

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Une qualité de l'air acceptable dans les immeubles de bureaux, c'est possible grâce à la ventilation
Shaw, C. Y.

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/10.4224/40002940>

Solution constructive; no. 3, 1997-01-31

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=605c51db-1a7b-474a-ae35-554ccd0f88f6>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=605c51db-1a7b-474a-ae35-554ccd0f88f6>

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.

Une qualité de l'air acceptable dans les immeubles de bureaux, c'est possible grâce à la ventilation

par C.Y. Shaw

Une mauvaise qualité de l'air dans les immeubles de bureaux peut entraîner une baisse de productivité, accroître l'absentéisme et, dans certains cas, occasionner des problèmes de santé. Cet article contient des lignes directrices qui aideront les gestionnaires immobiliers et les ingénieurs à assurer un meilleur contrôle de la qualité de l'air intérieur au moyen des systèmes de ventilation des bâtiments.

La présence de contaminants dans l'air ainsi qu'une mauvaise ventilation sont parmi les causes les plus fréquentes de la mauvaise qualité de l'air intérieur que l'on peut directement associer à la conception et à l'exploitation des bâtiments. Dans

les immeubles de bureaux, les principales sources de contaminants atmosphériques sont les matériaux de construction, le mobilier, les activités des occupants et l'équipement de bureau. Dans certains cas, des contaminants de l'extérieur peuvent également être introduits dans un bâtiment par le truchement du système de

ventilation. Pour limiter ces sources de contamination de façon à la fois économique et efficace, les concepteurs, les propriétaires et les gestionnaires immobiliers ainsi que les ingénieurs du bâtiment adoptent de plus en plus de mesures préventives, comme le recours à des matériaux de construction et d'ameublement ayant une faible émissivité, l'emplacement des prises d'air extérieur loin des sources connues de contamination de l'air extérieur, et l'utilisation de systèmes extracteurs pour éliminer les

sources locales de contaminants. Enfin, de nombreux contaminants, dont ceux produits par les activités des occupants, peuvent être éliminés par une ventilation adéquate du bâtiment.

Niveau acceptable de qualité de l'air intérieur

La norme 62-89 de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) définit le niveau acceptable de qualité de l'air intérieur comme le niveau correspondant à « l'air qui ne contient pas de contaminants connus à des concentrations dangereuses, telles que déterminées par les autorités en la matière, qui sont susceptibles d'indisposer la grande majorité (80 % et plus) des personnes qui y sont exposées ». Pour obtenir une qualité acceptable de l'air intérieur, cette norme recommande deux méthodes : la méthode du débit de ventilation, où l'on spécifie la qualité et la quantité d'air de ventilation requis pour un espace donné, et la méthode de la qualité de l'air intérieur, qui prescrit le contrôle de tous les contaminants connus et leur maintien à des taux acceptables pour un espace donné. De ces deux méthodes, la méthode du débit de ventilation est la plus fréquemment utilisée.

La méthode du débit de ventilation prescrit les débits de ventilation requis pour des espaces variés ainsi que le niveau acceptable de qualité de l'air extérieur utilisé pour la ventilation. Elle spécifie également que les systèmes de ventilation doivent être conçus et installés de manière à assurer un apport d'air de ventilation dans toutes les aires occupées et à ne pas créer de conditions pouvant aller à l'encontre de la norme 55-1992 de l'ASHRAE, *Thermal Environmental Conditions for Human*



Figure 1. Immeuble de bureaux de grande hauteur dans lequel le système de ventilation joue un rôle clé

Publié par

Institut de
recherche
en construction

IRC



Figure 2. Une qualité de l'air acceptable repose non seulement sur la quantité d'air de ventilation, mais aussi sur sa distribution aux postes de travail individuels.

Occupancy. Pour la plupart des immeubles de bureaux en Amérique du Nord, il est possible de respecter ces exigences en assurant un débit d'air de ventilation de 10 L/s/personne à l'intérieur du bâtiment au moyen de prises d'air extérieur situées loin des sources connues de contamination, telles qu'un terrain de stationnement. On peut vérifier si la distribution

d'air de ventilation est adéquate dans chacune des aires occupées en mesurant la concentration de CO₂, qui devrait être égale ou inférieure, dans chaque poste de travail, à 1000 ppm.

Stratégies de ventilation

Les ingénieurs en bâtiment ont habituellement recours aux systèmes de ventilation pour maintenir une qualité acceptable de l'air intérieur dans les bâtiments occupés. La ventilation est particulièrement efficace dans les deux situations suivantes :

- pour rétablir le niveau de qualité de l'air recherché après un arrêt programmé du système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) ;
- pour accélérer l'élimination des contaminants dans les aires où des travaux de rénovation ont eu cours.

