

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Le vitrage dans les murs résistants au feu Richardson, J. K.; Chown, G. A.

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/10.4224/40000968>

Digeste de la construction au Canada, 1988-04-01

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=34f55d48-b4ac-4096-8675-f1a71349de95>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=34f55d48-b4ac-4096-8675-f1a71349de95>

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-248-F

Le vitrage dans les murs résistants au feu

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.

Publié à l'origine en avril 1988.

JK Richardson et G.A. Chown

Résumé

Ce digest fait état des résultats des essais en vraie grandeur, ainsi que des exigences, des avantages et des limitations d'un système de vitrage résistant au feu protégé par une installation d'extinction automatique à eau.

Introduction

Il existe une nouvelle façon de concevoir et de construire des murs vitrés résistants au feu : elle comporte une mesure active de protection incendie. Encore au stade de la mise au point, cette technique pourrait néanmoins donner aux concepteurs une plus grande latitude pour le respect de l'esprit des dispositions des codes.

Principes de protection incendie

Les stratégies de protection incendie sont généralement basées sur l'application d'un seul principe ou de deux principes combinés. La compartimentation, principe passif de protection incendie établi de longue date et reconnu dans les codes du bâtiment, vise à limiter la propagation du feu au moyen de barrières physiques. Pour être efficaces, ces barrières doivent être complètes et solides. C'est pourquoi les éléments comportant du vitrage, sauf de petites quantités de verre armé, sont rarement utilisés dans les murs des compartiments étanches au feu.

L'autre principe bien établi de limitation de la propagation du feu est basé sur l'utilisation de systèmes actifs de protection incendie, généralement des installations d'extinction automatique à eau. Pour être efficaces, celles-ci doivent être conçues de façon à pouvoir maîtriser les foyers d'incendie et être dotées d'une alimentation en eau adéquate et fiable.

Exigences des codes

Les ingénieurs de sécurité incendie reconnaissent la nécessité de règlements visant à limiter la propagation du feu à l'intérieur des constructions et d'une construction à une autre. Les codes du bâtiment prescrivent souvent la compartimentation au moyen de murs et de planchers ayant une cote de résistance au feu. Cependant, le respect de ces exigences est parfois assuré aux dépens des qualités fonctionnelles ou environnementales d'un bâtiment. Ainsi, la surface de vitrage permise dans un mur extérieur peut être grandement restreinte si ce mur est situé près d'un autre bâtiment ou d'une limite de propriété. Pourtant, si le mur devait être construit

sans vitrage, l'utilisation potentielle de la surface de plancher longeant ce côté de la construction s'en trouverait limitée.

De même, le concepteur d'un bâtiment peut prescrire, pour des raisons de sécurité, d'esthétique ou de fonctionnalité, l'ouverture visuelle entre les compartiments, qui doivent, selon le code applicable, être séparés par une construction ayant une cote de résistance au feu. Ces conditions se présentent souvent dans un immeuble comportant un atrium. La difficulté est de savoir comment mettre le plus de vitrage possible dans ces murs sans réduire le niveau de protection incendie.

Vitrage extérieur

La réalisation d'une construction satisfaisant aux critères de résistance au feu et comportant des surfaces vitrées plus grandes que celles permises par les codes du bâtiment dans le cas du verre armé constituait un objectif important pour les concepteurs de l'immeuble de la First National Bank, à Chicago, en Illinois, en 1969^{1, 2}. Le code du bâtiment applicable exigeait que l'extérieur de l'immeuble soit protégé contre le feu qui aurait pu éclater dans un bâtiment adjacent, mais l'architecte préférait ne pas utiliser de verre armé dans ce mur.

On a pensé que le verre trempé protégé par un brouillard d'eau assurerait la résistance au choc thermique et empêcherait le passage de la chaleur radiante et convective provenant d'un incendie dans le bâtiment adjacent.

Un système de type déluge (toutes les têtes d'extinction fonctionnent en même temps) a fait l'objet d'essais aux Underwriters' Laboratories Inc.³ Les têtes d'extinction ont été installées sur la façade de l'immeuble, tout comme les détecteurs de chaleur qui les déclenchaient. On a ajouté un agent de mouillage à la réserve d'eau.

