Conception des postes de travail et productivité organisationnelle

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
Public Works and Government Services Canada
Conseil national de recherches Canada
Institut de recherche en construction
National Research Council Canada
Institute for Research in Construction

Conception des postes de travail et productivité organisationnelle

Recommandations pratiques tirées d'études sur la conception et la gestion de postes de travail

Kate E. Charles
Alison J. Danforth
Jennifer A. Veitch

Recherche – Environnement intérieur,
Institut de recherche en construction (IRC),
Conseil national de recherches Canada

Christina Zwierzchowski
Byron Johnson
Karen Pero

Direction des Innovations et solutions (DIS),
Direction générale des biens immobiliers,
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Avertissement

Cette publication est distribuée uniquement à des fins d'information. Elle ne reflète pas nécessairement les points de vue du Gouvernement du Canada, ni ne cherche à promouvoir un quelconque produit commercial ou une quelconque personne. Bien que les informations et les recommandations qu'elle contienne soient présentées de bonne foi et réputées être vraies à la date de leur parution, ni l'éditeur, ni les auteurs, ni les organismes qui les emploient ne garantissent expressément ou implicitement leur exhaustivité ou leur exactitude. Les informations et les recommandations sont présentées sous réserve que le lecteur assume l'entière responsabilité de la détermination de leur applicabilité avant d'en faire usage. L'éditeur, les auteurs et les organismes qui les emploient déclinent toute responsabilité en cas de dommages résultant de l'usage des informations contenues dans cette publication ou de la confiance accordée à ces mêmes informations.

@ 2004 Sa Majesté la reine du Chef du Canada.
Tous droits réservés.
Toute reproduction, par quelque procédé que ce soit, est strictement interdite sans le consentement préalable du Conseil national de recherches Canada et de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

NRCC 47343F
NR24-4/2004F
ISBN 0-662-78205-4

Ce rapport est disponible uniquement sur Internet à l'adresse :
http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/productivity/indexf
This document is also available in english :
http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/productivity/index

Pour recevoir des copies imprimées supplémentaires de cette publication, veuillez écrire à l'adresse suivante :
Institut de recherche en Construction
Conseil national de recherches Canada
1200, chemin Montréal
Ottawa (Ontario) K1A 0R6
Téléphone : (613) 993-2607
Télécopieur : (613) 952-7673
Courriel : Irc.Client-Services@nrc-cnrc.gc.ca

Remerciements
Nous désirons remercier nos collègues de la DIS et de l'IRC pour leur contribution aux travaux de recherche et d'édition et pour le soutien qu'ils nous ont manifesté tout au long du projet.

Équipe DIS : Simon Foo, Winston Hetherington, Ivaldo Pasini et Ben Stach.

Pour de plus amples renseignements sur la Direction Innovations et solutions, veuillez vous adresser à :
Byron Johnson
Direction des biens immobiliers, TPSGC
Téléphone : (819) 956-4050
Courriel : byron.johnson@pwgsc.gc.ca

Équipe de l'IRC : Morad Atif, John Bradley, Cara (Duval) Donnelly, Alia Offman, Robert Magee,
Guy Newsham, James Reardon, Peter Richards, John Shaw et Harry Turner.

Pour de plus amples renseignements sur le programme Environnement intérieur de l'IRC, veuillez vous adresser à :
Environnement intérieur
Institut de recherche en construction
Conseil national de recherches Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0R6
Téléphone : (613) 993-9580
Télécopieur : (613) 954-3733
Courriel : IE.EI@nrc-cnrc.gc.ca

Illustrations
Deux illustrations nous viennent de sources externes. Nous remercions ici leurs auteurs et les personnes qui nous ont permis de les reproduire.

Page 48 : Accent Lighting, tiré de Boyce et al. (2003), avec la permission de Light Right Consortium (http://www.lightright.org). Le consortium Light Right est géré par Pacific Northwest National Laboratory (http://www.pnl.gov), et exploité par Battelle pour le compte du département de l'Énergie américain (U.S. Department of Energy).

Page 56 : DILBERT™, Copyright 1995. Reproduit avec la permission de United Feature Syndicate Inc.

Aperçu

Ce guide fournit des recommandations pratiques sur la conception et la gestion de postes de travail susceptibles d'améliorer la productivité organisationnelle des bureaux à aire ouverte.
Les éléments de bureau étudiés sont les suivants :

-L'acoustique,
-La qualité de l'air intérieur et le confort thermique;
-L'éclairage artificiel et l'éclairage naturel;
-La conception et l'agencement des postes de travail

Les informations contenues dans le guide sont tirées d'une étude objective et systématique sur les effets de la conception des postes de travail sur les individus et leur organisation. Le guide repose essentiellement sur les recherches de l'équipe Environnement intérieur de l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches Canada (IRC/CNRC), de la Direction des innovations et des solutions (DIS) de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) et autres chercheurs d'organismes réputés. Pour tous renseignements sur le CNRC, TPSGC et leurs projets, veuillez consulter les sites Web : http://www.nrc-cnrc.gc.ca et http://www.pwgsc.gc.ca.

Les chercheurs ont étudié plus particulièrement les attitudes, les comportements et les expériences des employés (satisfaction au travail, confort, santé, bien-être, rendement au travail, taux d'absentéisme des employés, taux de roulement du personnel, etc.), et les réactions observées devraient servir autant les employés que leur organisation dans l'amélioration de la productivité organisationnelle.

Si le guide traite essentiellement des bureaux à aire ouverte - ils demeurent le type de bureaux les plus communément aménagés - il fait également place à d'autres environnements de travail, comme les bureaux sans poste fixe, les bureaux d'équipe ou les bureaux de télétravail.

Le symbole P.1 signifie qu'il est possible de consulter des ressources et des références additionnelles sur le site Web d'accompagnement suivant : www.irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/productivity/index. Pour accéder à ces ressources, il suffit de cliquer sur le symbole de la version électronique du guide.

Tables des matières

Aperçu iv

Introduction 1
Conception modernedes bureaux 1
Productivité organisationnelle et conception des bureaux 5

Acoustique 12
L'acoustique dans les bureaux 13
Productivité organisationnelle et conception acoustique 15

Qualité de l'air intérieur et confort thermique 22
Climat des bureaux : ventilation et température 23
Productivité organisationnelle, QAI et confort thermique 26

Éclairage artificiel et éclairage naturel 36
Conception d'un éclairage de qualité 37
Productivité organisationnelle et conception de l'éclairage 40

Conception et agencement des postes de travail 52
Le poste de travail 53
Productivité organisationnelle, conception et agencement des postes de travail 56

Conclusion 70
Résultat final 70
Résumé des recommandations 71

Bibliography 76

Introduction

Conception moderne des bureaux

Quand on sait que près de 50 % de Nord-américains travaillent dans des bureaux - pour la plupart des bureaux à aire ouverte -, et qu'ils passent jusqu'à 90 % de leur temps dans un environnement intérieur - pour une grande part à leur poste de travail -, on saisit mieux l'importance de bien concevoir et de bien gérer l'environnement physique des bureaux. Tout comme l'on saisit mieux l'importance des conditions physiques des bureaux sur la satisfaction, le confort, le bien-être et le rendement des employés. P.1

Bureaux à aire ouverte

Le terme « bureaux à aire ouverte » renvoie aux locaux à bureaux constitués de petits modules/postes de travail que divisent des cloisons (également appelées écrans ou panneaux) et des meubles à éléments. L'arrangement des postes de travail est souple et fonction du nombre de cloisons. Il varie de zéro pour le « bureau enclos » à quatre pour le « bureau modulaire ». L'aménagement à aire ouverte exclut les murs pleine hauteur et les portes de séparation entre les bureaux. Les concepteurs des bureaux à aire ouverte cherchaient à l'origine à rentabiliser l'espace occupé et à améliorer la communication entre les employés.

L'environnement de travail moderne

Les changements dans les pratiques commerciales modernes ont grandement modifié nos habitudes de travail dans les bureaux. Adieu les grandes allées pleines de rangées de commis de bureau et de dactylographes affairés à des tâches routinières et répétitives. Le travail intellectuel moderne exige l'analyse et l'intégration d'informations complexes, la création de nouvelles idées, la formation continue à de nouvelles compétences et le travail en équipe. Les progrès de la technologie informationnelle signifient également l'intégration de la plupart des tâches routinières, comme la dactylographie et la saisie de données, en un travail plus complexe et inscrit dans un projet. D'un point de vue global, organisationnel, la mutation rapide des marchés force les organisations à toujours plus de souplesse, de rentabilité et d'innovations dans leurs pratiques commerciales, si elles veulent rester concurrentielles. Plus que jamais, la réussite organisationnelle d'une organisation dépend de sa capacité à livrer dans les meilleurs délais des biens et des services personnalisés à bon

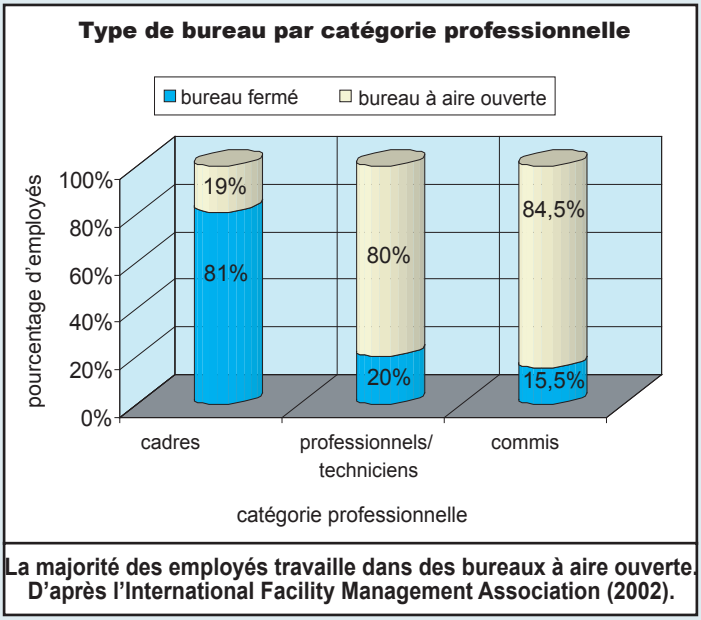
marché et de qualité, à des clients de plus en plus exigeants.

Il n'est donc pas surprenant que les changements qui touchent les pratiques commerciales se reflètent dans la conception moderne des bureaux.

Nouveaux bureaux à aire ouverte (2003)

Tendances dans la conception de bureau

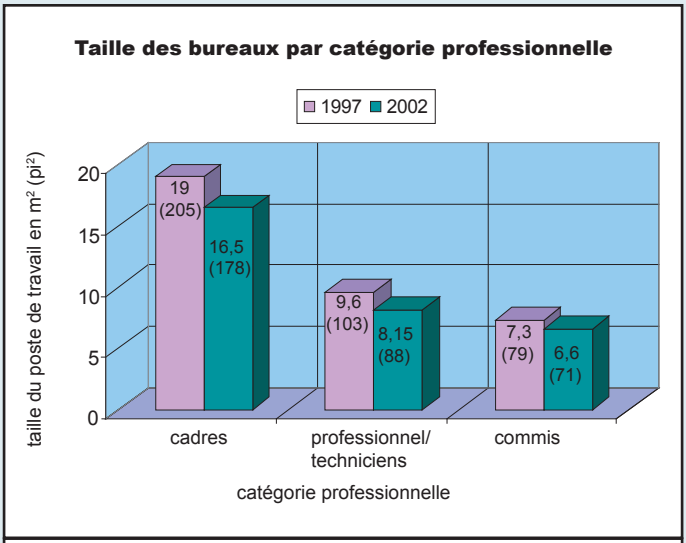
Afin de rentabiliser les espaces et d'améliorer la souplesse des aménagements, les organisations utilisent pour la plupart des bureaux à aire ouverte, tournant définitivement le dos aux bureaux fermés. Selon une récente étude de l'International Facility Management Association (IFMA), 61% des employés de bureau nord-américains travaillent dans des bureaux à aire ouverte, un chiffre que Brill et al. évaluent quant à eux à environ 71%.



La majorité des employés travaille dans des bureaux à aire ouverte. D'après l'International Facility Management Association (2002).

Au cours des dernières années, les organisations ont réduit la taille des bureaux à aire ouverte pour mieux rentabiliser les coûts de location (15 % par personne entre 1997 et 2002, selon l'IFMA). Elles ont également réduit la hauteur des cloisons de séparation des postes de travail pour améliorer la communication et faciliter le travail d'équipe.

Bien que les bureaux à aire ouverte restent le choix privilégié des concepteurs, les organisations essaient de plus en plus d'autres types d'aménagements. De plus en plus, l'on voit apparaître des bureaux collectifs, des salles de planification et des bureaux partagés. Les progrès de la technologie de l'information ont également permis d'améliorer la souplesse des heures de travail et ouvert la voie au télétravail. P.2



Au cours des dernières années, la taille des postes de travail a été réduite pour toutes les catégories professionnelles. D'après l'International Facility Management Association (2002).

Ces nouvelles tendances ont suscité une réflexion sur l'influence de l'environnement du bureau moderne sur la rentabilité des employés et de l'organisation.

Le bureau et la productivité organisationnelle

Les organisations considèrent typiquement le bureau physique comme un coût à minimiser. Mais une conception de bureau inadéquate se traduit parfois par un environnement de travail inadéquat dont les conséquences sur les employés dépassent largement les économies de coût potentielles. Ainsi, une plus grande densité peut nuire à l'intimité personnelle, augmenter les bruits et réduire la qualité de l'air. Une conception de bureau qui réduit le confort et le bien-être, augmente les taux de roulement et d'absentéisme du personnel et complique l'exécution efficace des tâches deviendra à long terme un coût pour l'organisation.

Les concepteurs, les gestionnaires de bureaux et les organisations doivent mieux penser les bureaux. Les bureaux bien conçus et bien gérés sont le gage d'un meilleur fonctionnement et d'une meilleure productivité organisationnelle.

La planification rentable des aires ouvertes (PRAO)

Le guide puise principalement ses sources dans une récente étude de 4 ans financée par un consortium conduit par l'Institut de recherche en construction du CNRC. Le projet de Planification rentable des aires ouvertes (PRAO) consistait à évaluer les effets des bureaux à aire ouverte sur la satisfaction des employés. S'appuyant sur l'analyse documentaire, des simulations, des expériences dans des modèles de bureaux grandeur nature et des études in situ, une équipe pluridisciplinaire de chercheurs a évalué les effets des différents paramètres de conception d'un bureau (taille du poste de travail, type de plafond, etc.) sur les conditions physiques du bureau (éclairage, acoustique, qualité de l'air intérieur, etc.) et sur la satisfaction des employés.

Les produits PRAO incluent un site Web, plusieurs rapports de recherche et 2 logiciels téléchargeables qui permettent d'évaluer la conception des bureaux à aire ouverte. Il s'agit de logiciels qui, à partir des paramètres des postes de travail et des coûts, calculent les conditions physiques (éclairement, niveau de bruit) et mettent en évidence les conséquences positives et négatives de la conception sur les employés. Le site Web et les rapports de recherche sont disponibles à l'adresse suivante : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/indexf.html

Les logiciels PRAO-ODE (Évaluateur de conception de bureau) et PRAO CALC (Évaluateur de l'environnement acoustique) sont disponibles à l'adresse suivante : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/07-Softwaref.html

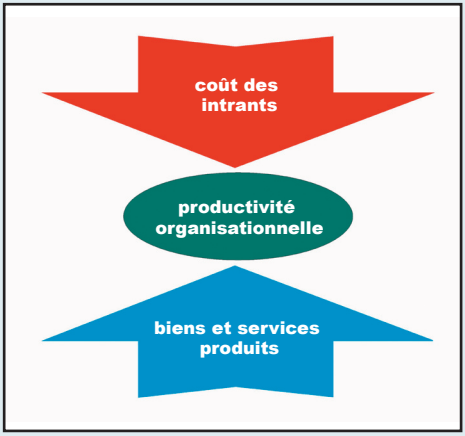
Les membres du consortium ayant participé au projet PRAO sont : le CNRC, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, le Forum sur le transfert de la technologie du bâtiment, la Société immobilière de l'Ontario, Société USG, British Columbia Buildings Corporation, Ressources naturelles Canada et Steelcase Inc. Ces organisations ont aidé à financer et à guider la recherche et continuent de soutenir sa mise en pratique.

Productivité organisationnelle et conception des bureaux

« Quels seront les effets sur la productivité? » Cette question revient souvent dans la bouche des chefs d'entreprise quand il leur est proposé d'améliorer l'environnement bureautique de leurs employés. Ils investiront certes, mais pour économiser de l'argent, améliorer la productivité des employés et améliorer la productivité organisationnelle. Donner des estimations réalistes des effets de tels investissements sur la productivité organisationnelle relève du défi. Les effets sont effectivement indéniables, et ils sont perçus dès que l'on examine les rapports qu'entretiennent la productivité, les employés et les environnements bureautiques.

Qu'est-ce que la productivité?

La productivité d'une organisation est la valeur de ses extrants (les biens et les services qu'elle produit) par rapport à la valeur de ses intrants (les coûts engagés pour faire fonctionner l'organisation). L'objectif premier d'une organisation est de minimiser les coûts et de maximiser ses extrants afin d'être aussi profitable que possible.



Les extrants ou la valeur des biens et services :

Souvent, lorsqu'on pense productivité, on ne pense qu'aux extrants et notamment à la quantité produite individuellement par les employés. Toutefois, la productivité individuelle n'est qu'un élément de l'ensemble et elle est parfois difficile à mesurer. Dans le passé, les emplois de bureau étaient très souvent bien définis et répétitifs, tels ceux des commis à la saisie des données ou des dactylographes. Les extrants de ces unités de production étaient relativement faciles à calculer et à comparer (à savoir, le nombre de formulaires traités, le nombre de caractères dactylographiés, etc.). Il est encore possible aux chercheurs de mesurer des tâches individuelles de ce type ou étudier d'autres éléments du travail de bureau, comme la compréhension de lecture, l'édition de texte, le résumé de texte, la mémoire à court terme, etc.). Ces compétences et ces activités restent des indicateurs utiles dans une étude du comportement des employés. Mais ces mesures de rendement ne se traduisent

plus aussi facilement en productivité parce que leur importance varie sensiblement d'une tâche à une autre. Ces mesures ne représentent qu'une partie des tâches que les employés de bureau modernes effectuent. La plupart des employés de bureau effectuent aujourd'hui des tâches intellectuelles plus complexes dont les extrants sont plus difficiles à calculer. Les employés ne produisent plus que des unités d'extrants uniformes, ni ne répètent les mêmes tâches à la journée longue. Leur travail consiste plutôt à générer de nouvelles idées et de nouvelles connaissances pour un nombre varié de projets. Ces projets sont typiquement nouveaux et difficilement comparables – le design architectural d'une maison a t-il la même valeur que le design d'un centre d'achat pour l'organisation ou les clients? Qu'ont de commun le produit de l'architecte et celui d'un programmeur? Sans oublier qu'aujourd'hui le travail de bureau est souvent effectué en groupe ou en équipe, ce qui ne facilite pas l'évaluation de la contribution individuelle des membres.

Il est plus facile de mesurer les extrants dans leur ensemble. La plupart des organisations conservent des dossiers financiers sur leur chiffre d'affaire, leur volume d'affaire, leur part du marché, etc. Toutefois, certaines variables restent difficiles à mesurer en dollars. Que dire par exemple de la valeur de la réalisation des attentes du public pour un service public? Ou de la valeur de la satisfaction apportée aux clients ? Ces extrants sont importants pour l'organisation, mais difficilement quantifiables. Sans la quantification de telles mesures, les analystes pourraient difficilement évaluer l'efficacité d'une stratégie, fût-elle une conception de bureau novatrice.

Les intrants ou le coût du travail : Pour se faire une idée complète de la productivité, il faut tenir compte des intrants d'une organisation, mais également des coûts de production des biens et des services. Pour qu'une organisation puisse fonctionner, il lui faut offrir à ses employés un local de travail, les ressources, les matériaux et le soutien nécessaire, un salaire, des formations, etc. La productivité organisationnelle est le point d'équilibre de tous ces coûts par rapport à la valeur de tous les biens et services produits.

Les organisations peuvent calculer de nombreux coûts assez simplement. Les coûts des salaires, des matériaux ou encore des fournitures se calculent facilement. À l'inverse, les coûts qui comprennent plusieurs éléments sont plus difficiles à évaluer de façon réaliste. Ainsi, les coûts de recrutement, qui comprennent le coût de l'annonce du poste, le temps passé par les ressources humaines et autre personnel à élaborer la description du poste, à éplucher les curriculum vitae, à programmer et à effectuer des interviews et à faire le suivi de la vérification des antécédents, le temps et les ressources mises en place pour faire une offre, organiser le fichier personnel du futur employé, son inscription au livre de paie, dans le fichier informatique, dans l'annuaire électronique, l'annuaire téléphonique, son orientation et sa formation. Dans le cas d'un recrutement à la suite d'un départ d'un employé, il faudra ajouter les coûts liés à l'interview de fin d'emploi, au travail non exécuté pendant la période d'embauche, aux perturbations occasionnées

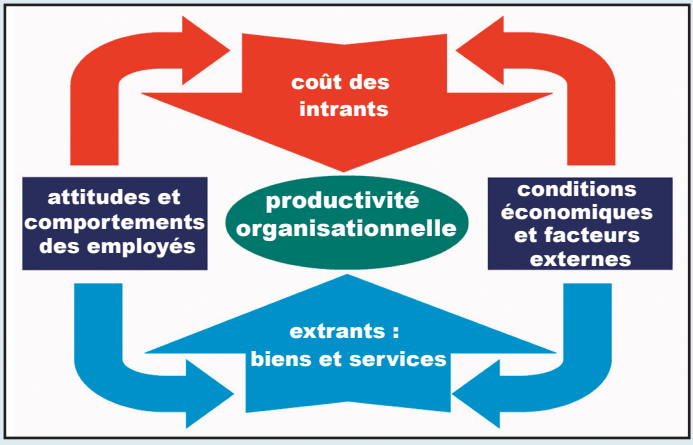
aux ex-collègues, à la perte de savoirs, d'expertise et de contacts et autres coûts connexes. On le voit, l'équation n'est plus aussi facile à calculer.

Comment quantifier la productivité : Globalement, même s'il est possible de mesurer certaines variables d'intrants et d'extrants qui entrent dans la productivité, il est très difficile de calculer avec exactitude tous les paramètres importants, et il est presque impossible de les combiner en un chiffre qui représenterait la productivité. Il est plus simple pour une organisation de choisir les variables d'intrants et d'extrants qu'elle juge les plus importantes et d'élaborer des méthodes de calcul concrètes en fonction de contextes spécifiques pour les calculer. De cette manière, l'organisation pourra évaluer son rendement par rapport à ses objectifs et déterminer son rendement. S'il s'agit d'évaluer la productivité d'une manière plus générale et de recommander des mesures qui contribueront à une meilleure réussite, une approche différente s'impose.

Une approche différente

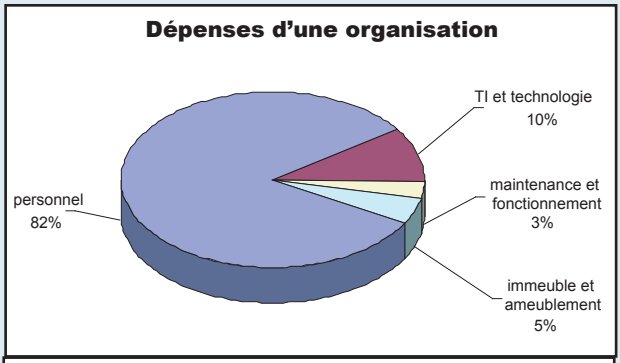
Il est plus utile de considérer globalement les facteurs qui influencent la productivité organisationnelle. Les intrants et les extrants d'une organisation sont soumis à deux principales influences : d'une part, les conditions économiques et les facteurs externes; d'autre part, les attitudes et les comportements des employés.

Les conditions économiques et les facteurs externes sont des forces externes. Ce sont le marché du travail, le coût des fournitures, le prix du marché des biens et services. S'ils ont une influence majeure, ces facteurs sont incontrôlables pour la plupart et ne peuvent par conséquent être manipulés pour améliorer la productivité.



À l'inverse, les employés sont très influencés par les choix de leur organisation. Ils produisent les biens et les services qui seront vendus et qui sont généralement l'actif le plus important de l'organisation. Les employés sont également le plus grand coût de l'organisation. La majeure partie des dépenses de l'organisation va en effet dans les salaires, les avantages sociaux, la formation et le recrutement. C'est pourquoi les attitudes et le comportement des employés - la manière dont

ils pensent et dont ils se comportent - peuvent avoir une grande influence sur les intrants et les extrants d'une organisation. Les attitudes des employés peuvent aider à analyser des résultats mesurables et comparables qui contribuent à la productivité. Cette analyse pourra ensuite déboucher sur des choix de conception de bureau dont tireront avantage les employés. Il est impossible d'évaluer en dollars l'effet de telle ou telle stratégie, mais il est possible de montrer que les changements qui profiteront aux employés profiteront également à l'organisation. P.3



Décomposition des dépenses d'une organisation. D'après Brill et al. (2001).

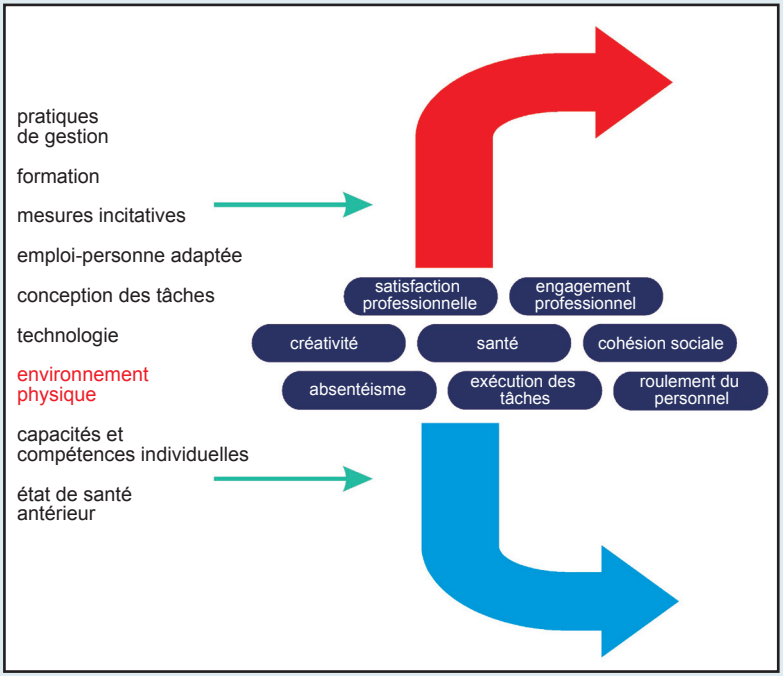
Employés et productivité organisationnelle

Les comportements et les attitudes des employés comprennent la satisfaction professionnelle, le niveau d'engagement professionnel, l'interaction avec les collègues, l'absentéisme, le rendement, la créativité, l'exécution des tâches et la fidélité à l'organisation. La santé et le bien-être des employés, qui ne sont ni attitude ni comportement à strictement parler, appartiennent toutefois à cette catégorie, en raison de leur important effet sur l'engagement des employés, l'exécution des tâches, l'absentéisme, l'interaction, la satisfaction professionnelle, etc. Depuis plusieurs années, les spécialistes en comportement étudient les rapports qu'entretiennent ces attitudes et ces comportements et leur effet sur les intrants et les extrants d'une organisation.

Ainsi, Carlopio et al. ont validé la croyance que les employés satisfaits étaient plus engagés dans leur organisation et moins susceptibles de la quitter. Pour leur part, Podsakoff et al. ont conclu que les employés satisfaits et engagés étaient plus enclins à « donner » davantage d'eux-mêmes, en se portant volontaires pour le travail supplémentaire ou pour aider leurs collègues, par exemple. Dans une étude qui portait sur près de 200 000 employés et de 8 000 entreprises, Harter et al. ont montré que les entreprises dont les employés étaient le plus satisfaits avaient également le plus faible taux de roulement du personnel, le meilleur taux de satisfaction de la clientèle et le meilleur rendement. La baisse du taux de roulement du personnel est un objectif particulièrement important pour les organisations, parce que le recrutement et la formation des nouveaux employés leur coûteraient jusqu'à deux fois le salaire des employés qui auraient décidé de les quitter. P.4

La santé et le bien-être des employés influencent également la productivité organisationnelle. Les employés malades n'ont pas toutes leurs facultés cognitives et risquent de s'absenter. Ils risquent également prendre des congés de maladie ou réclamer d'autres prestations d'assurance-maladie. Selon Statistique Canada, le travailleur moyen a perdu sept jours de travail en raison d'une maladie ou d'une incapacité en 2001. Outre la maladie physique, Hardy et al. ont montré que les employés qui étaient le moins satisfaits professionnellement et présentaient un mal-être et un état psychologique affecté (dépression, anxiété) étaient plus susceptibles de s'absenter. Le coût de l'absentéisme des employés comprend non seulement le travail non effectué par les employés absents, mais également les perturbations et les pertes de rendement qui touchent les collègues de travail. La quantité de travail perdu est parfois très importante. P.5

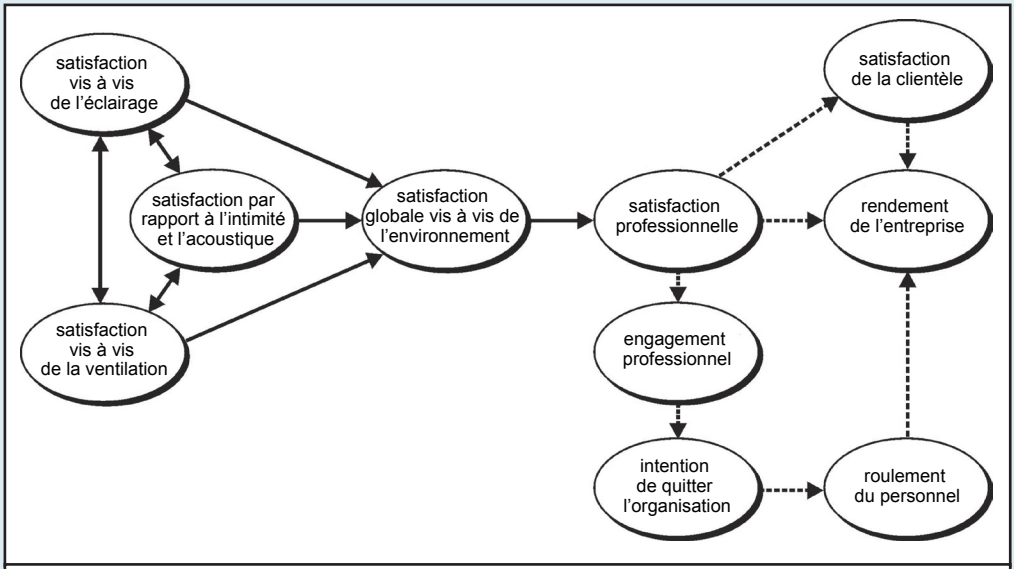
Les relations que nous avons décrites plus haut montrent l'importante influence des attitudes et des comportements des employés sur la productivité organisationnelle. Les employés sont souvent le capital le plus important d'une organisation, et il est de son intérêt de sauvegarder cet investissement. Les initiatives qui visent le bien-être des employés, comme la fourniture d'un environnement physique adéquat, ne peuvent que promouvoir la productivité organisationnelle.



Améliorer l'environnement intérieur

Les attitudes et les comportements des employés sont influencés par divers facteurs dont les pratiques de gestion, les relations employeur-employés, le salaire et les mesures incitatives non pécuniaires, la technologie, les capacités et

les compétences des employés et la possibilité de tâches variées et stimulantes. Par exemple, des styles de gestion participative et stimulante ont une influence positive sur la satisfaction professionnelle, l'engagement professionnel et le bien-être. De même, les mesures incitatives comme le salaire, les régimes de pension, les garderies et les gymnases sur les lieux de travail et les voitures de fonction sont des facteurs dont les employés tiennent compte lorsqu'ils doivent décider de rester dans une organisation ou de la quitter. P.6

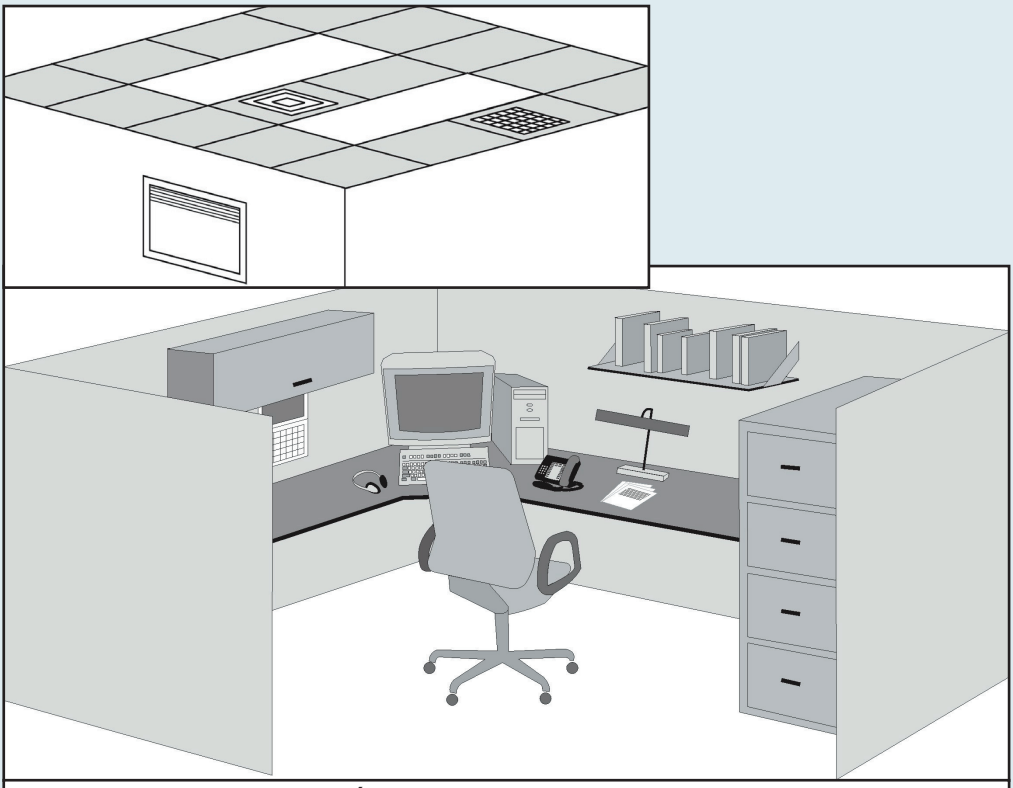


La satisfaction vis à vis de l'environnement contribue à la réussite de l'organisation. L'étude PRAO s'est concentrée sur les relations fléchées en continu. Les relations fléchées en pointillé représentent les conclusions d'autres sources d'études. Tiré de Veitch et al. (2004).

L'amélioration de l'environnement physique doit également être considéré comme une mesure incitative. Les conditions physiques du bureau influent sur la satisfaction professionnelle et tous les autres comportements et attitudes. Selon une enquête PRAO qui avait porté sur 779 bureaux à aire ouverte dans 9 immeubles publics et privés américains et canadiens, la satisfaction vis à vis de l'environnement contribue à la satisfaction professionnelle globale. Une autre source fiable montre combien les attitudes et les comportements des employés sont influencés par la satisfaction professionnelle et donc indirectement par l'environnement. L'environnement n'est pas le seul facteur à influencer les attitudes et les comportements des employés, mais il est un facteur d'importance, vu le temps passé dans les bureaux. Brill et al. estiment que l'environnement physique compte, en moyenne, pour 24 % des facteurs qui influent sur la satisfaction professionnelle, 11 % des facteurs qui influent sur le rendement de l'équipe et 5 % des facteurs qui influent sur le rendement individuel. P.7

Les organisations ont historiquement hésité à dépenser leur argent dans l'amélioration de l'environnement physique, parce qu'il s'agissait de dépenses directes. Les investissements dans l'immobilier, le mobilier et les opérations

représentent habituellement des dépenses initiales qui fragilisent la rentabilité des organisations à court terme en attendant l'amortissement de ces dépenses initiales. On oublie souvent cependant que les employés coûtent jusqu'à dix fois plus cher que les immeubles ou leur maintenance, et que les décisions qui durcissent les conditions de travail coûtent souvent plus cher que les investissements initiaux non réalisés ou les économies apparentes que l'on pensait faire. Non seulement les investissements dans la conception et la gestion des bureaux sont un choix éclairé, mais ils sont également relativement faciles à mettre en pratique comparativement à de nombreuses initiatives de gestion commerciales. Par ailleurs, si les changements qui visent certains employés ne durent que le temps de leurs mandat, les changements faits à l'environnement physique sont là pour servir de nombreux employés pendant longtemps. Les bureaux qui sont conçus et entretenus avec comme objectif l'amélioration des conditions de travail des employés finissent par améliorer également la productivité organisationnelle. P.8



Éléments du poste de travail

Les pages qui suivent traitent de l'étude sur l'environnement physique et de son influence sur les employés. Les recherches sur l'acoustique, la qualité de l'air intérieur, le confort thermique, l'éclairage, la lumière naturelle, la conception et l'agencement des postes de travail proposent des recommandations qui pourraient aider les concepteurs de bureaux à créer des environnements plus encourageants et à améliorer la satisfaction des employés et la réussite des organisations.

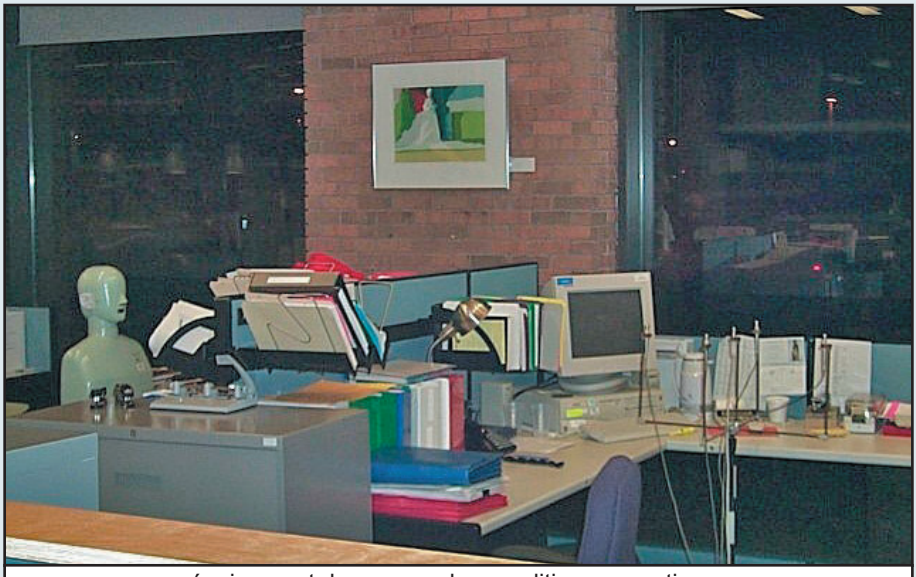
Acoustique

Recommandations pratiques : CE QU'IL FAUT FAIRE . . .

Assurer une satisfaction acoustique en maintenant des niveaux de bruits de fond et une intimité des conversations acceptables
Bloquer les bruits par des surfaces absorbantes (notamment le plafond) et des cloisons hautes et larges
Installer un système de masquage sonore

Recommandations pratiques : CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE . . .

Exposer les employés à des sources de bruits non acceptables, notamment aux sources de bruits de conversation
Créer des postes de travail petits et aux cloisons basses
Laisser les bruits de fond distraire ou déranger les employés



équipement de mesure des conditions acoustiques

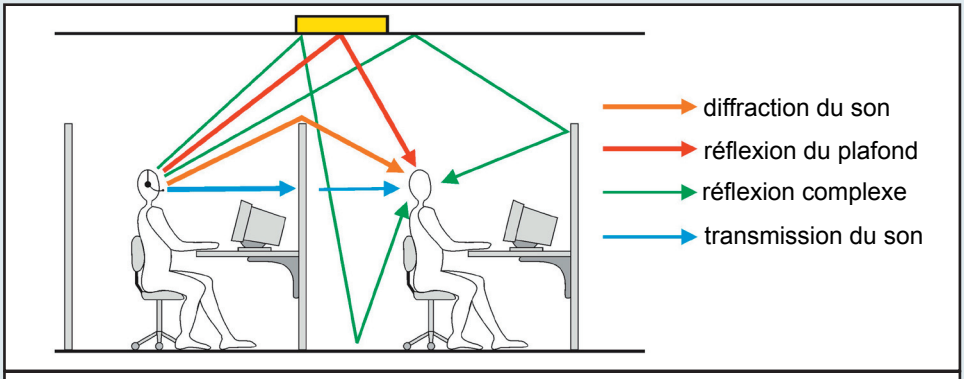
L’acoustique dans les bureaux

L’environnement acoustique des bureaux

L’environnement acoustique des bureaux se compose des sons qui y circulent. Certains de ces sons sont agréables (musique, etc.) ou véhiculent une information importante (sonnerie de téléphone ou d’alarme). D’autres ne sont pas les bienvenus à l’oreille de l’auditeur : ils sont alors perçus comme des bruits désagréables, gênants, distrayants ou psychologiquement dangereux. On mesure la gêne des bruits par le contenu de l’information, leur prévisibilité, leur nécessité et leur contrôlabilité. Les bruits les plus gênants sont ceux qui contiennent de l’information et sont imprévisibles (irréguliers), inutiles et incontrôlables. A.1

Lorsqu’un bruit se transforme en problème, le réflexe est souvent de fermer la porte de son bureau. Malheureusement, dans les bureaux à aire ouverte, il n’existe ni véritable mur ni porte pour bloquer les bruits, et les bruits des postes de travail s’entendent parfois de loin.

Les sons des bureaux se répandent dans toutes les directions et sont réfléchis, absorbés ou transmis par les surfaces qu’ils rencontrent. D’où l’importance de contrôler les bruits des conversations et des équipements pour empêcher qu’ils ne dérangent les employés, qui risqueraient, à leur tour, de déranger leurs collègues de travail.

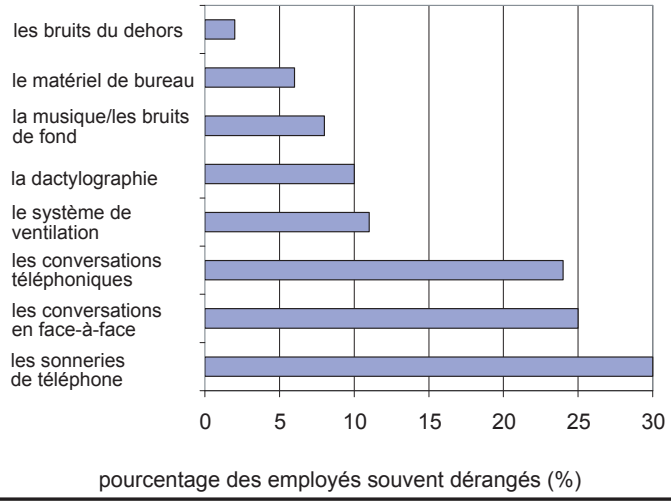


Propagation du son entre deux postes de travail

Le problème d’acoustique dans les bureaux : le niveau des bruits

Les employés considèrent les bruits comme une importante barrière à l’exécution efficace de leurs tâches. Les bruits ont un effet négatif sur la concentration, le rendement, le stress et, indirectement, sur la productivité organisationnelle. Une importante étude effectuée dans les bureaux nord-américains

révèle que 54 % des employés sont souvent dérangés par le bruit, principalement celui des sonneries de téléphone et des conversations. D'après l'enquête sur le terrain du projet PRAO, ce sont surtout les bruits des conversations et des collègues dont se plaignent les employés. A.2



D'après Sundstrom et al. (1994).

Si les bruits de fond continus et les bruits intermittents dérangent parfois, il n'est ni possible ni souhaitable de les éliminer complètement. Car paradoxalement, l'équilibre entre les différents bruits permet de maintenir une certaine intimité et d'empêcher la gêne.

Créer un bon environnement acoustique

La satisfaction acoustique des employés suppose la préservation de l'intimité des conversations et des niveaux sonores agréables.

L'intimité des conversations préserve des conversations des collègues. Elle est une fonction du rapport d'énergie sonore des conversations et des autres bruits de fond. Sans bruits de fond, les conversations des collègues seraient parfaitement intelligibles et donc très gênantes, parce qu'elles contiendraient de l'information et seraient imprévisibles et incontrôlables. Lorsqu'ils sont modérés, les bruits de fond couvrent les conversations (et tout autre bruit intermittent), préservant ainsi l'intimité du locuteur et la tranquillité d'éventuels auditeurs. Lorsqu'ils sont trop forts, les bruits de fond deviennent vite gênants. D'où la nécessité de les conserver dans des limites acceptables.

Les concepteurs devraient tenir compte des stratégies de base suivantes : réduire le niveau des bruits à la source (voix, bruit des machines, sonnerie de téléphone, etc.), réduire la propagation du son entre les postes de travail et créer un bruit ambiant neutre pour masquer les autres bruits.

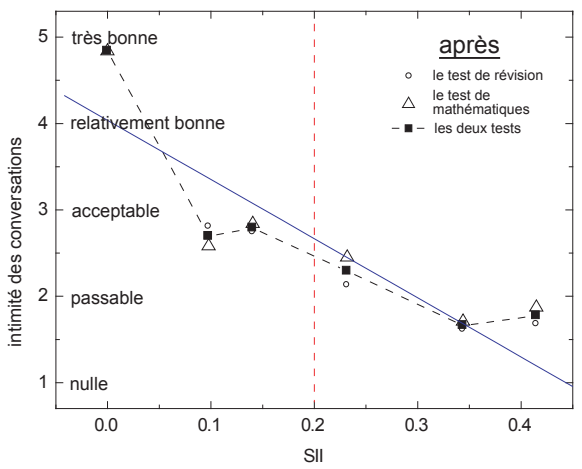
Productivité organisationnelle et conception acoustique

Intimité acceptable des conversations : SII de 0,2

L'intimité des conversations préserve la discrétion des actions et des conversations et limite la distraction.

Elle se mesure par un indice physique, l'indice d'intelligibilité de la parole (SII). Les acousticiens l'ont mis au point en mesurant l'intelligibilité des mots ou des phrases dans différentes conditions de bruits de fond, pour la formuler en une quantité statistique qui prédit l'intelligibilité à partir d'un rapport de la voix et des bruits de fond. LE SII, qui ressemble à l'indice d'articulation (IA), mesure la compréhension d'un discours dans un contexte bruyant. Il va de 0 (intimité parfaite des conversations) à 1 (intelligibilité parfaite). A.3

Les études de l'IRC ont montré que le niveau acceptable de SII dans les bureaux à aire ouverte se situait à 0,2 et moins (soit un IA de 0,15 et moins). Des chiffres qui ont été confirmés par les participants d'une autre étude. Au-delà d'un SII de 0,2, les employés ont dit ressentir très peu d'intimité. L'intimité des conversations serait certainement meilleure avec des SII inférieurs à 0,2, mais de tels niveaux sont impossibles à obtenir dans des bureaux à aire ouverte. Le seuil de 0,2 assure tout de même aux employés une intimité acceptable des conversations et les protège des principales distractions. A.4

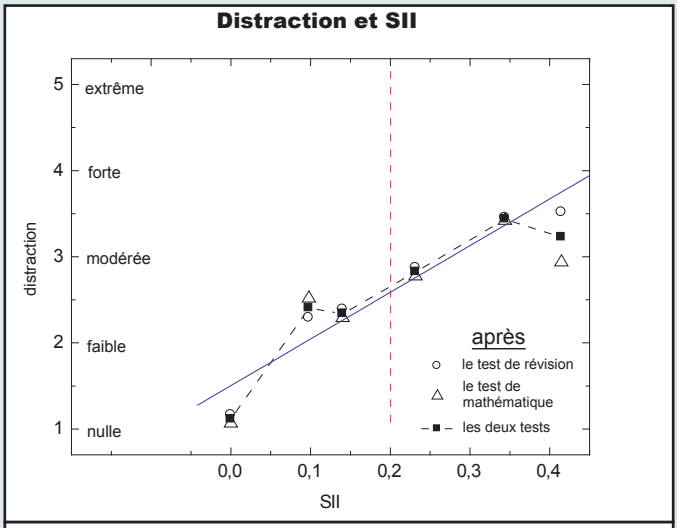


Les employés ont évalué leur niveau d'intimité dans différentes conditions SII, après des tests d'édition et de mathématiques. L'intimité des conversations est devenue acceptable lorsque le SII s'est approché de 0,2. (Taux moyens : (a) après le test de révision, (b) après le test de mathématiques et (c) après les deux tests). D'après Bradley et Gover (2003).

Recherches
sur la distraction et le rendement

Les bruits distrayants nuisent beaucoup à l'exécution efficace des tâches. Les bruits de bureau affaiblissent la mémoire et la capacité de résolution des problèmes. La concentration perdue réduit cette capacité créatrice qui nous permet de discerner entre des solutions acceptables et des solutions franchement novatrices. Le niveau de bruit n'est pas le seul en cause : ces effets accompagnent également les bruits imprévisibles et intermittents. Le SII prédit relativement bien la distraction évaluée par les sujets. Avec un SII de 0,2 et moins, la distraction ne représente plus un danger.

A.5



Les employés ont évalué leur niveau de distraction dans différentes conditions SII, après des tests d'édition et de mathématiques. Le niveau de distraction a dépassé le seuil acceptable lorsque Le SII a dépassé 0,2. (Taux moyens : (a) après le test de révision, (b) après le test de mathématiques et (c) après les deux tests). D'après Bradley et Gover (2003).

Bruits de fond

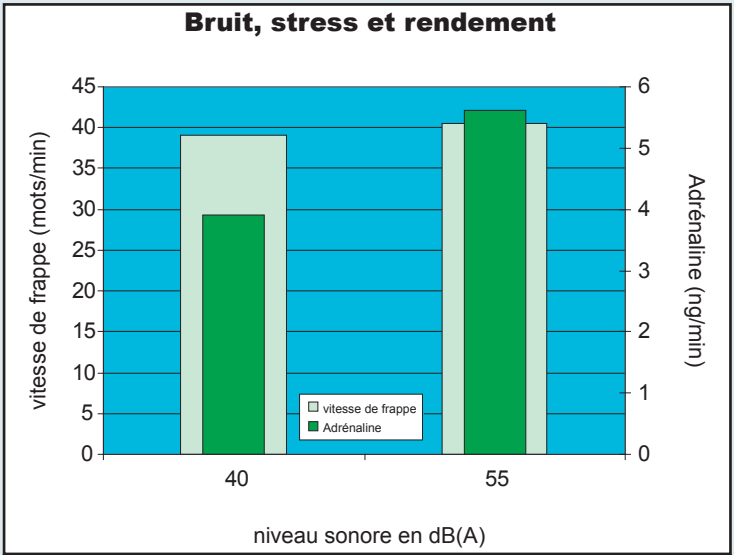
Les bruits de fond – préférablement neutres dans le contenu de l'information –couvrent les conversations et contribuent à obtenir un SII de 0,2. Ils deviennent toutefois gênants lorsque leur volume dépasse 45-50 dB(A). L'Association canadienne de normalisation recommande 45 à 48 dB(A) pour les bureaux à aire ouverte. La figure de la page 18 résume les recherches sur le niveau acceptable des bruits de fond.

A.6

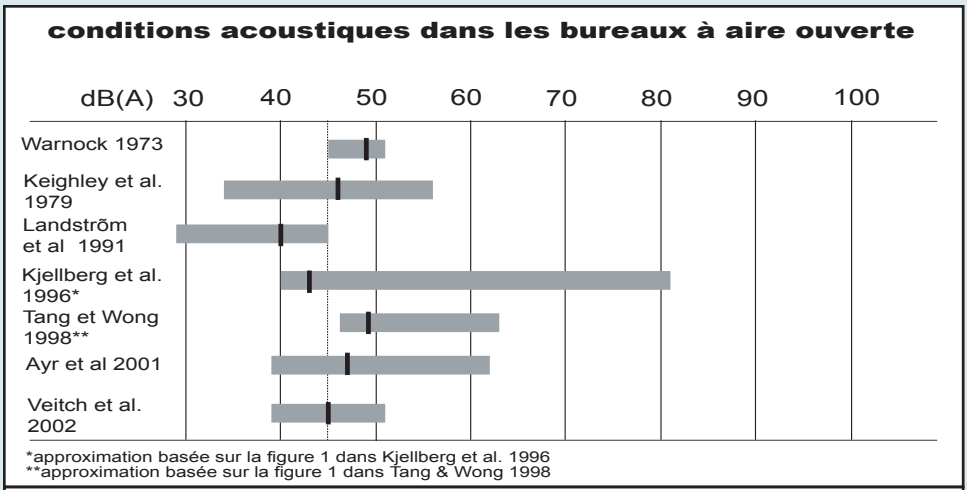
Recherches sur le bruit et le stress

Le bruit intense est un facteur de stress bien connu et l'on sait qu'il affecte le fonctionnement physiologique. Dans une simulation de conditions véritables, Evans et Johnson ont étudié le comportement d'employés qu'ils ont soumis successivement à des bruits de 40 dB(A) et de 55 dB(A). Les employés ont trouvé le second environnement plus bruyant certes, mais guère plus stressant, tandis que leur rendement dactylographique restait inchangé. Quant aux employés, ils ont procédé à quelques ajustements posturaux, montré des signes de stress et moins de tolérance à la frustration. À long terme, les employés se seraient exposés à des troubles musculo-squelettiques et des problèmes de santé. L'étude de Evans et Johnson a montré que les conditions de bruit intense peuvent nous nuire à notre insu. D'autres études appuient cette conclusion. Ainsi, d'après Melamed et al., les personnes qui travaillent dans un environnement bruyant ont une pression artérielle élevée, notamment ceux qui effectuent des travaux complexes.

A.7



Cette étude mesure le rendement dactylographique et la sécrétion d'adrénaline (indicateur physiologique de stress) dans deux environnements sonores. Les employés ont conservé leur rendement, mais leur niveau de stress s'est élevé en fonction du bruit. D'après Evans et Johnson (2000).



Les barres noires indiquent les niveaux sonores les plus élevés par rapport à la satisfaction acoustique des employés. L'IRC a examiné ces documents pour le projet PRAO. D'après Navai et Veitch (2003).

Masquage sonore : Pour obtenir le niveau de bruit qui permettra de parvenir à un SII de 0,2, les concepteurs de bureaux peuvent recourir au masquage sonore. Le masquage sonore consiste à ajouter un bruit de fond neutre qui couvre (masque) les bruits des conversations et autres bruits distrayants. Le système de masquage et le spectre créé doivent tenir compte des conditions acoustiques des locaux à bureaux et doivent être distribués uniformément dans les locaux.

Recherches sur le masquage sonore

Le masquage sonore est un moyen efficace pour réduire le SII et créer de bonnes conditions acoustiques. Les simulations en laboratoire ont montré que le masquage sonore favorisait les tâches cognitives complexes et réduisait le stress perçu. L'étude PRAO a conclu que le masquage sonore contribuait à la satisfaction acoustique, tandis que Banbury et al. recommandent le masquage sonore pour réduire les bruits distrayants.

A.8

Le son masquant doit être suffisamment intense pour couvrir efficacement les bruits des bureaux, mais il ne doit pas devenir lui-même un bruit gênant. Sont acceptables les systèmes de masquage d'un volume sonore de 45 et 48 dB(A). Le bruit masquant doit également posséder un spectre de fréquences équilibré qui permette de masquer les bruits des conversations non désirés sans sifflement ou grondement. L'installation du système de masquage sonore devrait être effectuée par un spécialiste. A.9

Les caractéristiques des bureaux

Il ne suffit pas de contrôler les bruits de fond pour créer des conditions acoustiques satisfaisantes et préserver l'intimité des conversations. Il faut également contrôler le bruit des conversations, des imprimantes, des claviers et des sonneries de téléphone. Il est possible, grâce à une conception et un agencement de bureaux adéquats, d'isoler ou de réduire les sources de bruit et d'absorber ou de bloquer la propagation du son pour éviter que les bruits ne se transmettent d'un poste de travail à un autre.

Le meilleur moyen de contrôler les sources de bruit est de bien concevoir l'acoustique des bureaux. Les propriétés acoustiques des bureaux peuvent sensiblement réduire la propagation du son en bloquant la transmission sonore et en absorbant le son réfléchi. L'indice de transmission du son (STC) mesure la capacité d'un matériau à réduire le son qui se propage (se transmet) à travers lui. Le coefficient d'absorption moyenne (SAA) mesure la capacité d'un matériau à absorber le son qui le rencontre. Le tableau suivant montre les propriétés matérielles recommandées pour les bureaux à aire ouverte.

Choisir la meilleure conception

Les études sur le bruit effectuées par l'IRC dans le cadre du projet PRAO montrent que les propriétés d'absorption du plafond, la taille du poste de travail et la hauteur des cloisons ont un grand impact sur les conditions acoustiques, puisqu'elles compensent pour les murs, qui en d'autres circonstances, empêchent normalement le son de se propager. Il reste qu'aucun élément ne peut contrôler le bruit et que les meilleures conditions acoustiques ne peuvent être réunies que par une conception adéquate des différents éléments du bureau. Les propriétés que nous recommandons pourraient vous aider à parvenir à un SII de 0,2. Le guide de conception commandité par TPSGC et produit par l'IRC (Warnock, 2004) vous aidera à réaliser les conditions acoustiques désirées. A.10

Propriétés acoustiques	
Élément	**Propriétés acoustiques**
murs extérieurs	STC 50
fenêtres	STC 35
plafond	SAA >0.90
planchers	STC 55 (recouverts)
cloisons	SAA >0.70 STC 20
D'après l'Association canadienne de normalisation (2000) et Bradley (2004).	
La plupart des fabricants indiquent les propriétés acoustiques de leurs produits.	

Hauteur des cloisons : Les concepteurs doivent prévoir des cloisons suffisamment hautes pour bloquer les voies de transmission du son entre les employés; l'une des solutions consiste à bloquer les lignes de vision dans les lieux de travail les plus communs. La norme recommandée par l'Association canadienne de normalisation est de 1,5 m à 1,8 m (59-72 po). Pour les auteurs du projet PRAO, la hauteur des cloisons devrait être supérieure à 1,6 m (64 po), voire à 1,7 m (66 po) idéalement. La hauteur des cloisons peut également influer sur la distribution de la lumière et la perception de flux d'air : dans le choix de la hauteur de cloisons, il convient de tenir compte de tous les aspects de l'environnement intérieur.

Taille du poste de travail : Le son diminue sur la distance; par conséquent, les grands postes de travail réduisent le volume sonore qui atteint leurs voisins. Les auteurs du projet PRAO recommandent des postes de travail d'au moins 6,3 m^2 (67 pi^2).

Orientation : L'orientation adéquate des ouvertures du poste de travail et des employés aide à réduire le volume sonore qui se propage autour des bureaux. Il convient d'agencer adéquatement les groupes de postes de travail, afin que les postes de travail ne réfléchissent pas leurs bruits les uns sur les autres. Les employés de postes de travail adjacents devraient travailler le dos à dos et éloigner ainsi les bruits de leurs conversations.

Agencement des postes de travail : dans ces bureaux, les voies de transmission du son directes, diffractées et réfléchies sont bloquées par le positionnement et l'orientation des cloisons. Les cloisons sont hautes, les sources du bruit (employés, imprimantes, etc.) isolées et les employés orientés dans des directions opposées.

Agencement des bureaux : Il est important d'isoler les sources de bruit. Les concepteurs devraient situer les sources de bruit (salles de réunions, aires de discussions de groupe, réfectoires, imprimantes, photocopieurs, principaux couloirs de circulation, etc.) loin des employés qui ont besoin de tranquillité pour se concentrer sur leurs tâches. Les voies de transmission du son directes entre les postes de travail sont également à bannir. L'une des solutions con-

siste à agencer les sources de bruit communes le long d'une voie principale et de placer les postes de travail individuels le long de voies plus calmes et moins fréquentées.

Il faut être attentif à l'emplacement des appareils d'éclairage par rapport aux cloisons puisqu'ils réfléchissent le son d'un poste de travail à un autre.. Certaines lentilles de luminaires à éclairage indirect sont déconseillés, et il faut éviter de placer les appareils à grille paralume au centre du poste de travail, ou encore les appareils d'éclairage à lentille prismatique au-dessus des cloisons. La qualité et le l'emplacement des appareils d'éclairage doivent être décidés lors de la conception acoustique.

Usages professionnels : Il est possible également de réduire le bruit, notamment les bruits distrayants des conversations, en mettant en place des usages professionnels (règles de savoir-vivre en milieu de travail). Ces usages encourageraient les employés des bureaux à aire ouverte à parler plus bas, à utiliser des casques pour écouter leur musique ou leur radio, à éviter les haut-parleurs et à prendre conscience du bruit qu'ils génèrent, pour contribuer ainsi à une meilleure gestion des problèmes de bruit.

Les usages professionnels devraient être appuyés par des installations physiques (salles de réunion, salles à manger et salles de loisirs privées, voire des salles de conversations téléphoniques, etc.) où les employés pourraient se laisser aller à des activités plus bruyantes.

PRAO-Calc

Dans le cadre du projet PRAO, les chercheurs ont mis au point un logiciel qui permet de prédire les conditions acoustiques des bureaux à aire ouverte en modélisant les conditions de conception. Après avoir entré les caractéristiques des bureaux (hauteur des cloisons, capacité d'absorption du plafond, capacité d'absorption de la cloison, etc.), l'utilisateur a la possibilité d'entendre un échantillon de l'environnement acoustique créé et d'améliorer sa conception en suivant des recommandations. Disponible à l'adresse suivante :
http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/07-Softwaref.html

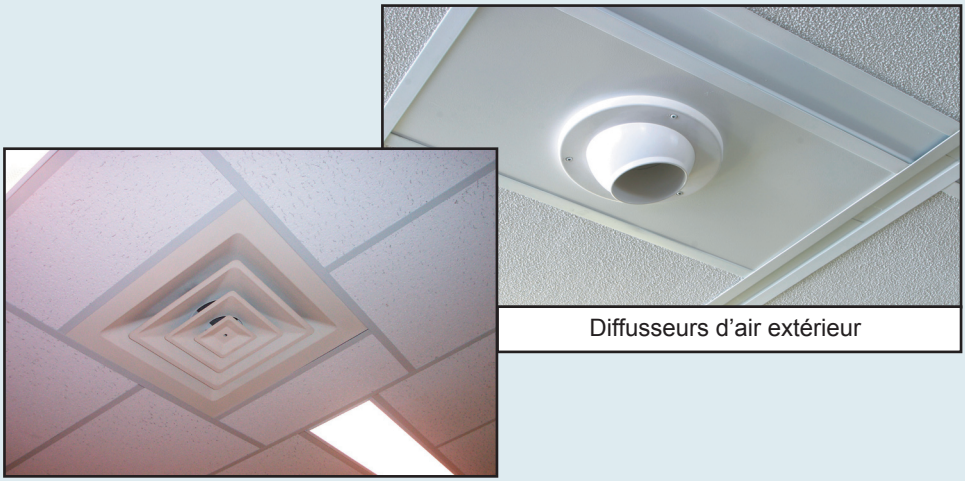
Qualité de l'air intérieur et confort thermique

Recommandations pratiques : CE QU'IL FAUT FAIRE . . .

Prévoir une alimentation adéquate en air extérieur
Prévoir un contrôle individuel de la température, de la vitesse de déplacement et/ou de la direction de l'air
Nettoyer et entretenir le système de ventilation et l'espace du bureau
Créer un environnement thermique confortable
Isoler les fenêtres et prévoir un périmètre de chauffage/refroidissement

Recommandations pratiques : CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE . . .

Excéder la capacité d'alimentation du système de ventilation
Choisir un ameublement et un équipement qui émettent beaucoup de contaminants
Placer les employés près des sources de contaminants
Bloquer les diffuseurs d'air ou créer de la sécheresse
Utiliser de très hautes cloisons
Ignorer les plaintes et les symptômes des employés



Diffusseurs d'air extérieur

Climat des bureaux : ventilation et température

L'air intérieur et le climat thermique

Dans un bureau, la qualité de l'air intérieur (QAI) et les conditions thermiques sont déterminées par le système de ventilation de l'immeuble et par le contenu du bureau. Une mauvaise gestion des contaminants, de l'alimentation en air et de la température peut entraîner de mauvaises conditions.

En Amérique du Nord, la plupart des immeubles de bureaux sont ventilés mécaniquement. Les immeubles sont isolés et relativement étanches à l'air, et l'air extérieur y est introduit par le système de ventilation.

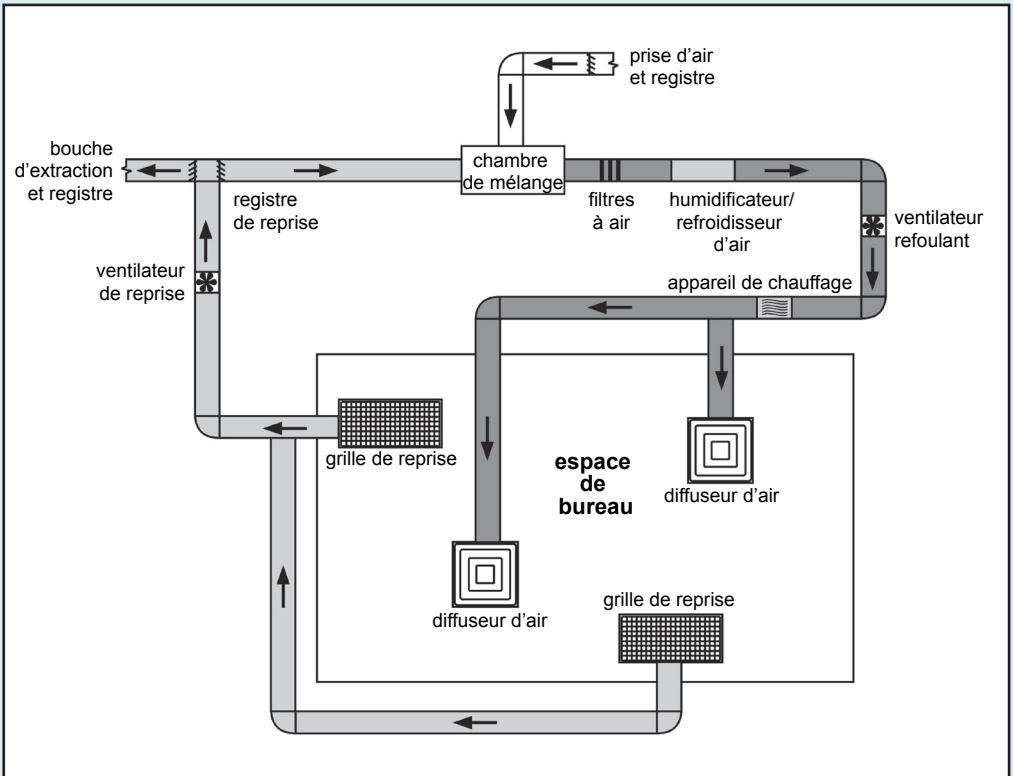


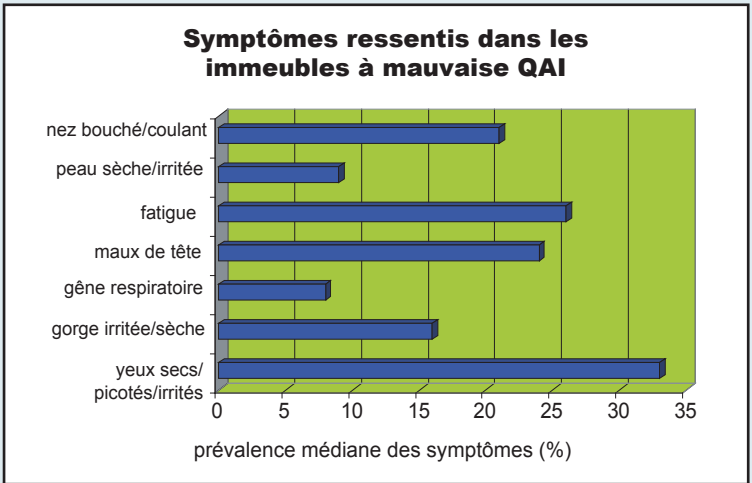
Diagramme des éléments de base d'un système de ventilation mécanique.

Le système de ventilation prend l'air extérieur, le filtre, le réchauffe ou le refroidit, l'humidifie ou le sèche et le distribue à l'intérieur de l'immeuble. Une partie de l'air vicié est évacuée hors de l'immeuble, mais le reste (typiquement 80 à 85 %), l'air de reprise, est réinjecté dans le système avec l'air frais tiré de l'extérieur.

L'environnement du bureau joue un rôle aussi important dans l'environnement intérieur que le système de ventilation. D'abord, parce que les employés, le matériel de bureau et les matériaux sont des sources de contaminants; ensuite, parce que le matériel de bureau et les fenêtres sont de véritables sources locales de chaleur, de froid et de sécheresse; enfin, parce que la situation géographique des employés par rapport aux diffuseurs d'air influe sur la qualité de l'air et les conditions thermiques qui prévalent dans le bureau. Dans les bureaux à aire ouverte, plus densément peuplés que les bureaux fermés, le nombre des employés et l'importance du mobilier et du matériel influent directement sur les niveaux de contaminants et les conditions thermiques. Les concepteurs de bureau doivent tenir compte de ces considérations au même titre que le fonctionnement et l'entretien du système de ventilation.

La satisfaction vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur et du climat thermique

Les problèmes qui affectent communément les bureaux sont la mauvaise qualité de l'air intérieur et l'absence de confort thermique. Les mauvaises conditions ambiantes créent parfois de l'inconfort et nuisent à la concentration et au rendement des employés, quand elles ne conduisent pas à des maux de tête, de la somnolence ou une irritation des yeux, du nez ou de la gorge. Certaines études évaluent jusqu'à près de 30 % les congés de maladie causés par la mauvaise qualité de l'air intérieur. I.1



Résultats d'une enquête effectuée par le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) auprès des employés de 63 immeubles de bureaux américains, à la suite de plaintes répétées sur la qualité de l'air intérieur. D'après Mendell et al. (1999).

Pour qu'un bureau contribue à la productivité organisationnelle, il faut que les conditions qui y règnent soient confortables, saines et suffisamment souples pour répondre aux choix individuels et aux besoins changeants.

Comment créer un environnement intérieur

L'environnement de bureau idéal suppose une température et une humidité confortables, une alimentation adéquate en air pur, une bonne distribution d'air dans le bureau, un faible niveau de contaminants et une bonne communication entre les employés et les exploitants des immeubles.

Qualité de l'air intérieur :

Pour l'American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers (ASHRAE), l'air intérieur est de qualité quand il est libre de contaminants dangereux et qu'il satisfait la majorité des employés (au moins 80 %) qui le respirent.

Confort thermique :

Pour l'ASHRAE, le confort thermique a été atteint lorsque la majorité (au moins 80 %) des employés sont satisfaits des conditions thermiques de leur espace de bureau. I.2

Dans la mesure où les conditions du bureau et le système de ventilation contribuent tous deux à la QAI et aux conditions thermiques, la santé, le confort et le rendement des employés relèvent à la fois des concepteurs de bureaux et des exploitants des immeubles. Pour créer un bon environnement intérieur, il importe donc de coordonner le fonctionnement du système de ventilation mécanique et les éléments locaux des bureaux.

L'IRC et TPSGC ont produit ensemble trois guides sur la QAI à l'intention des propriétaires d'immeubles, des gestionnaires des installations et des exploitants des immeubles. Ces guides donnent des informations détaillées sur le fonctionnement du système de ventilation, la prévention des problèmes, le diagnostic des problèmes et la communication entre les employés et les exploitants d'un immeuble. I.3

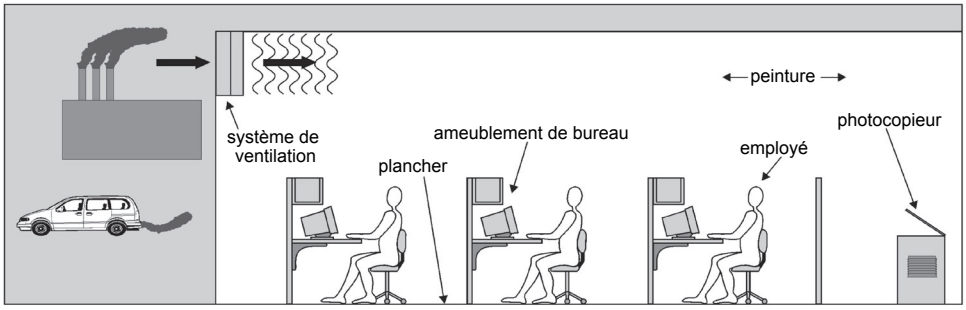
Productivité organisationnelle, QAI et confort thermique

Les contaminants intérieurs

La QAI est surtout déterminée par les concentrations de contaminants. Les contaminants sont dits internes lorsqu'ils proviennent des employés et du matériel de bureau et externes lorsqu'ils proviennent de l'extérieur du bureau. Il existe plusieurs types de contaminants, issus de plusieurs sources. Les contaminants externes sont surtout le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, le radon et le plomb. Ils sont libérés par la nature, les véhicules automobiles ou par les procédés industriels, et ils entrent dans le bureau par le système de ventilation ou les fuites d'air de l'enveloppe de l'immeuble. L'ozone provient généralement de l'extérieur, mais elle également produite par les imprimantes et les photocopieurs. Les particules (poussières, fibres, pollen et squames animales) entrent dans le bureau avec l'air extérieur ou trouvent refuge sur le mobilier, le matériel et les employés. Les spores de moisissures, elles, entrent dans le bureau avec l'air extérieur et prolifèrent dans le bureau ou dans le système de ventilation si les conditions sont humides. Les composés organiques volatils (COV) sont un autre type de contaminants chimiques produits par l'environnement intérieur du bureau. Les COV sont relâchés lentement au cours des années par le mobilier, les matériaux de construction, les peintures, les teintures, les colles, les produits d'hygiène personnels et les produits de nettoyage. À défaut de contrôler tous ces contaminants, nonobstant leur source, il n'est pas possible d'envisager une bonne qualité de l'air intérieur et un environnement de bureau salubre. I.5

Recherches sur les effets des contaminants :

Les contaminants rendent l'air poussiéreux et vicié, produisent des odeurs désagréables et peuvent conduire à un sentiment d'inconfort et d'insatisfaction. Ils sont également associés à de nombreux symptômes (irritation des yeux, du nez et de la gorge, vertiges, maux de têtes, somnolence, fatigue et essoufflement). Ces symptômes nuisent au rendement et à la satisfaction et entraînent des congés de maladie. Selon Wargocki et al., les employés d'un bureau recouvert d'un revêtement de sol contaminé dactylographieraient moins vite, feraient plus d'erreurs, seraient plus enclins aux maux de tête, à la sécheresse du nez et à l'irritation de la gorge et seraient plus incommodés par les odeurs. I.4



Les sources de contaminants internes et externes qui influent sur la QAI du bureau

Pour certains contaminants, il a été établi des concentrations maximales afin de guider les praticiens. Des organisations comme l'USEPA (U.S. Environmental Protection Agency), Santé Canada et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont déterminé des niveaux de concentrations de contaminants pour préserver la salubrité et le confort des environnements non industriels. I.6

Concentrations de contaminants acceptables			
	USEPA	**Santé Canada**	**OMS**
monoxyde de carbone	9 ppm [8 h]* 35 ppm [1 h]	11 ppm [8 h] 25 ppm [1 h]	10 ppm [8 h] 25 ppm [1 h]
formaldéhyde		0.05 ppm [L]	0.081 ppm [30 min]
Lead	1.5 µg/m^3 [3 mths]	minimiser l'exposition	0.5 µg/m^3 [1 an]
oxyde d'azote	0.05 ppm [1 an]	0.05 ppm [8 h] 0.25 ppm [1 h]	0.004 ppm [1 an] 0.1 ppm [1 h]
ozone	0.12 ppm [1 h] 0.08 ppm [8 h]	0.12 ppm [1 h]	0.064 ppm [8 h]
particules <2.5 µm	15 µg/m^3 [1 an] 65 µg/m^3 [24 h]	0.04 mg/m^3 [L] 0.1 mg/m^3 [1 h]	
particules <10 µm	50 µg/m^3 [1 an] 150 µg/m^3 [24 h]		
radon	4 pCi/L [1 an]		2.7 pCi/L [1 an]
dioxyde de soufre	0.03 ppm [1 an] 0.14 ppm [24 h]	0.019 ppm [8 h] 0.38 ppm [5 min]	0.012 ppm [1 an] 0.048 ppm [24 h]

*concentration moyenne supérieure au [temps d'exposition] donné; [L] fait référence à une exposition de longue durée. D'après ASHRAE (2003).

Les concentrations de dioxyde de carbone (CO_2) peuvent également servir à évaluer indirectement la QAI et l'accumulation des contaminants. S'il est impossible que les concentrations de contaminants atteignent un niveau dangereux dans un bureau, leur élévation cache parfois un problème.

L'ASHRAE recommande des niveaux de CO_2 inférieurs à 1 000 ppm. (Les niveaux de CO_2 recommandés ne garantissent pas que les autres contaminants soient à des niveaux acceptables.) I.7

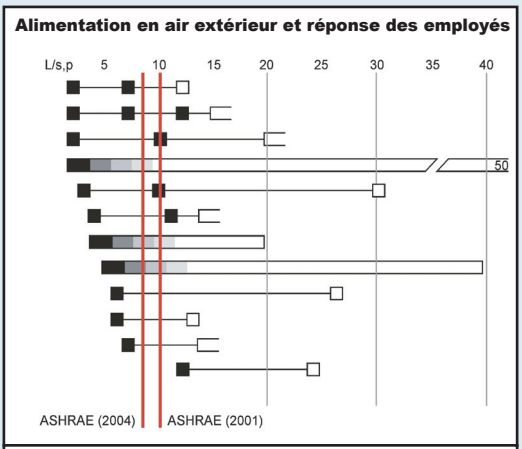
Il n'existe pas de seuils de concentrations pour les autres contaminants (notamment pour les COV et les moisissures), parce qu'il est difficile de collecter des données sur l'exposition prolongée à ces contaminants potentiellement dangereux et de définir les relations complexes entre les divers contaminants et les employés. En l'absence de recommandations spécifiques, les concentrations de contaminants doivent être maintenues aussi basses que possible.

La ventilation : l'alimentation en air

La ventilation mécanique fournit de l'air extérieur aux bureaux afin de diluer les contaminants; elle crée également le mouvement de l'air qui force l'air frais à circuler et l'air vicié à s'évacuer par les grilles de reprise. La dilution et l'évacuation sont essentielles à la gestion des contaminants, à un intérieur de qualité et au confort et au rendement des employés.

Recherches sur l'alimentation en air extérieur

L'insuffisance de l'alimentation en air extérieur est associée à la baisse de la satisfaction et du rendement des employés et à l'augmentation des symptômes et de l'absentéisme. Il existe un grand nombre d'études comparatives sur les effets de volumes supérieurs ou inférieurs à 10 litres par seconde par personne (20 cfm) sur la santé et la satisfaction des employés. Cette norme qui a été longtemps recommandée par l'ASHRAE vient d'être abaissée par le même organisme à 8,5 litres par seconde par personne. S'il est sûr que la nouvelle norme permettra de faire des économies d'énergie, il faudra cependant attendre une étude comparative sur ces deux volumes pour se prononcer sur l'impact de l'alimentation en air extérieur sur les employés. I.8



Sur les 17 études analysées par l'équipe du projet PRAO, 12 ont conclu que l'insuffisance de l'alimentation en air extérieur se traduisait par un plus grand nombre de problèmes aux employés (cases noires). D'après Charles et Veitch (2002).

Le volume d'alimentation en air extérieur : Les locaux à bureaux ont besoin d'être ventilés par un volume d'air extérieur qui permette de diluer et d'évacuer les contaminants et de fournir aux employés de l'air propre à respirer. ASHRAE recommande une alimentation en air extérieur d'au moins 8,5 litres par seconde par personne (17 cfm); un volume de 10 litres par seconde par personne (20 cfm) reste toutefois préférable. I.9

Les responsables de l'entretien de l'immeuble établissent le volume de l'alimentation en air extérieur en fonction de la surface du bureau et du nombre de ses employés. Pour que le volume d'air extérieur soit suufisant, la densité des employés ne doit pas dépasser la capacité d'alimentation en air frais du système de ventilation. Il convient de bien renseigner les professionnels chargés du réglage et de l'entretien du système sur la densité des bureaux. Il convient également de les informer de toute modification concernant le nombre d'employés pour qu'ils puissent régler l'alimentation en air extérieur en conséquence.

L'alimentation recommandée en air extérieur est fonction des concentrations de contaminants ordinaires, et il faudra par conséquent augmenter le volume de l'alimentation en cas d'augmentation des concentrations de contaminants. Dans le cas de rénovations ou de nouvelles sources de contaminants (la peinture, le revêtement de sol, le mobilier de bureau et les autres matériels émettent plus de contaminants lorsqu'ils sont neufs), il est conseillé, si possible, de ventiler à 20 litres par seconde par personne (40 cfm) pendant deux à quatre semaines. Ce volume devra bien sûr être ajusté, lorsque le niveau des contaminants sera revenu à la normale. I.10

L'alimentation en air :

Si l'alimentation en air extérieur est importante, il est tout aussi important de veiller à ce que cet air frais soit distribué dans tous les locaux occupés. L'emplacement et le type de diffuseurs et de grilles de reprise influent sur le déplacement de l'air. La plupart des bureaux nord-américains sont équipés de diffuseurs et de grilles suspendus et conçus pour que l'air frais soit uniformément mélangé à l'air ambiant. Lorsqu'elle est adéquatement installée et exploitée, cette technique d'alimentation en air offre une QAI acceptable. Il existe bien sûr d'autres systèmes d'alimentation en air susceptibles d'offrir une QAI : les systèmes de distribution par déplacement ou les systèmes individuels, avec cet avantage pour ces derniers de permettre aux employés d'exercer un certain contrôle sur leur confort thermique.

Recherches sur l'alimentation en air

L'essai en laboratoire effectué dans le cadre du projet PRAO a montré que la taille du poste de travail et la hauteur des cloisons avait peu d'influence sur l'alimentation en air dans les bureaux à aire ouverte équipés de diffuseurs suspendus et ventilés à 10 litres par seconde par personnes (20 cfm). (Les résultats supposent que le système de ventilation a été configuré adéquatement et qu'il fonctionne parfaitement, sans quoi la QAI reste mauvaise, nonobstant la configuration des bureaux.). D'après l'étude sur le terrain effectuée dans le cadre du même projet, les employés des bureaux aux cloisons plus élevées avaient tendance à être moins satisfaits de la qualité de l'air. Cette conclusion n'est peut-être qu'un effet psychologique, les employés ayant considéré la hauteur des cloisons comme une barrière à une circulation acceptable de l'air. I.11

Pour maintenir la distribution d'air désirée, il faut s'assurer que les diffuseurs sont toujours libres. Il ne faut donc pas placer le mobilier au-dessus ni devant les diffuseurs. Il faudra éventuellement modifier le nombre et l'emplacement des diffuseurs ou les grilles de reprise lors de la conception des bureaux. Les concepteurs devront également tenir compte de la hauteur des cloisons : les cloisons de 1,7 m (66 po) donnent l'impression d'une mauvaise circulation de l'air, même si elles ne la modifient en rien. La hauteur des cloisons influe également sur les autres aspects de l'environnement intérieur et il faudra envisager toutes les conséquences possibles en choisissant les cloisons. I.12

grille de reprise

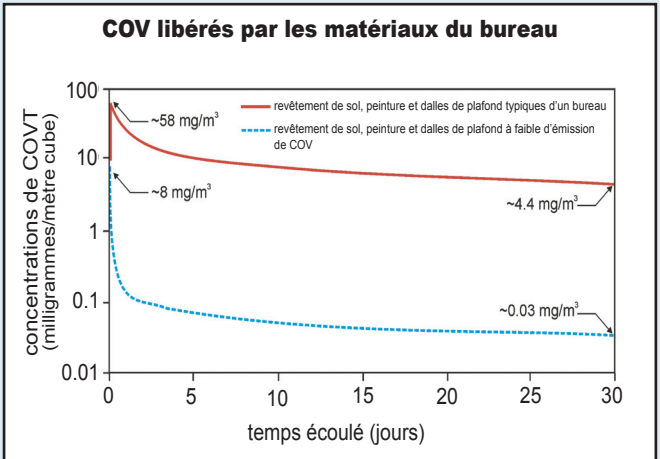
diffuseur rectiligne suspendu

diffuseur carré suspendu

Comment contrôler les contaminants

Le contrôle des contaminants ne dépend pas uniquement d'une bonne ventilation. Pour contrôler les contaminants et les maintenir à un faible niveau, il faudra également recourir à trois autres procédés : la prévention, le nettoyage et l'isolation.

La prévention : il faut, si possible, empêcher les contaminants de pénétrer dans l'environnement intérieur. Le mobilier des bureaux, le matériel, la peinture et les produits de nettoyage devraient émettre un minimum de contaminants et aucun de ceux qui causent des symptômes. Les fabricants donnent en général toute l'information requise sur les émissions de leurs produits. Le recours à des filtres de haute qualité dans le système de ventilation est également un excellent moyen d'empêcher les particules de circuler dans le système d'alimentation en air. I.13



Ce graphique compare les émissions de COV libérés par le revêtement de sol, la peinture et les dalles de plafond typiques d'un bureau d'avec celles de matériaux de rechange émettant moins de COV. Il s'agit des résultats d'une simulation faite avec un logiciel mis au point pas l'IRC sur une superficie de 30 500 m^2, à partir de la base de données du logiciel sur les émanations des matériaux. Les recherches en cours de l'IRC sur les émanations des matériaux sont commanditées par TPSGC.

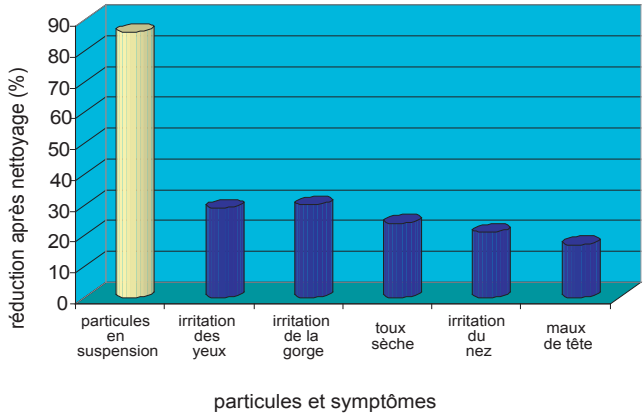
Le nettoyage : L'espace de bureau doit être régulièrement nettoyé afin d'éliminer des contaminants tels que les particules ou les moisissures. Le nettoyage devrait être effectué en l'absence des employés pour que les contaminants des produits de nettoyage et les particules soulevées ne représentent pas une gêne.

Il est également important de nettoyer et d'entretenir régulièrement le système de ventilation mécanique pour qu'il ne devienne pas lui-même une source de contaminants. Les humidificateurs abritent parfois des moisissures, surtout lorsqu'ils sont sales ou contiennent de l'eau croupie. La poussière et les microorganismes qui s'accumulent dans les canalisations d'air sont d'autres sources de contamination. Les filtres à air et l'odeur également, si les particules collectées contiennent des COV et des moisissures. Les filtres sont même inefficaces lorsqu'ils n'ont pas été installés correctement. Seul un entretien régulier efficace peut réduire les contaminants et garantir un air intérieur de qualité.

Recherches sur le nettoyage :

Les études montrent que le nettoyage régulier des locaux à bureaux réduit les contaminants et améliore la satisfaction et la santé des employés. Les études montrent également que les contaminants contenus dans le système de ventilation peuvent réduire la QAI et augmenter les symptômes, notamment les symptômes d'irritation provoquée par les odeurs.

I.14



Le nettoyage complet des bureaux a sensiblement réduit les particules et amélioré les symptômes des employés. Sans nettoyage, aucune amélioration sensible n'a été observée. D'après Kemp et al. (1998).

L'isolation : Les sources de forte contamination doivent être isolées des employés. Le matériel, comme les imprimantes et les photocopieurs, doit être installé dans des pièces ou des postes de travail séparés, loin des employés. Lorsque le matériel de bureau représente une importante source de contaminants, la solution est l'évacuation directe : l'installation d'une grille d'évacuation directe à la source évacue les contaminants et les empêche de retourner dans le système de ventilation.

Cette imprimante a été installée dans une pièce à part, avec une porte et un système d'évacuation directe, pour que les contaminants ne puissent pas circuler dans les bureaux. (La porte isole également du bruit gênant de l'imprimante.)

Le confort thermique

Dans les immeubles ventilés mécaniquement, le confort thermique dépend de la de la vitesse de déplacement de l'air, de la température et de l'humidité relative des locaux, ainsi que du niveau d'activité et la tenue vestimentaire des employés. Ces facteurs influent sur les processus physiologiques du corps humain (sudation, tremblements, etc.), et donc sur le confort thermique. Le confort thermique suppose une sensation de confort global, mais aussi des différentes parties du corps.

Recherches sur la température :

Les études montrent que les environnements chauds comme les environnements froids réduisent le confort et le rendement au travail. Les environnements chauds causent également de la fatigue et des maux de tête, empêchent la concentration et donnent une perception d'une mauvaise QAI. Les employés préfèrent typiquement les températures modérées.

Recherches sur l'humidité :

L'humidité est utile, car sans elle, les employés s'exposeraient à la sécheresse des yeux, du nez, de la gorge ou de la peau et à l'électricité statique. Quand elle est trop élevée, cependant, elle favorise les risques d'infection, la croissance des moisissures et des bactéries et augmente l'inconfort.

I.15

Le confort thermique global :

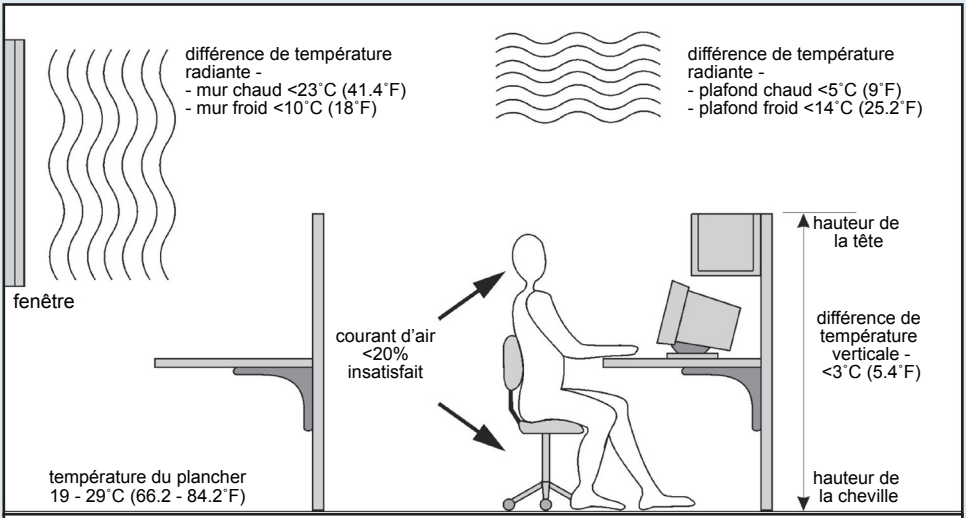
L'ASHRAE a établi des recommandations générales sur la température et l'humidité qui permettent d'atteindre le confort thermique.

I.16

Températures opérantes acceptables		
	conditions	**températures opérantes acceptables**
été	humidité relative 30%	24.5 - 28°C (76-82°F)
	humidité relative 60%	23-25.5°C (74-78°F)
hiver	humidité relative 30%	20.5-25.5°C (69-78°F)
	humidité relative 60%	20-24°C (68-75°F)

a : suppose des activités de bureau sédentaires et une vitesse de déplacement de l'air inférieure à 0,2 m/s (40 fpm).
b : la température opérante est la combinaison de la température de l'air et de la température radiante. Pour les environnements relativement uniformes, la température radiante est égale à la température de l'air. D'après ASHRAE (2004).

Les différences dans la température locale : L'inconfort est causé par le changement de température des murs, fenêtres, plafonds et planchers ou des différences de température verticale. Les différences dans la température locale devraient être contenues dans les fourchettes indiquées dans le diagramme ci-dessous. Les différences de température locale peuvent être contrôlées par la provision d'un périmètre de chauffage/refroidissement, l'isolation des fenêtres, la régulation individuelle de l'alimentation en air et l'isolation du matériel de bureau. I.17



Conditions locales de confort thermique recommandées. D'après ASHRAE (2004).

Les courants d'air : Les courants d'air sont des mouvements d'air qui refroidissent inconfortablement les employés et sont la forme la plus commune d'inconfort thermique local. L'inconfort du courant d'air est causé par la température, la vitesse de déplacement de l'air et de la fluctuation du débit d'air. Les personnes sont particulièrement sensibles aux courants d'air sur la tête et sur les chevilles. Il est possible de minimiser les risques de courant d'air en maintenant la vitesse de déplacement de l'air sous 0,2 m/s (40 fpm) et en éloignant l'air soufflé des employés. I.18

Recherches sur les courants d'air :

Lors des recherches effectuées dans le cadre du projet PRAO, les chercheurs de l'IRC ont trouvé que la géométrie de certains diffuseurs et postes de travail pouvait augmenter le risque de courant d'air. Les diffuseurs à angle installés directement sur les employés ou les petits postes de travail sont problématiques, parce qu'ils placent les employés directement sous le passage de l'air et sont difficilement orientables. Les études laissent suggérer que les courants d'air sont bien acceptés dans des conditions chaudes et humides grâce à la sensation de fraîcheur qu'ils provoquent. Dans ces situations, l'ASHRAE recommande d'augmenter la vitesse de déplacement d'air à la condition que les employés puissent contrôler et la vitesse et la direction de l'air.

I.19

La régulation individuelle

Il est possible de mettre en place des politiques qui permettent aux employés de réguler la qualité de l'air et le confort thermique en fonction de leurs besoins personnels.

Les politiques du confort thermique : Dans certains cas, il s'agira d'assouplir le code vestimentaire pour permettre aux employés de satisfaire leurs préférences thermiques. Dans d'autres, il s'agira d'élaborer une politique sur le réglage du thermostat unique et l'utilisation des fenêtres pour satisfaire l'ensemble des employés.

Les systèmes de régulation : Les concepteurs doivent prévoir des systèmes de régulation de la ventilation ou de la chaleur individuels ou collectifs. Ces systèmes de régulation peuvent être des thermostats ou des diffuseurs individuels qui permettent de diriger la direction de l'air et de régler sa vitesse de déplacement.

Le système de régulation de la ventilation, permet à l'occupant d'ajuster la temperature de son poste de travail.

Les systèmes d'alimentation en air individuels sont des systèmes qui alimentent individuellement les postes de travail grâce à des diffuseurs installés au sol ou sur le bureau. La plupart des systèmes d'alimentation en air individuels permettent également aux employés de contrôler la vitesse de déplacement de et la direction de l'air et d'adapter ainsi les conditions climatiques à leurs choix personnels.

Recherches sur les systèmes d'alimentation en air individuels :

Par rapport aux systèmes conventionnels, les systèmes d'alimentation en air individuels sont associés à une amélioration de la satisfaction et à une réduction des symptômes. Dans une étude, il a été trouvé que les employés équipés d'un système d'alimentation en air monté sur bureau étaient plus satisfaits de la ventilation, de l'odeur et des conditions thermiques que leurs collègues équipés d'un système traditionnel. Les enquêtes sur le terrain de TPSGC ont montré que le nombre de plaintes tendait à diminuer lorsque les employés pouvaient contrôler individuellement la ventilation.

I.20

diffuseur individuel au sol

diffuseur suspendu individuel

Formulation des plaintes : Il est important d'établir une communication claire et régulière entre toutes les parties concernées par la QAI et le confort thermique des bureaux. Les employés doivent s'engager activement dans la prévention des problèmes et devraient signaler les symptômes, les odeurs et autres signes physiques (poussière/débris sur les grilles d'alimentation et de reprise), consigner les détails des plaintes et les rapporter aux responsables. Les employés devraient également s'assurer que les exploitants de l'immeuble effectuent le nettoyage et l'entretien de l'immeuble.

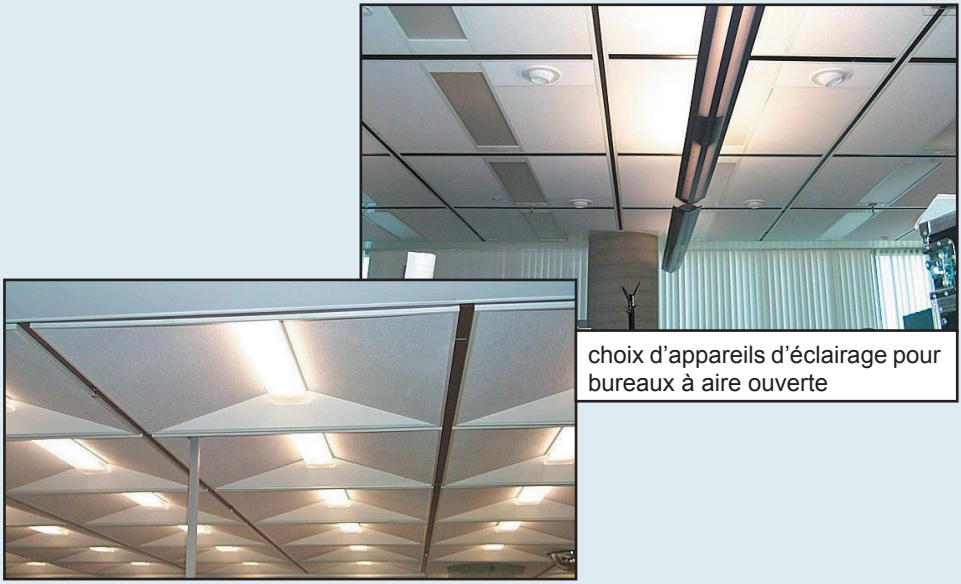
Éclairage artificiel et éclairage naturel

Recommandations pratiques : CE QU'IL FAUT FAIRE . . .

Prévoir un éclairement au travail adéquat
Prévoir un accès à l'éclairage naturel
Prévoir un éclairage uniforme des aires de travail
Créer un intérêt visuel et une atmosphère plaisante
Utiliser des ballasts électroniques
Utiliser des lampes fluorescentes avec un bon rendu des couleurs
Prévoir des commandes d'éclairage individuelles

Recommandations pratiques : CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE . . .

Laisser les murs et les plafonds s'assombrir
Accepter des problèmes d'éblouissement
Créer des bureaux incolores et uniformément neutres
Utiliser des surfaces brillantes
Utiliser des ballasts magnétiques avec des lampes fluorescentes

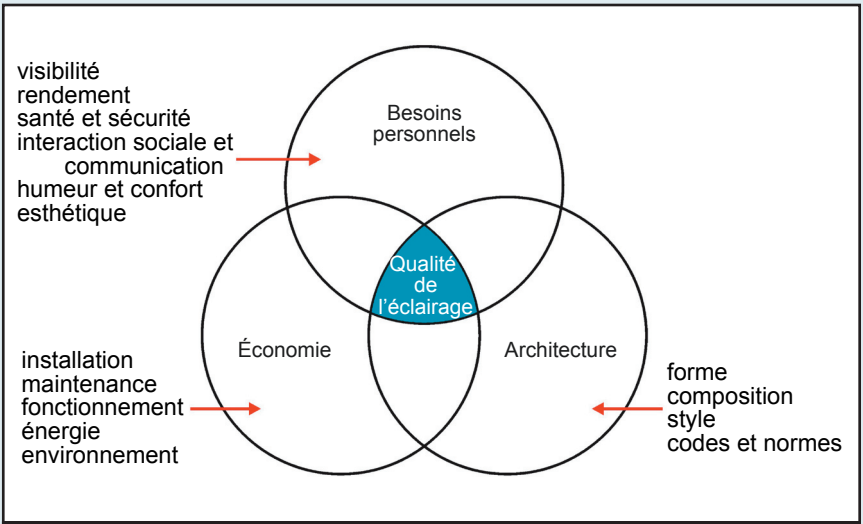


choix d'appareils d'éclairage pour bureaux à aire ouverte

Conception d'un éclairage de qualité

Importance d'un éclairage de bureau adéquat

En se réfléchissant sur les surfaces et les objets, la lumière nous révèle le monde. Le bon éclairage intérieur ne se contente pas de nous révéler ce que nous devons voir et de rendre les détails visibles ; il facilite également la communication, dicte notre humeur et influe sur notre santé et notre sécurité. Tout cela, en parfaite harmonie avec les caractéristiques architecturales des locaux et de considérations beaucoup plus pratiques, comme les coûts, la consommation d'énergie, l'installation et la maintenance.



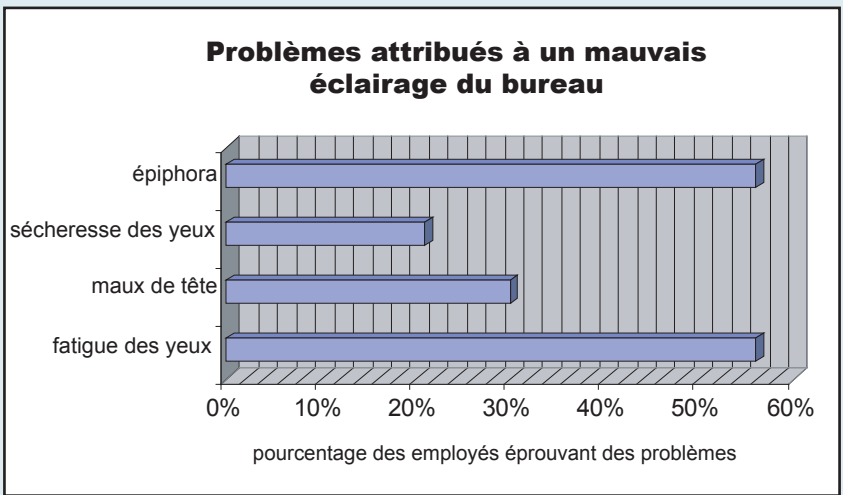
Ce modèle d'éclairage de qualité a été mis au point par le CNRC dans les années 1990; il se trouve dans IESNA Lighting Handbook.

Pour déterminer l'éclairage d'un bureau, il faut d'abord en connaître les caractéristiques architecturales, savoir qui l'occupera et ce qu'il y sera fait. La plupart des chercheurs du 20e siècle se sont évertués à mettre au jour les petits détails à faible contraste, du genre des copies carbone de la 4e génération. Aujourd'hui, le travail de bureau a complètement évolué : les tâches y sont variées et elles exigent toutes un éclairage différent. Le défi des concepteurs d'éclairage modernes est justement de prévoir ces différents éclairages. Notamment dans les bureaux à aire ouverte, où les employés ont différents âges, différents goûts, différentes compétences et effectuent différentes tâches. Les conditions d'éclairage de ces mêmes bureaux doivent également faciliter la communication, offrir une directionalité acceptable qui révèle les expressions du visage et le langage corporel et répondre aux exigences sanitaires et sécuritaires, comme la prévention de l'inconfort visuel et la prévision de l'éclairage de sécurité. L.1

Les professionnels de l'éclairage décrivent les conditions d'éclairage cibles sous plusieurs aspects, dont l'intensité lumineuse (éclairement et la luminance), le contrôle de l'éblouissement, la distribution, l'uniformité et la couleur de la source d'éclairage. Dans les bureaux à aire ouverte, où les tâches communes comprennent une utilisation intensive de l'ordinateur, les considérations d'éclairage les plus importantes sont l'intensité lumineuse (éclairement vertical et luminance de la surface des pièces) et le contrôle de l'éblouissement (contrôle de l'éblouissement direct et de l'éblouissement réfléchi, en prenant compte la source d'éclairage, l'aire de travail et les yeux). L.2

Éclairer les locaux et leurs employés

Les employés sont les premiers à remarquer que l'éclairage ne satisfait plus les conditions d'éclairage cibles et leurs besoins. Dans une des nombreuses études sur la question, 86 % des répondants pensent qu'un bon éclairage est susceptible de causer moins de symptômes du type sécheresse des yeux, épiphora ou maux de tête. Abondant dans le même sens, les employés de bureaux bien éclairés jugent leur bureau plus attrayant, sont de meilleure humeur et souffrent de moins de symptômes d'inconfort visuel ou physique à la fin de leur journée de travail. L.3

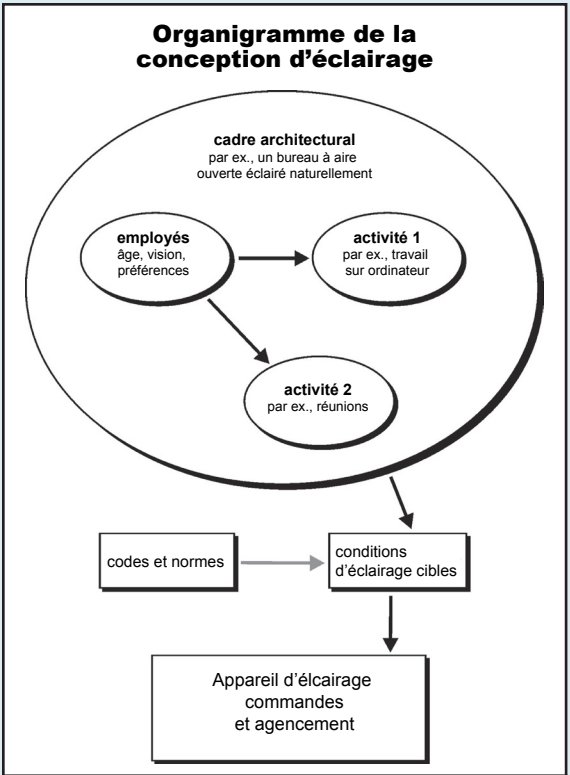


Tous ces symptômes peuvent être liés à un mauvais éclairage. Selon la majorité des participants, ils disparaîtraient avec un meilleur éclairage. D'après Steelcase (1999).

Conception d'un éclairage de bureau adéquat

La conception d'un éclairage est un processus en deux étapes. La première consiste à considérer les besoins visuels de l'utilisateur et la projection de l'organisation en matière d'esthétique et d'image afin de déterminer les con-

ditions d'éclairage cibles; la seconde, à bien choisir les appareils et les commandes d'éclairage et leur emplacement afin de satisfaire les conditions cibles. Certes, les décisions les plus importantes concerneront l'éclairage électrique, mais une bonne conception d'éclairage doit également tenir compte de l'équipement qui permettra de contrôler et de diriger l'éclairage naturel, du mobilier, de la peinture et de l'agencement des bureaux, qui devront tous être conçus pour les employés et leur travail.



Organigramme de la conception d'éclairage. La conception d'un éclairage adéquat suppose la prise en compte de tous ces éléments.

Quelques notions d'éclairage

L'éclairement est la densité de l'énergie lumineuse qui frappe un objet; elle est mesurée en lumens/mètre^2 [lux].

La luminance est la quantité de lumière émise par un objet; elle est mesurée en candelas par mètre carré [cd/m^2]. La luminance contribue aux sensations de luminosité et dépend de l'éclairement et de la réflectance d'un objet.

L'éblouissement a pour origine une luminance trop importante au mauvais endroit; il existe deux types d'éblouissement : l'éblouissement incapacitant et l'éblouissement inconfortable. L'éblouissement est incapacitant quand la source lumineuse réduit les contrastes. Il est inconfortable quand la source lumineuse provoque une douleur. L'éblouissement a également plusieurs formes. L'éblouissement est dit direct lorsqu'une source lumineuse sans écran luit dans l'oeil, de face, de côté ou de dessus (éblouissement zénithal); l'éblouissement est dit réfléchi lorsqu'une source de lumière est réfléchie sur un objet de travail, soit comme un voile diffus ("réflexion voilante") soit comme une forme identifiable.

L'uniformité est le rapport des niveaux de luminosité qui éclairent un espace (par ex., la surface d'un bureau, le champ de vision, etc.). Elle est habituellement mesurée comme un ratio d'éclairement ou de luminance, du maximum au minimum.

Productivité organisationnelle et conception de l'éclairage

Niveaux de luminosité : éclairement et luminance

Il convient de choisir les éclairements en fonction du travail des employés et de l'âge et des caractéristiques visuelles des employés éventuels, ainsi que de la difficulté visuelle du travail lui-même. À visibilité égale, les petits objets et les objets à faible contraste demandent plus de lumière. Bien sûr, il faudra également plus de lumière aux employés plus âgés et visuellement déficients.

Recherches sur l'Intensité lumineuse

Les études de l'IRC (avec le soutien de TPSGC) montrent avec constance qu'il n'existe pas de niveau générique d'éclairement. Les niveaux d'éclairement doivent être fonction des besoins des employés et des préférences personnelles. Le niveau d'éclairement ne satisfait jamais plus de la moitié des employés.

L.4

Recherches sur l'apparence des surfaces

Pour le confort des employés, il est important que les surfaces verticales et horizontales de travail soient claires. La quantité et la distribution la de lumière ambiante contribuent beaucoup à l'atmosphère d'un local. Par exemple, des murs ombragés ou de couleur sombre pourront créer un sentiment de gravité. Les surfaces verticales claires donneront, elles, une atmosphère claire et plaisante. Pour des surfaces verticales suffisamment claires, la luminance du mur ne doit pas dépasser 30 cd/m^2.

L.5

Les surfaces sombres créent souvent des espaces désagréables. Remarquez les ombres lobées dans la partie supérieure du mur de fond et la noirceur sous le rayonnage.

Certains organismes, comme l'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) et le Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail (RCSST) ont établi des recommandations sur les éclairements requis pour le travail de bureau ordinaire. Les fourchettes proposées, après leur adaptation aux circonstances, devraient satisfaire les besoins sanitaires, sécuritaires et visuels des employés. Pour de plus amples renseignements sur ces organisations et leurs recommandations, veuillez consulter les sites : www.iesna.org and http://lois.justice.gc.ca/fr/index.html.

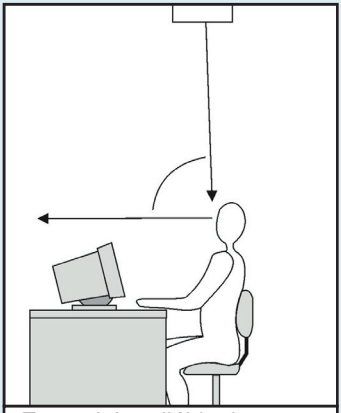
Le tableau ci-dessous résume les recommandations de l'IESNA, du RCSST et de l'IRC pour les bureaux à aire ouverte équipés d'ordinateurs. Les recommandations de l'IESNA sont les normes de l'American National Standards Institute (ANSI). Les valeurs du RCSST sont les normes établies pour les lieux de travail réglementés au niveau fédéral. Les recommandations de l'IRC sont tirées des conclusions d'une étude. L.6

ÉCLAIREMENTS RECOMMANDÉS		
	Éclairement ambiant -zones où sont exécutées des tâches visuelles simples.	**Éclairement de travail** -zones où sont exécutées des tâches visuelles complexes avec un ordinateur.
Illuminating Engineering Society of North America (IESNA)	100 lux (éclairement horizontal) 30 lux (éclairement vertical)	utilisation intensive de l'ordinateur : 300 lux (horizontal) 50 lux (vertical) utilisation intermittente de l'ordinateur : 500 lux (horizontal) 50 lux (vertical)
Canada Occupational Health and Safety Regulations (COHSR)	300 lux minimum (horizontal)	utilisation intensive de l'ordinateur : 750 lux maximum utilisation intermittente de l'ordinateur : 500 lux maximum tous types de documents: 500 lux minimum
étude de l'IRC		utilisation intense d'un ordinateur : 400-500 lux (horizontal) 200-300 lux (vertical)

L'éblouissement

L'éblouissement constitue un important problème dans les bureaux à aire ouverte, puisque l'éblouissement inconfortable comme l'éblouissement incapacitant peuvent influer sur la satisfaction et le rendement professionnels des employés. Il conviendra donc d'identifier les sources d'éblouissement et de mettre en place des méthodes de prévention contre l'éblouissement. Pour ce faire, les concepteurs de bureaux devraient tenir compte des sources lumineuses, de l'emplacement, des employés, des aires de travail et du lieu de travail.

Sources de l'éblouissement direct : Dans les bureaux à aire ouverte, les appareils d'éclairage éloignés sont parfois des sources d'éblouissement, tout comme les appareils d'éclairage locaux sans écran. Sans mur de pleine hauteur pour les bloquer, les sources lumineuses éloignées échappent rarement à la ligne de vision des employés. La lumière naturelle qui passe à travers les fenêtres et une autre source d'éblouissement direct.



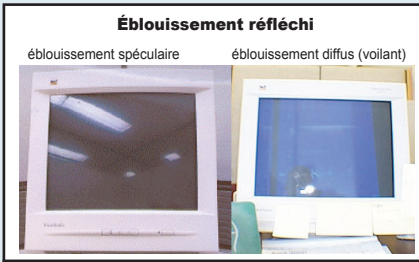
Examplaine d'éblouissement zénithal

Recherches sur l'éblouissement zénithal

Il n'y a pas trop longtemps encore, on situait la zone répréhensible de l'éblouissement direct au niveau de la ligne de vision horizontale, à partir d'un angle de 55 degrés et au-delà. De récentes études montrent que les appareils d'éclairage placés entre un angle de 55° et la verticale provoquent un inconfort s'ils sont trop lumineux. Certains appareils d'éclairage à paralume produisent une luminance suffisamment importante.

L.7

Sources de l'éblouissement réfléchi : Les écrans d'ordinateur, les surfaces de bureau polies ou le papier glacé sont particulièrement aptes à réfléchir l'éblouissement. Images et textes sont alors obscurcis.



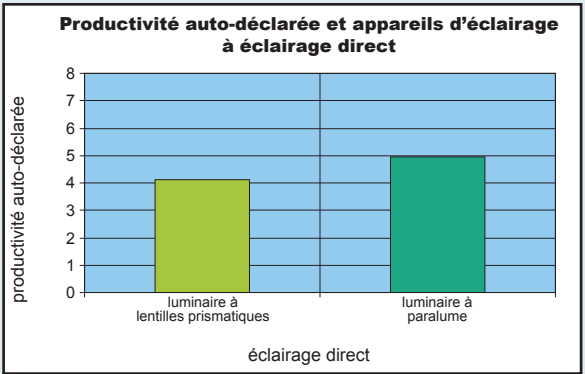
L'éblouissement obscurcit les images et l'écran.

Recherches sur l'éblouissement réfléchi

La plupart des employés de bureau disent avoir été victimes d'un éblouissement. Une enquête de Steelcase montre que 80 % des employés interrogés ont subi des problèmes d'éblouissement au moins une fois dans leur vie. Les conditions d'éclairage qui produisent l'éblouissement réfléchi sur les écrans d'ordinateur réduisent la capacité de travail en affectant la visibilité de l'écran. Une étude en laboratoire de l'IRC révèle que les participants ont cherché à réduire ou à éteindre la source lumineuse qui était réfléchie dans l'écran de l'ordinateur.

L.8

Plusieurs techniques contribuent à prévenir l'éblouissement. Les designers doivent tenir compte de la source d'éclairage, de l'emplacement, la surface de la tâche et son emplacement.

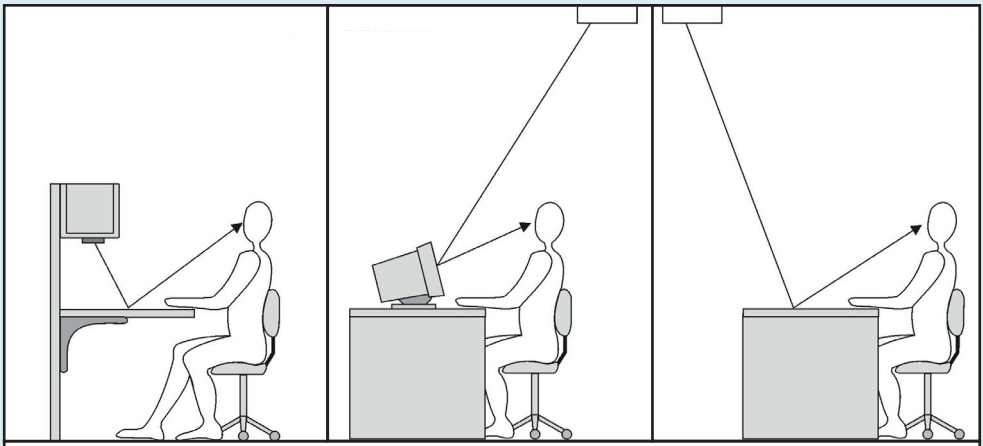


La productivité auto-déclarée était meilleure sous l'éclairage d'un luminaire à paralume. Pour les chercheurs, la meilleure productivité résulte d'un éblouissement moindre. D'après Veitch et Newsham (1998).

Le choix des surfaces :
Les surfaces brillantes sont à éviter parce qu'elles causent un éblouissement. Ces surfaces comprennent le mobilier, comme les bureaux, le matériel (notamment les écrans d'ordinateur), mais également la peinture. Il faut veiller, si possible, à utiliser des écrans mats ou plats et placer des filtres anti-éblouissement sur les écrans.

La géométrie source/aire de travail/yeux : Ce terme fait référence à la relation entre les yeux des employés, son aire de travail et la source lumineuse. Cette relation, si elle est bien conçue, peut aider à réduire ou à éliminer les problèmes d'éblouissement. Il importe de protéger les employés des lampes exposées ou de la lumière naturelle lorsqu'ils sont à leur poste de travail régulier, et de s'assurer que sources lumineuses ne se réfléchissent pas dans le matériel ou le mobilier. L'utilisation de l'ordinateur représente une difficulté particulière parce que les employés travaillent dans une position droite au lieu de regarder vers le bas du bureau. Les sources lumineuses éloignées sont plus susceptibles de déranger les employés qui ne garderont pas leur ligne de vision à l'horizontale. Bien positionner un poste de travail est un défi en soi, mais il est possible de protéger efficacement les employés de l'éblouissement en bloquant les sources lumineuses et en positionnant et les employés et leur aire de travail perpendiculairement aux source lumineuses. Il existe de nombreuses autres techniques de prévention contre l'éblouissement. Ce faisant, les concepteurs de bureaux devraient tenir compte des sources lumineuses, de l'emplacement, des employés et de l'aire de travail.

Problème de géométrie source/aire de travail/yeux : la lampe de travail de la photo éblouit l'occupant qui regarde les papiers situés près de l'ordinateur. L'occupant a improvisé un écran de protection pour réduire l'éblouissement.



Ces diagrammes illustrent les problèmes de géométrie source/aire de travail/yeux. Ces employés subissent un éblouissement réfléchi.

L'uniformité

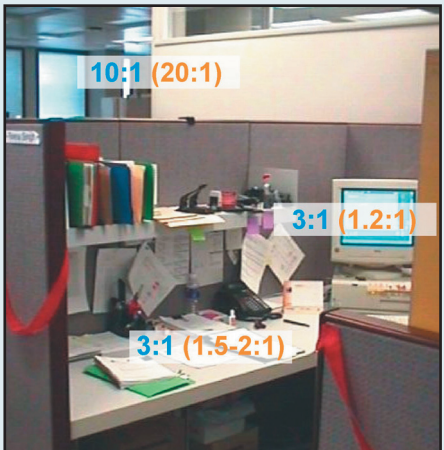
Les rapports d'uniformité établissent la différence entre les niveaux de luminosité qui éclairent un espace. La non-uniformité excessive (ratio de contraste élevé) demande une constante adaptation de l'oeil et peut augmenter la fatigue et l'inconfort. L'uniformité extrême crée une scène ennuyeuse, dépourvue d'intérêt et même désagréable. Les recommandations du guide de l'IESNA sur l'uniformité reflètent le consensus des praticiens. Celles de l'IRC sont tirées des conclusions d'études en laboratoire.

Recherches sur l'uniformité

Les enquêtes et les études sur les employés montrent que certains d'entre eux préfèrent une certaine non-uniformité dans l'éclairage ambiant de leur environnement de bureau parce qu'elle crée un intérêt visuel. En revanche, l'uniformité sur les aires de travail est nécessaire et désirable. L'ombrage, ou la distribution inconstante de la lumière sur les aires de travail, peut devenir distrayant et contreproductif.

L.9

RECOMMANDATIONS SUR L'UNIFORMITÉ DE IESNA ET DE L'IRC	
3:1	entre les tâches sur papier et les surfaces adjacentes ou vice versa. (recherches IRC: 1,5-2:1)
3:1	entre l'écran d'ordinateur et les surfaces adjacentes ou vice versa. (recherches IRC: 1,2:1)
10:1	entre les surfaces proches et éloignées ou vice versa. (recherches IRC: 20:1)



rapports d'uniformité dans un poste de travail

L'éclairage électrique

L'appareil d'éclairage idéal est celui qui distribue adéquatement la lumière en fonction de la cible de la conception de l'éclairage, de la conception intérieure et de l'intention esthétique. Les appareils d'éclairage devraient répondre à ces besoins dès leur installation mais également tout au long de leur durée de vie utile. La stratégie de séparer l'éclairage global (ambiant) de l'éclairage de l'aire de travail permet de réaliser la plupart des objectifs de la conception pour les employés et de répondre aux préoccupations sur l'efficacité énergétique.

L'éclairage ambiant : Il existe plusieurs types de systèmes d'appareils d'éclairage susceptibles d'offrir un éclairage ambiant. Lors du choix du système, les concepteurs devront se rappeler ce qui suit.

Les luminaires à lentilles prismatiques (éclairage direct) ne sont pas recommandés pour les bureaux à aire ouverte en raison des problèmes d'éblouissement qu'ils posent. Ces appareils d'éclairage offrent un bon éclairage des surfaces, mais ils ne peuvent être utilisés que dans les aires où l'éblouissement ne représente aucun problème (couloirs, salles à manger, etc.)

Recherches sur l'éclairage direct

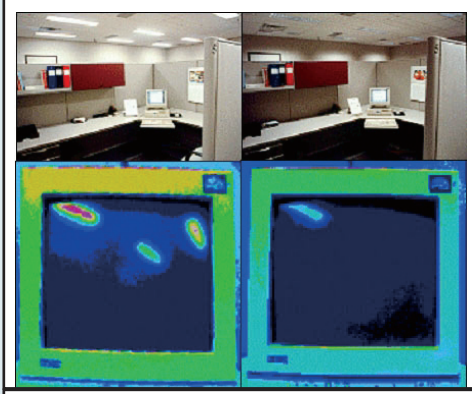
De nombreuses études indiquent que les luminaires à lentilles prismatiques posent des problèmes dans les bureaux à aire ouverte, parce qu'ils causent un éblouissement direct et réfléchi. Les luminaires à paralume réduisent sensiblement l'éblouissement, mais ils peuvent assombrir les plafonds et les murs et rendre l'atmosphère déplaisante.

L.10

Les luminaires à paralume (éclairage direct) dirigent la lumière sur le plan horizontal, empêchant ainsi l'éblouissement réfléchi dans les écrans d'ordinateur et offrant un éclairement au bureau, mais ils n'éclairent pas suffisamment les murs et les plafonds. Il faudra éventuellement installer des appareils d'éclairage d'accentuation ou des appareils d'éclairage muraux pour créer un environnement plus éclairé. Lorsqu'ils sont placés directement au-dessus des employés, les luminaires à paralume peuvent causer de l'inconfort.

Éblouissement sur l'écran d'ordinateur : appareils d'éclairage direct

luminaires à lentilles prismatiques | luminaires à paralume



L'éblouissement direct comme l'éblouissement réfléchi sont sensiblement réduits par les luminaires à paralume. La réduction de l'éblouissement peut améliorer le rendement des employés.

Les appareils d'éclairage à éclairage indirect ou direct offrent une distribution de la lumière plus uniforme de l'éclairage, causent moins de problèmes d'éblouissement et éclairent convenablement les murs et les plafonds. Ils donnent l'impression d'un espace plus éclairé et plus ouvert. Une mauvaise conception risquerait toutefois de transformer le plafond une source d'éblouissement. Les systèmes indirects totaux donnent également un éclairage en à-plat et sans ombres. Équipés d'un élément d'éclairage direct, ils assurent un niveau d'éclairement et d'ombre qui donne une perception de profondeur et fournit l'éclairage à l'aire de travail.

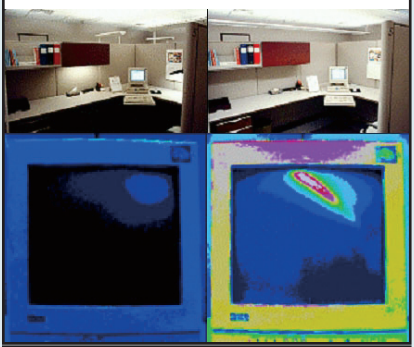
Recherches sur l'éclairage indirect

Les appareils d'éclairage à éclairage indirect ou direct/indirect réduisent l'éblouissement, la fatigue des yeux, les plaintes et les problèmes de concentration. Veitch et Newsham ont montré que les employés avaient tendance à préférer une combinaison d'éclairage direct et indirect avec une proportion d'éclairage indirect de 40 % dans les bureaux. Dans une autre étude, Houtiliserr et al. estiment que le sentiment d'espace augmenterait en fonction de la proportion d'éclairage indirect et que la plupart des environnements préférés étaient indirectement éclairés dans plus de 60 % des cas.

L.11

Éblouissement sur l'écran d'ordinateur : appareils d'éclairage à éclairage direct/indirect

éblouissement faible | éblouissement important



Les appareils d'éclairage à éclairage direct/indirectréduisentl'éblouissement, mais peuvent causer d'importants problèmes s'ils sont mal conçus ou mal situés.

L'éclairage d'accentuation :

L'éclairage d'accentuation sert à remplir les ombres et à créer un rythme et un intérêt visuels. Des ombres désagréables peuvent se former aux jonctions des murs/plafonds, comme elles peuvent être créés par le mobilier et le rayonnage. L'éclairage d'accentuation peut éliminer les ombres désagréables.

L'éclairage d'accentuation, sur le mur gauche, au centre de la table et sur le mur du fond, contribue à l'esthétique et à l'éclairement général. Extrait de Boyce et al. (2003). Reproduit avec la permission de Light Right Consortium.

L.12

Éclairage de l'aire de travail : L'éclairage de l'aire de travail fournit à la fois un éclairement important à l'aire de travail et à l'occupant. Il permet également de remplir les ombres créées par le rayonnage. Il conviendra de prévoir des appareils d'appoint susceptibles d'être montés sur le rayonnage, sur les cloisons et sur la surface du bureau.

Cette photo ne laisse voir que l'éclairage de l'aire de travail, et montre ainsi l'importance de le mettre en valeur avec de puissantes sources lumineuses locales. Ont servi ici, une lampe encastrée dans le rayonnage et une lampe de bureau ajustable.

Recherches sur l'éclairage de l'aire de travail et l'éclairage ambiant

La pratique de combiner des niveaux de luminosité ambiants faibles avec l'éclairage cible de l'aire de travail s'est développée comme une technique éconergétique. Initialement, il s'agissait d'éviter que les intensités lumineuses non-uniformes qui éclairent le bureau ne nuisent à l'efficacité énergétique, mais les études n'ont pas permis d'identifier les problèmes. D'après l'étude de l'IRC, les employés jugent plus satisfaisants la qualité de l'éclairage et l'environnement des bureaux à aire ouverte lorsque l'éclairage du lieu de travail combine éclairage de l'aire de travail/éclairage ambiant.

L.13

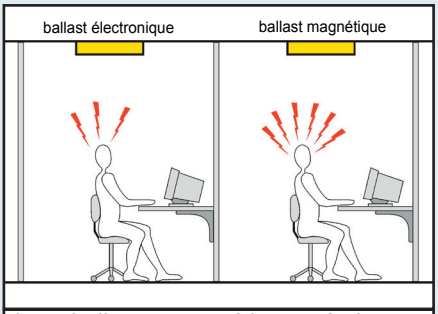
Lampes : Pour l'éclairage des bureaux, les professionnels de l'éclairage recommandent les lampes fluorescentes, dites lampes fluorescentes compactes (LFC), parce qu'elles sont plus éconergétiques que les lampes à incandescence. Les lampes à incandescence (y compris les lampes halogènes) sont inadéquates à l'éclairage global, parce qu'à leur faible efficience s'ajoute une chaleur inutile qui faudra refroidir. Les lampes fluorescentes offrent au concepteur une gamme de températures de couleur plus vaste avec laquelle il peut mieux choisir les lampes les efficientes en fonction de l'espace, des couleurs de l'espace et du rayonnement solaire. Pour une meilleure discrimination des couleurs dans l'aire de travail, il convient de tenir compte des propriétés de rendu des couleurs des lampes. Les lampes à indice de rendu des couleurs (IRC) de 90 permettent de mieux identifier et reproduire les couleurs. Les lampes à IRC de 70 ou 80 servent adéquatement la plupart des bureaux.

Recherches sur les types de lampes

Certains fabricants de lampes et de lampes filtres à lampes fluorescentes prétendent que certaines de leurs lampes reproduisent la lumière naturelle, mais aucune source ne peut remplacer la variabilité de la lumière naturelle. De plus, la prétention que les lampes fluorescentes améliorent la santé, le rendement ou le confort ne résiste pas à un examen fondé sur des méthodes scientifiques fiables. Sauf en ce qui concerne la discrimination des couleurs : les lampes à indice de rendu des couleurs (IRC) élevé peuvent en effet améliorer le rendement des employés lorsqu'il s'agit de distinguer finement les couleurs.

L.14

Ballasts : Les ballasts sont des dispositifs qui permettent de contrôler et de modifier le courant électrique qui alimente et fait fonctionner les lampes fluorescentes. Les ballasts électroniques sont à préférer aux ballasts magnétiques.



Les ballasts magnétiques à basse fréquence provoquent deux fois plus de maux de tête. D'après Wilkins et al. (1989).

Recherches sur les ballasts

Parce qu'il oscille 2 fois plus vite que le courant alternatif, l'éclairement des lampes fluorescentes à ballasts magnétiques produit des papillotements. Cet effet peut entraîner une augmentation des maux de tête et de la fatigue des yeux. Les études montrent que les ballasts électroniques à haute fréquence éliminent les papillotements perceptibles et améliorent le confort visuel, le rendement en lecture et le travail informatique.

L.15

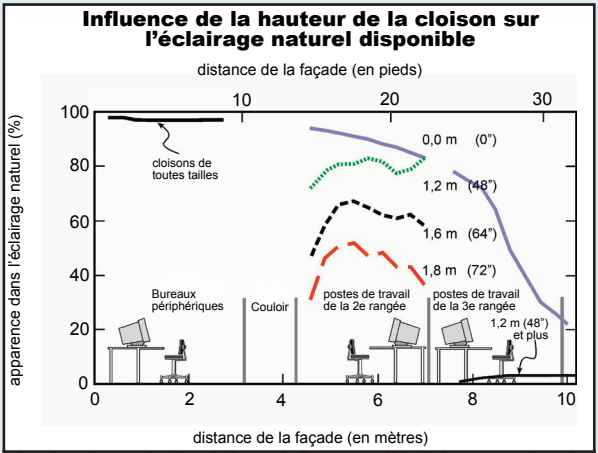
Concevoir l'éclairage naturel

Pour l'essentiel, l'éclairage naturel des bureaux d'un immeuble est déterminé par l'architecture de l'immeuble. Il reste que la conception de l'architecture intérieure peut influer sur son utilité. Bien contrôlé, l'éclairage naturel est éconergétique et agit agréablement sur les employés et leur environnement. Le rayonnement solaire utile éclaire environ deux postes de travail (les postes de travail de la 3e rangée ne profitent de l'éclairage naturel que s'ils n'ont pas de cloisons). Il faudrait par conséquent prévoir un éclairage naturel pour les deux premières rangées et éventuellement le seconder par un éclairage électrique pour assurer l'éclairement et l'uniformité nécessaires.

Recherches sur la préférence vis-à-vis de l'éclairage naturel

L'éclairage naturel est important, parce que nous passons beaucoup de temps à l'intérieur. Les employés de bureau aiment l'éclairage naturel et pensent qu'il agit favorablement sur leur santé et leur rendement. L'étude sur le terrain de l'équipe PRAO révèle que l'accès aux fenêtres et à l'éclairage naturel améliore la satisfaction des employés.

L.16



La hauteur de la cloison influe sur l'éclairage naturel disponible dès les postes de travail de la 2e rangée. Extrait de Reinhart (2002).

Si l'éclairage naturel est désirable, le rayonnement solaire direct cause de l'inconfort et doit être contrôlé. Les employés disposent pour leur protection de stores, écrans et autres dispositifs manuels ou automatiques. Pour ce dernier type de dispositifs, il est important de prévoir une commande manuelle prioritaire.

Les concepteurs doivent veiller à maximiser la lumière naturelle en fonction des caractéristiques des pièces et des postes de travail. Les plafonds réfléchissants et les fenêtres qui montent jusqu'au plafond favorisent la pénétration de la lumière naturelle. Les cloisons proches des fenêtres doivent être gardées basses ou être équipées d'une partie supérieure transparente pour permettre au rayonnement solaire d'entrer le plus loin possible dans les bureaux (en autant que la conception ne compromette pas l'intimité visuelle et les conditions acoustiques). Par ailleurs, les cloisons élevées et les rayonnages importants doivent être installés perpendiculairement aux fenêtres pour éviter qu'ils ne bloquent le rayonnement solaire. Il est clair que la conception d'un milieu de travail créatif et l'agencement des cloisons peuvent limiter les problèmes d'éblouissement des employés tout en maximisant la pénétration de la lumière du jour. Pour aider les concepteurs d'éclairage dans leurs tâches, le Lawrence Berkley National Laboratory (LBNL) a publié un excellent guide que TPSGC a adapté et mis à jour en tenant compte du climat canadien. Pour sa part, l'IRC a mis au point un logiciel d'aide à la conception d'éclairage naturel. L.17

Conception d'un éclairage naturel intelligent : les parties supérieures transparentes des cloisons permettent au rayonnement solaire de pénétrer dans le reste du bureau. Les stores permettent aux employés d'éviter tout problème d'éblouissement.

Conception des bureaux

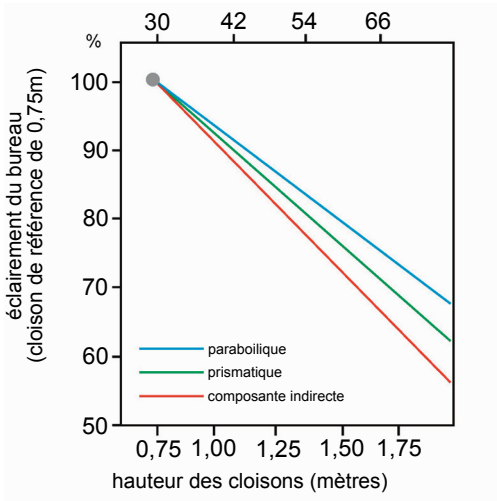
Le mobilier modulable, les cloisons, l'agencement des bureaux et les postes de travail de petite taille présentent parfois des défis de conception. Il est important de mener ensemble la conception de l'éclairage et celle des postes de travail. Cette stratégie permet de réaliser l'éclairement nécessaire et de s'assurer que les autres conditions de l'environnement de bureau (acoustique, qualité de l'air, etc.) ne seront pas compromises par des décisions de conception.

Agencement et nombre des appareils d'éclairage : L'agencement des appareils d'éclairage par rapport aux postes de travail détermine pour une grande part la distribution de la lumière dans les bureaux. Les fabricants font des recommandations sur leurs produits, mais leurs directives supposent des espaces libres. Il est important de tenir compte du mobilier, des cloisons et de la géométrie source/aire de travail/yeux lors de l'agencement des appareils d'éclairage.

L'agencement des appareils d'éclairage n'est pas étranger aux conditions acoustiques des bureaux. Il est important de bien penser leur emplacement, dans la mesure où ils réfléchissent le son et peuvent l'aider à se propager d'un poste de travail à un autre.

Caractéristiques des plafonds : Il est essentiel qu'un plafond réfléchisse la lumière, notamment dans le cas d'un éclairage naturel ou d'une distribution indirecte de la lumière. Les recommandations sur la réflectance du plafond varient entre 75 % et 90 %, et celles d'un mur entre 40 % et 70 %. Sous un éclairage indirect (avec notamment des lampes T5), les surfaces au-dessus des appareils d'éclairage peuvent devenir trop claires; ce problème pourra être évité en respectant les distances suggérées. L.18

Caractéristiques des cloisons : La hauteur et la couleur des cloisons jouent un rôle important dans l'éclairement et la luminance de l'espace fini. C'et la hauteur des cloisons qui déterminera, par exemple, la quantité de lumière qui atteindra le bureau. Les cloisons basses empêchent certes les ombres indésirables mais elles influent sur l'intimité acoustique et l'intimité visuelle. L'espacement des appareils d'éclairage doit être conçu en fonction de la hauteur des cloisons. Les appareils d'éclairage direct/indirects sont plus efficients lorsque les cloisons sont de couleur claire. L.19



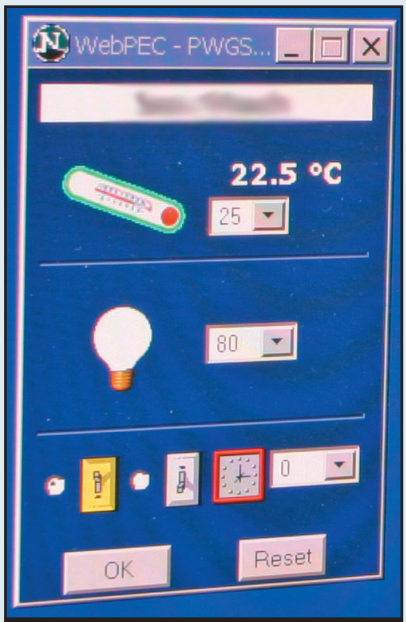
Les cloisons réduisent la quantité de lumière qui atteint le bureau. La hauteur des cloisons influe d'une façon ou d'une autre sur tous les types d'appareil d'éclairage. L'éclairage des bureaux à aire ouverte doit être conçu soigneusement dans une pièce meublée. Extrait de Newsham et Sander (2002).

Couleur des bureaux :

Les couleurs claires contribuent à une meilleure distribution de la lumière, mais il ne faut pas pour autant éliminer les couleurs plus sombres du bureau. Les bureaux incolores et uniformément neutres sont désagréables et ennuyeux. Il est conseillé d'utiliser des couleurs claires sur les grandes surfaces, comme les cloisons, mais de créer un intérêt visuel avec des contraster plus forts ou plus foncés.

Commandes d'éclairage individuelles

Les commandes individuelles permettent aux employés de satisfaire leurs préférences personnelles et de modifier les conditions d'éclairage en fonction de leurs besoins professionnels et visuels. Pour qu'elles soient efficaces, cependant, ces commandes doivent être accessibles et facilement réglables.



Interface de commandes : Les commandes d'éclairage élaborée par TPSGC et installées sur l'interface de cet ordinateur permettent à son utilisateur de régler la luminosité et la minuterie de l'appareil d'éclairage de son poste de travail.

Recherches sur les avantages des commandes

Les commandes d'éclairage individuelles peuvent améliorer la satisfactions environnementale et le rendement auto-évalué. Elles permettent aux employés de satisfaire leurs besoins et préférences personnels sans gêner leurs voisins. Elles permettent également de favoriser la bonne humeur, la résolution de conflit et le rendement cognitif.

L.20

Recherches sur la simplicité des commandes

Selon les chercheurs, les commandes individuelles en trop grand nombre et difficiles à régler peuvent devenir des facteurs de stress pour les employés, parce qu'ils désirent restés concentrés sur leur travail et qu'ils n'ont pas de temps à perdre à apprendre comment fonctionne un système d'éclairage.

L.21

PRAO-ODE

Le logiciel PRAO-Évaluateur de conception de bureau permet aux concepteurs de prédire les effets de la conception de l'éclairage sur les conditions d'éclairage et la satisfaction employés. L'utilisateur entre les caractéristiques d'un bureau et suit les recommandations qui lui sont faites pour améliorer sa conception.
Disponible à l'adresse : http://irc.nrc.gc.ca/ie/cope/07-Softwaref.html

Conception et agencement des postes de travail

Recommandations pratiques : CE QU'IL FAUT FAIRE . . .

Meubler les postes de travail en fonction des besoins professionnels des employés

Prévoir une intimité acoustique et une intimité visuelle par confinement (en augmentant le nombre de cloisons et en réduisant la taille des postes de travail)

Prévoir un mobilier et des commandes de contrôle ajustables

Prévoir un espace de rangement qui ferme à clé pour les objets personnels

Regrouper les membres d'une équipe de travail dans la même aire

Prévoir un accès aux fenêtres et à une vue sur l'extérieur

Adapter les stratégies bureautiques de rechange aux tâches et aux besoins des employés

Recommandations pratiques : CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE . . .

Surpeupler les postes de travail

Compliquer l'accès aux ressources partagées et placer des voies de circulation au milieu des groupes de travail

Placer les employés dans des zones du bureau bruyantes

Empêcher la personnalisation du poste de travail

Un poste de travail

Le poste de travail

La fonction d'un poste de travail

La première fonction d'un bureau est de permettre aux employés de faire leur travail et, partant, de contribuer à la réalisation des objectifs de leur organisation. Bien que le rendement soit au centre des activités d'un poste de travail, rien ne l'empêche d'être un environnement propice au bien-être physique et moral de ses occupants. Les employés passent jusqu'à 30 % de leur temps de travail annuel dans leur bureau. Il est donc normal d'exiger qu'il soit confortable et satisfaisant.

Agencements possibles des postes de travail

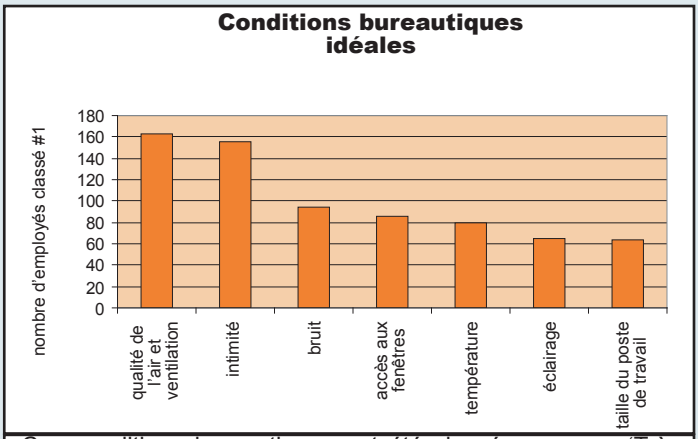
Comme tous les postes de travail, les postes de travail des bureaux à aire ouverte doivent proposer aux employés l'espace, le matériel et les conditions nécessaires à l'exécution de leurs tâches. Pour pouvoir répondre aux besoins fonctionnels de chaque tâche, il est important de savoir ce que sont ces tâches et qui les exécute.

Renseignements pris sur la personne et le travail, il faut ensuite s'informer des besoins et ses préférences de cette personne. Il n'est pas toujours possible de consulter les employés individuellement, mais l'acceptation et la souplesse peuvent mener à définir des besoins généraux que l'on pourra peaufiner dans le temps. Car, ne l'oublions pas, les employés sont le facteur le plus déterminant dans le choix d'une conception adéquate d'un poste de travail.

Conditions bureautiques idéales

Il suffit de demander aux employés ce qu'ils font et ce qu'ils veulent pour le savoir. Dans le cadre du projet PRAO, les chercheurs de l'IRC ont mené une enquête de terrain auprès de 700 employés de bureau à aire ouverte pour avoir leur avis et connaître les conditions physiques qu'ils vivent. Les participants ont énoncé sept caractéristiques, qu'ils ont classées par ordre d'importance.

Venaient en premier lieu la qualité de l'air et la ventilation, en second, l'intimité, et en troisième, le bruit.



Ces conditions bureautiques ont été classées comme 'Très importantes' parmi sept conditions physiques. D'après Veitch et al. (2003).

Nous avons vu comment la conception de bureau influe sur l'acoustique et le bruit, la qualité de l'air intérieur, le confort thermique et les conditions d'éclairage, mais il convient d'y ajouter les principaux besoins des employés. La conception d'un poste de travail influe principalement sur l'intimité et l'accès aux fenêtres, lesquelles avaient étaient été citées en seconde et quatrième places et fréquemment occupé le premier rang. Sans oublier les besoins professionnels, la personnalisation et l'adaptabilité qui prennent toute leur importance lors du choix du mobilier, du matériel, de l'espace et de l'agencement. À défaut de répondre à tous ces besoins, l'employeur fera beaucoup de mécontents et ne devra pas attendre une grande contribution des postes de travail. W.1

Répondre aux besoins des employés par une conception adéquate

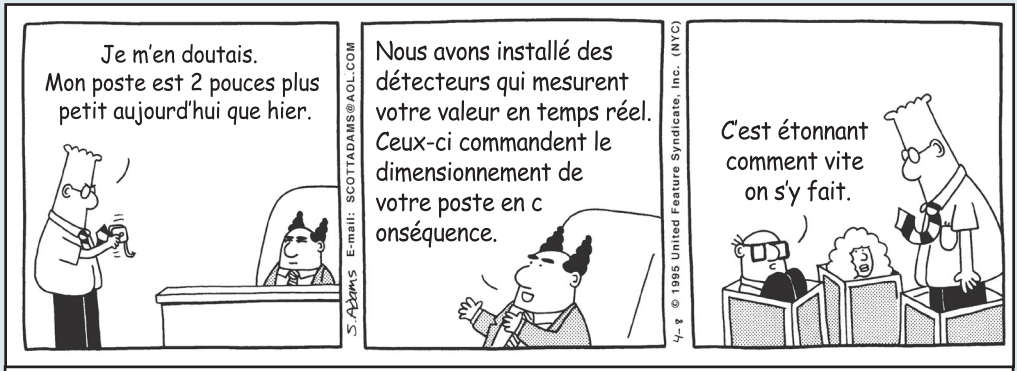
La conception de postes de travail adéquats exige une connaissance des comportements des employés et de leurs réponses aux postes de travail et aux conditions physiques. Jusqu'à présent, les études se sont concentrées sur les employés des bureaux à aire ouverte traditionnels, des bureaux « salle de presse » sans cloisons de séparation aux postes de travail individuels. Les recommandations fondées sur les conclusions de ces études aideront sans doute les concepteurs à créer des postes de travail qui permettent aux employés d'exercer leur travail dans le confort et aux organisations de réaliser leurs objectifs.

Bureaux à aire ouverte style « salle de presse »

Il reste aux chercheurs à se pencher sur les nouvelles formes de travail comme les bureaux d'équipe et les bureaux sans poste fixe, mais, quel que soit le cas de figure, le principe de conception de bureau reste le même : tenir compte des employés.

Postes de travail individuels traditionnels

Il reste aux employeurs à gagner le respect de leurs employés en cherchant à connaître leurs besoins ou à miner lentement et involontairement leur moral par des choix de conception arbitraires ou mal venus. Les personnages de la bande dessinée Dilbert[MC] vivent de cette relation et des désagréables conditions physiques des postes de travail. W.2



DILBERT™ reproduit avec la permission de United Feature Syndicate Inc.

La conception de bureau commence par cette question : qui fait quoi ?

Productivité organisationnelle, conception et agencement des postes de travail

Intimité et interaction sociale

L'intimité est l'un des besoins fonctionnels les plus importants d'un bureau. Jouir d'une intimité, c'est à la fois être libre de se distraire et être capable de tenir autrui à l'écart de sa personne et de son travail.

Les distractions par autrui comprennent principalement les bruits, surtout les bruits de conversations entendues par hasard. Les distractions visuelles posent également leur lot de problèmes, quand le poste de travail longe un couloir de circulation, par exemple.

Recherches sur la distraction

La liberté de se distraire est essentielle puisque les employés de bureau passent plus de 80 % de leur temps à travailler calmement ou devant un ordinateur. Ceci explique pourquoi la liberté de se distraire est l'une des conditions la plus désirée dans les bureaux à aire ouverte. Même le travail d'équipe a ses espaces de distraction; les membres d'une équipe passent la majeure partie de leur temps entre les réunions qui décideront des actions à mener et le calme du travail individuel qui en découle. Les réunions au pied levé et les conversations téléphoniques profitent également de conditions calmes et sans interférence.

W.3

Quoi qu'il en soit, il n'est pas possible - ni souhaitable - d'empêcher le contact entre les employés des bureaux à aire ouverte. Il faut donc que le lieu de travail favorise à la fois le besoin de solitude, nécessaire à la concentration, et le besoin d'interagir avec les collègues de travail. La consultation et les réunions sont nécessaires à la réalisation de la majeure partie des tâches, et l'interaction sociale aide à construire le soutien social. La communication et le soutien social réduisent l'absentéisme et jouent par ailleurs un grand rôle dans les lieux de travail sains. Il est plus facile de faire face aux conditions de stress dans un environnement qui nous soutient. W.4

Les frontières du poste de travail

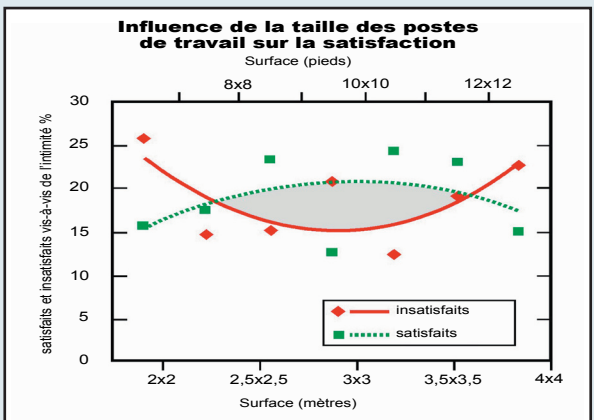
Les plaintes relatives à l'intimité et à la distraction tournent autour des frontières du poste de travail : espaces trop petits, cloisons trop basses, agencement qui produit trop de circulation, etc. Tous ces points nuisent à la satisfaction et ajoutent aux mauvaises conditions.

Taille du poste de travail : Les petits postes de travail rapprochent les employés et les sources de bruit et compromettent l'intimité. Les grands postes de travail allongent les distances qui permettent d'accéder aux ressources partagées et peuvent favoriser l'isolation sociale. Les chercheurs du projet PRAO recommandent une taille entre 5,9 m^2 et 13,4 m^2 (64 pi^2 - 144 pi^2). W.5

Recherches sur la taille du poste de travail

Les études comparatives sur les effets des postes de travail révèlent que les grands postes de travail procurent une meilleure satisfaction environnementale, une meilleure satisfaction professionnelle et une meilleure intimité perçue. Au cours du projet PRAO, les chercheurs ont trouvé que les employés étaient plus satisfaits vis-à-vis de l'intimité quand les postes de travail n'étaient ni trop petits ni trop grands. Les petits postes de travail manquent également de d'espace de rangement et de surface, ce qui peut directement ralentir le travail.

W.6



Les études effectuées dans le cadre du projet PRAO montrent que les employés sont plus satisfaits vis-à-vis de l'intimité quand les postes de travail ne sont ni trop grands ni trop petits. D'après Newsham et al. (2003).

Confinement : La satisfaction vis-à-vis de l'intimité est tributaire du confinement assuré par le nombre, la hauteur et les caractéristiques des cloisons.

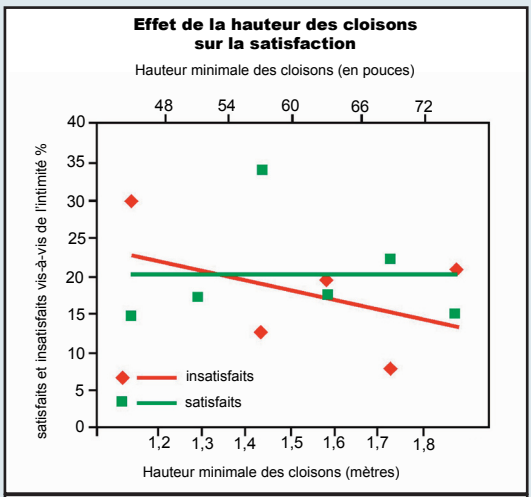
Recherches sur le confinement

Les études ont montré que la communication globale était meilleure avec moins de barrières, mais pas la communication professionnelle. Moins de barrières, c'est plus de satisfaction vis-à-vis de l'intimité. D'après BOSTI, le rendement auto-évalué augmente avec le confinement; pour les chercheurs du projet PRAO, la hauteur des cloisons influe sur la satisfaction vis-à-vis de l'intimité.

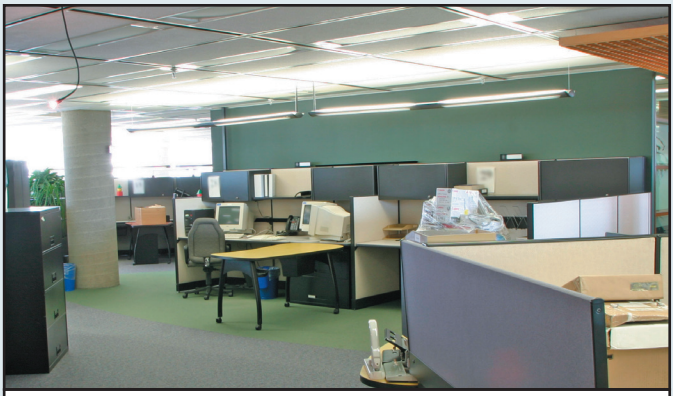
W.7

La plupart des employés préfèrent l'intimité visuelle des cloisons opaques sur les quatre côtés du poste de travail, mais l'agencement ouvert « salle de presse » suffit parfois. Certains théoriciens pensent que cet agencement ouvert augmente la communication et la collaboration, mais il reste encore à le prouver scientifiquement.

La hauteur des cloisons contribue également au confinement. L'étude sur le terrain du projet PRAO a montré que les cloisons de 1,4 m (54 po) améliorait la satisfaction vis-à-vis de l'intimité, probablement parce qu'il n'était pas possible, en position assise, de voir ce qui se passait dans les postes de travail voisins. Pour l'intimité acoustique, la hauteur minimale est de 1,6 m (64 po) (voir la section Acoustique). Il est vrai que les cloisons plus basses laissent mieux entrer le rayonnement solaire. Le concepteur devra par conséquent tenir compte des besoins et des préférences pour le choix de la hauteur des cloisons. W.8



Le nombre des employés insatisfaits était plus grand que celui des employés satisfaits pour les cloisons plus basses. D'après Newsham et al. (2003).



Ces deux postes de travail sont très exposés au couloir et aux postes de travail voisins. Les employés risquent d'être distraits par la circulation et les conversations de leurs voisins, et ils ont une très faible impression de confinement. Cet agencement n'offre aucune intimité acoustique ni visuelle.

Agencement : La communication professionnelle et l'intimité sont tributaires du nombre et de l'agencement des postes de travail. Pour pouvoir influer sur la fonctionnalité et la satisfaction, les postes de travail doivent être conçus en fonction des groupes de travail, des ressources partagées et du flux d'employés qui passent dans le bureau.

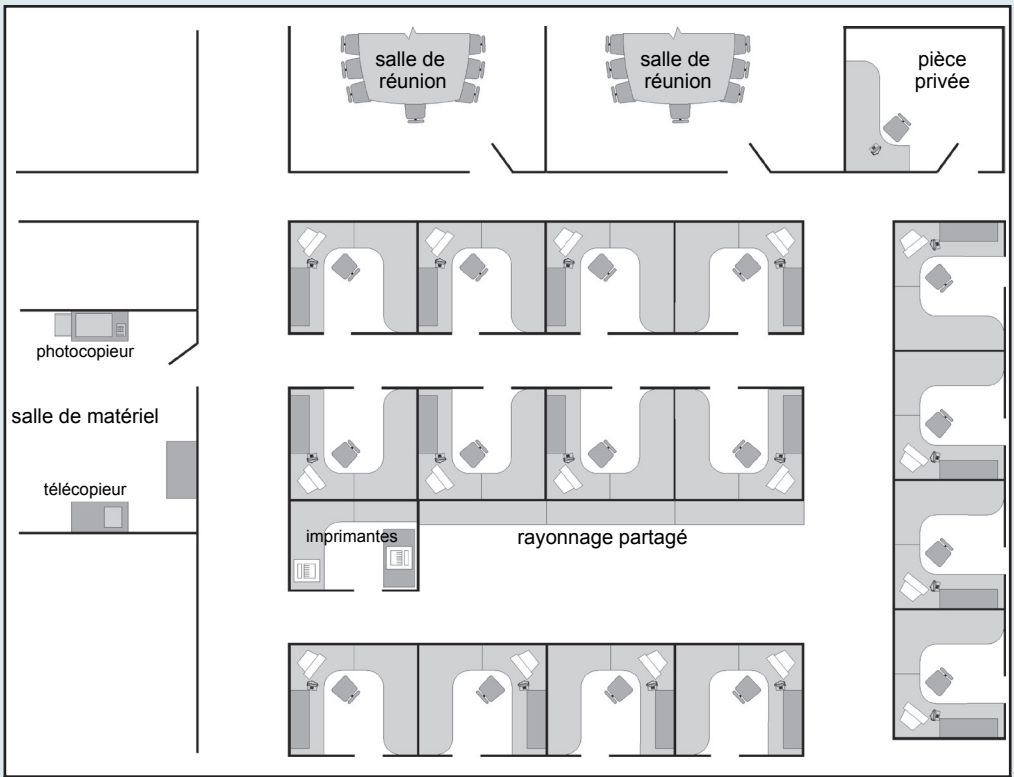
Pour répondre aux critères d'intimité et de densité, le nombre d'employés doit être calculé en fonction de la taille du poste de travail. Les employés qui travaillent sur des objectifs communs devraient être regroupés côte à côte pour réduire le temps passé à chercher des ressources partagées et à organiser des réunions. Le regroupement de collègues facilite également la communication informelle, notamment lorsque le bureau est équipé d'espaces partagés pour l'interaction sociale (salles de pause, salles de réunions, etc.). Pour l'agencement par regroupement, la règle d'or est de limiter à 10 m (30 pi) la distance à parcourir pour atteindre les ressources partagées, y compris les collègues et les superviseurs.

L'agencement efficient des postes de travail propose des axes de circulation clairs qui évitent que l'on se perde et minimisent la distraction par les passants. Idéalement, les îlots de regroupement devraient être bien délimités géographiquement, ce qui permettrait de créer une identité sociale partagée et de réduire la distraction.

Recherches sur la densité sociale

La présence d'autres personnes autour de nous peut être un facteur de stress. A mesure que le nombre de personne par pièce augmente (densité sociale), la satisfaction environnementale diminue. Plus de personnes, c'est plus de sources de distraction et plus de relations à entretenir. Dans des conditions de contrôle environnemental élevé, la productivité relations était à son meilleur dans des bureaux avec 5 à 9 personnes. Certaines études indiquent que le rendement diminue avec l'augmentation de la densité sociale.

W.9



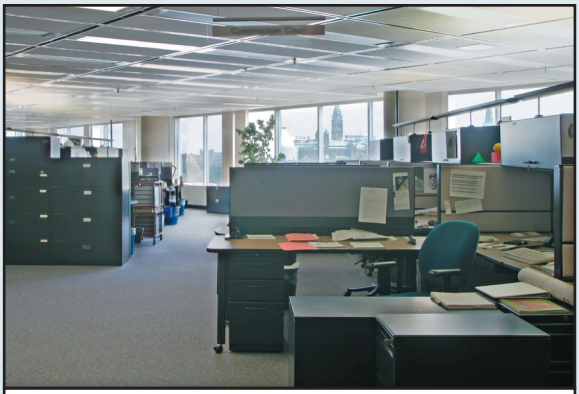
L'agencement d'un bureau doit tenir compte de plusieurs paramètres : l'intimité visuelle, l'intimité acoustique, l'accès aux ressources et aux fenêtres, la taille des postes de travail et la densité.

Accès aux fenêtres : L'accès aux fenêtres, direct ou distant, devrait être permis au plus grand nombre possible de postes de travail. L'accès distant suppose que l'on place les couloirs près des murs de fenêtres ou que l'on abaisse la hauteur de certaines cloisons. Il est bon de prévoir des fenêtres pour les salles à manger et les salles de réunion.

Recherches sur les fenêtres

L'accès à la vue sur l'extérieur, notamment sur un paysage, aide au bien-être. Plusieurs études révèlent que les patients des hôpitaux ayant une chambre avec fenêtre récupèrent de leur opération plus rapidement et demandent moins de médicaments contre la douleur que les patients des chambres sans fenêtre. Les employés de bureau tirent un avantage des fenêtres. Selon une étude d'un organisme méditerranéen, les employés des bureaux bien éclairés par le rayonnement solaire sont plus satisfaits professionnellement et ont un meilleur bien-être général. Ces employés avec vue sur la nature ont moins le désir de quitter leur organisation.

W.10



Ces postes de travail ont été installés en angle sur la façade, avec des cloisons basses perpendiculaires aux fenêtres, favorisant ainsi l'accès à la vue et à la lumière du jour. (L'intimité acoustique est moins bonne ici, mais les employés ont préféré la lumière du jour et la vue à l'intimité des conversations.)

Mobilier du poste de travail

Chaque tâche et chaque besoin en confort déterminent ses propres critères de mobilier. Les architectes, par exemple, auront besoin d'un espace suffisant pour étaler les plans d'un immeuble, les concepteurs graphiques de plusieurs écrans d'ordinateur, et l'espace pour ceut-ci ou d'un espace pour implanter une unité d'entrée spécialisée comme une tablette graphique, par exemple.

Il n'existe pas d'autre moyen de connaître les besoins particuliers des employés, pas plus qu'il n'existe une solution générique de conception qui serait valable pour toutes les situations.

Toutefois les principès généraux peuvent servir de guide pour les besoins particuliers.

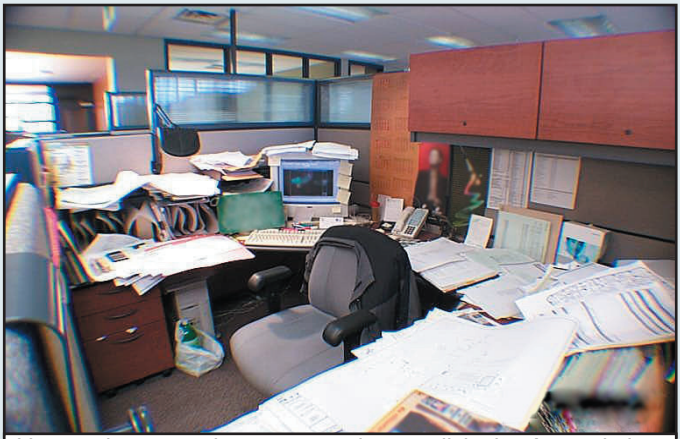
Comme les besoins professionnels, le mobilier influe sur la santé et le confort des employés et sur l'esthétique du bureau.

Recherches sur le mobilier

Les employés se préoccupent de l'esthétique de leur lieu de travail. Les messages qu'elle infère sur leur statut au sein de l'organisation influent sur le moral et les employés recherchent un mobilier approprié à leur rang et à leur valeur. La qualité, la durabilité, l'attrait et la nouveauté du mobilier influent positivement sur le confort et la satisfaction générale vis-à-vis de l'environnement bureautique. Les employés des bureaux d'immeubles dont les ascenseurs, les toilettes, le matériel de bureau, etc. sont bien entretenus sont plus satisfaits de leur environnement, ont plus de confort et une meilleure santé.

W.11

Surfaces de travail et rangement : Même si les surfaces de travail des postes de travail ont rétréci avec leur taille, il reste que les employés ont toujours besoin d'autant d'espace de travail et de rangement. On estime la consommation de papier dans les bureaux américains a augmenté de près de 20% par an, et les employés de bureau ont besoin d'espace pour traiter tout ce papier. Selon BOSTI, les employés auraient besoin de deux surfaces de travail et de trois à cinq tiroirs en moyenne. Les employés devraient disposer d'un espace de rangement qui ferme à clé où ils pourraient ranger leurs objets de valeur. W.12



L'encombrement de ce poste de travail incite à revoir les besoins en espace, en surface de travail et en rangement de son occupant.

Position assise et posture : Le mobilier de bureau adéquat est un mobilier qui répond aux normes de l'ergonomie, comme celles de l'Association canadienne de normalisation, et assure confort et santé. Le choix d'un fauteuil et l'agencement des surfaces de travail d'un poste de travail devraient prendre en offrir un support pour le bas du dos, les poignets et les bras et permettre de lire l'écran d'ordinateur sans contorsions du cou.

Certains employés pourraient nécessiter des ajustements spécifiques à leurs besoins individuel. Les manufacturiers offrent une laige gamme de produits pouvant répondre à ces besoirs. W.13

Recherches sur les douleurs musculo-squelettiques

Le corps humain s'adapte, mais il a ses limites. L'agencement non ergonomique des postes de travail et l'agencement qui demande des employés des gestes répétitifs inutiles causent parfois des douleurs et des incapacités. Ces mauvaises conditions sont exacerbées par les exigences implacables du travail et le manque de soutien social au travail. Les fauteuils adaptables à la taille des individus aident à réduire les symptômes nouveauté Une entreprise de services fiscaux a amorti en quelques mois le coût des fauteuils adaptables et de la formation sur leur utilisation. Une conception ergonomique contribue à la réduction des douleurs nouveauté, et l'augmentation de la fréquence des courtes pauses peut atténuer les douleurs.

W.14

Commandes individuelles

Le contrôle individualisé du mobilier et des conditions environnementales doit permettre aux employés d'aider les concepteurs à identifier les principaux besoins professionnels et à les adapter aux préférences personnelles.

Adaptabilité : Les être humains sont physiquement différents en tous points. Comme il n'est pas possible d'envisager une taille unique pour tous, il faut prévoir un mobilier adaptable à la hauteur des surfaces de travail et à la posture de travail. L'adaptabilité du mobilier permet également aux employés de modifier leurs positions dans la journée et d'éviter la fatigue.

Recherches sur l'adaptabilité

Le mobilier adaptable améliore la satisfaction environnementale et le confort physique des employés. L'adaptabilité permet aux employés de modifier les paramètres en fonction des dimensions et de leurs besoins professionnels, de réduire le risque de douleurs nouveauté et de favoriser le rendement. De même, les études associent les commandes individuelles à une amélioration de la productivité circulation, du confort et de la santé. Les commandes individuelles ne garantissent pas les résultats. Les paramètres adaptables doivent convenir aux employés, être faciles d'utilisation et efficaces; autrement, elles risquent de frustrer les employés et de nuire à leurs intérêts.

W.15

Les préférences personnelles pour les conditions physiques sont également différentes. Le contrôle des éléments de l'environnement physique (éclairage, mouvement de l'air, température et acoustique) permet aux employés de les adapter à leur gré. Les commandes individuelles sont parfois très simples (un store vénitien manuel, par exemple), parfois plus sophistiqués (exemple du système d'alimentation en air extérieur individuel informatisé). Outre les avantages qu'elles offrent aux employés, les études montrent que les commandes individuelles permettent des économies d'énergie, parce que la plupart des employés préfèrent leurs paramètres aux paramètres fixés. W.16

Interface de commandes : ces commandes de l'éclairage et de la température s'affichent sur le bureau de l'utilisateur.

Personnalisation : De nombreux employés cherchent à s'exprimer par la décoration de leur poste de travail. La conception des postes de travail devrait prévoir un espace suffisant, vertical ou horizontal, qui appuie la personnalisation par l'exposition d'objets de souvenir, de photographies, de plantes, etc. Par ailleurs, les organisations devraient appuyer la personnalisation par des politiques qui la créditent et établissent ses limites raisonnables, le cas échéant.

Recherches sur la personnalisation

Les objets que les employés exposent sont une expression de leur identité, et ils aident les collègues à mieux les connaître. De ce fait, ils jouent un rôle dans les relations sociales. Les employés qui exposent des objets personnels dans leur bureau affichent une meilleure satisfaction environnementale, une meilleure satisfaction professionnelle, un meilleur bien-être et évaluent leur organisation positivement. Par ailleurs, les organisations qui disposent de politiques en faveur de la personnalisation sont perçues comme plus saines.

W.17

Ce poste de travail est très personnalisé : les éclairages ambiants et de travail ont été réduits et les décorations ne manquent pas.

Conception participative : Le meilleur moyen d'obtenir des informations exactes sur les tâches, leur traitement et les besoins particuliers des employés est de faire participer les employés au processus de conception. À chaque fois qu'ils ont l'occasion de consulter les employés, les concepteurs devraient

discuter de leurs besoins et leur demander leur avis. Il existe plusieurs techniques de consultation, dont les enquêtes formelles, les évaluations pré et post occupation, les discussions de groupe et de simulations d'adaptation (essais de conceptions de prototype). Pour les projets importants ou complexes, il serait judicieux de faire appel à des experts-conseils sur le comportement environnemental. W.18

Recherches
sur la conception participative

L'influence sur le processus de conception peut augmenter la satisfaction environnementale en comblant le besoin de démontrer une compétence environnementale (la capacité à gérer son environnement d'une manière efficace et stimulante). Les étudiants d'une université à qui il avait été demandé de simuler une participation dans la conception d'une résidence universitaire ont déclaré s'être sentis plus créatifs, plus responsables et plus utiles que les étudiants à qui l'on avait seulement dit ce à quoi la nouvelle conception ressemblerait. L'étude sur le terrain de BOSTI a montré que la participation dans le processus de conception de bureau augmentait la satisfaction générale vis-à-vis de l'environnement résultant et avait un effet positif immédiat sur la satisfaction professionnelle. W.19

Stratégies bureautiques de rechange

Bien que la majorité des employés de bureau travaillent toujours dans les traditionnels postes de travail des bureaux à aire ouverte, certaines stratégies bureautiques de rechange, comme les bureaux d'équipe, les bureaux sans poste fixe, le travail à la carte et le télétravail, sont de plus en plus populaires. Dans une récente étude de l'IFMA, 62% des gestionnaires d'immeubles interrogés ont admis que leurs immeubles servaient plusieurs stratégies bureautiques. La nouvelle stratégie la plus commune est le bureau d'équipe (42 % des répondants), suivie du télétravail (de 22 % à 32 %, selon la taille de l'organisation). W.20

La plupart des principes et des stratégies de conception décrites dans les sections précédentes s'appliquent à ces nouvelles stratégies. Il est essentiel de concevoir les bureaux en fonction des besoins et des tâches des employés. Qu'ils travaillent dans des postes traditionnels, à la maison ou dans des bureaux d'équipe, les employés ont besoin des mêmes conditions (éclairage, ventilation, acoustique, surface de travail, etc.) adéquates pour fonctionner efficacement.

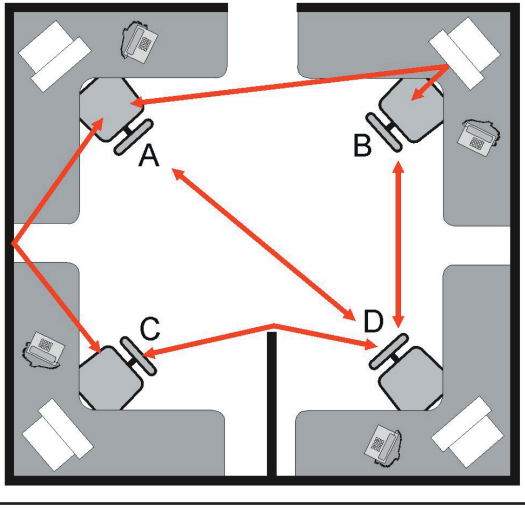
Bureau d'équipe : La conception adéquate des postes de travail suppose que les employés qui participent à une même tâche soient regroupés afin qu'ils soient proches les uns des autres et des ressources partagées. Le concept de bureau d'équipe est une extension de ce principe : installer une équipe de travail dans un grand poste de travail séparé par de hautes cloisons et individualiser les postes de travail des membres de l'équipe par des cloisons plus petites (ces cloisons ne sont pas toujours indispensables). Les bureaux d'équipe comprennent donc habituellement des postes de travail individuels pour chaque membre de l'équipe et un espace pour le travail en commun. Ce type de bureau est idéal pour le travail qui demande une grande collaboration, mais il pose parfois des problèmes quand il s'agit de travailler individuellement avec calme et concentration.

Recherches sur les bureaux d'équipe

Il existe une preuve anecdotique selon laquelle le bureau d'équipe améliore le rendement, mais il reste à la confirmer par des études systématiques et exhaustives. Les recherches de l'IRC commanditées par TPSGC ont montré que les bureaux d'équipe permettaient difficilement de réaliser les objectifs d'intimité et d'acoustique. Ce problème ne se ressent évidemment pas pendant le travail en équipe, mais il est possible qu'il inhibe le rendement des membres de l'équipe dans leur travail individuel.

W.21

Les concepteurs doivent s'assurer que les membres de l'équipe peuvent effectuer efficacement leurs tâches individuelles sans distractions indésirables. Pour réduire la propagation des bruits de conversation indésirables, les concepteurs peuvent placer les postes de travail individuels dans les coins du bureau d'équipe, face à l'extérieur, allonger les distances entre les collègues, prévoir des plafonds et des surfaces intérieures très absorbants et multiplier les petites cloisons de séparation entre les postes individuels.



Le choix d'une bonne orientation des employés et de cloisons basses améliore l'environnement des bureaux d'équipe et le travail individuel.

La stratégie de remplacement au bureau d'équipe consiste à réserver des pièces particulières aux membres d'une équipe d'un projet qu'ils utiliseront comme une « base arrière » pour eux et leurs ressources partagées. La plupart du temps, les membres de l'équipe y déménagent le temps du projet, mais ils conservent leur poste de travail pour les tâches qui exigent de la concentration et pour la suite.

Travail à la carte : Le travail à la carte va des simples ententes informelles sur les « écarts » ponctuels aux horaires de travail réguliers jusqu'aux ententes formelles permanentes sur un horaire de travail hebdomadaire souple mais ramassé. Selon une récente enquête de Statistique Canada, près de 40% des employés de bureau ont un horaire de travail souple.

Recherches sur le travail à la carte

Les recherches indiquent que le travail à la carte peut avoir des effets positifs sur la satisfaction professionnelle, le rendement, la productivité îlots et l'engagement professionnel. Probablement parce que les employés ont moins de conflits travail-famille, plus de contrôle sur leur horaire de travail et la capacité de satisfaire leurs préférences. Il semblerait toutefois que trop de souplesse éloigne les travailleurs à la carte de leurs collègues aux horaires réguliers et rend floue la ligne de démarcation entre temps de travail et temps de loisir.

W.22

Le travail à la carte modifie les horaires de travail, mais le bureau reste l'espace de travail privilégié. Les recommandations sur l'environnement physique du bureau sont également très importantes pour les travailleurs à la carte. Le travail à la carte peut également être vu comme un type d'adaptabilité ou de commande individuelle; les employés peuvent choisir de profiter de certaines conditions, comme des calmes heures du matin ou du soir.

Télétravail : Le télétravail permet une souplesse du temps de travail et du lieu de travail. Les télétravailleurs travaillent en dehors de leur bureau, soit à la maison soit dans un centre de télétravail, et « se rendent » au bureau par l'intermédiaire d'un ordinateur et d'outils de communication. Selon Statistique Canada, près de 5% des employés ont recours à des stratégies formelles de télétravail. La plupart des télétravailleurs s'absentent du bureau en moyenne cinq à six jours par mois, bien que certains travaillent en dehors du bureau de façon permanente.

Recherches sur le télétravail

Les recherches sur le télétravail indiquent qu'il influe à la fois positivement et négativement sur les employés. Certaines études prétendent qu'il favorise le rendement, la satisfaction professionnelle, l'engagement professionnel et la réduction du roulement du personnel. D'autres suggèrent que le télétravail érode les relations avec les cadres et les collègues de travail, isole socialement et professionnellement, augmente les conflits travail-famille et encourage le surmenage. La réussite du télétravail dépend de la manière dont il est mis en place, des moyens qui le soutiennent et de sa fréquence.

W.23

Les employés qui travaillent à la maison ont tout de même besoin d'un environnement physique pour les soutenir et toutes les recommandations faites plus haut s'appliquent également à l'environnement du télétravail. Les employeurs devraient s'assurer que leurs employés sont sensibilisés à l'acoustique, à l'éclairage, à la qualité de l'air et aux conditions thermiques de leur maison et à l'agencement de leur aire de travail domestique. Il est également important que leur bureau domestique dispose de la technologie et du mobilier adéquats. Pour les employés qui télétravaillent de façon permanente, il faudrait s'assurer qu'ils ne s'isolent pas de leurs collègues de bureau et des occasions de réseauter et de faire progresser leur carrière.

Bureaux sans poste fixe : Les bureaux sans poste fixe sont utilisés par les employés qui travaillent la plupart du temps à l'extérieur des bureaux de leur organisation. Plutôt que de leur fournir un poste de travail individuel, les organisations créent un certain nombre d'aires de travail que l'on peut réserver selon les besoins. Chaque aire de travail est équipée d'un ordinateur, d'un téléphone et parfois de prises électriques pour le branchement d'ordinateurs portables et autre matériel électronique personnel.

Recherches sur les bureaux sans poste fixe

Il existe peu de recherches rigoureuses sur les effets des bureaux sans poste fixe sur les employés. Une preuve anecdotique suggère toutefois que les employés de ces bureaux ne les voient pas toujours d'un bon œil. Selon l'IFMA, 27% des gestionnaires d'immeubles interrogés rapportent une baisse de moral après usage de ces bureaux.

W.24

Bien que ces « employés nomades » passent peu de temps dans les bureaux de l'organisation, leurs besoins restent semblables à ceux des employés « sédentarisés ». Une bonne conception de bureau est donc tout aussi importante pour ce type de stratégie bureautique de rechange. Les bureaux sans poste fixes ont très souvent ouverts, type « salle de presse »; qu'ils ne favorisent pas l'intimité importe peu, car les usagers de ces bureaux y passent des périodes relativement courtes. Toutefois, cet environnement est souvent le seul endroit où les employés peuvent se concentrer sur leurs tâches de bureau, puisqu'ils sont la plupart du temps en déplacement ou en visite. Les bureaux sans poste peuvent également réduire les occasions pour leurs usagers d'établir un territoire personnel dans le bureau et de personnaliser leur aire de travail. Les concepteurs de bureau doivent réfléchir à tout ce qui peut améliorer la satisfaction des employés vis-à-vis de cet environnement bureautique. À l'adaptabilité, notamment, car les postes de travail sont utilisés indifféremment par différentes personnes. Il serait également bon de prévoir une gamme variée d'espaces (postes de travail individuels, zones de calme, salles de réunion, etc.) à partir de laquelle nos employés nomades pourraient choisir en fonction de leurs tâches. Les concepteurs ne doivent pas oublier d'inclure quelques espaces à caractère plus social où les employés nomades pourront se rencontrer de façon informelle.

Logiciel PRAO-ODE

Quel que soit le type d'aire de travail, les employés cherchent à satisfaire le même confort et les mêmes besoins professionnels. Les concepteurs pourront utiliser le logiciel PRAO Évaluateur de conception de bureau pour modéliser les environnements et les conditions résultantes. Le logiciel peut également alerter les concepteurs sur les éventuels problèmes et identifier les caractéristiques adéquates de la conception. À l'instar des recommandations pratiques contenues dans ce guide ou fournies par le logiciel, toute stratégie de conception de bureau doit contenir des politiques qui encouragent la communication entre les employés et leur direction, la rétroaction sur la conception de bureau et la conception participative. La satisfaction des employés vis-à-vis de leur environnement de travail repose sur des discussions ouvertes entre la direction, les concepteurs et les employés favorisent.

Disponible à l'adresse : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/07-Softwaref.html

Conclusion
Résultat final

Il n'est pas facile de vouloir agir sur la productivité organisationnelle d'une organisation, parce qu'est difficile de déterminer avec exactitude les nombreuses relations qu'entretiennent ses intrants et extrants. Comme il est également difficile de mesurer scientifiquement le rôle de chacun des éléments qui contribuent à la productivité, il semble prétentieux d'attendre des résultats précis de toute recommandation.

Notre objectif était d'évaluer les effets des comportements et les attitudes des employés sur la productivité. Comme nous l'avons vu, les employés représentent le coût le plus important d'une organisation, et ils sont également ceux qui influent le plus et le plus directement sur les biens produits ou les services produits fournis. En mesurant directement sur le lieu de travail les effets de la conception des bureaux sur les employés, les chercheurs peuvent proposer des recommandations concrètes susceptibles d'améliorer la contribution des employés au résultat final : la productivité.

Les recherches montrent clairement que la conception de bureau influe sur la satisfaction, l'engagement professionnel, le rendement, la santé et le confort des employés. La réalisation des objectifs des employés est essentielle à la réussite de leur organisation; il est par conséquent impossible de vouloir ignorer ou de minimiser ces objectifs. Le temps et le travail consentis à améliorer l'environnement de bureau ne représentent qu'une infime partie des coûts d'exploitation d'une organisation, et ils doivent être considérés comme un investissement dans ce qu'elle a de plus précieux comme capital : ses employés.

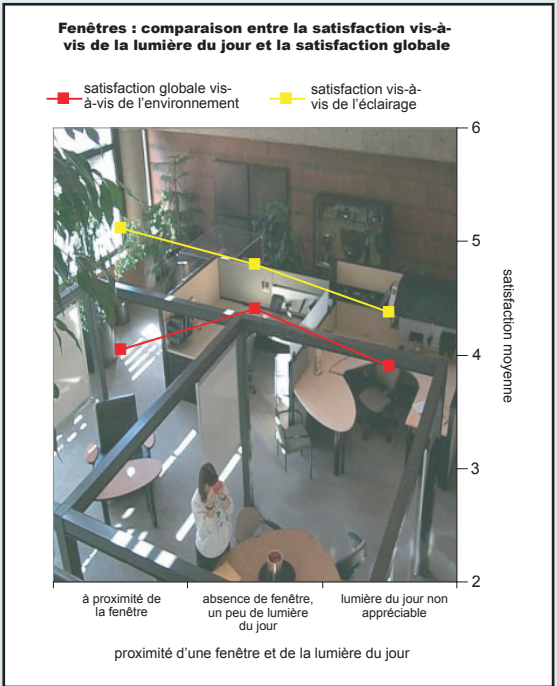
Résumé des recommandations

Principale recommandation : concevoir en fonction des employés et des tâches à exécuter. Il convient toutefois de choisir les priorités au cours de la conception : les caractéristiques qui répondent à certains besoins contredisent parfois certains autres. Les concepteurs ne doivent pas oublier cette importante réalité, s'ils veulent se concentrer sur les principales caractéristiques des bureaux et réussir leur projet. Les logiciels PRAO-ODE et PRAO-Calc peuvent aider les concepteurs dans leurs choix de solutions. Ils peuvent être consultés à l'adresse : http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/07-Softwaref.html

Recherches sur la conception interactive

Les recommandations fondées sur les recherches sont parfois contradictoires et forcent souvent à prioriser les objectifs de satisfaction. Les cloisons devraient être suffisamment basses pour laisser entrer la lumière naturelle, mais les cloisons basses ne favorisent pas le confort acoustique. Les employés proches des fenêtres sont plus satisfaits de l'éclairage, mais sont moins satisfaits du confort thermique et des conditions globales. Les concepteurs de bureaux doivent prioriser les besoins des employés et choisir ceux qui satisferont la conception. Les recommandations des employés sont un excellent moyen de déterminer les caractéristiques essentielles d'un projet donné.

C.1



La proximité d'une fenêtre augmente la satisfaction vis-à-vis de l'éclairage, mais diminue la satisfaction globale. Ceci est probablement dû au fait que les fenêtres peuvent créer un inconfort thermique à partir d'une source locale de chaleur de froid. D'après Veitch et al. (2003).

Les recommandations continues dans ce guide ont été résumées par élément de bureau.

Cloisons :

-Cloisons qui enferment les employés sur au moins 3 côtés
-Opaques pour favoriser une intimité visuelle
-Indice de transmission du son (STC) d'au moins 20
-Coefficient d'absorption moyenne (SAA) de 0,70
-Réflectance de la lumière entre 40 et 70 %
-Esthétiquement agréables : forme, couleur, texture
-Hauteurs minimales : 1,4 m, (54 po) pour l'intimité visuelle et 1,6 m (64 po) pour l'intimité acoustique; hauteur maximale de 1,7 m (66 po) pour percevoir la qualité de l'air intérieur (QAI)
-Équilibre en matière d'intimité, de distribution de la lumière et d'accès à la lumière du jour; parties supérieures transparentes pour favoriser la pénétration du rayonnement solaire
-Faible émanation de contaminants

Murs :

-Réflectance entre 50 et 70 % pour favoriser la distribution de la lumière
-Revêtements ayant une SAA de 0,7 pour favoriser l'intimité (si possible)
-Peinture à faible émanation de contaminants

Postes de travail :

-Taille qui offre un espace et un confort adéquats et favorise la personnalisation; prévoir une surface entre 5,9 m^2 (64 pi^2) et 13,4 m^2 (144 pi^2); éviter une densité élevée (trop de personnes en un même endroit ou en un endroit trop petit)
-Isolés des sources de bruit et de pollution par l'air, comme le matériel, les couloirs principaux, les salles à manger/les salles de réunion, etc.
-Situés près de ressources importantes, comme les membres de l'équipe de travail ou le matériel; équilibre des besoins en ressources, intimité, et QAI
-Températures entre 20 et 28°C (68-82°F), selon la saison et l'humidité relative
-Humidité relative entre 30 % et 60 %
-Vitesse de déplacement de l'air inférieure à 0,2 m/s (40 fpm), sauf s'il est prévu un système de régulation individuel
-Prévoir un nettoyage et un entretien réguliers

Mobilier et matériel :

-En fonction des besoins et des tâches des employés. Minimum requis : un ordinateur, plusieurs surfaces de travail, un fauteuil confortable, un local de rangement qui se ferme à clé et quelques rayonnages
-Mobilier ajustable et modulable au gré des préférences personnelles et des caractéristiques du bureau (hauteur, dimensions, etc.); concerne les fauteuils, la hauteur des surfaces, le rayonnage, etc.
-Agencement fauteuil/bureau, avec espace de travail habituel libre d'éblouissement et éclairage adéquat (géométrie source/aire de travail/yeux), intimité visuelle et intimité acoustique
-Emplacement peu propice à un inconfort thermique local (courants d'air ou chaleur/froids radiants)
-Faible émanation de contaminants
-Surfaces mattes : bureaux, écrans d'ordinateur, matériel, rayonnage, etc.; placer des filtres anti-éblouissement sur les écrans d'ordinateur
-Couleurs claires pour une meilleure distribution de la lumière et une meilleure atmosphère; éviter les bureaux incolores et uniformément neutres

Plafonds :

-Réflectance de la lumière entre 75 et 90 %; s'assurer que les plafonds ne deviennent pas des sources d'éblouissement
-SAA d'au moins 0,90; envisager insonorisation et toute conception de plafond qui réduit la propagation du son
-Peinture et matériel à faible émanation de contaminants

Fenêtres :

-Autant que possible, pour maximiser le rayonnement solaire
-Limites supérieurs des fenêtres aussi proches que possible du plafond pour maximiser la pénétration de la lumière du jour
-Accès direct ou distant aux fenêtres pour tous les employés (dans le poste de travail ou dans les salles de réunion/salles à manger)
-Dispositifs d'ombrage (stores ou rideaux) pour contrôler le rayonnement solaire direct
-Adéquatement isolées

Appareils d'éclairage :

-Conception de l'éclairage en fonction des caractéristiques d'un bureau meublé, non d'un espace vie
-Éclairage ambiant et de travail adéquats, en fonction des recommandations de l'lluminating Engineering Society of North America (IESNA), du Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail (RCSST) et autres organismes reconnus
-Uniformité confortable dans toutes les aires de travail
-Appareils d'éclairage adéquats; envisager des luminaires à paralume avec dispositif indirect; éviter les luminaires à lentilles prismatiques; tenir compte de l'apparence esthétique, du coût, de l'entretien et de l'efficacité énergétique
-Emplacement et nombre d'appareils d'éclairage en fonction des besoins en éclairement lumineux et en uniformité, d'éventuels problèmes d'éblouissement, apparence esthétique et des conditions acoustiques
-Éclairage d'accentuation qui remplit les ombres, crée un intérêt visuel et met en valeur les éléments architecturaux et les éléments importants/intéressants de la pièce
-Éclairage de travail adéquat et ajustable qui offre un éclairement adéquat sur les surfaces de travail
-Ballasts électroniques à la place de ballasts magnétiques
-Lampes éconergétiques
-Lampes avec un bon indice de rendu des couleurs (IRC) de 70 et plus
-Lampes, écrans et géométrie source/aire de travail/yeux qui ne causent pas d'éblouissement
-Commandes d'éclairage individuelles

Ventilation mécanique :

-Densité des bureaux en fonction de la capacité d'alimentation en air de la capacité thermique du système de ventilation
-Alimentation en air extérieur recommandée : au moins 8,5 litres par seconde par personne (17 cfm), et préférablement, 10 litres par seconde par personne (20 cfm)
-Périmètre de chauffage et de refroidissement pour réduire l'inconfort thermique près des fenêtres
-Diffuseurs placés de façon à ne pas provoquer de courants d'air
-Nettoyage et entretien réguliers du système de ventilation
-Diffuseurs et grilles de reprise toujours ouverts et libres

Commandes individuelles :

-Commandes individuelles qui permettent aux employés de déterminer les conditions propres à leurs bureaux
-Accessibles, utiles et faciles à régler
-Commandes d'éclairage, comme les stores et les écrans, lampes de bureau, d'étagère
-Thermostats accessibles
-Commandes de régulation de la ventilation individuelles qui permettent aux employés de régler la vitesse de déplacement et la direction de l'air dans le poste de travail
-Mobilier modulable

Systèmes de masquage sonore :

-Bruits de fond neutres provenant d'un système de masquage sonore
-Spectre spécifiquement conçu pour les bureaux; éviter le bruit de sifflement ou de grondement
-Entre 45 et 48 dB(A)
-Masquage sonore constant dans toutes les aires pour éliminer les différences avec les zones calmes

Suggestions de politiques de bureau :

-Politiques qui encouragent les usages professionnels et le respect des collègues de travail
-Politique acoustique qui exige des employés qu'ils parlent calmement au téléphone, utilisent des écouteurs et prévoir des salles de réunions/conversation privée
-Dossier de plaintes avec commentaires des employés et rétroaction subséquente
-Sensibilisation à un calendrier de nettoyage/entretien réguliers
-Code vestimentaire qui permette aux employés de satisfaire leur confort thermique et leurs préférences personnelles
-Politiques qui favorisent la personnalisation
-Consultation et participation des employés à la conception de bureau

Bibliography

Productivité organisationnelle

P.1

Jenkins, P. L., Phillips, T. J., Mulberg, E.J., & Hui, S.P. (1992a). Activity patterns of Californians: Use of and proximity to indoor pollutant sources. *Atmospheric Environment, 26A*(12), 2141-2148.

International Facility Management Association (IFMA). (2002). *Project management benchmarks* (Research Report #23). Houston: International Facility Management Association. Website: http://www.ifma.org

Back

P.2

Bailey, D. E. & Kurland, N. B. (2002). A review of telework research: Findings, new directions, and lessons for the study of modern work. *Journal of Organizational Behaviour, 23,* 511-532.

Brill, M., Weidemann, S., & the BOSTI Associates. (2001). *Disproving widespread myths about workplace design.* Jasper, IN: Kimball International.

International Facility Management Association (IFMA). (2002). *Project management benchmarks* (Research Report #23). Houston: International Facility Management Association. Website: http://www.ifma.org

Van der Spiegel, J. (1995). New information technologies and changes in work. In A. Howard (Ed.). *The changing nature of work* (pp.97-111). San Francisco, CA: Jossey Bass.

Back

P.3

Brill, M., Weidemann, S., & the BOSTI Associates. (2001) *Disproving widespread myths about workplace design.* Jasper, IN: Kimball International.

Back

P.4

Abbasi, S. M., & Hollman, K. W. (2000). Turnover: The real bottom line. *Public Personnel Management, 29*(3), 333-342.

Carlopio, J. R. (1996). Construct validity of a physical work environment satisfaction questionnaire. *Journal of Occupational Health Psychology, 1*(3), 330-344.

Harter, J. K., Schmidt, F. L., & Hayes, T. L. (2002). Business-unit –level relationship between employee satisfaction, employee engagement, and business outcomes: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology, 8*(2), 268-279.

Koys, D. J. (2001). The effects of employee satisfaction, organizational

citizenship behavior, and turnover on organizational effectiveness: A unit-level, longitudinal study. *Personnel Psychology, 54*(1), 101-114.

Lambert, E. G., Hogan, N. L., & Barton, S. M. (2001). The impact of job satisfaction on turnover intent: A test of a structural measurement model using a national sample of workers. *Social Science Journal, 38*(2), 233-250.

Podsakoff, P. M., Mackenzie, S .B., Paine, J. B., & Bacharach, D. G. (2000). Organizational citiczenship behaviours: A critical review of the theoretical and empirical literature and suggestions for future research. *Journal of Management, 26,* 513-563.

Sturges, J., & Guest, D. (2001). Don't leave me this way! A qualitative study of influences on the organisational commitment and turnover intentions of graduates early in their career. *British Journal of Guidance and Counselling, 29*(4), 447-462.

Back

P.5

Brouwer, W. B. F., van Exel, N. J. A., Koopmanschap, M. A., & Rutten, F. F. H. (2002). Productivity costs before and after absence from work: As important as common? *Health Policy, 61,* 173-187.

Bolin, A. & Linette, H. (2001). Predictors of employee deviance: The relationship between bad attitudes and bad behaviour. *Journal of Business and Psychology, 15*(3), 405-418.

Cotton, P., & Hart, P. M. (2003). Occupational wellbeing and performance: A review of organisational health research. *Australian Psychologist, 38*(2), 118-127.

Hardy, G. E., Woods, D., & Wall, T. D. (2003). The impact of psychological distress on absence from work. *Journal of Applied Psychology, 88*(2), 306-314.

Statistics Canada. (2002). *Work absence rates, 1991-2001*. Ottawa, ON: Statistics Canada.

Back

P.6

Bass, B. M. & Avolio, B. J. (1994). *Improving organizational effectiveness through transformational leadership.* Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

de Jonge, J. Dormann, C., Janssen, P. P. M., Dollard, M. F., Kandeweerd, J. A., & Nijhuis, F. J. N. (2001). Testing reciprocal relationships between job characteristics and psychological well-being: A cross-lagged structural equation model. *Journal of Occupational and Organizational Psychology, 74*, 29-46.

Pousette, A. & Jan Johanssen, H. (2002). Job characteristics as predictors of ill-health and sickness absenteeism in different

occupational types: A multigroup structural equation modelling approach. *Work and Stress*, *16*(3), 229-250.

Back

P.7

Brill, M., Weidemann, S., & the BOSTI Associates. (2001). *Disproving widespread myths about workplace design.* Jasper, IN: Kimball International.

Charles, K. E., Veitch, J. A., Farley, K. M. J., Newsham, G. R. (2003). *Environmental Satisfaction in Open-Plan Environments: 3. Further Scale Validation* (Research Report, IRC-RR-152). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr152

Veitch, J. A., Charles, K. E., & Newsham, G. R. (2004). *Workstation design for the open-plan office* (Construction Technology Update No. 61). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/catalogue/ctu.html

Back

P.8

Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE). (1999). *Environmental factors affecting office worker performance: A review of the evidence.* Windsor, UK: Reedprint Limited.

Fisk, W. J. (2000). Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. *Annual Review of Energy and Environment, 25,* 537-536.

Leaman, A. & Bordass, B. (1999). Productivity in buildings: The "killer" variables. *Building Research and Information, 27*(1), 4-19.

Back

Acoustique

A.1 Cohen, S., & Weinstein, N. (1982). Nonauditory effects of noise on behavior and health. In G. W. Evans (Ed.), *Environmental Stress* (pp. 45-74). New York: Cambridge University Press.

Kjellberg, A., Landström, U., Tesarz, M., Söderberg, L., & Åkerlund, E. (1996). The effects of nonphysical noise characteristics, ongoing task and noise sensitivity on annoyance and distraction due to noise at work. *Journal of Environmental Psychology, 16,* 123-136.

Back

A.2 Sundstrom, E., Town, J. P., Rice, R. W., Osborn, D. P., & Brill, M. (1994). Office noise, satisfaction, and performance. *Environment and Behavior, 26*(2), 195-222.

Veitch, J. A., Charles, K. E., Newsham, G. R., Marquardt, C. J. G., & Geerts, J. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 5. Workstation and physical condition effects* (Research Report, IRC-RR-154). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr154

Back

A.3 American National Standards Institute. (1997). *Methods for calculation of the speech intelligibility index* (ANSI S3.5-1997). New York: Acoustical Society of America. Website: http://www.ansi.org

Wang, C., & Bradley, J. S. (2002). Prediction of the speech intelligibility index behind a single screen in an open-plan office. *Applied Acoustics, 63,* 867-883.

Back

A.4 Bradley, J. S., & Gover, B. N. (2003). *Describing levels of speech privacy in open-plan offices* (Research Report, IRC-RR-138). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr138

Back

A.5 Banbury, S., & Berry, D. C. (1997). Habituation and dishabituation to speech and office noise. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 3*(3), 181-195.

Banbury, S., & Berry, D. C. (1998). Disruption of office-related tasks by speech and office noise. *British Journal of Psychology, 89,* 499-517.

Banbury, S. P., Macken, W. J., Sebastien, T., & Jones, D. M. (2001). Auditory distraction and short-term memory: Phenomena and

practical implications. *Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 43*(1), 12-29.

Bradley, J. S., & Gover, B. N. (2003). *Describing levels of speech privacy in open-plan offices* (Research Report, IRC-RR-138). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr138

Back

A.6

Canadian Standards Association. (2000). *Guideline on office ergonomics* (Z412-00 Update No. 2 [June 2003]). Toronto: CSA International. Website: http://www.csa.ca

Navai, M., & Veitch, J. A. (2003). *Acoustic satisfaction in open-plan offices: Review and recommendations* (Research Report, IRC-RR-151). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr151

Back

A.7

Evans, G. W., & Johnson, D. (2000). Stress and open-office noise. *Journal of Applied Psychology, 85,* 779-783.

Melamed, S., Fried, Y., & Froom, P. (2001). The interactive effect of chronic exposure to noise and job complexity on changes in blood pressure and job satisfaction: A longitudinal study of industrial employees. *Journal of Occupational Health Psychology*, *6*(3), 182-195.

Back

A.8

Banbury, S. P., Macken, W. J., Sebastien, T., & Jones, D. M. (2001). Auditory distraction and short-term memory: Phenomena and practical implications. *Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 43*(1), 12-29.

Loewen, L. J., & Suedfeld, P. (1992). Cognitive and arousal effects of masking office noise. *Environment and Behavior, 24*(3), 381-395.

Veitch, J. A., Bradley, J. S., Legault, L. M., Norcross, S. G., & Svec, J. M. (2002). *Masking speech in open-plan offices with simulated ventilation noise: Noise-level and spectral composition effects on acoustic satisfaction* (Research Report, IRC-IR-846). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/ir846

Back

A.9

Veitch, J. A., Bradley, J. S., Legault, L. M., Norcross, S. G., & Svec, J. M. (2002). *Masking speech in open-plan offices with simulated ventilation noise: Noise-level and spectral composition effects on acoustic satisfaction* (Research Report, IRC-IR-846). Ottawa,

ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc.cnrc.gc.ca/fulltext/ir846

Back

Bradley, J. S. (2004). *Acoustic design for open-plan offices.* (Construction Technology Update No.63). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/catalogue/ctu.html

Bradley, J. S., & Wang, C. (2001). *Measurements of sound propagation between mock-up workstations* (Research Report, IRC-RR-145). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr145

Wang, C. & Bradley, J. S. (2002). Sound propagation between two adjacent rectangular workstations in an open-plan office. I: Mathematical modeling, *Applied Acoustics, 63*(12), 1335-1352. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc46314

Wang, C. & Bradley, J. S. (2002). Sound propataion between two adjacent rectangular workstations in an open-plan office. II: Effects of office variables. *Applied Acoustics, 63*(12), 1353-1374. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc46315

Wang, C. & Bradley, J. S. (2002). A Mathematical model for a single screen barrier in open-plan offices. *Applied Acoustics, 63*(8), 849-866. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc44486

Wang, C. & Bradley, J. S. (2002). Prediction of the speech intelligibility index behind a single screen in an open-plan office. *Applied Acoustics, 63*(8), 867-883. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc44286

Warnock, A. C. C. (2004). *Acoustical design guide for open offices* (Research Report, IRC-RR-163). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr163

Back

I.1 Fisk, W. J. (2000). Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. *Annual Review of Energy and the Environment, 25,* 537-566.

Mendell, M. J., Sieber, W. K., Dong, M. X., Malkin, R., & Wilcox, T. (1999). Symptom prevalence distributions in U.S. office buildings investigated by NIOSH for indoor environmental quality complaints. In *Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate* (Vol. 2, pp. 877-882). London, UK: Construction Research Communications.

Milton, D.K., Glencross, P.M., & Walters, M.D. (2000). Risk of sick leave associated with outdoor air supply rate, humidification, and occupant complaints. *Indoor Air, 10*(4), 212-221.

Back

I.2 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2001). *Ventilation for acceptable indoor air quality* (ANSI/ASHRAE Standard 62-2001). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy* (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.3 Public Works Canada Realty Services and National Research Council Canada. (1992). *Managing indoor air quality: A manual for property managers.* Ottawa, ON: National Research Council Canada.

Public Works Canada Realty Services and National Research Council Canada. (1992). *Controlling indoor air quality: Ventilation engineering guide.* Ottawa, ON: National Research Council Canada.

Vaculik, F., & Shaw, C. Y. (1995). *Maintaining indoor air quality through the use of HVAC systems*. Ottawa, ON: National Research Council Canada.

Back

I.4 Gyntelberg, F., Suadicani, P., Nielsen, J. W., Skov, P., Valbjorn, O., Nielsen, P. A., Schneider, T., Jorgensen, O., Wolkoff, P., Wilkins, C. K., Gravesen, S., & Norn, S. (1994). Dust and the sick building syndrome. *Indoor Air, 4,* 223-238.

Harrison, J., Pickering, C. A. C., Faragher, E. B., Austwick, P. K. C., Little, S.A., & Lawton, L. (1992). An investigation of the

relationship between microbial and particulate indoor air pollution and the sick building syndrome. *Respiratory Medicine, 86*(3), 225-235.

Hill, B. A., Craft, B. F., & Burkart, J. A. (1992). Carbon dioxide, particulates, and subjective human responses in office buildings without histories of indoor air quality problems. *Applied Occupational Environmental Hygiene, 7*(2), 101-111.

Koldstad, H. A., Brauer, C., Iversen, M., Sigsgaard, T., & Mikkelsen, S. (2002). Do indoor molds in nonindustrial environments threaten workers' health? A review of the epidemiological evidence. *Epidemiological Reviews, 24*(2), 203-217.

Molhave, L., Bach, B., & Pedersen, O. F. (1986). Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds. *Environment International, 121*(4), 167-175.

Wargocki, P., Lagercrantz, L., Witterseh, T., Sundell, J., Wyon, D. P., & Fanger, P. (2002). Subjective perceptions, symptom intensity and performance: A comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in an office. *Indoor Air, 12,* 74-80.

Wyon, D. P. (2004). The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air, 14*(Suppl. 7), 92-101.

Back

I.5

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (1997). Indoor environmental health. In *ASHRAE Handbook: Fundamentals* (pp. 9.1-9.24). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (1997). Air contaminants. In *ASHRAE Handbook: Fundamentals* (pp. 12.1-12.8). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.6

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2003). *Addendum ad to ANSI/ASHRAE Standard 62-2001*. Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Health Canada. (1995). *Exposure guidelines for residential indoor air quality: A report of the federal-provincial advisory committee on environmental and occupational health.* Ottawa, ON: Health Canada. Website: http://www.hc-sc.gc.ca

U.S. Environmental Protection Agency. (2000). *National Ambient Air Quality Standards* (Code of Federal Regulations, Title 40, Part 50). Website: http://www.epa.gov

World Health Organization (WHO). (2000). *Air quality guidelines for Europe* (2nd Ed., World Health Organization Regional Publications, European Series No. 91). Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe. Website: http://www.who.int

Back

I.7 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2001). *Ventilation for acceptable indoor air quality* (ANSI/ASHRAE Standard 62-2001). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.8 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2001). *Ventilation for acceptable indoor air quality* (ANSI/ASHRAE Standard 62-2001). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Addendum n to ANSI/ASHRAE Standard 62-2001*. Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Charles, K. E. & Veitch, J. A. (2002). *A literature review on the relationship between outdoor ventilation rates in offices and occupant satisfaction* (Research Report, IRC-RR-160). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr160

Godish, T. & Spengler, J. D. (1996). Relationships between ventilation and indoor air quality: A review. *Indoor Air, 6*, 135-145.

Seppanen, O. A., Fisk, W. J., & Mendell, M. J. (1999). Association of ventilation rates and carbon dioxide concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. *Indoor Air*, 9(4), 226-252.

Back

I.9 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2001). *Ventilation for acceptable indoor air quality* (Standard 62-2001). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Addendum n to ANSI/ASHRAE Standard 62-2001*. Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.10 Shaw, C. Y. (1997). *Maintaining acceptable air quality in office buildings through ventilation* (Construction Technology Update No. 3). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for

Research in Construction. Available at:
Back http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ctus/ctu03e.pdf

I.11 Bauman, F. S., Faulkner, P. E., Arens, E. A., Fisk, W. J., Johnston, L. P., McNeel, P. J., Pih, D., & Zhang, H. (1992). Air movement, ventilation, and comfort in a partitioned office space. *ASHRAE Transactions, Symposia, 98*(1), 756-780.

Charles, K. E. (2002). *Office air-distribution systems and occupant satisfaction* (Research Report, IRC-RR-161). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr161

Shaw, C. Y., MacDonald, M. A., Galasiu, A. D., Reardon, J. T., & Won, D. Y. (2003). *Experimental investigation of ventilation performance in a mock-up open-plan office* (Research Report, IRC-RR-177). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr177

Shaw, C. Y. (2000). *Influence of air diffuser layout on the ventilation of workstations* (Construction Technology Update No. 37). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ctus/ctu37e.pdf

Veitch, J. A., Charles, K. E., Newsham, G. R., Marquardt, C. J. G., & Geerts, J. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 5. Workstation and physical condition effects* (IRC-RR-154). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at:
Back http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr154

I.12 Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G, Geerts, J., & Sander, D.M. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 6. Satisfaction algorithms for software* (IRC-RR-155). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr155

Veitch, J. A., Charles, K. E., Newsham, G. R., Marquardt, C. J. G., & Geerts, J. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 5. Workstation and physical condition effects* (IRC-RR-154). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at:
Back http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr154

I.13 Clausen, G. (2004). Ventilation filters and indoor air quality: A review of research from the International Centre for Indoor Environment

and Energy. *Indoor Air, 14*(Suppl. 7), 202-207.

Fisk, W. J., Faulkner, D., Palonen, J., & Seppanen, O. (2002). Performance and costs of particle air filtration technologies. *Indoor Air, 12,* 223-234.

Won, D. Y. & Shaw, C. Y. (2004). Investigation of building materials as VOC sources in indoor air. In *Proceedings of the Joint NSC-NRC Workshop on Construction Technologies, Taipei, Taiwan* (pp. 173-180). Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc47056

Won, D. Y., Magee, R. J., Lusztyk, E., Nong, G., Zhu, J., Zhang, J. S., Reardon, J. T., & Shaw, C. Y. (2003). A comprehensive VOC emission database for commonly-used building materials. In *Proceedings of the 7th International Conference on Healthy Buildings, Singapore* (pp. 1-6). Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc46265

Back

I.14

Ahmad, I., Tansel, B., & Mitrani, J. D. (2001). Effectiveness of HVAC duct cleaning procedures in improving indoor air quality. *Environmental Monitoring and Assessment, 72*, 265-276.

Bluyssen, P. M., Cox, C., Seppanen, O., de Oliveira Fernandes, E., Clausen, G., Muller, B., & Roulet, C. A. (2003). Why, when and how do HVAC-systems pollute the indoor environment and what to do about it? The European AIRLESS project. *Building and Environment, 38*(2), 209-225.

Clausen, G. (2004). Ventilation filters and indoor air quality: A review of research from the International Centre for Indoor Environment and Energy. *Indoor Air, 14*(Suppl. 7), 202-207.

Ebbenhoj, N. E., Hansen, M. O., Sigsgaard, T., & Larsen, L. (2002). Building-related symptoms and molds: A two-step intervention study. *Indoor Air, 12*, 273-277.

Franke, D. L., Cole, E. C., Leese, K. E., Foarde, K. K., & Berry, M. A. (1997). Cleaning for improved indoor air quality: An initial assessment of effectiveness. *Indoor Air, 7*(1), 41-54.

Kemp, P. C., Dingle, P., & Newmeister, H. G. (1998). Particulate matter intervention study: A causal factor of building-related symptoms in an older building. *Indoor Air, 8*, 153-171.

Back

I.15

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2001). Thermal comfort. In *ASHRAE Handbook: Fundamentals* (pp.8.1-8.29). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Charles, K. E. (2003). *Fanger's thermal comfort and draught models.* (Research Report, IRC-RR-162). Ottawa, ON: National Research

Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr162

Fang, L., Wyon, D. P., Clausen, G., & Fanger, P. O. (2004). Impact of indoor temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. *Indoor Air, 14*(Suppl. 7), 74-81.

Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort.* Copenhagen: Danish Technical Press.

Pilcher, J. J., Nadler, E., & Busch, C. (2002). Effects of hot and cold temperature exposure on performance: A meta-analytic review. *Ergonomics, 45*(10), 682-698.

Back

I.16

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy* (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). Atlanta, GA:ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2001). Thermal comfort. In *ASHRAE Handbook: Fundamentals* (pp.8.1-8.29). Atlanta, GA: ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.17

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy* (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). Atlanta, GA:ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.18

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy* (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). Atlanta, GA:ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Back

I.19

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy* (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). Atlanta, GA:ASHRAE. Website: http://www.ashrae.org

Arens, E., Xu, T., Miura, K., Hui, Z., Fountain, M., & Bauman, F. S. (1998). A study of occupant cooling by personally controlled air movement. *Energy and Buildings, 27,* 45-59.

Charles, K. E. (2003). *Fanger's thermal comfort and draught models.* (Research Report, IRC-RR-162). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr162

Fanger, P. O., Melikov, H., Hanzawa, H., & Ring, J. (1988). Air turbulence and sensation of draught. *Energy and Buildings, 12*, 21-39.

Kubo, H., Isoda, N., & Enomoto-Koshimizu, H. (1997). Cooling effects of preferred air velocity in muggy conditions. *Building and Environment, 32*(3), 211-218.

Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G., Geerts, J., Bradley, J. S., Shaw, C. Y., & Reardon, J. T. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 4. Relationships between physical variables* (Research Report, IRC-RR-153). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr153

Toftum, J. (2004). Air movement – good or bad? *Indoor Air, 14*(Suppl. 7), 40-45.

Shaw, C. Y., MacDonald, M. A., Galasiu, A. D., Reardon, J. T., & Won, D. Y. (2003). *Experimental investigation of ventilation performance in a mock-up open-plan office* (Research Report, IRC-RR-177). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr177

Back

I.20

Bauman, F. S., Carter, T. G., Baughman, A. V., & Arens, E. A. (1998). Field study of the impact of a desktop task/ambient conditioning system in office buildings. *ASHRAE Transactions, 104*, 1153-1171.

Charles, K. E. (2002). *Office air-distribution systems and occupant satisfaction* (Research Report, IRC-RR-161). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr161

Hedge, A., Mitchell, A. T., & Parmelee, S. L. (1993). Reactions of office workers and facilities managers to underfloor task ventilation in offices. *Journal of Architectural and Planning Research, 10*(3), 203-218.

Melikov, A. K. (2004). Personalized ventilation. *Indoor Air, 12*(Suppl. 7), 157-167.

Back

L.1 Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). *Lighting handbook: Reference & application* (9th ed.). New York: Illuminating Engineering Society of North America. Website: http://www.iesna.org

Veitch, J. A. (1998). Commentary: On unanswered questions. In J. A. Veitch (Ed.), *Proceedings of the First CIE Symposium on Lighting Quality* (Vol. CIE-x015-1998, pp. 88-91). Vienna, Austria: Commission Internationale de l'Eclairage Central Bureau. Website: http://www.cie.co.at

Back

L.2 Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). Quality of the Visual Environment. In *Lighting handbook: Reference & application* (9th ed., Chapter 10). New York: Illuminating Engineering Society of North America. Website: http://www.iesna.org

Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2004). *American national standard practice for office lighting* (ANSI/IESNA-RP-1-04). New York: IESNA. Website: http://www.iesna.org

Back

L.3 Boyce, P. R., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Myer, M., & Hunter, C. (2003). *Lighting quality and office work: A field simulation study* (PNNL 14506). Richland, WA, USA: Pacific Northwest National Laboratory. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/b3214.1

Steelcase. (1999). *Seeing the difference: The importance of quality lighting in the workplace*. Grand Rapids, MI.: Steelcase. Website: http://www.steelcase.com

Back

L.4 Boyce, P. R., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Myer, M., & Hunter, C. (2003). *Lighting quality and office work: A field simulation study* (PNNL 14506). Richland, WA, USA: Pacific Northwest National Laboratory. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/b3214.1

Moore, T., Carter, D. J., & Slater, A. I. (2004). A study of opinion in offices with and without user-controlled lighting. *Lighting Research and Technology, 36*(2), 131-146.

Newsham, G. R., & Veitch, J. A. (2001). Lighting quality recommendations for VDT offices: A new method of derivation. *Lighting Research and Technology, 33*, 97-116. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc44481

Newsham, G. R., Marchand, R. G., & Veitch, J. A. (2004). Preferred surface luminances in offices, by evolution. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 33*(1), 14-29. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc46976

Back

L.5

Flynn, J. E., Hendrick, C., Spencer, T., & Martyniuk, O. (1979). A guide to methodology procedures for measuring subjective impressions in lighting. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 8*, 95-110.

Loe, D. L., Mansfield, K. P., & Rowlands, E. (1994). Appearance of lit environment and its relevance in lighting design: Experimental study. *Lighting Research and Technology, 26*, 119-133.

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (2000b). Preferred luminous conditions in open-plan offices: Research and practice recommendations. *Lighting Research and Technology, 32*, 199-212. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc43061

Back

L.6

Canada Occupational Health and Saftey Regulations (SIOR/86-304) *Part VI, Lighting* (SOR/89-515.s.1). Online: Department of Justice Canada http://laws.justice.gc.ca/en/L-2/SOR-86-304/index.html

Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). *Lighting handbook: Reference and application* (9th ed.). New York: Illuminating Engineering Society of North America. Website: http://www.iesna.org

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (2000b). Preferred luminous conditions in open-plan offices: Research and practice recommendations. *Lighting Research and Technology, 32*, 199-212. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc43061

Back

L.7

Boyce, P. R., Hunter, C. M., & Inclan, C. (2003). Overhead glare and visual discomfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 32*(1), 73-88.

Commission Internationale de l'Eclairage [CIE]. (1995). *Discomfort glare in interior lighting* (Publication No. 117-1995). Vienna, Austria: CIE. Website: http://www.cie.co.at

Ngai, P., & Boyce, P. R. (2000). The effect of overhead glare on visual discomfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 29*(2), 29-38.

Back

L.8

Eklund, N. H., Boyce, P. R., & Simpson, S. N. (2000). Lighting and sustained performance. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 29*(1), 116-130.

Eklund, N. H., Boyce, P. R., & Simpson, S. N. (2001). Lighting and sustained performance: Modeling data-entry task performance. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 30*(2), 126-140.

Miller, N. J., Boyce, P. R., & Ngai, P. (2001). A metric for judging acceptability. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 30*(2), 12-29.

Steelcase. (1999). *Seeing the difference: The importance of quality lighting in the workplace*. Grand Rapids, MI: Steelcase. Website: http://www.steelcase.com

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (1998). Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 27*(1), 107-129. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc40663.pdf

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (2000a). Exercised control, lighting choices, and energy use: An office simulation experiment. *Journal of Environmental Psychology, 20*(3), 219-237. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc42632

Back

L.9

Bernecker, C. A., Davis, R. G., Webster, M. P., & Webster, J. P. (1993). Task lighting in the open office: A visual comfort perspective. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 22*(1), 18-25.

Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). *Lighting handbook: Reference and application* (9th ed.). New York: Illuminating Engineering Society of North America. Website: http://www.iesna.org

Loe, D. L., Mansfield, K. P., & Rowlands, E. (1994). Appearance of lit environment and its relevance in lighting design: Experimental study. *Lighting Research and Technology, 26*, 119-133.

Newsham, G. R., Marchand, R. G., & Veitch, J. A. (2004). Preferred surface luminances in offices, by evolution. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 33*(1), 14-29. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc46976/

Slater, A. I., Perry, M. J., & Carter, D. J. (1993). Illuminance differences between desks: Limits of acceptability. *Lighting Research and Technology, 25*(3), 92-103.

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (2000b). Preferred luminous conditions in open-plan offices: Research and practice recommendations. *Lighting Research and Technology, 32*, 199-212. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc43061

Back

L.10 Eklund, N. H., Boyce, P. R., & Simpson, S. N. (2000). Lighting and sustained performance. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 29*(1), 116-130.

Eklund, N. H., Boyce, P. R., & Simpson, S. N. (2001). Lighting and sustained performance: Modeling data-entry task performance. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 30*(2), 126-140.

Katzev, R. (1992). The impact of energy-efficient office lighting strategies on employee satisfaction and productivity. *Environment and Behavior, 24*, 759-778.

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (1998). Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 27*(1), 107-129. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc40663.pdf

Back

L.11 Boyce, P. R., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Myer, M., & Hunter, C. (2003). *Lighting quality and office work: A field simulation study* (PNNL 14506). Richland, WA, USA: Pacific Northwest National Laboratory. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/b3214.1

Houser, K. W., Tiller, D. K., Bernecker, C. A., & Mistrick, R. G. (2002). The subjective response to linear fluorescent direct/indirect lighting systems. *Lighting Research and Technology, 34*(3), 243-264.

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (2000b). Preferred luminous conditions in open-plan offices: Research and practice recommendations. *Lighting Research and Technology, 32*, 199-212. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc43061

Veitch, J. A. (2001). Psychological processes influencing lighting quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 30*(1), 124-140. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc42469

Yearout, R., & Konz, S. (1989). Visual display unit workstation lighting. *International Journal of Industrial Ergonomics, 3*, 265-273.

Back

L.12 Boyce, P. R., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Myer, M., & Hunter, C. (2003). *Lighting quality and office work: A field simulation study* (PNNL 14506). Richland, WA, USA: Pacific Northwest National Laboratory. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/b3214.1

Back

L.13 Bernecker, C. A., Davis, R. G., Webster, M. P., & Webster, J. P. (1993). Task lighting in the open office: A visual comfort perspective. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 22*(1), 18-25.

Slater, A. I., & Boyce, P. R. (1990). Illuminance uniformity on desks: Where is the limit? *Lighting Research and Technology, 22*(4), 165-174.

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (1998). Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 27*(1), 107-129. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc40663.pdf

Back

L.14

Boyce, P. R., Akashi, Y., Hunter, C. M., & Bullough, J. D. (2003). The impact of spectral power distribution on the performance of an achromatic visual task. *Lighting Research and Technology, 35*(2), 141-161.

McColl, S. L., & Veitch, J. A. (2001). Full-spectrum fluorescent lighting: A review of its effects on physiology and health. *Psychological Medicine, 31*(6), 949-964. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc43097

Rea, M., Deng, L., & Wolsey, R. (2003). *Lighting answers: Full-spectrum light sources*. Troy, NY: National Lighting Products Information Program, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. Website: http://www.lrc.rpi.edu

Veitch, J. A., & McColl, S. L. (2001). A critical examination of perceptual and cognitive effects attributed to full-spectrum fluorescent lighting. *Ergonomics, 44*(3), 255-279. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc42840

Back

L.15

Küller, R., & Laike, T. (1998). The impact of flicker from fluorescent lighting on well-being, performance, and physiological arousal. *Ergonomics, 41*(4), 433-447.

Veitch, J. A., & McColl, S. L. (1995). Modulation of fluorescent light: Flicker rate and light source effects on visual performance and visual comfort. *Lighting Research and Technology, 27*(4), 243-256. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc38944

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (1998). Lighting quality and energy-efficiency effects on task performance, mood, health, satisfaction and comfort. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 27*(1), 107-129. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc40663.pdf

Wilkins, A. (1986). Intermittent illumination from visual display units and fluorescent lighting affects movement of the eyes across text. *Human Factors, 28*(1), 75-81.

Wilkins, A. J., Nimmo-Smith, I., Slater, A. I., & Bedocs, L. (1989). Fluorescent lighting, headaches and eyestrain. *Lighting Research and Technology, 21*(1), 11-18.

Back

L.16

Cuttle, C. (1983). People and windows in workplaces. In *Proceedings of the People and Physical Environment Research Conference* (pp. 203-212). Wellington, New Zealand: Ministry of Works and Development.

Farley, K. M. J., & Veitch, J. A. (2001). *A room with a view: A review of the effects of windows on work and well-being* (Research Report, IRC-RR-136). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr136

Heerwagen, J. H., & Heerwagen, D. R. (1986). Lighting and psychological comfort. *Lighting Design and Application, 16*(4), 47-51.

Veitch, J.A., Charles, K.E., Newsham, G.R., Marquardt, C.J.G., & Geerts, J. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 5. Workstation and physical condition effects* (IRC-RR-154). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr154

Veitch, J. A., Hine, D. W., & Gifford, R. (1993). End-users' knowledge, beliefs, and preferences for lighting. *Journal of Interior Design, 19*(2), 15-26.

Veitch, J. A., & Gifford, R. (1996). Assessing beliefs about lighting effects on health, performance, mood, and social behavior. *Environment & Behavior, 28*(4), 446-470.

Back

L.17

Enermodal Engineering, Ltd., & Public Works & Government Services Canada. (2002). *Daylighting guide for Canadian commercial buildings.* Ottawa, ON: PWGSC.

International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems. (2000). *Daylight in Buildings: A Source Book on Daylighting Systems and Components* (Report of IEA SHC Task 21 / ECBCS Annex 29, July 2000). Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory. Website: http://gaia.lbl.gov

Lightswitch Wizard: A daylighting analysis tool to support daylighting-related design decisions in commercial buildings during an early design stage. Available at: http://www.buildwiz.com/lightswitch

Reinhart, C. F. (2002). Effects of interior design on the daylight availability in open plan offices. *Conference Proceedings of the ACEEE Summer Study on Energy Efficient Buildings, Pacific Grove, CA., U.S.A., August 2002, pp. 1-12*. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Environment. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc45374

Reinhart, C. F., & Voss, K. (2003). Monitoring manual control of electric lighting and blinds. *Lighting Research and Technology, 35*(3), 243-260. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc45701

Reinhart C. F. (2004). Lightswitch 2002: A model for manual control of electric lighting and blinds. *Solar Energy, 77*(1),15-28. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc47022/nrcc47022.pdf

SkyVision: Software to predict skylight performance. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/light/skyvision/index.html

Back

L.18

Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). *Lighting handbook: Reference and application* (9th ed.). New York: Illuminating Engineering Society of North America. Website: http://www.iesna.org

Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2004). *American national standard practice for office lighting* (ANSI/IESNA-RP-1-2004). New York: IESNA. Website: http://www.iesna.org

Back

L.19

Carter, D. J., & Bougdah, H. (1992). Lumen design method for obstructed interiors. *Lighting Research and Technology, 24*, 15-24.

Choi, A. S., & Mistrick, R. G. (1995). A study of lighting system performance in partitioned spaces. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 24*(2), 5

Newsham, G. R., & Sander, D. M. (2003). The effect of office design on workstation lighting: A simulation study. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 32*(2), 52-73. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc45357

Back

L.20

Baron, R. A. (1990). Environmentally induced positive affect: Its impact on self-efficacy, task performance, negotiation, and conflict. *Journal of Applied Social Psychology, 20*(5), 368-384.

Baron, R. A., Rea, M. S., & Daniels, S. G. (1992). Effects of indoor lighting (illuminance and spectral distribution) on the performance of cognitive tasks and interpersonal behaviors: The potential

mediating role of positive affect. *Motivation and Emotion, 16*(1), 1-33.

Boyce, P. R., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Myer, M., & Hunter, C. (2003). *Lighting quality and office work: A field simulation study* (PNNL 14506). Richland, WA, USA: Pacific Northwest National Laboratory. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/b3214.1

Newsham, G. R., & Veitch, J. A. (2001). Lighting quality recommendations for VDT offices: A new method of derivation. *Lighting Research and Technology, 33*, 97-116. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc44481

Back

L.21

Leaman, A., & Bordass, B. (2001). Assessing building performance in use. 4: The Probe occupant surveys and their implications. *Building Research and Information, 29*(2), 129-143.

Paciuk, M. T. (1989). *The role of personal control of the environment in thermal comfort and satisfaction at the workplace*. Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin-Milwaukee.

Veitch, J. A., & Gifford, R. (1996). Choice, perceived control, and performance decrements in the physical environment. *Journal of Environmental Psychology, 16*, 269-276.

Wineman, J. D. (1982). The office environment as a source of stress. In G. W. Evans (Ed.)., *Environmental stress* (pp. 256-285). New York: Cambridge University Press.

Back

W.1 Veitch, J. A., Charles, K. E., Newsham, G. R., Marquardt, C. J. G., & Geerts, J. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 5. Workstation and physical condition effects* (Research Report, IRC-RR-154). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr154

Marquardt, C. J. G., Veitch, J. A., & Charles, K. E. (2002). *Environmental satisfaction with open-plan office furniture design and layout* (Research Report, IRC-RR-106). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr106

Back

W.2 Mazumdar, S. (1992). "Sir, please do not take away my cubicle": The phenomenon of environmental deprivation. *Environment and Behavior, 24*, 691-722.

Back

W.3 Brill, M., Weidemann, S., & BOSTI Associates. (2001). *Disproving widespread myths about workplace design.* Jasper, IN: Kimball International.

Back

W.4 Kessler, R. C., Price, R. H., & Wortman, C. G. (1985). Social factors in psychopathology: Stress, social support, and coping processes. *Annual Review of Psychology, 36*, 531-572.

Lowe, G. S., Schellenberg, G., & Shannon, H. S. (2003). Correlates of employees' perceptions of a healthy work environment. *American Journal of Health Promotion, 17*(6), 390-399.

Manning, M. R., Jackson, C. N., & Fusilier, M. R. (1996). Occupational stress, social support and the costs of health care. *Academy of Management Journal, 39*(3), 738-750.

Uchino, B. N., Cacioppo, J. T., & Kiecolt-Glaser, J. K. (1996). The relationship between social support and physiological processes: A review with emphasis on underlying mechanisms and implications for health. *Psychological Bulletin, 119*(3), 488-531.

Back

W.5 Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G., Geerts, J., & Sander, D. M. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 6. Satisfaction algorithms for software* (Research Report, IRC-RR-155). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction.

Back Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr155

W.6 Duval, C. L., Charles, K. E., & Veitch, J. A. (2002). *A literature review on the effects of open-plan office density on environmental satisfaction* (Research Report, IRC-RR-150). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr150/

Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G., Geerts, J., & Sander, D. M. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 6. Satisfaction algorithms for software* (Research Report, IRC-RR-155). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction.

Back Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr155

W.7 Brill, M., Margulis, S. T., Konar, E., & BOSTI. (1984). *Using office design to increase productivity* (Vol. 1 & 2). Buffalo, NY: Workplace Design and Productivity, Inc.

Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G., Geerts, J., & Sander, D. M. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 6. Satisfaction algorithms for software* (Research Report, IRC-RR-155). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr155

Sundstrom, E. (1987). Work environments: Offices and factories. In D. Stokols & I. Altman (Eds.), *Handbook of Environmental Psychology* (pp. 733-782). New York: Wiley.

Wineman, J. D. (1982). The office environment as a source of stress. In G. W. Evans (Ed.)., *Environmental stress* (pp. 256-285). New

Back York: Cambridge University Press.

W.8 Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G., Geerts, J., & Sander, D. M. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 6. Satisfaction algorithms for software* (Research Report, IRC-RR-155). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction.

Back Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr155

W.9 Crouch, A., & Nimran, U. (1989). Perceived facilitators and inhibitors of work performance in an office environment. *Environment and Behavior, 21*(2), 206-226.

Duval, C. L., Charles, K. E., & Veitch, J. A. (2002). *A literature review on the effects of open-plan office density on environmental*

satisfaction (Research Report, IRC-RR-150). Ottawa, ON: National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr150

Raw, G. J., Roys, M. S., & Leaman, A. (1993, August). Sick building syndrome, productivity and control. *Property Journal*, 17-19.

Back

W.10

Farley, K. M. J., & Veitch, J. A. (2001). *A room with a view: A review of the effects of windows on work and well-being* (Research Report, IRC-RR-136). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr136

Leather, P., Pyrgas, M., Beale, D., & Lawrence, C. (1998). Windows in the workplace: Sunlight, view, and occupational stress. *Environment and Behavior, 30*(6), 739-762.

Back

W.11

Brill, M., Margulis, S. T., Konar, E., & BOSTI. (1984). *Using office design to increase productivity* (Vol. 1 & 2). Buffalo, NY: Workplace Design and Productivity, Inc.

Francis, J., & Dressel, D. L. (1990). Work space influence on worker performance and satisfaction: An experimental field study. In S.L. Sauter, M.J. Dainoff, & M.J. Smith (Eds.), *Promoting Health and Productivity in the Computerized Office: Models of Successful Ergonomic Interventions* (pp. 3-16). London: Taylor & Francis.

Foju, B. A. (1993). The role of facilities management (maintenance) on office worker performance in Yaounde, Cameroon. *Dissertation Abstracts International, 54*(11B), 5589.

Marans, R. W., & Yan, X. (1989). Lighting quality and environmental satisfaction in open and enclosed offices. *Journal of Architectural and Planning Research, 6*(2), 118-131.

Mazumdar, S. (1992). "Sir, please do not take away my cubicle": The phenomenon of environmental deprivation. *Environment and Behavior, 24*, 691-722.

Sullivan, C. (1990). Employee comfort, satisfaction, and productivity: Recent efforts at Aetna. In S. Sauter, M. Dainoff, & M. Smith (Eds.), *Health and Productivity in the Computerized Office* (pp. 28-48). London: Taylor and Francis.

Back

W.12

Brill, M., Margulis, S. T., Konar, E., & BOSTI. (1984). *Using office design to increase productivity* (Vol. 1 & 2). Buffalo, NY: Workplace Design and Productivity, Inc.

Sarantis, H. (2002). Business guide to paper reduction. San Francisco, CA: ForestEthics. Website: http://www.forestethics.org

Back

W.13 Canadian Standards Association. (2000). *Guideline on office ergonomics* (Z412-00 Update No. 2 [June 2003]). Toronto: CSA International. Website: http://www.csa.ca

Back

W.14 Canadian Standards Association. (2000). *Guideline on office ergonomics* (Z412-00 Update No. 2 [June 2003]). Toronto: CSA International. Available at: http://www.csa.ca

DeRango, K., Amick III, B., Robertson, M., Palacios, N., Allie, P., Rooney, T., et al. (2002). The productivity consequences of office ergonomics training and an ergonomically designed chair. In H. Luczak, A. E. Cakir, & G. Cakir (Eds.), *WWDU 2002 - World Wide Work. Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Work with Display Units* (pp. 368-370). Berlin: ERGONOMIC Institut fur Arbeits- und Sozialforschung, Forschungsgesellschaft mbH.

Galinsky, T. L., Swanson, N. G., Sauter, S. L., Hurrell, J. J., & Schleifer, L. M. (2000). A field study of supplementary rest breaks for data-entry operators. *Ergonomics, 43*(5), 622-638.

Nelson, N. A., & Silverstein, B. A. (1998). Workplace changes associated with a reduction in musculoskeletal symptoms in office workers. *Human Factors, 40*(2), 337-350.

Polanyi, M. F., Cole, D. C., Beaton, D. E., Chung, J., Wells, R., Abdolell, M., et al. (1997). Upper limb work-related musculoskeletal disorders among newspaper employees: cross-sectional survey results. *American Journal of Industrial Medicine, 32*(6), 620-628.

Back

W.15 Becker, F. D. (1985). Quality of Work Environment (QWE): Effects on office workers. *Prevention in Human Services, 4*(1-2), 35-47.

Leaman, A., & Bordass, B. (2001). Assessing building performance in use. 4: The Probe occupant surveys and their implications. *Building Research and Information, 29*(2), 129-143.

Nelson, N. A., & Silverstein, B. A. (1998). Workplace changes associated with a reduction in musculoskeletal symptoms in office workers. *Human Factors, 40*(2), 337-350.

O'Neill, M. J. (1994). Work space adjustability, storage, and enclosure as predictors of employee reactions and performance. *Environment and Behavior, 26*(4), 504-526.

Paul, R. D. (1995). Effects of office layout and sit-stand adjustable furniture: A field study. *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society* (vol. 1, pp. 422-426). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

Back

W.16 Beck, P. E. (1993). Intelligent Design Passes IQ Test. *Consulting-Specifying Engineer*, 34-38.

Boyce, P. R., Eklund, N.H., & Simpson, S.N. (2000). Individual lighting control: Task performance, mood, and illuminance. *Journal of the Illuminating Engineering Society, 29*(1), 131-146.

Veitch, J. A., & Newsham, G. R. (2000). Exercised control, lighting choices, and energy use: an office simulation experiment. *Journal of Environmental Psychology, 20*(3), p 219-237. (NRCC-42632) Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc42632

Back

W.17 Gosling, S. D., Ko, S. J., Mannarelli, T., & Morris, M. E. (2002). A room with a cue: Personality judgments based on offices and bedrooms. *Journal of Personality & Social Psychology, 82*(3), 379-398.

Wells, M. M. (2000). Office clutter or meaningful personal displays: The role of office personalization in employee and organizational well-being. *Journal of Environmental Psychology, 20*(3), 239-255.

Wells, M., & Perrine, R. (2001). Critters in the cube farm: Perceived psychological and organizational effects of pets in the workplace. *Journal of Occupational Health Psychology, 6*(1), 81-87.

Back

W.18 ASTM International. (1999). *Standard classification for serviceability of an office facility for support for office work* (E1660-95a). West Conshohocken, PA: ASTM International. Website: http://www.astm.org

Dillon, R., & Vischer, J. (1987). *User Manual - Tenant Questionnaire Survey.* (AES/SAG 1-4: 87-88). Ottawa, ON: Public Works Canada, Architectural and Engineering Services.

Back

W.19 Brill, M., Margulis, S. T., Konar, E., & BOSTI. (1984). *Using office design to increase productivity* (Vol. 1 & 2). Buffalo, NY: Workplace Design and Productivity, Inc.

Steele, F. (1980). Defining and developing environmental competence. *Advances in Experiential Social Processes, 2*, 225-244.

Wandersman, A. (1979). User participation: A study of types of participation, effects, mediators, and individual differences. *Environment and Behavior, 11*(2), 185-208.

Back

W.20 International Facility Management Association (IFMA). *Alternative Workplace Study.* Website: http://ifma.org

Back

W.21 Chu, W. T., & Warnock, A. C. C. (2004). *Sound Propagation in a Simulated "Team-Style" Open Office* (Research Report, IRC-RR-156). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr156

Warnock, A. C. C. (2004). *Acoustical Design Guide for Open Offices* (Research Report, IRC-RR-163). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr163

Back

W.22 Baltes, B. B., Briggs, T. E., Huff, J. W., Wright, J. A., & Newman, G. A. (1999). Flexible and compressed workweek schedules: A meta-analysis of their effects on work-related criteria. *Journal of Applied Psychology, 84*(4), 496-573.

Lewis, S. (2003). *Flexible working arrangements: Implementation, outcomes, and management.* In C. L. Cooper & I. T. Robertson (Eds.), International Review of Industrial and Organizational Psychology (Vol 18, pp.1-28). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Statistics Canada. (2001). *Workplace and employee survey compendium.* Ottawa, ON: Statistics Canada. Website: http://www.statcan.ca

Back

W.23 Bailey, D. E., & Kurland, N. B. (2002). A review of telework research: Findings, new directions, and lessons for the study of modern work. *Journal of Organizational Behavior, 23*, 383-400.

Cooper, C. D. & Kurland, N. B. (2002). Telecommuting, professional isolation, and employee development in public and private organizations. *Journal of Organizational Behavior, 23*, 511-532.

Lewis, S. (2003). *Flexible working arrangements: Implementation, outcomes, and management*. In C.L. Cooper & I.T. Robertson (Eds.), International Review of Industrial and Organizational Psychology (Vol 18, pp.1-28). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Olszewski, P., & Mokhtarian, P. L. (1994). Telecommuting frequency and impacts for State of California employees. *Technological Forecasting and Social Change, 45*, 275-286.

Statistics Canada. (2001). *Workplace and employee survey compendium.* Ottawa, ON: Statistics Canada. Website: http://www.statcan.ca

Back

W.24 International Facility Management Association (IFMA). *Alternative Workplace Study*. Website: http://ifma.org

Becker, F., Quinn, K. L., Rapport, A. J., & Sims, W. R. (1994). *Hoteling and non-territorial offices: Implementing innovative workplaces-Organizationl implications of different strategies.* Ithaca, NY: Cornell University International Workplace Studies Program (IWSP).

Back

Conclusion

C.1 Newsham, G. R., Veitch, J. A., Charles, K. E., Marquardt, C. J. G., Geerts, J., Bradley, J. S., Shaw, C. Y., & Reardon, J. T. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 4. Relationships between physical variables* (Research Report, IRC-RR-153). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr153

Veitch, J. A., Charles, K. E., Newsham, G. R., Marquardt, C. J. G., & Geerts, J. (2003). *Environmental satisfaction in open-plan environments: 5. Workstation and physical condition effects* (Research Report, IRC-RR-154). Ottawa, ON: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction. Available at: http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/rr154

Back

Fin

Canada