

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

La propagation des flammes

Shorter, G. W.

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/10.4224/40001113>

Digeste de la construction au Canada, 1965-11

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=d4b3becc-28a4-46a7-b1b8-427d25864922>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=d4b3becc-28a4-46a7-b1b8-427d25864922>

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.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 45F

La propagation des flammes

Publié à l'origine en novembre 1965

G.W. Shorter

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Il est de toute première importance, pour la protection contre les incendies, de connaître la rapidité probable de la propagation des flammes et l'étendue possible d'un incendie dans un bâtiment quand un feu y a débuté. La marche de l'incendie dépend des particularités du bâtiment considéré et de ses éléments; l'architecte peut la modifier dans de grandes proportions. Le principal moyen à sa disposition pour limiter l'extension d'un incendie consiste à prévoir un compartimentage par lequel différentes parties du bâtiment, y compris les issues, sont séparées les unes des autres par des cloisons résistant convenablement au feu (voir les CBD **11F** et **33F**). L'architecte pourrait aussi envisager comment diminuer autant que possible la vitesse de croissance et de propagation des flammes à l'intérieur d'un compartiment. Ces vitesses dépendent partiellement des particularités de la propagation des flammes selon la nature des faces apparentes des cloisons constituant le compartiment, et ce sera le sujet de ce Digeste.

La nature des incendies et la façon dont il est possible qu'ils se développent à l'intérieur d'un compartiment ont été traitées dans le **CBD 31F**. La propagation des incendies est influencée par un certain nombre de facteurs variant selon les cas. L'expérience montre que la nature des revêtements intérieurs peut influencer considérablement la marche de l'incendie. Le degré d'inflammabilité du matériau constituant ces derniers détermine souvent à la fois la possibilité d'éclatement d'un incendie et sa vitesse de propagation à l'intérieur d'un compartiment.

La vitesse avec laquelle les flammes se propagent sur un matériau de revêtement constitue très souvent un des facteurs principaux déterminant l'étendue de l'incendie qu'affrontera le corps des pompiers à son arrivée. Si les revêtements ont été choisis parmi ceux sur lesquels les flammes ne se propagent que lentement, la vitesse de développement de l'incendie à l'intérieur d'un compartiment sera plus faible, sous réserve que le contenu du compartiment ne soit pas extrêmement inflammable. Si la vitesse de croissance de l'incendie est suffisamment faible, et sous réserve que l'alarme soit donnée assez tôt, il serait même possible au corps de pompiers d'éteindre un feu avant qu'il n'atteigne des proportions importantes à l'intérieur d'un compartiment.

En général, une faible vitesse de croissance de l'incendie augmente les chances de sauvetage des occupants des lieux où il a débuté. Il arrive souvent que les incendies se développent lentement; mais lorsque des revêtements intérieurs inflammables sont en cause, ils tendent à accélérer le développement de l'incendie de telle façon que l'embrasement se produit plus tôt. On dit que l'embrasement se produit quand tout l'espace d'une pièce est enveloppé de flammes. Dès ce moment, la survie des occupants n'est plus possible en raison de l'augmentation rapide de la température atteignant souvent plusieurs centaines de degrés. Les corridors, les cages d'escalier et autres voies de fuite pouvant servir pendant les premiers stades d'un incendie, doivent aussi être considérés comme des compartiments, bien que l'absence habituelle d'ameublement les distingue des espaces occupés normalement. Dans ce cas, la propagation de l'incendie dépend plus directement de la combustibilité des matériaux apparents et le rôle de ces issues de sauvetage mérite une attention spéciale.

On n'a reconnu qu'assez récemment le danger d'une propagation rapide des flammes et l'alimentation que leur fournissent les revêtements en matériaux combustibles. Les études sur ce sujet ont été entreprises à la suite de plusieurs gros incendies qui causèrent de nombreuses morts aux Etats Unis en 1940. Des travaux très considérables ont été poursuivis sur la mise au point de méthodes d'essais comparatifs sur les particularités de la combustion des surfaces des matériaux de construction. De nombreux codes de la construction, y compris le Code national de la construction au Canada, reconnaissent maintenant le danger d'une propagation rapide des flammes, et édictent les mesures à prendre pour la limiter.

Essais de propagation des flammes.

