NRC·CNRC

NRC Publications Archive
Archives des publications du CNRC

Pour un environnement de travail plus agréable dans les bureaux à aire ouverte

Newsham, G. R.

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/10.4224/40002889
Solution constructive; no. 60, 2003-12-01

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :
https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=1164bb2b-78e1-4b31-a6aa-0c18a90adb36
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=1164bb2b-78e1-4b31-a6aa-0c18a90adb36

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.

National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

Canada

CNRC · NRC

Solution constructive nº 60

Pour un environnement de travail plus agréable dans les bureaux à aire ouverte

par G.R. Newsham

S'appuyant sur les résultats d'un vaste projet de recherche mené en collaboration, ce numéro fournit des directives sur la conception de bureaux à aire ouverte dans le but d'assurer un environnement de travail plus satisfaisant.

Le bureau à aire ouverte constitue en Amérique du Nord le lieu de travail le plus courant. Les gens qui travaillent dans ce genre d'environnement y passent la plus grande partie de leur temps, et force est de reconnaître qu'ils n'apprécient généralement pas l'expérience.

Les organismes devraient se préoccuper de cette constatation puisque les résultats des recherches pointent vers des liens sérieux entre l'environnement de travail et la satisfaction au travail ainsi qu'entre la satisfaction au travail et les résultats de l'entreprise[1, 2, 3]. Par exemple, alors que l'on estime le coût de remplacement d'un employé entre 50 % et 150 % de son salaire annuel, on remarque qu'il existe une forte corrélation entre l'absence de satisfaction au travail et l'intention de quitter l'entreprise. Néanmoins, on observe dernièrement une tendance à réduire la taille des postes de travail, tendance motivée principalement par l'intention de diminuer les coûts immobiliers. Cependant, diminuer la taille des postes de travail sans pour autant repenser la conception globale des bureaux à aire ouverte risque de se traduire par une augmentation des problèmes d'environnement, tels que l'accroissement du bruit et la diminution de l'intimité.

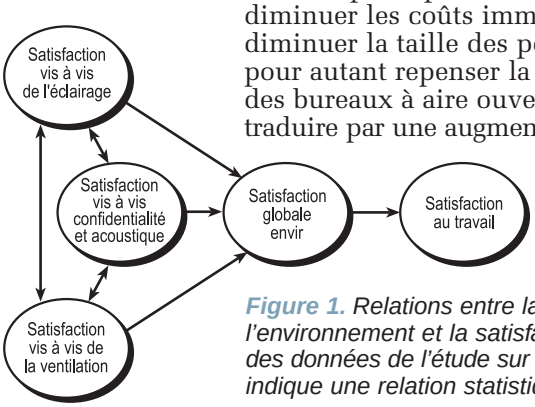

Figure 1. Relations entre la satisfaction vis à vis de l'environnement et la satisfaction au travail dérivées des données de l'étude sur le terrain. Chaque flèche indique une relation statistiquement significative.

Compte tenu de ces faits, l'Institut de recherche en construction (IRC) a entrepris, conjointement avec ses partenaires du consortium de recherche, un projet de recherche de grande envergure intitulé Aires ouvertes rentables (AOR), dans le but d'évaluer les conséquences des choix en matière de conception de bureaux sur l'environnement de travail dans les bureaux à aire ouverte et sur la satisfaction au travail des occupants (voir encadré, p. 6). Le projet AOR a combiné des expériences menées sur des modèles de postes de travail, une vaste étude sur le terrain, des simulations sur ordinateur et une étude approfondie des publications sur les travaux pertinents effectués par d'autres chercheurs.

Corrélations avec la satisfaction

Dans le cadre de la recherche sur le terrain du projet AOR, les chercheurs de l'IRC ont distribué à un éventail d'employés de bureau un questionnaire pour recueillir leur opinion sur différents aspects de l'environnement de travail et sur leur travail proprement dit. Provenant tant du secteur public que du secteur privé, les réponses de 779 employés travaillant dans neuf bâtiments différents au Canada et aux États-Unis ont permis d'établir le modèle des corrélations illustré à la figure 1.

Comme prévu, les plus hauts niveaux de satisfaction au travail étaient reliés aux plus hauts niveaux de satisfaction par rapport à l'environnement de travail. La satisfaction

construction

Publié par
Institut de recherche en construction
IRC

globale environnementale portait sur trois aspects : l'éclairage, la confidentialité et l'acoustique, et la ventilation. Les sections suivantes offrent une analyse des résultats et des conséquences en matière de conception pour chacun de ces trois aspects; une autre section est réservée à la présentation des interrelations qui existent entre ces trois aspects et aux compromis nécessaires afin d'optimiser le résultat global.

Éclairage

Les données de l'étude sur le terrain ont montré que la proximité d'une fenêtre était l'élément le plus marquant sur le niveau de satisfaction par rapport à l'éclairage en raison de l'effet combiné du niveau plus élevé d'éclairage et de la disponibilité de la vue sur l'extérieur. De plus, les employés avaient tendance à préférer des environnements plus clairs à condition que le niveau accru de lumière ne cause pas de reflets[4, 5]. Les études de simulation du projet AOR ont démontré que diminuer la hauteur des cloisons et augmenter la réflectance des surfaces ont contribué ensemble à accroître la pénétration de la lumière du jour et l'intensité de l'éclairage (voir figure 2). Bien qu'il ne fît pas l'objet d'une étude dans le cadre du projet AOR, le scintillement des lampes fluorescentes à ballast magnétique est un facteur dont l'effet négatif a été établi en ce qui a trait à la satisfaction et aux conséquences sur la santé[6, 7]. Les recherches montrent également que les préférences en matière d'intensité de l'éclairage varient largement d'un individu à l'autre et que le niveau de satisfaction s'améliore lorsque les occupants obtiennent l'intensité d'éclairage désirée[8].

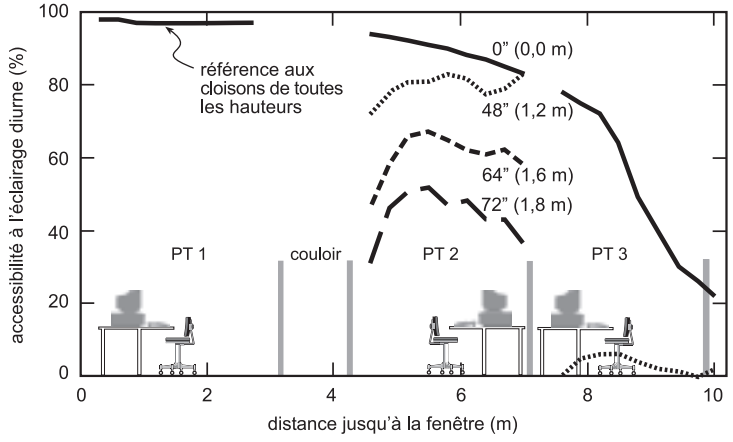

Figure 2. Effet de la hauteur des cloisons sur l'accessibilité des postes de travail (PT) à la lumière du jour au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la fenêtre. (Chaque courbe représente une hauteur de cloison spécifique). L'accessibilité à la lumière diurne ("daylit appearance") est le pourcentage d'heures de travail à la lumière du jour suffisante (≥150 lux). Le poste de travail à côté de la fenêtre (PT 1) reçoit beaucoup de lumière du jour; le troisième poste de travail ne reçoit jamais de lumière du jour (sauf lorsqu'il n'y a pas de cloisons). Dans cet exemple, les dimensions des postes de travail sont de 3,05 m x 3,05 m (10 pi x 10 pi), la réflectance est de 50 % et un mur-rideau constitue le périmètre avec des fenêtres de la hauteur d'une table de travail jusqu'au plafond.

Répercussions pratiques (Éclairage)

- Offrir au plus d'employés possible un bureau avec fenêtre ou du moins la vue d'une fenêtre.
- Baisser la hauteur des cloisons afin d'augmenter la pénétration de la lumière du jour ainsi que l'éclairement lumineux et l'uniformité d'éclairage des lampes électriques.
- Utiliser des surfaces de couleur claire pour accroître l'éclairement lumineux et améliorer l'uniformité d'éclairage.
- Utiliser des luminaires à luminance basse en cas d'exposition directe et qui ne donnent pas des reflets sur l'écran d'ordinateur, ce qui contribue à réduire l'éblouissement. L'éblouissement réfléchi est moins prononcé sur un écran qui a une toile de fond pâle et sur un écran à cristaux liquides; les écrans antireflets sont également efficaces.
- Utiliser des ballasts électroniques dans les tubes fluorescents pour éliminer le scintillement. Les ballasts électroniques sont également plus éconergétiques que les ballasts magnétiques.
- Équiper les bureaux de gradateurs pour permettre aux employés de choisir l'intensité lumineuse qui leur convient, ce qui exige, dans les bureaux à aire ouverte, d'aligner et d'attribuer des luminaires aux postes de travail.

Confidentialité et acoustique

Les recherches précédentes ont révélé que le bruit des conversations avoisinantes est un facteur principal d'irritation pour les occupants et cette constatation a été confirmée par les données recueillies dans l'étude sur le terrain du projet AOR. La mesure principale de l'insonorisation est l'indice d'intelligibilité des conversations (SII) qui dépend du rapport entre le niveau du bruit des conversations et le niveau du bruit de fond. La plage de l'indice SII va de 0 à 1, où 1 correspond à 100 % d'intelligibilité de la conversation à partir d'un poste de travail voisin et 0 correspond à l'inintelligibilité totale de la conversation. Cependant, la relation entre l'indice SII et l'intelligibilité des conversations n'est pas linéaire et seules les valeurs inférieures à l'indice de 0,2 sont considérées comme niveau acceptable

d'insonorisation dans un bureau à aire ouverte. Les études menées dans le cadre du projet AOR se proposaient d'évaluer les liens entre l'indice SII et la satisfaction et d'élaborer ainsi des méthodes permettant de réduire l'indice SII par la conception des bureaux.

Des études menées dans un modèle de bureau ont montré que même si les cloisons étaient suffisamment hautes pour bloquer la trajectoire acoustique directe de la source d'émission (la bouche) au récepteur (l'oreille), la deuxième trajectoire en importance permettant la propagation de la conversation entre les postes de travail est la réflexion du son par le plafond. Donc, pour atténuer le niveau des bruits de conversation il faut installer des plafonds à haute absorption acoustique. L'absorption acoustique par les cloisons est de moindre importance, tandis que le type de plancher n'a presque aucun effet.

L'augmentation du bruit de fond est un autre moyen pour améliorer la confidentialité. En général, cela se fait par le biais de l'installation d'un système spécial de son masquant. Le son masquant imite le bruit du système de ventilation et il est émis par des haut-parleurs installés au-dessus des carreaux de plafond. Une étude effectuée dans un modèle de bureau a démontré que la réduction de l'indice SII par l'augmentation du son masquant a amélioré la satisfaction au chapitre de l'acoustique. Cependant, l'étude a également démontré que si le son masquant est trop fort, il peut lui-même devenir une source de mécontentement; les études du projet AOR indiquent que le bruit masquant doit se situer autour de 42 à 48 décibels A. Les études ont également montré que le spectre de fréquences du son masquant influe sur son efficacité. Un spectre dont l'énergie se situe dans les plus hautes fréquences masque mieux le bruit des conversations. Cependant, il faut atteindre un équilibre parfait – trop de bruit dans les hautes fréquences ou pas assez dans les basses deviendra un bruit sifflant désagréable.

