

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

L'effet de tirage et la conception d'un bâtiment

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/10.4224/40001047>

Digeste de la construction au Canada, 1972-09-01

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=09fe6d18-9991-4b87-a8a2-82b221e486c3>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=09fe6d18-9991-4b87-a8a2-82b221e486c3>

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 107F

L'effet de tirage et la conception d'un bâtiment

Publié à l'origine en septembre 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.

Des études précédentes (**CBD 104F**) sur l'effet de tirage dans les bâtiments ont déjà préparé le terrain pour le présent Digest. On y avait conclu: 1) que la différence totale de pression agissant sur un bâtiment, causée par l'effet de tirage, dépend exclusivement de la hauteur du bâtiment et de l'écart entre les températures intérieure et extérieure, et 2) que bien que l'effet de tirage ne puisse être supprimé, ses effets peuvent être atténués par une modification de la conception des murs et du cloisonnement intérieur.

Le présent Digest traite de l'étanchéité à l'air et de la répartition des différences de pression dues à l'effet de tirage dans les bâtiments, tels qu'ils sont actuellement conçus. On y voit aussi comment on peut modifier les différences de pression et l'écoulement de l'air par l'amélioration de l'étanchéité à l'air ou par l'installation des systèmes mécaniques d'admission et d'expulsion d'air.

La construction à l'heure actuelle

La Figure 1 illustre la façon dont les pressions et l'écoulement de l'air, dus à l'effet de tirage, se produisent dans un bâtiment idéal théorique, où les ouvertures seraient uniformément réparties dans le mur extérieur, au travers de chaque plancher, et dans le puits à chaque étage. Le **CBD 104F** indiquait que la répartition des différences totales de pression dues à l'effet de tirage dépend du degré d'étanchéité à l'air des parois extérieures du bâtiment, et de celui qui existe d'un étage à l'autre. Des mesures effectuées dans plusieurs immeubles à étages multiples ont démontré qu'environ 80 pour cent de la différence totale de pression représente celle qu'on enregistre de part et d'autre des murs extérieurs; le reste est causé par les cloisons intérieures. On peut donc conclure que dans les bâtiments construits selon les méthodes actuelles, il y a une résistance relativement faible à l'écoulement de l'air, d'un étage à l'autre, comparativement à celle qui existe au travers des murs extérieurs. Le niveau du plan de pression neutre, qui dépend de la répartition verticale des ouvertures par lesquelles l'air pénètre dans le bâtiment, y circule et en sort, se trouve généralement près de la mi-hauteur.

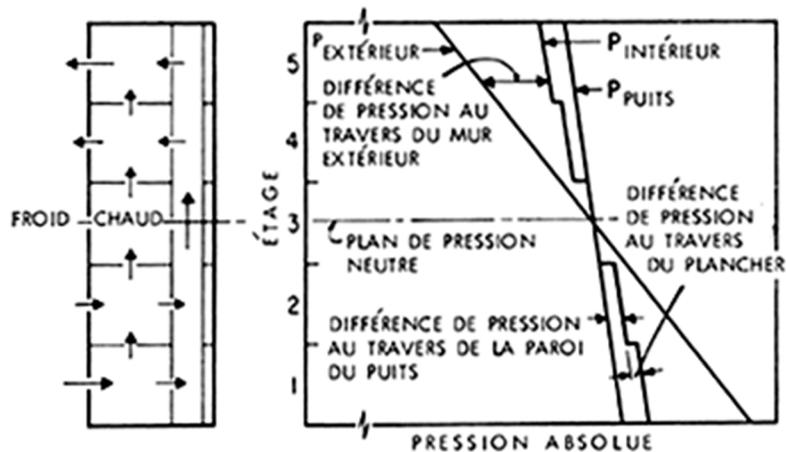


Figure 1. Effet de tirage pour un bâtiment idéal.

Dans le cas d'ouvertures uniformément réparties, comme l'illustre la Figure 1, on peut évaluer les différences de pression dues à l'effet de tirage. Ainsi, si 80 pour cent de la différence totale de pression est enregistrée de part et d'autre des parois extérieures et que le plan de pression neutre se trouve à mi-hauteur, la chute de pression à l'entrée est égale à 40 pour cent de la pression totale. De même, la différence de pression au travers des murs des puits verticaux, au niveau du premier étage, est égale à 10 pour cent de la différence de pression totale.

