

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Effet de cheminée dans les bâtiments

Wilson, A. G.; Tamura, G. T.

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/10.4224/40001042>

Digeste de la construction au Canada, 1972-06-01

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=d0fb225a-1740-4f0e-b863-775dd157f00f>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=d0fb225a-1740-4f0e-b863-775dd157f00f>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 104F

Effet de cheminée dans les bâtiments

Publié à l'origine en juin 1972

A.G. Wilson et G.T. Tamura

Veillez noter

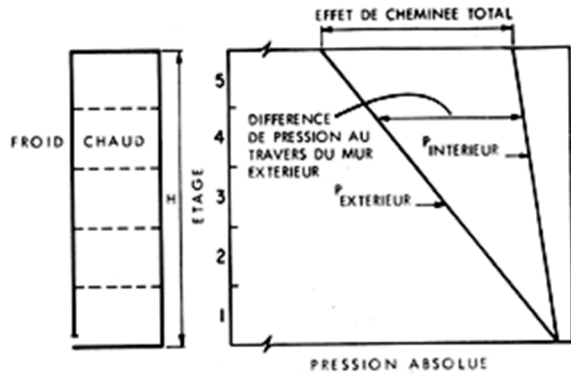
Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

L'effet de cheminée dans les bâtiments est le même que l'effet de tirage dans une cheminée. Le courant d'air produit dans une cheminée dépend de la différence entre la température des gaz de combustion et celle de l'air extérieur, ainsi que de la hauteur de la cheminée. Par temps froid, on remarque un phénomène semblable dans les bâtiments, bien que l'écart de température entre l'air intérieur et l'air extérieur soit beaucoup moins grand. Même pour des maisons d'un ou de deux étages, l'effet de cheminée en hiver est assez important pour influencer d'une façon significative à certains égards les fuites d'air; et dans les bâtiments très élevés, il peut causer des écarts de pression aussi importants que 1 po. d'eau au travers des murs extérieurs.

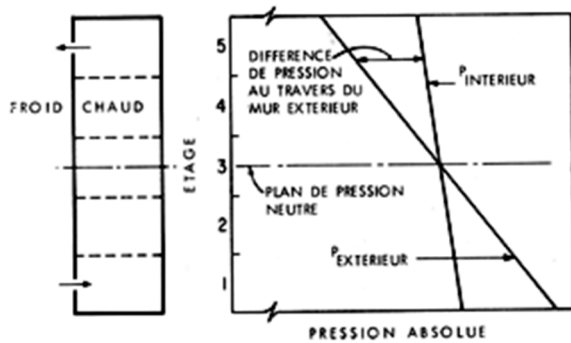
Le présent Digeste traite de la nature de l'effet de cheminée, son effet sur la répartition des pressions d'air à l'intérieur d'un bâtiment avec ses divisions intérieures, de même que certaines implications du cheminement des courants d'air ainsi produits. Les écarts de pression de l'air au travers des éléments d'un bâtiment sont aussi causés par l'action du vent et par le fonctionnement des systèmes d'apport et d'évacuation d'air (**CBD 23**). Les problèmes causés par les fuites d'air dans les bâtiments ont fait l'objet d'autres Digestes (**CBD 25, 42 et 75**).

Effet de cheminée

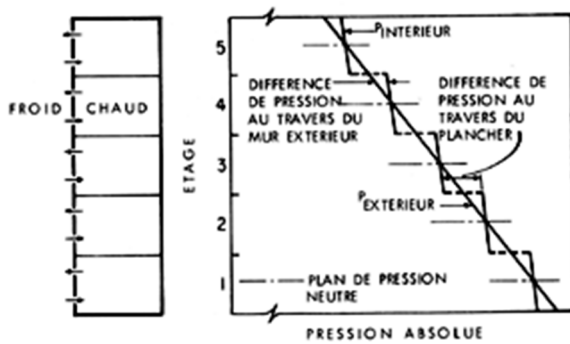
L'effet de cheminée peut s'expliquer à l'aide de la Figure 1 (a), qui représente un bâtiment n'ayant pas de divisions intérieures, une seule ouverture au bas, et où il règne une température plus élevée qu'à l'extérieur. Le graphique montre les variations des pressions d'air absolues en fonction de la hauteur; dans des conditions stables de température, les pressions intérieures et extérieures sont égales au niveau de l'ouverture. Les pressions absolues décroissent en fonction de la hauteur, étant donné la diminution du poids total (par surface unitaire) de l'air au-dessus. Ce phénomène des pressions d'air décroissantes en fonction de la hauteur est bien connu et se remarque aux malaises qu'on ressent dans les oreilles au cours d'un changement rapide d'altitude, comme lorsqu'on voyage dans un avion non pressurisé.



