été élaborés pour réduire ces risques. Certaines de ces mesures sont résumées au tableau 3.

**Tableau 2 Pertes par le feu par source d'inflammation, 1984**

<b>Source d'inflammation</b>	<b>Nombre d'incendies</b>	<b>Pertes en \$</b>	<b>Blessures</b>	<b>Morts</b>
Aucune source de feu(ex. la foudre)	450	11 829 531	20	2
Appareils de cuisson	8 406	43 355 794	692	48
Appareils de chauffage	7 915	87 320 198	285	61
Appareils et matériel	2 605	21 432 925	78	6

Installations électriques	7 640	108 671 994	281	33
Autre matériel électriques	1 671	16 997 569	67	7
Articles de fumeurs	5 399	42 090 030	724	181
Allumettes, briquets, chandelles, cierges	2 218	24 939 216	135	17
Chalumeau, mat. desoudure, torches	933	21 620 019	93	2
Cendres chaudes, tisons	536	7 153 197	12	1
Articles de fumeurs ou flamme nue	5 248	43 499 032	149	13
Exposition aux feux d'autres bâtiments	2 150	19 273 978	24	8
Divers	15 203	171 286 013	453	31
Indéterminé	10 356	310 009 575	1 090	188
<b>TOTAL</b>	<b>70 730</b>	<b>929 479 253</b>	<b>4 103</b>	<b>598</b>

**Tableau 3 Codes et normes régissant les sources d'inflammation**

<b>Source d'inflammation</b>	<b>Codes et normes</b>
Appareils de cuisson	<b>CNB</b> - exigences d'installation <b>ACNOR</b> - spécifications (produits) <b>ACG</b> - spécifications (produits)
Appareils de chauffage	<b>CNB</b> - exigences d'installation <b>ACNOR</b> - spécifications (produits) <b>ACG</b> - spécifications (produits)
Appareils et matériel	<b>ACNOR</b> - spécifications (produits)
Installations électriques	<b>CCE</b> - exigences d'installation <b>ACNOR</b> - spécifications (produits)
Flammes nues	<b>CPI</b> - pratiques permises
Soudure et matériel de découpage	<b>CPI</b> - pratiques permises

**CNB** - Code national du bâtiment

**ACNOR** - Association canadienne de normalisation

**ACG** - Association canadienne du gaz

**CCE** - Code canadien de l'électricité

**CPI** - Code de prévention des incendies

### **Le premier objet qui s'enflamme**

L'inflammation nécessite une source d'inflammation et un élément combustible. Comme dans le cas des sources d'inflammation, il ne serait pas pratique de simplement éliminer les éléments combustibles dans les bâtiments. On essaie plutôt de limiter leur sensibilité à l'inflammation ou leur combustibilité.

Dans une étude récente effectuée par Consommation et Corporations Canada<sup>3</sup>, les données statistiques provinciales ont été examinées pour établir quels matériaux sont plus susceptibles d'être le premier objet qui s'enflamme lors d'un incendie dans un bâtiment ou un véhicule. Les résultats de l'étude sont résumés au tableau 4.

**Tableau 4 Premiers matériaux à s'enflammer lors d'incendies de bâtiments ou de véhicules**

## Pourcentage du total

<b>Premier matériau enflammé</b>	<b>Dollars</b>	<b>Pertes</b>	<b>Blessures</b>	<b>Décès</b>
Liquides inflammables ou combustibles	18,7	11,1	23,6	7,3
Ameublement	10,4	7,2	19,8	24,5
Éléments structureux et matériaux de finition	10,3	13,6	7,4	10,0
Isolant électrique	9,8	3,2	4,0	1,2
Bois, produits de papier	8,2	11,5	8,6	4,7
Vidanges et déchets	4,1	0,7	2,3	0,5
Vêtements, textiles	3,4	1,4	3,4	6,8
Produits chimiques, plastiques, métaux	2,4	1,4	1,8	0,2
Produits agricoles et forestiers	2,1	4,7	1,3	1,3
Gaz inflammables	1,9	1,5	4,3	0,6
Autres	0,4	0,3	0,1	0,1
Non classés	22,3	39,3	22,9	36,1
Inconnus	6,2	4,0	0,5	6,7
<b>TOTAL</b>	<b>100,2</b>	<b>99,9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Les matériaux qui de loin s'enflamment le plus couramment en premier sont les liquides inflammables ou combustibles, comme la gazoline, l'huile à cuisson ou le gras. Le danger que constituent ces substances est bien connu. Des exigences relatives à la manipulation et à l'entreposage de ces liquides sont contenues dans la partie 4 de l'édition 1985 du Code national de prévention des incendies<sup>4</sup>, et elles débordent le cadre de ce séminaire.

