CNRC · NRC

Solution constructive nº 47

Gestion de la fumée dans les atriums – Principes généraux

par G.D. Lougheed

Dans un bâtiment pourvu d'un atrium, la migration de la fumée provoquée par un incendie peut mettre les occupants en danger de façon très sérieuse. Cet article, à l'usage des architectes et des gestionnaires de bâtiments, souligne quelques principes fondamentaux en matière de gestion de la fumée dans les atriums, principes qui doivent être bien compris pour améliorer la sécurité des occupants.

Les atriums sont devenus très prisés tant dans les bâtiments commerciaux que résidentiels ou de bureaux car ils offrent des espaces agréables à l'atmosphère contrôlée et éclairés de façon naturelle. Ces espaces en revanche constituent un défi pour les ingénieurs de la sécurité incendie car leur hauteur (généralement supérieure à 20 m) diminue l'efficacité des systèmes de gicleurs automatiques et l'absence de compartimentation d'un étage à l'autre favorise la propagation des flammes et de la fumée de l'endroit d'origine aux autres parties du bâtiment. Les voies d'évacuation dans les atriums sont une préoccupation majeure car ces dernières sont exposées au danger de propagation de la fumée sauf si des mesures sont prises pour contrôler la fumée.

Les dangers de la fumée

La plupart des décès liés aux incendies sont davantage dus à l'inhalation de fumée qu'aux brûlures. Dans le contexte des techniques de protection contre l'incendie, la fumée est définie comme étant la combinaison des solides en suspension, des particules liquides et des gaz produits lorsqu'un matériau brûle, combinés à l'air entraîné (incorporé au mélange) [1]. Les dangers de la fumée dans les bâtiments sont les suivants :

- **Gaz toxiques**. Le monoxyde de carbone est le plus commun. En outre, suivant les matériaux combustibles présents, des gaz narcotiques (provocant un état d'inconscience) tels que le cyanide d'hydrogène peuvent être produits ainsi que des irritants tels que des halogénures acides et du prop-2-énal.
- **Niveaux d'oxygène réduits**. La réduction d'oxygène peut entraîner la suffocation.
- **Températures élevées**. La chaleur extrême est potentiellement dangereuse pour les gens qui se trouvent dans la fumée ou exposés à ses radiations.
- **Visibilité réduite**. Le manque de visibilité peut entraver l'évacuation et les opérations de sauvetage.

La réduction de la visibilité est l'un des principaux dangers des incendies dans les atriums, danger qui doit être pris en compte lors de la conception d'un système de gestion de fumée, notamment parce qu'il touche aussi les occupants qui ne se trouvent pas directement sur le site de l'incendie. Si les occupants doivent évacuer dans la fumée, cela peut les désorienter. En général, si la visibilité est suffisante pour voir les issues de secours, les gaz toxiques n'empêcheront pas les gens d'évacuer les lieux. Pour cela, il existe deux solutions : isoler physiquement les occupants de la fumée ou limiter la concentration de fumée.

Les documents relatifs à la protection incendie donnent une large gamme de niveaux de visibilité acceptables [2]. Pour des occupants qui connaissent bien un bâtiment et sont physiquement capables d'évacuer rapidement, il peut être suffisant de voir jusqu'à une distance de 3 à 5 mètres. Pour ceux qui connaissent un peu moins bien le bâtiment, on recommande une visibilité de 25 m. Ce dernier critère, utilisé dans les exigences en viabilité pour les voies d'issue de secours dans les bâtiments

construction

Publié par
Institut de recherche en construction
IRC

de grande hauteur, fut ajouté pour la première fois dans l'édition 1970 du Code national du bâtiment du Canada [3]. Dans les autres pays du globe, une distance de 10 m est acceptée et largement utilisée [4].

