



Les Equipements de confort du Bâtiment Intelligent, au Service des Besoins de ses Occupants : Quelques Considérations

© Vies de villes

Par **Imane J. CHABANE**,
Enseignante-stagiaire à l'Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme
Photos & schémas : I.J. Chabane

Aujourd'hui, l'architecte est tenu de concevoir des environnements intérieurs de qualité. Cette tâche est d'autant plus complexe avec une quantité grandissante de critères à considérer engendrés par l'avancée technologique sans cesse en évolution. L'exigence du 21^{ème} siècle et ses perspectives d'un développement plus pointilleux des techniques constructives et des équipements de confort, semblent engendrer une sorte de "stress" de conception chez des architectes, tenus de considérer une multitude de variables en perpétuelle évolution, avec une quantité non négligeable de connaissances à acquérir et mettre en application.

Aujourd'hui, la forme la mieux connue de l'évolution technologique dans le domaine de l'architecture semble être le "Bâtiment Intelligent" (BI). Ce concept est né aux USA et a évolué depuis les années 80, sans définition fixe ou standardisée.^{1,2}

Devenu concept international, il continue à ce jour, son périple dans des contrées du monde tel que l'Algérie où les grandes villes économiques et administratives préparent l'ouverture du pays au marché mondial. L'adoption de ce concept dans ces villes tel qu'Alger, semble incontournable, parce qu'il est considéré (représentatif) du développement et du progrès.

Définition du Bâtiment Intelligent

Le concept du Bâtiment Intelligent (BI) concerne le plus couramment les immeubles commerciaux et administratifs (mais aussi des résidences luxueuses). Sans définition universelle standardisée, ce concept varie d'un continent à un autre comme par exemple aux USA, défini selon 4 composants : structure, systèmes, équipements de confort, et gestion. En Europe, le concept est focalisé

sur la technologie de l'information et le besoin réel des usagers, et en Chine il renvoie au concept "d'automatisation", dominé par la haute technologie.¹

Selon le "European Intelligent Building Group" (EIBG), le BI serait "un bâtiment qui intègre à la fois les meilleurs concepts, matériaux, systèmes et technologies, existants pour satisfaire ou surpasser les exigences des possesseurs, gestionnaires et usagers, à la fois à l'échelle locale et globale. Il devrait maximiser (optimiser) l'efficacité de ses occupants et permettre une gestion effective des ressources avec un minimum de coûts".²

Les définitions du BI peuvent se distinguer en deux catégories ; celle centrée sur les besoins des occupants, et celle centrée sur la technologie au service de l'image du bâtiment.

Concernant la technologie au service des occupants, le BI est catégorisé en 4 familles : efficacité énergétique, systèmes de sécurité, systèmes de télécommunication, et l'automatisation des espaces de travail. Ces familles sont groupées 2 à 2 en deux catégories génériques : Gestion des équipements de confort et de sécurité (efficacité énergétique, systèmes de sécurité), et les Systèmes d'information

(systèmes de télécommunication, et l'automatisation des espaces de travail).³

L'ultime aspiration dans la conception d'un BI a toujours été d'intégrer toutes ces catégories en un seul et unique système informatisé.³

Dans la catégorie de gestion des équipements de confort, l'efficacité énergétique, souvent réduite aux soucis économiques, devrait prioritairement servir à assurer un environnement sain et confortable, satisfaisant ses occupants.

Dans ce volet, la qualité élevée de l'environnement intérieur du BI est tributaire du degré de conscience des concepteurs et des gestionnaires des besoins physiques et psychologiques des occupants.

