

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Conséquences de la disposition des diffuseurs sur la ventilation des postes de travail

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/10.4224/40002906>

*Solution constructive; no. 37, 2000-06-01*

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=7c7d6a2f-7b4d-4a12-8fb5-1a2ae42e1ff3>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=7c7d6a2f-7b4d-4a12-8fb5-1a2ae42e1ff3>

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.

# Conséquences de la disposition des diffuseurs sur la ventilation des postes de travail

par C.Y. Shaw

**Cet article présente les résultats de la recherche menée par l'Institut de recherche en construction visant à déterminer si l'emplacement des diffuseurs d'alimentation d'air a une incidence sur la performance de la ventilation dans les postes de travail.**

Dans un bâtiment, la ventilation est censée fournir de l'air extérieur et évacuer l'air vicié. À ce titre, elle peut avoir une action sur la qualité de l'air puisqu'elle permet de diluer l'air intérieur avec de l'air extérieur, moins contaminé, et de supprimer les agents contaminants produits par les matériaux de construction, l'ameublement, les équipements et les occupants. Pour obtenir une qualité de l'air intérieur acceptable, il est primordial d'avoir une dilution suffisante des agents contaminants. Pour cela, on doit veiller à ce que l'air fourni, mélange d'air frais et d'air de reprise, atteigne toutes les zones occupées du bâtiment.

Dans un bureau à aire ouverte classique, la surface utile est compartimentée en sous-espaces de travail plus petits, grâce à des cloisons. Il est rare cependant que les ingénieurs chargés de la conception du système de ventilation sachent à l'avance comment le bureau sera aménagé. Et même s'ils le savaient, cet aménagement est

facilement modifiable puisque l'on déplace ou retire les cloisons en un tour de main.

Les concepteurs, les administrateurs des installations et les spécialistes de la planification des locaux partent souvent du principe que les postes de travail seront bien aérés s'ils sont placés sous les diffuseurs d'air. C'est une pratique qui peut amener à une utilisation non optimale de l'espace. Afin de donner quelques conseils dans ce domaine, l'Institut de recherche en construction a mis à l'essai sept dispositions de diffuseurs d'air et observé leurs conséquences sur la distribution de l'air dans un poste de travail cloisonné et aux alentours.

## L'installation d'essai

Pour cette étude, un poste de travail de 2,9 m sur 2,6 m fut assemblé dans l'une des deux pièces communicantes de l'installation de l'IRC consacrée aux essais de ventilation (figure 1). Chacune de ces pièces mesure 4,9 m sur 4,9 m, pour une hauteur de 2,9 m. Elles sont toutes deux équipées de leur propre système CVC, deux types de bouches de reprise et deux types de bouches de soufflage (luminaires-reprises d'air encastrés et diffuseurs plafonniers carrés) (figure 2).

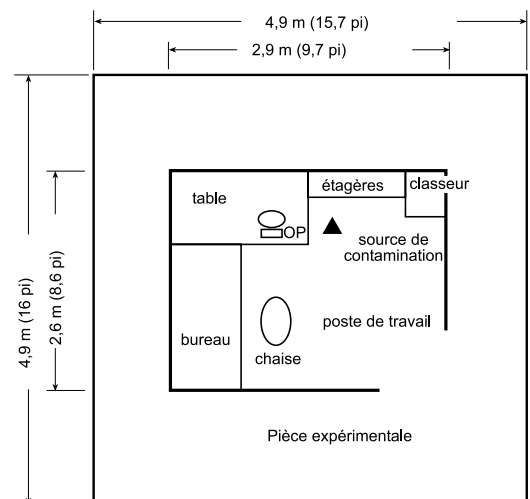


Figure 1. Plan de l'installation comprenant un seul poste de travail

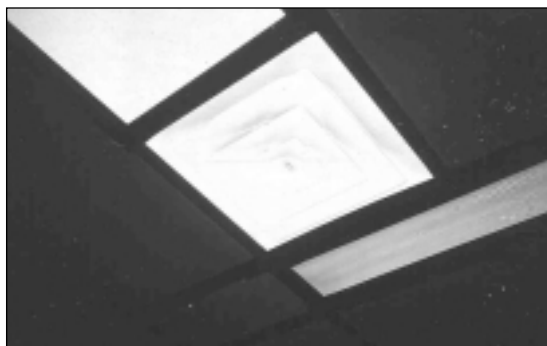


Figure 2. Mise à l'essai de deux types de diffuseurs : luminaires-reprises d'air et diffuseurs plafonniers carrés.

Différentes hauteurs entre le sol et le bas des cloisons et différents débits d'air soufflé ont aussi été testés pour voir quelles étaient leurs incidences sur le mouvement de l'air.