On peut estimer les valeurs absolues de ces différences de pression dans des conditions données grâce à la Figure 2. Ainsi, la différence totale de pression due à l'effet de tirage pour un édifice d'une hauteur de 600 pieds, avec un écart de température de 100°F est d'environ 2 pouces d'eau. Avec la répartition des pressions mentionnée plus haut, la différence de pression au travers de l'entrée est d'environ 0.8 pouce d'eau et au travers du puits vertical, au niveau du rez-de-chaussée, de 0.2 pouce d'eau. Lorsque la différence de pression au travers d'une porte de 20 pieds carrés dépasse 0.6 pouce d'eau, la force nécessaire pour l'ouvrir est supérieure à celle que peut exercer l'adulte moyen. Afin que la force requise pour ouvrir soit moins grande, et afin de réduire la pénétration de l'air, il est courant de prévoir un vestibule et des portes tournantes dans les édifices à plusieurs étages. Le vestibule divise la différence de pression au travers de l'entrée, de sorte que chaque groupe de portes supporte seulement la moitié de la différence totale. Il est à remarquer que les portes extérieures à l'étage supérieur des édifices, menant au toit, subissent des différences de pression semblables à celles qui existent à l'entrée, mais agissant en direction opposée.

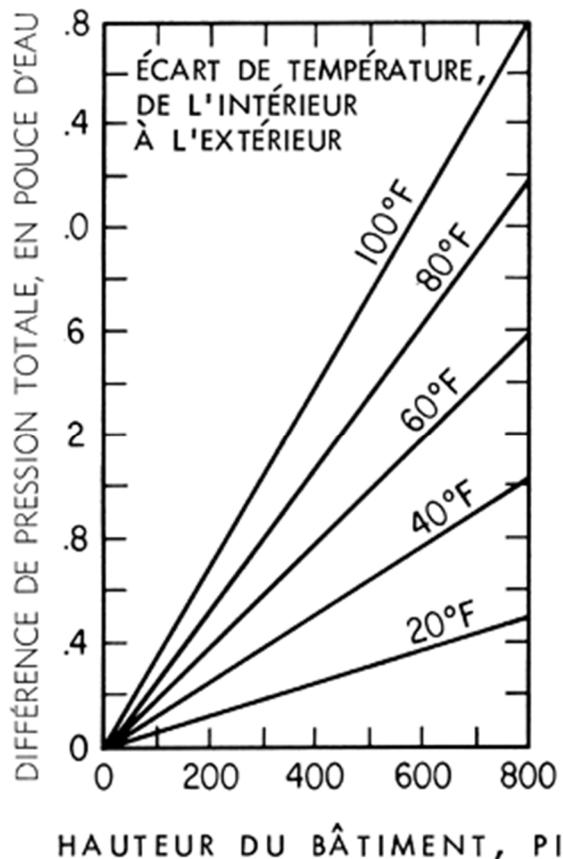


Figure 2. Différence de pression totale due à l'effet de tirage.

Ordinairement on ne rencontre pas de difficultés à faire fonctionner l'ascenseur ou les portes de cage d'escalier à des différences de pression de 0.2 pouce d'eau; le bruit causé par l'écoulement de l'air au travers des fissures peut toutefois être perceptible avec certaines portes, même à des différences de pression plus faibles. Des différences de pression plus grandes sont exercées au travers des portes intérieures de certains édifices lorsqu'elles mènent à un étage muni d'une ouverture assez grande qui donne à l'extérieur. Cet effet se manifeste surtout lorsque l'étage se trouve à proximité du toit ou de la base de l'édifice. Ainsi, les murs extérieurs du rez-de-chaussée ont souvent plus d'ouvertures favorisant les fuites d'air que les étages supérieurs, et sont soumis par le fait même à une plus faible partie de l'effet de tirage total que ce qui est indiqué sur la Figure 1.

A titre de cas extrême, la Figure 3 illustre une répartition de pressions lorsqu'il y a une très grande ouverture donnant à l'extérieur à l'étage de l'entrée: on s'approcherait de cette condition en laissant toutes les portes d'entrée ouvertes. La pression à l'étage de l'entrée est alors la même qu'à l'extérieur, et ceci cause une plus grande différence de pressions au travers des ouvertures dans les puits verticaux (à cet étage) et au travers des séparations des planchers au-dessus. Un effet semblable se produirait à un étage supérieur ayant un mur extérieur qui offre peu de résistance à l'écoulement de l'air, il y aurait une réduction de la différence de pression au travers des parois extérieures et un accroissement de la chute de pression au travers de la dalle du plancher et des murs des puits verticaux à ce niveau. Ceci arrive parfois lorsque des installations d'équipement mécanique se trouvent dans un local situé près du toit du bâtiment. Lorsqu'on ne peut garantir l'étanchéité des parois extérieures de certains étages, il peut être nécessaire de prévoir des entrées de vestibule autour des ascenseurs et des cages d'escalier pour combattre l'accroissement des différences de pression au travers des cloisons intérieures.

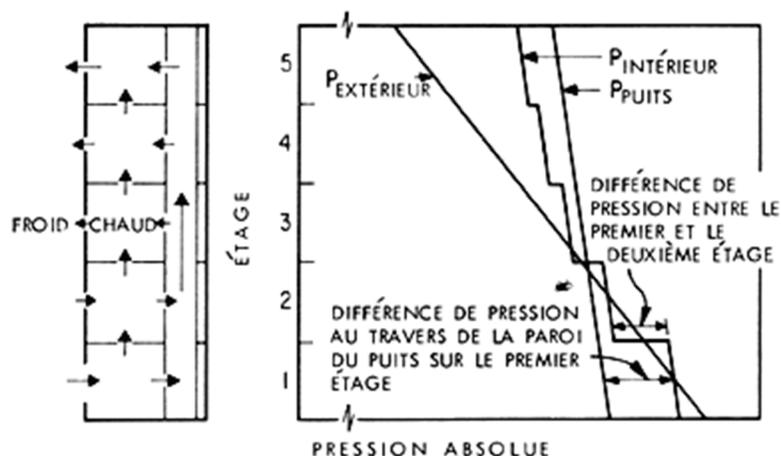


Figure 3. Effet de tirage, le rez-de-chaussée étant pourvu d'une grande ouverture donnant à l'extérieur.

Amélioration de l'étanchéité du bâtiment

Plusieurs problèmes causés par l'effet de tirage dans les bâtiments pourraient être résolus pour l'amélioration de l'étanchéité des parois extérieures des bâtiments et des divisions intérieures. Bien que l'étanchéité des parois extérieures des bâtiments actuels soit supérieure à celle des divisions intérieures, des mesures récentes des taux de fuite d'air indiquent que les valeurs d'écoulement de l'air au travers des murs sont considérablement plus élevées que ne le laissent croire les mesures de laboratoire effectuées sur les éléments de construction. Il semble, par conséquent, qu'il y a lieu d'améliorer l'étanchéité des parois extérieures du bâtiment. Etant donné que la plus grande partie de la différence totale de pression se manifeste déjà au travers de ces parois, un renforcement de l'étanchéité ne changera pas grande chose à la répartition des différences de pression; cela pourrait, cependant, diminuer le taux d'écoulement d'air au travers des cloisons et ralentir le mouvement d'ascension de l'air à l'intérieur du bâtiment.

Une diminution des fuites d'air dues à l'effet de tirage pourrait aussi être réalisée pour l'augmentation de la résistance à l'écoulement au travers des divisions intérieures, sans modification de l'étanchéité des parois extérieures. Ceci modifierait la distribution de la différence de pression illustrée à la Figure 1, puisque la pression à l'intérieur du bâtiment serait ramenée plus près de celle de l'extérieur, c'est-à-dire il y aura augmentation de la différence de pression au travers du mur du puits et diminution de la différence de pression au travers du mur extérieur. L'étanchéité des divisions intérieures étant sensiblement plus grande que celle des murs extérieurs, la plus grande partie de l'effet de tirage se manifesterait au travers des éléments intérieurs (Voir [CBD 104F](#), Figure 1C). De fortes différences de pression seraient alors imposées au travers des murs des puits, traversant plusieurs étages. Les différences de pression au travers des murs extérieurs seraient réduites au minimum. Une modification de l'étanchéité des bâtiments de cette façon présente quelques problèmes difficiles à résoudre du point de vue conception et construction, tant pour améliorer l'étanchéité que pour faire face à l'augmentation subséquente des différences de pression entre les étages et au travers des murs des puits verticaux.