Il a été démontré que le vitrage pouvait résister à une exposition au feu de 45 min s'il était protégé par une installation d'extinction automatique à eau pour fenêtres de conception spéciale.

Vitrage intérieur

En 1984, on prévoyait ajouter une aile à l'hôpital pour enfants de Toronto, en Ontario. On se proposait de relier le bâtiment existant à la nouvelle aile au moyen d'un atrium, les chambres des malades donnant sur l'espace intérieur paysager. Comme le Code national du bâtiment du Canada⁴ interdit l'aménagement d'atriums dans les établissements de soins de santé, les chambres des malades devaient être séparées de l'atrium par des murs ayant un degré de résistance au feu de 2 h.

En se basant sur les dispositions d'équivalence du code, on a proposé de séparer les chambres des malades de l'atrium par un élément en verre trempé protégé par une installation d'extinction automatique pour fenêtres. On a réalisé des essais de tenue au feu en vraie grandeur pour démontrer l'équivalence.

Comme le système envisagé n'utilisait pas la technique déluge, les données élaborées pour les essais destinés à la First National Bank ne s'appliquaient pas intégralement. On a plutôt mis au point une tête d'extinction spéciale, de type fermé, assurant une pulvérisation d'eau efficace sur toute la surface du vitrage. L'exposition au feu devait se produire du même côté du vitrage que la tête d'extincteur. Le vitrage a donc été exposé à un feu allumé du côté intérieur, lequel est représenté par la courbe standard temps-température⁵.

Fenêtres. Trois types de fenêtres ont été soumis des essais au Laboratoire national de l'incendie du Conseil national de recherches du Canada⁶:

Série
1: vitrages simples armés et trempés installés dans des châssis d'acier creux;

Série vitrages doubles (verre trempé et ordinaire) installés dans des châssis creux en
2: aluminium;

Série
3: vitrage simple trempé installé dans un châssis creux en aluminium.

Installation de la tête d'extinction. La tête d'extinction a été placée sur l'axe central vertical, au sommet de la vitre, et le déflecteur a été positionné de façon à assurer un ruissellement uniforme de l'eau (figure 1). Le tableau I indique les débits d'eau parvenant à la tête d'extinction.

Mode opératoire. Le mode opératoire était essentiellement celui prescrit dans CAN4-SIOIM82, "Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu des constructions et des matériaux"⁵. La pression d'air dans le local d'incendie était positive lors de tous les essais. On a laissé fonctionner la tête d'extinction normalement et on réglait le débit d'eau si des points secs se formaient sur la face exposée au feu de la vitre.

Après exposition au feu et coupure de l'eau, lors d'un essai (numéro 3-1), on a soumis à un essai non standard de tenue à l'eau la face non exposée du vitrage afin de déterminer si celui-ci pouvait résister à l'impact d'un jet de lance même après 2 heures d'exposition au feu.

Domages causés aux fenêtres. Le verre trempé est demeuré intact pendant toute la durée des essais lors desquels les têtes d'extinction se trouvaient dans le local d'incendie. Comme l'indique le tableau 1, on a mis fin aux essais de la deuxième série, c.-à-d. ceux portant sur le vitrage double, afin de limiter les dégâts causés au toit; le verre trempé se trouvant du côté exposé au feu ne s'est pas brisé. La vitre extérieure, en verre ordinaire, s'est fêlé tôt (après 10 à 15 minutes) mais elle est restée en place pendant toute la durée des essais. Le vitrage soumis à l'essai de tenue à l'eau a bien résisté. Dans le cas du verre armé (série 1), le vitrage s'est fêlé avant le déclenchement de la tête d'extinction et il y a eu fêlement important au cours des essais, mais aucune fissure n'a été observée dans le verre.

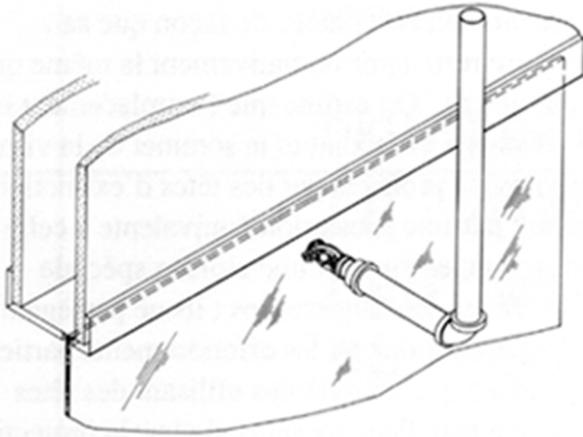


Figure 1. Tête d'extinction située au sommet du vitrage

Performance des têtes d'extinction. Le tableau I indique les temps de déclenchement des têtes d'extinction. De façon générale, les têtes à déclenchement rapide ont réagi deux à trois fois plus vite que les têtes standard. Le tableau I indique aussi les débits d'eau. De façon générale, la modification des débits d'eau avait plus d'effet sur le centre du vitrage que sur les bords et les châssis. Les débits d'eau de 100 à 115 L/min empêchaient la formation de points secs. Suivant la largeur des vitres, les débits au mètre variaient entre 70 et 90 L/min.

Tableau I. Résumé des données d'essais

No d'essai	Type de verre ¹	Dimensions des têtes d'extinction (mm)	Temps de déclenchement (s)	Débit (L/min)	Débit par m de largeur (L/min/m)	Durée (min)
1-1	A	1105x1516	11 ²	60-100	54-90	100

1-2	A	1105x1516	34 ²	80-120	72-109	120
1-3	T	1105x1516	16 ²	80-110	72-100	140
1-4	T	1105x1516	63	100	90	120
1-5	T	1105x1516	59	100	90	120
1-6	T	1105x1516	-	-	-	6.5 ³
1-7	T	1105x1516	-	-	-	5.0 ³
1-8 ⁴	A	1105x1516	315	50-90	45-80	120
2-1	T/O	1492x2073	18	100-110	67-74	93
2-2	T/O	1492x2073	21	110	74	45
3-1	T	1680x2590	34	100-115	60-68	120

Notes:

1 A - armé, T - trempé, O - ordinaire

2 Réponse hâtive de la tête d'extinction due aux températures initiales extrêmement élevées

3 Délai de casse du verre dans essais sans têtes d'extinction

4 Tête d'extinction du côté non exposé au feu

Résumé

1. Les vitrages protégés par des têtes d'extinction de la manière décrite dans le présent digest peuvent résister à une exposition au feu équivalente à l'exposition standard : au moins 2 h pour les vitrages simples et au moins 90 min pour les vitrages doubles.
2. Lorsque les têtes d'extinction sont installées du côté exposé au feu, les modèles à déclenchement rapide et les têtes standard réagissent assez rapidement pour empêcher le verre trempé de se briser. Un essai (1-8) avec têtes d'extinction installées sur la face non exposée n'a pas permis de déterminer si même les têtes à déclenchement rapide pouvaient réagir assez vite pour empêcher le verre trempé de casser.
3. Les débits d'eau minimums des têtes d'extinction nécessaires pour empêcher la formation de points secs sur le verre semblent être de 70 à 90 L/min/m de largeur, mais des débits plus faibles peuvent assurer une protection suffisante. La hauteur de fenêtre peut influencer sur les débits minimums nécessaires.
4. Les vitrages trempés dont la surface est plus de cinq fois et les dimensions plus de 1,8 fois plus grandes que celles indiquées dans le Code national du bâtiment du Canada concernant le verre armé peuvent résister à l'exposition au feu standard pendant au moins 2 h si les têtes d'extinction se trouvent du côté exposé au feu.
5. Les installations d'extinction automatique pour fenêtres utilisées lors de ces essais réduisent de plus de 90 % les niveaux de flux de chaleur rayonnante du côté non exposé.

Limitations de la technique

Les concepteurs et les ingénieurs de sécurité incendie qui utilisent le système actif de protection incendie décrit ici devraient se montrer attentifs, car chaque détail a son importance.

Nombre d'essais de ruissellement visaient à déterminer la meilleure tête d'extinction à employer' son emplacement et son orientation par rapport à la vitre. Il va de soi que l'eau diffusée doit couvrir les coins supérieurs, le centre de la vitre et le châssis. Toute modification de l'orientation ou de l'emplacement choisi dans le cas de la tête d'extinction décrite ici pourrait donner lieu à la formation de points secs sur le verre. Il se peut donc que les têtes d'extinction

installées au plafond n'assurent pas une diffusion uniforme de l'eau et occasionnent la rupture prématurée du verre.

Comme la répartition uniforme de l'eau est essentielle, la présence de vitres plus grandes que celles soumises aux essais ou ayant une géométrie différente pourrait poser un problème. Il peut aussi être difficile de protéger les longs vitrages verticaux, car l'eau s'évapore en s'écoulant et les températures du verre en partie basse peuvent devenir très élevées.

Lors de la détermination de la taille des vitres et des châssis, il faut prévoir la dilatation du verre sous l'effet de la chaleur.

L'alimentation en eau est cruciale. Comme le vitrage peut tenir lieu de cloisonnement coupe-feu passif, il doit avoir la même fiabilité que celle attendue d'une telle paroi. Pour réaliser cet objectif, il se peut que l'on doive alimenter les têtes d'extinction pour fenêtres grâce à une colonne montante distincte ou par raccordement, avec emploi d'une vanne spéciale, à une installation d'extinction automatique se trouvant dans une zone voisine. La mise des vannes sous courant permanent augmenterait sûrement la fiabilité de la technique.

Il est essentiel que l'eau soit projetée sans tarder sur la vitre. L'emplacement et le temps de réponse de la tête d'extinction doivent être tels que le déclenchement se produise avant que le vitrage n'atteigne un niveau de température critique. Si le déclenchement de la tête d'extinction était retardé suffisamment pour permettre à la température du verre trempé d'atteindre environ 250°C, celui-ci pourrait se briser. C'est pourquoi la tête d'extinction doit être placée de façon que sa température reste approximativement la même que celle du vitrage. On estime que l'emplacement idéal est le voisinage immédiat et le sommet de la vitre.

Les vitrages protégés par des têtes d'extinction n'assurent pas une protection équivalente à celle d'un mur coupe-feu ou d'une cloison spéciale séparant des zones dangereuses : ils ne protègent pas contre les explosions ou les effondrements partiels. On a constaté que les systèmes utilisant des têtes d'extinction installées au plafond pour la protection du vitrage étaient plus ou moins efficaces en cas d'élévation rapide de la température; l'emploi d'un système comportant une tête d'extinction placée près de la vitre devrait atténuer ce problème.

Conclusion

En combinant moyens passifs et actifs de protection incendie, on peut améliorer les qualités fonctionnelles et esthétiques des espaces clos. Comme c'est le cas pour toutes les mesures de protection incendie, il faut apporter beaucoup de soin à la conception, à l'installation et à la maintenance du système actif de protection incendie décrit dans ce document afin d'assurer sa fiabilité tout au long de la vie du bâtiment.

Références

1. Bauman, M.R., «Exposure protection by window sprinklers on double-glazed tempered plate glass», *Fire Journal*, vol. 64, n° 5, septembre 1970, p. 54.
2. Richardson, J.K. et D.J. Boehmer, «Pire resistant wall assemblies with glazing», *Society of Fire Protection Engineers, SFPE Bulletin*, n° 87-3, juillet 1987, p. 1.
3. Malcomson, R.W., *Report on window, sprinkler systems*, Underwriters' Laboratories Inc., Report No. NC529, juillet 1969.
4. *Le Code national du bâtiment du Canada 1985*, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national du bâtiment, Ottawa, CNRC 23174F, 1985.
5. *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu des constructions et des matériaux*, Laboratoires des assureurs du Canada, CAN4-SIOI-M82, décembre 1982.
6. Richardson, J.K. et I. Oleskiewicz, «Fire tests on window assemblies protected by automatic sprinklers», *Fire Technology*, vol. 23, n° 2, mai 1987, p. 115-132.
7. Beason, D., «Fire endurance of sprinklered glass walls», *Fire Journal*, vol. 80, n° 4, juillet 1986, p. 43-45.

