

Protection des fenêtres contre le feu à l'aide de gicleurs

par A.K. Kim et G.D. Lougheed

Les propriétaires et les concepteurs de bâtiments sont loin d'avoir toute la latitude voulue pour utiliser les vitrages dans les séparations coupe-feu. Cet article expose les résultats de travaux de recherche accomplis par l'IRC concernant l'utilisation de systèmes de gicleurs spécialisés pour protéger les vitrages lors des incendies, et il présente des lignes directrices qui assureront une protection efficace dans différentes situations.

L'utilisation des vitrages dans les séparations coupe-feu et dans l'enveloppe du bâtiment connaît une faveur de plus en plus grande pour des raisons d'esthétique, de sécurité et d'économie. Le verre ordinaire ne peut être employé à cette fin parce qu'il volerait en éclats après seulement quelques minutes d'exposition au feu, sous l'effet des contraintes thermiques. C'est pourquoi, au chapitre des éléments classés au feu, les codes modèles du bâtiment nord-américains fixent à 1 400 mm la dimension maximale du vitrage vertical en verre armé maintenu par un cadre métallique. Cela constitue une restriction sérieuse pour les architectes et les ingénieurs.

Pour affranchir les concepteurs de cette contrainte sans compromettre la sécurité incendie, des chercheurs de l'Institut de recherche en construction (IRC) du CNRC ont mis au point une méthode de protection par système spécialisé de gicleurs automatiques qui projette un film d'eau sur le vitrage [1]. Ils ont montré que le verre trempé ou semi-trempé (qui n'assure, par lui-même, qu'une protection passive minimale contre l'incendie) protégé par un tel système de gicleurs peut rester intact pendant plus d'une heure. Sur la base de ces études, certaines autorités en matière de codes ont accepté l'utilisation du système de protection par gicleurs dans les séparations coupe-feu, dans les bâtiments, pour des applications particulières.

Choc thermique

Des essais réalisés avec un panneau radiant à échelle réduite ont montré que l'application d'eau froide sur un vitrage chaud peut causer le bris prématuré du verre [2]. Sans protection par l'eau, les vitrages trempés et semi-trempés peuvent supporter une température de plus de 350 °C sur le côté exposé. Toutefois, lorsqu'on a vaporisé de l'eau sur le vitrage chaud, celui-ci s'est brisé à des températures beaucoup plus basses. Les températures critiques pour les vitrages semi-trempés et trempés sont respectivement de 150–165 et 200 °C [2]. La température critique, dans le cas du verre ordinaire (80–90 °C), est trop basse pour permettre une protection efficace au moyen d'un système de gicleurs. Les recherches de l'IRC ont montré que pour

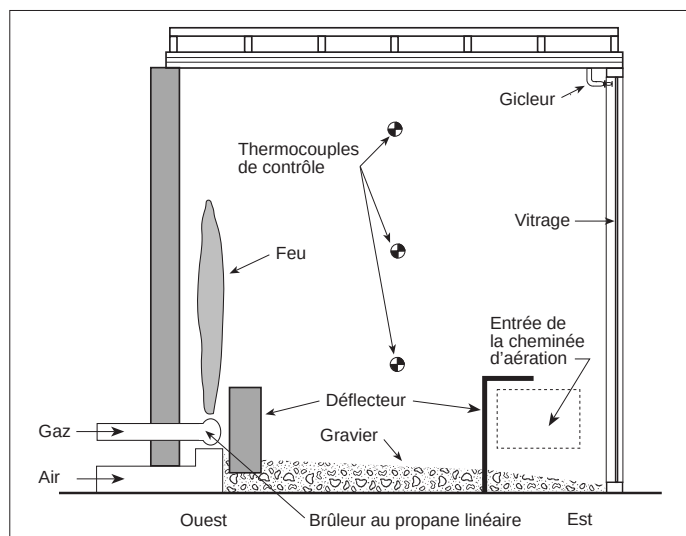


Figure 1. Section du local d'essais

Installation d'essais du CNRC

Les essais de résistance au feu en vraie grandeur sur des fenêtres protégées par gicleurs ont été réalisés dans un local ayant une surface utilisable de 3 600 sur 3 300 mm et une hauteur de plafond de 3 300 mm [2]. La figure 1 fait voir un schéma de l'installation d'essais.

