

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Le problème de la fumée et son contrôle dans les bâtiments

Wilson, A. G.; Shorter, G. W.

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/10.4224/40000452>

Bulletin technique (Conseil national de recherches du Canada. Division des recherches en bâtiment); no. DBR-BT-365, 1972-08

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=04765731-5435-4de1-97a7-1f8180dd3fe5>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=04765731-5435-4de1-97a7-1f8180dd3fe5>

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.

614 844 870 011 21

~~572~~

ISN - 9670

Ser
THL
N21t2f
no. 365
c. 2
BLDG

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA
DIVISION DES RECHERCHES SUR LE BÂTIMENT

LE PROBLÈME DE LA FUMÉE ET SON CONTROLE
DANS LES BÂTIMENTS

BUILDING RESEARCH
- LIBRARY -
OCT 27 1972
NATIONAL RESEARCH COUNCIL

ANALYZED

PAR

A. G. WILSON ET G. W. SHORTER

48969

REPRODUIT AVEC LA PERMISSION DE
LA RECHERCHE À LA PRATIQUE: LE DÉFI DE L'APPLICATION
CIB 5^e CONGRÈS, PARIS - VERSAILLES, JUIN 1971
P. 222 - 224

BULLETIN TECHNIQUE NO 365
DE LA
DIVISION DES RECHERCHES SUR LE BÂTIMENT

OTTAWA
AOÛT 1972

PRIX 10 CENTS

NRCC 12580 F

4080431

La présente étude est publiée par la Division des Recherches en Bâtiment du Conseil National de Recherches pour contribuer à l'amélioration des méthodes de construction au Canada. Toute reproduction, totale ou partielle, devra être autorisée par l'éditeur de l'original. La Division de Recherches en Bâtiment se fera un plaisir d'aider ceux qui voudront obtenir cette autorisation.

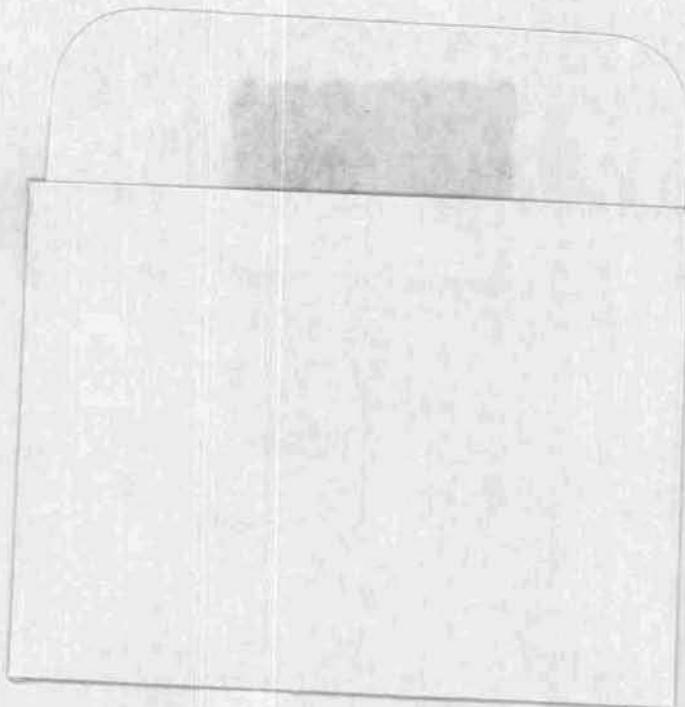
On peut se procurer les publications de la Division des Recherches en Bâtiment en joignant une remise à la demande (mandat de banque, postal ou par exprès, chèque payable au pair à Ottawa, adressé au Receveur général du Canada et crédité au Conseil National de Recherches). Les demandes seront adressées au Conseil National de Recherches à Ottawa. Les timbres-poste ne sont pas acceptés.

On peut se procurer sur demande la liste des publications de la Division des Recherches en Bâtiment en s'adressant à la Section des publications de la Division des Recherches en Bâtiment, Conseil National de Recherches, Ottawa, Canada.