Pour évaluer la performance générale du système de ventilation, trois caractéristiques ont été mesurées :

**Mode de distribution de l'air :** mesure de la rapidité et de l'uniformité de la distribution d'air par le système de ventilation. Pour ce faire, on injecte un gaz de dépistage dans le conduit de distribution, puis on mesure les concentrations en gaz dans des échantillons d'air pris à 4 minutes d'intervalle à 15 emplacements différents au sein du poste de travail comme à l'extérieur, ainsi que dans le conduit de reprise. La rapidité avec laquelle les concentrations en gaz atteignent le même niveau à tous les endroits (indiquant ainsi que l'air de la ventilation et l'air intérieur sont parfaitement mélangés) est une mesure de l'efficacité du système CVC en matière de distribution de l'air ventilé.

**Efficacité du renouvellement d'air :** mesure de la rapidité avec laquelle le système de ventilation remplace l'air ambiant. Il s'agit du rapport entre la constante de temps nominale (volume de la pièce expérimentale divisé par le débit d'air extérieur) et l'âge moyen de l'air de la pièce. L'âge moyen de l'air de la pièce est la valeur moyenne des âges moyens de la pièce (c.-à-d. le temps moyen qu'il faut à l'air pour aller de la grille de soufflage jusqu'à n'importe quel point de la pièce). La technique du gaz de dépistage a été utilisée pour déterminer l'efficacité du renouvellement d'air.

**Efficacité de la ventilation :** mesure de l'efficacité avec laquelle un système de ventilation élimine les agents contaminants d'un espace. Il s'agit du rapport entre la concentration d'équilibre des agents contaminants au conduit

d'extraction et la concentration moyenne dans la pièce. On a utilisé un débit constant de gaz de dépistage pour simuler une source unique d'agent contaminant au niveau du plancher.

### Disposition des diffuseurs d'air et conséquences

Les sept dispositions des diffuseurs ont toutes permis une bonne distribution de l'air de ventilation, à l'intérieur comme à l'extérieur du poste de travail (les figures 3 et 4 ainsi que le tableau 1 illustrent les dispositions mises à l'essai). Des concentrations de gaz de dépistage sensiblement égales à l'intérieur comme à l'extérieur du poste de travail permettent de l'affirmer.

Une disposition a été mise à l'essai sans poste de travail (figure 3, disposition 1). On a trouvé que le mode de distribution d'air était à peu près le même que lorsqu'il y avait un poste de travail.

Les valeurs mesurées de l'efficacité du renouvellement d'air dans le poste de travail concordaient avec les valeurs mesurées dans la pièce entière. Le cas échéant, les différences dues à l'emplacement des diffuseurs étaient minimes.

En ce qui concerne l'efficacité de la ventilation, deux dispositions sur sept ont donné de meilleurs résultats. Dans ces deux cas, le diffuseur était plus près de la source d'agents contaminants que dans les cinq autres. Ce qui laisse penser que l'efficacité de la ventilation peut être améliorée en dirigeant l'air soufflé vers une source d'agent contaminant, accélérant ainsi le processus de dilution et donnant une ventilation plus efficace.

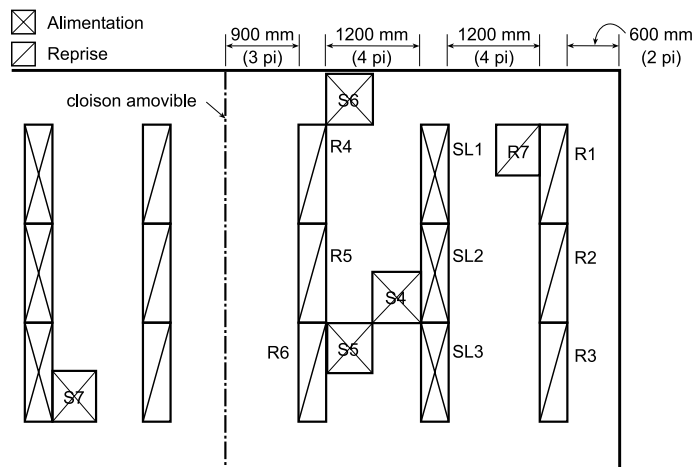


Figure 3. Disposition des diffuseurs d'alimentation et de reprise d'air dans les deux pièces d'essai

### Distribution de l'air sans cloison

Étant donné qu'aucun poste de travail à aire ouverte n'est entouré de quatre murs, les chercheurs ont retiré la cloison entre les deux pièces expérimentales et ont mis à l'essai une disposition de diffuseur (voir tableau 1, « Sans cloison ») - le système CVC de la seconde pièce n'étant pas opérationnel. Comme on s'y attendait, la concentration de gaz de dépistage fut inférieure à celle obtenue lorsque la cloison était en place, étant donné que le même volume d'alimentation d'air était maintenant utilisé pour une pièce plus vaste. La concentration de gaz de dépistage dans le poste de travail comme à l'extérieur de celui-ci était presque uniforme, indiquant ainsi que l'air était bien mélangé. La distribution de l'air dans le poste de travail est restée presque la même que lorsque la cloison était en place.