L'exposition au feu était assurée par un brûleur au propane linéaire placé près du plancher adjacent au mur ouest du local d'essais. L'air de combustion était fourni par une conduite d'acier perforée située en dessous du brûleur. Les produits de la combustion et la vapeur étaient évacués de la salle par ventilation naturelle au moyen de deux conduits ayant une section de 600 sur 450 mm.

Exposition au feu

On a établi l'exposition au feu au moyen d'un essai préliminaire sans gicleurs actifs afin de déterminer le débit de propane nécessaire pour maintenir la température moyenne régnant dans le compartiment fermé aussi près que possible de la courbe type temps-température utilisée pour déterminer la résistance au feu des ensembles de bâtiment [3].

Le débit de propane déterminé lors de l'essai d'étalonnage a ensuite été utilisé pour les essais avec protection par gicleurs. Les seuls gicleurs qui fonctionnaient lors des essais étaient ceux utilisés pour protéger la fenêtre. Ce système est destiné à être utilisé dans des bâtiments dotés d'une installation généralisée de gicleurs, mais on suppose que le système de protection des fenêtres en serait un spécialisé et distinct de l'installation généralisée.

assurer une protection efficace, le gicleur doit se déclencher avant que la température du vitrage ne dépasse son niveau critique.

L'aspect conception

Voici un certain nombre de règles visant la conception d'un système spécialisé de protection par gicleurs pour des fenêtres pleine hauteur (du plancher au plafond). Elles concernent la largeur de la fenêtre, l'épaisseur des meneaux et les systèmes multigicleurs.

On a utilisé un gicleur à réponse rapide lors de tous les essais [1,2,4]. Un gicleur a été installé horizontalement au milieu et en haut du vitrage. L'axe du déflecteur de gicleur était à 50 mm sous la partie supérieure du cadre de fenêtre et le déflecteur était à

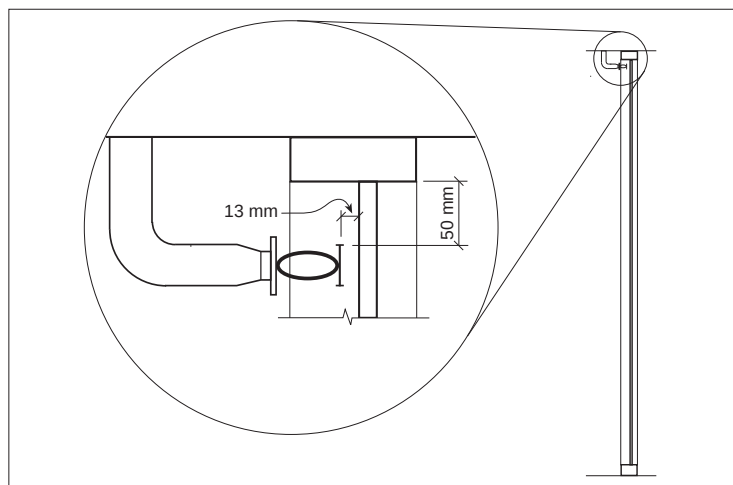


Figure 2. Emplacement du gicleur par rapport à la fenêtre pleine hauteur (section)

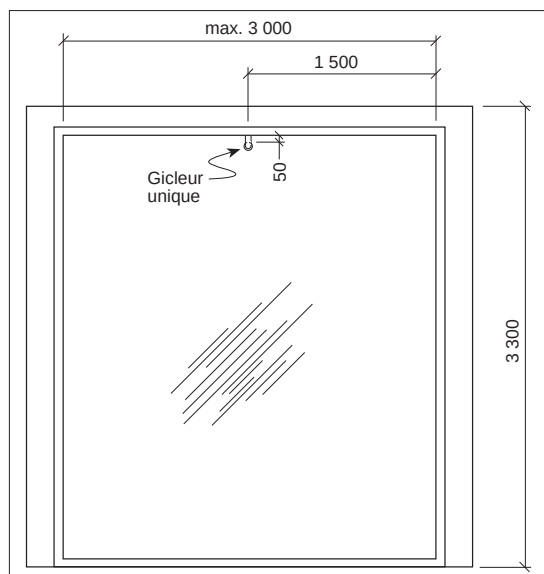


Figure 3. Emplacement du gicleur unique servant à protéger une fenêtre pleine hauteur (élévation)

13 mm du verre (voir figure 2). Le gicleur a été déclenché par le feu et la pression d'eau au gicleur a été maintenue à 145 kPa.

