

L

A SÉCURITÉ INCENDIE DANS LES TOURS D'HABITATION

par Ken Richardson
Ken Richardson Fire Technologies Inc.

RÉSUMÉ

La sécurité incendie dans les bâtiments de grande hauteur constitue un enjeu d'importance pour les architectes depuis plus de 100 ans. Or, les dispositions visant à assurer la sécurité des occupants contre les incendies dans de tels bâtiments n'ont été abordées que dans les années 1970. Le présent article cerne d'abord les problèmes propres à la sécurité incendie dans ces bâtiments et les risques associés au feu, puis étudie les moyens d'y assurer la sécurité incendie autant du point de vue de la conception que des codes. Il fournit des éclaircissements sur la nécessité de protéger à la fois les bâtiments et les occupants pour obtenir les meilleurs résultats. Enfin, il conclut par un aperçu des problèmes particuliers que posent les tours d'habitation comportant un atrium ou situées au-dessus d'une station de métro.



OBJECTIFS

Après avoir pris connaissance de l'article, l'architecte sera en mesure de :

1. comprendre les risques d'incendie dans les tours d'habitation.
2. cerner les problèmes particuliers que pose la sécurité incendie dans les tours d'habitation.
3. formuler des mesures susceptibles d'assurer la sécurité incendie dans les tours d'habitation et de les mettre en corrélation avec la conception des bâtiments et avec les occupants.
4. comprendre comment les mesures de sécurité incendie fonctionnent individuellement ou collectivement en vue d'atténuer les risques que courent les occupants des tours d'habitation.



Ontario Association of Architects



AU COEUR DE L'HABITATION
Canada

1.0 INTRODUCTION

De nombreuses questions entourant la sécurité des occupants de bâtiments de grande hauteur ont surgi après que des avions eurent percuté les tours du World Trade Center, entraînant leur déflagration, puis leur effondrement. La sécurité des occupants compromise par l'impact des avions et l'effondrement subséquent des tours a certes fait les manchettes chez les concepteurs, mais c'est sur la sécurité incendie dans les bâtiments de grande hauteur qu'ils doivent porter leur attention à long terme. Le présent article a toutefois une moindre portée. En effet, il vise à répondre aux questions suivantes : À quel point les occupants sont-ils protégés contre les incendies dans les tours d'habitation au Canada ? Quelles sont les mesures qui procurent cette sécurité incendie ?

Les premiers bâtiments de grande hauteur sont apparus en Amérique du Nord vers la fin du 19^e siècle et les premiers incendies signalés au début du 20^e siècle. L'invention d'ascenseurs sûrs et le perfectionnement des systèmes structuraux ont permis de réaliser de tels bâtiments. Dans l'article, l'expression bâtiment de grande hauteur ou tour d'habitation désigne tout bâtiment de six étages ou plus de hauteur.

Au Canada, les premiers décès attribuables à des incendies dans des bâtiments de grande hauteur sont survenus dans des hôtels de Montréal en 1949 et 1956 et ont fait une victime chaque fois. Le

Tableau 1 dresse la liste partielle des incendies ⁽¹⁾ qui ont eu lieu dans des tours d'habitation au Canada. On peut constater que la majorité des incendies ont entraîné le décès d'une personne qui bien souvent habitait l'appartement où l'incendie a débuté, ce qui reflète la situation des bâtiments de faible hauteur. Curieusement, l'étude des statistiques ne révèle pas d'important problème de sécurité incendie dans les bâtiments de grande

TABEAU 1

Incendies survenus dans des tours d'habitation représentatives du Canada

Année	Type de bâtiment	Ville	Hauteur en étages	Décès
1949	Hôtel	Montréal (Qc)	21	1
1956	Hôtel	Montréal (Qc)	9	1
1964	Hôtel	Ottawa (Ont.)	12	3
1972	Immeuble d'appartements	Verdun (Qc)	14	1
1977	Foyer pour aînés	Hull (Qc)	8	6
1981	Hôtel	North York (Ont.)	23	8
1982	Immeuble d'appartements	Toronto (Ont.)	38	1
1983	Immeuble d'appartements	Ottawa (Ont.)	20	3
1984	Immeuble d'appartements	Toronto (Ont.)	23	2
1984	Immeuble d'appartements	Montréal (Qc)	22	4
1992	Immeuble d'appartements	Toronto (Ont.)	25	1
1995	Immeuble d'appartements	North York (Ont.)	30	6
1995	Immeuble d'appartements	Montréal (Qc)	8	5
1997	Immeuble d'appartements	Ottawa (Ont.)	25	2

hauteur au Canada. Pourtant, vu leur grand nombre de logements et d'occupants, les tours d'habitation présentent d'importants risques d'incendies et de pertes de vie.

1.2 Risques de pertes de vie à cause d'incendies dans des tours d'habitation

Les nombreuses lacunes des statistiques ne permettent pas d'établir précisément les risques de pertes de vie attribuables à des incendies dans des tours d'habitation. Par contre, l'étude des facteurs en cause permet d'attribuer des risques supérieurs aux tours d'habitation.

Le risque désigne la probabilité que se produise un événement, multipliée par les conséquences de l'événement lorsqu'il se produit effectivement. L'équation s'exprime ainsi :

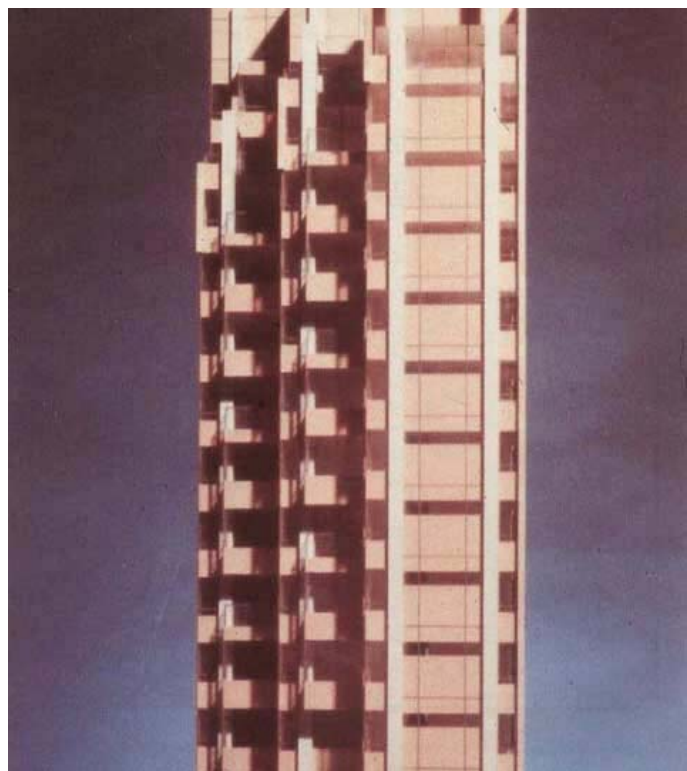
$$\text{Risque} = \text{probabilité} \times \text{conséquences}$$

Le risque de perte de vie imputable au feu se calcule en fonction de toutes les probabilités qu'un incendie se produise à tous les endroits probables d'un bâtiment tout en examinant les conséquences de tous ces scénarios d'incendie ⁽²⁾. Pour une vérification approfondie du sujet, l'architecte est invité à consulter le guide *Handbook of Fire Protection Engineering* ⁽³⁾ de la SFPE. On se rend alors vite compte qu'un bâtiment de grande hauteur est soumis à des risques d'incendie beaucoup plus élevés qu'un bâtiment de faible hauteur, en raison du nombre d'endroits où l'incendie peut se déclarer et des lourdes conséquences de l'incendie proprement dit (effet de tirage, par exemple) pour le grand nombre d'occupants. C'est donc dire qu'autant la probabilité que les conséquences seraient beaucoup plus élevées et que le risque en découlant le serait encore davantage. C'est précisément ce risque élevé qui donne lieu aux besoins d'accroître la sécurité incendie dans les tours d'habitation.

2.0 INCENDIES SURVENUS DANS DES TOURS D'HABITATION

REPRÉSENTATIVES DU CANADA

Voici des exemples d'incendies qui se sont produits jusqu'à présent dans des tours d'habitation au Canada. Les codes en vigueur au pays requièrent maintenant que les tours d'habitation soient équipées de gicleurs, mais les exemples de bâtiments qui en sont dépourvus témoignent de ce qui peut survenir si l'incendie n'est pas éteint par des gicleurs.



Hôtel de Montréal en 1967 ⁽⁴⁾ – Il s'agit, en l'occurrence, d'un incendie classique dans la partie publique/zone commerciale inférieure d'un bâtiment sans système de gicleurs, qui risquait d'enfumer la tour contiguë de 38 étages. L'incendie n'a touché que le restaurant/bar du sous-sol, mais tout le bâtiment à structure d'acier et son contenu ont été endommagés, puisque la fumée s'est propagée vers le haut en empruntant les issues d'escaliers et les cages d'ascenseurs. Même si cela n'a pas été un élément en cause, le bâtiment était relié à un complexe commercial souterrain et au métro. L'incendie n'a cependant fait aucune victime.

Hôtel de Toronto en 1981 ^{(5) (6)} – L'incendie s'est déclaré au deuxième étage de cet hôtel de 23 étages. Beaucoup de fumée s'est propagée aux étages supérieurs et l'incendie a fait 6 victimes. Le bâtiment n'était pas équipé d'un système de gicleurs. Les décès sont survenus dans l'une des cages d'escaliers ou aux étages supérieurs de l'hôtel. L'incendie avait été limité à son lieu d'origine, soit la salle de réunion. La fumée s'était toutefois propagée par les cages d'ascenseurs, d'escaliers et les gaines techniques.

Immeuble d'appartements de Toronto en 1992 ⁽⁷⁾ – Cet immeuble d'appartements de 25 étages, sans système de gicleurs, était construit en béton armé. Tous les appartements comportaient un balcon. Dans ce cas-ci, l'incendie a débuté au 9^e étage. Les occupants de l'appartement touché ont réussi à s'échapper, mais en laissant la porte ouverte derrière eux. En moins de dix minutes après le déclenchement de l'alarme, la fumée s'était propagée à tous les étages au-dessus du 9^e et aux cages d'escaliers. La victime a été surprise lorsque la porte de l'ascenseur s'est ouverte à l'étage de l'incendie. L'incendie proprement dit avait été essentiellement limité à l'appartement d'origine.

Immeuble d'appartements d'Ottawa en 1997 ⁽⁸⁾ – L'incendie s'est produit dans un immeuble d'appartements en copropriété de 25 étages, sans système de gicleurs. Ayant débuté dans un logement du 6^e étage, l'incendie a toutefois été confiné à l'étage. Il a été éteint dans les sept minutes qui ont suivi l'arrivée des pompiers. Bon nombre des occupants de l'immeuble sont demeurés dans leur appartement ou sur leur balcon, sans être incommodés par l'incendie. L'incendie a fait deux victimes, l'occupant de l'appartement où l'incendie a débuté et une personne âgée qui a subi une crise cardiaque lors de l'évacuation. Cet incendie met en évidence la nécessité de fournir aux occupants des immeubles d'appartements des instructions claires à suivre au moment de l'évacuation des lieux.

Immeuble d'appartements de Toronto en 1995 ^{(9) (10)} – L'incendie dans cette tour d'habitation en béton armé de 30 étages s'est déclaré dans un appartement du 6^e étage. L'occupant a réussi à s'enfuir, mais a laissé la porte ouverte. L'incendie a été essentiellement limité à son lieu d'origine, mais la fumée s'est rapidement propagée dans tout l'immeuble. Les escaliers aménagés en ciseaux ont semé de la confusion chez les pompiers et les occupants

cherchant à quitter les lieux. La fumée a fait six victimes, près du haut des deux cages d'escaliers.

Les incendies survenus dans ces tours d'habitation font ressortir certains points dont les concepteurs doivent tenir compte :

- Les incendies non éteints dans les tours d'habitation dégagent beaucoup de fumée qui peut se propager à la verticale ou à l'horizontale dans tout le bâtiment, même si l'incendie est limité à une seule pièce ou à un seul appartement. L'incendie circonscrit, sans être éteint, peut également dégager beaucoup de fumée.
- La propagation de la fumée à la verticale est amplifiée par le vent et l'effet de tirage qui se produit lorsque la température à l'intérieur du bâtiment est supérieure à celle de l'extérieur. C'est pourquoi les incendies qui se déclarent dans les étages inférieurs, en hiver, propagent d'habitude énormément de fumée vers les étages supérieurs.
- Que la construction soit en acier ou en béton armé, la majorité des dommages, des décès et des blessures s'expliquent par la propagation de la fumée.
- Lors d'incendies qui ont entraîné le décès d'occupants de tours d'habitation, bon nombre des victimes ont été piégées dans les parcours d'évacuation (les escaliers et les corridors) en raison de la fumée que dégageait l'incendie qui s'était produit ailleurs dans le bâtiment.
- Lors d'incendies survenus dans les appartements où la porte a été laissée ouverte ou a été carbonisée, la fumée s'est propagée aux corridors, aux cages et aux étages supérieurs.
- Les occupants du bâtiment peuvent être plus en sécurité s'ils demeurent dans leur appartement plutôt que d'évacuer les lieux par les corridors et les cages d'escaliers enfumés.
- Il est essentiel de donner aux occupants les directives tout indiquées lors d'un incendie s'ils sont censés adopter des mesures précises.