Pour que la stratégie de ventilation utilisée dans ces deux situations soit efficace tout en demeurant économique, il ne suffit pas d'accroître le débit de ventilation. L'ingénieur du bâtiment doit également déterminer quand, dans quelle mesure et pendant combien de temps l'on doit augmenter le débit de ventilation des locaux.

On utilise généralement deux stratégies de ventilation pour maintenir un niveau acceptable de qualité de l'air dans les bureaux : le mode de ventilation normale et le mode de ventilation accrue. Le mode de ventilation normale est celui dont on se sert dans le cadre de l'utilisation quotidienne du bâtiment. Le mode de ventilation accrue est celui dont on se sert pour contrôler les émanations qui se produisent juste après l'installation de nouveaux matériaux qui libèrent des gaz chimiques.

Mode de ventilation normale

Dans la plupart des immeubles de bureaux, le système de ventilation est mis à l'arrêt durant

les heures d'inoccupation des locaux pour réduire la consommation d'énergie. La période d'inoccupation des locaux durant un jour de semaine, c.-à-d. pendant la nuit, est d'environ 12 heures ; elle est d'environ 60 heures pendant une fin de semaine régulière et d'environ 84 heures pendant une longue fin de semaine.

La stratégie utilisée pour répondre aux besoins de ventilation dans ces conditions normales d'exploitation comporte deux phases : une phase de purge, qui survient juste avant que les employés n'arrivent au travail, et une phase d'occupation, qui est utilisée pendant les heures de travail.

La phase de purge

Règle générale, le système CVCA permet, lorsqu'il est en marche, de maintenir à un niveau acceptable la concentration des contaminants engendrés par les matériaux de construction, le mobilier et l'équipement. Mais lorsque le système de ventilation est arrêté, par exemple durant la nuit, la concentration des émissions augmente graduellement dans l'immeuble. La phase de purge est utilisée pour rétablir une qualité de l'air intérieur acceptable avant que les employés n'arrivent à leur bureau le matin. Le débit de ventilation utilisé durant cette phase doit être supérieur à celui qui est utilisé durant la phase d'occupation.

La qualité de l'air extérieur requis pour la phase de purge variera d'un bâtiment à un autre et ce niveau doit donc être déterminé expérimentalement. En se basant sur l'expérience acquise dans la gestion d'édifices publics, on a déterminé que deux renouvellements d'air complets constituaient une valeur de départ appropriée. Cette valeur doit toutefois être ajustée en fonction des concentrations mesurées de CO₂ (c.-à-d. = 1000 ppm) ou d'autres contaminants importants, comme les composés organiques volatils, et en tenant compte des réactions des occupants.

Comme l'accumulation de contaminants sera plus grande lorsque le système de ventilation est arrêté durant toute une fin de semaine, et plus grande encore durant une longue fin de semaine, un nombre plus élevé de renouvellements d'air s'impose pour réduire la concentration des contaminants à un niveau équivalent à celui que l'on obtient après un arrêt du système durant un jour de semaine. Par conséquent, on recommande quatre renouvellements d'air comme valeur de départ pour rétablir un niveau acceptable de qualité de l'air intérieur au retour d'une fin de semaine, et cinq au retour d'une longue fin de semaine.

Le nombre de renouvellements d'air requis pour une phase de purge est généralement exprimé en termes de durée de fonctionnement du système CVCA. Au printemps et à l'automne, lorsqu'il est possible d'utiliser gratuitement de l'air frais de l'extérieur pour ventiler les

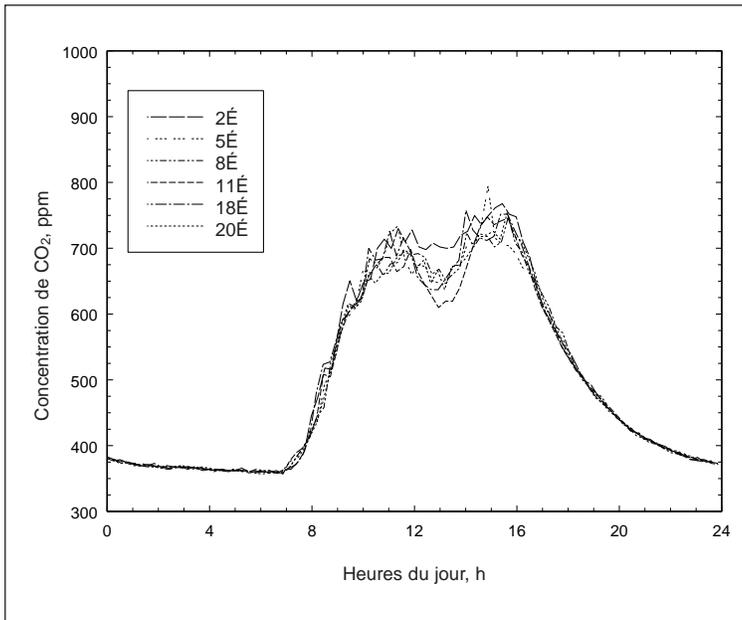


Figure 3. Profils types des concentrations de CO_2 dans les aires occupées de six étages d'un immeuble de 22 étages