Afin d'assurer une protection adéquate, le gicleur à réponse rapide doit avoir une cote de température de 74 °C et un indice de temps de réponse (ITR) de $22,7 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$ ou moins.

Largeur de la fenêtre

On a réalisé des essais afin de déterminer la largeur maximale de vitrage qui peut être protégée à l'aide d'un seul gicleur. Dans le cas de vitrages de 3 000 mm de largeur, le jet provenant d'un gicleur unique couvrait bien toute la surface du vitrage et du cadre, le premier étant bien protégé par un film d'eau (voir figure 3). Les températures du vitrage atteignaient un état stable en moins de 10 minutes et la fenêtre conservait son intégrité pendant toute la durée de l'essai, soit 2 heures.

Épaisseur du meneau

On a effectué des essais avec des meneaux de 10 mm et de 25 mm d'épaisseur. Les résultats ont indiqué que les meneaux ayant une épaisseur de 25 mm ou plus faisaient obstacle au jet d'eau dirigé vers le vitrage, de part et d'autre des meneaux. On en a conclu qu'un gicleur unique ne peut assurer adéquatement la protection d'un tel vitrage. Par conséquent, dans le cas de fenêtres pourvues de meneaux de plus de 25 mm d'épaisseur, on doit envisager des systèmes de protection multigicleurs. [4]

Systèmes multigicleurs

Lorsqu'on utilise un système multigicleurs pour protéger une fenêtre large ou dotée de meneaux épais, il est possible que le jet d'eau provenant du premier gicleur déclenché retarde le déclenchement d'un

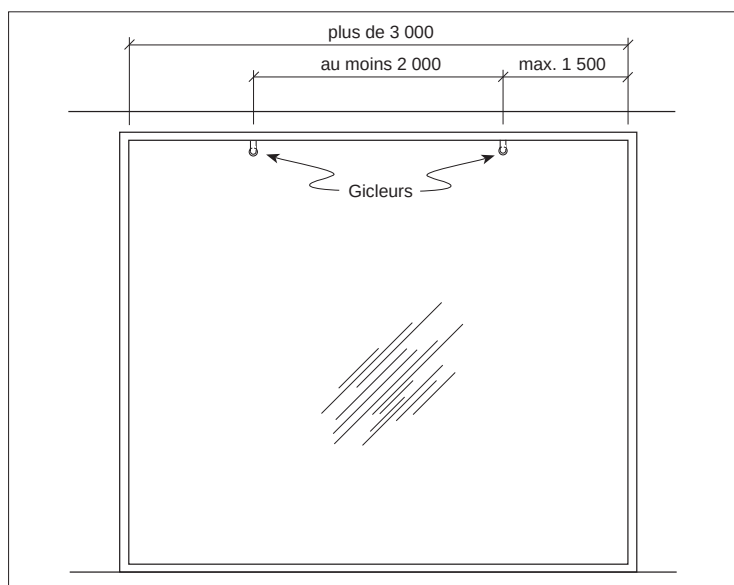


Figure 4. Emplacement des gicleurs dans un système destiné à protéger les fenêtres larges

gicleur adjacent. On a réalisé des essais pour étudier cette question.

Dans le cas de fenêtres très larges sans meneaux, les temps de déclenchement des gicleurs, situés à 2 000 mm d'un gicleur fonctionnant sous une pression de 145 kPa, se situaient dans la plage 5–7 minutes.

Toutefois, la température critique du vitrage n'était pas atteinte avant 10 à 11 minutes. Le second gicleur devrait donc normalement se déclencher avant que les conditions critiques ne soient atteintes. Par conséquent, une fenêtre large ou sans meneaux peut être protégée par un système à deux gicleurs (sans que l'on ait à s'inquiéter du retard de

déclenchement du second gicleur) lorsque ceux-ci sont distancés d'au moins 2 000 mm (voir figure 4). [4]

Lorsqu'il y a un meneau central (d'au moins 50 mm d'épaisseur) entre les gicleurs, l'influence du jet d'eau provenant d'un gicleur adjacent est négligeable; dans ce cas, le second gicleur s'est déclenché en moins de 40 secondes, lors des essais. [2]

Le temps de déclenchement du second gicleur dépend de son orientation et de son emplacement. Si on modifie la géométrie des gicleurs, il faut évaluer l'ensemble de l'installation de protection pour déterminer l'efficacité du système spécialisé de gicleurs.