PAS DE DIVISION A L'INTERIEUR
UNE SEULE OUVERTURE EN BAS



PAS DE DIVISION A L'INTERIEUR
OUVERTURE DE MEMES DIMENSIONS
EN HAUT ET EN BAS



ISOLATION COMPLETE DE CHAQUE ETAGE
OUVERTURE DE MEME DIMENSION EN HAUT
ET EN BAS

Figure 1. Effet de cheminée pour des enceintes simples.

La figure 1 (a) montre que l'air extérieur est plus dense qu'à l'intérieur, de sorte qu'à l'extérieur la pression diminue plus rapidement avec la hauteur qu'à l'intérieur; et la pression absolue à l'intérieur est plus grande qu'à l'extérieur à tous les niveaux au-dessus de l'ouverture. Cette différence de pression s'appelle l'effet de cheminée. Il agit au travers des murs du bâtiment et est égal à la distance horizontale entre les lignes représentant les pressions intérieures et

extérieures; la valeur maximale est atteinte au sommet et constitue l'effet de cheminée pour la hauteur totale du bâtiment. L'effet de cheminée peut se calculer à partir de la formule qui suit:

$$p_s = 0.52 PH (1/T_o - 1/T_i) \quad (1)$$

où p_s = différence de pression totale causée par l'effet de cheminée, en pouce d'eau.

P = pression ambiante, lb/po²

H = hauteur du bâtiment, en pied

T_o = température absolue extérieure, °F

T_i = température absolue intérieure, °F

A titre d'exemple, l'effet de cheminée total pour un bâtiment de 50 étages, alors que la température de l'air extérieur est de -25°F, est approximativement 2 pouces d'eau. (Voir **CBD 23**, Tableau III).

Si l'ouverture dans la figure 1 (a) avait été pratiquée au sommet du bâtiment, les pressions intérieures et extérieures absolues auraient été égales au sommet; la pression à l'intérieur aurait été inférieure à celle de l'extérieur à des niveaux plus bas; et la différence de pression maximale à travers les murs de l'enceinte au bas aurait été égale en grandeur mais opposée en direction à celle qui s'exerce au sommet.

Les ouvertures par lesquelles il peut se produire des fuites d'air se trouvent dans les murs des bâtiments à divers niveaux. La figure 1 (b) représente un bâtiment chauffé n'ayant pas de divisions intérieures, et des ouvertures d'égale grandeur dans le mur extérieur, en haut et en bas. L'air dans le bâtiment est plus chaud et par conséquent plus léger qu'à l'extérieur, de sorte qu'il tend à monter et à s'échapper par l'ouverture du haut, alors que l'air plus froid du dehors pénètre par l'ouverture du bas pour le remplacer. La différence de pression requise pour provoquer un écoulement par les ouvertures est ce qu'on appelle l'effet de cheminée. Comme l'écoulement d'air se produit d'un endroit de haute pression vers un endroit de basse pression, la pression extérieure doit être plus élevée que celle de l'intérieur en bas, et plus facile que celle du dedans en haut. Etant donné que les ouvertures du haut et du bas sont d'égales dimensions, elles opposent une résistance égale à l'écoulement. Les différences de pression au travers d'elles sont par conséquent d'égale importance.

Les pressions intérieures et extérieures requises pour remplir ces conditions sont illustrées dans la figure 1 (b). Les lignes qui représentent les pressions absolues se croisent à mi-hauteur, indiquant qu'il n'y a pas de différence de pression à travers le mur extérieur; ce niveau, où les pressions intérieures et extérieures s'égalisent, est appelé la zone neutre ou le plan de pression neutre. Dans la figure 1 (a), le plan de pression neutre est au niveau de l'ouverture du bas. La différence de pression au travers du mur extérieur augmente en fonction de l'éloignement. A mesure que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur augmente, la différence entre les pentes des lignes représentant les pressions intérieures et extérieures augmente, ainsi que la différence de pression au travers du mur extérieur. La différence de pression totale causée par l'effet de cheminée, qu'on peut calculer à partir de l'équation (1), est la somme des différences de pression au travers des murs extérieurs aux parties supérieures et inférieures.

Les ouvertures dans les murs extérieurs d'un bâtiment, qui permettent l'échange d'air ne sont pas toujours réparties uniformément de bas en haut, mais la quantité d'air qui s'infiltrera toujours égale à la quantité d'air qui s'échappe. Si les ouvertures au bas étaient plus grandes que celles du haut, et partant, opposaient une plus faible résistance à l'écoulement d'air, la différence de pression à travers le bas serait moins grande qu'à travers le haut. Cela équivaldrait à un déplacement de la ligne de la pression intérieure vers la droite et un abaissement du plan neutre. La situation extrême, c'est-à-dire lorsque les ouvertures du bas sont très grandes par rapport à celles du haut, est représentée par le diagramme de pression de la figure 1 (a).