La seconde catégorie des premiers matériaux à s'enflammer sont les objets mobiliers comme les meubles rembourrés, la literie et les matelas.

Alors que 10,4 % des incendies sont causés par l'inflammation d'un objet mobilier, ces mêmes incendies sont responsables de 24,5 % des décès et de 19,8 % des blessures. Ce sont des incendies très dangereux au niveau de la sécurité des occupants. Compte tenu de ce risque, certaines catégories d'objets mobiliers sont régies par la Loi sur les produits dangereux. Pour être vendus au Canada, les matelas doivent offrir une résistance à l'inflammation par une cigarette<sup>5</sup>, les tentures (et autres tissus) à l'inflammation par une petite flamme<sup>6</sup>, et les moquettes à l'inflammation par une tablette de méthénamine (une source d'inflammation un peu plus ardente qu'une cigarette)<sup>7</sup>. Récemment, des dispositions ont été prévues par la loi afin d'inciter les fabricants de meubles à soumettre leurs produits à des essais de résistance à l'inflammation par des cigarettes.

La troisième catégorie des premiers matériaux à s'enflammer sont les éléments de construction comme les éléments structureux et les matériaux de finition. Ils sont la cause de 10,3 % des incendies, de 13,6 % des pertes de capitaux, de 7,4 % des blessures et de 10,0 % des décès. Ils représentent une importante cause d'inquiétude et constituent le principal sujet de ce qui suit.

### **La nécessité de matériaux de construction incombustibles**

Règle générale, les matériaux de construction sont regroupés en deux catégories dans le Code national du bâtiment: combustibles et incombustibles. Il est important de distinguer entre la sensibilité à l'inflammation et la combustibilité d'un matériau. Sa sensibilité est sa capacité d'être allumé ou de brûler. Le Code national du bâtiment ne traite pas directement de sensibilité à l'inflammation. On n'a pas établi avec certitude les sources d'inflammation auxquelles les matériaux de construction doivent résister. Cependant, la combustibilité des produits du bâtiment est traitée dans le CNB.

Confrontés à de sérieux problèmes d'incendies, les comités responsables de l'élaboration des codes ont décidé il y a quelques années que certains bâtiments, particulièrement les immeubles en hauteur, ou ceux avec des aires considérables, devaient être construits avec des matériaux incombustibles pour obtenir une soi-disant "construction à l'épreuve du feu". Ce type de construction aiderait à assurer l'évacuation en toute sécurité des occupants, et faciliterait la tâche des sapeurs-pompiers en empêchant la propagation des flammes par des espaces dissimulés; De plus, une construction à l'épreuve du feu combinée à des exigences de résistance au feu adéquates a pour but d'assurer que le bâtiment ne subira pas de dommages excessifs ou ne s'effondrera pas avant que l'évacuation et l'extinction soient complétées. Finalement, la propagation du feu à d'autres bâtiments devrait diminuer. Au Canada, durant les années 1800 et 1900, de tels incendies se transformaient souvent en conflagrations ravageant des quartiers urbains complets.

### L'essai d'incombustibilité

Un matériau de construction est considéré comme incombustible s'il respecte les critères de réception contenus dans la norme CAN4-S114M80, Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction<sup>8</sup>. La méthode d'essai n'a pour but que d'évaluer la performance des matériaux de construction de base; elle ne s'applique pas aux matériaux recouverts d'un revêtement de protection ou de décoration, ni à ceux qui sont imprégnés ou constitués de plusieurs couches de matériaux différents.

L'essai est réalisé dans un petit four chauffé à l'électricité, représenté à la figure 6. Les températures dans le four sont déterminées par un thermocouple de contrôle servant à stabiliser la température du four avant l'essai, et par un thermocouple indicateur, utilisé pour mesurer toute augmentation de la température lors de l'essai. Un miroir est utilisé pour faire des observations par l'évent durant l'essai.