Il est nécessaire d'apporter une attention spéciale aux exigences d'étanchéité à l'air des divisions intérieures si l'on prend en considération la propagation de la fumée dans l'éventualité d'un incendie lorsque l'étanchéité à l'air des murs extérieurs ne peut être garantie; par exemple, les portes d'entrée et de cages d'escalier peuvent être ouvertes, et les carreaux des fenêtres brisés. Ce problème mettant en jeu un certain nombre de facteurs, est assez complexe et dépasse le cadre du présent Digest.

Effet du système de ventilation

Les pressions à l'intérieur des bâtiments et le mode d'écoulement de l'air sont influencés par tout déséquilibre de l'air admis et expulsé par les systèmes de climatisation. Ces systèmes sont parfois conçus et commandés de façon à fournir un excès et ainsi de pressuriser le bâtiment et réduire l'infiltration, particulièrement celle qui est due à l'effet de tirage aux étages inférieurs des immeubles à étages multiples pendant la saison froide. La pressurisation qui en résulte dépendra de l'étanchéité des parois extérieures du bâtiment. Si le surplus d'air est introduit uniformément à tous les niveaux, la différence de pression au travers des murs extérieurs aux niveaux inférieurs (causant la pénétration) diminuera; celle des niveaux supérieurs (causant la déperdition) augmentera d'une valeur semblable. Ceci est illustré à la Figure 4, qui indique l'effet de pressurisation uniforme de l'édifice idéal de la Figure 1 au point où les pressions intérieures et extérieures sont égales au niveau du premier étage.

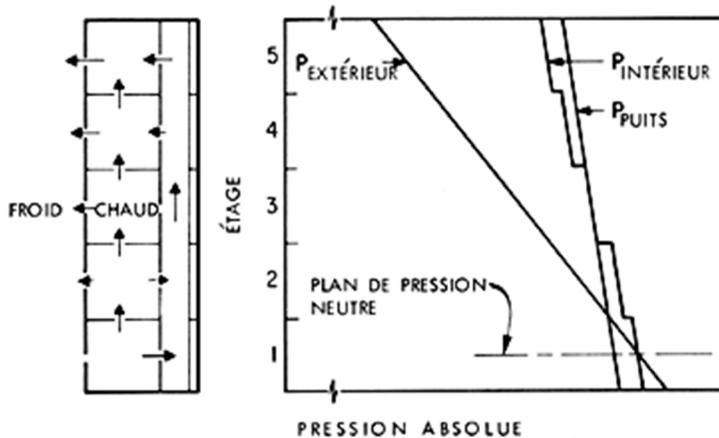


Figure 4. Effet de tirage avec pressurisation uniforme de chaque étage.

On verra que la pressurisation n'élimine pas l'effet de tirage, mais modifie la répartition des différences de pression au travers des murs extérieurs. Les lignes qui représentent la distribution de pression à l'intérieur du bâtiment et du puits vertical sont déplacées vers la droite; les différences de pression entre les étages et au travers des murs des puits verticaux, et le déplacement de l'air vers le haut qui en résulte à l'intérieur du bâtiment, sont essentiellement les mêmes que lorsqu'il n'y a pas de pressurisation (Figure 1). Bien que la pénétration au travers des murs extérieurs soit réduite, la déperdition est largement accrue; il en résulte un besoin additionnel de chauffage parce qu'il est nécessaire de réchauffer l'air extérieur en surplus qui doit être admis pour assurer la pressurisation. Dans cet exemple, la quantité totale d'air extérieur nécessaire équivaut à environ trois fois l'apport d'air, lorsqu'il n'y a pas de pressurisation. On remarque par conséquent l'avantage de murs extérieurs étanches, particulièrement lorsqu'il est nécessaire de pressuriser.