### Incidence de l'espace entre le plancher et le bas des cloisons

Pour déterminer l'incidence de l'espace entre le plancher et le bas des cloisons, trois essais ont été réalisés : un sans espace, un avec espace de 76 mm et un avec espace de 152 mm. La distribution de l'air s'est révélée être identique dans les trois cas de figure, laissant penser que la hauteur du vide n'avait aucune incidence sur la performance du système de ventilation.

### Incidence du débit d'alimentation d'air

Pour étudier l'incidence du débit d'alimentation d'air, une disposition (disposition n° 1) a été mise à l'essai trois fois, avec chaque fois un débit différent : 100 L/s, 50 L/s et 25 L/s. Les débits d'air extérieur correspondants étaient respectivement 20, 10 et 5 L/s. (L'air soufflé comprenait 20 % d'air extérieur et 80 % d'air recyclé.)

Les essais ont révélé que le temps de brassage (c.-à-d. le temps pour que les concentrations en gaz de dépistage atteignent le même niveau partout) augmentait lorsque le débit d'air diminuait. Pour un taux de 100 L/s,

entre 20 et 40 minutes étaient nécessaires pour que l'air soufflé se mélange complètement dans le poste de travail. Si l'on diminuait le taux à 25 L/s, le temps de brassage augmentait de plus de 4 heures.

Tant l'efficacité du renouvellement d'air que l'âge moyen de l'air diminuaient alors que le débit d'air soufflé augmentait. Une diminution de l'âge moyen de l'air était généralement accompagnée d'une augmentation de l'efficacité du renouvellement d'air, c.-à-d. le plus bas était l'âge moyen de l'air, le plus frais était l'air ambiant. Ce résultat laisse penser que le critère de l'efficacité du renouvellement d'air n'est pas adapté pour comparer des systèmes de ventilation à des taux de ventilation différents. L'âge moyen de l'air semble, dans ce cas, être un meilleur indicateur des modifications du débit d'air extérieur.

Lorsque le débit d'air soufflé passait de 25 L/s à 100 L/s, l'efficacité de la ventilation diminuait, contrairement aux attentes. Un examen attentif de la disposition des diffuseurs, cependant, montrait qu'un débit d'air soufflé inférieur entraînait une augmentation des agents contaminants dans le poste de travail, donnant ainsi un mélange d'air plus uniforme entre l'extérieur et l'intérieur du poste. D'autre part, le débit d'air soufflé de 100 L/s était assez important pour désamorcer le mouvement ascendant naturel des agents contaminants dans le poste de travail. L'air, au contraire, poussait les agents contaminants vers l'extérieur du poste de travail dans la zone alentour, depuis l'endroit où ils séjournèrent jusqu'aux conduits de reprise, accentuant ainsi les différences de concentration d'agents contaminants entre le poste de travail et le conduit d'extraction.

### Incidence de postes de travail multiples

Après avoir enlevé le mur mitoyen, trois postes de travail et des cloisons supplémentaires ont été mis en place à une extrémité de la pièce expérimentale pour déterminer le rôle que cela pouvait jouer sur la performance du système de ventilation (figure 4). Deux hauteurs de cloisons ont été mises à l'essai, 1,5 m (sans espace) et 1,9 m (sans espace et avec espace de 76 mm et 152 mm).

Les résultats ont montré que la distribution de l'air était semblable à celle mesurée lorsqu'il n'y avait qu'un seul poste de travail : le gaz de dépistage était réparti uniformément dans la pièce et les concentrations de gaz dans les postes de travail comme à l'extérieur étaient identiques à celles mesurées dans le conduit de reprise.