CISTI / ICIST



3 1809 00202 9673



réponse de A. G. Wilson et G. W. Shorter

Conseil national de Recherche, Division de Recherche du Bâtiment
Ottawa

le problème de la fumée et son contrôle dans les bâtiments

Le feu dans les immeubles hauts pose différents problèmes que l'on ne rencontre pas normalement dans les immeubles plus bas. Étant donné le nombre croissant des immeubles élevés qui se construisent au Canada, à usage résidentiel aussi bien que commercial, la Division de Recherche du Bâtiment du Centre national de Recherche du Canada a porté une attention toute particulière à ce problème. De plus, le Comité d'associés considère avec intérêt le Code national du Bâtiment du Canada, afin que celui-ci contienne des dispositions appropriées à la sécurité des vies humaines dans ces immeubles.

Le présent rapport est destiné à passer en revue les études faites à ce sujet. Ce problème a été traité en termes généraux dans divers rapports (1-6).

Les problèmes relatifs à la sécurité des occupants surgissent en grande partie parce que le temps d'évacuation augmente à peu près proportionnellement à la hauteur de l'immeuble, alors que la fumée entre dans les cages d'escalier (et autres cages verticales) et en sort facilement, et que, dans certaines conditions, elle monte rapidement vers les étages supérieurs lorsque l'incendie se déclare dans un étage inférieur (8). Il arrive que le temps nécessaire à l'évacuation soit alors bien supérieur au temps que met la fumée à devenir insupportable dans les cages d'escalier et autres parties de l'immeuble éloignées du foyer d'incendie.

Les immeubles hauts présentent aussi des problèmes spécifiques pour les pompiers, notamment celui d'accéder rapidement et facilement à l'étage en flammes. Les ascenseurs peuvent être emplis de fumée ou inutilisables, et si l'on tente d'évacuer les occupants, les cages d'escalier seront encombrées.

Avec le développement des mesures de sécurité dans les immeubles hauts, on devrait supposer que, étant donné les moyens de déplacement vertical actuels, les occupants restent dans l'immeuble pendant des périodes prolongées après la déclaration du feu, et même peut-être pendant toute la durée de l'incendie. Certaines autorités pensent, de ce fait, que de tels immeubles devraient être construits de telle sorte que dans le cas d'un incendie, les taux de concentration de la fumée aux endroits critiques puissent être maintenus dans des limites tolérables par les occupants pendant une période prolongée. Ces endroits critiques comprendraient les cages d'escalier, une ou plusieurs cages d'ascenseurs (au moins comme sortie de secours à l'usage des pompiers) et des dégagements, facilement accessibles à tous les occupants et pouvant les contenir tous.

Dans ce but, le calcul et l'évaluation des mesures de contrôle de fumée exigent que l'on prenne un critère de tolérance maximale de concentration de fumée dans les zones occupées. En se fondant sur cette évidence, une valeur de 0,01 du rapport entre le degré maximal de fumée tolérable et le degré maximal à l'endroit du foyer donne un critère pratique; cela veut dire que, dans les endroits où l'on doit appliquer les conditions de contrôle du degré de fumée, l'atmosphère ne doit pas contenir plus de 1 % par volume d'air vicié émanant du foyer d'incendie.

Les mesures de sécurité contre l'incendie dans les immeubles comprennent l'utilisation d'éléments résistants au feu; le compartimentage et la limitation des matériaux combustibles et propageant rapidement les flammes. Bien que ces mesures puissent avoir une influence capitale sur le volume de fumée produit, elles n'empêchent pas l'extension de la fumée depuis le compartiment en feu vers les zones adjacentes, parce que l'enceinte du compartiment en feu n'est pas étanche à l'air à la fumée.

Les recherches ont montré que les immeubles tels qu'ils sont habituellement construits, manquent d'étanchéité, et que l'air — et par conséquent la fumée — peut s'y répandre rapidement.

Dans les immeubles hauts, les gaines sont les principales voies d'infiltration entre les différents niveaux.

Plusieurs forces peuvent influencer sur le mouvement des fumées. Les principaux facteurs sont les effets thermiques du feu, les conditions extérieures de vent et de température, et le fonctionnement des systèmes de circulation d'air en cas d'incendie, dès qu'une température ou une fumée excessive est décelée dans le conduit de retour, bien que ces systèmes puissent toujours servir de voies secondaires au déplacement des fumées vers les étages supérieurs, malgré la présence de clapets généralement obligatoires à l'endroit où les canalisations traversent les cloisons antifeu.

L'élévation de la température des gaz pendant un incendie peut faire tripler le volume des gaz situés dans la zone en flammes. Il s'en échappe alors deux volumes de gaz. Même lorsque la température baisse, les gaz ont encore un volume égal aux deux tiers du gaz se trouvant dans la zone en flammes. Le phénomène de dilatation peut alors se produire très rapidement et donner lieu à des pressions très fortes qui, si elles ne sont pas réduites, provoquent alors un afflux de fumée vers les autres parties de l'immeuble, y compris les gaines verticales et les zones au-dessus et au-dessous de l'étage en feu.

L'élévation de température dans la zone en feu provoque une variation progressive de pression (due aux forces de poussée ou « effet de cheminée ») sur les parois verticales séparant cette zone des espaces mitoyens plus froids situés au même niveau. Un incendie sur un seul étage engendre des pressions qui peuvent être moins importantes que celles dues à d'autres mécanismes (2); par contre, si le feu a pris dans une gaine verticale, telles que les cages d'ascenseur par exemple, cet effet de cheminée affecte toute la hauteur de l'immeuble, et peut alors constituer le mécanisme essentiel du mouvement des fumées (8). L'air souffle alors du rez-de-chaussée de l'immeuble dans la cage, et la fumée monte dans cette cage et se répand à la surface des planchers des étages supérieurs. Cela provoque dans les autres gaines un courant d'air descendant qui risque d'enfumer le reste du bâtiment. Cette situation extrêmement difficile à contrôler, il y a alors intérêt à prendre toutes les précautions voulues pour éviter que le feu ne se déclare dans une cage.

L'action du vent, dans certaines conditions, peut déplacer la fumée d'une zone en flammes vers les espaces supérieurs ou inférieurs, mais elle a généralement pour effet de déplacer l'air et la fumée horizontalement vers les murs latéraux et sous le vent.

L'effet de la cheminée dû à la chaleur peut être le mécanisme le plus important du déplacement des fumées dans les immeubles hauts (9-14). Il entraîne un courant d'air qui entre dans l'immeuble aux étages inférieurs, courant d'air planchers des étages supérieurs. La fumée dégagée par un feu à un étage inférieur gagne alors rapidement les étages supérieurs par les cages verticales. Si le feu a pris à un étage élevé, il y a alors peu de chance que la fumée se déplace selon ce mécanisme : elle ne gagnera alors que l'étage supérieur.

Prenons l'hypothèse d'un immeuble de vingt étages, en saison hivernale. L'analyse effectuée a révélé que, l'incendie du premier étage ayant été complet, en moins de cinq minutes, toute la cage d'ascenseur ainsi que la partie inférieure de la cage d'escalier, ainsi que les huit étages supérieurs avaient des taux de concentration de fumée supérieurs à la limite critique. Les taux de fumée maximaux dans les étages supérieurs représentaient 15 % seulement de ceux existant à l'étage enflammé. Le compartiment en feu était supposé être une zone d'un seul étage, ouverte à l'air libre. On peut montrer que les taux maximaux aux étages supérieurs sont inversement proportionnels au produit du nombre d'étages par le nombre de compartiments égaux constituant l'étage en feu, en supposant que le feu soit localisé dans l'un de ces compartiments (16). Ainsi, quand ce produit est supérieur à 300, les taux de fumée aux étages supérieurs ne doivent pas passer la limite critique, même si les parties inférieures des cages d'ascenseur peuvent encore être atteintes par la fumée.

Dans l'étude de méthodes permettant de résoudre le problème des fumées, dans un immeuble, il faudrait d'abord veiller à limiter la quantité de matériaux fumigènes susceptibles d'être touchés par un incendie (9-16). En comparant les informations dont on dispose sur l'origine

des fumées avec les conditions de courants d'air en hiver, dans notre immeuble hypothétique de vingt étages, il ressort qu'une destruction rapide d'environ 45 kg de certains matériaux combustibles pourrait causer un premier enfumage des cages d'ascenseur en quelques minutes. Le taux normal de destruction de ces matériaux, nécessaire pour maintenir la pollution des cages d'ascenseur et des étages supérieurs au-dessus des limites critiques est en réalité très bas. Il semble improbable qu'une réduction de la quantité des matériaux combustibles à l'intérieur des immeubles soit, en elle-même, une méthode pratique pour assurer la sécurité contre la fumée. Toutefois, comme il a été indiqué, l'augmentation du nombre de compartiments égaux en feu à chaque étage diminue les taux maximaux de fumée possibles dans les cages d'ascenseur et les étages supérieurs, et peut ainsi avoir une influence déterminante sur l'étude du problème des fumées (16). On peut néanmoins penser que l'utilisation d'un système d'extinction automatique pour réduire la quantité de matériaux combustibles touchés par l'incendie peut être considérée comme une méthode efficace de contrôle des fumées dans la mesure où ce système est valable pour éteindre le feu avant que ne se dégagent des fumées trop importantes.