Les autres dangers dus à la fumée (gaz toxiques, températures élevées et niveaux d'oxygène réduits) peuvent s'avérer sérieux pour les occupants qui se trouvent à proximité de l'origine de l'incendie ou noyés dans la fumée. On trouvera dans la documentation des analyses complètes sur les effets de l'exposition à la fumée et aux gaz toxiques ainsi que sur les limites supportables utilisées pour calculer les probabilités d'incapacité ou de décès [5].

Objectifs d'un système de gestion de la fumée

Dès lors que la fumée émanant d'un incendie dans un atrium ou d'une pièce adjacente à un atrium peut se répandre à d'autres parties occupées du bâtiment, l'évacuation des occupants est menacée, elle n'est plus sûre. Cette menace est la première préoccupation lors de la création d'un système de gestion de la fumée. Ce problème peut généralement se résoudre en limitant la production de la fumée et sa migration, maintenant ainsi un environnement viable dans les voies d'évacuation (corridors ou escaliers).

Les systèmes de gestion de la fumée peuvent également être conçus pour aider le personnel d'intervention d'urgence à conduire les opérations de recherche et de sauvetage, ainsi qu'à localiser et maîtriser l'incendie. Généralement, les mesures prises pour protéger les voies d'issue de secours facilitent l'entrée des pompiers dans le bâtiment et peuvent réduire les dégâts matériels. De telles mesures peuvent aussi aider au désenfumage post-incendie.

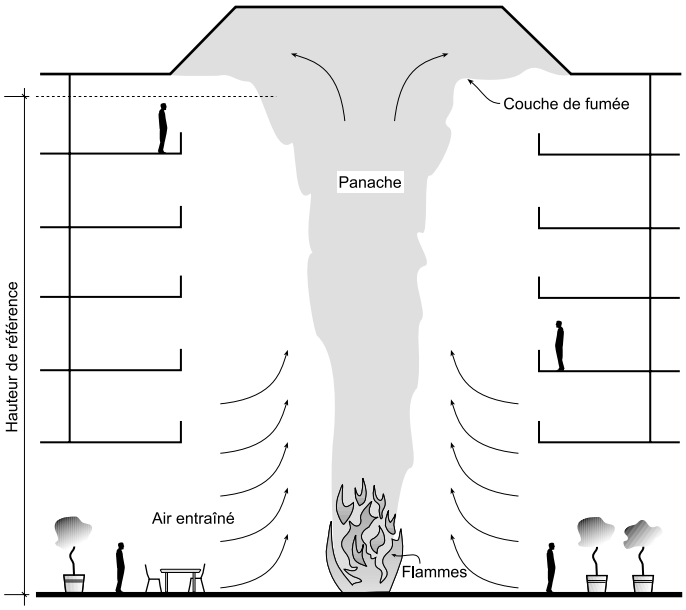

Figure 1. Panache et couche de fumée lors d'un incendie dans un atrium[1]

Gestion de la fumée – Approches globales

Différentes techniques, isolées ou combinées, permettent de réduire les émanations de fumée ou de modifier son mouvement et, donc, d'atténuer ses effets sur les occupants. Citons notamment l'installation de gicleurs automatiques et la réduction de l'utilisation de matériaux de construction et d'ameublement inflammables [1,6].

Les systèmes de gicleurs automatiques sont les plus efficaces pour maîtriser les incendies dans les espaces au plafond relativement bas, comme dans les aires jouxtant un atrium. Pour les incendies qui se déclenchent dans un atrium même, la situation est différente. Le panache de fumée (voir figure 1) refroidit énormément au fur et à mesure qu'il monte vers le plafond, ce qui signifie que, dans le cas des atriums hauts (de plus de 20 m de hauteur), les gicleurs ne se déclencheront pas avant que l'incendie ne prenne de l'ampleur. Il peut donc se produire un dégagement de fumée important, à la fois dans l'atrium et dans les espaces ouverts sur ce dernier[2], avant que les gicleurs ne fonctionnent.