La figure 1 (c) représente un bâtiment pourvu de divisions parfaitement étanches à chaque étage, de sorte qu'il ne peut pas y avoir d'écoulement d'air entre les étages; on a aussi pratiqué des ouvertures d'égales dimensions dans le mur extérieur de chaque étage, en bas et en haut. Ainsi, chaque étage est indépendant et son propre effet de cheminée n'est pas influencé par celui d'un autre étage. L'air a tendance à entrer par la partie inférieure de chaque étage, et à s'échapper par le haut, avec un plan de pression neutre entre les deux. La somme des différences de pressions au travers des murs extérieurs au haut et au bas de chaque étage, par conséquent, est égale à l'effet de cheminée pour cet étage. Ceci équivaut à la différence de pression agissant au travers de chaque étage, et est représenté par la ligne horizontale à chaque niveau de plancher. L'effet de cheminée total pour toute la hauteur du bâtiment est le même que dans la figure 1 (b); il est égal à la somme des différences de pression au travers des murs extérieurs au bas et au haut du bâtiment.

En réalité, les bâtiments à plusieurs étages ne sont pas complètement ouverts à l'intérieur, comme le montre la figure 1 (b), et les divisions entre les étages ne sont pas complètement hermétiques (figure 1c).

Il y a des ouvertures qui permettent à l'air de circuler directement d'un étage à l'autre ainsi que des cages d'escalier et d'ascenseurs et d'autres puits de service entre les étages. La figure 2 illustre ceci; elle représente un bâtiment chauffé muni d'ouvertures uniformément réparties dans le mur extérieur, dans chaque plancher et dans le puits vertical à chaque étage.

Le diagramme de pression ressemble à celui de la figure 1 (b). L'air pénètre à l'intérieur du bâtiment par le bas, monte au travers des puits verticaux et par les ouvertures dans les planchers, et s'échappe par les ouvertures pratiquées dans le mur extérieur supérieur. Entre les étages, la pente de la ligne représentant la pression intérieure est la même que dans la figure 1 (b), mais il y a une discontinuité à chaque étage, comme l'indique la figure 1 (c), qui représente la différence de pression au travers de l'étage. L'effet de cheminée total pour le bâtiment reste le même qu'avant, mais une certaine portion de la différence de pression totale est nécessaire pour maintenir l'écoulement d'air au travers des ouvertures dans les planchers et les puits verticaux. La différence de pression au travers du mur extérieur à n'importe quel niveau est donc inférieure à ce qu'elle serait si l'écoulement d'air ne rencontrait aucune résistance à l'intérieur du bâtiment.

La figure 2 indique aussi la différence de pression et l'écoulement d'air pour le puits vertical. On suppose qu'il n'y a pas de résistance importante à l'écoulement à l'intérieur du puits, de sorte que la ligne qui représente la pression a une pente uniforme déterminée par la densité de l'air intérieur pour l'ensemble du bâtiment (comme dans la figure 1b). La distance horizontale entre cette ligne et celle de la pression à l'intérieur du bâtiment même représente la différence de pression au travers du mur du puits et de toutes les ouvertures qu'il comporte. Avec une résistance uniforme à l'écoulement de l'air au travers des planchers et une résistance uniforme à l'écoulement dans le puits à chaque niveau de plancher, l'air entre dans le puits aux niveaux inférieurs et en sort aux niveaux supérieurs selon un schéma symétrique. Le plan de pression neutre pour le puits considérant les espaces adjacents dans le bâtiment se produit à mi-hauteur. La différence de pression au travers du mur du puits est à son plus haut point aux parties supérieure et inférieure, et la variation de la différence de pression d'un étage à l'autre correspond à la différence de pression au travers du plancher intermédiaire. Ainsi, la somme des différences de pression au travers du mur du puits aux parties inférieure et supérieure est égale à la somme des différences de pression, au travers des planchers du bâtiment.

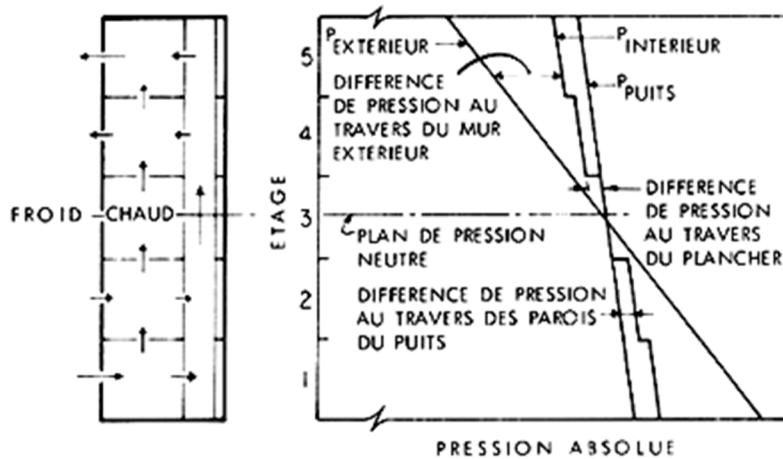


Figure 2. Effet de cheminée pour un bâtiment idéal (théorique).