En principe, les taux de fumée dans les espaces à la zone en flammes peuvent être contrôlés selon deux techniques (9-16). L'une consiste à injecter de l'air pur au taux désiré, afin de diluer de façon appropriée l'air enfumé entrant. L'emploi du critère de 1 % exige — dans une situation normale — l'injection de 100 volumes d'air frais par volume d'air enfumé venant de l'étage en feu. La seconde technique consiste à réduire au minimum les mouvements de la fumée vers les espaces choisis, en créant des variations de pression favorables, et en contrôlant les fuites par les ouvertures.

La méthode la plus appropriée dépendra des circonstances, et devra combiner les deux techniques. Sans tenir compte des méthodes employées, une arrivée d'air pur pour diluer la fumée qui aurait pénétré au début dans les endroits critiques, serait de toute façon souhaitable (9). Aux endroits où le tirage résultant du chauffage de l'immeuble est important, on trouvera souvent que la quantité d'air nécessaire à la dilution est bien supérieure à celle dont on a besoin pour empêcher que la fumée ne se répande dans certains endroits par le contrôle des pressions de l'immeuble (16). Cela s'applique en particulier aux endroits où les étages ne sont pas strictement étanches. En mettant au point ces méthodes, on peut supposer que le principal problème est le mouvement de la fumée par les cages verticales, résultant des forces d'expansion initiales et de l'effet de tirage. Une technique, par conséquent, peut être la ventilation naturelle des cages (17).

En hiver, la ventilation haute des cages vers l'extérieur est destinée à assurer que les pressions soient plus basses que dans les étages voisins, à tous les niveaux. Cela entraîne l'enfumage de la cage, mais empêche que la fumée ne se répande dans le reste de l'immeuble.

La ventilation basse des cages vers l'extérieur empêche le passage de la fumée par la cage. L'emploi d'une

ventilation naturelle est limitée par la hauteur de l'immeuble et par les caractéristiques de non-étanchéité.

Les cages peuvent être pressurisées mécaniquement, de façon à conserver à tous les niveaux une pression supérieure à celle des étages voisins, et en même temps, permettre une certaine dilution⁽¹⁸⁾. L'injection de l'air nécessaire dépend des fuites de la cage, et de l'enveloppe de l'immeuble. Des taux élevés de fuites dans la cage peuvent provoquer une augmentation de pression notable dans les étages. Dans ces conditions, il sera préférable de pressuriser tout l'immeuble et de ventiler l'étage en feu vers l'extérieur.

Sans tenir compte d'autres mesures de contrôle de la fumée, il vaut mieux parfois prévoir la ventilation de la zone en feu vers l'extérieur, et ce, dès le début de l'incendie, pour diminuer les pressions dues au phénomène de dilatation⁽⁹⁾. On peut obtenir la ventilation par les ouvertures sur les murs extérieurs à chaque étage, mais il vaudra mieux utiliser pour cela un conduit de fumée⁽¹⁹⁾.

Il est bien évident que plusieurs solutions sont possibles pour ce contrôle de la fumée, et que l'on peut utiliser différentes techniques de base. Certaines dépendront tout d'abord de la disposition des dégagements de l'immeuble⁽⁶⁻¹⁶⁾. Comme le mouvement de la fumée dans les cages constitue le principal problème, une des solutions pourra consister à isoler matériellement toutes les cages verticales du reste de l'immeuble ; elles seront reliées entre elles par un corridor ou un vestibule bien aéré vers l'extérieur à tout instant. Cette solution présente l'avantage d'être simple, mais dans le cas de climats rigoureux elle n'est pas très attrayante. On peut encore diviser l'immeuble en deux parties dans le sens vertical ; ces deux moitiés, indépendantes l'une de l'autre, seraient reliées par des portes de vestibules aérés à l'extérieur ou mécaniquement pressurisés. Cette solution exige une étanchéité maximale des murs mitoyens.