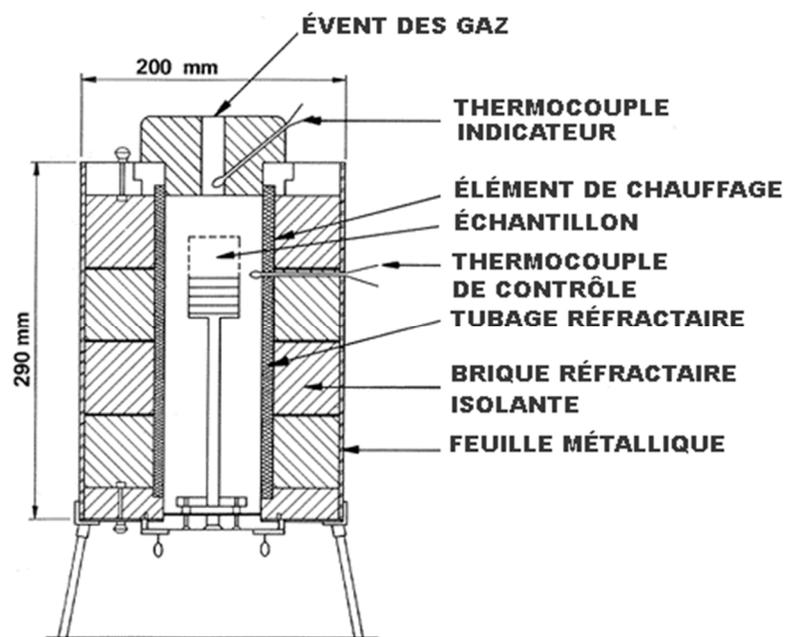


Figure 6 Four pour essais

d'incombustibilité

Les échantillons d'essai ont une base de 38 sur 38 mm et une hauteur de 50 mm. Si l'échantillon risque de se désintégrer ou de fondre durant l'essai, il doit être soutenu par une toile métallique ou un plat de tôle mince. Au moins trois échantillons du matériau doivent être soumis à l'essai. Avant de procéder aux essais, ces échantillons doivent être séchés à  $60 \pm 3$  ° C durant une période de 24 à 48 heures et refroidis à la température de la pièce dans un milieu sec.

Juste avant un essai, le four est chauffé jusqu'à ce que le thermocouple de contrôle indique  $750 \pm 33$  ° C, puis stabilisé à 1 ° C près durant 15 minutes. L'échantillon est placé dans le porte-échantillon et inséré dans le four par le dessous. La durée de l'essai est de quinze minutes, sauf si l'on constate dès les premières minutes que l'essai a échoué.

Les matériaux soumis à l'essai sont considérés comme incombustibles si:

- La moyenne des augmentations maximales de température (mesurée par le thermocouple indicateur) pour les trois échantillons (ou plus) soumis à l'essai n'excède pas 36 ° C.
- Aucun des échantillons n'est la proie des flammes durant les dernières 14 minutes et 30 secondes de l'essai.
- La perte maximale de masse de n'importe lequel des échantillons ne dépasse pas 20 % durant l'essai.

Il importe de noter que le résultat de l'essai est soit une réussite ou un échec, c'est-à-dire que le matériau se révèle combustible ou incombustible. L'essai ne permet pas de mesurer le degré de combustibilité du matériau.

### **Laboratoires d'essai**

Les laboratoires canadiens suivants sont en mesure d'effectuer l'essai d'incombustibilité:

- Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario
- Ontario Research Foundation, Mississauga, Ontario
- Laboratoires des assureurs du Canada, Scarborough, Ontario
- Les Services professionnels Warnock Hersey Ltée, Coquitlam, Colombie-Britannique.

Le CNRC n'a pas l'habitude d'effectuer des essais pour le compte des fabricants de produits puisqu'il est généralement admis que cette responsabilité et ce marché appartiennent aux laboratoires d'essais commerciaux.

### **Essai des produits**

Les données produites par le CNRC sur la combustibilité du sapin de Douglas, de l'isolant de fibre de verre et de l'aluminium sont résumées à la figure 7. (Lors de l'essai de tous les produits, une baisse de température a été constatée (enregistrée au thermocouple enregistreur) au début de l'essai, lorsque l'échantillon froid est inséré dans le four chaud.)