Bien que l'idée de propagation des flammes soit très simple à concevoir, la situation réelle est d'étude difficile. Aussi, n'est-il pas aisé de mettre au point un essai-type destiné à évaluer le rôle des revêtements intérieurs dans des conditions réelles. Trois essais de propagation des flammes, mis au point en Amérique du Nord, sont reconnus plus au moins largement; on les appelle familièrement "Essai au grand tunnel" (Large Tunnel Test); "Essai au panneau à chaleur rayonnante" (Radiant Panel Test) et "Essai au petit tunnel" (Small Tunnel Test). L'essai au grand tunnel a été mis au point par Underwriters' Laboratories Inc.; c'est actuellement le seul essai reconnu par le Code national de la construction au Canada. La publication Standard E84-61 de l'ASTM décrit la méthode de réalisation de cet essai. Le National Bureau of Standards des Etats-Unis a mis au point plus tard l'essai du panneau à chaleur rayonnante, décrit dans la publication Standard E162-60T de l'ASTM. Le troisième essai, celui du petit tunnel, a été mis au point par les laboratoires des produits forestiers des États-Unis et les normes de cet essai sont en cours de formulation par l'ASTM. Voici une courte description de ces trois essais:

ASTM E84-61. Essai sur les particularités de la combustion de la surface des matériaux de construction. C'est l'essai au grand tunnel comportant l'utilisation de grands échantillons. Le tunnel de combustion est long d'environ 25 pieds, large de 17 pouces et demi et haut de 12 pouces. A une extrémité du tunnel deux brûleurs à gaz envoient des flammes contre la face interne de la partie supérieure du tunnel, constituée par l'échantillon à l'essai. On admet que la flamme incendiaire jaillit jusqu'à 5 pieds et demi de l'extrémité du tunnel, où est installé le brûleur à gaz. On mesure la vitesse de propagation du feu, la densité de la fumée et la température des gaz qui s'échappent. La particularité principale de cet essai consiste dans le fait qu'après mise au point du matériel d'essai, le feu doit se propager en 5 minutes et demie sur 19 pieds et demi de parquet de premier choix en chêne boréal. Cet essai particulier est considéré comme donnant le 100 d'une échelle de classification. On attribue la valeur zéro à ce même essai exécuté sur un panneau de fibrociment (asbestos-cement). L'essai sur ces deux matériaux fournit les points extrêmes de l'échelle-étalon.

Les différentes vitesses de propagation des flammes seront chiffrées comme suit:

1. Concernant les matériaux à la surface desquels les flammes se propagent sur 19 pieds et demi en 5 minutes et demie ou moins, on obtiendra l'indice en multipliant $5\frac{1}{2}$ par 100, puis en divisant par la durée en minutes que met la flamme à se propager sur 19 pieds et demi.
2. L'indice relatif aux matériaux à la surface desquels la flamme met plus de 5 minutes et demie, mais moins de 10 minutes, à se propager sur 19 pieds et demi, sera calculée ainsi: multiplier $5\frac{1}{2}$ par 100, puis diviser par le temps (en minutes) nécessaire à la flamme pour se propager sur 19 pieds et demi. Ajouter à ce quotient la moitié de la différence entre celui-ci et 100.
3. L'indice relatif aux matériaux à la surface desquels la flamme ne parcourt qu'une partie du trajet, puis arrête son progrès ou même retraite, sera obtenu en multipliant par 100 la distance en pieds entre le jet de gaz incendiaire et l'avance maximale de la flamme, puis en divisant le résultat par $19\frac{1}{2}$.

Les données sur le matériau d'essai qui a brûlé et la fumée sont reportées sur un graphique en utilisant les mêmes coordonnées; la comparaison entre des surfaces limitées par les courbes respectives et les axes établit un classement numérique par lequel les particularités du matériau peuvent être comparées à celles du panneau de fibrociment et au parquet de chêne boréal de premier choix.

ASTM E162-60T. Essai d'inflammabilité superficielle de matériaux par utilisation d'une source de chaleur rayonnante. Cette méthode de mesure de l'inflammabilité de la surface des matériaux utilise une source de chaleur rayonnante consistant en un panneau de 12 pouces sur 18 devant lequel on place en inclinaison un échantillon de 6 pouces sur 18 du matériau à essayer. L'échantillon est installé de façon à s'enflammer à sa partie supérieure, la partie antérieure de la flamme progressant vers le bas.

Le nombre indiquant la vitesse de progression de la partie antérieure de la zone en combustion (taux d'inflammabilité) et un autre nombre indiquant le taux de production de chaleur du matériau essayé donnent, une fois combinés, l'indice de propagation des flammes. On prend également soin de mesurer les données se rapportant à la fumée émise lors de l'essai. En général, la classification des matériaux obtenue par cette méthode correspond à celle que donne l'essai au grand tunnel.

Essai au petit tunnel. L'installation comprend trois parties principales: un foyer, un tunnel de 8 pieds de long pour la combustion des échantillons, et une cheminée munie d'une hotte. Le foyer contient un brûleur à gaz en forme de T pouvant fournir 3,400 unités anglaises de chaleur (Btu) par minute. Les parois, le fond et la partie supérieure du tunnel de combustion sont isolés, ainsi qu'une plaque de chauffage divisant horizontalement le tunnel à quelques pouces au-dessus du fond. La plaque est percée d'un certain nombre de trous de divers diamètres tout au long d'un de ses côtés. Un échantillon large de 13 pouces $\frac{3}{4}$ et long de 8 pieds est attaché au-dessous de la partie supérieure isolée du tunnel. On place l'échantillon de telle façon qu'il soit incliné sur sa largeur d'un angle de 30 degrés par rapport à la plaque, et que son bord inférieur soit légèrement au-dessus du côté de la plaque de chauffage. Une veilleuse est placée sous la base de l'échantillon incliné.

Au cours d'un essai-type, le brûleur principal émet des gaz brûlants qui chauffent le dessous de la plaque de chauffage et s'échappent par les trous situés au long de cette plaque. L'échantillon est ainsi exposé à l'action des gaz brûlants et de la chaleur rayonnante de la plaque de chauffage. Quand il est suffisamment chaud, la veilleuse l'enflamme. On observe la vitesse de propagation de la flamme au long de l'échantillon par des fenêtres d'observation pratiquées dans les parois du tunnel; on mesure la température et la densité de la fumée dans la cheminée.

La vitesse de propagation, la quantité d'échantillon brûlée et la densité de la fumée sont chiffrées en tenant compte du fait que le chêne boréal se voit attribuer l'indice 100 et le fibrociment l'indice 0. La flamme se propage habituellement en 18.4 minutes, jusqu'à

l'extrémité de l'échantillon en chêne boréal, de sorte que l'essai est poursuivi pendant cette durée, ou moins.

Prescriptions du Code national de la construction relatives à la propagation des flammes

Des prescriptions détaillées se rapportant à la propagation des flammes ont figuré pour la première fois dans le Code national de la construction au Canada lors de sa révision en 1960. Les considérations générales ayant conduit à leur introduction ont été les suivantes:

1. Tous les efforts possibles devraient être mis en oeuvre pour que, en cas d'incendie, le séjour dans les corridors de tous les bâtiments publics demeure soutenable aussi longtemps que possible. Un choix sévère parmi les moins inflammables des matériaux de revêtement, surtout ceux destinés aux plafonds, s'impose en vue d'arriver à prolonger la durée de séjour possible dans les corridors.
2. Dans les locaux utilisés aux fins de réunions publiques, spécialement là où l'on a pris soin de réduire la quantité de matériel combustible, il serait logique d'exclure les revêtements intérieurs particulièrement inflammables. Dans les endroits tels qu'auditoriums et théâtres, il est essentiel, en cas d'incendie, d'éviter la panique.
3. Les matériaux de revêtement destinés à des locaux où les occupants ne disposent pas de leur liberté (institutions pénales par exemple) ou sont immobilisés par des infirmités (hôpitaux par exemple), devraient être soigneusement sélectionnés. Tous les efforts possibles devraient être réalisés afin de ralentir l'extension d'un incendie, en raison du temps important qu'exige souvent, dans ce cas, une évacuation sans accidents.
4. L'on devrait accorder la même attention aux locaux résidentiels tels que les hôtels où de nombreuses personnes pourraient être endormies. Ici aussi, il semble souhaitable de restreindre dans une certaine mesure l'emploi de matériaux de revêtement facilement inflammables.

Le Code national de la construction au Canada, édition 1960, a édicté les prescriptions ci-après concernant la propagation des flammes. Elles sont basées sur les chiffres obtenus lors des essais au tunnel suivant la méthode ASTM E84.

Corridors. La vitesse de propagation des flammes doit être inférieure à 25 sur les plafonds et à 75 sur les murs. Une autre disposition autorise une vitesse allant jusqu'à 150 sur la moitié inférieure des murs à condition que la vitesse sur la moitié supérieure n'excède pas 25. Dans le cas où il existe une installation d'extincteurs automatiques, l'on admet sur toutes les surfaces une vitesse de propagation des flammes allant jusqu'à 150.