L'étude d'un système de contrôle de la fumée, et en particulier celui qui utilise une arrivée ou extraction d'air et la ventilation des cages, exige que l'on connaisse les caractéristiques de non-étanchéité du bâtiment, et que l'on fasse une analyse minutieuse des effets de ces mesures sur les pressions de l'immeuble et les arrivées d'air, dans des conditions supposées d'incendie. La solution optimale dépendra de la nature de l'immeuble et de son usage, du climat, et des objectifs de sécurité contre l'incendie.

Les mesures de sécurité contre l'incendie dans les immeubles hauts comportent plusieurs aspects importants dont il n'est pas fait mention dans ce projet, tels que la détection du foyer, l'alarme, et la conduite que l'on attend des occupants.

Finalement, les grands traits de la protection contre l'incendie devront être développés en tant que système complet, sans oublier le rôle des services d'incendie.

BIBLIOGRAPHIE

1. SHORTER, G.W. « Fire in tall buildings ». Fire fighting in Canada, October 1967, NRC/DBR FR note n° 7, March 1967.
2. Mc GUIRE, J.H. « Smoke movement in buildings ». Fire Technology, Vol. 3, n° 3, August 1967, p. 163-174 (NRC 9867).
3. Mc GUIRE J.H. « Control of smoke in building ». Fire Technology, Vol. 3, n° 4, November 1967, p. 281-290 (NRC 9984).
4. HUTCHEON, N.B. and G.W. SHORTER. « Smoke problems in high-rise buildings ». ASHRAE Journal, Vol. 10, n° 9, September 1968 (NRC 10427).
5. HUTCHEON, N.B. « The challenge of tall buildings research and regulations ». Proceedings, association of Canadian fire Commissioners, Banff, Alta., 1969, p. 10-15.
6. WILSON, A.G. and G.W. SHORTER. « Fire and high building ». Fire Technology, Vol. 6, n° 4, November 1970, p. 292-304.
7. GALBREATH, M. « Time for evacuation by stairs in high buildings ». Fire fighting in Canada, February 1969, NRC/DBR FR Note n° 8, May 1969.
8. TAMURA, G.T. « Computer analysis of smoke movement in tall buildings, presented at ASHRAE Annual Meeting, July 1969.
9. Mc GUIRE, J.H., G.T. TAMURA, and A.G. WILSON. « Factors in controlling smoke in high buildings ». ASHRAE Symposium, « Fire hazards in buildings », January 1970.
10. TAMURA, G.T. and A.G. WILSON. « Pressure differences for a nine storey building as a result of chimney effect and ventilation system operation ». ASHRAE Trans., Vol. 72, Pt. 1, 1966, p. 180-189 (NRC 9467).
11. TAMURA G.T. and A.G. WILSON. « Pressure differences caused by chimney effect in three high buildings; and building pressures caused by chimney action mechanical ventilation ». ASHRAE Trans. Vol. 73. Pt. II, 1967 (NRC 9950).
12. WILSON, A.G. and G.T. TAMURA. « Stack effect in buildings ». National Research Council, Division, Division of building Research, Canadian Building Digest 104, August 1968.
13. WILSON, A.G. and G.T. TAMURA. « Stack effect and building design ». National Research Council, Division of Building Research, Canadian Building digest 107, November 1968.
14. TAMURA, G.T. and J.H. Mc GUIRE. « Smoke movement in high-rise buildings ». National Research Council, Division of Building Research, Canadian Building Digest 133, January 1971.
15. HUTCHEON, N.B. « Fire protection in air system installations ». Heating, piping and air conditioning, Vol. 40, n° 12, December 1968, p. 102 (NRC 10545).
16. Mc GUIRE, J.H. and G.T. TAMURA. « Smoke control in high buildings ». National Research Council; Division of Building Research, Canadian Building Digest 134, February 1971.
17. TAMURA G.T. and A.G. WILSON. « Natural venting to control smoke movement in buildings via vertical shafts ». Presented at the annual Meeting of ASHRAE, June 1970.
18. TAMURA, G.T. « Analysis of smoke shafts for control of smoke movement in buildings ». Presented at annual meeting of ASHRAE, June 1970.
19. TAMURA, G.T., J.H. Mc GUIRE and A. G. WILSON. « Air Handling systems for smoke control ». ASHRAE Symposium, « Fire hazards in buildings », January 1970.