locaux, le nombre de renouvellements d'air requis peut être atteint rapidement en augmentant simplement le débit de ventilation. Par exemple, si trois renouvellements d'air sont nécessaires, l'opérateur peut régler le système de ventilation de manière qu'il effectue trois renouvellements d'air à l'heure pendant une heure, au lieu d'un seul renouvellement d'air à l'heure pendant trois heures. On peut donc, à partir des débits de ventilation recherchés (c.-à-d. du nombre de renouvellements d'air par heure), déterminer à quelle heure l'on doit démarrer le système CVCA avant le retour des employés.

Durant la saison de chauffage et pendant l'été, la quantité d'air extérieur qui doit être introduite dans le bâtiment durant la phase de purge dépendra de la capacité de chauffage, ou de refroidissement, du système CVCA.

La phase d'occupation

Durant les heures normales d'occupation, le débit de ventilation doit être suffisant pour maintenir un apport minimal en air extérieur équivalent à 10 L/s/personne. Comme les occupants produisent du CO_2 , les concentrations de CO_2 présentes dans un immeuble seront généralement proportionnelles au nombre d'occupants. Afin que l'immeuble reçoive la quantité d'air de ventilation requise, on peut recourir à un régulateur d'air appelé basé sur la concentration de CO_2 dans l'immeuble, c.-à-d. un dispositif qui permet d'ajuster automatiquement l'apport total en air extérieur en fonction du nombre d'occupants du bâtiment.

Pour que ce type de régulateur fonctionne correctement, on doit respecter les deux exigences suivantes :

- la concentration de CO_2 doit être relativement uniforme à travers l'immeuble, et
- le régulateur doit être situé à un point où la concentration de CO_2 est représentative des concentrations trouvées à la grandeur de l'immeuble.

La figure 3 indique les profils des concentrations quotidiennes de CO_2 sur différents étages d'un immeuble de bureaux de 22 étages, dans lequel un apport constant en air extérieur est fourni par le système CVCA. Le graphique reflète une accumulation rapide de CO_2 vers 7 h 30 du matin, une concentration passablement élevée durant la journée, et une baisse constante à partir de 16 h. Ce graphique indique que le CO_2 généré par les occupants se mélange à l'air intérieur très rapidement et qu'il est distribué dans tout le bâtiment. Il est donc possible d'utiliser les concentrations de CO_2 pour déterminer le mode de contrôle du système de ventilation. Ce modèle peut être appliqué à la plupart des immeubles de bureaux qui possèdent un système CVCA bien conçu et fournissant un apport en air à volume constant. Par conséquent, ces systèmes se prêtent bien à l'utilisation de régulateurs d'air appelé basé sur la concentration de CO_2 .

Mode de ventilation accrue

Le mode de ventilation accrue devrait être utilisé uniquement dans les aires d'un bâtiment où l'on procède à des travaux de rénovation. Ce mode de ventilation a essentiellement deux applications : le contrôle des émanations et le contrôle de la migration des contaminants.

Contrôle des émanations

Certains matériaux nouvellement installés libèrent des contaminants gazeux à un taux qui, s'il est élevé au début, décroît graduellement par la suite. Ces émissions atteignent un taux régulier au bout d'une période qui peut varier de quelques jours à quelques semaines suivant l'installation et le type de matériaux utilisés. Durant cette période, il est nécessaire d'assurer une ventilation additionnelle pour diluer et éliminer la grande quantité de contaminants libérés dans l'air.

La figure 4 indique le profil des concentrations de CO_2 (dont on a soustrait les concentrations de base) mesurées dans un bureau après l'installation d'une nouvelle moquette.

On conseille donc, durant des travaux de rénovation, d'accroître le débit de ventilation au maximum de la capacité du système CVCA afin de diluer les contaminants présents dans l'immeuble. On conseille également de suspendre temporairement la pratique d'arrêter le système de ventilation durant la nuit et les fins de semaine.