Locaux destinés à des réunions et à des institutions, et locaux résidentiels. La vitesse de propagation des flammes doit être inférieure à 150 sur les surfaces de tous les finis intérieurs.

Classement des vitesses de propagation des flammes

Les essais effectués en utilisant la méthode ASTM E84 ont été exécutés pour la plupart par les "Underwriters' Laboratories" aux Etats-Unis et au Canada sur des matériaux de construction d'indice inférieur à 75 et de marques déposées. L'on peut trouver la classification obtenue par ces essais dans la liste des matériaux de construction d'"Underwriters' Laboratories Inc." et dans la liste des appareils, équipement et matériaux approuvés de l'"Underwriters' Laboratories of Canada". Seuls des essais en nombre limité, la plupart effectués sur des bois d'oeuvre non traités, ont été exécutés sur des matériaux autres que des spécialités.

La table 8-143 du manuel de la NFPA (National Fire Protection Association), douzième édition (1962), donne, pour un grand nombre de matériaux différents, la liste des vitesses de propagation des flammes, toutes basées sur les résultats d'essais au tunnel. On trouvera ci-dessous quelques-unes de ces vitesses. Elles varient de 60 à 215 pour les bois d'oeuvre non traités et de 10 à 60 pour ceux qui le sont. Concernant les contreplaqués non traités, elles varient de 100 pour le sapin de Douglas à 260 pour un contreplaqué à revêtement de noyer.

Elles varient de 15 à 60 pour le contreplaqué en sapin de Douglas traité, et demeurent à peu près les mêmes pour les contreplaqués traités à coeur en sapin de Douglas revêtu de diverses autres essences. En appliquant sur le sapin de Douglas des enduits inhibiteurs, on peut réduire la vitesse de propagation des flammes de 100 jusqu'à 60 et même 10. Après des applications identiques sur planches cellulósiques non traitées, on peut l'abaisser de 225 à 60 et même 10. L'on peut ainsi constater que certains traitements inhibiteurs, dont les enduits superficiels, modifient les caractéristiques de la propagation des flammes sur les planches cellulósiques. L'amélioration ainsi obtenue peut atteindre des proportions telles qu'elle réduise à moins de 25 la vitesse d'avance des flammes. On obtient une vitesse allant de 10 à 15 dans le cas du placoplâtre (planches en plâtre épais de 1/2 à 5/8 de pouce, revêtues de papier sur leurs deux faces).

Le classement des matériaux ordinaires au point de vue de la vitesse de propagation des flammes est actuellement à l'étude en vue de son incorporation dans le Code national de la construction au Canada. Les matériaux seront identifiables avec certitude d'après leur classification ou leur description. Il sera encore nécessaire d'effectuer des classements par essais, tel que requis pour d'autres matériaux, y compris ceux qui sont des spécialités.

Remarques générales

Au cours des études sur l'inflammabilité des matériaux de construction, on fait habituellement mention de l'expression "propagation des flammes". L'ASTM, dans sa publication intitulée "Définitions provisoires des termes relatifs aux essais de résistance au feu des bâtiments et des matériaux de construction", définit cette expression comme suit: "combustion accompagnée de flammes se propageant le long d'une surface; à ne pas confondre avec le déplacement des flammes dû à des appels d'air". On ne comprend pas encore complètement maintenant le processus exact selon lequel une flamme se propage sur une surface. On peut toutefois émettre certaines remarques générales au sujet des facteurs influant sur les caractéristiques de propagation des flammes de divers matériaux.

La flamme ne se propagera normalement pas aussi rapidement sur des surfaces dures et lisses que sur d'autres tendres ou irrégulières. La propagation de la flamme sera ordinairement plus lente sur des matériaux épais de revêtement que sur des matériaux minces de revêtement. Des études indiquent toutefois que la propagation des flammes est relativement indépendante de l'épaisseur pour la plupart des matériaux d'épaisseur supérieure à 1/4 de pouce. Si l'on applique un revêtement de finition sur des matériaux de base, l'absorption de chaleur par ces derniers aura tendance à diminuer la vitesse de combustion du revêtement superficiel, à condition qu'il y ait contact intime entre les deux matériaux. Ceci revêt un maximum d'importance dans le cas de matériaux minces de revêtement. La méthode de fixation du revêtement au matériau de base est un facteur de la plus haute importance. La teneur en humidité d'un matériau, en particulier dans le cas de matériaux cellulósiques, peut aussi, autant que sa teneur en matière combustible, influencer sur la vitesse de propagation superficielle des flammes.