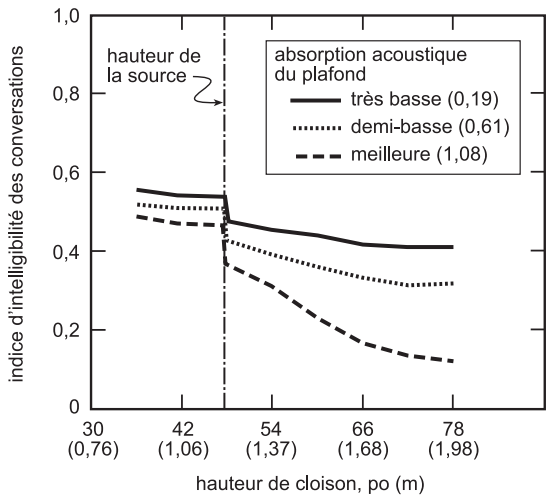

Figure 3. Effet de la hauteur du cloison et de l'absorption acoustique du plafond sur l'indice SII. (Un indice SII de 0,2 ou plus bas est considéré comme un niveau acceptable d'insonorisation). Dans cet exemple, les dimensions des postes de travail sont de 3,05 m x 3,05 m (10 pi x 10 pi), le son masquant est de 45 décibels A et les niveaux des conversations sont typiques pour les bureaux à aire ouverte. À remarquer l'avantage d'utiliser des cloisons plus hautes que la source : l'indice SII diminue. À remarquer aussi l'avantage d'utiliser les meilleurs carreaux de plafond à très haute absorption acoustique. Le carreau dont l'absorption est demi-basse correspond au plafond typique des bureaux.

Répercussions pratiques (Confidentialité et acoustique)

- Installer des cloisons plus hautes qu'une personne assise – plus les cloisons sont hautes, meilleure est l'insonorisation (voir figure 3). De plus, pour assurer une intimité visuelle, on choisira des cloisons d'une hauteur assez élevée pour que les employés debout ne puissent pas voir ceux qui sont assis à leur poste de travail.
- Choisir des carreaux de plafond à haute absorption acoustique afin de réduire le niveau du bruit réfléchi des conversations (voir figure 3). Il est également utile d'améliorer le taux d'absorption des autres surfaces.
- Mettre l'accent sur l'importance de l'étiquette au travail : demander aux employés lorsqu'ils sont en conversation d'avoir des égards envers les autres.
- Agrandir les postes de travail : des postes de travail plus grands signifient plus de distance entre les employés et donc une plus grande intimité.
- Utiliser un système de son masquant bien conçu.
- Aménager les postes de travail, particulièrement les entrées des bureaux, loin des zones très passantes afin d'améliorer à la fois l'insonorisation et l'intimité visuelle.

Ventilation

Les études du projet AOR ont porté sur les immeubles de bureaux aérés par la ventilation forcée. Dans ces édifices, le technicien peut contrôler la quantité d'air extérieur introduit pour fournir de l'oxygène et diluer les aérocontaminants. En général, l'air extérieur est mélangé avec l'air repris du bâtiment, puis il est chauffé ou refroidi en fonction de la charge thermique de l'édifice.

L'ASHRAE recommande que l'apport d'air extérieur soit fait à un débit de 10 L/s/personne[9]. L'examen des recherches publiées qui a été effectué dans le cadre du projet AOR a confirmé la nécessité de maintenir ce débit parce qu'il a été constaté que la satisfaction a souvent diminué lorsque les taux d'apport d'air extérieur ont été baissés. La hausse des taux d'apport d'air frais, qui

nécessite des ressources énergétiques supplémentaires pour le chauffage ou le refroidissement, ne s'est pas traduite pour autant par une amélioration sensible de la satisfaction. En s'appuyant sur les connaissances acquises, les travaux du projet AOR visaient alors à savoir si la conception des bureaux pourrait influer sur la qualité de l'air ambiant et le confort thermique même lorsque l'apport d'air extérieur est à un taux de 10 L/s/personne.