Actuellement il n'existe que très peu de données sur l'ampleur des incendies dans les atriums protégés par gicleurs. Ainsi, on adopte diverses approches pour concevoir des systèmes de gestion de fumée adéquats dans les bâtiments équipés de gicleurs [1,6]. Il n'existe en revanche aucun consensus pour dire quelle est la meilleure de ces approches.

Outre les gicleurs, il existe des approches dites « actives » (nécessitant une réponse manuelle ou automatique) en matière de gestion de la fumée, par exemple, l'évacuation de la fumée présente dans l'atrium soit par des ouvertures au plafond, soit par des systèmes de ventilation mécaniques (ventilateurs), ce qui permet de limiter l'accumulation de fumée et de réduire son passage vers d'autres aires (reliées) du bâtiment. Les systèmes de ventilation peuvent être mis en route manuellement ou automatiquement en réponse aux détecteurs de fumée ou de chaleur.

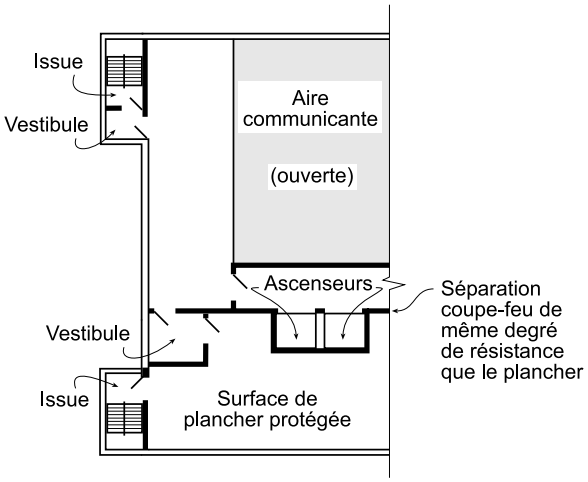

Figure 2. Vestibules et surfaces de plancher protégées

On parle aussi d'approches dites « passives », ou intégrées, visant à limiter la propagation de la fumée, en séparant par exemple les voies d'issue de secours de l'atrium au moyen d'éléments coupe-feu ou coupe-fumée, ce qui réduit les risques vis-à-vis des occupants.

Exigences du Code national du bâtiment

Pour pallier le danger que constitue la fumée dans les atriums, le Code national du bâtiment – Canada 1995 (CNB) renferme des exigences relatives aux aires communicantes[3] (articles 3.2.8.3. à 3.2.8.9.)[3,7]. Ces exigences en matière de protection contre l'incendie se résument comme suit[4] :

1. **Exigences de construction**. Les bâtiments doivent être de construction incombustible. (Toutefois une construction en gros bois d'oeuvre est permise si une construction combustible est autorisée en vertu de la sous-section 3.2.2.)
2. **Gicleurs (extinction des incendies)**. Le bâtiment doit être entièrement protégé par des gicleurs.
3. **Vestibules**. Les issues desservant des aires communicantes doivent, à chaque niveau des aires communicantes, être protégées par des vestibules. Si des ascenseurs desservent des aires communicantes et des étages au-dessus de ces aires, les portes d'ascenseurs ouvrant sur les aires communicantes, ou celles qui donnent sur les étages situés au-dessus de ces aires, doivent être protégées par des vestibules (voir figure 2).
4. **Surfaces de plancher protégées**. Une surface de plancher protégée peut permettre de faciliter la circulation de masse lors d'une évacuation. Elle doit être conçue de façon à ce qu'il ne soit pas nécessaire de passer par des aires communicantes pour gagner une issue et doit être séparée des aires communicantes par un vestibule (voir figure 2).