En général, la flamme se propage lentement (vitesse inférieure à 25) sur les matériaux à faible teneur en matière combustible. Parmi ceux-ci, l'on peut citer à titre d'exemple, la pierre, le verre, la plupart des métaux, les matériaux de maçonnerie, les carreaux de céramique, le plâtre, les produits à base d'amiante et le stuc. Il est généralement reconnu que l'application sur ces matériaux de minces enduits tels que deux ou trois couches de peinture ordinaire ou quelques épaisseurs de papier tenture imprimé, n'augmentera pas sensiblement la vitesse de propagation des flammes. Il va de soi que des revêtements extrêmement inflammables tels que des laques à base de nitrocellulose y font exception.

La vitesse de propagation des flammes sur des matériaux fortement inflammables tels que le bois d'oeuvre non traité et les produits cellulósiques, se situe à 75 et au-dessus. Sur la plupart des espèces de bois d'oeuvre et un grand nombre de contreplaqués, elle se situe entre 75 et 150. En vue de l'abaisser en-dessous de 75, il faut soit traiter ces matériaux par imprégnation, soit les revêtir d'un enduit inhibiteur. La durabilité de la protection offerte par ces deux méthodes est cependant problématique. Dans le cas de l'imprégnation, les sels peuvent être

lessivés par l'humidité; dans le cas de l'enduit, l'efficacité de ce dernier peut être réduite par les travaux d'entretien. Si l'on emploie des finis intérieurs contenant une proportion variable de produits combustibles, l'on est souvent amené à se demander quelle est leur influence sur la résistance au feu de l'élément de construction sur lequel ils sont appliqués.

Des finis intérieurs, même combustibles, augmenteront généralement la résistance d'ensemble au feu d'un assemblage, dans la mesure où ces matériaux procurent une isolation thermique supplémentaire. En cas d'incendie, une difficulté additionnelle peut cependant survenir lorsque des matériaux inflammables de revêtement sont soit fixés sur des lattis ou sur des montants, soit suspendus de telle sorte qu'il existe des espaces vides en arrière ou au-dessus d'eux. Un incendie prenant naissance dans un tel espace peut souvent se propager sans être détecté. Si des pare-feu n'ont pas été installés, le feu peut se propager de compartiment en compartiment. En outre, ce genre d'incendie est difficile à éteindre parce que, les jets d'eau n'y ont souvent qu'un accès malaisé.

Au cours de ces dernières années, bien des milieux ont exprimé de l'inquiétude quant à la sécurité de la vie humaine soumise aux effets de la fumée dégagée durant la combustion des matériaux superficiels et de la toxicité des produits de combustion. Divers organismes poursuivent actuellement des recherches dans ce domaine. En cas d'incendie, l'on considère généralement que la réduction de la visibilité due à la fumée est un danger plus grave que ses effets physiologiques sur les occupants d'un immeuble lorsqu'ils cherchent à l'évacuer. Toutes les méthodes d'essai sur la propagation des flammes comprennent la mesure de la fumée dégagée pendant l'essai. On peut se demander toutefois si un sévère essai portant sur la propagation des flammes convient aussi pour la mesure de la fumée dégagée. A cela s'ajoute la tâche difficile d'établir une relation entre les chiffres obtenus pendant un essai et ceux qui prévalent dans les conditions d'un incendie réel d'immeuble. Un grand nombre des recherches en cours actuellement portent sur la possibilité pour un individu de voir l'indication "sortie" à l'extrémité d'un corridor lorsque celui-ci se remplit de fumée.

Conclusion

Il est reconnu que d'autres facteurs que l'inflammabilité des matériaux de revêtement, par exemple: l'accès d'air, la nature et la répartition du matériel contenu dans le compartiment et la forme géométrique de ce dernier, peuvent avoir une réelle influence sur l'extension d'un incendie. Toutefois, lorsque ces facteurs sont équivalents, l'incendie s'étendra plus rapidement dans celui des compartiments qui est équipé des matériaux de revêtement les plus inflammables. Il convient donc de réserver une place d'importance au choix des matériaux de revêtement intérieur des immeubles. II influe non seulement sur la sauvegarde des biens, mais aussi sur la sécurité des occupants. Le danger existe quand même pour ceux qui, se trouvant dans d'autres secteurs, peuvent y être pris au piège par un incendie à propagation rapide. Cet aspect de la protection contre l'incendie mérite incontestablement l'attention de ceux qui conçoivent des plans d'immeubles, afin que les bâtiments actuellement en cours d'étude ne constituent pas dans l'avenir un sérieux danger pour la vie humaine.