Une étude menée dans un modèle de bureau en laboratoire a démontré que la taille du poste de travail, la hauteur des cloisons ou la distance du diffuseur d'air ont un effet négligeable sur l'efficacité de la ventilation (c'est-à-dire le temps nécessaire pour que l'air frais parvienne à l'occupant). Cependant, l'étude sur le terrain a trouvé que, lorsque les cloisons sont plus élevées, la satisfaction vis à vis de la ventilation diminue. L'étude en laboratoire a démontré que l'emplacement des diffuseurs d'air par rapport à la position de l'occupant peut accroître le risque de courant d'air. L'effet de cette géométrie risque d'être accentué dans les postes de travail plus exigus où la densité d'occupation est plus élevée, où les occupants disposent de moins d'espace pour changer de position et où le taux total de circulation d'air est susceptible d'être augmenté en raison de la demande accrue de refroidissement.

L'examen des recherches publiées a révélé qu'il est possible d'améliorer la satisfaction en conférant aux employés un certain degré de contrôle sur la ventilation de leur poste de travail. Les données recueillies par l'étude sur le terrain ont également montré que la proximité du poste de travail à une fenêtre peut diminuer le confort thermique parce que la température à côté de la fenêtre fluctue plus vers les extrêmes que dans les autres parties de l'édifice.

Répercussions pratiques (Ventilation)

- S'assurer que le système de chauffage, de ventilation et de climatisation est bien entretenu et qu'il fournit de l'air extérieur à un taux de 10 L/s/personne.
- Régler les diffuseurs d'air pour éviter l'inconfort causé par les courants d'air à certains points.
- Éviter de poser des cloisons trop hautes qui peuvent donner l'impression d'une mauvaise circulation d'air.
- Donner aux employés le contrôle d'un ou de plusieurs paramètres suivants : le taux d'air, la direction et la température de l'air.
- Choisir des fenêtres à haut indice d'isolation, les équiper de dispositifs d'ombrage et offrir des sources locales de chaleur ou de refroidissement pour remédier aux problèmes de confort thermique à proximité des fenêtres.
- Utiliser des matériaux produisant peu d'émissions et faire régulièrement le nettoyage des meubles de bureau et de la moquette afin d'atténuer l'effet des polluants.

Figure 4. Est-ce la conception du cloisonnement parfait? Les fenêtres étant à droite, le recours à des panneaux transparents réduit suffisamment la hauteur du cloison pour que la lumière du jour puisse passer mais ces panneaux sont suffisamment élevés pour assurer une bonne insonorisation. Cependant, après leur installation, ces panneaux sont souvent couverts d'affiches ou de manteaux par les occupants préoccupés par leur intimité visuelle. À remarquer que si l'on veut vraiment améliorer la pénétration de la lumière du jour jusqu'à la deuxième rangée de bureaux, il faudrait remplacer les panneaux supérieurs des cloisons à gauche par des panneaux transparents.

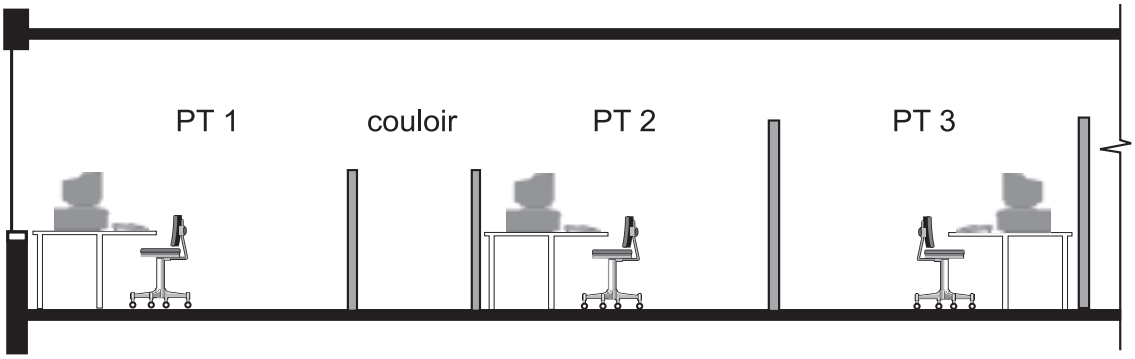

Figure 5. Si l'on connaît les besoins et les préférences des occupants, il est facile de choisir des cloisons qui satisfont aux exigences conflictuelles d'insonorisation et de pénétration de la lumière du jour. Les occupants qui préfèrent la lumière du jour à l'intimité peuvent être placés près de la fenêtre avec des cloisons à faible hauteur (PT 1 et PT 2). Ceux qui préfèrent l'insonorisation à la lumière du jour peuvent être éloignés de la fenêtre dans des bureaux à cloisons hautes (PT 3). À remarquer que la disposition des meubles à l'intérieur d'un poste de travail peut contribuer à améliorer l'insonorisation. Les chaises des PT 2 et PT 3 sont placées dans les coins opposés optimisant ainsi la distance entre les sources de bruit et assurant que la conversation ayant lieu dans un poste de travail soit dirigée dans le sens opposé du poste de travail adjacent.

Interrelations et compromis affectant la satisfaction au travail

Il est clair que la satisfaction complète des exigences dans un domaine risque d'être incompatible avec la satisfaction complète dans un autre domaine, l'exemple le plus flagrant en étant la hauteur des cloisons. Bien que les cloisons basses améliorent la pénétration de la lumière du jour, la possibilité de voir les fenêtres, la répartition de l'éclairage artificiel et la satisfaction vis à vis de la ventilation, elles augmentent en même temps le bruit et réduisent l'intimité visuelle. Il n'existe pas de solution parfaite (voir figure 4), mais la prise en considération des facteurs les plus importants dans chaque situation peut améliorer les chances d'arriver à un bon compromis (voir figure 5).

Le choix du type de carreau de plafond a des incidences sur plus d'un aspect de l'environnement de travail. Pour garantir une bonne pénétration de la lumière du jour, il est souhaitable de choisir un carreau de plafond à réflectance aussi élevée que possible. Cependant, le choix d'un produit à réflectance élevée ne doit pas être fait au détriment d'une bonne absorption acoustique, surtout si l'insonorisation est également un facteur important.

Répercussions pratiques (Interrelations et compromis affectant la satisfaction au travail)

- Consulter les occupants des bureaux pour déterminer les tâches qu'ils effectuent et établir quels aspects de l'environnement de travail sont les plus importants pour ce genre de tâches. La consultation doit commencer dès le début du processus de conception.
- Former des équipes de conception pluridisciplinaires pour trouver les compromis appropriés parmi les différents choix conceptuels concernant l'environnement de travail.

Outils informatiques

Un logiciel en ligne (COPE-ODE) peut aider à évaluer les effets des différents choix afin de trouver les concepts d'aménagement qui sont effectivement rentables, c'est-à-dire aptes à créer une ambiance satisfaisante à un coût raisonnable. L'utilisateur entre des données sur les différents aspects du poste de travail, telles que la taille, la hauteur des cloisons et la réflectance, ainsi que des données sur les bureaux avoisinants, telles que les propriétés des carreaux de plafond, les niveaux de bruit, la conception de l'éclairage et la possibilité de contrôler l'éclairage et la ventilation. Les utilisateurs peuvent également entrer les coûts associés à leurs choix en spécifiant les coûts de revient de base et les coûts du cycle de vie. Le logiciel calcule les niveaux d'éclairage et l'indice SII, qu'il compare ensuite aux critères spécifiés. Le logiciel indique également les caractéristiques du concept d'aménagement qui auraient des effets positifs ou négatifs sur la satisfaction de l'occupant.

Un deuxième outil (COPECalc) porte sur la conception acoustique. Il donne la possibilité d'entrer des paramètres plus détaillés et de recevoir une analyse plus détaillée, y compris la capacité d' « entendre » une conversation téléphonique dans un poste de travail adjacent et de comparer alors les incidences des différents choix conceptuels.

Le projet AOR

La mise sur pied du projet AOR découle des entretiens menés auprès des organismes qui offrent et gèrent des locaux à bureaux et auprès des entreprises qui fabriquent des produits de bureau. Les deux groupes ont été invités à participer à la discussion sur les principales tendances en matière d'aménagement de bureaux à aire ouverte et sur les problèmes d'environnement de travail auxquels ils se sont heurtés. Il était évident que la solution de ces problèmes au moyen de recherches exigerait des ressources considérables. C'est la raison pour laquelle l'IRC du CNRC a formé un consortium de recherche pour réunir la masse critique de ressources et d'expertise. Les partenaires du consortium ont fourni des ressources financières et concrètes importantes ainsi que la direction, l'accès aux sites d'étude sur le terrain et les voies de communications pour implanter les résultats des recherches dans la pratique.

Les partenaires de l'IRC membres du consortium AOR sont :

- Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
- Forum sur le transfert de la technologie du bâtiment
- USG Corporation
- Société immobilière de l'Ontario
- British Columbia Buildings Corporation
- Steelcase Incorporated
- Ressources naturelles Canada

Le site Web de l'IRC vous fournira plus de renseignements sur le projet AOR, http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/.

Remerciements

L'auteur est le chef du projet AOR. Mais une partie importante des travaux de recherche décrits dans cet article a été dirigée par d'autres membres de l'équipe de recherche. Un reconnaissance toute particulière est adressée à Jennifer Veitch, Kate Charles, John Bradley, John Shaw, Dan Sander et Christoph Reinhart.

Bibliographie

1. Oldham, G.R. et Fried, Y. Employee reactions to workspace characteristics. *Journal of Applied Psychology*, vol. 72 (1), 1987, p. 75–80.
2. Judge, T.A., Thoresen, C.J., Bono, J.E. et Patton, G.K. The job satisfaction–job performance relationship: a qualitative and quantitative review. *Psychological Bulletin*, vol. 127 (3), 2001, p. 376–407.
3. Harter, J.K., Schmidt, F.L. et Hayes, T.L. Business-unit-level relationship between employee satisfaction, employee engagement, and business outcomes: a meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, vol. 87 (2), 2002, p. 268–279.
4. Veitch, J.A. Psychological processes influencing lighting quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, vol. 30 (1), 2001, p. 124–140.
5. Farley, K.M.J. et Veitch, J.A. A Room With A View: A Review of the Effects of Windows on Work and Well-Being (*Rapport de recherche n° 136*), Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 2001, 33 p.
6. Veitch, J.A. et Newsham, G.R. Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, vol. 27 (1), hiver 1998, p. 107–129.
7. Wilkins, A.J., Nimmo-Smith, I., Slater A. et Bedocs, L. Fluorescent lighting, headaches and eyestrain. *Lighting Research and Technology*, vol. 21, 1989, p. 11–18.
8. Newsham, G.R. et Veitch, J.A. Lighting quality recommendations for VDT offices: a new method of derivation. *Lighting Research and Technology*, vol. 33 (2), 2001, p. 97–116.
9. ASHRAE — American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers. Ventilation for acceptable indoor air quality (*ASHRAE Standard 62*). Atlanta, GA, ASHRAE, 2001.

***G.R. Newsham**, Ph.D., est agent de recherche supérieur au sein du programme Environnement intérieur de l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada.*

© 2003
Conseil national de recherches du Canada

Décembre 2003
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://www.irc.nrc-cnrc.gc.ca