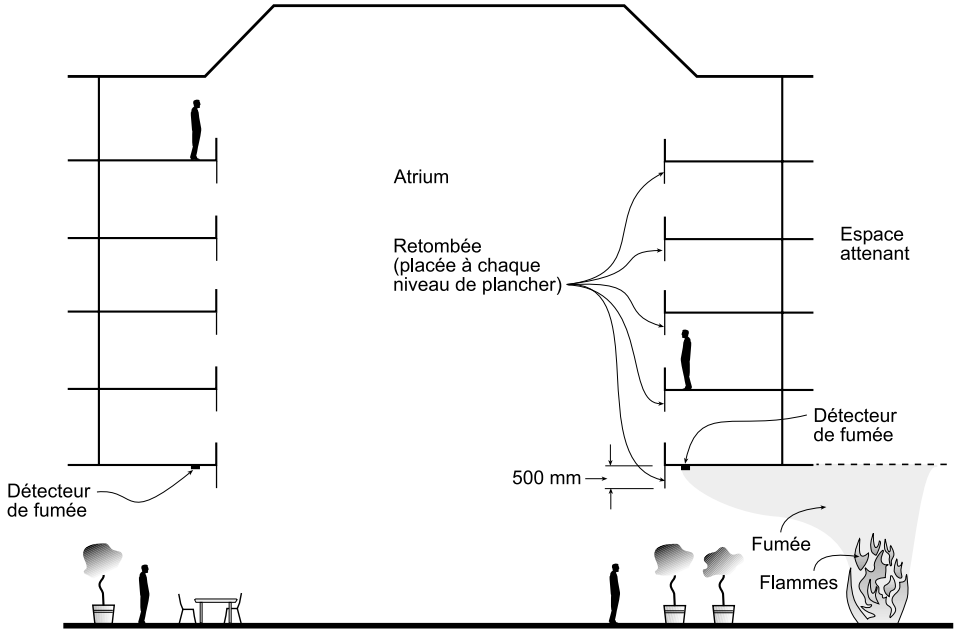

Figure 3. Illustration des retombées

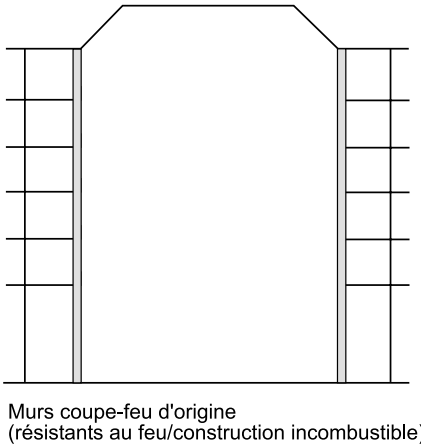

Figure 4. Atrium du type « vase clos »

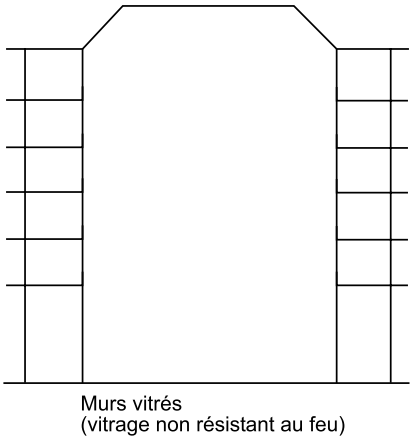

Figure 5. Atrium aux parois vitrées

5. **Retombées**. Tous les niveaux de plancher doivent comporter, au pourtour de chaque ouverture, des retombées constituant un réservoir de fumée au plafond et permettant de détecter la fumée. Ces retombées doivent être d'au moins 500 mm de hauteur mesurées à partir de la surface du plafond (voir figure 3 à la page précédente).
6. **Installations de ventilation d'extraction**. Les aires communicantes doivent comporter une installation de ventilation d'extraction capable de renouveler l'air au moins 4 fois par heure. Cette installation vise à aider les pompiers à évacuer la fumée et elle est conçue pour être mise en marche manuellement par le service incendie d'intervention.
7. **Contenu combustible maximal**. Dans les aires communicantes, la concentration en matières combustibles, à l'exclusion des revêtements intérieurs de finition, pour toute partie d'aire de plancher où il y a plus de 8 m entre le plafond et le plancher, doit être d'au plus 16 g/m^3 de volume total correspondant aux aires communicantes. Cette exigence est également mentionnée dans le Code national de prévention des incendies du Canada (CNPI), paragraphe 2.3.1.4. 1)[8].