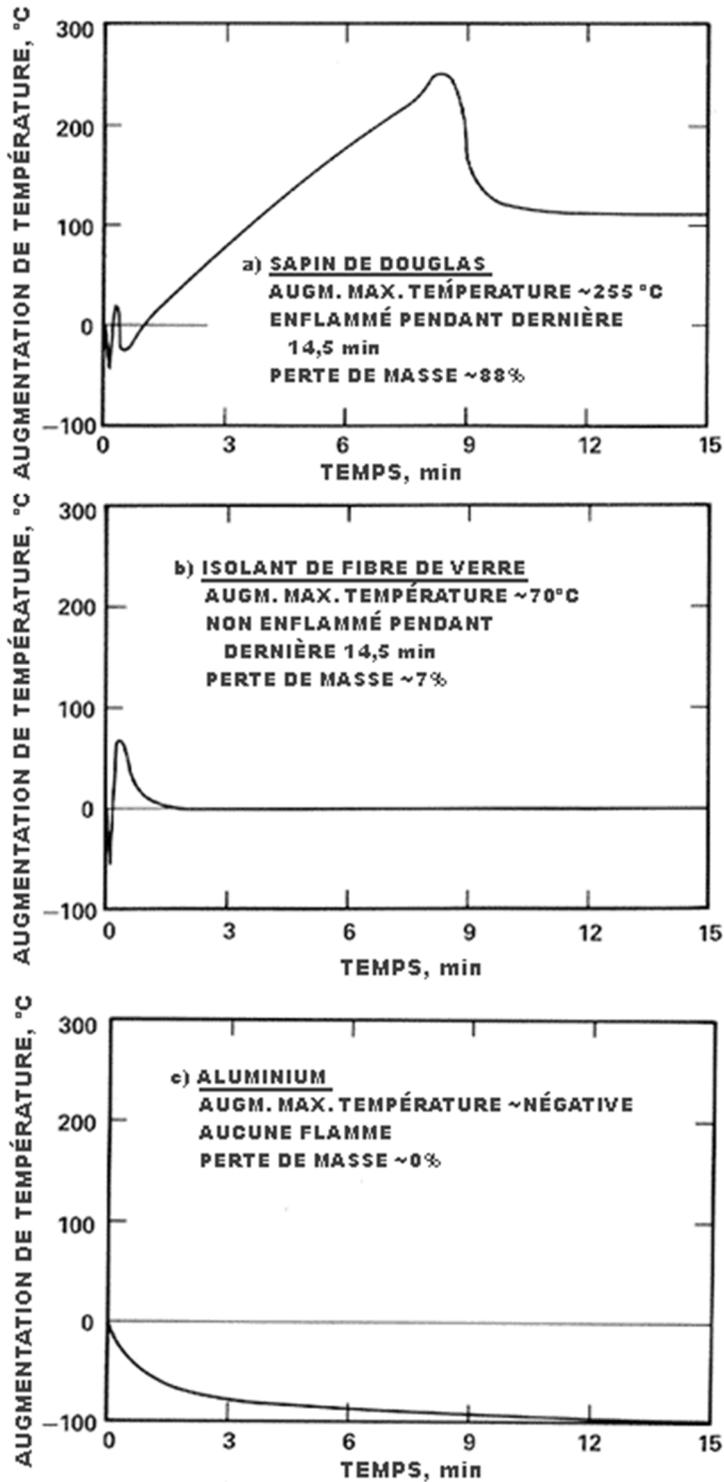


Figure 7 Résultats d'essais menés

conformément à l'essai d'incombustibilité CAN4-S114-M80. Les échantillons de sapin de Douglas et de fibre de verre se sont révélés combustibles et celui de l'aluminium, incombustible

L'échantillon de sapin de Douglas est classé combustible, puisqu'il ne satisfait à aucun des trois critères de réception. Une augmentation maximale de la température de 255°C a été enregistrée; on a observé des flammes après le délai de 30 secondes (en fait, à certains

moments, les flammes s'échappaient par l'évent), et la perte de masse s'élevait à environ 88 %. Il n'est donc pas étonnant de constater qu'un produit du bois soit classé combustible.

L'isolant de fibre de verre est également considéré comme combustible. Bien qu'il n'y avait pas de flammes lors des 14 dernières minutes et demie de l'essai et que la perte de masse ne s'établissait qu'à environ 7 %, l'augmentation de température de 70°C excédait par une faible marge la valeur permise. L'essai a échoué en raison des résines (liants) utilisées dans le produit. Il existe peut-être des formules d'isolant de fibre de verre qui pourraient réussir l'essai.