Les exemples ci-dessus visent des bâtiments ne répondant pas aux dispositions du code en vigueur, mais les architectes doivent penser aux répercussions de la défaillance de dispositifs intégrés de protection ou de l'absence de programmes tout indiqués à l'intention des occupants sur les risques pour la vie des occupants des tours d'habitation. Les architectes doivent savoir comment allier la sécurité des bâtiments et celle des occupants et comment atténuer les risques d'incendie par l'adoption de mesures de sécurité incendie. La simple conformité au code du bâtiment n'assure pas nécessairement la sécurité incendie optimale.

3.0 LA SÉCURITÉ INCENDIE DANS LES TOURS D'HABITATION

3.1 Statistiques des incendies

Les statistiques pancanadiennes concernant les incendies dans des tours d'habitations sont certes limitées, mais les États-Unis ^{(1) (11)} en ont en abondance. Même si elles portent sur des incendies survenus aux États-Unis, ces statistiques peuvent être jugées représentatives des incendies qui se déclarent dans des tours d'habitation au Canada.

- Les décès ou les blessures subies par des civils dans des tours d'habitation comptent pour 7 % des décès et 10 % des blessures subies dans tous les incendies mettant en cause des immeubles d'appartements, alors que 9 ou 10 % des incendies signalés se sont produits dans des tours d'habitation.
- Dans ces bâtiments, 94 % des incendies ont été limités à la pièce d'origine, 4,3 % à l'étage d'origine et 1,7 % se sont propagés au-delà de l'étage d'origine. Environ la moitié des décès de civils se sont produits lors d'incendies limités à la pièce d'origine, 42 % lorsque l'incendie a été limité à l'étage d'origine et 7,4 % lorsque l'incendie s'est propagé au-delà de l'étage d'origine. En d'autres mots, 6 % des incendies se sont propagés au-delà de la pièce d'origine, causant près de 50 % des décès parmi les civils.
- Les statistiques révèlent que 27,8 % des incendies se sont déclarés au 7^e étage ou au-dessus, et 72,2 % en dessous. Souvenez-vous qu'au Canada, l'effet de tirage amplifie la propagation de la fumée depuis les étages inférieurs.
- Les deux tiers des incendies signalés dans les tours d'habitation sont survenus dans des bâtiments sans système de gicleurs.
- Le Tableau 2 fait état du lieu d'origine des incendies survenus dans des tours d'habitation et des bâtiments de faible hauteur. On constate que l'origine de l'incendie dans les deux types de bâtiments est sensiblement la même.

TABLEAU 2
Lieu d'origine des incendies dans des appartements ⁽¹⁾

Lieu	Tour d'habitation	Bâtiment de faible hauteur
Cuisine	56,2 %	46,1 %
Chambre	10,0 %	15,1 %
Moyen d'évacuation	6,4 %	4,8 %
Salle de séjour, salle familiale	5,2 %	7,2 %
Autre	22,2 %	26,8 %

Notes : ⁽¹⁾ Données provenant de la référence 11.

3.2 Risques d'incendie

Bien qu'il ne soit pas facile de discerner les risques précis que les incendies font courir pour la vie des gens, la comparasion des risques à l'égard des tours d'habitation et des bâtiments de faible hauteur permet d'obtenir une indication des risques respectifs fondés sur les statistiques.

Position de l'Ontario – Le Tableau 3 fait état des statistiques des incendies survenus dans des immeubles d'appartements de l'Ontario entre 1995 et 1999. À titre de mesure des risques, ces chiffres ont été divisés par le nombre de bâtiments de faible hauteur et de tours d'habitation situés en Ontario de façon à chiffrer la perte par tranche de 100 000 appartements. D'après ces données, le risque est plus faible quant au nombre d'incendies, de décès et de blessures dans des tours d'habitation. La moyenne obtenue sur 5 ans montre que le risque dans les bâtiments de faible hauteur, exprimé en fonction du nombre d'incendies, est 1,36 fois plus élevé, 2,6 plus élevé quant aux décès dus à des incendies, 2,3 plus élevé quant aux blessures, que dans les tours d'habitation. Suivant ces statistiques, le risque manifeste découlant d'incendies dans des tours d'habitation de l'Ontario est inférieur à celui des bâtiments de faible hauteur.

TABLEAU 3
Pertes enregistrées dans les immeubles
d'appartements de grande hauteur (GH) et de faible hauteur (FH) en Ontario ⁽¹⁾

Année	Incendies GH / 100 000 logements ⁽²⁾	Incendies FH/ 100 000 logements ⁽³⁾	Décès GH / 100 000 logements	Décès FH / 100 000 logements	Blessures GH / 100 000 logements	Blessures FH / 100 000 logements
1995	4,5	5,9	0,050	0,060	0,421	0,856
1996	3,9	5,5	0,031	0,068	0,361	0,922
1997	3,5	5,0	0,033	0,120	0,373	0,946
1998	3,4	4,2	0,030	0,076	0,262	0,484
1999	3,1	4,3	0,016	0,096	0,228	0,637
Moyenne sur 5 ans ⁽⁴⁾	3,7	5,0	0,032	0,084	0,329	0,769

Notes :

⁽¹⁾ Pertes attribuables aux incendies obtenues auprès du bureau du Commissaire des incendies en Ontario. Le nombre de logements des bâtiments de grande hauteur et de faible hauteur provient de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

⁽²⁾ Incendies dans des bâtiments de grande hauteur, par tranche de 100 000 appartements.

⁽³⁾ Incendies dans des bâtiments de faible hauteur, par tranche de 100 000 appartements.

⁽⁴⁾ Moyenne arithmétique des années 1995-1999.

Malgré l'analyse statistique, les risques réels pour la vie fondés sur la probabilité d'incendies et leurs conséquences probables dans des tours d'habitations sont supérieurs à ceux des bâtiments de faible hauteur, et c'est également la perception des organismes responsables de la rédaction des codes et de leur adoption. Cette réalité étant connue, des mesures de sécurité incendie plus rigoureuses s'imposent dans ces bâtiments. C'est pourquoi il est important de cerner leurs problèmes particuliers en matière de sécurité incendie et les mesures correspondantes en vue de remédier à la situation.

4.0 PARTICULARITÉ DE LA SÉCURITÉ INCENDIE DANS LES TOURS D'HABITATION

Pourquoi perçoit-on que les tours d'habitation sont exposées à des risques d'incendie tellement plus élevés ? L'exposé qui suit fait état de leurs caractéristiques particulières ⁽¹²⁾ ⁽¹³⁾:

1. Systèmes d'évacuation – La possibilité d'entassement et de ralentissement du mouvement dans les escaliers d'issue des bâtiments de grande hauteur existe en raison du nombre accru d'étages et du fait que les escaliers d'issue ne sont pas aménagés plus larges à mesure qu'on se dirige vers le bas du bâtiment. Les cages d'escaliers représentent aussi l'un des principaux moyens expliquant la propagation verticale de la fumée. De plus, le temps qu'il faut à un occupant pour descendre l'escalier augmente en fonction de la hauteur du bâtiment,

ce qui accroît du même coup les risques d'exposition à la fumée. L'enjeu fondamental, c'est de faire en sorte que le système d'évacuation du bâtiment prévoie un délai de sortie suffisant avant que la fumée atteigne des proportions mortelles et porte atteinte aux occupants qui se trouvent toujours à l'intérieur du bâtiment.

2. Accès des pompiers – Même avec les dispositifs aériens des temps modernes, les pompiers ne peuvent atteindre que les 6 ou 7 premiers étages d'un bâtiment. C'est pourquoi la lutte contre l'incendie et les opérations de sauvetage menées de l'extérieur se limitent aux étages inférieurs. Lorsque l'incendie se trouve hors de portée des échelles, les pompiers doivent se déplacer verticalement à l'intérieur du bâtiment et s'attaquer à l'élément destructeur pendant que les occupants descendent les escaliers. Cela peut entraîner des retards à parvenir jusqu'au lieu de l'incendie et à s'y attaquer, de même que la contamination accrue des cages d'escaliers si les portes d'accès aux escaliers d'issue doivent être laissées ouvertes pour passer les boyaux.

3. Forces de la nature – Les vents et l'effet de tirage exercent une forte influence sur la propagation de la fumée dans les bâtiments de grande hauteur. L'effet de tirage s'accroît en fonction de la hauteur du bâtiment. La vitesse et l'orientation du vent influent également sur l'allure de l'incendie. Ces phénomènes posent beaucoup moins de difficultés dans les bâtiments de faible hauteur.

4. Densité d'occupation et charge combustible accrues – Ajouter des étages à un bâtiment d'un encombrement donné a pour effet d'augmenter sa densité d'occupation et sa charge combustible. Malgré la présence d'éléments coupe-feu horizontaux, le feu se déplace généralement vers le haut, ajoutant à la charge combustible et affectant davantage d'occupants.

5. Complexité des services publics verticaux – Une gamme complexe de tuyaux, de conduits, de câbles et de canalisations traversent verticalement les tours d'habitation. De même, l'alimentation en eau pour la lutte contre l'incendie doit être assurée par le haut ou le bas du bâtiment, les deux méthodes présentant des problèmes. En raison de ces services publics verticaux, d'autres problèmes peuvent survenir lors d'incendies. Les canalisations des systèmes de lutte contre l'incendie peuvent être endommagées à un étage et avoir des conséquences pour de nombreux autres.

6. Problèmes des bâtiments mixtes – Les tours d'habitation ne sont plus des bâtiments autonomes. En règle générale, elles sont aménagées au-dessus de centres ou bâtiments commerciaux, au-dessus de bâtiments avec atrium regroupant, par exemple, des bureaux, ou encore au-dessus du métro. Chaque usage comporte ses propres problèmes de sécurité incendie et l'ajout d'une tour d'habitation fait que les problèmes requièrent des solutions techniques spéciales pour assurer la sécurité des occupants.

Toutes ces particularités obligent le concepteur à régler la situation avant d'élaborer un concept de tour d'habitation à l'épreuve du feu. Bien que les codes offrent des solutions généralisées à de nombreux problèmes, l'architecte doit être au courant des problèmes et de la nécessité de compter sur des solutions particulières fondées sur les techniques de sécurité incendie.

5.0 MESURES FONDAMENTALES DE SÉCURITÉ INCENDIE

L'architecte doit comprendre les mesures fondamentales de sécurité incendie. L'un des moyens les plus souvent utilisés pour définir ces mesures se trouve dans la norme NFPA 550, Guide to the Fire Safety Concepts Tree ⁽¹⁴⁾. Les mesures dont elle fait état sont énoncées sous forme d'arborescence, les ramifications représentant les mesures individuelles. Les quatre niveaux supérieurs de l'arbre sont reproduits dans la Figure 1.

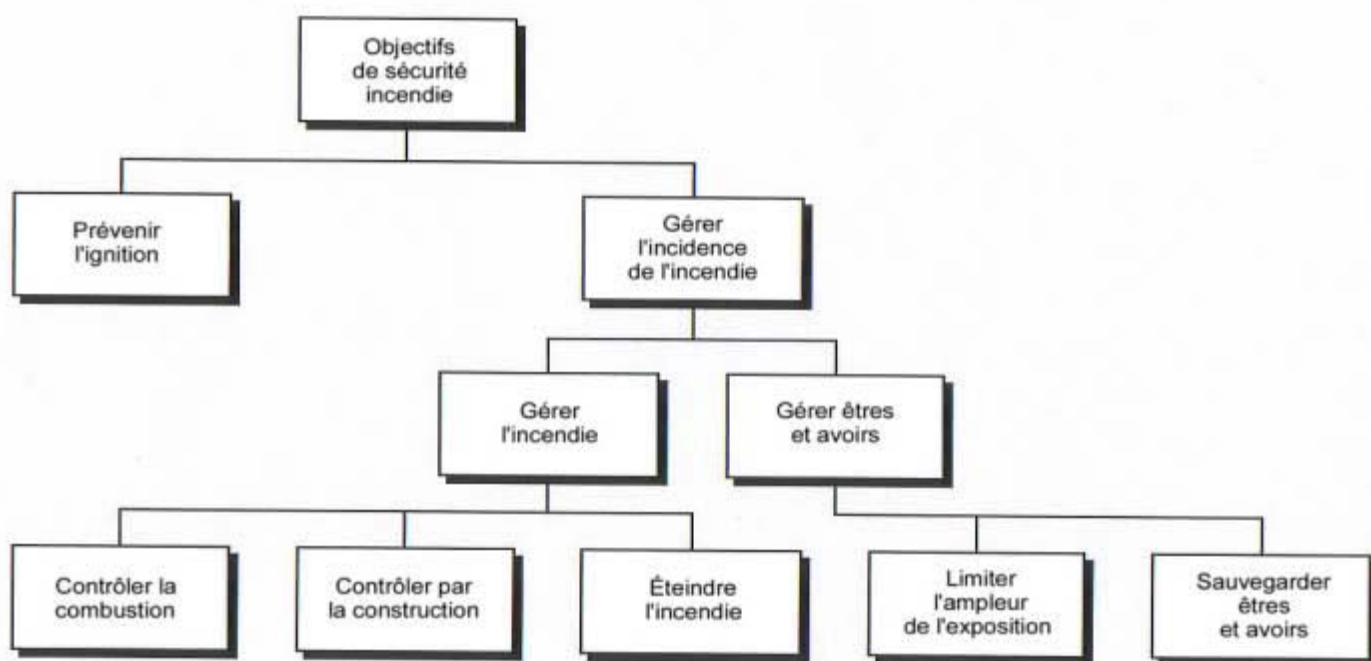


Figure 1 – Mesures fondamentales de sécurité incendie

Chaque ramification montre comment atteindre les objectifs de sécurité incendie de celle au-dessus. Les objectifs que poursuit le CNBC à l'égard des tours d'habitation visent à minimiser les pertes de vie et les blessures que les occupants pourraient subir par suite d'un incendie, surtout ceux qui habitent les autres appartements que le lieu d'origine de l'incendie. Ils deviennent alors les objectifs que doit poursuivre l'architecte.