Ces exigences en matière de gestion de la fumée offrent aux architectes des principes de base pour satisfaire à l'un des objectifs du CNB, qui est de protéger la vie humaine. Il s'agit principalement de réduire les émanations de fumée en exigeant l'installation de systèmes de gicleurs automatiques (pour maîtriser l'incendie) et l'utilisation de matériaux non combustibles tels que le métal, la brique, la pierre et les plaques de plâtre pour les principaux éléments de construction, les revêtements intérieurs de finition et l'ameublement. Le CNPI fixe des limites quant au contenu combustible selon l'usage fait du bâtiment. De plus, il est nécessaire de protéger les issues par des vestibules.

Évolution des atriums et questions relatives à la gestion de la fumée

Quand les atriums ne jouaient qu'un rôle d'aire de circulation (voir figure 4), le souci principal en matière de protection contre l'incendie était de s'assurer que l'enceinte de l'atrium – murs ou vitrage – était résistante au feu. Ce fut pour ainsi dire la préoccupation majeure la plus courante lorsque l'atrium n'était qu'un espace couvert reliant des bâtiments séparés, une sorte de « vase clos »[9].

Depuis que l'expérience en matière d'incendie dans les atriums a montré, particulièrement dans les bâtiments entièrement protégés par des gicleurs, que la propagation des flammes n'avait qu'une faible incidence sur la sécurité des personnes comparée à l'accumulation et la propagation de la fumée aux autres aires du bâtiment, les exigences ont baissé relativement à l'utilisation de matériaux résistants au feu pour séparer l'atrium des espaces attenants dans un atrium complètement fermé [10,11]. Des ensembles vitrés non résistants au feu (voir figure 5) peuvent offrir une protection suffisante contre la propagation de la fumée à condition que le vitrage soit assez solide pour ne pas se briser.

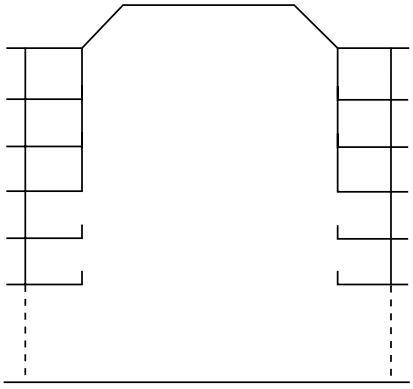

Figure 6. Atrium partiellement ouvert

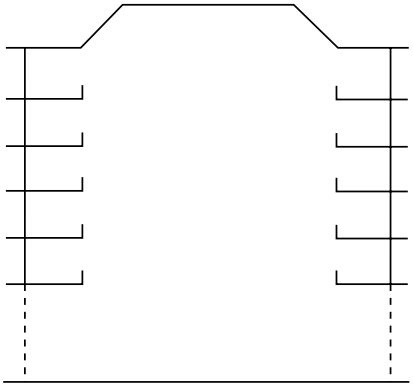

Figure 7. Atrium entièrement ouvert

Aujourd'hui, tant les *vases clos* que les atriums aux parois vitrées sont considérés trop restrictifs du point de vue de leur conception et de leur utilisation. Dans des conceptions plus récentes, les espaces contigus sont souvent partiellement ou complètement ouverts sur l'atrium (voir figures 6 et 7) de façon à maximiser l'utilisation de l'espace. Cette évolution dans la conception et l'utilisation des atriums a créé deux préoccupations majeures :

1) plus grande est la communication entre l'atrium lui-même et les espaces attenants, plus grande est la possibilité de propagation de la fumée créée par un incendie sur le plancher d'un atrium ou d'une pièce attenante à ce dernier, vers d'autres parties du bâtiment. La complexité de la conception d'un système de gestion de la fumée est directement liée au degré de communication entre les espaces;
2) tout changement d'utilisation ou tout usage accru signifie presque toujours un changement dans le type et la quantité des matériaux combustibles (charge combustible), ce qui à son tour influe sur l'ampleur d'un incendie potentiel et le taux (relié) de fumée, et donc sur les exigences relatives au système de gestion de fumée.