On ne sera pas étonné d'apprendre que l'échantillon d'aluminium s'est révélé incombustible. Il a fondu quelque peu durant l'essai et a ainsi absorbé de la chaleur du four, ce qui explique que des températures relativement faibles aient été enregistrées. Il n'y a eu aucune flamme et aucune perte de masse durant l'essai, puisque l'aluminium en fusion a été contenu à l'intérieur d'un petit plat. Les résultats de l'essai permettent de croire que les éléments de construction en aluminium ne seront pas soumis à une oxydation rapide en cas d'incendie dans un bâtiment. Ce qui ne veut pas dire que l'aluminium ne peut jamais être soumis à une oxydation rapide; cela peut se produire si certaines conditions généralement très différentes de celles qu'on retrouve lors des incendies à l'intérieur des bâtiments sont présentes<sup>9</sup>.

De nombreuses années d'essais nous ont permis d'apprendre de nombreuses choses au sujet de la performance des matériaux de construction courants. Une partie de ces renseignements est résumée dans le Chapitre 2 du Supplément du Code national du bâtiment du Canada 1985<sup>10</sup>.

La plupart des matériaux de composition animale ou végétale sont classés combustibles d'après la norme CAN4-S114-M80. Le bois, les panneaux de fibres de bois, le papier, le feutre à base de fibres animales ou végétales, le liège, le plastique, le bitume et le brai seraient considérés comme combustibles. Les matériaux combinant des éléments combustibles et incombustibles, comme la plaque de plâtre, sont classés combustibles dans bien des cas, sauf si les éléments combustibles sont en petites quantités. Certains isolants de laine minérale avec liant combustible, béton de cendres, ciment et particules de bois, ainsi que la placoplâtre à base de fibres de bois seraient également classés combustibles. Ordinairement, l'addition de produits chimiques ignifuges ne suffit pas pour transformer un produit combustible en produit incombustible.

Les matériaux incombustibles incluent la brique, le carreau céramique, le béton de ciment Portland avec granulats incombustibles, les métaux utilisés couramment dans les bâtiments, le verre, le granit, le grès, l'ardoise, la pierre calcaire et le marbre.

### **Exigences des codes du bâtiment**

En plus de faire une distinction entre les matériaux combustibles et incombustibles, la version actuelle du CNB établit une distinction entre les constructions combustibles et incombustibles. Puisque la construction combustible est définie comme une construction qui n'est pas conforme aux exigences d'une construction incombustible, il est important d'examiner d'abord ce qu'on entend par une construction incombustible.

Dans une construction incombustible, les ensembles doivent être construits avec des matériaux incombustibles, bien que pour des raisons pratiques, certains éléments combustibles soient permis. Cependant, seuls les éléments combustibles spécifiés à l'article 3.1.4.5 du CNB peuvent être utilisés. Par exemple, la plaque de plâtre, qui est considérée comme combustible, est permise dans une construction incombustible. Lorsque des matériaux combustibles sont permis, des restrictions additionnelles sont souvent imposées concernant leur utilisation. Par exemple, un isolant combustible est permis, pourvu qu'il respecte certaines exigences reliées à la propagation de la flamme et (dans certains cas) qu'il soit protégé par une barrière thermique comme une plaque de plâtre. En ce qui concerne les revêtements intérieurs de finition combustibles, des restrictions sont également imposées concernant l'épaisseur du matériau.

Si un ensemble est construit essentiellement avec un matériau incombustible contenant des éléments combustibles qui ne sont pas permis par le Code pour une construction incombustible,

l'ensemble fait partie de la catégorie des constructions combustibles. Une construction combustible comprend habituellement une ossature de bois traditionnelle ou une construction de gros bois d'oeuvre.

Le CNB exige qu'un bâtiment soit de construction incombustible si l'on s'attend à ce que les occupants aient beaucoup de difficulté à évacuer lors d'un incendie. Les bâtiments qui excèdent une certaine hauteur ou aire de surface doivent être de construction incombustible. Les limites de hauteur et d'aire du bâtiment en vertu desquelles un bâtiment peut être de construction combustible dépendent du type d'établissement, du nombre de rues auxquelles le bâtiment fait face, et de l'existence d'un réseau d'extincteurs automatiques à eau dans le bâtiment.

À titre d'exemple, les exigences concernant les habitations sont résumées à la figure 8. Les habitations dont la hauteur n'excède pas trois étages ou dont l'aire du bâtiment (superficie d'un seul étage) n'excède pas 600 m<sup>2</sup> (comme les logements uni ou bifamiliaux et les immeubles d'appartement de petites dimensions), peuvent être de construction combustible et construits en conformité avec la partie 9 du CNB. On présume que les occupants ont suffisamment de temps pour évacuer et que les moyens d'extinction suffisent à circonscrire les incendies dans les bâtiments de petites dimensions. Toutes les autres habitations doivent être construites en conformité avec les exigences plus sévères de la partie 3 du CNB.

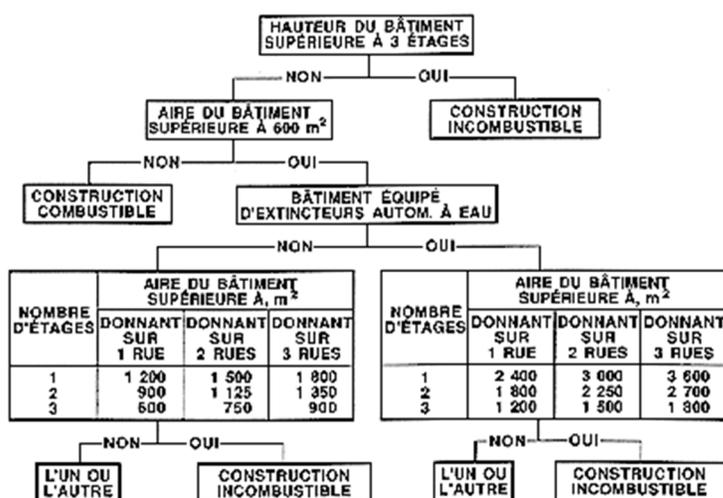


Figure 8 Exigences du CNB

concernant la construction incombustible dans les habitations

Les habitations dont la hauteur excède trois étages doivent être de construction incombustible. Ceux dont la hauteur n'excède pas trois étages mais dont l'aire de bâtiment est supérieure à 600 m<sup>2</sup> peuvent être de construction incombustible, selon la présence d'extincteurs automatiques à eau dans le bâtiment, le nombre d'étages, l'aire du bâtiment et le nombre de rues auxquelles il fait face. Les exigences exactes sont énumérées à la figure 8. L'évacuation et les opérations de lutte contre l'incendie sont censées se dérouler plus facilement dans les bâtiments dotés d'extincteurs automatiques à eau, dans les bâtiments de faible hauteur, ayant une aire plus petite et offrant un accès direct aux sapeurs-pompiers sur plusieurs côtés (rues).

Pour certains bâtiments, une construction combustible ou incombustible est permise. Si le concepteur choisit une construction uniquement incombustible, il lui faudra toutefois appliquer les mesures moins sévères de protection contre l'incendie (p. ex. indice de propagation de la flamme) en vigueur dans les constructions combustibles.

La logique qui entoure la conception des habitations fait contraste avec la logique utilisée dans l'élaboration des exigences pour les prisons. Comme la mobilité des prisonniers est généralement restreinte, l'évacuation en cas d'incendie est très problématique. De plus, les opérations de lutte contre l'incendie sont souvent entravées par la difficulté que pose l'accès au

foyer. Pour ces raisons, tous les pénitenciers doivent présentement être de constructions combustibles, sans égard à des facteurs comme la hauteur du bâtiment, l'aire du bâtiment et la présence d'extincteurs automatiques à eau.

### **L'essai d'incombustibilité - ses lacunes**

La norme CAN4-S114 est un essai très sévère, qui a pour objectif de déterminer si un matériau est incombustible ou non. Le matériau réussit ou échoue: des résultats d'essai numériques ne sont pas fournis. Règle générale, il n'est pas pratique de construire un bâtiment seulement avec des matériaux incombustibles. Par conséquent, de nombreux matériaux combustibles sont permis dans une construction incombustible.