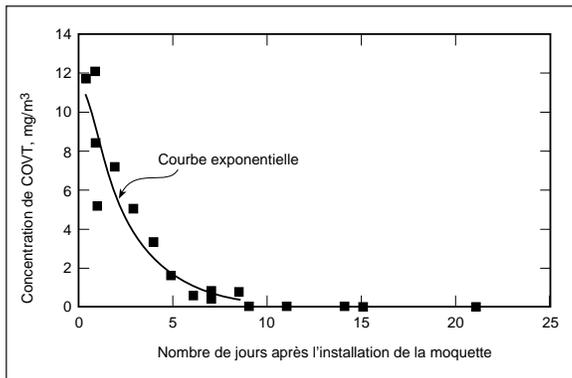


Figure 4. Concentrations des composés organiques volatils totaux (COVT) dans un bureau, après soustraction des concentrations de base, immédiatement après l'installation d'une nouvelle moquette (ce graphique nous a gracieusement été fourni par G. Kerr, d'InAir Environmental Ltd.)

Dans les bâtiments nouvellement construits, la migration de ces contaminants n'est pas toujours décelable, puisque de telles émanations se produisent à la grandeur du bâtiment.

Dans les bâtiments existants, la libération initiale des gaz est généralement localisée. Les émanations sont normalement générées pendant que l'on enlève la vieille moquette, que l'on pose la nouvelle moquette, que l'on met en place le nouveau mobilier ou que l'on peint les murs. Même une infime quantité de contaminants migrant dans le bâtiment peut indisposer les occupants. Par conséquent, des précautions doivent être prises pour empêcher la migration de ces contaminants vers les aires occupées du bâtiment.

Pour mieux comprendre le processus de migration des émissions à travers un bâtiment, on utilise des programmes informatiques permettant de prédire la façon dont les contaminants se propagent d'une source aux aires avoisinantes sous diverses conditions de température. Ces programmes permettent également d'évaluer l'efficacité de différentes stratégies de ventilation utilisées pour éliminer ces contaminants — par exemple, ouvrir les fenêtres ou forcer l'air à travers un conduit vertical. Les résultats obtenus avec ces programmes révèlent que la méthode la plus efficace pour contrôler la migration des contaminants consiste à obturer les grilles de reprise d'air de l'étage incriminé, d'approvisionner cet étage en air de ventilation tout en forçant l'air vicié de l'étage à l'extérieur au moyen d'une gaine de désenfumage, d'une fenêtre ou d'une cage d'escalier qui s'ouvre directement sur l'extérieur. Cette méthode de contrôle s'avère

Contrôle de la migration des contaminants

La plupart des émanations peuvent être éliminées efficacement à leur point d'origine (p. ex. dans le local rénové) en activant le système CVCA en mode de ventilation accrue, mais certains de ces produits peuvent parfois migrer vers d'autres parties du bâtiment.

généralement très efficace, à condition que les pressions induites par l'effet de cheminée ou par le vent ne viennent pas contrecarrer les efforts d'élimination des contaminants. Par exemple, en hiver, les contaminants aux étages inférieurs seront repoussés vers les étages supérieurs sous l'effet de cheminée. Ce phénomène peut donc être utilisé pour éliminer les contaminants à travers un conduit vertical donnant directement à l'extérieur comme, par exemple, une cage d'escalier. De même, par grand vent, l'évacuation des contaminants s'avérera plus efficace si elle s'effectue par une fenêtre située sous le vent.

Conclusion

Les recommandations que renferme ce document permettront à toute personne soucieuse de la qualité du milieu ambiant des immeubles de bureaux de maintenir, au moyen des systèmes CVCA, un niveau acceptable, sinon supérieur, de qualité de l'air intérieur.

Références

1. Vaculik, F. et C.Y. Shaw. *Maintien de la qualité de l'air intérieur au moyen des systèmes CVCA*. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1995. NRCC 38546F.
2. Norme 62-1989 de l'ASHRAE, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. ASHRAE. Atlanta, Ga, 1989.
3. Reardon, J.T., Shaw, C.Y. et F. Vaculik. *Air Change Rates and Carbon Dioxide Concentrations in a High-Rise Office Building*. ASHRAE Transactions, 100(2), 1994.
4. Plett, E.G., Vaculik, F. et C.Y. Shaw. *Contrôle de la qualité de l'air intérieur — Guide de l'ingénieur en ventilation*. Travaux publics et Services gouvernementaux Canada et Conseil national de recherches du Canada, 1992.
5. Said, M.N.A., Shaw, C.Y., Plett, E.G. et F. Vaculik. *Computer Simulation of Ventilation Strategies for Maintaining an Acceptable Indoor Air Quality in Office Buildings*. ASHRAE Transactions, 101(1), 1995.

C.Y. Shaw est chercheur principal au sein du Laboratoire de performance du bâtiment de l'Institut de recherche en construction du CNRC.

© 1997
Conseil national de recherches du Canada
Janvier 1997
ISSN 1206-1239



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

Canada

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