Gicleurs montés au plafond

L'utilisation de gicleurs montés au plafond (type pendant) pour

protéger les vitrages présente un intérêt esthétique pour les concepteurs. Une étude visant à déterminer l'efficacité d'un tel système a fait ressortir deux sujets de préoccupation : le temps de déclenchement des gicleurs et la forme du jet d'eau sur la surface du vitrage.

Temps de déclenchement des gicleurs. Les gicleurs montés au plafond, ordinaires ou à réponse rapide, ne se déclenchaient pas à temps pour protéger un vitrage trempé pleine hauteur contre un petit feu brûlant sur le plancher, à proximité [4]. Ceci limite l'utilisation de gicleurs montés au plafond pour la protection des vitrages. Ces gicleurs peuvent toutefois être employés dans les cas où la base du vitrage se trouve à au moins 1 000 mm au-dessus du plancher. En effet, les chances qu'un feu localisé touche directement le vitrage sont alors faibles.

Forme du jet d'eau. Une série d'essais portant sur la forme du jet d'eau a montré que la probabilité de bris du verre sous l'effet d'une exposition au feu croît généralement avec l'augmentation de l'épaisseur de l'appui de fenêtre, de la hauteur du gicleur au-dessus du haut du vitrage et de la distance du gicleur à la fenêtre [2]. Ces conclusions sont fondées sur les dimensions de la partie sèche observée sur le vitrage, pour chaque configuration. Plus la partie sèche est grande, plus la probabilité de bris du verre sous l'effet d'une contrainte thermique est forte. Ces études ont permis d'établir les valeurs maximales suivantes pour chaque paramètre (voir figure 5) :

- épaisseur d'appui de fenêtre : 150 mm,
- hauteur du gicleur au-dessus de la fenêtre : 450 mm,
- distance entre le gicleur et la fenêtre : 600 mm. [4]

Aux fins de la conception, les trois paramètres sont interreliés. Le concepteur devrait choisir des distances qui permettront au jet d'eau de couvrir toute la surface du vitrage.

Les essais de tenue au feu utilisant un gicleur monté au plafond avec un système de vitrage en verre trempé de 1 800 mm de largeur, dans le respect de ces distances maximales, ont montré que le jet d'eau était suffisant pour assurer une protection de 1 heure contre le feu.

Si on place un gicleur à réponse rapide monté au plafond à un endroit idéal (à 300 mm de la surface du vitrage et à 300 mm au-dessus du haut d'une fenêtre dont l'appui a 50 mm ou moins d'épaisseur), le jet d'eau assure, pendant au moins 1 heure, une protection suffisante à un vitrage en verre trempé ayant une largeur maximale de 2 600 mm (voir figure 6) [2]. Dans le cas d'une fenêtre

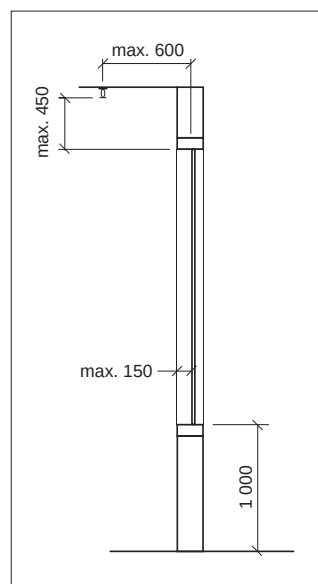


Figure 5. Distances limitatives dans le cas des gicleurs montés au plafond (section)