Depuis plus de dix ans maintenant, les rédacteurs des codes veulent faire une distinction entre divers degrés ou niveaux de combustibilité: d'incombustible à très combustible. Exiger l'utilisation de matériaux incombustibles étaient une pratique commode mais trop sévère. Une solution plus convenable serait de permettre un certain degré de combustibilité en deçà de limites sécuritaires. Bien que les comités responsables pour la rédaction du Code désirent adopter une telle stratégie, ils n'ont pu le faire par faute d'une procédure d'essai appropriée. Des tentatives pour modifier la norme CAN4-S114 ont été faites à cet égard, mais sans succès. Le four décrit plus haut permet de déterminer rapidement si un matériau est incombustible ou combustible; il peut difficilement servir à évaluer le degré de combustibilité des matériaux combustibles.

### **Un nouvel essai d'incombustibilité**

Sous les auspices des Laboratoires des assureurs du Canada, des efforts sont déployés en vue de mettre au point une méthode d'essai pour déterminer le degré d'incombustibilité des matériaux. Cette méthode serait élaborée sur le modèle d'un essai américain mis au point pour d'autres fins<sup>11</sup>.

L'échantillon d'essai sera placé dans une petite chambre ventilée et soumis à deux différents niveaux d'exposition thermique par rayonnement. Une inflammation des gaz volatils sera tentée à l'aide d'une petite flamme. La mesure critique sera le taux de dégagement de la chaleur du matériau pour les deux niveaux d'expositions.

À l'aide de ces données, il sera possible d'établir deux catégories de matériaux combustibles. Ces deux catégories, qui indiqueront la contribution d'un matériau au développement et à la gravité d'un incendie, seront mentionnées dans le CNB.

### **Équivalences et considérations relatives à la conception**

Les exigences du CNB relatives à la protection contre l'incendie sont conçues pour assurer un degré minimum de sécurité aux occupants des bâtiments. Certains sont d'avis que ces exigences assurent, en majeure partie, suffisamment de temps pour que les occupants puissent atteindre sans danger une zone sûre à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment.

De temps à autre, en examinant la conception de certains bâtiments, il s'est avéré que ces exigences n'étaient pas compatibles avec l'esprit de la conception. Dans ces cas, les exigences sont considérées d'une certaine façon comme trop "restrictives". Cette situation peut se produire dans la conception d'un nouveau bâtiment ou dans la rénovation d'un bâtiment existant.

Il est impossible de prévoir tous les aspects de la conception en élaborant le CNB. Pour favoriser le recours à de nouvelles technologies ou options qui ne sont pas spécifiquement couvertes dans le CNB, la section 2.5 autorise l'utilisation de solutions permettant d'obtenir des degrés de sécurité équivalant à ceux exigés par le CNB. La plupart des codes provinciaux ont adopté une politique semblable. Il est habituellement nécessaire de fournir de la documentation prouvant que l'équivalent proposé remplit les conditions de rendement exigées par le présent Code.

L'un des objectifs de ce séminaire est de démontrer comment des solutions équivalentes peuvent être élaborées. Dans chaque exposé, des exemples seront présentés. Ces exemples ont été choisis seulement dans le but de démontrer les procédés et la logique qui interviennent. Il peut très bien y avoir des contextes dans lesquels ces exemples produiraient des solutions qui ne seraient pas satisfaisantes.

Un exemple d'élaboration d'un équivalent est celui d'une importante scierie qui désirerait construire un nouveau siège social. La compagnie insiste afin que le bâtiment soit de construction combustible, puisqu'il doit servir d'exemple de construction à ossature de bois avec plusieurs grandes pièces recouvertes de panneaux de bois de la meilleure qualité.

Un architecte, spécialiste de la construction à ossature de bois, a été retenu pour concevoir le bâtiment. Lors de sa première réunion avec la compagnie, il apprend que le bâtiment aura trois étages de haut et que chaque étage aura une superficie de 5 500 m<sup>2</sup>. Il souligne immédiatement que, selon l'article 3.2.2.30 du CNB, le bâtiment doit être de construction incombustible. La plus grande superficie de plancher permise dans un immeuble à bureaux de trois étages de construction combustible est de 4 800 m<sup>2</sup>, à condition que le bâtiment soit doté d'un réseau d'extincteurs automatiques à eau et fasse face à au moins trois rues.