Il peut parfois résulter des différences de pression importantes au travers des puits et des divisions de plancher, lorsque le rapport entre l'air admis et l'air expulsé varie beaucoup d'un étage à l'autre; ces différences de bilan d'air peuvent être voulues ou accidentelles. Ainsi, la pression illustrée dans la Figure 3 est la même que celle qu'on obtiendrait si seul le rez-de-chaussée était pressurisé suffisamment pour vaincre la différence normale de pression au travers de l'entrée, en raison de l'effet de tirage. Dans ces conditions, il n'y aurait pas de fuite au travers de l'entrée, mais le surplus total d'air requis à l'étage de l'entrée serait à peu près égal à l'apport total d'air sans pressurisation (Figure 1); l'apport d'air sur les autres étages représenterait environ un tiers du total original, de sorte que le coût de chauffage serait considérablement réduit, comparativement à celui qu'implique une pressurisation uniforme.

Ici encore, l'effet de tirage n'est pas éliminé; mais la répartition des différences de pression au travers des cloisons intérieures et extérieures est modifiée. Le mouvement d'ascension normal de l'air dans le bâtiment est accéléré à cause de la quantité d'air fournie au premier étage. Les différences de pression au travers des murs extérieurs aux niveaux supérieurs augmentent

légèrement, mais les différences de pression au travers des divisions des étages inférieurs, du puits d'escalier, de même que des portes d'ascenseur au niveau du rez-de-chaussée sont sensiblement accrues. Dans les immeubles à étages multiples, ces différences de pression seraient excessives, à moins que des divisions additionnelles, telles que des entrées de vestibule, soient prévues autour des puits.

Théoriquement, on pourrait concevoir un système de ventilation mécanique pour minimiser la différence de pression au travers du mur extérieur de chaque étage en laissant entrer un surplus d'air aux étages inférieurs et en laissant sortir un surplus d'air des étages supérieurs (Voir **CBD 104F**, Figure 1c). Dans ces conditions, toute la différence de pression due à l'effet de tirage apparaîtrait au travers des divisions de plancher et des murs des puits verticaux, et le mouvements d'ascension de l'air dans le bâtiment serait très grand, à moins que l'étanchéité à l'air d'un étage à l'autre ne soit nettement améliorée. Une installation semblable suppose donc des modifications importantes dans la conception du bâtiment.

Un surplus d'air admis ou d'air expulsé est parfois utilisé pour maintenir un espace à une pression inférieure ou supérieure à celle des zones environnantes quand il s'agit d'empêcher qu'une atmosphère contaminée se propage d'une enceinte vers l'extérieur ou vice versa. Cette technique peut trouver une certaine application dans la lutte contre le mouvement de la fumée dans les bâtiments, soit pour maintenir certains espaces hors d'atteinte de la fumée, soit pour réduire le transfert de fumée d'une zone d'incendie à d'autres parties occupées du bâtiment. La conception d'un tel système demanderait une étude minutieuse de l'étanchéité à l'air des espaces, advenant un incendie, et l'intégration de ce système dans le plan général de lutte contre l'incendie pour le bâtiment.

Résumé

On ne peut empêcher le tirage de se produire dans les bâtiments, mais on peut de modifier si l'on en reconnaît la nature. Dans les bâtiments actuels, une grande partie de la différence de pression due à l'effet de tirage passe au travers des murs extérieurs aux étages supérieurs et inférieurs; le mur et ses éléments, de même que les entrées, doivent, par conséquent, être conçus de façon à en tenir compte si l'on veut éviter de graves problèmes. Les différences de pression au travers des cloisons intérieures sont généralement plus petites, mais dans certaines conditions elles peuvent être excessives au travers des entrées aux puits verticaux. Plusieurs bâtiments actuels offrent une résistance relativement faible à l'écoulement de l'air produit par l'effet de tirage, et l'on pourrait résoudre un grand nombre de problèmes connexes en augmentant l'étanchéité à l'air des parois extérieures et des cloisons intérieures.

Il est possible de modifier la distribution des pressions et les mouvements de l'air dus à l'effet de tirage par des changements dans la conception et la construction des bâtiments. La distribution peut aussi être modifiée grâce aux systèmes mécaniques de conditionnement de l'air de façon à obtenir un déséquilibre dans le bilan et d'expulsion d'air. Cette technique donne de bons résultats si elle est prévue dans le stade préliminaire du projet. De cette façon ses effets sur les pressions et les fuites d'air pourront être pris en considération dans la conception du bâtiment.