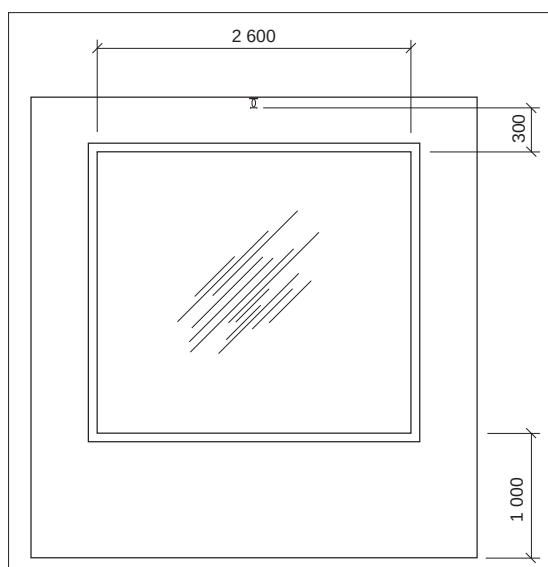


Figure 6. Emplacement (idéal) du gicleur monté au plafond par rapport à la fenêtre (élévation)

plus large, on devrait utiliser un système multigicleurs. Le retard de déclenchement d'un gicleur en raison du fonctionnement d'un gicleur adjacent ne pose pas de problème si les gicleurs sont espacés d'au moins 1 800 mm.

Résumé

Les études de l'IRC ont montré qu'un vitrage de verre trempé ou semi-trempé pouvait être protégé pendant plus d'une heure grâce à un système spécialisé de gicleurs. Il existe toutefois certaines restrictions touchant la largeur du vitrage, l'épaisseur du meneau, l'utilisation d'un seul gicleur ou de plusieurs, et l'emploi de gicleurs montés au plafond. Il faut en tenir compte si l'on veut que l'installation de gicleurs protège bien les fenêtres. Voici les règles à suivre :

- Un gicleur spécialisé à réponse rapide peut servir à protéger une fenêtre pleine hauteur tant contre un gros incendie de compartiment que contre un petit feu brûlant sur le plancher, tout près du vitrage. Le gicleur devrait être monté près du vitrage, au milieu et en haut de la fenêtre.
- On ne devrait pas utiliser un seul gicleur pour protéger un vitrage de plus de 3 000 mm de largeur.
- Il ne faut pas employer un gicleur unique pour protéger une fenêtre ayant des meneaux d'une épaisseur de 25 mm ou plus.
- On peut utiliser un système multigicleurs pour protéger un vitrage ayant plus de 3 000 mm de largeur pourvu que les gicleurs soient distants d'au moins 2 000 mm.

- Si la fenêtre comporte un meneau central d'au moins 50 mm d'épaisseur se trouvant entre les gicleurs, il n'est pas nécessaire que l'espacement entre ceux-ci soit limité.
- On peut utiliser un gicleur monté au plafond pour protéger une fenêtre dont la base est à au moins 1 000 mm au-dessus du plancher.
- Dans le cas d'un gicleur monté au plafond, les valeurs maximales de certains paramètres ont été établies comme suit : épaisseur d'appui : 150 mm; hauteur du gicleur au-dessus de la fenêtre : 450 mm; distance entre le gicleur et la fenêtre : 600 mm. Ces trois paramètres étant interreliés, le concepteur doit choisir des distances qui ne mettront au jet d'eau de couvrir toute la surface du vitrage.
- Un gicleur à réponse rapide monté au plafond, à l'emplacement idéal (300 mm au-dessus de la fenêtre et à 300 mm d'une fenêtre dont l'appui a une épaisseur de 50 mm ou moins), permet de protéger un vitrage d'une largeur maximale de 2 600 mm pendant 1 heure.
- Les gicleurs multiples montés au plafond devraient être espacés d'au moins 1 800 mm.

Références bibliographiques

1. Richardson, J.K., et Oleszkiewicz, I. Fire Tests on Window Assemblies Protected by Automatic Sprinklers, Fire Technology, vol. 23, n° 2, mai 1987, p. 115-132.
2. Kim, A.K., et Loughheed, G.D. The Protection of Glazing Systems with Dedicated Sprinklers, Journal of Fire Protection Engineering, vol. 2, 1990, p. 49-59.
3. CAN4-S101-M82, Méthodes d'essai de résistance au feu des constructions et des matériaux – Laboratoires des assureurs du Canada, Scarborough (Ont.), 1982.
4. Kim, A.K. Protection of Glazing in Fire Separations by Sprinklers, Proceedings of the Sixth International International Fire Conference, Oxford, R.-U., 1993, p. 83-93.

A.K. Kim, Ph.D, et G.D. Loughheed, Ph.D, sont agents de recherche supérieurs au sein du Programme gestion des risques d'incendie, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches.

© 1997
Conseil national de recherches du Canada
Décembre 1997
ISSN 1206-1239