Puisque la compagnie insiste pour que le bâtiment ait une ossature de bois, l'architecte doit élaborer une solution équivalente. À cet égard, il se peut que les exigences du code du bâtiment concernant les bâtiments de cette dimension doivent être dépassées afin d'assurer aux occupants suffisamment de temps pour évacuer en toute sécurité. L'architecte peut proposer toute combinaison des mesures suivantes:

- accroître le nombre d'issues requis et raccourcir les trajets d'évacuation;
- accroître le nombre de détecteurs d'incendie et d'alarmes requis;
- utiliser des extincteurs automatiques à intervention rapide au lieu des extincteurs traditionnels;
- augmenter l'utilisation ou le niveau de performance des compartimentations à l'intérieur du bâtiment;
- former un corps de pompiers interne.

Pour s'assurer que les bâtiments voisins ne seront pas menacés en cas d'incendie de l'immeuble à bureaux, il faudrait également accroître les distances minimales séparant le bâtiment des limites de la propriété.

Comme la surface de plancher de 5 500 m<sup>2</sup> excède de peu la valeur permise de 4 800 m<sup>2</sup>, il est possible qu'en dépassant les exigences minimales contenues dans le CNB, l'architecte arrive à persuader les autorités compétentes de permettre que le bâtiment soit une construction à ossature de bois. L'architecte devrait être prêt à prouver que la solution équivalente fournit un niveau de sécurité égal ou plus élevé que celui fourni par les exigences du CNB. Une expérience d'incendies antérieurs, des essais au feu et des logiciels pourront peut-être fournir l'information nécessaire pour démontrer cet équivalent.

## **Résumé**

La limitation de la combustibilité des matériaux de construction joue un rôle important au niveau de la sécurité incendie. Cependant, le fait de spécifier des matériaux incombustibles ne représente pas toujours une solution pratique. Dans cet exposé, un examen des méthodes d'essai destinées à séparer les matériaux combustibles des matériaux incombustibles a été proposé, et une explication de la portée des exigences relatives aux constructions incombustibles contenues dans le CNB a été présentée. La nécessité de mettre au point des méthodes d'essai plus utiles pour évaluer le degré de combustibilité des matériaux de construction a également été discutée. Finalement, il a été montré que des solutions qui assurent des degrés de sécurité équivalant aux exigences proposées par le Code peuvent dans bien des cas recevoir l'acceptation des autorités compétentes.

## **Références**

1. Code national du bâtiment du Canada 1985, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national du bâtiment, CNRC 23174F, 487 p.
2. Pertes causées par l'incendie au Canada, Rapport annuel 1984. Bureau du Commissaire des incendies du Canada, Ottawa, Ontario, 1986, 23 p.
3. Phillips, D., et Kasem, M.A., 1985. Upholstered Furniture Fires in Canada, Consommation et Corporations Canada, L10127-F32 84/85, 29 p.
4. Code national de prévention des incendies du Canada 1985, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national de prévention des incendies, CNRC 23175F, 176 p.
5. Method of Test for Combustion Resistance of Mattresses - Cigarette Test, CAN2-4.2-M77, méthode 27.7, Office des normes du gouvernement canadien, Ottawa, Ontario, 1977, 6 p.
6. Standard Test Method for Flammability of Clothing Textiles, ASTM D1230-61, Annual Book of ASTM Standards, Part 18, American Society for Testing and Materials, Philadelphie, 1980, 5 p.
7. Method of Test for Flammability - Methenamine Tablet Test for Textile Floor Coverings, CAN2-4.2-M77, méthode 27.6, Office des normes du gouvernement canadien, Ottawa, Ontario, 1977, 2 p.
8. Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction, CAN4-S114M80, Laboratoires des assureurs du Canada, Scarborough, Ontario, 1980, 15 p.
9. Chapitre 10, section 5, "Metals", Fire Protection Handbook, 16. édition, National Fire Protection Association, Quincy, MA (1986).
10. Supplément du Code national du bâtiment du Canada 1985, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national du bâtiment, CNRC 23178F, 290 p.
11. Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products, ASTM E906, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.07, American Society for Testing and Materials, Philadelphie, 1986, pp. 915-936.

***Cet article faisait partie de la documentation technique produite dans le cadre du Regard 87 sur la science du bâtiment intitulé « Conception en fonction de la sécurité incendie : La science et son application aux codes du bâtiment », série de colloques présentés dans d'importantes villes canadiennes en 1987.***