Tableau 1. Disposition des diffuseurs d'alimentation et de reprise d'air

Disposition n°	Alimentation	Reprise
1	SL1, SL2, SL3	R1, R2, R3, R4, R5, R6
2	SL1	R7
3	SL2	R7
4	SL3	R7
5	S6	R7
6	S5	R7
7	S4	R7
Sans cloison	S7	R7

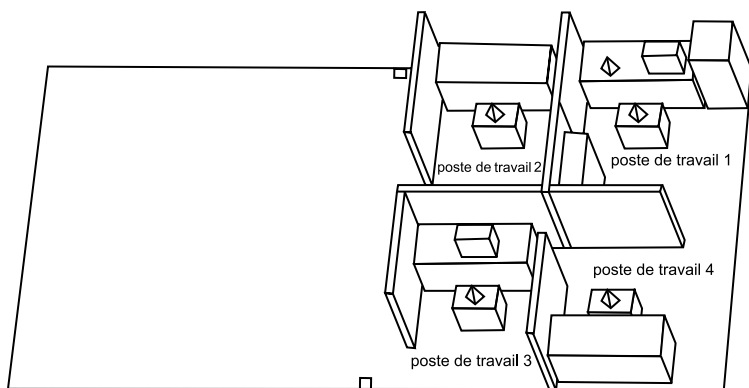


Figure 4. Croquis de quatre postes de travail dans une seule pièce d'essai

Étant donné que le débit d'air soufflé restait inchangé, l'efficacité du renouvellement d'air n'était pas affectée par les modifications de cloison ou de hauteur de vide, par le mode chauffage ou refroidissement, ni par l'emplacement du poste de travail au sein de la pièce.

En revanche, l'efficacité mesurée de la ventilation (efficacité d'évacuation des agents contaminants) variait d'un endroit à un autre. En règle générale, plus la source de contamination était proche de la grille de reprise d'air, moins l'agent contaminant se répandait dans la pièce.

L'espace entre le bas des cloisons et le plancher ne semblait pas améliorer l'efficacité de la ventilation, et même, dans certains cas, un cloison complète s'est avérée plus efficace.

En ce qui concerne l'évacuation des agents contaminants du poste de travail, la cloison de 1,5 m a donné de meilleurs résultats que celle de 1,9 m.

### Résumé

L'IRC a mis à l'essai 7 dispositions différentes de diffuseurs afin de déterminer quelle était l'incidence de chacune sur la performance du système de ventilation dans un poste de travail créé à l'aide de cloisons.

- Les sept dispositions ont fourni le même apport d'air au poste de travail et autour de celui-ci.
- Le mode de distribution de l'air dans le poste de travail s'est avéré indépendant du type de diffuseur, de la hauteur de cloison, de l'espace en bas des cloisons, de l'emplacement des diffuseurs d'air soufflé ou des grilles de reprise d'air pour le poste.
- Plus le débit d'air soufflé diminuait, plus le temps requis pour qu'il soit brassé avec l'air au sein du poste de travail augmentait.

- L'efficacité de la ventilation est supérieure lorsque la disposition des diffuseurs est telle que ces derniers dirigent l'air soufflé vers la source de contamination.
- L'augmentation de la taille de la pièce dans laquelle est situé le poste de travail ou l'ajout de postes de travail dans le même espace ne modifie en rien la distribution de l'air.
- L'efficacité du renouvellement d'air paraît ne pas constituer un critère convenable pour comparer des systèmes de ventilation à des taux de ventilation différents.

### Répercussions

Les données présentées dans cet article aideront les concepteurs et administrateurs d'installations à utiliser le plus efficacement possible l'espace disponible dans un environnement de bureau. Bien que la recherche se soit penchée sur la performance de la ventilation dans un espace de 4,9 m sur 4,9 m, on pense pouvoir appliquer ces résultats à des bureaux en aires ouvertes. Une recherche plus approfondie permettra de confirmer ces résultats et de les appliquer à des bureaux plus importants avec de multiples postes de travail.

### Références

1. Shaw, C.Y. « Ventilation for workstations (evaluating seven diffuser layouts) », *ASHRAE Journal*, janvier 2000, p. 52-59.
2. Skaret, E. et Sandberg, M. « Air exchange and ventilation efficiency - new aids for the ventilation industry » Norsk VVS (Norvège), *OA Trans* 2869, n° 7, 1985, p. 527-534.
3. *A guide to air change efficiency*, AIVC Tech. Note 28, Air Infiltration and Ventilation Centre, Royaume-Uni, 1990.
4. *A guide to contaminant removal effectiveness*, AIVC Tech. Note 28.2, Air Infiltration and Ventilation Centre, Royaume-Uni, 1991.
5. *Nordtest Method NTVVS019, Buildings: local mean age*, Nordtest, Finlande, 1983.
6. Haghghat, F., Huo, Y., Zhang, J.S. et Shaw, C.Y. « The influence of office furniture, workstation layouts, diffuser types and location on indoor air quality and thermal comfort conditions at workstations » *Indoor Air*, v. 6, n° 3, 1996, p. 188-203.

*M. C.Y. Shaw, Ph.D.*, est agent de recherche supérieur pour le programme Environnement intérieur à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada.

© 2000  
Conseil national de recherches du Canada  
Juin 2000  
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>