Utilisation d'approches conceptuelles techniques

Le CNB contient des exigences prescriptives pour la création et la construction des atriums, mais, dans certaines circonstances, une approche basée sur la performance est nécessaire afin de déterminer si l'esprit du code est respecté pour un usage et une conception particulière. De telles circonstances pourraient êtres les suivantes :

- on envisage une utilisation nouvelle pour un atrium existant;
- il est difficile de respecter les exigences concernant les surfaces de plancher protégées;
- un nouvel atrium est conçu pour une utilisation qui n'est pas visée par le CNB;
- la conception de l'atrium est telle qu'il existe un niveau élevé de communication entre l'atrium ou les atriums et les espaces attenants.

Les approches techniques en matière de conception de systèmes de gestion de fumée du type de celles contenues dans des guides conceptuels tels que NFPA 92B (publié par la National Fire Protection Association) fournissent des outils basés sur la performance, sous la forme d'équations empiriques et de modèles numériques. Les principes fondamentaux de ce type d'approche sont traités dans le n° 48 des Solutions constructives.

Références

1. NFPA 92B, Guide for smoke management systems in malls, atria, and large areas. National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2000.
2. Tamura, G.T. Smoke movement and control in high-rise buildings. National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1994.
3. Code national du bâtiment. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, 1970 et 1995.

4. Morgan, H.P., Ghosh, B.K., Garrad, G., Pamlitschka, R., De Smedt, J.-C. et Schoonbaert, L.R. Design methodologies for smoke and heat exhaust ventilation. BRE 368, Construction Research Communication Ltd, Londres, R.-U., 1999.
5. Purser, D. Toxicity assessment of combustion products. The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1995.
6. Klote, J.H. et Milke, J.A. Design of smoke management systems. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1992.
7. Guide de l'utilisateur – CNB 1995. Protection contre l'incendie, sécurité des occupants et accessibilité (Partie 3). Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, 1997.
8. Code national de prévention des incendies. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, 1995.
9. Saxon, R. Atrium buildings: development and design. The Architectural Press, Londres, R.-U., 1983.
10. Sharry, J.A. An atrium fire. Fire Journal, Volume 67, 1973, p. 39-41.
11. Lathrop, J.K. Atrium fire proves difficult to ventilate. Fire Journal, Volume 73, 1979, p. 30-31.

Notes

1. Même si les figures représentent une toiture surélevée, ce n'est pas une exigence du Code national du bâtiment 1995.
2. Les *espaces ouverts* font référence à ces parties du bâtiment qui ont une voie d'accès ouverte sur l'atrium de sorte que le mouvement de la fumée entre ces espaces et l'atrium lui-même est libre. Ces espaces peuvent communiquer directement avec l'atrium ou indirectement, par des couloirs.
3. Les *aires communicantes* (telles que définies dans le CNB, article 1.1.3.2.) sont des aires de plancher ou parties d'aires de plancher superposées formant des séparations coupe-feu exigées et comportant des ouvertures sans dispositif d'obturation.
4. Les exigences mentionnées dans ce numéro sont celles du CNB uniquement. Les exigences spécifiques des codes du bâtiment et de prévention des incendies qui s'appliquent localement doivent être satisfaites pour tous les bâtiments.

***M. G.D. Lougheed**, Ph.D., est agent de recherche supérieur au sein du programme Gestion des risques d'incendie, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches.*

© 2000
Conseil national de recherches du Canada
Décembre 2000
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.
Téléphone : (613) 993-2607 Télécopieur : (613) 952-7673 Internet : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca