



Dossier

TRAVAILLER AU BUREAU: DES RISQUES À NE PAS SOUS-ESTIMER

❶ Le travail au bureau:
évolutions et tendances

P. 20

❷ Suspicion de mauvaise
qualité de l'air intérieur
dans un bureau:
quelle démarche adopter ?

P. 23

❸ Maîtriser l'acoustique
des espaces de bureaux
ouverts: une nouvelle
démarche

P. 28

❹ Éclairer juste,
une préoccupation majeure
pour le travail au bureau

P. 32

❺ Technologies
de l'information et de la
communication et bureau,
un couple indissociable ?

P. 36

❻ Des espaces de travail
tertiaire en mutation

P. 43

En réponse à de nouvelles méthodes managériales, nombre d'entreprises opèrent une mutation des espaces de travail et, plus largement, une révolution du travail au bureau. Mais les innovations architecturales et la multiplication des moyens de communication sont-elles nécessairement gage d'amélioration des conditions de travail ? Car les risques existent pour le salarié. Qu'ils soient liés aux ambiances physiques de travail (qualité de l'air et ambiance thermique, bruit, éclairage...), à l'organisation de l'espace ou aux nouveaux modes de communication, ils ne doivent pas être occultés. Ce dossier brosse un état des lieux des évolutions en cours du travail au bureau, des risques qu'elles engendrent et que toute entreprise devrait intégrer afin de penser des situations de travail capables de répondre aux contraintes socio-économiques, d'améliorer la productivité, tout en offrant de réelles améliorations des conditions de travail.

OFFICE WORK: SOME RISKS NOT TO BE UNDERESTIMATED - *In response to new managerial methods, many companies are implementing transformations in their workspaces and, more broadly, are bringing about a revolution in office work. But do architectural innovations and greatly increased communications means necessarily guarantee improved working conditions? Because risks exist for employees, be they related to the physical conditions of the work environment (air quality and ambient heat, noise, lighting, etc.), to workspace organisation, or to new modes of communications, and they should not be concealed. This file gives an overview of the changes taking place in office work, and of the risks they are generating and that all companies should take on board in order to design workspaces capable of coping with the socioeconomic constraints of improving productivity, while also offering genuine improvements in working conditions.*

LE TRAVAIL AU BUREAU: ÉVOLUTIONS ET TENDANCES

Impératifs économiques et écologiques, contraintes réglementaires, mutations technologiques... De nombreux facteurs poussent les entreprises à transformer leurs espaces de travail. En découlent de nouvelles organisations installées dans des espaces à l'architecture innovante, qui ont des conséquences sur les conditions de travail. Le défi: penser ces transformations en adéquation avec les activités réalisées.

LAURENT
THÉVENY,
INRS, mission
Tertiaire

En moins de trente ans, la tertiarisation de l'économie française a transformé plus de la moitié des emplois en des métiers s'exerçant derrière un bureau équipé d'un ordinateur, en secteur urbain ou péri-urbain. Cette tendance s'est accélérée avec la « digitalisation » en cours des entreprises et des services qui contribue à faire évoluer le concept de bureau. Cette accélération devrait aussi s'amplifier à la suite du récent décret n°2017-918 du 9 mai 2017 relatif aux obligations d'amélioration de la performance énergétique dans les bâtiments existants à usage tertiaire. Ainsi, tous les bâtiments tertiaires devront mener, d'ici 2020, des travaux conduisant à une réduction de 25% de leurs consommations d'énergie et de 40% en 2030. Sont concernés, selon le texte de loi, les propriétaires de bâtiments de plus de 2000 m² à usage de bureaux, hôtels, lieux d'enseignement, commerces et bâtiments administratifs. Quatre grands facteurs sont à l'origine de l'évolution des espaces de travail des entreprises du secteur tertiaire: l'impact financier du coût de l'immobilier; l'image de marque de l'entreprise; la volonté de faire évoluer l'organisation du travail en rendant plus flexibles ses surfaces d'accueil; et les conséquences des restructurations-délocalisations. Cependant, ces paramètres n'interviennent pas à égalité dans les projets d'évolution des espaces de travail, le principal demeurant l'impact financier.

Les coûts de l'immobilier

Ils représentent aujourd'hui le deuxième poste de dépenses des entreprises (après les coûts salariaux) et le taux d'occupation des bureaux est de l'ordre de 60% des heures ouvrables - deux indicateurs qui militent en faveur de la rationalisation des coûts de l'immobilier. Lorsque ces projets de rationalisation des espaces de travail sont conduits par les services financiers des entreprises, les bâtiments restent, selon Françoise Bronner, consultante en organisation et espace de travail, « des abstractions spatiales déconnectées des processus et des situations de

*travail qui s'y déroulent »*¹. L'optimisation des mètres carrés de bureaux se limite souvent à reproduire l'existant en réduisant les surfaces utiles, en limitant les charges, tout en conservant l'organigramme et la distribution des espaces de travail en fonction du statut. Ceci explique la lente mutation de l'immobilier du secteur tertiaire, qui privilégie encore aujourd'hui le bureau fermé ou le bureau collectif. Pour exemple, le parc immobilier francilien compte plus de 53 millions de m² de bureaux, dont seulement 10% ont moins de 10 ans et 46% plus de 50 ans².

L'image de marque

L'évolution des espaces de travail guidée par l'image de marque de l'entreprise est le plus souvent réservée au siège social, parfois en décalage avec les autres sites, notamment lorsqu'il s'agit de sites de production. Cette démarche poursuit plusieurs objectifs: traduire les valeurs de l'entreprise, attirer de nouveaux talents dans des espaces plus attrayants, se différencier par une architecture plus respectueuse de l'environnement et s'inscrire dans des normes de développement durable. Ce type d'évolution rejoint l'intérêt financier par les économies d'échelles réalisées et permet aussi de rassurer l'actionariat et la gouvernance de l'entreprise sur la bonne santé économique de celle-ci. Les locaux d'une entreprise s'inscrivent aujourd'hui dans des démarches d'intégration dans les territoires: proximité des transports en commun, circulations douces, mixité urbaine (travail, commerce, habitat). « *Le lieu physique de l'entreprise et notamment le siège social, doit rester l'endroit le mieux adapté pour tous les salariés*, explique Jean-Marc Castaignon, directeur immobilier du groupe Société Générale, *sans quoi ils s'orienteront mécaniquement vers les espaces de coworking et les tiers-lieux dans toute leur diversité, ou resteront tout simplement chez eux.* »

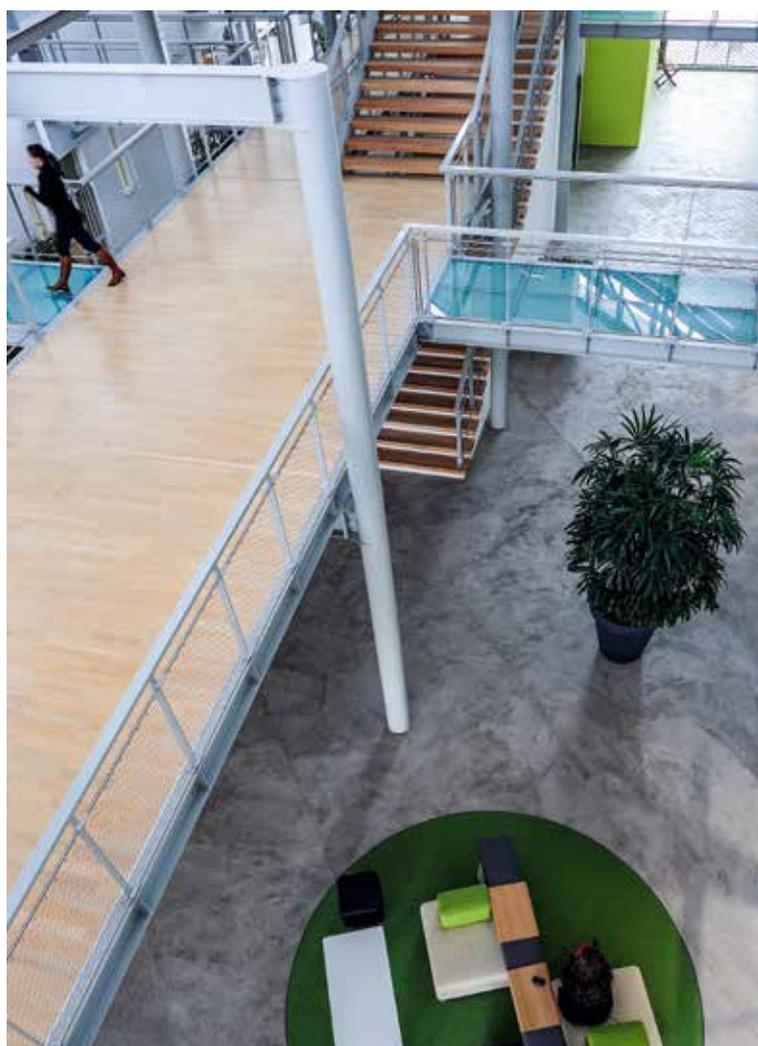
L'évolution de l'organisation du travail

Plus rarement, l'évolution de l'organisation du travail (du mode « hiérarchique » vers le mode « agile ») ou

l'évolution du management, peuvent être à l'origine de la réorganisation des espaces de travail. Dans le meilleur des cas, elles en sont une conséquence. Pourtant, ces vingt dernières années, l'organisation du travail a évolué beaucoup plus rapidement que l'immobilier de bureau, les technologies numériques ont profondément bouleversé les organisations pyramidales, en les faisant évoluer vers des organisations matricielles puis, aujourd'hui, vers des organisations par objectifs et apprenantes. Le secteur tertiaire est aussi devenu un véritable laboratoire de l'innovation managériale: « *Trois formes de coordination managériale se chevauchent désormais au sein des entreprises: les coordinations réalisées par la hiérarchie, par le projet et en réseau (Mallard, 2011)³ »*. Cette hybridation des modes de management milite pour des espaces de travail non homogènes, permettant le temps de la réflexion et de la concentration, le temps du partage et de la coopération et le temps de la mutualisation et de la communication. Cette variabilité des activités de travail se traduit aujourd'hui par des aménagements au bureau « comme à la maison » dans lesquels chaque pièce correspond à une activité, où les lieux de convivialité (salon, bibliothèque, cuisine...) viennent compléter des espaces plus traditionnellement destinés au travail individuel ou à de petits collectifs. Ce ne sont plus seulement les lieux qui sont réaménagés selon les besoins du moment, mais les salariés eux-mêmes qui circulent dans des espaces offrant des services spécifiques. Selon Jacky Guilloteau, DRH chez Bouygues Immobilier, « *il ne s'agit plus de se rendre dans un lieu fixe, attribué souvent de façon statutaire, mais d'offrir à chacun les ressources adaptées au moment et au contexte* ».

Restructurations et délocalisations

Enfin, les phases de restructuration-délocalisation qui rythment aujourd'hui la vie des entreprises sont toujours perçues comme subies par les salariés. La promesse de migrer vers des espaces de travail plus confortables et plus fonctionnels est régulièrement mise en avant pour tenter d'atténuer la perte de repères et compenser les inévitables adaptations à un nouvel environnement. Les périodes de flottement qui suivent l'annonce de la restructuration ou de la délocalisation sont souvent génératrices de doute et de démotivation. Plusieurs études démontrent que ces situations constituent un sujet d'inquiétude, voire d'anxiété pour les salariés déstabilisés par l'opération, soucieux des incidences du changement sur eux-mêmes et sur leur poste. Ils s'interrogent sur le maintien de leurs responsabilités futures, leur statut, leur pouvoir décisionnel et leur réseau social. Au cours de cette phase, une partie considérable du temps et de l'énergie personnelle est alors absorbée à spéculer sur ce qui arrivera. Dans ce cas de figure, la seule réflexion sur les



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS

espaces de travail sera très largement insuffisante pour permettre une migration sereine vers un nouveau lieu et de nouvelles structures de travail.

Les salariés ont parfaitement intégré que l'espace de travail caractérise aujourd'hui la stratégie de l'entreprise en matière d'organisation du travail, de management et plus généralement d'adaptation adéquate de l'entreprise à son environnement économique et concurrentiel. Pourtant, les modes de travail traditionnels persistent. En France, ce sont 69% de bureaux privatifs (individuels ou partagés), 24% de postes attribués en *open spaces*, et seulement 12% de postes « nomades » ou bureaux « non attribués »². Dans le même temps, la pluralité des outils technologiques offre la possibilité aux collaborateurs d'être de plus en plus nomades, mais le travail collaboratif se développe dans des espaces de moins en moins adaptés à ces nouvelles modalités de travail.

Quelle que soit, au départ, la motivation d'une entreprise pour faire évoluer ses espaces de travail - rationaliser le coût de l'immobilier, améliorer son image dans un esprit de développement durable ou restructurer, voire délocaliser - une attention

L'évolution des espaces de travail traduit souvent les valeurs de l'entreprise.



particulière doit être portée aux conditions de travail, afin de ne pas sacrifier la santé et la sécurité des travailleurs à un projet architectural innovant. En effet, comme le souligne Françoise Bronner, « *le défi de l'immobilier d'entreprise, en coopération avec les ressources humaines, est de parvenir à donner à chaque collaborateur le cadre qui lui convient, et de développer différents modèles d'organisation au sein d'une même unité* ».

C'est pourquoi, en amont d'un projet d'évolution des espaces de travail, l'employeur est tenu d'informer et de consulter les Instances représentatives du personnel (IRP). Ces instances devront être informées puis consultées sur les aspects économiques, les modifications de l'organisation du travail et les

(programmistes, architectes...). L'entrée des salariés dans de nouveaux locaux ou dans des locaux rénovés ne marque pas la fin du projet, mais le début de l'évaluation des nouvelles structures de travail et la mise en place des ajustements nécessaires.

Les ambiances physiques de travail (bruit, éclairage naturel/artificiel, qualité de l'air, ambiance thermique, rayonnements...), souvent négligées, sont particulièrement problématiques. Elles sont identifiées comme étant à la source de nombreuses nuisances. Afin d'aider les entreprises à mieux penser leurs espaces de bureaux, des outils de modélisation et des méthodes prévisionnelles ont été développés. Ils proposent des indicateurs à atteindre, ainsi que les moyens d'y parvenir.



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS

En France, 24% des postes sont attribués en open spaces.

éventuelles compensations en cas de changement de localisation. Elles devront aussi être fortement mobilisées sur les conditions de déménagement et d'aménagement des locaux et sur l'impact des modifications de l'organisation du travail sur la santé des salariés.

Si cette étape réglementaire est indispensable, elle est loin d'être suffisante pour que l'évolution des espaces de travail devienne un projet d'entreprise partagé par le plus grand nombre – qui permettrait de faire évoluer positivement l'organisation du travail et d'adapter les espaces à cette nouvelle organisation. Dès la phase de décision, associer les salariés au projet est un réel gage de réussite. L'état des lieux de l'existant et la définition des besoins futurs se feront au sein des unités de travail et seront accompagnés par un chef de projet interne à l'entreprise, interface indispensable entre les différentes directions (ressources humaines, services financiers, services généraux...) et les intervenants extérieurs

Ces dernières années, ce sont les technologies de l'information et de la communication (TIC) qui ont le plus influencé la conception des espaces et l'évolution des organisations de travail. Si leur utilisation est souvent présentée de manière positive aux salariés, elles peuvent, comme tout outil, générer des risques pour leur santé. Il en est de même pour les nouvelles organisations spatiales: *open spaces*, *flex-office*, *desk sharing*, etc. Ces nouvelles organisations, motivées le plus souvent par des raisons économiques, inquiètent et rendent de plus en plus complexe l'analyse du travail réel pour intégrer une prévention efficace. ●

1. In: *L'espace de travail est un outil de management*, Les Echos executive, 18 août 2014, business.lesechos.fr.

2. *Baromètre Actineo France 2015*.

3. Mallard A., « L'encadrement face au développement des interactions en réseau. Quelques réflexions sur le travail des managers dans les organisations fortement marquées par les TIC », in Pierre-Michel Riccio et Daniel Bonnet (dir.), *TIC et innovation organisationnelle*, Journées d'étude MTO, Presses des Mines, 2011.

SUSPICION DE MAUVAISE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR DANS UN BUREAU: QUELLE DÉMARCHE ADOPTER?

Différentes causes peuvent être à l'origine d'une mauvaise qualité de l'air intérieur dans un bureau, qu'elles soient liées aux méthodes de ventilation des bâtiments, aux matériaux de construction employés ou au mobilier. Face à une suspicion, avant de réaliser des prélèvements d'air ou des mesures aérauliques, un premier diagnostic peut être effectué par tout préventeur.

LAURENCE
ROBERT,
INRS,
département
Ingénierie
des procédés

Depuis les années 1970-1980, on assiste à une prise de conscience de l'impact manifeste de la qualité de l'air intérieur (QAI) sur la santé de la population. Aujourd'hui, une grande majorité de salariés exerce une activité professionnelle dans le secteur tertiaire, dans des espaces intérieurs de type bureaux; dès lors, la question de l'impact de la qualité de l'air sur la santé de ces salariés est fréquemment évoquée.

L'évolution des méthodes de construction des bâtiments a pu conduire à une modification de la composition de l'air intérieur. À la suite des différents chocs pétroliers, les stratégies de réduction des consommations énergétiques n'ont cessé de réglementer la construction: isolation des enveloppes, amélioration des étanchéités, gestion des débits d'air de renouvellement. Le poste « ventilation » s'est vu largement contraint. En rendant l'enveloppe plus étanche, l'apport d'air neuf a finalement été réduit au minimum. C'est ainsi que les débits d'air neuf sont souvent restreints au strict nécessaire des besoins hygiéniques (Cf. Encadré 1).

En parallèle, l'apparition de nouveaux matériaux de construction et de décoration (revêtement de sol, colle, peinture...) a largement contribué à modifier la composition de l'air que l'on respire en environnement intérieur. Dans le cas spécifique des immeubles de bureaux, plusieurs projets européens ou internationaux ont étudié l'impact des matériaux de construction sur la QAI: la contribution de ces matériaux à la présence de composés organiques volatiles (COV) dans l'air intérieur est particulièrement significative.

Même si la contribution des sources d'émission que sont les matériaux constructifs ou décoratifs et la gestion de l'air à l'échelle du bâtiment représentent

les deux verrous majeurs de la problématique QAI, ils ne sont pas les uniques facteurs en cause: l'entretien et la maintenance des systèmes de ventilation, la nature de certains équipements bureautiques, les stratégies d'entretien des locaux et l'occupant lui-même sont autant de facteurs supplémentaires qui contribuent à modifier la QAI et à générer des polluants spécifiques.

Pour tenir compte de la diversité de ces facteurs, de celle des maux occasionnés et de la différence de sensibilité des salariés, une méthode de diagnostic de la QAI est présentée dans cet article. Elle propose un ensemble de pistes à explorer et de questions à se poser lorsqu'on est confronté à un problème supposé de mauvaise qualité de l'air dans des espaces de type bureaux. L'objectif de ce diagnostic est de détecter un facteur pouvant perturber la QAI. Ce diagnostic permet de passer en revue un ensemble de points qui peut révéler les causes éventuelles d'une dégradation de la QAI et permettre, sans avoir nécessairement recours à la mise en place de

ENCADRÉ 1

LE RENOUVELLEMENT D'AIR

Dans le cas précis des espaces de bureaux, les articles R. 4222-5 et R. 4222-6 du Code du travail précisent que l'apport d'air neuf doit être de 25 m³/h/occupant si la ventilation est mécanique. Lorsque l'aération est en ventilation naturelle, c'est l'ouverture des fenêtres qui doit assurer un apport d'air neuf d'un volume minimum de 15 m³. Ce débit d'air neuf est estimé à partir de la seule concentration en CO₂ et ne tient pas compte des émissions liées aux matériaux.



prélèvements d'air, de résoudre un certain nombre de problèmes.

C'est pourquoi la mise en place d'une métrologie associant prélèvements d'air, mesures aérauliques et éventuellement recherche de sources polluantes n'est à mettre en place que dans un second temps. En effet, la métrologie de la QAI requiert des compétences complexes, tant pour sa mise en œuvre que pour l'interprétation des résultats obtenus. Beaucoup de paramètres vont avoir un impact direct sur les mesures: la nature des composés recherchés, la durée et la localisation des prélèvements d'air, le choix des techniques de prélèvements et d'analyses associées sont, entre autres, des choix métrologiques importants qui auront un impact significatif sur l'interprétation en termes de QAI.

C'est pourquoi les campagnes de mesure ne sont pas systématiquement préconisées en première intention, et ne servent bien souvent qu'à confirmer un diagnostic, incriminer de façon spécifique une source polluante, ou tout simplement à rassurer les salariés. Elles restent néanmoins indispensables dans un travail d'étude et recherche, qui sort du cadre de cet article.

L'environnement du bureau, un point à ne pas négliger

Qu'il soit individuel, paysager ou collectif, l'environnement du bureau à l'échelle d'un bâtiment, et plus largement dans une implantation géographique donnée, revêt une importance primordiale pour analyser la situation du point de vue de l'impact sur la QAI. C'est pourquoi, avant toute chose, il est important de différencier les bureaux installés dans un immeuble tertiaire, des bureaux présents sur sites industriels ou de ceux implantés dans des zones géographiques bien particulières.

Dans le cas de bureaux installés dans des bâtiments à usage tertiaire, une dégradation de la QAI, outre d'éventuels dysfonctionnements du système de ventilation ou de climatisation, pourrait être induite par l'activité des salariés, l'entretien des locaux ou des équipements, ou la présence de sources polluantes intérieures, comme les émissions des matériaux de construction, d'ameublement et de décoration, ou encore certains équipements de bureautiques.

Dans les bureaux présents sur sites industriels s'ajoutent deux préoccupations: la problématique d'une pollution spécifique liée à l'activité principale de production même du site et le transfert de polluants dans la zone tertiaire, qui peut être fonction de l'aéraulique ou de la configuration du bâtiment.

Enfin, les bâtiments de bureaux implantés dans une zone géographique particulière peuvent présenter des pollutions spécifiques. L'implantation en zone périurbaine présentant un trafic routier dense ou près d'un site industriel peut conduire à la présence de composés nocifs, qu'ils soient gazeux ou particu-

laire. Les zones d'émission naturelle de radon, la présence de sources de pollens saisonniers ou encore la présence d'un sol pollué, peuvent être à l'origine de substances indésirables dans l'air des locaux.

Bien que les situations pouvant conduire à une dégradation de la QAI soient multiples, certaines grandes familles de polluants chimiques sont fréquemment retrouvées dans l'air intérieur. On peut notamment citer les composés organiques volatils (COV) dont plusieurs familles sont fréquemment détectées dans les environnements intérieurs, comme les terpènes, les aldéhydes (dont le formaldéhyde et l'acétaldéhyde), les hydrocarbures aromatiques (comme les BTEX) ou halogénés, les alcanes, les alcools, etc.

Identifier les causes éventuelles d'une mauvaise QAI

Il a été choisi de répertorier ces points de vigilance en quatre grandes catégories (Cf. Tableau 1). Pour chaque point, il est indiqué au lecteur les composés possiblement émis. L'objectif est de donner les points les plus pertinents à observer, sachant que cette liste ne peut être exhaustive.

La difficulté pour un préventeur face à une problématique QAI réside dans le fait que les maux apparentés à une mauvaise qualité de l'air peuvent être les mêmes que ceux d'un environnement de travail dégradé quelle qu'en soit la raison. Cette liste de points est proposée pour mettre en évidence un dysfonctionnement ou une situation spécifique pouvant mener directement à une dégradation de la qualité de l'air intérieur. Y remédier par des actions correctives, de type réduction des sources de pollution ou amélioration de la ventilation, s'avère dans la plupart des cas suffisant pour régler le problème et améliorer significativement la qualité de l'air. En revanche, pour conforter un diagnostic, faciliter la prise de décision de l'application d'une mesure de prévention, évaluer son impact ou tout simplement pour rassurer le personnel et s'assurer que la QAI est bonne, il existe des mesures simples à mettre en œuvre permettant d'accéder à un premier niveau d'expertise de la QAI.

Une métrologie adaptée à un niveau d'expertise donné

Lorsqu'on s'engage dans une métrologie de la qualité de l'air intérieur, il est tout d'abord primordial de considérer d'autres aspects que la seule composition chimique de l'air. La ventilation, les paramètres thermo-aérauliques qui caractérisent le confort de l'utilisateur et parfois la recherche de sources d'émission, sont autant d'autres aspects à prendre en compte. La grande variabilité, tant spatiale que temporelle, de la composition de l'air et des gradients thermo-aérauliques nécessite la mise en place d'une stratégie de prélèvement réfléchie. Il est recommandé

1 - POINTS RELATIFS À L'ENVIRONNEMENT GLOBAL DU BUREAU

Points de vigilance	Exemples de composés possibles
Situation du bâtiment : zone urbaine, périurbaine, axes routiers et densité du trafic	COV, fumées de diesel, BTEX, particules
Présence environnante de sites industriels, agricoles, chantiers de construction, parkings de véhicules	Pesticides, produits phytosanitaires, poussières, fumée de diesel, BTEX, COV, produits spécifiques
Présence significative de pollens ou allergènes environnementaux, zone géographique spécifique	Pollens, radon
Nature et état des revêtements des murs, plafonds et sols, nature et état du mobilier, nature et état des matériaux de construction	COV, aldéhydes, présence de fibres et poussières, acariens (textiles et moquettes), odeurs
Présence de moisissures ou de condensation sur les parois froides	COV, odeurs, présence de spores
Production industrielle associée ou pollution spécifique avoisinante	Composés spécifiques
Zone d'imprimerie ou de photocopie en masse	Ozone, particules ultra fines, COV
Site pollué ou ancien site industriel, émanation du sol	Radon, COV

2 - POINTS RELATIFS À LA STRUCTURE DU BÂTIMENT ET À SON SYSTÈME DE CHAUFFAGE, VENTILATION ET CLIMATISATION (CVC)

Le type de ventilation – le mode de chauffage – le système de traitement d'air	Une modification des paramètres thermo-aérauliques peut engendrer de l'air trop sec, des températures inconfortables ou favorisant le relargage des produits chimiques ou le développement de micro-organismes, des courants d'air ou au contraire des zones de confinement d'air
Entrées et sorties d'air : inspection visuelle de l'état, localisation des prises d'air Fonctionnement des groupes de ventilation, adéquation des débits par rapport à l'occupation, vérification du sens des flux d'air entrant et d'air extrait	
Aération : manœuvrabilité des ouvrants, états des ouvertures dans les huisseries, étanchéité, présence et état des joints	
Chauffage : état des conduits d'évacuation, fonctionnement, programmation en adéquation avec l'occupation du bâtiment, arrivée d'air de combustion non obstruée	

3 - POINTS RELATIFS À L'IMPACT DES OCCUPANTS ET DE LEURS PRATIQUES

Produits de soin ou de cosmétique	COV, aldéhydes, odeurs
Locaux spécifiques : salles de restauration, salle d'archivage, sous-sol ou vides sanitaires	Moisissures, odeurs, COV
Utilisation de désodorisant, de parfum d'intérieur, bougie, encens, marqueurs, etc.	COV, particules, aldéhydes
Présence de plantes vertes	Composés phytosanitaires, allergènes
Localisation des espaces fumeurs	BTEX, COV, fumée de tabac (ou vapotage) environnementale
Utilisation d'épurateur, humidificateur, ionisateur individuels	Ozone, COV secondaires, formaldéhyde

4 - POINTS RELATIFS À L'ENTRETIEN DES LOCAUX ET LA MAINTENANCE DU BÂTIMENT

Techniques et modalités d'entretien, type de produits utilisés
Entretiens du système de ventilation, chauffage et traitement de l'air
État des filtres, des conduits, des diffuseurs d'air, etc.
Évènement particulier : nuisibles, dégât des eaux, travaux, rénovation

d'être vigilant quant à la localisation des mesures au plus près du poste de travail des salariés, mais aussi quant aux éléments pouvant localement perturber ou influencer les mesures (émetteurs de chaleur, rayonnement solaire, bouche de soufflage d'air par exemple).

Dans la plupart des cas, deux types de mesures simples peuvent être effectués, tous deux pouvant pointer un aspect particulier de la QAI : un diagnostic de la ventilation et une caractérisation physico-chimique de l'air. Il est important de préciser que pour chacune de ces investigations, il existe plusieurs niveaux d'expertise. Bien souvent, des mesures simples à mettre en œuvre dans les

bureaux peuvent suffire à confirmer le problème à l'origine d'une dégradation de la qualité de l'air. En voici quelques-unes :

Le diagnostic de la ventilation

Plusieurs actions ou mesures permettent de caractériser la ventilation d'un espace de bureau :

- la mesure du taux de CO₂ dans la pièce. Aujourd'hui vulgarisée, la mesure de la concentration en CO₂ est une métrologie aisée à mettre en œuvre dans un espace de type bureau. La valeur du taux de CO₂ est un bon indicateur de confinement du local investigué. Au-delà de 1000 ppmv¹, la pièce est considérée comme confinée. Une ventilation

↑ **TABLEAU 1**
Les points de vigilance à observer.



inadéquate, ou un nombre de salariés trop important, peuvent conduire à dépasser cette valeur repère;

- la mesure des débits d'air neuf. Lorsque la configuration et la géométrie des bouches d'aération le permettent, une mesure simple à l'aide d'un anémomètre associé à un cône de mesure permet d'estimer le débit d'apport d'air neuf et de le comparer avec la valeur réglementaire (Cf. Encadré 1) pour ces locaux;
- la visualisation des flux d'air grâce à l'utilisation d'une poire à fumée ou d'un fumigène peut s'avérer très simple à mettre en œuvre et fort utile pour vérifier les sens de circulation d'air. En effet, le recours au chauffage à air chaud, la diversité des systèmes de ventilation, la configuration des bâtiments, l'évolution et la modulation des espaces et de leur occupation par les salariés, sont autant de d'éléments pouvant conduire à l'apparition de courts-circuits de l'air neuf ou d'entrées d'air neuf parasites, détectables avec une simple visualisation des flux d'air.

Aussi, il est recommandé de conduire simultanément ces trois actions qui mènent à des informations différentes et complémentaires. Il peut arriver que les débits d'air neuf soient respectés, mais que la mise en œuvre du système soit telle que l'air neuf ne puisse pas ventiler correctement la pièce et donc, ne puisse assurer son rôle d'assainissement.

La caractérisation physico-chimique de l'air

- la mesure des paramètres thermo-aérauliques ou des paramètres de confort: température, humidité et vitesse de l'air, paramètres très facilement mesurables, sont les clés du confort thermique. La température et la vitesse d'air vont avoir un impact à la fois sur le ressenti qu'à un occupant de son environnement, mais également sur le relargage de certains polluants volatils à basse température. L'humidité de l'air, quant à elle, peut avoir, en cas d'air trop sec, un réel impact sur les irritations oculaires ou respiratoires et, au contraire, en cas d'air trop humide, peut favoriser la contamination fongique ou microbienne. Il est habituel, dans les bureaux, de considérer une hygrométrie comprise entre 40 et 60% et une température voisine de 22 °C (la norme NF EN ISO 7730: 2006 « détermination et interprétation du confort thermique » permet un complément d'information);
- la caractérisation de la composition chimique de l'air: le nombre important de composés chimiques dans l'air rend impossible une caractérisation exhaustive des composés présents. D'une façon générale, il est recommandé de ne faire rechercher que les composés dont une valeur guide ou une valeur repère existe, afin de pouvoir interpréter les résultats de mesure en termes de prévention (Cf. Encadré 2). Il est à noter que, par son caractère ubiquitaire dans les espaces intérieurs, le formaldéhyde est un bon indicateur de pollution chimique.

Pour cette caractérisation, plusieurs niveaux d'expertise sont disponibles:

- l'emploi de badges passifs, positionnés dans la pièce pour une durée minimale de 4,5 jours. Cette technique est utilisable par tous. De nombreuses structures proposent des kits passifs QAI et en assurent l'analyse. Généralement, ce type de kits associe deux types de support, l'un spécifique aux aldéhydes, comme le formaldéhyde par exemple, l'autre à un ensemble de COV, dont ceux ayant une VGAI. C'est un moyen simple et peu coûteux d'accéder à une première expertise de l'air d'un local. Il permet d'obtenir une concentration moyenne des composés recherchés sur la semaine de travail;
- l'utilisation d'une métrologie *on line* dite « temps réel » représente un véritable complément dans la compréhension des phénomènes qui ont un impact sur la QAI. Le développement de capteurs à bas prix peut être utile pour comprendre l'évolution d'une cinétique d'émission de pollution et valider l'efficacité d'une solution de prévention. En revanche, les valeurs annoncées par ce type d'appareil sont très sensibles aux caractéristiques de l'air, à la présence d'autres composés ou à l'utilisation même du capteur, et doivent être considérées avec une extrême prudence;

ENCADRÉ 2

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR: DES VALEURS GUIDES

Les valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) réglementaires, lorsqu'elles existent, ne s'appliquent qu'aux locaux de travail à pollution spécifique où sont émis des polluants (gaz, poussières, aérosols...). De ce fait, dans le cas d'un espace de bureau, considéré comme un local à pollution non spécifique, il est préconisé de se référer aux valeurs guides de l'air intérieur (VGAI). Ce sont des valeurs de référence, non contraignantes, établies par l'Anses, comme étant des concentrations dans l'air d'une substance chimique, en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale. Une VGAI vise à définir et proposer un cadre de référence destiné à protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation, sans pour autant avoir de valeur juridique directe, dans la mesure où son non-respect ne peut pas être sanctionné en tant que tel. Onze polluants d'intérêt ont fait l'objet d'une expertise par l'Anses et neuf d'entre eux ont une VGAI à court terme (quelques heures à quelques jours), moyen terme et/ou long terme (un an à vie entière). Les composés ayant une VGAI sont les suivants: formaldéhyde, monoxyde de carbone, benzène, naphtalène, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, dioxyde d'azote, acroléine et acétaldéhyde.

Pour plus d'informations sur les valeurs des VGAI: www.anses.fr

ENCADRÉ 3

MESURES « EXPERT »

Un ensemble d'autres mesures, qu'elles soient propres à la ventilation, à la composition de l'air ou à la recherche spécifique de sources d'émission, existe.

Elles ne sont pas à mettre en œuvre systématiquement et sont réservées à des professionnels. Elles exigent des équipements de métrologie plus conséquents et nécessitent d'avoir recours à des laboratoires équipés de chaînes analytiques. On peut néanmoins les citer :

- en ventilation, la mesure du taux de renouvellement d'air (TRA) par traçage gazeux, permet une

estimation précise des débits d'air. Cette technique est fondée sur l'étude de la décroissance de la concentration d'un gaz traceur injecté dans la pièce étudiée ;

- pour ce qui est de la caractérisation des composés chimiques de l'air, le recours à des mesures actives est possible. Ces techniques associent un support de prélèvement spécifique à un ou une famille de composés et l'utilisation de pompes de prélèvement. Le prélèvement par pompage se fait généralement pendant une durée comprise entre quelques heures et huit heures.

Une chaîne analytique adaptée à l'analyse du composé piégé est alors requise. Ces prélèvements actifs sont plus précis que les mesures passives sur badges, mais ne valent que pour le jour des prélèvements ; ils n'intègrent pas les variabilités qui pourraient apparaître au cours d'une semaine de travail ;

- enfin, d'autres techniques, comme la cellule d'émission ou l'enceinte de dégazage, permettent d'estimer de débit massique d'un composé émis par un matériau ou une surface.

– des mesures nécessitant des équipements de métrologie plus importants et réservées à des experts (Cf. Encadré 3).

Conclusion

On retiendra qu'en cas de suspicion de qualité d'air dégradée, il est recommandé tout d'abord de prendre le temps d'analyser la situation et d'examiner un ensemble de facteurs qui peuvent être à l'origine d'une altération possible de l'air. L'impact d'une source d'émission, quelle qu'en soit l'origine, ou le dysfonctionnement du système de renouvellement de l'air, sont les deux principales composantes du niveau de qualité de l'air. Les mettre en évidence et y apporter une solution, très souvent de bon sens, permet dans la majorité des cas de résoudre le problème de façon pérenne. Le recours à une métrologie lourde n'est alors pas justifié. Néanmoins, dans certains cas, pour révéler un dysfonctionnement

non décelable visuellement, conforter le choix d'une mesure de prévention ou enrayer une situation conflictuelle sous-jacente, des mesures simples, relatives à la caractérisation de la ventilation ou à la composition de l'air, peuvent être réalisées.

Dans ce cas, l'interprétation des résultats de mesures doit être conduite avec prudence. Il est rappelé que pour ce type de locaux à pollution non spécifique, les VLEP ne sont pas applicables. Il convient donc de respecter les dispositions réglementaires concernant le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant et, par ailleurs, il est conseillé de se référer aux valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) élaborées par l'Anses. ●

1. Les travaux de l'hygiéniste allemand M. J. Von Pettenkofen, à la fin du XIX^e siècle, l'avaient conduit à définir une concentration maximale de 1 000 ppmv de CO₂ assurant un air de bonne qualité. Aujourd'hui, la communauté scientifique s'accorde à utiliser cette valeur repère pour définir l'état de confinement d'un local.

POUR EN SAVOIR +

- La norme NF ISO 16814:2010 « Conception de l'environnement des bâtiments, qualité de l'air » propose une démarche de conception, des méthodes d'expression de la QAI en fonction de critères de santé, de confort ou de renouvellement d'air à considérer au commencement d'un projet de construction.

- La norme NF EN 13779:2007 « Ventilation dans les bâtiments non résidentiels, exigences de performances pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air » définit l'ensemble des critères à prendre

en compte pour concevoir un système de ventilation permettant d'assurer un environnement sain et confortable.

- La norme NF EN 15251:2007 « Critères d'ambiance intérieure pour la conception et l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments » fournit les grandeurs physiques à considérer lors du dimensionnement des installations de ventilation. Cette norme ne se limite pas aux seuls débits de ventilation et à la qualité de l'air, elle traite aussi de l'éclairage, de l'acoustique et de la charge thermique.

- Aide-mémoire juridique TJ5 « Aération assainissement des lieux de travail », INRS, 2007 : Synthèse des principales données légales et réglementaire applicables en France, dans le domaine de l'aération et de l'assainissement de l'air des lieux de travail.

À lire aussi :

- [Une ventilation défectueuse associée à des émissions de matériaux à l'origine d'une dégradation de la qualité de l'air intérieur](#), rubrique Étude de cas, page 72.

MAÎTRISER L'ACOUSTIQUE DES ESPACES DE BUREAUX OUVERTS: UNE NOUVELLE DÉMARCHÉ

Souvent négligés, les risques associés au bruit dans les espaces de travail ouverts n'en restent pas moins problématiques pour la santé des travailleurs concernés. Afin d'agir dans ce domaine, les entreprises peuvent s'appuyer sur la méthode développée dans la nouvelle norme française NF S-31-199. Son objectif: aider les utilisateurs à améliorer l'acoustique des locaux tertiaires en s'appuyant sur des critères acoustiques liés aux situations de travail.

NICOLAS
TROMPETTE,
PATRICK
CHEVRET
INRS,
département
Ingénierie des
équipements
de travail

Beaucoup d'études ont été conduites pour examiner l'impact des espaces de travail ouverts sur la santé, la satisfaction au travail et la productivité de leurs occupants. Elles ont identifié des risques spécifiques à cette typologie d'aménagement, dont le bruit. Celui-ci apparaît comme la première nuisance citée par les utilisateurs de ces espaces. Il a en outre une influence sur beaucoup d'autres risques identifiés. Même quand il est très en-dessous des limites réglementaires et des seuils dangereux pour l'audition, le bruit peut gêner, nuire à la qualité du travail, générer des troubles physiologiques et engendrer des risques psychosociaux [1]. Plus spécifiquement, plusieurs études en laboratoire ont montré que les conversations intelligibles augmentent la gêne ressentie par les personnes et diminuent leur performance lors de la réalisation d'une tâche de mémorisation [2-7].

En dépit de ce constat, la dimension acoustique de ces espaces (halls d'accueil, centres d'appels téléphoniques, bureaux paysagers, etc.) est souvent négligée, que ce soit lors de leur conception ou lors de réaménagements. Pour répondre à cette problématique, un groupe de travail normatif s'est penché sur le sujet, sous l'égide de l'Association française de normalisation (Afnor). Il était composé d'institutionnels (INRS, Direction générale du travail, etc.), de représentants de grandes entreprises (Orange, EDF R&D, Sncf AEF, Renault SAS, Michelin MFP, St Gobain-Isover), de centres techniques (Cetim, CSTB) et de professionnels de l'acoustique.

Un travail de terrain a été réalisé et de nombreuses entreprises ont participé, en accueillant les experts du groupe de normalisation, qui ont pu recueillir des données acoustiques et subjectives utiles pour

l'établissement d'une démarche adaptée. À la suite d'observations, d'enquêtes sur la gêne sonore (à l'aide du questionnaire Gabo¹ intégré dans une des parties informatives de la norme) et de mesures acoustiques, une typologie des *open spaces* a pu être définie, fondée sur une analyse d'activité. Des indicateurs acoustiques ont pu être identifiés, auxquels ont été associées des valeurs cibles. Les travaux ont débouché sur une nouvelle norme française, la NF S-31-199, qui va plus loin que les recommandations habituelles [8-9]. Son ambition est de guider l'entreprise au moyen d'outils – en l'occurrence des indicateurs acoustiques et un questionnaire – et de recommandations d'aménagement, afin d'atteindre certaines valeurs cibles pour ces indicateurs acoustiques, synonymes d'une qualité sonore de l'espace ouvert satisfaisante pour ses occupants. Cet article a pour objectif de présenter la démarche proposée par la norme.

Une typologie fondée sur l'activité

Les experts du groupe de normalisation ont divisé les espaces de travail ouverts en quatre catégories, en fonction des attentes potentielles des occupants vis-à-vis de l'ambiance sonore.

- La première catégorie concerne les espaces où l'activité est réalisée essentiellement par téléphone: centre de relation clients, support technique ou commercial, centre d'appels. La norme suppose que les occupants y exercent à peu près tous la même activité. Les enjeux acoustiques sont de limiter l'exposition sonore due au système de téléphonie individuel – c'est-à-dire de minimiser le volume sonore dans l'oreille – ainsi que le bruit ambiant qui va influencer l'effort vocal de l'opérateur et donner une mauvaise perception à son interlocuteur. La collabora-

tion entre salariés est faible; en revanche, les perturbations liées aux conversations voisines peuvent être très importantes. Il faut alors chercher à augmenter la discrétion entre les postes, c'est-à-dire faire en sorte qu'ils ne se dérangent pas. Traduit en termes d'enjeux acoustiques, il faudra limiter le niveau sonore ambiant mais pas trop, pour garder un bruit de masquage naturel efficace, et bien isoler chaque poste.

- La seconde catégorie désigne les espaces de travail collaboratif, qui regroupent des équipes autour de projets: agences de publicité, départements création/marketing, bureaux d'études, bureaux méthodes, etc. Les communications se font principalement de vive voix entre collaborateurs et au travers d'échanges téléphoniques avec l'extérieur. Les personnes réalisent également des tâches individuelles nécessitant plus ou moins de concentration. Les enjeux acoustiques sont d'avoir une bonne intelligibilité entre les postes de travail d'une même équipe, une intelligibilité correcte lors des conversations téléphoniques et une bonne discrétion acoustique entre les différentes équipes, surtout si elles collaborent peu.
- La troisième catégorie désigne les espaces de travail faiblement collaboratif, dans des bureaux où les tâches sont majoritairement individuelles et les échanges de vive voix ou par téléphone sont ponctuels et limités: administration, gestion, achats, etc. Les occupants ont besoin de concentration et les activités sont différentes mais parfois liées, nécessitant de courts échanges. Lorsqu'un échange plus long est nécessaire, des espaces de repli doivent être utilisés. Les enjeux acoustiques sont de limiter l'intelligibilité entre les postes adjacents, sauf pour des conversations ponctuelles, de s'assurer que les différents services implantés sur le même plateau ne se perturbent pas et de limiter le bruit ambiant au poste de travail de manière à faciliter les conversations téléphoniques et la concentration.
- Enfin, la quatrième catégorie concerne les espaces d'accueil du public. Ils sont faits pour mettre en relation le personnel et les clients et ils nécessitent généralement des interactions occasionnelles entre le personnel. Celui-ci est aussi de plus en plus susceptible d'avoir à réaliser, en l'absence de visiteurs, un travail individuel nécessitant une concentration relativement soutenue. Les échanges entre le personnel et les visiteurs peuvent être confidentiels pour les autres visiteurs, voire pour l'ensemble des personnes présentes. Les enjeux acoustiques sont une bonne discrétion entre les postes d'accueil, un niveau de bruit ambiant ne devant pas perturber le travail intellectuel et permettant la concentration, et une intelligibilité excellente

au niveau du poste entre le personnel et le/les visiteur(s). Cette intelligibilité doit en revanche être la plus faible possible entre les postes d'accueil et les zones d'attente.

Des indicateurs objectifs et subjectifs

Les indicateurs retenus pour la norme sont directement liés aux enjeux acoustiques précédents. Le premier est le niveau de bruit ambiant, noté L_{Aeq} : c'est le niveau de bruit dans le local occupé comprenant le bruit des personnes et des équipements (climatisation, photocopieur, téléphones, etc.). Il est mesuré sur une durée représentative de l'activité (plusieurs heures), avec une occupation et une activité habituelles, à l'emplacement de plusieurs postes de travail. Le premier objectif est le respect d'une limite haute, qui dépend du type de bureau, afin de réduire l'exposition sonore et de conserver une bonne intelligibilité lors des conversations orales ou téléphoniques. Il s'agit aussi de respecter une limite basse, variable, qui garantira un masquage des conversations des autres occupants.

Ainsi, dans les espaces où l'activité est réalisée essentiellement par téléphone, il est recommandé d'avoir un bruit ambiant supérieur à 48 dB(A) et inférieur à 52 dB(A). Dans le cas des espaces d'accueil du public, on associe au bruit ambiant un indicateur de fluctuations évalué selon la relation $L_{Aeq} - L_{50}$. Le L_{50} représente le niveau atteint ou dépassé 50% du temps. Plus la différence est grande, plus le bruit fluctue et plus la gêne, les problèmes de concentration et les difficultés à comprendre les conversations utiles augmentent. Contrairement aux indicateurs qui seront évoqués dans la suite et pour lesquels on peut exiger d'atteindre les préconisations, les valeurs cibles pour le bruit ambiant sont de simples recommandations, car celui-ci est aussi dépendant du comportement des personnes dans le local.

La norme insiste sur les notions de discrétion et d'intelligibilité, fondamentales dans la conception d'un espace ouvert et pourtant souvent négligées. Elle s'appuie dans ce but sur un indicateur simple à évaluer: l'atténuation de poste à poste notée D_n . Une bonne discrétion entre postes sera obtenue pour une valeur supérieure à 6 dB. *A contrario*, une bonne intelligibilité exigera une valeur inférieure à 4 dB. Comme cet indicateur ne qualifie que la relation entre des postes proches, la norme le complète avec le taux de décroissance spatiale d'intelligibilité de la parole $D_{2,5}$ qui tient compte des éléments de conception du local et de l'aménagement mesuré sur une ligne fictive joignant les postes de travail. Cet indicateur doit être le plus élevé possible, au moins supérieur à 7 dB, de façon à limiter l'impact sonore des postes lointains, quel que soit le type d'espace considéré.





© Eric Boizet pour l'INRS

Dans un centre d'appels, des dispositifs anti-bruit ont été installés afin de permettre aux collaborateurs de mieux travailler ensemble.

Le troisième aspect fondamental pour la maîtrise de l'acoustique des espaces de bureaux ouverts est la qualité du traitement acoustique du local, c'est-à-dire sa capacité à éviter la réverbération des sons. Elle est caractérisée par le temps de réverbération T_r . Plus ce temps est court, plus la réverbération est faible. Pour pouvoir aménager un espace de travail, il est impératif de partir d'un local raisonnablement traité. La norme demande donc que le temps de réverbération moyen sur les octaves de 250 Hz à 8000 Hz soit inférieur à 0,6 seconde (0,8 s à 125 Hz). Compte tenu de la spécificité des halls d'accueil du public, les valeurs exigées sont moins contraignantes pour ce type d'espace ouvert.

Dans l'ensemble, ces exigences sur le temps de réverbération ne sont pas trop élevées, ce qui laisse une marge à l'aménageur pour augmenter ou non le traitement en fonction de ses objectifs. Il convient de noter que cet indicateur dépend de la forme et de la taille du local. Plus ce dernier est haut et grand, plus il est difficile de garder un temps de réverbération raisonnable. La norme ne nuanciant pas ses exigences en fonction de la sur-

face et de la hauteur, l'aménageur devra réfléchir à ces points en plus du traitement acoustique.

En ce qui concerne les espaces d'accueil du public, la norme demande en plus une isolation correcte vis-à-vis des bruits extérieurs, qu'ils soient généraux ou routiers, au moyen des indices d'isolation $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$ qu'utilise déjà la réglementation acoustique des bâtiments d'habitation neufs.

Enfin, la norme a prévu un certain nombre d'outils pour guider les acteurs au cours de la conception et/ou de l'aménagement. Ils comprennent notamment :

- un synoptique de la démarche à suivre à partir d'un local vide ou d'un local déjà aménagé, qui donne des règles acoustiques à suivre à chaque phase du projet ;
- un exemple de charte de comportement des salariés pour le bon usage d'un *open space* ;
- un questionnaire qui permet d'interroger les salariés sur leur satisfaction vis-à-vis de l'*open space* qu'ils occupent, notamment vis-à-vis de leur perception de l'ambiance sonore, dont l'outil de dépouillement est disponible sur demande auprès de l'INRS.

Les moyens pour les atteindre

Pour atteindre ces exigences, il convient que l'espace de travail ait été bien conçu. La recommandation principale, qui est une constante en matière de santé au travail, est bien sûr d'associer tous les acteurs et particulièrement les futurs occupants à l'établissement du cahier des charges.

La conception du local est fondamentale. Sa forme en particulier : il faut autant que possible limiter la hauteur, car cela optimise l'efficacité du traitement acoustique du plafond, et il faut éviter les formes en couloir facilitant la propagation du bruit, donc avoir une bonne largeur. Le local doit être isolé de l'extérieur. Il est aussi important de considérer quelques règles de base, comme : séparer les différentes équipes ou services, quel que soit leur degré de collaboration ; ou encore, prévoir des espaces additionnels de travail isolés acoustiquement (avec des parois présentant un isolement acoustique adéquat), tels que des bureaux individuels de repli partagés ou des salles de réunion. Il faut également isoler complètement les salles de pause, au niveau des parois mais aussi des accès, afin qu'ils ne polluent pas l'espace ouvert à chaque entrée ou sortie. Il est aussi important d'isoler les équipements bruyants (photocopieurs, etc.) et de concevoir les zones de circulation et d'accès, de manière à les isoler acoustiquement des postes de travail. Il est recommandé de prévoir un sas pour les portes bruyantes. Enfin, le sol doit être acoustique, c'est-à-dire qu'il doit être capable de réduire les bruits d'impacts (de marche). En revanche, il n'a pas vocation à ajouter de l'absorption acoustique et un linoléum souple conviendra aussi bien qu'une moquette.

Ensuite, il faut s'intéresser à l'aménagement des postes de travail. La distance physique garantissant une bonne discrétion, aussi appelée distance de distraction, est de 5 mètres. Si elle n'est pas respectée, il faut la recréer en interposant un écran acoustique avec un bon affaiblissement acoustique, complété par un traitement absorbant. L'efficacité de l'écran est fortement conditionnée par sa hauteur et l'absorption du plafond. Tout le plafond doit être traité, avec des dalles acoustiques dont les performances d'absorption sont à moduler en fonction du résultat désiré (même si en général, on recommande une absorption parfaite, soit un coefficient d'absorption Sabine² égal à 1 ou des dalles de classe A, selon la formulation de l'exigence).

Pour le traitement acoustique, la norme fournit différentes recommandations et d'autres documents sont aussi disponibles pour organiser les échanges avec les fournisseurs [10]. Le traitement du plafond peut être complété par un traitement des murs, si des postes en sont proches. Pour les écrans acoustiques, il est impératif que les cloison-

nettes de bureaux soient à la fois isolantes (pour ne pas être traversées par les ondes acoustiques) et absorbantes (pour ne pas créer une forte réverbération localement). Là encore, il faut se référer à la littérature ou aux sites sur le sujet [11-12].

À noter que les meubles hauts de rangement peuvent être utilisés comme des écrans et certains fournisseurs proposent même des armoires acoustiquement absorbantes. Pour finir, ce propos sur l'aménagement doit être modéré : comme le précise la norme, si le local est mal conçu ou si la surface prévue par occupant est trop faible, le mobilier et sa disposition ne pourront suffire à le corriger. ●

1. *Le questionnaire Gabo, développé en partenariat entre l'INRS et l'Insa de Lyon, permet de recueillir le ressenti des salariés sur leur environnement de travail et sur leur perception de certaines sources de bruit typiques de ces locaux (conversations intelligibles, brouhaha de conversations, sonneries de téléphones, imprimantes), en termes d'intensité perçue et de gêne induite. Il est fourni en annexe de la norme [8] ou sur demande auprès de l'INRS.*

2. *Le coefficient Sabine qualifie l'absorption acoustique d'un matériau, qui conditionne la réverbération des sons dans une pièce donnée.*

BIBLIOGRAPHIE

[1] CHOUANIÈRE D ET AL. Expositions psychosociales et santé : état des connaissances épidémiologiques. INRS, Documents pour le Médecin du Travail, 129, 2011.

[2] JONES DM, MACKEN WJ. Auditory babble and cognitive efficiency: role of number of voices and their location, *Journal of experimental psychology: applied*, 1, p.216-226 (1995).

[3] WEINSTEIN ND. Effect of noise on intellectual performance, *Journal of Applied Psychology*, 59(5), p.548-554 (1974).

[4] SCHLITTEMEIER SJ, HELLBRÜCK J, THADEN R, VÖRLANDER M. The impact of background speech on intelligibility: Effect on cognitive performance and perceived disturbance, *Ergonomics*, 51(5): p. 719-736 (2008).

[5] COLLE HA, WELSH A. Acoustic masking in primary memory, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15(1): p. 17-31 (1976).

[6] EBISSOU A, PARIZET E, CHEVRET P. Use of the Speech Transmission Index for the assessment of sound annoyance in open-plan offices, *Applied Acoustics*, 2015. 88(0): p. 90-95.

[7] BROCOLINI L, PARIZET E, CHEVRET P. Effect of masking noise on cognitive performance and annoyance in open plan offices, *Applied Acoustics*, 2016. 114: p. 44-55.

[8] Norme NF S 31 199, Acoustique - Performances acoustiques des espaces ouverts de bureaux, 2016, Afnor.

[9] LE MUET Y, CHEVRET P. Les dessous de la norme NF S 31-199 sur les bureaux ouverts. In: Congrès Français d'Acoustique, Le Mans, 2016.

[10] INRS, *Traitement Acoustique des Milieux de Travail*, ED 6103, 2011.

[11] www.cnea.fr, site de la commission de normalisation écrans acoustiques (CNEA).

[12] *Les écrans acoustiques - Guide de conception et de réalisation*, CERTA, 2007.

ÉCLAIRER JUSTE, UNE PRÉOCCUPATION MAJEURE POUR LE TRAVAIL AU BUREAU

Comment réussir l'éclairage des espaces intérieurs tertiaires?

Quels sont les atouts et les limites de la lumière naturelle et artificielle?

Vers qui se tourner pour identifier les meilleures solutions? Voici quelques éléments de réponses réglementaires et techniques.

JEAN-MARC
DENIEL
INRS,
département
Ingénierie des
équipements
de travail

L'éclairage est indispensable. Il participe au « voir et être vu ». Il permet ainsi d'identifier les dangers et de se déplacer en sécurité pour franchir des obstacles ou éviter des collisions entre engins et piétons par exemple. Au bureau, l'éclairage est aussi conçu pour éviter la fatigue visuelle et les affections de la vue qui en résultent. Les apports de lumière doivent alors être adaptés à l'activité professionnelle et ne pas aller contre les recommandations d'ergonomie visuelle au poste de travail [1]. L'ambiance lumineuse contribue en outre au bien-être des salariés et peut participer à la prévention des risques psychosociaux (RPS). Elle concourt aussi à l'amélioration de l'ambiance de travail perçue: sérénité, tonicité (Cf. Figure 1), esthétique... en lien avec les distances de visibilité et les panoramas disponibles. Enfin, l'éclairage participe à l'image de marque de l'entreprise, vis-à-vis de l'extérieur comme des salariés.

Une lumière naturelle suffisante

La mise en place d'un éclairage adapté nécessite d'avoir des connaissances sur le fonctionnement de la vision. L'œil est sensible à la luminance (aspect clair ou foncé: Cf. Figure 2) des objets ainsi qu'aux couleurs, et il a besoin de contrastes pour percevoir les volumes. Un éblouissement (d'inconfort, voire d'incapacité) ou des contrastes exagérés fatiguent voire empêchent en partie la perception de l'environnement. La luminance étant difficile et onéreuse à caractériser, en pratique, on préfère travailler sur l'éclairement (Cf. Figure 2), c'est-à-dire le flux lumineux incident par unité de surface: il est plus facile à mesurer et peut suffire à caractériser l'ambiance lumineuse.

Le Code du travail encadre l'éclairage des locaux de travail. Les articles R. 4223-1 à R. 4223-12 précisent que les locaux doivent autant que possible disposer d'une lumière naturelle suffisante [2].

Celle-ci ne doit toutefois pas entraîner de gêne visuelle et thermique pour les travailleurs. La réglementation fixe également des niveaux d'éclairement adaptés à la nature et à la précision demandée au poste de travail et aux circulations. Les niveaux d'éclairement entre la zone de travail et son pourtour, ainsi qu'entre locaux contigus, ne doivent pas dépasser un rapport de 1 à 5. De plus, il faut éviter l'éblouissement et la fatigue visuelle provoqués par des surfaces trop lumineuses. La qualité de la lumière artificielle doit, pour sa part, être adaptée à l'activité professionnelle et ne pas remettre en cause la sécurité des salariés, ni provoquer de fluctuations perceptibles ou d'effets stroboscopiques.

Les articles R. 4213-2 et R. 4213-3 concernent l'éclairage naturel et la vue sur l'extérieur.

La lumière naturelle doit être utilisée pour éclairer les locaux de travail, sauf incompatibilité avec la nature de l'activité [3]. Une vue sur l'extérieur doit être disponible à hauteur des yeux en position de travail, afin d'éviter l'angoisse et l'inconfort psychologique des travailleurs.

La lettre circulaire DRT n°90-11 du 28 juin 1990 tempère ces exigences: elles ne sont pas obligatoires dans les locaux où le séjour est bref et dans les pièces où l'activité est incompatible avec la lumière naturelle [4]. Le parti pris commercial ou architectural n'est pas une raison d'exonération.

Quels sont les avantages et les limites des éclairages naturels et artificiels? Au bureau, l'éclairage naturel est à privilégier: amenant une lumière froide et en fortes quantités, il participe à l'éveil. En fin de journée, une lumière chaude en plus faible quantité est bénéfique pour rythmer notre cycle biologique jour/nuit. La vue sur l'extérieur participe à l'équilibre psychologique des individus [4]. Elle permet aussi à l'œil d'accommoder au loin et ainsi de se reposer des efforts associés aux distances d'observation courtes en intérieur.



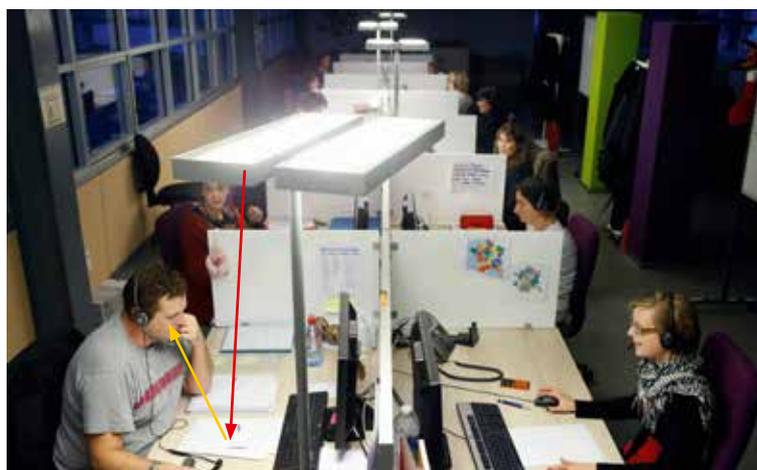
← **FIGURE 1**
Ameublement identique mais éclairage différent : deux ambiances. À droite : l'éclairage diffus et très uniforme génère une ambiance très apaisée. À gauche : l'éclairage plus intensif provoque des contrastes traduisant une ambiance plus tonique.

En revanche, la lumière naturelle peut facilement éblouir et contrarier le travail sur écran. Sa mise en œuvre doit toujours être réfléchi. Idéalement, une gradation automatique de l'éclairage artificiel compensera les fluctuations de l'éclairage naturel. En complément, les protections solaires doivent être dimensionnées pour couper les apports solaires directs pendant certaines saisons et sur certains créneaux horaires. Enfin, des voilages internes permettent de profiter confortablement d'un soleil bas sur l'horizon.

Les risques liés à la lumière bleue

L'éclairage à LED (diodes électroluminescentes) suscite de nombreuses questions relatives essentiellement à un risque d'exposition à la « lumière bleue » (atteinte photochimique possible de la rétine soumise à un rayonnement bleu). Ces questions sont traitées dans un dossier de l'INRS [5] et plus précisément dans un rapport de l'Anses [6]. Ces documents indiquent les cas où l'éclairage à LED ne représente aucun risque. En particulier, si une LED servant à l'éclairage n'éblouit pas, alors la situation d'éclairage est sans danger. Un rapport complémentaire indique les situations d'éclairage à LED sans danger, en fonction du niveau d'éclairement et de la température de couleur (blanc chaud à blanc froid) de la lumière émise [7] (Cf. Tableau 1).

Le marquage CE oblige à indiquer quels sont les appareils pouvant représenter un danger, c'est-à-dire appartenant au groupe 2 ou 3 selon la norme EN 62471 [8]. Cependant, lorsqu'il s'agit d'éclairer des personnes dont le cristallin est absent ou



↑ **FIGURE 2** Les sources de lumière provoquent un éclairement sur les surfaces. Celles-ci présentent divers niveaux de luminance en direction de l'œil.

	TEMPÉRATURE DE COULEUR (K)	ÉCLAIREMENT (EN lux)
Blanc chaud	≤ 2350	4000
	2350 à 2850	1850
	2850 à 3250	1450
Blanc neutre	3250 à 3750	1100
	3750 à 4500	850
Blanc froid	4500 à 5750	650
	5750 à 8000	500

Par exemple, dans le cas d'un éclairage blanc neutre 4000 K, si l'éclairement ne dépasse pas 850 lux, l'éclairage à LED ne dépasse pas le classement GR1. Il peut donc être utilisé sans présenter de risque pour la rétine. Pour donner un ordre d'idée, 500 lux représentent un éclairement suffisant et confortable sur un bureau.

↑ **TABLEAU 1** Situations d'éclairage à LED ne présentant pas de danger.



**ENCADRÉ
DES FORMATIONS POUR ACQUÉRIR
DES CONNAISSANCES**

Pour les préventeurs en entreprise, l'INRS propose la formation « Évaluer et améliorer l'éclairage des lieux de travail ». Les bureaux d'étude spécialisés savent, quant à eux, étudier au mieux l'existant et proposer la solution la plus adaptée à chaque projet. L'Association française de l'éclairage (AFE) regroupe les professionnels de ce domaine, propose des formations et peut orienter vers un professionnel local [13].



© Philippe Castano pour l'INRS

↑ FIGURE 3 L'éclairage doit assurer une distribution homogène de la lumière dans tout le champ de vision ainsi que des contrastes confortables facilitant la perception des volumes.



© DIALUX

↑ FIGURE 4 Un exemple de logiciel gratuit [10] de simulation pour estimer les qualités d'un système d'éclairage.

artificiel, ainsi que les enfants, l'éclairage à LED doit être évité ou soigneusement conçu.

Entreprendre la conception ou la réfection de son éclairage

La conception de l'éclairage est la plus facile dans le cas d'un projet neuf: il est encore possible d'arbitrer entre les diverses contraintes du projet. La rénovation d'un éclairage obsolète, dans un environnement déjà en activité, présente plus de difficultés.

Évaluation d'une installation existante

La démarche de réfection inclut la consultation et l'implication des utilisateurs (actuels ou futurs). Le premier travail sera d'évaluer les qualités actuelles du système d'éclairage et son adaptation à la situation de travail projetée. Il convient d'abord de repérer les matériels obsolètes à remplacer: ballasts ferromagnétiques de tubes fluorescents (repérables à leurs *starters*), lampes à filaments, sodium basse pression (jaune), lampes à décharge sans verre de protection. Le repérage de l'utilisation de lampes dans des conditions qui leurs sont inadaptées doit également être effectué. En particulier, les tubes fluorescents et les lampes fluocompactes ne supportent pas l'intermittence (minuterie, détection). Enfin, si l'on ne dispose pas d'une étude de l'éclairage existant, le renouvellement des lampes dans une zone limitée permet de mesurer les performances du système d'éclairage remis à neuf, aussi bien en termes d'éclairage du plan de travail que d'éblouissement.

D'autres facteurs peuvent expliquer un éclairage dysfonctionnel. En premier lieu, la qualité de l'alimentation électrique peut être altérée par d'autres appareils (machines, ordinateurs), ce qui se traduit par des pannes ou des papillotements. Le renvoi de la lumière par l'environnement est également crucial. Les murs, le sol et le plafond doivent être dotés d'une teinte et d'une clarté compatibles avec le confort visuel (Cf. Figure 3), sans provoquer de reflets éblouissants ou fatigants, ni créer des contrastes pénibles. Enfin, l'éclairage ne doit pas contrarier le cycle circadien, en particulier pour le personnel ne recevant pas (ou peu) de lumière du jour.

Les normes

L'éclairage intérieur est couvert par deux normes de bonnes pratiques, d'application volontaire. Il s'agit des normes NF EN 12464-1 [9] (lieux de travail intérieur) et NF X 35-103:2013 [10]. L'accent est mis sur l'équilibre des luminances (niveaux et contrastes) afin d'assurer un niveau et une uniformité de l'éclairage suffisants pour l'activité pratiquée. En complément, il est recommandé d'adapter l'indice de rendu des couleurs

et la température de couleur (blanc chaud, neutre ou froid) aux situations d'éclairage.

Les outils pour en savoir plus

Des simulations numériques sont possibles avec des outils performants, grand public et complets [11] et permettent de dimensionner l'éclairage pour obtenir l'éclairage désiré et d'éviter un éblouissement d'inconfort. Les rendus 3D donnent un aperçu de l'ambiance lumineuse attendue (Cf. Figure 4).

La conception et la réfection de l'éclairage représentent un investissement où les modifications *a posteriori* sont difficiles. Pour cette raison, la qualité de la conception est primordiale. La technicité des installations proposées sur le marché, des normes, des réglementations et des démarches volontaires (HQE¹) incitent à se tourner vers un spécialiste de l'éclairage [12]. Pour échanger avec les professionnels de l'éclairage et du bâtiment, il est bon d'acquérir une connaissance de base de ce domaine (Cf. Encadré). Il est aussi possible de se tourner vers l'Association des concepteurs lumière et éclairagistes (ACE) apte à mêler esthétique et technicité [14] (Cf. Figure 5). Pour conclure, une ambiance lumineuse propice au travail est le résultat de différents facteurs alliant éclairage artificiel et naturel, apports lumineux en quantité et qualité. Il s'agit d'une opération



© Fabrice Dimier pour l'INRS

↑ FIGURE 5 L'éclairage peut allier efficacité, confort et esthétique.

onéreuse où le retour en arrière est quasiment exclu. Pour réussir ce type de projet, on peut s'appuyer sur des normes de bonnes pratiques. Pour les comprendre, il est conseillé d'acquérir quelques bases dans ce domaine. À partir de là, il est intéressant de se tourner vers un professionnel de l'éclairage pour obtenir un projet optimal. ●

1. Haute Qualité Environnementale, label proposé par le CSTB via sa filiale Certivea.

BIBLIOGRAPHIE

[1] INRS. Travail sur écran. Ce qu'il faut retenir - Risques - INRS [Internet]. [cité 2017 mai 23]; www.inrs.fr/risques/travail-ecran/ce-qu-il-faut-retenir.html

[2] République française. Code du travail : éclairage R4223-1 à R4223-12 [Internet]. 2008 [cité 2017 janv 3]. www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idArticle=LEGIARTI000018532271&idSectionTA=LEGISCTA000018532273&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170103

[3] République française. Code du travail : R4213-1 à R4213-4 [Internet]. 2008 [cité 2017 janv 3]. www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idArticle=LEGIARTI000018532545&idSectionTA=LEGISCTA000018532547&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170103

[4] DRT. Lettre circulaire DRT 90-11 du 28 juin 1990 relative à l'application des articles R. 235-2 et R. 235-3 du code du travail [Internet]. 1990. www.ast67.org/media/documents/dossiers/analyse-evaluation-prevention-risks/eclairage-lieux-travail/eclairage-lieux-travail-circulaire-drt-90-11-28-6-90.pdf

travail-circulaire-drt-90-11-28-6-90.pdf

[5] Exposition à la lumière bleue. Quels sont les risques? Quel serait l'intérêt de lunettes à filtres anti-lumière bleue? - Publication scientifique - INRS [Internet]. [cité 2016 déc 15]; www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=C.4%2F1.018%2F2016-130

[6] ANSES. Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED). ANSES; 2010.

[7] CEI/TR 62778. Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires. AFNOR. 2014;45.

[8] NF EN 62471. Sécurité photobiologique des lampes et appareils utilisant des lampes. AFNOR. 2008;46.

[9] Comité Technique CEN/TC 169 « Lumière et éclairage ». NF EN 12464-1 Juillet 2011 Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de

travail - Partie 1: lieux de travail intérieurs. AFNOR. 2011. 64 p.

[10] Commission de normalisation AFNOR X35A - Ergonomie, Commission de normalisation AFNOR X90X - Lumière et éclairage. Norme française X35-103 15 juin 2013 – Ergonomie – Principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail. AFNOR. 2013. 44 p.

[11] DIALux - DIAL [Internet]. Light. Des. Softw. DIALux. [cité 2017 juin 6]; www.dial.de/en/dialux/

[12] Certifications NF HQE - bâtiments neufs et rénovation - Certivea [Internet]. Certivea HQE. [cité 2017 juin 6]; www.certivea.fr/offres/certification-nf-hqe-batiments-tertiaires-neuf-ou-renovation

[13] AFE. Association Française de l'Éclairage (AFE) [Internet]. [cité 2017 juin 6]; <http://www.afe-eclairage.fr/>

[14] ACE. Conception lumière [Internet]. [cité 2017 juin 6]; <http://www.ace-fr.org/metier/en-savoir-plus-sur-la-conception-lumiere/>

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION ET BUREAU, UN COUPLE INDISSOCIABLE ?

L'essor des technologies de l'information et de la communication (TIC) s'accompagne de bouleversements dans l'organisation du travail qui peuvent être à l'origine de situations professionnelles dégradées. C'est le stress potentiel généré qui est notamment concerné. Face au succès mitigé des moyens de prévention actuellement mis en œuvre, il apparaît essentiel de suivre de près ces évolutions pour identifier des solutions efficaces de prévention.

VIRGINIE
GOVAERE
INRS,
département
Homme
au travail

JACQUES
LEICHLÉ
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

Derrière les termes génériques de « bureau » et « travail de bureau » se cachent des réalités multiples et bien différentes les unes des autres. Certains bureaux accueillent du public, d'autres réservent leur accès à quelques personnes autorisées. Les bureaux isolés de travailleurs indépendants sont bien différents des plateaux d'équipes projets. Les centres d'appel dédiés à une tâche unique contrastent avec les espaces de *coworking* qui jouent sur la complémentarité des compétences. Aussi, le bureau ne supporte pas une description uniforme. D'autant que la conception des bureaux est en constante évolution, du fait notamment du développement du travail administratif, des transformations proposées par les architectes et par les concepteurs de mobilier, ainsi que des innovations des technologies de l'information et de la communication (TIC). Ces dernières sont peut-être celles qui ont le plus influencé le développement des espaces et des organisations de travail. Mais si elles sont une réalité et une opportunité pour faire évoluer le travail et le fonctionnement de l'entreprise, leur utilisation sans accompagnement organisationnel peut, à l'instar de tout outil, générer des risques pour la santé et la sécurité.

Des espaces adaptés à l'organisation du travail

Les premiers terminaux d'ordinateurs, souvent volumineux, créaient pour les concepteurs des contraintes de localisation, d'encombrement et d'environnement. Les générations de matériel informatique qui se sont succédé pour aboutir aujourd'hui à l'ordinateur personnel à écran plat, ont progressivement fait disparaître ces

contraintes. C'est encore plus vrai avec la généralisation des ordinateurs portables, des réseaux sans fil et des périphériques partagés. Aussi peut-on penser que les concepteurs sont maintenant libres d'imaginer des espaces parfaitement adaptés à l'organisation du travail, et que les nouveaux bureaux répondront donc mieux aux besoins de l'activité.

Cette liberté nouvelle a permis de voir émerger les *flex-offices*¹: le salarié se déplace avec son ordinateur portable et éventuellement un petit casier d'archives. Il peut se connecter, où qu'il aille, au *cloud*² qui donne accès à tous les documents de travail dont il a besoin. L'accès aux outils permis par ces nouvelles technologies n'impose même plus d'être présent au bureau. Le collectif de travail ne se forme plus alors de la même façon.

Cependant, si les TIC ont permis de libérer l'utilisation de l'espace, elles ont aussi bouleversé le contenu du travail de bureau. Certaines activités de pilotage, de contrôle ou même d'encadrement, jusqu'alors réalisées en présentiel sur les lignes de production ou dans les ateliers, sont graduellement réalisées à distance, dans un bureau, *via* des outils numériques permettant de suivre le processus. Ce suivi n'est d'ailleurs pas conditionné par la distance géographique, puisque l'accès aux outils est même potentiellement disponible hors des murs de l'entreprise.

Par ailleurs, d'autres tâches, notamment les plus répétitives, qui consistaient simplement à transférer l'information d'un média à un autre (papier vers papier, papier vers numérique, numérique vers numérique...) ou qui étaient « mécanisables », mais qui ont pourtant longtemps été réalisées par un opérateur humain, ont pu progressivement,

grâce à la technique, être confiées à la machine. On peut ainsi penser que seul le travail à plus haute valeur ajoutée est resté à l'opérateur. Cela peut être le travail où l'opérateur met en œuvre sa capacité de création et tire au mieux parti du pouvoir démultiplicateur de l'ordinateur; ou bien celui où il utilise sa capacité de synthèse pour dégager une information pertinente de toutes celles rendues accessibles par la numérisation et par les réseaux. Cela peut être aussi le travail où, bien que seul devant son écran, l'opérateur communique de façon optimale et exploite au mieux sa collaboration avec d'autres opérateurs plus ou moins distants. Les TIC lui apportent rapidité - voire instantanéité - tout en lui permettant de réaliser des tâches qui semblaient impossibles par le passé (contrôle simultané de plusieurs process, contrôle à distance de l'évolution d'un processus, traitement instantané de données multiples...). C'est donc une révolution du travail de bureau qui s'est produite avec le développement des TIC et qui continue aujourd'hui.

Conséquences sur l'organisation du travail

L'arrivée des TIC, en permettant notamment les échanges d'informations et les interactions à distance, s'accompagne naturellement d'une nouvelle organisation des espaces de travail. Celle-ci s'inscrit dans un contexte de pression économique sur les

entreprises, associée à la montée du prix de l'immobilier. De plus en plus d'entreprises cherchent à organiser les espaces de travail pour obtenir des bénéfices directs (réduction des surfaces de travail disponibles) et indirects (performance des salariés, réactivité, flexibilité): *flex-office*, *coworking*³, télétravail à domicile... [1].

Ces nouvelles organisations favorisent une dispersion géographique des équipes, qui s'accompagne d'un accroissement de la flexibilité et de l'autonomie des salariés ainsi que d'une modification du contenu du travail. Les promoteurs de ces organisations décrivent un environnement social élargi (collègues, hiérarchie et salariés d'autres entreprises, excepté pour le télétravail) et un environnement physique attractif (intégration d'espaces de convivialité, épanouissement personnel par exemple).

Pour le manager, il s'agit d'évoluer d'une fonction de surveillance des collaborateurs vers une fonction de facilitateur et d'animateur des équipes, en veillant aux conditions d'une autonomie accrue de ses membres. Pour les équipes et les managers, la cohésion sociale ou l'appartenance à un groupe, qui se fait naturellement lorsque tout le monde est présent sur un même lieu (au bureau) et dans un même espace (regroupement des lieux par équipe), nécessite des efforts supplémentaires. Néanmoins, sans remettre en cause les apports de



Les TIC ont beaucoup influencé l'évolution des espaces et des organisations de travail.



Les technologies nomades peuvent contribuer au brouillage des frontières vie personnelle - vie professionnelle.

ces technologies, des travaux de plus en plus nombreux s'intéressent, au moins pour les TIC utilisées dans le cadre du travail, aux coûts et aux paradoxes qu'elles présentent pour les utilisateurs. Ils montrent que ces technologies introduisent un changement dans le monde du travail: elles abolissent les frontières traditionnelles (couple homme-machine, les équipes, l'entreprise) et accélèrent le temps en donnant le tempo, celui de l'immédiateté.

On identifie cinq facteurs de dégradation des situations de travail qui peuvent être provoqués par l'utilisation des TIC: une intensification du travail, une surcharge informationnelle, un affaiblissement des relations interpersonnelles et des



© Gael Kerbaol/INRS

collectifs de travail, un brouillage des frontières travail/maison et un renforcement du contrôle de l'activité.

Intensification du travail et surcharge informationnelle

L'intensification du travail est définie comme l'augmentation du degré de mobilisation des capacités humaines dans l'activité de travail. Cette intensification peut être quantitative, du fait d'une accélération des rythmes de travail, et qualitative, quand elle se traduit par une augmentation des interruptions et des sollicitations.

L'utilisation des TIC a tendance à accroître les volumes de données émis et gérés dans une entreprise. Ces données sont de différentes natures (information, communication, injonction, demande...) et sont déversées *via* de multiples sources technologiques (messagerie, intranet, bases de données, réseaux sociaux). De plus, quelques travaux montrent que les nouveaux flux d'information ne remplacent pas les précédents, mais s'y ajoutent [2, 3]. La pluralité des sources d'information correspond également à une plus grande diversité de structuration de l'information, qui nécessite un travail supplémentaire d'interprétation, de hiérarchisation et d'évaluation de la qualité de l'information. Dans ce contexte, la gestion des données impose de réaliser des tâches supplémentaires à réaliser dans des temps brefs qui peuvent conduire à une segmentation et à une dispersion du travail des opérateurs.

Lorsque le temps de traitement n'est pas intégré par l'organisation dans l'activité des opérateurs, la pression de l'immédiateté se combine à une accélération de la cadence de travail pour absorber ce surcroît d'activité et génère des situations consommatrices de capacités cognitives (double tâche, interruptions dans leurs traitements).

L'intensification du travail et la surcharge informationnelle suscitent alors chez le salarié un sentiment de débordement, de perte de contrôle sur son travail, ainsi qu'une diminution de la qualité de celui-ci (moins de temps et de disponibilité pour le faire).

Affaiblissement des relations interpersonnelles et des collectifs de travail

Dans certains contextes d'organisation et de management, l'hétérogénéité des performances individuelles rythmées et/ou tracées par les TIC conduit le collectif à exercer des pressions et un contrôle entre pairs. On constate aussi un durcissement de la concurrence entre les individus ou entre les équipes. Dans ces configurations, le collectif de travail peut s'affaiblir et évoluer vers la juxtaposition d'individus, surtout lorsque l'organisation (indicateurs de performance, règles d'exercice du pouvoir décisionnel et d'évaluation) est déconnectée des objectifs d'organisation de l'entreprise.

Brouillage des frontières vie personnelle - vie professionnelle

Les TIC permettent la connexion permanente du salarié quels que soient le lieu et le moment et favorisent ainsi le report de certaines tâches professionnelles dans la sphère privée. De plus, les technologies nomades combinant des applications professionnelles et des applications privées (exemple du smartphone) favorisent le brouillage

des différentes sphères et laissent les salariés arbitrer entre les différents cadres d'action à mettre en place pour mener à bien leur travail (avec qui, quand, sur quoi, combien de temps...), en tenant compte des critères retenus par l'entreprise (efficacité, réactivité, ampleur du réseau d'interlocuteurs...). Ce brouillage des frontières s'accompagne parfois d'un transfert de stress du travail à la maison qui ne relève pas uniquement d'une pression émanant de la hiérarchie. Et cette pression peut être exercée par les collègues ou par le salarié lui-même, devenu autonome et responsable de sa propre organisation et de la régulation de son travail.

L'autonomie des salariés est souvent considérée comme la caractéristique indispensable pour la réussite des projets d'évolutions technologiques et organisationnelles et comme la garante d'un certain bien-être au travail. Cependant, cette autonomie peut également devenir une contrainte, sous la forme d'une injonction ratifiée et instituée par l'entreprise, qui induit une réorganisation des formes et des modalités de contrôle. Or en « *s'élargissant à des temps et des espaces "hors contrôle" présentiel (flex-office, télétravail...), le contrôle ne viserait plus le travail mais l'individu lui-même* » [4].

Renforcement du contrôle de l'activité

Le contrôle de l'activité a évolué avec l'introduction des TIC. Il existe maintenant un contrôle direct par la technologie ou la « machine », ainsi qu'un possible contrôle par l'utilisation de traces fournies par la « machine ». Des TIC telles que les ERP⁴ et les *workflows*⁵ déterminent ce qu'il faut faire, quand il faut le faire, qui doit le faire et à quel rythme. Dans le cas d'un écart par rapport à ce qui est attendu, le dispositif « bloque » le processus jusqu'à l'obtention de la « bonne » réponse. Ce type de contrôle soumet la compétence et l'expertise du salarié au système technologique et ceci, indépendamment de la qualité de la réponse fournie : c'est-à-dire de l'adéquation de la réponse à une situation particulière ou exceptionnelle.

À ces cinq facteurs de dégradation, il convient d'ajouter le risque que les TIC puissent « empêcher le travail » au sens donné par Yves Clot [5]. En effet, l'informatisation de tâches mécanisables doit théoriquement permettre à l'opérateur de se concentrer sur le cœur de son métier et exprimer au mieux son savoir-faire et sa valeur ajoutée. Dans les faits, cela n'est possible que si l'informatisation produit un travail d'une qualité au moins équivalente à ce que faisait l'opérateur auparavant. L'utilisation d'outils logiciels « sur étagère », ou conçus sur la base d'un cahier des charges élaboré sans observer le travail réel, peut conduire l'opérateur non pas à bénéficier du pouvoir démultipliateur de la machine mais, au contraire, à passer beaucoup de temps à corriger

voire à contrer le travail réalisé par la machine, qui est non conforme au métier. Du fait de l'outil informatique, l'opérateur ne peut plus aussi bien mettre en œuvre son métier et son savoir-faire : le travail qu'il réalise peut laisser croire à une régression de son niveau de compétences.

Les stratégies mises en place pour réguler ces différentes situations sont diverses : allongement du temps de travail (gestion de dossiers, mails gérés sur le temps de vie personnelle), stratégies d'évitement (gestion de son agenda en mettant des plages horaires fictives) ou stratégies de résistance (traçabilité des sollicitations, contrôle de l'activité, suivi des indicateurs, priorisation de certaines activités...).

Pour l'encadrement, les stratégies de régulation mises en œuvre par l'ensemble des salariés peuvent avoir un effet différencié. En effet, pour les managers, la distance et une moindre disponibilité réduisent la connaissance qu'ils ont du travail réel effectué par leurs collaborateurs : ces derniers ne rendent pas visibles leurs modes opératoires individuels et certaines stratégies déployées pour gérer une urgence ou pour répondre à un surcroît d'activité. Ainsi, la gestion de la santé et de la sécurité des collaborateurs peut évoluer vers une gestion réactive, puisque les événements ou les « signaux faibles » ne sont pas perçus directement par les managers.

Des pistes de solutions de prévention ?

À travers l'utilisation de ces outils, c'est le stress potentiel généré par l'accroissement de la charge de travail, les interruptions de l'activité, l'intrusion du travail à la maison, le transfert du stress du travail à la maison, la diminution du temps de récupération et la perte de sens du travail, qui doivent constituer les priorités des mesures de prévention. Ainsi, l'accroissement du risque de maladies coronariennes et d'accidents vasculaires cérébraux, de dépression et d'anxiété, de troubles musculosquelettiques (TMS), de maladies immuno-allergiques, d'affaiblissement de la résistance aux infections, sont des conséquences potentielles qu'il faut prévenir.

Des moyens juridiques et des solutions visant à prévenir ces risques sont d'ores et déjà utilisés en entreprise : droit à la déconnexion, guides de bonnes pratiques, outils « techniques » comme par exemple l'aide à la gestion de la messagerie par des règles automatiques de classement des mails ou des logiciels d'aide à l'organisation visuelle des données, formation des opérateurs sur l'usage des différents outils... Ainsi, les solutions envisagées visent principalement les dimensions techniques des TIC et les usages individuels.

À ce jour, ces solutions sont intéressantes mais présentent un succès mitigé de l'avis des salariés, des



entreprises et des préventeurs. En effet, les phénomènes d'interruption des tâches, de surcharge cognitive et leurs effets associés sont toujours présents. Cela relève en partie du mode de diffusion ou de l'accompagnement de ces solutions. Dans de nombreux cas, celles-ci sont partiellement mises en place dans l'entreprise ou proposées exclusivement aux opérateurs qui se « plaignent ». Le bénéfice que ces opérateurs peuvent alors en attendre est limité, puisque le déploiement des solutions est restreint, localisé voire individuel et, ainsi, trop souvent inefficace.

Il apparaît que ces actions restent insuffisantes et inopérantes lorsque les dimensions relatives à l'organisation du travail, l'organisation de l'entreprise et l'activité réelle des opérateurs ne sont pas également intégrées.

A *contrario*, la mise en place, par de rares entreprises d'un système global pour la messagerie électronique s'avère bénéfique. Il se caractérise de la façon suivante:

- instauration de temps dédiés de consultation ou de gestion de messagerie;
- définition des rôles et du statut des acteurs prescripteurs d'activité;
- application effective des règles d'utilisation de la messagerie quel que soit le statut de l'émetteur ou du récepteur de message;
- adaptation des critères utilisés dans l'entreprise pour mesurer la réactivité des individus et des équipes... [6].

Ces entreprises proposent ainsi un système de prévention qui combine l'outil, son utilisateur, l'activité, l'organisation du travail et de l'entreprise. Elles passent alors d'une solution localisée voire individuelle peu performante à une solution plus complexe, mais dont la dimension collective est indéniablement présente, et surtout qui maintient dans la durée les effets recherchés.

TIC et bureaux de demain

Thierry Pillon [7] affirme que « *dès les années 1950-1960, la question de la flexibilité s'est imposée avec suffisamment d'évidence pour constituer la référence des différents modèles [d'aménagement des bureaux] qui se sont succédé, jusqu'à aboutir aujourd'hui à des principes où ce ne sont plus les lieux qui changent, s'adaptent, mais les hommes et leurs ressources* ». Les ressources techniques et technologiques de demain vont donc continuer à façonner les bureaux, d'autant plus qu'il y a de la part des salariés eux-mêmes une attente naturelle à ce que les technologies qu'ils trouvent dans leur environnement de travail ne soient pas en retard par rapport à celles qu'ils trouvent dans la vie courante. Les futures « nouvelles » technologies de l'information et de la communication impacteront elles aussi la conception des lieux de travail

et il est difficile de prévoir quel sera l'effet sur ces lieux des objets connectés, dont le développement est exponentiel. Sans oublier l'utilisation d'algorithmes de plus en plus sophistiqués et de machines « apprenantes » qui modifient la nature du travail et le rapport de l'homme avec son environnement immédiat. Ces évolutions tirées par la technologie ne doivent toutefois pas faire oublier aux concepteurs le 4^e principe de prévention, qui impose à l'employeur d'adapter le travail à l'homme et non l'inverse. La révolution des bureaux n'est donc pas terminée et la prévention devra elle aussi suivre cette évolution. ●

1. Flex-office ou sans bureau fixe ou bureaux partagés: le salarié est équipé d'un ordinateur portable, il occupe un emplacement différent tous les jours et dispose de nombreux espaces collectifs (salles de réunion, salle d'isolement, cafétéria...). Le salarié est ainsi mobile à l'intérieur même de son entreprise. Le bureau virtuel, les réseaux sociaux et le wifi jouent le rôle de « cordon ombilical » avec son manager et ses collègues.

2. Cloud ou « cloud computing »: modèle qui permet en tous lieux d'accéder en réseau, simplement et à la demande à un ensemble de ressources informatiques partagées.

3. Le coworking regroupe deux notions: un espace de travail partagé (souvent hors des murs de l'entreprise) et un réseau de travailleurs issus de différentes entités ou entreprises.

4. ERP: Enterprise Resource Planning, appelé également PGI (Progiciel de Gestion Intégré). Il s'agit d'un système d'information qui permet de gérer et suivre au quotidien, l'ensemble des informations et des services opérationnels d'une entreprise.

5. Workflow: gestion électronique des processus métiers.

BIBLIOGRAPHIE

[1] APPEL-MEULENBROEK R. *How to measure added value of CRE and building design. Knowledge sharing in research buildings*, Eindhoven (Pays Bas), Technische Universiteit, 2014.

[2] JAUREGUBERRY F. *Déconnexion volontaire aux technologies de l'information et de la communication*, 2013, hal.archives-ouvertes.fr/hal-00925309

[3] GOVAERE V., WIOLAND L. *Use of ICT and paper: a paradox - Consequences on health and safety*, Conférence « Innovation technologique, changements organisationnels - quels enjeux pour la prévention ? ». INRS, 29 au 31 mars 2017, Nancy.

[4] TASKIN L., RAONE J. *Flexibilité et disciplinarisation: repenser le contrôle en situation de distanciation*, *Économies et Sociétés - série « Études critiques en management »*, 2014, 3 (1), p. 35-69.

[5] CLOT Y. *Le travail à cœur. Pour en finir avec les risques psychosociaux*. La Découverte, coll. « Cahiers libres », 2010, 190 p.

[6] PERLOW L.A. *Sleeping with your Smartphone: How to Break the 24/7 Habit and Change the Way You Work*, Harvard Business School Publishing corporation, 2012.

[7] PILLON T. *Retour sur quelques modèles d'organisation des bureaux de 1945 à aujourd'hui*. *La nouvelle revue du travail*, 9, 2016.

FOCUS SUR...

Le travail sur écran : des recommandations pratiques

Troubles musculosquelettiques, fatigue visuelle... Le travail sur écran, marqué par l'évolution des technologies numériques, peut être à l'origine de troubles de la santé.

Des recommandations simples à mettre en œuvre existent pour limiter les risques.

Marie-Anne Gautier, INRS, département Études et assistance médicales
Laurent Kérangueven, INRS, département Expertise et conseil technique

En 2013, 71% des salariés utilisaient pour des besoins professionnels un matériel informatique, fixe ou mobile, de façon continue ou discontinue [1]. Du fait du développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), la mobilité des salariés s'est accrue, ce qui se traduit par l'utilisation croissante d'ordinateurs portables, de tablettes tactiles, de smartphones, etc. Or l'utilisation intensive de ces différents outils informatiques peut engendrer des troubles de la santé, principalement des troubles musculosquelettiques (TMS) et de la fatigue visuelle. Les TMS liés au travail sur écran se manifestent principalement par des douleurs à la nuque (cervicalgies), dans le haut et le bas du dos, aux épaules, aux coudes et aux poignets.

Lors d'un travail informatisé, leurs facteurs de risques sont biomécaniques (posture statique prolongée et contraignante, répétitivité des gestes...), organisationnels (durée journalière, travail contraint, absence de pause...) et psychosociaux (stress, charge mentale...). Ainsi, il convient d'être vigilant à l'aménagement du poste de travail mais aussi, au contenu et à l'organisation des tâches de travail, pour prévenir et limiter ces facteurs de risques.

Le déploiement récent des ordinateurs portables, tablettes et téléphones mobiles amène à envisager de nouvelles modalités d'aménagements des postes de travail. Leur utilisation peut entraîner des cervicalgies, s'ils sont situés trop bas par rapport aux yeux. Selon la norme ISO 11226, la flexion du cou ne doit pas dépasser 25° en position statique. Si l'opérateur utilise de façon prolongée un micro-ordinateur portable ou une tablette, l'équipement doit être posé sur un rehausseur, pour que le haut de l'écran soit à hauteur des yeux. Un clavier indépendant doit alors y être connecté [2] de façon à le désolidariser de l'écran et travailler ainsi confortablement, à la fois sur les plans postural et visuel.

On observe souvent des installations dites à « multi-écrans ». Selon la norme ISO 9241-303 [3], « *il convient que le poste de travail et le dispositif d'affichage permettent à l'utilisateur de visualiser l'écran avec un angle de direction du regard allant de 0° à 40°* ». En pratique, il est recommandé d'accoler les écrans adjacents, pour permettre une économie de mouvement au niveau des cervicales. Si un écran est plus utilisé que les autres, il doit être positionné face à l'opérateur.

Le travail sur écran peut également être à l'origine de fatigue visuelle. Cet état se manifeste par des symptômes subjectifs réversibles, tels que des picotements des yeux, des éblouissements, une vision floue, des maux de tête, etc. En effet, travailler sur écran nécessite des efforts d'accommodation

ET LES SOURIS DANS TOUT ÇA ?

Une étude de laboratoire réalisée à l'INRS a comparé les sollicitations musculaires et posturales, la performance et la satisfaction des sujets lors de l'utilisation d'une souris traditionnelle et de deux souris verticales (l'une présentant une inclinaison de 35° et l'autre de 65° par rapport à l'horizontale), à trois emplacements différents sur le bureau. La souris présentant une inclinaison de 35° apparaît comme le meilleur compromis. Placer la souris devant le clavier, plutôt qu'à côté du clavier, réduit les sollicitations musculaires. La performance et la satisfaction des utilisateurs sont meilleures lorsque la souris est placée librement, sans contrainte, sur le plan de travail.

Pour en savoir plus :

- Gaudez C., Cail F. Effets sur les sollicitations musculaires et posturales, sur la performance et le ressenti des utilisateurs de différentes souris informatiques et de leur positionnement sur le bureau. *Notes scientifiques et techniques de l'INRS*, NS 345, 2016, 40 p.
- Quand les souris se redressent, *Travail & sécurité*, n°762, juin 2015.





© Claude Almodovar pour l'INRS

POUR EN SAVOIR +

- *Écrans de visualisation. Santé et ergonomie.* INRS, ED 924, 2014.
- Dossier Web travail sur écran, www.inrs.fr

permanents entre vision de près, intermédiaire et de loin. L'environnement lumineux (intensité, luminance...), les caractéristiques de l'affichage (contraste, résolution, reflets...) et l'ambiance physique des locaux (température, taux d'humidité...) jouent un rôle important. Des recommandations peuvent être formulées pour prévenir cette fatigue visuelle: un dépistage régulier et une correction adaptée des anomalies visuelles, une implantation adéquate des postes par rapport aux sources lumineuses et le choix d'un matériel adapté (écran traité contre les reflets...).

Les écrans d'ordinateurs, de tablettes et de smartphones sont très souvent équipés de LED (*light-emitting diode* ou diodes électroluminescentes) pour leur rétroéclairage. Les LED peuvent provoquer une atteinte de la rétine par effet photochimique lorsqu'elles ont des niveaux de luminance élevés et que l'exposition se fait en vision directe. Les dispositifs utilisés en rétroéclairage des écrans ont des niveaux d'émission très faibles et donc, au vu des connaissances scientifiques actuelles, ceux-ci ne représentent pas de risque pour la rétine. En revanche, la lumière bleue qui est générée

a des effets sur l'horloge biologique et est susceptible de perturber le cycle veille-sommeil. Une exposition aux écrans le soir peut retarder l'endormissement [4].

Pour conclure, il existe des recommandations simples dont l'efficacité en matière de prévention est indéniable pour améliorer les situations de travail sur postes informatisés: quitter de temps à autre l'écran des yeux et regarder au loin, changer régulièrement de posture au cours de la journée ou faire une pause visuelle toutes les heures pendant cinq minutes. Pour autant, cela ne dispense pas d'avoir une approche ergonomique des situations de travail dans leur globalité, pour s'assurer de la bonne adéquation entre les solutions proposées et les besoins et tâches propres à chaque opérateur. ●

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ALGAVA E, VINCK L. Intensité du travail et usages des technologies de l'information et de la communication. Enquêtes Conditions de travail, DARES, n°14, juin 2015.
- [2] ISO 11226. Ergonomie - Évaluation des postures de travail statiques. 2000.
- [3] ISO 9241-303. Ergonomie de l'interaction homme-système - Partie 303: Exigences relatives aux écrans de visualisation électroniques. 2011.
- [4] GAUTIER MA, MORELOT Q, DENIEL JM, BARLIER-SALSI A. Exposition à la lumière bleue. Quels sont les risques? Quel serait l'intérêt de lunettes à filtres anti-lumière bleue? *Références en santé au travail*, n° 147, septembre 2016, pp.121-123.

DES ESPACES DE TRAVAIL TERTIAIRE EN MUTATION

Open space, flex-office, desk sharing... Les espaces de travail tertiaire sont marqués par une ouverture et un nomadisme grandissants. Mais ces mutations n'ont pas fait la preuve de leur efficacité sur les conditions de travail. Au contraire, c'est souvent l'insatisfaction des utilisateurs qui prédomine. D'où la nécessité de définir des règles partagées pour conduire au mieux ces aménagements.

GÉRARD BOUCHÉ
architecte d'intérieur (CFAI),
ergonome et programmiste (SFA)

ÉRIC LIEHRMANN
INRS,
département Expertise et conseil technique

L'attribution d'un bureau individuel ou le partage de l'espace par plusieurs salariés rendent lisible la posture hiérarchique dans l'entreprise, et ont un impact sur la rationalisation des surfaces. L'optimisation des espaces de travail est une préoccupation intégrée par les entreprises depuis l'origine du développement du secteur tertiaire. Le bureau individuel du directeur se distinguera de celui de sa secrétaire par des attributs qualitatifs et une surface conséquente, tandis qu'une densité importante de postes de travail implantés dans un même espace sera un gage de rationalisation des surfaces, quelles que soient les contingences organisationnelles. Jusque dans les années 1980 et au-delà, pour certaines entreprises, les aménagements les plus répandus en France consistaient à organiser les espaces tertiaires avec des bureaux individuels, des bureaux à deux, quatre ou six personnes maximum. Quelques exemples d'aménagements avec une forte prévalence d'espaces ouverts existaient déjà cependant dans les secteurs bancaires et de l'assurance.

À l'exception des postes de direction et d'encadrement, la tendance à la réduction du nombre de bureaux individuels s'est accentuée au profit des espaces ouverts dans les années 1980. Les schémas d'organisation spatiale ont alors privilégié les *open spaces* avec une densification très variable, jusqu'aux années 2000. Cette tendance s'est déployée en ne tenant pas compte des recommandations préconisées par le cadre normatif (norme Afnor NF X 35-102), tant en termes de respect des surfaces attribuées, qu'en termes de densification. Ces périodes de transition ont conduit à une nouvelle réduction du nombre et de la proportion des bureaux individuels, et à une plus grande ouverture des espaces de travail, teintée d'une volonté d'optimisation de la communication. La suppression des cloisons visait ainsi à favoriser les sollicitations individuelles et collectives. La suppression des bureaux individuels fut

progressive, afin d'être plus facilement acceptée, et a impacté par vagues successives de réaménagements, jusqu'à l'encadrement intermédiaire. Durant ces décennies, les *open spaces* regroupaient un nombre de postes souvent compactés avec peu de qualité architecturale, tandis que d'autres aménagements de type espaces paysagés s'évertuaient à préserver pour chacun des salariés, un poste de travail individuel délimité par des cloisons mi-hauteur et une multitude de dispositifs séparatifs¹ arborés, d'où l'origine du terme paysagé.

Initialement, ces réalisations tertiaires étaient assurées par des cabinets spécialisés composés d'architectes, d'architectes d'intérieur et de designers. Ces cabinets se sont par la suite scindés en deux groupes : d'un côté, les partisans de la préservation de la qualité des espaces tertiaires favorisant des aménagements en espaces paysagés avec l'apport des fournisseurs de mobiliers, pour proposer un éventail de possibilités d'aménagements qualitatifs ; de l'autre, les aménageurs au service d'une rationalisation excessive, prônant une plus forte économie des surfaces, en généralisant les organisations en *open spaces* et l'implantation de *bench* (regroupements des postes par quatre ou six de type plateaux adossés et alignés), tout en limitant de façon drastique le nombre de bureaux individuels.

Ces mutations organisationnelles et spatiales ont été accompagnées par la généralisation de la micro-informatique individuelle et une pression immobilière motivante pour les entreprises. À l'occasion de leurs réorganisations, certaines de ces entreprises ont cherché à optimiser les surfaces lors de leurs multiples déménagements. Dans ce contexte, de nouveaux prestataires aménageurs ont émergé dès la fin des années 1980. Les cabinets de *space planning*, parfois liés à de grands groupes immobiliers, se sont alors imposés dans ce secteur d'activité en proposant un service d'accompagnement et de réalisation de projet. Le développement de cette nouvelle offre de pres-



tations signe le déclin des interventions d'aménagements tertiaires, jusqu'alors assurées par des agences d'architecture et de design. Cette mutation du portage des opérations d'aménagement a un impact décisif sur l'orientation des conseils prodigués aux entreprises en termes d'optimisation financière.

L'évolution du secteur tertiaire tend aujourd'hui, par l'entremise du télétravail et de la mobilité digitale, à généraliser une certaine forme d'externalisation du travail de ses salariés. Certaines entreprises proposent par exemple un nombre de postes de travail physiques inférieur à celui de ses salariés; elles compensent parfois ces suppressions de postes de travail par quelques espaces partagés.

Une rationalité qui impacte la vie hors travail

Sous couvert d'une organisation du travail guidée par une structuration en « équipe projet », les espaces de travail tertiaire se structurent en espaces ouverts depuis plus d'une vingtaine d'années. Les entreprises sujettes à des réorganisations ou regroupements fonctionnels généralisent ces modes d'organisation spatiale. L'appellation française « espace ouvert » supplante la terminologie anglo-saxonne d'*open space* à la connotation négative. Dans cet univers spatial en mutation, le bureau individuel ou partagé à deux, trois ou quatre opérateurs disparaît au profit d'espaces regroupant jusqu'à quinze, voire trente postes dans un même espace. Les spécialistes de ces aménagements que sont les *space planners* proposent de réaffecter une partie des gains en surfaces ainsi générés, à des fonctionnalités d'espaces partagés pour parfaire la communication, les échanges et la créativité, tout en préservant parfois un poste de travail par salarié.

Le *desk sharing*

D'autres modèles plus récents se fondent sur un concept récurrent de mobilité. Ils se généralisent en proposant une organisation spatiale de type *desk sharing* (bureau partagé). Ce mode d'utilisation partagé s'appuie sur l'idée que le taux d'occupation initial d'un bureau est faible, généralement proche ou inférieur à 60%, et qu'il s'agirait donc de l'optimiser. Le principe consiste à autoriser l'usage d'un bureau par de multiples collaborateurs, lorsqu'un utilisateur initial est en déplacement ou chez un client, voire en réunion sur site. Les bureaux ou postes de travail ne sont plus attitrés, un nombre pré-déterminé est mis à la disposition des salariés qui les utilisent en fonction de leurs besoins et de leurs présences sur le site. Ainsi, le pourcentage d'utilisation d'un poste bureau est maximisé et l'investissement de base est justifié, ceci sans avoir à ajouter forcément des postes

complémentaires lorsque l'organisation fluctue (accueil de nouveaux collaborateurs par exemple). C'est donc ici l'optimisation du taux d'occupation qui rend possible l'accueil d'un plus grand nombre d'utilisateurs. Ce concept d'aménagement fondé sur une optimisation économiquement bienveillante peut être généralisé à l'ensemble des postes de travail en préservant une situation de travail par collaborateur. Certaines entreprises associent parfois à ce concept une réduction du nombre de postes.

Le *desk sharing* sous-tend, pour être opérant, une mise à disposition de moyens communs en nombre suffisant; qu'il s'agisse de la démultiplication de petites salles de réunions, de points café informels et de divers espaces de travail ou de détente. Notons qu'une utilisation partagée d'un même poste suppose simultanément la mise en place du *clean desk* (poste de travail libre de tout effet personnel) puisque, tant le rangement du poste que son hygiène sont questionnés lorsque les utilisateurs sont multiples. Nous verrons plus loin que ce type d'usages souffre de dysfonctionnements majeurs lorsque la détermination des surfaces initiales est sous-estimée.

Le *flex office*

Le *flex office* est un principe d'organisation spatiale qui se veut plus radical que le *desk sharing* en termes d'économies de surface. Dans ce dispositif, aucun des salariés de l'entreprise ne dispose de poste de travail attribué et le nombre de postes disponibles est inférieur à celui du nombre de salariés (ces réductions peuvent aller au-delà des 50%). Il s'agit dans ce modèle d'optimiser à 100% voire plus, l'usage des postes, en anticipant leur sous-utilisation qui peut en résulter: de RTT, de maladies, de congés, de rendez-vous externes, de déplacements, d'une présence à un autre poste dans l'entreprise, etc. Autant de variables qui génèrent un non-usage considéré comme coûteux par l'entreprise.

Ce concept, promu par tous les cabinets de *space planning*, vise à réduire de façon drastique le nombre de postes, dans l'objectif de répondre à des contingences économiques qui supposent une réduction des surfaces locatives, donc des ratios surfaces par poste de travail.

Pour parfaire ce concept d'aménagement, les entreprises déploient le télétravail en proposant, ou en imposant parfois, plus de deux jours de travail à domicile à chacun des salariés. Le télétravail devient alors une variable d'ajustement qui « lisse » les approches quantitatives visant à déterminer le nombre de postes physiques à implanter. Les salariés sont invités soit à rester chez eux pour travailler, soit à réguler leur présence dans l'entreprise, en adoptant une

dynamique nomade qui les conduira à se déplacer vers de multiples espaces de travail collaboratifs, qu'il s'agisse des espaces « Agile » (espaces de créativité), des points café, des espaces détente, des espaces de *coworking*, des espaces silence ou des *bench*. Chaque situation fonctionnelle de l'entreprise devient alors une situation de travail potentielle. La mobilité devient le maître à penser d'une productivité tertiaire optimisée par une communication ponctuée d'instant de silence, propices au ressourcement et à la créativité.

Le travail tertiaire tend ici vers une forme de nomadisme interne et externe à l'entreprise. Les salariés se « pluggent » à leur arrivée dans l'entreprise sur un poste de travail disponible. Cette localisation inattendue est souvent incompatible avec une structuration d'équipe rapprochée. Il n'est d'ailleurs pas rare qu'un manager commence sa journée par une recherche systématique de ses collaborateurs. Une organisation en *flex office* est nécessairement accompagnée par une technologie de pointe qui permet aux salariés de disposer de multiples outils informatiques qui facilitent les déplacements (écran portable, smartphone, tablette, wifi...), tous les espaces de travail collaboratifs étant équipés de tables numériques et de tableaux interactifs de dernière génération. Dans les configurations sophistiquées, chacun des collaborateurs est équipé d'un dispositif de réservation (applications spécifiques sur smartphone) et/ou de repérage des espaces disponibles, de sorte que les déplacements ne soient pas infructueux. Certaines

entreprises complètent ce dispositif en proposant des tiers-lieux de travail facilement accessibles. Ces tiers-lieux ou plus communément, ces espaces de *coworking*, sont alors loués à la demande selon les besoins d'usages qui lient les entreprises avec leurs fournisseurs.

Le travail dans ces nouveaux dispositifs d'organisation spatiale

Ces concepts organisationnels et spatiaux bousculent le travail des salariés qui se trouvent projetés dans des dispositifs qu'ils n'ont pas choisis. Ces nouvelles mobilités ont toutefois des adeptes qui trouvent un équilibre propice à un développement individuel et collectif en cohérence avec leur activité de travail. Pour autant, la multiplication des expertises qui analysent ces nouvelles situations (en particulier les expertises légales réalisées pour le compte des CHSCT, dans le cadre de projets de déménagements ou de réaménagements) signale des appréciations d'usages pour le moins diverses. Les projets qui en découlent, sous couvert d'un déploiement maîtrisé, présentent de très grandes disparités qualitatives et d'appropriations qui impactent les conditions de vie et de travail des salariés.

L'une des composantes systématiquement décrite dans les espaces tertiaires est l'acoustique et ses contraintes inhérentes en termes de gêne. La disparition des bureaux individuels ou partagés à deux ou quatre personnes, la suppression des cloisons et les choix d'aménagements par *bench* à

Un exemple d'organisation en espace ouvert ou *open space*.



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS



quatre voire six personnes ou plus, ont un impact de fait sur l'acoustique et le confort des salariés. Les utilisateurs de ces espaces se plaignent de façon récurrente de leur difficulté à réaliser un travail de fond nécessitant réflexion et concentration en *open space* et en *flex office*. Ils déploient de multiples stratégies pour retrouver les marges de manœuvre dont ils disposaient précédemment, dans les espaces à l'acoustique maîtrisée. L'énergie des aménageurs et des fournisseurs qui s'évertuent à développer des substituts à ces contraintes acoustiques est révélatrice de la pertinence à faire évoluer ces concepts vers une meilleure maîtrise des locaux ainsi réalisés, notamment en intervenant avec pertinence dans leur définition préalable. Or, force est de constater que cette définition des besoins n'intègre actuellement pas les subtiles distinctions entre les activités de travail très diverses que recouvrent les métiers du tertiaire.

Dans une entreprise dont les bureaux sont en open spaces, un box aux parois isolantes, utilisé pour les conversations confidentielles, a été installé.



© Gael Kerbaol/INRS

L'acoustique ne pouvant être dissociée des surfaces mises en œuvre, l'équation ne saurait être résolue si les entreprises persistent à réduire de façon drastique les surfaces de base attribuées. Ces principes d'aménagement n'intègrent pas la diversité du travail réel des salariés du tertiaire. Aussi, lorsqu'ils se généralisent, les risques pour la santé des salariés sont réels. La compréhension et l'intégration de ces spécificités au projet de conception de l'espace supposent des analyses ergonomiques préalables qui ne sont pas réalisées. L'impossibilité

de constituer une équipe projet qui puisse travailler ensemble dans un aménagement en tout *flex office* en est une illustration.

La définition et la spécification des concepts d'aménagements spatiaux actuels ne résultent donc pas de la complexité des exigences du travail. Elles s'appuient, dans les faits, sur des croyances managériales qui évaluent le « *positionnement concurrentiel spatial de leur entreprise* », en le confrontant à celui d'autres entreprises récemment rénovées, et considérées comme plus innovantes *via* les dispositifs spatiaux et d'image mis en œuvre. Dans les projets où les espaces sont totalement ouverts et la mobilité instaurée comme un dogme, aucune étude sérieuse n'a démontré, jusqu'à présent, de conséquences bénéfiques pour le travail et la productivité des entreprises. Les seuls aspects évalués concernent les économies financières qui résultent d'une forte réduction des surfaces induites par ces dispositifs d'aménagements. En revanche, l'insatisfaction des utilisateurs est constante, notamment du point de vue de la gestion de l'intimité, du maintien de la confidentialité et des capacités à gérer un travail de fond qui exige la mobilisation d'une activité cognitive soutenue. Par ailleurs, la diversité des tâches mises en œuvre dans le tertiaire est souvent incompatible avec des interruptions et ne peut se satisfaire d'un déplacement impromptu dans un espace silence ou dans un box traité acoustiquement. Autant de composantes du travail mises à mal et qui auront des effets délétères sur la santé (tensions et stress des salariés). L'exemple des start-up et de leur « *jeunisme* » spatial est fréquemment mis en avant pour convaincre les réticents de l'intérêt à se mobiliser dans un espace partagé, pour parfaire la créativité par la mobilité. S'il existe probablement un lien entre la mise en mouvement des acteurs de l'entreprise, la mobilité et une certaine dimension créative qui pourrait se révéler en optimisant la communication et des rencontres improbables, ces principes doivent être en adéquation avec la nature réelle du travail réalisé. La question de la qualité et des moyens mis en œuvre pour tendre vers de nouvelles formes d'organisations spatiales devient alors cruciale, notamment dans ses composantes de surfaces attribuées et en particulier, à propos du nombre et de la qualité des espaces partagés mis à la disposition des salariés. Le désordre qualitatif actuel de ces aménagements induits par une démultiplication des chartes internes spécifiques à chaque entreprise, démontre, dans ce contexte en effervescence, qu'il est urgent de définir de nouvelles règles et obligations qualitatives partagées, afin de s'inscrire avec pertinence dans une dynamique de prévention. ●

1. Dispositifs de cloisonnements mobiles, de 120 à 180 cm de hauteur.

FOCUS SUR... L'architecte face à de multiples injonctions, parfois contradictoires

Bruno Michel, architecte, Quatreplus et m&v/a

Lors de sa réflexion sur un projet de bâtiment à usage tertiaire, l'architecte sait qu'il doit répondre à des impératifs multiples d'origines diverses. Il faut également faire face aux contraintes qui s'imposent de l'extérieur, le règlement d'urbanisme et les opportunités ou difficultés du site, et considérer des règles issues du mode de financement (certains financeurs ont leurs propres standards). Sans oublier les objectifs de qualité environnementale et d'optimisation énergétique, au-delà de la réglementation¹. L'architecte doit également se conformer aux normes de la construction, aux règles liées à la sécurité incendie et à celles permettant l'accessibilité des personnes souffrant de handicap, ainsi qu'au Code du travail. Ces injonctions normatives ou réglementaires ont évolué au fur et à mesure des années. Elles se sont intégrées à la réflexion et au travail des architectes. Ainsi, l'isolation des bâtiments ou les garde-corps de terrasses non-accessibles sont aujourd'hui systématiquement prévues.

Des prescriptions souvent contradictoires

Ces exigences et règles peuvent toutefois s'avérer contradictoires. Des besoins peuvent être incompatibles avec certains règlements. Des points d'un règlement peuvent même s'opposer à un autre: certaines normes visant des économies d'énergie sont peu compatibles avec certaines exigences de confort au travail.

Il est à noter que les bâtiments tertiaires sont souvent construits par des promoteurs ou des investisseurs qui n'en connaissent pas l'usage final² et sont légitimement préoccupés par la rentabilité. Ainsi, là où l'architecte souhaite un immeuble offrant des plateaux de bureaux variés et peu profonds, pour assurer une belle lumière naturelle dans tous les espaces de travail, le promoteur recherche le maximum de surface construite, en utilisant toutes les possibilités de l'urbanisme, au risque de produire des lieux en second jour ou aveugles.

Prenons l'exemple d'un atrium intérieur qui, apportant lumière naturelle et convivialité, est très adapté aux conditions de travail et à la fonctionnalité. Le problème tient au fait qu'il s'oppose aux règles de sécurité incendie qui, par des dispositifs de fermeture et de recloisonnement, suppriment tout intérêt à l'atrium.

Parfois, ces contradictions sont anticipées par la réglementation elle-même. Ainsi, les lois d'optimisation énergétiques pourraient induire la production de bâtiments de bureaux à fenêtres minuscules pour diminuer les déperditions, mais ces mêmes lois combattent cette tendance en imposant un « facteur lumière du jour », qui garantit le niveau de lumière naturelle nécessaire au travail.

Une méthode de travail

Le métier de l'architecte est justement de débrouiller cet écheveau d'injonctions : la conception est d'abord affaire de synthèse. Sa méthode analytique pose réellement objectifs et questions, sans faux-semblants, en élucidant les non-dits et en coordonnant une équipe d'experts couvrant tous les domaines. Il est intéressant d'adjoindre à cette équipe des acteurs attachés au respect de chacune des exigences, comme l'ergonome ou le coordonnateur en matière de santé et de protection de la santé (CSPS), qui interviennent au bon moment dans le processus.

La multiplicité des contraintes ne devient un vrai problème que si elles arrivent en ordre dispersé et trop tard, obligeant à des retours en arrière et des remises en cause. Posées au départ, les exigences ne sont que les différentes facettes de la question, qu'il faudra traiter simultanément. C'est le fond de la démarche de projet en équipe, comportant des étapes obligées, cherchant à répondre à toutes les injonctions « en même temps ».

Pour résoudre des conflits d'exigences : l'arbitrage, le choix, le tri, l'impasse...

Si certaines injonctions sont incontournables (les règlements et les normes chiffrées), d'autres sont vues comme non obligatoires. On s'autorise alors à y déroger, au profit d'autres jugées prioritaires, comme si une certaine tolérance sur ces exigences était implicitement admise. Si rien ne le contraint dans ces arbitrages, c'est l'architecte qui choisit.

Dans le domaine de l'immeuble tertiaire, beaucoup moins régulé que d'autres, les normes non quantifiées, comme celle stipulant que « les locaux de travail disposent autant que possible d'une lumière naturelle suffisante » (art. R.4223-3 du code du travail), seront les premières mises de côté. On leur préfère les règles « mesurables », donc indiscutables. Les autres, imprécises, auront peu d'efficacité réelle. En l'absence d'une règle plus précise et face à une injonction impérative du promoteur, comme la rentabilité économique, l'architecte cherche tous les arguments, comme celui de la facilité à commercialiser le plateau profond ou celui de la lumière au centre qui, si elle n'est pas parfaite, est bien « suffisante ».

Dans tout projet, le maître d'ouvrage tranche en dernier lieu. Mais au-delà de la rentabilité, lui aussi peut être tenté de faire passer son désir d'architecture avant toute autre considération et l'architecte peut alors jouer dessus. ●

1. Normes HQE, Effinergie, etc.

2. Pas davantage, notons-le, que le bailleur social ne connaît l'habitant final.