L'effet de cheminée total pour le bâtiment est égal à la somme des différences de pression au travers du mur extérieur aux parties inférieure et supérieure plus les différences de pression au travers de tous les planchers. A mesure qu'augmente la résistance à l'écoulement causée par les divisions au travers du bâtiment, les différences de pression au travers des planchers et des murs des puits verticaux augmentent, et les différences de pression au travers des murs extérieurs diminuent.

L'écoulement de l'air provoqué par l'effet de cheminée à l'intérieur d'un bâtiment se produit au travers de chaque voie illustrée à la figure 2. Toutefois, à mesure que la hauteur et le nombre de planchers augmentent, la résistance totale de la voie d'écoulement à travers les ouvertures dans les planchers augmente plus rapidement qu'à travers les puits verticaux; ainsi, avec des bâtiments élevés, l'écoulement de l'air vers le haut se produit principalement au travers des puits verticaux.

Effets de l'écoulement de l'air

Passons en revue certains effets des différences de pression et d'écoulement amenées par l'effet de cheminée dans un bâtiment chauffé, comme l'illustre la figure 2. On peut voir que l'infiltration a lieu sous le plan de pression neutre et que l'échappement se produit au-dessus. Il y a un mouvement général de l'air vers le haut à l'intérieur du bâtiment, l'air s'écoulant dans les puits verticaux, des étages inférieurs aux étages supérieurs.

Ce système général cause une variation dans le chauffage et l'humidification d'un étage à l'autre, et par conséquent a des implications pour le maintien de températures et d'humidités uniformes à travers le bâtiment. C'est également un facteur pour la propagation des odeurs et d'autres éléments de contamination. Si un feu s'allume aux étages inférieurs, la fumée a tendance à monter aux étages supérieurs par le puit vertical, et les cages d'escaliers, de même que les corridors deviennent enfumés. Ce déplacement de fumée amorcé par l'effet de cheminée doit être considéré comme un des problèmes majeurs dans la lutte pour assurer la sécurité des bâtiments élevés contre les incendies.

L'air qui pénètre par les murs extérieurs aux niveaux inférieurs est une source de courants d'air froids, de poussière et d'éléments de contamination. Il est particulièrement une source d'ennuis près des entrées. L'air qui sort par le toit ou les murs extérieurs aux niveaux supérieurs peut donner naissance à des dégâts causés par la condensation lorsque la vapeur d'eau qu'il renferme est refroidie au-dessous de la température du point de rosée à l'intérieur de la structure. L'étendue de la condensation dépend du débit d'air, de son degré d'humidité initial, et de la baisse de température qu'il subit en traversant les éléments de construction. En général, les problèmes d'humidité dus à l'échappement augmenteront en fonction de la hauteur du bâtiment, de la température moyenne en hiver, et de l'humidité croissante à l'intérieur du bâtiment.

Pendant l'été, lorsque la température de l'air extérieur est plus élevée qu'à l'intérieur, les différences de pression et l'écoulement de l'air se font à l'inverse de ce qui est illustrée à la figure 2. L'infiltration se produit au travers des murs extérieurs aux niveaux supérieurs et l'échappement aux niveaux inférieurs, l'air s'écoulant vers le bas à l'intérieur du bâtiment. L'effet de cheminée est toutefois bien inférieur à ce qu'il est en hiver en raison du plus petit écart entre la température de l'air intérieur et celle de l'air extérieur, et son importance est réduite en conséquence.

Résumé

La différence de pression totale agissant sur un bâtiment, causée par l'effet de cheminée, dépend de la hauteur de l'édifice et de la différence entre les températures intérieures et extérieures. On ne peut l'empêcher, mais sa distribution au travers du bâtiment et des divisions intérieures peut être modifiée par une conception architecturale appropriée, étant donné qu'elle dépend des résistances relatives à l'écoulement offertes par les éléments du bâtiment et de la façon dont elles sont réparties.

Dans la conception et l'exploitation d'un bâtiment, il faut tenir compte du déplacement de l'air causé par l'effet de cheminée pour que le bâtiment soit fonctionnel. Ce Digeste sert de point de départ à la compréhension de la nature de l'effet de cheminée et quelques-uns des problèmes qu'il peut présenter. Certaines possibilités qui s'offrent au concepteur pour le contrôler feront l'objet d'un Digeste à venir.