Prévenir l'ignition – La deuxième ramification montre que deux mesures permettent d'atteindre cet objectif : *prévenir l'ignition* ou *gérer l'incidence de l'incendie*. Le schéma arborescent indique que, si la mesure proprement dite est fiable et efficace à 100 %, l'objectif au-dessus est atteint. Même si les moyens pour réduire l'inflammation font partie intégrante de la conception et de l'utilisation de la tour d'habitation, les statistiques révèlent qu'il y aura toujours des cas d'ignition (ex. : cuisson, cigarette) et que, par conséquent, la mesure à adopter en vue d'atteindre l'objectif consiste à gérer l'incidence de l'incendie.

Gérer l'incidence de l'incendie – Pour ce faire, l'architecte pense systématiquement à la conformité avec le CNBC et c'est souvent un moyen d'atteindre cet objectif. Il est, par contre, préférable de suivre les étapes logiques de la structure arborescente pour déterminer les mesures de sécurité incendie à prendre et savoir comment les dispositions du code concordent avec ces mesures. Le troisième niveau d'arborescence montre comment atteindre l'objectif de gérer l'incidence de l'incendie (pour minimiser les pertes de vie et les blessures) : il faut *gérer l'incendie* proprement dit ou *gérer êtres et avoirs*. Les êtres désignent, bien sûr, les occupants, et les avoirs les biens de valeur, le bâtiment ou une activité essentielle. Étant donné qu'aucune mesure n'est fiable et efficace à 100 %, l'architecte (et les codes) s'en remet généralement à de multiples mesures pour gérer l'incendie et l'exposition.

Gérer l'incendie – Le quatrième niveau d'arborescence de la Figure 1 montre que l'une des trois mesures permet de gérer l'incendie :

- Contrôler la combustion *en contrôlant la charge combustible (les matériaux de construction et le contenu) ou l'environnement de l'incendie, en faisant usage d'éléments de construction incombustibles et en limitant la quantité et l'inflammabilité des matériaux combustibles. Les revêtements intérieurs des murs et des plafonds, la moquette et l'isolant se consumeront cependant, tout comme les articles d'ameublement que les gens apportent dans le bâtiment. Par conséquent, cette mesure a une certaine incidence, mais elle ne permet pas à elle seule d'atteindre cet objectif, parce qu'il n'y a aucun moyen de contrôler les articles d'ameublement des occupants.*
- Contrôler par la construction permet de limiter l'ampleur de l'incendie et la propagation de la fumée en faisant appel à des éléments de construction tels les murs et les planchers. Les planchers cotés quant à leur résistance au feu, les compartiments coupe-feu des appartements, les corridors, les gaines ou cages et autres visent cet objectif. Assurer la stabilité structurale pendant un certain temps lors d'un incendie fait partie intégrante de la mesure. Des études de cas révèlent que des portes pourraient ne pas être fermées ou qu'il pourrait manquer des coupe-feu. La mesure *Contrôler par la construction* ne sera donc pas nécessairement

fiable et efficace à 100 %. Elle offre cependant un autre élément fondamental de la sécurité incendie.

- Éteindre l'incendie – En règle générale, l'eau sert à éteindre l'incendie automatiquement ou manuellement. Les pompiers, tout comme le système de gicleurs, s'alimentent à même le réseau de canalisations d'incendie. La lutte contre l'incendie menée à l'intérieur des tours d'habitation est difficile et ne s'avère pas toujours efficace au cours du délai nécessaire à l'évacuation des occupants. Des études ⁽¹⁵⁾ indiquent que les systèmes de gicleurs s'avèrent hautement fiables et efficaces, mais pas à 100 %. On peut donc recourir à cette mesure sans espérer qu'elle réussisse à elle seule à gérer l'incendie.

Gérer êtres et avoirs – Vu que dans la réalité la mesure *Gérer l'incendie* ne peut pas être fiable et efficace à 100 %, il faut en adopter d'autres pour gérer les occupants exposés au feu. Le quatrième niveau d'arborescence fournit deux moyens d'y parvenir :

- Limiter l'ampleur de l'exposition – Le nombre d'occupants exposés au feu est limité. Puisque l'architecte exerce peu d'influence sur le nombre d'occupants d'un bâtiment au cours de sa durée utile, cette mesure est rarement employée à l'étape de la conception et elle ne sera pas discutée de façon plus approfondie.
- Sauvegarder êtres et avoirs – Pour soustraire les occupants à l'incidence du feu, la conception doit viser à protéger les occupants sur place ou à les déplacer vers un lieu sûr. Il vaut peut-être mieux que les occupants des tours d'habitation demeurent dans leur logement (ou en particulier sur leur balcon) en attendant que l'incendie soit éteint plutôt que d'évacuer les lieux en empruntant des issues enfumées. Il s'agit d'une forme de protection sur place qui ne doit être entreprise qu'avec l'entière collaboration des pompiers. Cette mesure s'emploie souvent pour assurer la protection des occupants à mobilité réduite lorsqu'on s'attend à ce qu'ils attendent de recevoir de l'aide pour franchir un vestibule ou un escalier d'issue protégé. Vu les nombreuses difficultés de la conception des moyens de protection sur place et de la croyance courante selon laquelle il est indispensable de procéder à l'évacuation des lieux, on adopte généralement l'autre mesure, soit déplacer les occupants exposés aux risques. Déplacer les occupants exposés aux risques requiert que l'architecte fournisse un moyen pour amorcer les déplacements (alarme d'incendie/système de communication phonique), un moyen protégé pour faciliter les déplacements (cages d'escaliers de dimensions suffisantes, sans fumée), et une destination sûre, en général à l'extérieur du bâtiment.

La Figure 1 fait état des mesures à la disposition de l'architecte pour assurer la sécurité incendie dans les bâtiments de grande hauteur. En réalité, en y jetant un coup d'œil, l'architecte peut se rendre compte des nombreux éléments de sécurité incendie qui s'inscrivent actuellement dans les codes du bâtiment. En règle générale, l'architecte exploite une combinaison de ces mesures dans le dessein de poursuivre l'objectif en matière de sécurité incendie.

6.0 MESURES DESTINÉES À CONTRÔLER LA COMBUSTION

Le processus de combustion se contrôle en choisissant des matériaux de construction et de finition ainsi qu'un contenu tout indiqués, de manière à réduire la charge combustible ou le degré de combustion. La majeure partie de ce qui alimente un incendie dans un immeuble d'appartements désigne les articles d'ameublement ou de décoration combustibles, qui échappent au contrôle de l'architecte. Par conséquent, cette mesure ne permet pas à elle seule de gérer l'incendie.

Voici les éléments de la charge combustible sur lesquels l'architecte peut agir dans une tour d'habitation :

- Les matériaux de construction – Les bâtiments de grande hauteur doivent être de construction incombustible, bien qu'il faille inévitablement faire appel à certains éléments combustibles. En ayant les principaux éléments de construction incombustibles, on réduit énormément la charge combustible. La sous-section 3.1.5 du CNBC énonce les éléments combustibles autorisés dans une construction incombustible. Les exemples mentionnés portent sur les matériaux de couverture, le vitrage et les lanterneaux, de même que sur les revêtements intérieurs de finition et les isolants thermiques. On estime que ces matériaux autorisés ajoutent peu à la charge combustible et au degré de combustion, comparativement à l'apport des articles d'ameublement des occupants.
- Les matériaux de finition – Vu que les matériaux de finition, tels que revêtements de plafond, des murs et de sol, s'enflamment souvent au début d'un incendie, l'architecte doit arrêter son choix sur des matériaux essentiellement incombustibles ou soumis à un degré de combustion faible. L'indice de propagation de la flamme constitue le repère pour les matériaux de finition tout indiqués. La même méthode d'essai qui détermine l'indice de propagation de la flamme d'un matériau permet également d'évaluer l'indice de dégagement des fumées. La sous-section 3.1.13 et d'autres dispositions du CNBC imposent des limites aux indices de propagation de la flamme et aux indices de dégagement des fumées des revêtements intérieurs de

finition, alors que des limites encore plus restrictives visent les lieux critiques du bâtiment, comme les issues. Bien que les indices du CNBC représentent le maximum autorisé, il est de bonne règle d'employer des matériaux assortis de l'indice de propagation de la flamme et de l'indice de dégagement des fumées les plus bas de façon à réduire le plus possible leur apport. Le Tableau 4 donne des exemples d'indices de propagation de la flamme que le CNBC impose à l'égard des tours d'habitation. Souvenez-vous que tous les bâtiments neufs doivent dorénavant être équipés de gicleurs conformément aux dispositions du CNBC.

Le CNBC n'impose aucune limite à l'égard de l'indice de propagation de la flamme de la plupart des revêtements de sol, mais le concepteur averti fixera son choix sur de la moquette ou d'autres revêtements de sol présentant un indice très bas. Les exemples de l'Annexe D du CNBC font état de tapis de laine, de nylon ou de polypropylène, ainsi que d'autres facteurs comme la masse du velours, la thibaude et le mode de fixation.

TABLEAU D-3.1.1.B.

Indices de propagation de la flamme et indices de dégagement des fumées des revêtements de sol avec ou sans finition ⁽¹⁾

Matériau	Norme applicable	Avec ou sans finition
Revêtement de sol en bois dur ou tendre revêtu ou non de vernis, spar ou uréthane	aucune	300/300
Revêtement de sol en vinyle-amiante d'au plus 4,8 mm, appliqué sur un support en contreplaqué ou en bois de construction, ou directement sur le béton	CSA-A126.1-M	300/300
Tapis de laine (tissé), à velours d'au moins 1 120 g/m ² , avec ou sans thibaude de feutre ⁽²⁾	CAN/CGSB-4.129	300/300
Tapis de nylon à velours d'au moins 610 g/m ² et d'au plus 880 g/m ² , avec ou sans thibaude de feutre ⁽³⁾	CAN/CGSB-4.129	300/500
Tapis de nylon à velours d'au moins 610 g/m ² et d'au plus 1 355 g/m ² , collé directement au béton	CAN/CGSB-4.129	300/500
Tapis de laine/nylon (tissé), (20 % nylon au plus), à velours d'au moins 1 120 g/m ²	CAN/CGSB-4.129	300/500
Tapis de laine/nylon tissé, (50 % laine au plus), à velours d'au moins 610 g/m ² et d'au plus 880 g/m ²	CAN/CGSB-4.129	300/500
Tapis de polypropylène à velours d'au moins 500 g/m ² et d'au plus 1 200 g/m ² , collé directement au béton	CAN/CGSB-4.129	300/500

(1) Mis à l'essai sur la sole du four-tunnel, conformément aux dispositions de la norme CAN/ULC S102.2-M, « Caractéristiques de combustion superficielle des revêtements de sol et des divers matériaux et assemblages ».

(2) Indices de propagation de la flamme et de dégagement des fumées.

(3) Les thibaudes de type 1 ou 2 sont décrites dans la norme ONGC-4-GP-36M, « Thibaude, type fibre ».

TABLEAU 4

Indices de propagation de la flamme (IPF) pour les immeubles d'appartements de grande hauteur

Endroit	IPF maximal Bâtiment avec gicleurs	IPF maximal Bâtiment sans gicleurs
Murs / plafonds des issues	25	25
Murs / plafonds de vide techniques verticaux	25	25
Murs et plafonds de salles de bains	200	200
Diffuseurs d'appareils d'éclairage	250	250
Murs des corridors de bâtiments publics	150	175
Plafonds des corridors de bâtiments publics	150	25
Murs des appartements et autres pièces	150	150
Plafonds des appartements et autres pièces	25	25
Portes à l'intérieur des appartements	Aucune limite	Aucune limite
Portes d'accès aux corridors et aux issues	200	200
Planchers des issues	Aucune limite	25
Planchers des corridors	Aucune limite	300
Planchers des appartements	Aucune limite	Aucune limite

7.0 CONTRÔLER PAR LA CONSTRUCTION

La mesure Contrôler par la construction permet de circonscrire l'incendie et de préserver la stabilité des éléments structuraux. Les statistiques, révélant que 94 % des incendies qui se déclarent dans des immeubles d'appartements sont confinés à la pièce (appartement) d'origine, attestent hors de tout doute la capacité des murs, des plafonds et des planchers à contenir l'incendie. De même, il est rare que des rapports signalent la défaillance d'éléments structuraux attribuable à un incendie dans un immeuble d'appartements. Les mêmes éléments de construction peuvent cependant ne pas s'avérer aussi efficaces pour contrôler la propagation de la fumée.

Éléments structuraux – Le degré de résistance au feu des principaux éléments structuraux (poutres, planchers, poteaux) constitue souvent un sujet soulevant beaucoup de discussions, mais il est essentiellement fonction du délai nécessaire à l'évacuation des occupants et des opérations de lutte contre l'incendie. Quelques minutes à peine suffisent aux occupants bien portants pour évacuer le bâtiment, mais il faut prévoir plus de temps pour les personnes à mobilité réduite. Le délai d'évacuation de ces personnes peut se mesurer en dizaines de minutes ou même davantage. De plus, pour les occupants qui ne pourraient évacuer les lieux sans aide appréciable, ou seraient incapables de quitter le bâtiment, il faut

compter sur un délai beaucoup plus important. C'est pourquoi, l'architecte averti se doit de choisir la résistance au feu des principaux éléments de construction en fonction d'une durée approximative de 2 h, soit la résistance la plus élevée généralement adoptée dans la construction standard. La résistance supplémentaire au feu procure davantage de temps aux pompiers pour s'attaquer à l'incendie. L'article 3.2.2.42 du CNBC requiert que les principaux éléments structuraux des immeubles d'appartements de grande hauteur aient une résistance au feu de 2 h.

À la suite de l'incendie et de l'effondrement des tours du World Trade Center (WTC) à New York, l'architecte peut se demander si les éléments structuraux d'une tour d'habitation au Canada se seraient mieux comportés. Il est vraiment impossible de préciser si la réaction aurait été différente. Par contre, l'étude de l'incendie et des éléments structuraux résistant au feu comporte des avantages. La structure d'acier des tours du WTC était constituée d'un noyau de service central structural et de tubulures extérieures en acier structural, permettant de libérer pratiquement tous les étages de la présence de colonnes. Une tour d'habitation typique comporterait un noyau de service structural et des colonnes au pourtour et sur toute l'aire de plancher. Les éléments structuraux peuvent être faits d'acier ou de béton, mais ce qui importe plus, c'est que l'aire de plancher de l'immeuble d'appartements est divisée en compartiments coupe-feu (corridors et appartements). Percuté par un avion, l'immeuble d'appartements aurait probablement, en raison du nombre élevé de compartiments, de meilleures chances de contenir l'incendie et de protéger des éléments structuraux. Une telle assertion ne sous-entend pas que la tour d'habitation ne s'effondrerait pas, mais que l'effondrement a davantage de chances d'être localisé en raison de la compartimentation. La preuve de l'effet bénéfique d'un bâtiment fortement compartimenté a été faite lorsqu'un avion a percuté l'Empire State Building à New York en 1945. Les dommages n'ont été nullement minimes, mais la compartimentation a démontré hors de tout doute la capacité de circonscrire l'incendie sans sérieusement compromettre la structure.

Maîtrise de l'incendie – En règle générale, l'architecte doit conférer aux murs de l'appartement suffisamment de résistance au feu pour maîtriser l'embrasement général (incendie où tous les matériaux combustibles s'enflamment et se consomment). Étant donné la combustibilité des articles d'ameublement de l'appartement, l'embrasement général demeure une possibilité, advenant la défaillance du système de gicleurs. Vu qu'il est très difficile de prédire le délai de combustion complète du contenu d'un appartement, le CNBC requiert un délai de 1 h pour les séparations coupe-feu des appartements. Les preuves statistiques des incendies confinés aux appartements où l'incendie s'est déclaré (assortis d'une cote de 1 h) indiquent qu'il s'agit là d'une limite raisonnable.

La cote de résistance au feu de 1 h ne signifie pas nécessairement qu'un élément de construction résistera à tout incendie pendant cette durée. La cote de 1 h s'emploie dans un test normalisé faisant appel à un générateur de chaleur, qui équivaut sensiblement à un feu qui croît dans de la matière cellulosique. La cote n'est qu'un moyen de classer les ensembles de construction exposés au même genre d'incendie pendant la même durée.

La partie 3 du CNBC requiert certaines cotes minimales de résistance au feu à l'égard des ensembles de construction structuraux et non structuraux, dont le Tableau 5 reproduit des exemples.

TABLEAU 5

Cotes de résistance au feu que prescrit le CNBC à l'égard des tours d'habitation

Élément	Cote minimale de résistance au feu
Murs, poteaux, planchers porteurs	2 h
Séparations coupe-feu d'appartements	1 h
Corridors publics desservant des appartements	1 h
Escaliers d'issue	2 h
Locaux d'entreposage pour les locataires	1 h
Buanderie commune	1 h

La mesure Contrôler par la construction ne vise pas seulement les éléments de construction proprement dits, mais également les ouvertures comme les portes et les fenêtres, et les points de pénétration des conduits, des canalisations et des tuyaux. Comme ces détails d'exécution exercent bien souvent une influence appréciable sur la propagation des flammes et le dégagement des fumées, l'architecte doit porter un soin particulier à son travail de conception.

Puisque la mesure *Contrôler par la construction* peut ne pas être efficace à 100 % pour limiter la propagation de la fumée, il faut en adopter d'autres pour préserver la sécurité des occupants qui évacuent le bâtiment et de ceux qui demeurent dans leur appartement.

8.0 EXTINCTION DE L'INCENDIE

L'une des mesures de gestion des incendies les plus efficaces fait appel à des matériaux tout indiqués pour éteindre les flammes. Il existe certes différents matériaux gazeux ou liquides à cette fin (dioxyde de carbone, mousse), mais l'eau reste le seul agent raisonnablement abordable et efficace pour mater l'incendie dans une tour d'habitation.

L'eau est pulvérisée par des boyaux (extinction manuelle) ou par des gicleurs (extinction automatique).

Extinction manuelle de l'incendie – Les occupants des tours d'habitation pensent le plus souvent que l'extinction de l'incendie concorde avec l'arrivée des pompiers et l'utilisation des boyaux. Au Canada, l'installation obligatoire de gicleurs dans les tours d'habitation risque de modifier cette perception. La lutte manuelle contre l'incendie joue pourtant toujours un rôle important et essentiel, que ce soit par suite de la défaillance du système de gicleurs ou fort probablement par suite d'un incendie dans un endroit dissimulé inaccessible aux gicleurs, comme la penderie d'un appartement.

Combattre l'incendie dans un appartement oblige les pompiers à parcourir les corridors intérieurs avec des boyaux chargés, à partir des escaliers ⁽¹⁶⁾. Les corridors sont souvent enfumés et la chaleur peut y être torride, compliquant d'autant la tâche des pompiers. À l'occasion, deux boyaux d'incendie servent simultanément à combattre l'incendie de l'intérieur.

L'alimentation en eau doit être assurée par des canalisations d'incendie faisant toute la hauteur du bâtiment, généralement à partir de conduites souterraines et de pompes de surpression. L'alimentation du réseau de canalisations d'incendie peut également provenir de réservoirs intérieurs aménagés en partie supérieure du bâtiment (voir la Figure 2). L'architecte doit aussi savoir qu'il faut assurer un approvisionnement en eau supplémentaire pour le réseau de canalisations d'incendie des autopompes du service de lutte contre l'incendie (voir la Figure 2). Une prise de refoulement est généralement prévue à l'endroit des canalisations d'incendie, emplacement où le parcours du service de lutte contre l'incendie et les bornes d'incendie de la chaussée doivent faire l'objet d'une coordination étroite.

Les prises de refoulement des canalisations d'incendie sont généralement placées dans les escaliers d'issue à chaque étage. Cette façon de procéder procure aux pompiers un endroit raisonnablement sûr pour s'attaquer à l'incendie. Pour les bâtiments de plus de 25 m de hauteur, l'article 3.2.5.10 du CNBC requiert de prévoir des prises de refoulement de 64 mm de diamètre; quant aux bâtiments de moindre hauteur, il requiert de prévoir des prises de refoulement de 38 mm de diamètre.

Dans le cadre de la conception des tours d'habitation, on néglige souvent de tenir compte que les pompiers doivent passer les boyaux d'incendie par les portes d'escaliers, ce qui laisse la fumée s'y engouffrer peut-être au moment même où les occupants évacuent toujours les lieux. Une solution parfois proposée ⁽⁷⁾ consiste à prévoir au bas de la porte un orifice pour passer le boyau tout en tenant la porte fermée. Une telle solution doit être discutée en compagnie des fabricants de portes et des représentants du service des incendies municipal avant d'être mise en application.

L'article 3.2.5.10 du CNBC et la norme NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant and Hose Systems*⁽¹⁷⁾ énoncent les règles de conception et d'installation de réseaux de canalisations d'incendie. Dans un bâtiment équipé de gicleurs, tant les gicleurs que les prises de refoulement peuvent s'alimenter à la même canalisation montante, selon la Figure 2.

Extinction automatique de l'incendie – Les gicleurs sont devenus le moyen de gestion des incendies le plus couramment employé depuis l'adoption du CNBC de 1995. Même si les dispositions du code rendent les gicleurs obligatoires, le concepteur doit savoir qu'il s'agit là de la mesure de sécurité incendie la plus fiable et la plus efficace qui existe aujourd'hui. Depuis l'apparition des gicleurs résidentiels dans les années 1980, la protection qu'ils procurent s'est accrue considérablement, n'offrant plus uniquement la protection de la propriété mais aussi celle des occupants dans la pièce où l'incendie a débuté.

L'article 3.2.5.13 du CNBC et la norme NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*⁽¹⁸⁾ énoncent les règles de conception et d'installation des gicleurs. L'emploi de tuyaux en plastique certifiés est autorisé à certaines fins dans les immeubles d'appartements de grande hauteur, à condition de les placer derrière un écran de protection. L'architecte doit consulter les documents de certification des tuyaux et les dispositions du CNBC dans le but de déterminer les limites de l'efficacité de la résistance au feu de l'écran de protection et les usages permis.

Les systèmes de gicleurs mâtent l'incendie avec fiabilité et efficacité et réduisent ainsi la quantité de fumée produite, mais dans certaines circonstances où l'incendie peut être dissimulé sous un lit ou un bureau ou encore dans un placard, et même circonscrit, il continuera de dégager beaucoup de fumée⁽¹⁹⁾. Pour protéger les occupants de la fumée,

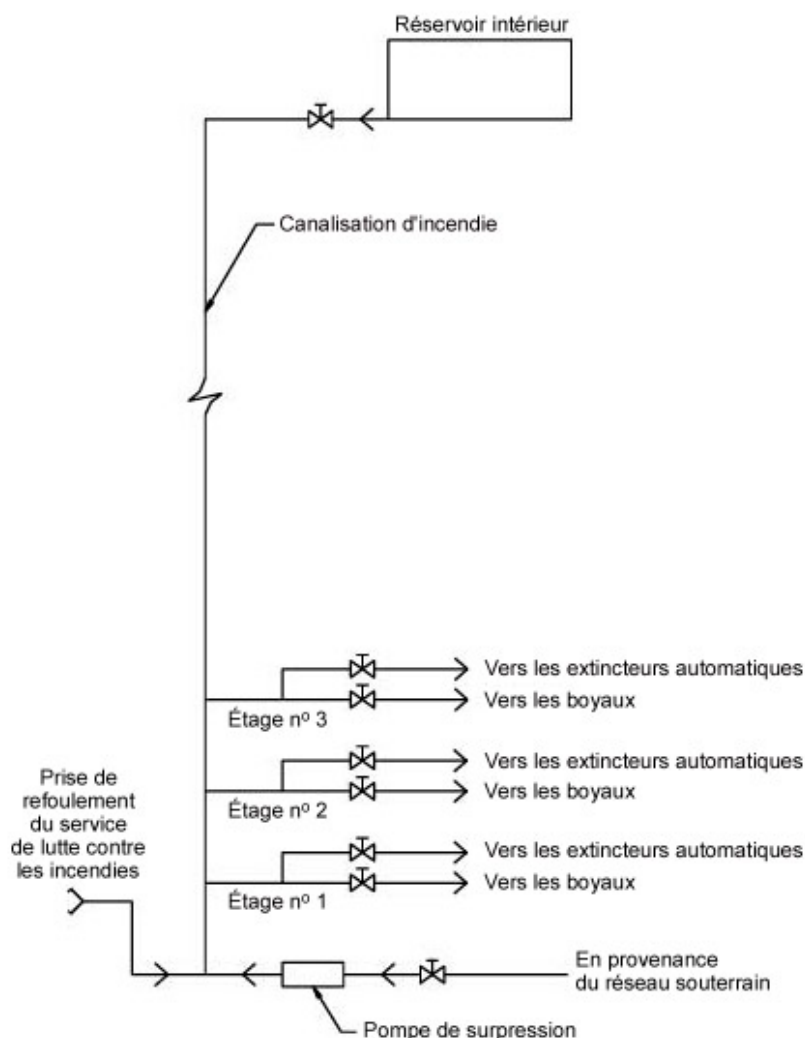


Figure 2 – Agencement possible des canalisations d'incendie dans une tour d'habitation

l'architecte doit être au courant de la nécessité d'adopter des mesures supplémentaires pour limiter la propagation de la fumée.

9.0 MESURES VISANT À PRÉSERVER LA VIE DES OCCUPANTS EXPOSÉS À UN INCENDIE

Assurer la sécurité incendie des occupants exige davantage qu'un avertisseur d'incendie et un escalier d'issue jusqu'à l'extérieur. Par souci de fiabilité et d'efficacité, le système doit comporter les éléments suivants :

- Un moyen d'avertir les occupants et de les inciter à agir promptement.
- Un moyen de communiquer avec eux de façon significative.
- Un moyen de protéger les occupants qui ne peuvent pas évacuer les lieux au même rythme que les autres ou qui peuvent avoir besoin d'aide pour ce faire.
- Des issues suffisamment larges et exemptes de fumée autant que possible.
- Un moyen de protéger les occupants confinés à leur logement si cette mesure devait être adoptée.

9.1 Mesures destinées à favoriser le déplacement des occupants

La première mesure vise à faire en sorte que les occupants commencent à évacuer les lieux. Il faut détecter l'incendie tôt, avertir les occupants et faire intervenir les services d'urgence.

Détection de l'incendie – La détection de l'incendie se fait manuellement, lorsqu'un occupant déclenche l'alarme, ou automatiquement par les détecteurs de fumée ou le système de gicleurs. Les occupants doivent être instruits des démarches à entreprendre s'ils découvrent un foyer d'incendie dans le cadre du plan de sécurité incendie du bâtiment. Les babillards disposés à des endroits achalandés et des rencontres internes permettent de faire état des techniques nécessaires.

Les avertisseurs de fumée placés dans chacun des appartements permettent de détecter un incendie et d'en avertir les occupants. Les avertisseurs de fumée ne sont pas reliés au réseau d'avertisseurs d'incendie du bâtiment, de sorte que les occupants doivent souvent déclencher manuellement le réseau d'avertisseurs d'incendie de l'immeuble pour alerter les autres occupants et les services d'urgence. Il est essentiel de donner les instructions tout indiquées aux occupants. Les gicleurs disposés dans tout l'immeuble procurent un autre moyen de détecter l'incendie, étant donné que le réseau d'avertisseurs d'incendie est automatiquement déclenché par le débit d'eau dans les canalisations des gicleurs. Les bâtiments dépourvus de gicleurs sont généralement équipés de détecteurs de chaleur placés

dans chaque appartement, reliés au réseau d'avertisseur d'incendie du bâtiment. La sous-section 3.2.4 du CNBC requiert des détecteurs de fumée, reliés au réseau d'avertisseur d'incendie du bâtiment dans chaque corridor commun et les gaines d'issue pour avertir les occupants tôt advenant que la fumée provienne de ces endroits ou y migre.

Intervention des services d'urgence – Les signaux des avertisseurs d'incendie doivent être transmis au service de lutte contre l'incendie dans les plus brefs délais. Les signaux provenant d'un dispositif de détection du débit d'eau dans les canalisations des gicleurs doivent être transmis automatiquement au service de lutte contre l'incendie (ou par un poste central). Par contre, l'architecte serait bien avisé de concevoir une installation qui informe le service de lutte contre l'incendie de tout signal d'alarme en provenance du réseau d'avertisseurs d'incendie. Les signaux provenant des avertisseurs de fumée ne seraient pas transmis automatiquement puisqu'ils ne sont pas reliés au réseau avertisseur d'incendie.

Audibilité des signaux – Les chercheurs ont constaté que l'accroissement de l'isolement acoustique des appartements a diminué l'audibilité des signaux avertisseurs d'incendie ⁽²⁰⁾. Pour tirer les occupants de leur sommeil, le CNBC précise un niveau minimal de pression acoustique de 75 dBA dans les chambres. Alors que le niveau maximal est fixé à 100 dBA pour éviter de porter atteinte à l'ouïe des occupants, l'architecte doit étudier avec soin l'emplacement des dispositifs avertisseurs. Dans bien des cas, ils sont requis dans chaque appartement de façon à éviter de dépasser la limite de 100 dBA dans un corridor. L'architecte peut maintenant compter sur de l'information pour l'aider à mieux disposer les dispositifs avertisseurs ⁽²¹⁾. Les facteurs déterminant l'atténuation du son désignent la « dureté » de la pièce et des articles d'ameublement, les dimensions de la pièce et les pièces (les portes fermées) séparant le dispositif avertisseur de l'occupant.

En plus des besoins d'audibilité, les occupants ayant des déficiences auditives ou visuelles auront peut-être besoin de dispositifs de vibration ou de lampes stroboscopiques (sinon les deux) pour être avertis de ce qui se passe. De même, la communication des occupants entre eux lors d'une situation d'urgence est essentielle pour garantir la réussite de l'évacuation. Les dispositifs avertisseurs d'incendie très forts généreront ce genre de communication ⁽²²⁾.

Avertissement des occupants – Le signal avertisseur a quatre objectifs ⁽²²⁾ :

- Avertir les occupants d'un incendie
- Indiquer la nécessité d'agir vite
- Indiquer la nécessité d'amorcer l'évacuation des lieux
- Prévoir suffisamment de temps pour fuir les lieux.

Le signal de l'avertisseur d'incendie doit être distinctif pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans l'esprit des occupants. La sous-section 3.2.4 du CNBC requiert dorénavant le mode de signalisation à régime temporel, adopté sur la scène internationale à titre de signal d'évacuation. L'architecte doit connaître ce régime temporel à 3 impulsions et savoir qu'il vise l'évacuation des occupants. La majorité des occupants (94 %) ne savent pas que le régime temporel à 3 impulsions signifie d'amorcer l'évacuation ⁽²³⁾.

(Voir la Figure 3.)

Les occupants d'immeubles d'appartements sont enclins à faire fi des alarmes d'incendie, quel que soit le type de signal ⁽²²⁾. Le problème découle des fréquentes fausses alarmes. Plus le nombre de « fausses » alarmes augmente, moins les occupants réagissent. Il existe bien des actions que l'architecte peut prendre pour réduire les principales causes de fausses alarmes ⁽²²⁾ indiquées au Tableau 6.

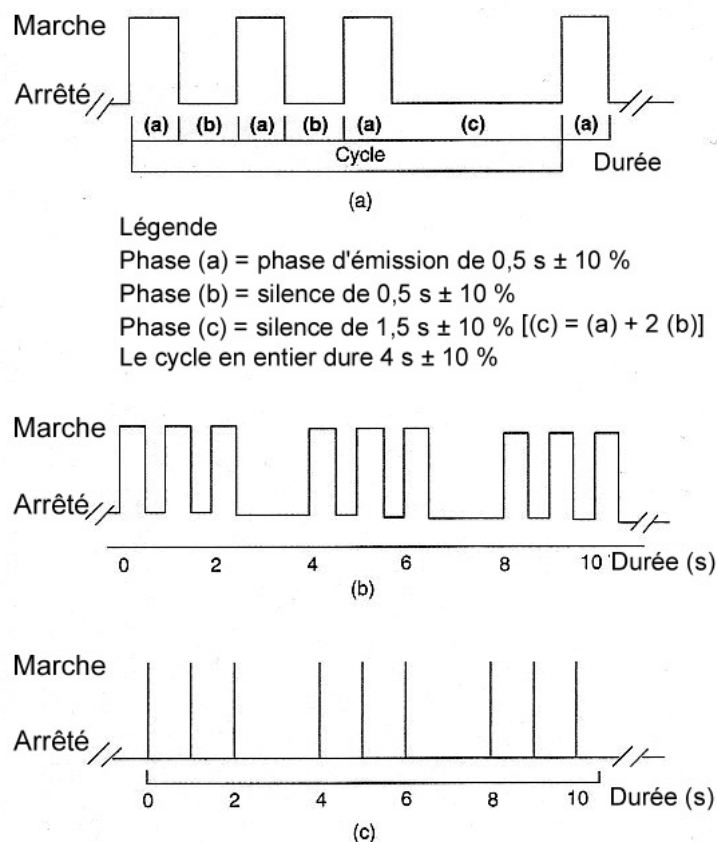


Figure 3 – Régime temporel à 3 impulsions

TABLEAU 6

Causes estimatives des fausses alarmes ⁽¹⁾

Mauvais fonctionnement	45,0 %
Appel non intentionnels	27,0 %
Appels malicieux, de plaisantins	15,8 %
Autres fausses alarmes (appels à la bombe, etc.)	12,2 %

Notes : ⁽¹⁾ Extrait de la référence 22.

D'abord, Il faut garantir la fiabilité du système et réduire les risques de mauvais fonctionnement; choisir du matériel de qualité et vérifier la conformité de son installation avec les normes en vigueur; prévoir un programme d'essais et d'entretien à long terme; installer les détecteurs d'incendie uniquement après l'achèvement des travaux de finition dégageant de la poussière; recourir à de nouvelles méthodes pour protéger les avertisseurs manuels d'incendie

contre les gestes d'esprits malveillants. Par contre, la conception ne peut pas parer aux appels de gens bien intentionnés concernant d'autres situations d'urgence que des incendies. Seules des activités de formation efficaces peuvent permettre de réduire, voire d'éliminer, les appels du genre.

À la suite d'un signal d'incendie, il est essentiel que les occupants amorcent l'évacuation des lieux. La délai pour amorcer l'évacuation varie entre 2,5 mn et 5,3 mn ⁽²⁴⁾. Rassembler ses objets précieux, s'habiller, réunir les enfants et les animaux domestiques et recueillir de l'information sur les circonstances de l'incendie expliquent le plus souvent le retard à agir. La nécessité de raccourcir le délai d'évacuation ne saurait être exagérée. Procéder à des exercices d'évacuation périodiques dans le cadre du plan de sécurité incendie du bâtiment en est un moyen.

Le recours au réseau de communication phonique après le déclenchement de la première alarme d'incendie est en un autre. La recherche ⁽²⁵⁾ indique que les occupants prennent très au sérieux les messages vocaux transmis directement par les employés ou par le réseau de communication, comparativement aux cloches ou aux autres dispositifs avertisseurs. Il est donc important de choisir le matériel qui permet de transmettre des messages vocaux dans tout l'immeuble d'appartements, y compris dans les corridors et les escaliers d'issue. Les logiciels de CAO compatibles aident à la conception de tels systèmes en ce qui concerne l'intelligibilité de la voix ⁽²⁶⁾. Du matériel d'essai permettant d'évaluer l'intelligibilité ⁽²⁶⁾ commence à faire son apparition dans le commerce. Les messages préenregistrés sont inefficaces et même dangereux dans certaines situations ⁽²²⁾. L'article 3.2.6.8 du CNBC requiert l'installation d'un réseau de communication phonique dans tous les bâtiments de grande hauteur lorsque le plancher du dernier étage se situe à plus de 36 m du niveau du sol (environ 12 étages). Par contre, l'architecte est invité à en prévoir un dans tous les immeubles d'appartements de grande hauteur.

Le comportement des occupants est influencé par de nombreux facteurs lors d'un incendie, comme l'indique la Figure 4. L'architecte n'est peut-être pas en mesure d'agir sur certains de ces facteurs, mais il peut faire en sorte que son concept tienne compte du rapport existant entre les occupants, le bâtiment et l'incendie.

En favorisant des mesures destinées à détecter l'incendie tôt, en évitant les fausses alarmes et en adoptant des messages phoniques tout indiqués, l'architecte contribue dans une large mesure à faire en sorte que les occupants disposent de temps suffisant pour sortir du bâtiment.

9.2 Mesures prévoyant des moyens pour favoriser le déplacement des occupants

L'évacuation d'un immeuble d'appartements oblige les occupants à quitter leur logement en empruntant les sorties communes (les corridors et les escaliers) à la recherche d'un endroit sûr, en général hors du bâtiment. L'architecte doit fournir des mesures tout au long de ce parcours pour assurer la sécurité des occupants comme le démontre ce qui suit :

Caractéristiques des occupants – La Figure 4 fait état des caractéristiques des occupants risquant d'influer sur leur comportement au cours d'un incendie.

- La connaissance du bâtiment influe grandement sur le choix du parcours d'évacuation ⁽²⁵⁾. Ainsi, les occupants choisissent généralement un escalier d'issue qu'ils utilisent périodiquement (ou tentent d'emprunter un ascenseur), à moins que la formation et les exercices aient démontré la nécessité d'emprunter d'autres parcours.
- Les occupants sont prêts à s'engager dans des voies enfumées lors de l'évacuation, bien qu'ils sachent que la fumée risque de leur porter atteinte ⁽²⁵⁾. Par contre, la fumée ralentit bien souvent l'évacuation.
- Les personnes bien portantes réussissent à évacuer les lieux au rythme de 60 à 74 mètres à la minute en empruntant les corridors et les passages piétonniers, et de 10 secondes par étage en empruntant les escaliers ⁽³⁾.

Figure 4 – Facteurs influençant le comportement des humaines lors d'un incendie

Caractéristiques des occupants	Caractéristiques du bâtiment	Caractéristiques de l'incendie
Profil • Sexe • Âge • Capacité • Déficiences	Usage • Résidentiel (faible hauteur, hauteur moyenne ou grande hauteur) • Bureaux • Usine • Hôpital • Hôtel • Cinéma • Collège et université • Centre commercial	Indices visuels • Flamme • Fumée (couleur, épaisseur) • Fléchissement du mur, plafond, plancher
Connaissance et expérience • Bonne connaissance du bâtiment • Antécédents en matière d'incendie • Formation en sécurité incendie • Autre formation à l'égard de situations d'urgence	Architecture • Nombre d'étages • Aire de plancher • Emplacement des issues • Emplacement des cages d'escalier • Complexité de l'espace / de l'agencement des lieux • Forme du bâtiment • Accès visuel	Indices olfactifs • Odeur de brûlé • Odeur acide
État au moment de l'événement • Seul(e) ou avec d'autres • Actif ou passif • Alerte • Sous l'influence de médicaments, d'alcool ou de drogues	Activités dans le bâtiment • Travail • Sommeil • Repas • Magasinage • Regarder un spectacle, une pièce de théâtre, un film, etc.	Indices audibles • Fissuration • Verre brisé • Chute d'objets
Personnalité • Influence des autres • Leadership • Réaction négative face à l'autorité • Anxiété	Sécurité incendie • Signal d'avertisseur d'incendie (type, audibilité, emplacement, nombre de fausses alarmes) • Réseau de communication phonique • Plan de sécurité incendie • Effectif formé • Aire de refuge	
Rôle • Visiteur • Employé • Propriétaire		

Capacité des issues – La section 3.4 du CNBC énonce les règles à suivre pour calculer la largeur minimale des issues. Une tour d'habitation type requiert au moins deux escaliers d'issue, chacun mesurant au moins 1 100 mm de largeur. Vu la faible charge d'occupation à chaque étage, cela suffirait pour permettre aux occupants d'évacuer le bâtiment sans vraiment congestionner les escaliers. Ainsi, en l'occurrence, la largeur de l'escalier ne ralentit pas beaucoup la vitesse d'évacuation. Dans le cas de bâtiments de très grande hauteur ou les

bâtiments regroupant un grand nombre d'appartements par étage, il peut se produire de la congestion aux étages inférieurs. La question d'offrir un moyen d'issue suffisant ne requiert pas beaucoup de travaux de conception pour les immeubles d'appartements.

Certaines conditions se répercutent cependant sur le rythme d'évacuation des occupants. Tous les facteurs reproduits dans la Figure 4 apportent leur contribution. Les techniques de calcul courantes ⁽³⁾ permettent de vérifier le délai minimal qu'il faut pour circonscrire l'incendie ou contrôler la fumée par rapport au délai d'évacuation. Elles procurent des estimations raisonnables du délai requis pour l'évacuation, mais la plupart ne tiennent pas compte de la composition de la charge d'occupation du bâtiment (ex. : les familles ou les personnes seules, les personnes âgées ou les jeunes), des facultés de la population (ex. : les personnes handicapées, âgées, très jeunes) ou de l'effet de la fatigue (longue descente par les escaliers), du stress découlant de la situation d'incendie, ainsi que des effets de se déplacer en empruntant des voies enfumées ⁽²⁵⁾. À proprement parler, l'architecte doit considérer que les méthodes de calcul offrent des résultats favorables et accentuent le rythme possible d'évacuation pour refléter les facteurs susmentionnés.

Parcours d'issue complet – Dès que les occupants s'introduisent dans l'escalier d'issue, le Code requiert qu'ils puissent demeurer dans cette aire protégée jusqu'à ce qu'ils parviennent en lieu sûr, en général dehors. Si les escaliers d'issue débouchent sur un corridor de niveau inférieur ou sur un lobby, le maintien

de la protection des occupants s'impose toujours. Des dispositifs de signalisation évidents et visibles sont également nécessaires. La recherche corrobore l'avantage d'afficher des panneaux de signalisation appropriés ⁽²⁷⁾ dans les situations habituelles ou d'urgence.

Les systèmes de signalisation photoluminescents ⁽²⁸⁾ sont des plus efficaces. La Figure 5 indique les avantages de compter sur un tel système de signalisation.



Figure 5 – Cage d'escalier avec éclairage normal et avec éclairage photoluminescent sans plus

9.2.1 Parcours protégé

Il est primordial de protéger les parcours d'issue contre la fumée.

Fumée – La fumée entraîne deux dangers : les particules nuisent à la visibilité et les gaz toxiques risquent de causer une incapacité. Les particules n'occasionnent généralement pas de décès lors d'incendies de bâtiments. Elles causent de l'irritation aux yeux et des troubles respiratoires, en plus de nuire à la visibilité nécessaire pour sortir en toute sécurité. Les principaux gaz toxiques en question désignent le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, le cyanure d'hydrogène, le chlorure d'hydrogène et le dioxyde d'azote. Les concentrations de ces gaz peuvent être nocifs pour les occupants, comme l'indique le Tableau 7. L'exposition à court terme se mesure généralement en minutes et l'exposition à long terme en heures. Le gaz toxique peut-être le plus important est le monoxyde de carbone qui est produit en grande quantité dans la majorité des incendies. Vu la grande difficulté de prédire la composition des gaz qui seront produits lors d'un incendie, c'est habituellement la visibilité réduite (densité de la fumée) qui sert de paramètre déterminant dans la conception de systèmes destinés à contrôler la propagation de la fumée.

TABLEAU 7 ⁽¹⁾

Concentrations maximales admissibles des gaz toxiques

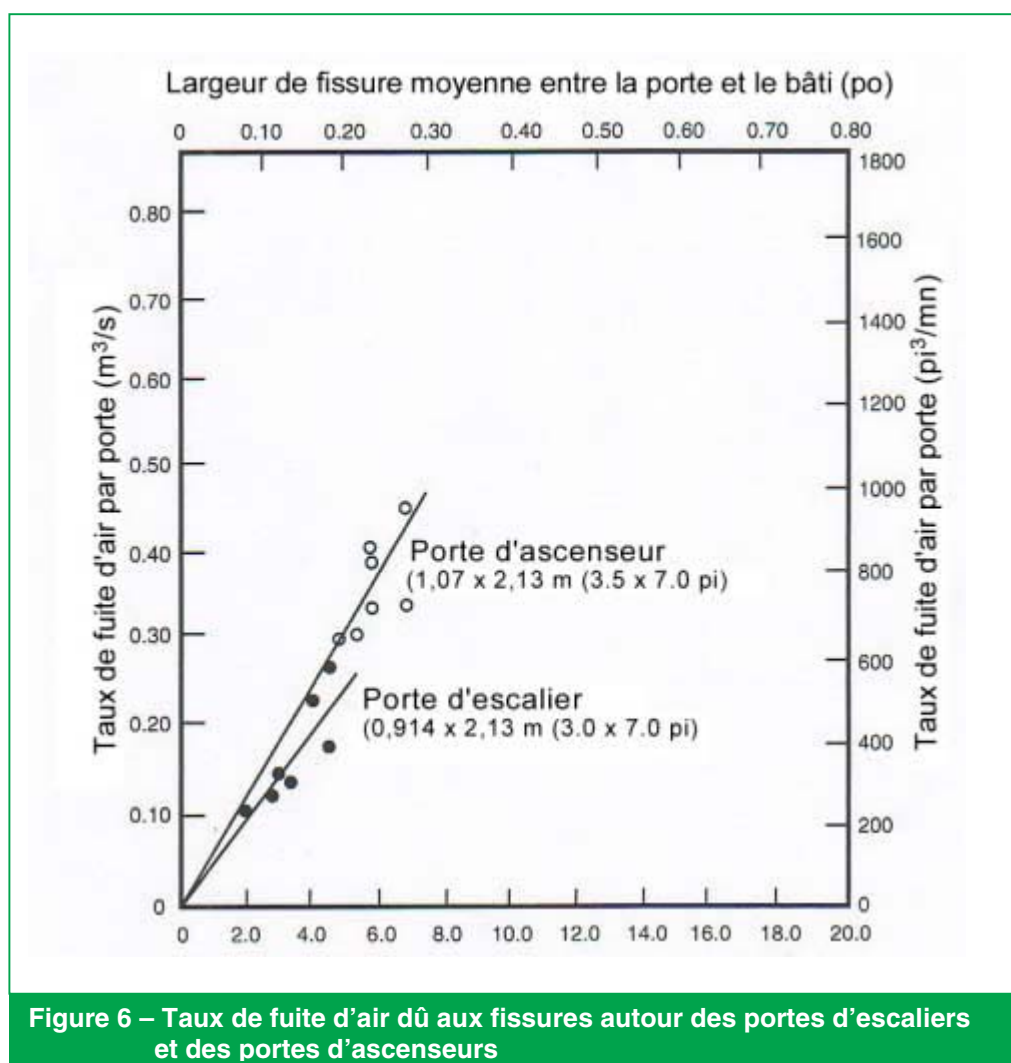
Gaz toxique	Concentration maximale admissible, en ppm	
	Exposition prolongée	Exposition de courte durée
Monoxyde de carbone	100	4 000
Dioxyde de carbone	5 000	100 000
Cyanure d'hydrogène	10	300
Chlorure d'hydrogène	5	1 500
Dioxyde d'azote	5	120

Notes : ⁽¹⁾ Extrait de la référence 29.

La conception repose sur la nécessité de limiter les concentrations de fumée de sorte que la densité optique ne dépasse les limites fixées. Les panneaux de sortie et les dispositifs de signalisation peuvent alors être aperçus par les occupants. On fait couramment état d'une densité optique de calcul de 0,043/m, qui correspond à la visibilité à travers la fumée sur environ 25 m ⁽⁵⁾. Cette limite sert de fondement pour déterminer l'efficacité des systèmes de désenfumage. Les autres critères visant à limiter la propagation de la fumée (article 3.2.6.2 du CNBC) sont fondés sur un pourcentage donné d'air contaminé (par la fumée). Cette façon d'énoncer des critères de conception équivaut essentiellement à celle de la mesure de densité optique par mètre. Les deux façons de procéder donnent lieu à des

critères qui limitent le dégagement de fumée dans une quantité donnée d'air pur à l'intérieur des aires protégées.

Propagation de la fumée – Les différences de pression expliquent surtout la propagation de la fumée par les « orifices de fuite » des compartiments. Ces orifices désignent les fissures autour des portes et des fenêtres. Les références 5 et 30 fournissent des données documentaires et les calculs nécessaires pour déterminer les orifices de fuite et les moyens de prévenir la propagation de la fumée par là. La Figure 6 donne un exemple du taux de fuite d'air attribuable aux fissures autour des portes d'escalier ou d'ascenseur types. Le concepteur doit prévoir une capacité de pressurisation mécanique suffisante pour que les pertes de pression imputables à ces fuites n'entraînent pas une chute de pression appréciable.



Dans les immeubles d'appartements de grande hauteur, voici les principales forces provoquant les différences de pression :

- La dilatation thermique des gaz. La chaleur dégagée par l'incendie fait augmenter le volume des gaz, qui, à leur tour, font augmenter la pression dans la pièce d'où émane l'incendie, poussant la fumée à travers les compartiments.
- La force ascensionnelle de la fumée chauffée. La fumée, qui atteint une température élevée en raison de l'incendie, subit une force ascensionnelle et s'échappe par les orifices de fuite des étages supérieurs des compartiments. Par la même occasion, de l'air froid s'introduit de l'extérieur du compartiment coupe-feu par les orifices de fuite des étages inférieurs. Lorsque la température du feu atteint entre 600 et 1 000 °C dans une pièce où la hauteur de plafond n'est que de 3,5 m, la différence de pression causée par la force ascensionnelle est de l'ordre de 15 Pa, comme l'indique la Figure 7 ⁽⁵⁾. C'est pourquoi il importe de limiter l'étendue de l'incendie ou de refroidir l'atmosphère en l'éteignant.

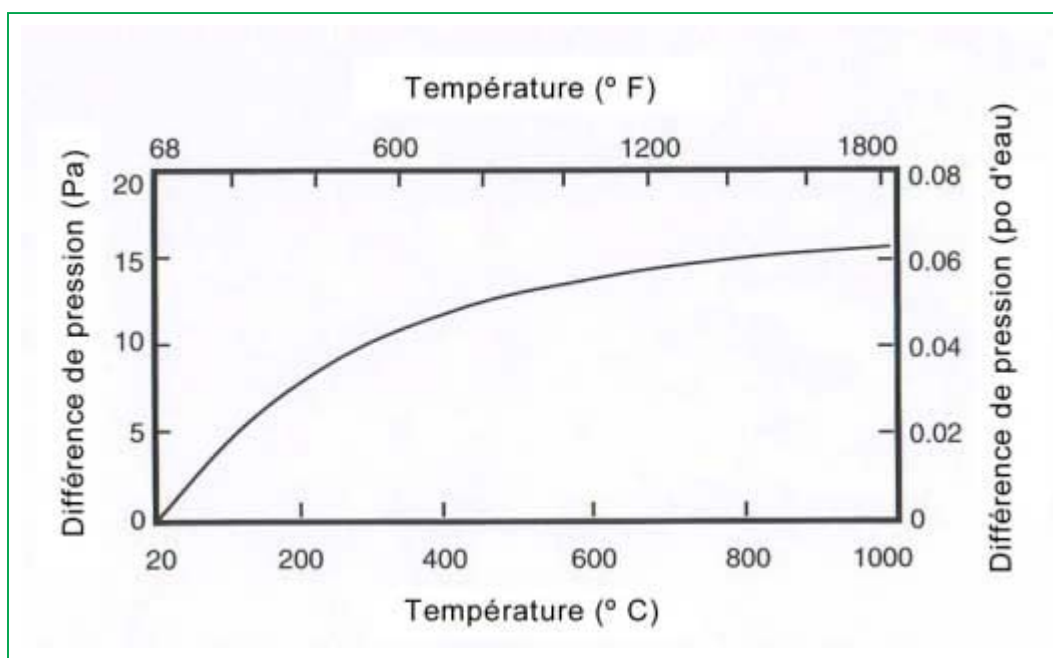


Figure 7 – Pressions différentielles résultant de l'effet ascensionnel des gaz d'incendie

- Effet de tirage. L'effet de tirage désigne le mouvement ascendant ou descendant de l'air ou de la fumée, qui découle des écarts de température entre les milieux intérieur et extérieur du bâtiment. En vérité, ce phénomène s'apparente à la force ascensionnelle, mais à plus grande échelle. La Figure 8 montre l'effet de tirage normal que subit une tour d'habitation lorsque la température à l'extérieur est inférieure à celle du milieu intérieur (l'hiver au Canada) et l'effet de tirage inverse

lorsque la température du milieu intérieur est inférieure à celle de l'extérieur (bâtiment climatisé l'été) ⁽³⁰⁾. En hiver, l'air s'infiltre dans le bâtiment sous le plan neutre et s'échappe au-dessus. Par conséquent, l'air et la fumée suivent un mouvement ascendant dans tout le bâtiment. Dans ce dernier cas, il s'échappe de l'air du bâtiment sous le plan neutre et il s'en infiltre au-dessus, occasionnant ainsi un mouvement descendant d'air et de fumée dans tout le bâtiment. L'effet de tirage s'accroît en fonction de la hauteur et des écarts de température entre les milieux

intérieur et extérieur. En conséquence, dans un immeuble d'appartements de très grande hauteur, par temps froid hivernal, les différences de pression agissant sur les compartiments et le mouvement ascendant de la fumée d'incendie

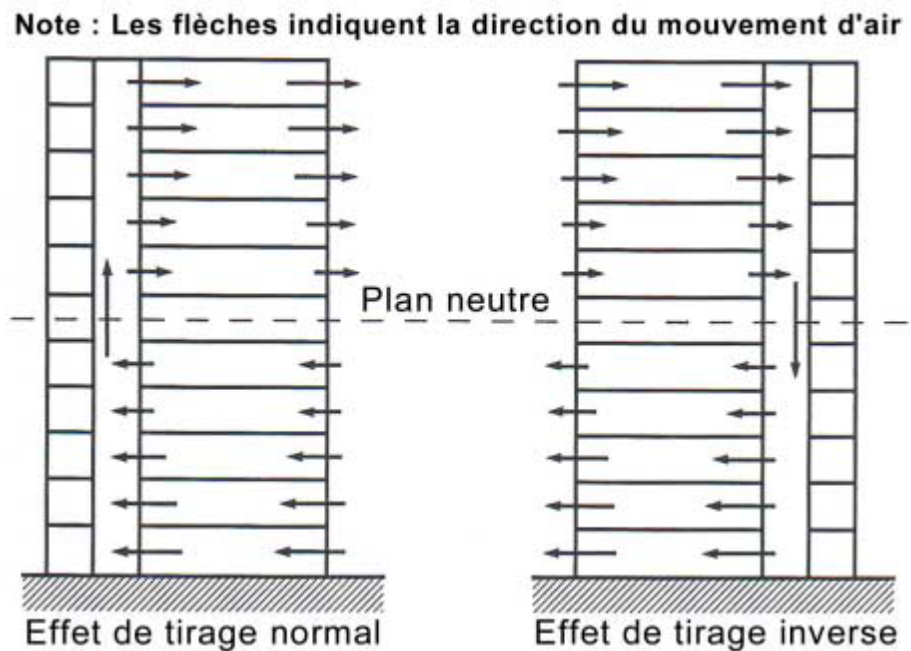


Figure 8 – Mouvement d'air attribuable à l'effet de tirage normal et inverse

peuvent être importantes. Par exemple, dans un bâtiment de 100 m de hauteur (d'environ 30 étages) où il fait 21 °C à l'intérieur et 0 °C à l'extérieur, la différence de pression agissant au sommet du bâtiment est d'environ 100 Pa.

- Effets du vent. Le vent occasionne d'importantes différences de pression et fuites d'air en plus d'accélérer la propagation de la fumée. Le calcul de l'effet du vent dépend de la configuration du sol, de la direction du vent agissant sur les façades du bâtiment, de la hauteur de l'immeuble par rapport aux autres bâtiments avoisinants et d'autres facteurs. Le mouvement d'air dû à l'intérieur d'un bâtiment aux effets du vent prend une allure essentiellement horizontale dans des conditions normales. Lors d'un incendie où une fenêtre aurait été brisée, l'augmentation de la pression qui s'exercerait à l'étage où l'incendie sévit pourrait faire propager la fumée aux étages voisins et dans les gaines verticales.

- Effet piston des cabines d'ascenseur. L'article 3.2.6.5 du CNBC requiert de destiner un ascenseur aux pompiers et dissuade tout recours aux ascenseurs pour évacuer les occupants. L'ascenseur destiné aux pompiers risque de causer un effet de succion à l'intérieur de la gaine et de ce fait d'attirer la fumée dans l'aire protégée et risquer de la propager vers d'autres aires du bâtiment. La conception de l'installation mécanique doit en tenir compte.
- Installation de traitement d'air. L'installation de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air d'une tour d'habitation comporte un réseau étendu de conduits que la fumée pourrait emprunter. Sans le fonctionnement des ventilateurs, le réseau de conduits offre un parcours propice à la propagation de la fumée pour les raisons déjà mentionnées. La recirculation normale de l'air par l'installation de traitement peut transmettre la fumée d'une zone vers d'autres parties du bâtiment. Le concepteur doit être conscient de cette possibilité et, en prévoyant l'installation de registres et l'arrêt des ventilateurs ou l'adaptation du système pour qu'il fournisse des différences de pression favorables ⁽⁵⁾, exploiter l'installation de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air pour offrir un milieu protégé pour l'évacuation des occupants. À titre d'exemple, dans un immeuble d'appartements, cela peut signifier de soumettre les corridors à une surpression, vu que la majorité des incendies se produisent à l'intérieur des appartements.
- Forces combinées. Pour que les issues soient plutôt exemptes de fumée, les pressions agissant sur le bâtiment et les gaines d'issues doivent être calculées. Cela permet aussi de déterminer les forces combinées susceptibles d'intervenir en cas d'incendie. On obtiendra les différences de pression de calcul agissant sur la gaine d'issue ou les compartiments qu'un système de désenfumage doit surmonter pour empêcher la propagation de fumée jusque dans les aires protégées. Une telle démarche s'inscrit généralement dans le cadre de la conception des installations mécaniques. Les références (5), (30) et (31) livrent des renseignements étendus sur la conception de systèmes destinés à réduire la propagation de la fumée.

9.2.2 Protection des personnes handicapées lors de l'évacuation

Lors des opérations d'évacuation, toutes personnes incapables d'emprunter les escaliers ou d'autres issues doivent être considérées comme handicapées. Il peut s'agir d'occupants aveugles, à mobilité réduite ou temporairement alités. Les mesures d'évacuation ou de protection sur place des occupants alités correspondent à celles d'un hôpital ou d'un centre d'hébergement et, à ce titre, vont au-delà de la portée du présent article. Il existe

toutefois des mesures à adopter pour assurer la protection des personnes aveugles ou à mobilité réduite (et à l'occasion des personnes alitées). Il est primordial d'identifier ces occupants dans le plan de sécurité incendie du bâtiment et de prendre les dispositions tout indiquées en compagnie du service de lutte contre l'incendie.

L'évacuation des occupants handicapés prend plus de temps que celle des personnes bien portantes. À ce titre, le délai de protection, en particulier contre la propagation de la fumée, pourra devoir être prolongé. Voici les mesures à prendre en considération pour prolonger le délai d'évacuation :

- Les balcons à l'extérieur des appartements peuvent servir de refuges temporaires.
- Les portes des corridors permettent de créer à chaque étage au moins deux zones protégées contre la propagation de la fumée. Chacune des zones doit être desservie par son propre escalier d'issue. La Figure 9 illustre un tel agencement.
- Les vestibules protégés adjacents à l'ascenseur protégé des pompiers.
- Les vestibules protégés adjacents des escaliers d'issue, selon la figure 10.



Protection des personnes handicapées

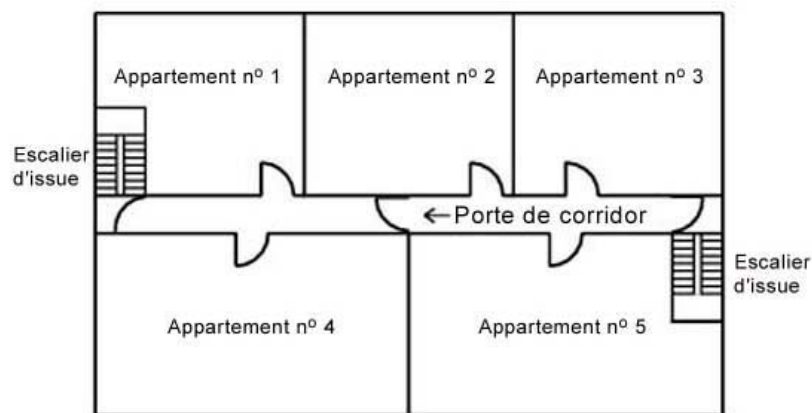


Figure 9 – Séparations dans les corridors

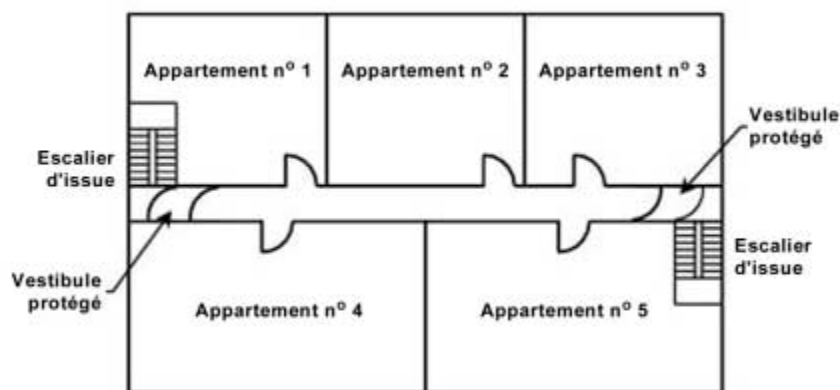


Figure 10 – Vestibules protégés pour les escaliers d'issue

- De l'espace supplémentaire aux paliers des escaliers d'issue protégés permettant d'attendre les secours pour évacuer les lieux.

Toutes ces mesures doivent être intégrées aux dispositions de conception sans obstacles du CNBC pour que l'accès et l'usage conviennent tout à fait aux personnes en ayant besoin. Cela peut signifier de regrouper les personnes handicapées aux six premiers étages du bâtiment pour que l'évacuation puisse se faire à l'aide d'échelles en dernier recours. La référence 32 fournit aux concepteurs d'excellents renseignements sur le choix de mesures d'évacuation adaptées aux personnes handicapées. La mesure la plus importante pour garantir l'évacuation en toute sécurité des personnes handicapées réside dans la planification des mesures d'urgence en compagnie des occupants, des gestionnaires de l'immeuble et du service de lutte contre l'incendie, qui doivent s'inscrire dans le plan de sécurité incendie du bâtiment.

9.2.3 Protection des occupants sur place

Il peut arriver que les occupants d'une tour d'habitation ne soient pas en mesure d'évacuer les lieux pour des raisons médicales ou autres. Pour garantir leur sécurité, l'architecte devra peut-être envisager des mesures pour protéger ces occupants sur place. Il doit avant tout vérifier que les mesures nécessaires font partie du plan de sécurité incendie et se souvenir que les tours d'habitation n'ont pas à être conformes aux mêmes mesures de protection sur place requises pour les hôpitaux et les centres d'hébergement. Il est toutefois important de saisir comment est assurée la sécurité à l'intérieur de ces bâtiments.

Cette mesure assure un délai de protection suffisant contre le feu et la fumée pour attendre que l'incendie soit maté. La première démarche évidente consiste à n'autoriser les mesures de protection sur place que dans les bâtiments équipés de gicleurs, conformément aux dispositions en vigueur du CNBC. Ensuite, l'adoption des mesures *Contrôler par la construction* et *Contrôler la fumée* traitées précédemment, contribuera à faire en sorte que les aires bénéficiant de mesures de protection seront le plus possible à l'abri de l'incendie et de la fumée. Puisque les occupants touchés ne peuvent probablement pas se déplacer ou se rendre facilement sur le balcon, cette mesure pourrait ne pas fonctionner sans prendre des dispositions pour favoriser l'accès au balcon et confier à d'autres intervenants le soin de déplacer les occupants.

PROBLÈMES PARTICULIERS

10.1 Bâtiments avec atrium

Les tours d'habitation sont souvent contruites avec un atrium ou situées par-dessus des bâtiments en contenant. L'architecte doit tenir compte des enjeux consécutifs sur le plan de la sécurité incendie et protéger les occupants en conséquence.

La sous-section 3.2.8 du CNBC renferme une gamme étendue de dispositions de sécurité à l'égard des bâtiments avec atrium (aires communicantes). Elles sont nécessaires par souci de protection en raison du non-respect d'une exigence fondamentale du code du bâtiment : la séparation coupe-feu d'un étage à l'autre. En conséquence, des exigences supplémentaires visant à améliorer les moyens de sortie et le désenfumage s'ajoutent à la condition fondamentale d'installer un système de gicleurs.

Lorsqu'une tour d'habitation comporte un atrium, l'attention première se porte sur la propagation de la fumée. Il faut limiter la propagation de la fumée et maintenir des conditions soutenables dans les parcours d'issue ouverts sur l'atrium. La recherche sur la propagation de la fumée et le désenfumage dans les atriums ⁽³³⁾ ⁽³⁴⁾ propose des principes à suivre. L'ampleur possible et l'emplacement de l'incendie, de même que le mode de fonctionnement du système d'extraction mécanique pour garder l'atrium et les aires protégées exempts de fumée déterminent les mesures qui s'imposent. Des solutions conceptuelles sont exposées dans les références (5) et (30), ainsi que dans la norme NFPA 92B, Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Areas ⁽³⁵⁾. Les mesures de sécurité touchant l'atrium doivent être intégrées à celles du bâtiment de grande hauteur de façon à réussir à obtenir un concept axé sur la sécurité incendie.



Figure 11 - Atrium

10.2 Bâtiments aménagés au-dessus d'un métro

Dans les centres-villes peuplés, les urbanistes ont exploité l'espace au-dessus des réseaux de métro pour y implanter des bâtiments de grande hauteur. Le réseau de transport rapide et la communication avec le bâtiment créent des risques d'incendie supérieurs à ce qui existerait si la liaison au métro n'y était pas.

L'architecte doit s'assurer que la station de métro et l'aire associée ne soumettent pas la tour d'habitation à d'importants risques d'incendie et de fumée. Le moyen le plus courant d'atteindre la sécurité incendie consiste à s'en remettre à la norme NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems ⁽³⁶⁾. L'application des exigences de la norme permet de moins exposer la tour d'habitation à de tels risques.

Ensuite, l'architecte doit déterminer l'incidence que pourrait avoir sur la tour d'habitation un incendie dans le métro. La fumée qui se propagerait du métro jusqu'au bâtiment et l'effet de l'évacuation d'un grand nombre d'usagers du métro sur celle de la tour d'habitation constituent des enjeux d'importance.

Pour prévenir la propagation de la fumée, la méthode de prédilection consiste à prévoir une importante séparation coupe-feu avec vestibule pressurisé entre le métro et le bâtiment. Les ouvertures entre les deux usages doivent être réduites au minimum de façon à éviter la propagation de la fumée d'un milieu à l'autre. De même, l'effet piston des wagons de métro doit être pris en considération au même titre que pour les ascenseurs.

Une importante mesure consiste à séparer tout à fait les sorties du métro de celles du bâtiment, non seulement pour réduire les risques de propagation de la fumée, mais aussi pour éviter que les usagers du métro ne saturent les sorties. Il n'est généralement pas souhaitable d'intégrer les installations d'alarme d'incendie des deux ouvrages, vu la possibilité de semer la confusion chez les occupants de la tour d'habitation.

11 ASPECTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION APRÈS LA CONSTRUCTION

La sécurité incendie dans les bâtiments résidentiels de grande hauteur ne peut être assurée sans prendre les précautions tout indiquées lors de l'utilisation des lieux. Le plan de sécurité incendie du bâtiment permet de les regrouper. Le plan d'origine doit être dressé par l'architecte et le maître d'ouvrage (ou le gestionnaire) de concert avec le service de lutte contre l'incendie avant l'occupation du bâtiment. Le plan doit être remis à tous les nouveaux locataires dès leur arrivée. Il doit être placé bien en vue dans le bâtiment. Il est recommandé de faire traduire le plan d'origine dans la langue des occupants qui ne comprendraient ou ne parleraient pas la langue de départ. Toutes dispositions conceptuelles prises en vue d'assurer

l'évacuation et la sécurité des personnes handicapées doivent être consignées dans le plan de sécurité incendie avant l'occupation du bâtiment.

Tout plan doit prévoir au moins un exercice d'évacuation annuel. Des instructions claires et précises doivent expliquer aux occupants ce qu'on attend d'eux en cas d'incendie. Le plan de sécurité incendie doit également faire état des besoins d'entretien et d'essai des caractéristiques de la sécurité incendie. L'architecte doit faire en sorte que ces besoins font partie du plan de manière à conserver la sécurité incorporée lors de la construction.

12.0 QUESTIONS ET RÉPONSES

12.1 Questions

1. Du point de vue de la sécurité incendie, quelles sont les caractéristiques exceptionnelles qui distinguent une tour d'habitation d'un bâtiment de faible hauteur ?
2. Du point de vue statistique, à quel point les occupants d'une tour d'habitation sont-ils en sécurité comparativement à ceux qui habitent un bâtiment de faible hauteur ? Comment établir la comparaison des risques pour la vie auxquels sont exposés les occupants ?
3. Qu'est-ce qui provoque la propagation de la fumée à l'intérieur d'une tour d'habitation au cours d'un incendie ? Peut-elle se propager vers le bas ?
4. Comment les pompiers s'y prennent-ils pour circonscrire et mater l'incendie dans un bâtiment de grande hauteur s'ils sont incapables d'utiliser leur échelle aérienne pour se rendre jusqu'à l'étage où sévit l'incendie ?
5. Quelles sont les démarches auxquelles l'architecte s'attend généralement que vont prendre les occupants en entendant le déclenchement de l'alarme d'incendie dans une tour d'habitation ?
6. Que peut faire un concepteur pour que les occupants d'une tour d'habitation réagissent mieux lorsque l'alarme d'incendie est déclenchée ?
7. Quelles sont les autres mesures en matière de construction qu'un architecte peut intégrer à une tour d'habitation pour assurer la sécurité incendie ? Du point de vue de la lutte contre l'incendie, quels sont les importants aspects à retenir dans la conception des fenêtres et des surfaces vitrées ?
8. Quel rôle le système de gicleurs joue-t-il dans la sécurité incendie d'une tour d'habitation ?
9. Comment assure-t-on la sécurité incendie des occupants handicapés dans une tour d'habitation ?
10. Y a-t-il des précautions supplémentaires qu'un architecte doit prendre lorsqu'un bâtiment de grande hauteur doit comporter un atrium ? Comment les codes considèrent-ils de tels agencements ? Quelles sont les précautions en matière d'incendie qu'un architecte doit envisager lorsqu'un immeuble d'appartements doit être situé au-dessus d'une station de métro ?
11. Le comportement au feu des bâtiments de grande hauteur diffère-t-il selon qu'ils sont construits d'acier ou de béton ? Pourquoi les tours du World Trade Centre se sont-elles effondrées après avoir été percutées par des avions et pris feu ? Au Canada, les tours d'habitation se comporteraient-elle de la même manière ?

Pour connaître les réponses aux questions, veuillez consulter le site Web de votre association professionnelle.

13.0 BIBLIOGRAPHIE

1. Hall, John R., *High-Rise Building Fires*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2001.
2. Beck, V.R. and Yung, D., et al, *A Cost-Effective Risk Assessment Model for Evaluating Fire Safety and Protection in Canadian Apartment Buildings*, International Fire Protection Engineering Institute, 5th Conference, Ottawa, ON, 1989.
3. DiNenno, P. et al (Ed.), *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 2nd Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1995.
4. Baird, Donal M., *Château Champlain Fire*, Fire Journal, Vol. 62, No. 3, National Fire Protection Association, Boston, MA, 1968.
5. Tamura, G.T., *Smoke Movement and Control in High Rise Buildings*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1994.
6. Webber, John B., *Report of the Public Inquiry into Fire Safety in Highrise Buildings*, Government of Ontario, Toronto, ON, 1983.
7. Goodyear, D. and Harper, R., *Fire Investigation Report – High Rise Apartment Buildings, 250 Davenport Road, Toronto, ON*, Office of the Fire Marshal, Toronto, ON, 1994.
8. Proulx, G., et al, *Study of the Occupants' Behaviour During the Ambleside Fire in Ottawa on January 31, 1997*, rapport interne n° 771, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario), 1998.
9. Proulx, G., et al, *Study of the occupants' Behaviour During the 2 Forest Laneway Fire in North York, ON, January 6, 1995*, rapport interne n° 705, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1995.
10. *Fire Investigation Report, Residential High-Rise, Six Fatalities, North York, ON, January 6, 1995*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1995.
11. Special Data Information Package, *High Rise Fatal Fires – Apartment Buildings*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1999.
12. Cote, A.E. (Ed.), *Fire Protection Handbook*, 18th Edition, Section 9-2, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1997.
13. Commission canadiennes des codes du bâtiment et de prévention des incendies, *Code national du bâtiment du Canada*, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario), 1995.
14. NFPA 550, *Guide to the Fire Safety Concepts Tree*, National Fire Protection Association, and Quincy, MA, 1995.

15. Richardson, J.K., *An Assessment of the Performance of Automatic Sprinkler Systems*, *Fire Technology*, Vol. 19, No. 4, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1983.
16. O'Hagan, John T., *High Rise/Fire and Life Safety*, Dun. Donnelley Publishing, New York, NY, 1977.
17. NFPA 14, *Standards for the Installation of Standpipe, Private Hydrant and Hose Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2000.
18. NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1999.
19. Lougheed, G.D., *Expected Size of Sprinklered Fires in Sprinklered Office Buildings*, *ASHRAE Transactions*, Vol. 103, Part 1, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1997.
20. Proulx, G.P., et al, *Audibility Problems with Fire Alarms in Apartment Buildings*, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting*, Vol. 2, Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA, 1995.
21. Halliwell, R.E. and Sultan, M.A., *Attenuation of Smoke Detector Alarm Signals in Residential Buildings*, *Proceedings of the 1st International Symposium on Fire Safety Science*, Hemisphere Publishing Corporation, New York, NY, 1985.
22. Proulx, G., *Occupant Response to Fire Alarm Signals*, Supplement 4, *National Fire Alarm Code Handbook*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1999.
23. Proulx, G., *Study Shows the Low Public Recognition of the Temporal-Three Evacuation Signal*, *Construction Innovation*, Vol. 6, No. 4, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 2001.
24. Proulx, G., *Lessons Learned on Occupants' Movement Times and Behaviour During Evacuation Drills*, *Proceedings of the 7th Interflam Conference*, Interscience Communications, London, 1996.
25. Proulx, G., *Occupant Behaviour and Evacuation*, *Proceedings of the 9th International Fire Protection Symposium*, Institut fur Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Braunschweig, Allemagne, 2001.
26. Bunker, M. and Edwards, R., *Huh? What Did They Say*, *NFPA Journal*, Vol. 96, No. 1, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2002.
27. Arthur, P. and Passini, R., *Wayfinding – People, Signs and Architecture*, McGraw-Hill Inc., New York, NY, 1992.
28. Proulx, G., et autres, *Effectiveness of a Photoluminescent Wayguidance System*, *Fire Technology*, Vol. 36, No. 4, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2000.

29. Butcher, E.G. and Parnell, A.C., *Smoke Control in Fire Safety Design*, E. and F.N. Spon Ltd., London, U.K., 1979.
30. Klote, J.H. and Milke, J.A., *Design of Smoke Management Systems*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1992.
31. NFPA 92A, *Recommended Practice for Smoke Control Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1996.
32. Proulx, G. and Pineau, J., *Review of Evacuation Strategies for Occupants with Disabilities*, rapport interne n° 712, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario), 1996.
33. Loughheed, G.D., *Gestion de la fumée dans les atriums – Principes généraux*, Solution constructive n° 47, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 2001.
34. Loughheed, G.D., *Gestion de la fumée dans les atriums – Conception de différents systèmes*, Solution constructive n° 48, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 2001.
35. NFPA 92B, *Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Spaces*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1995.
36. NFPA 130, *Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2000.

- Figure 1 Mesures fondamentales de sécurité incendie
Reproduction autorisée de la norme NFPA 550,
Guide to the Fire Safety Concepts Tree
© 1995, National Fire Protection Association, Quincy, MA 02269. L'extrait reproduit ne représente pas complètement la position officielle de la National Fire Protection Association à propos du sujet traité, qui est plutôt exprimée dans le document en entier.
- Figure 3 Régime temporel à 3 impulsions
Reproduction autorisée de la norme NFPA 72,
National Fire Alarm Code® Handbook
© 1999, National Fire Protection Association, Quincy, MA 02269. L'extrait reproduit ne représente pas complètement la position officielle de la National Fire Protection Association à propos du sujet traité, qui est plutôt exprimée dans la norme en entier.
- Figure 4 Facteurs influençant le comportement des humains lors d'un incendie
Reproduction autorisée par le Dr Guylène Proulx, Conseil national de recherches du Canada.
- Figure 5 Cage d'escalier avec éclairage normal et avec éclairage photoluminescent sans plus
Photo reproduite avec l'autorisation du Dr Guylène Proulx, Conseil national de recherches du Canada.
- Figures 6 Taux de fuite d'air dû aux fissures autour des portes d'escaliers et des portes
et 7 d'ascenseurs et pressions différentielles résultant de l'effet ascensionnel des gaz d'incendie
Reproduction autorisée de *Smoke Movement and Control in High Rise Buildings*
© 1994, National Fire Protection Association, Quincy, MA 02269.
- Figure 8 Mouvement d'air attribuable à l'effet de tirage normal et inverse
© 1992, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
Reproduction autorisée de *Design of Smoke Management Systems*.
Pour obtenir la publication complète, veuillez communiquer avec ASHRAE Publication Sales, au 404-636-8400 ou avec la boutique ASHRAE en ligne à l'adresse www.ashrae.org.