UN ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR CONFORTABLE ET SAIN

Le confort est défini par un état de bien être général, qui ne peut être mesuré qu'à contrario par les taux d'insatisfaction exprimés par les occupants (plus la proportion d'insatisfaits est faible, plus le confort est jugé acceptable). Des études ont montré qu'un confort stable est souvent ennuyeux (voire insatisfaisant) nécessitant des variations, offrant aux occupants une marge d'expectation.⁴

Hormis les paramètres intrinsèques à chaque occupant (métabolisme propre, sensibilité à l'environnement, etc.), les paramètres de confort extrinsèques, sur lesquels l'architecte possède une influence sont :⁴

| | |
|------------------------------|---|
| LE CONFORT THERMIQUE | Marges de confort entre froid et chaud, conditionnées par le contact entre l'environnement thermique intérieur et celui extérieur ; ainsi que l'installation réfléchie du chauffage et du refroidissement. |
| LE CONFORT ACOUSTIQUE | Niveaux de bruit des nuisances acoustiques et leurs représentations mentales relatives. |
| LE CONFORT OPTIQUE | <ul style="list-style-type: none"> • Marge de confort visuel entre éclairage naturel et artificiel. • Qualité et degré de variation de l'éclairage, nécessaire aux besoins psychophysiologiques des occupants. • Qualité des vues vers l'extérieur. |
| LA QUALITÉ DE L'AIR | <ul style="list-style-type: none"> • La vitesse d'air perçue par les occupants, entre aération naturelle et artificielle ; • et son degré de pureté ou de pollution perçue sous forme d'odeurs ou suscitant réaction sous forme d'allergies ou d'irritations. |

D'autres paramètres sont à considérer, tels que le volume de l'espace occupé, l'aménagement intérieur, la densité d'occupation, etc., mais que nous ne prendrons pas en charge dans cet article.

Le confort thermique

Aux années 90, la recherche scientifique tendait à déterminer des seuils et des marges statiques de confort thermique, applicables à un grand nombre d'occupants, dans un contexte climatique déterminé.

Aujourd'hui, de nouvelles recherches démontrent l'importance de la variation thermique dans le confort et la satisfaction des occupants. Des études comparatives ont révélé que dans les édifices naturellement ventilés, malgré le climat perçu plus chaud, le pourcentage de satisfaction thermique chez les occupants est plus important que celui dans les édifices hermétiques (munis de Heating, Ventilating and Air-Conditioning system - HVAC system), où l'air est conditionné à des températures stables de confort.⁵

Les chercheurs ont expliqué cela par le rôle de "l'expectation" dans la satisfaction thermique d'un environnement. Le contact direct dont bénéficient les occupants des espaces naturellement ventilés, semble élargir leurs marges de confort thermique. Tandis que dans les espaces hermétiques, à températures stables, la prévision des variations extérieures est difficile, impliquant des marges de confort relativement réduites, techniquement et économiquement difficiles à gérer en période de grande chaleur. Dans les environnements naturellement ventilés, l'expectation permet donc aux marges de confort de s'accorder aux variations climatiques.⁵

Le confort acoustique

Le bruit est un facteur de gêne pour les occupants qui peut remettre en cause la qualité acoustique de l'enveloppe extérieure, ou celle intérieure des cloisons et planchers.

Sur la qualité acoustique intérieure dans les édifices hermétiques, les plaintes les plus enregistrées concernent généralement le système d'aération.^{6,7,8}

On considère qu'un environnement sonore est jugé acceptable "s'il fournit un niveau de bruits dits sociaux et s'il masque les voix et la conversation, tout en permettant la concentration, l'intimité et la confidentialité"⁶. Des études ont montré qu'une ambiance sonore est gênante et pas tolérée lorsque les destinataires ne sont pas directement concernés par les sources de bruit. Autrement dit, l'effet désagréable d'un son gênant dépend de critères subjectifs à la base desquels l'entendant le juge, suivant sa perception et les significations qu'il lui attribue. C'est pourquoi on a tendance à toujours mieux supporter le bruit qu'on crée soi-même que celui que provoque autrui⁶. Cependant, la solution à une mauvaise ambiance acoustique n'est pas toujours l'insonorisation totale. On considère que l'absence de bruit n'est pas toujours confortable pour les gens, et qu'un niveau insuffisant de bruits peut induire une impression d'isolement chez les travailleurs qui occupent individuellement leurs bureaux.⁶

Le confort optique

L'éclairage entre naturel et artificiel

Les études les plus anciennes et les plus récentes⁹, s'accordent sur le fait que l'accès suffisant à la lumière du jour influence positivement la satisfaction à l'égard du facteur d'éclairage dans un environnement. Les gens préfèrent la lumière naturelle comme "source principale" d'éclairage, et la lumière artificielle comme "source secondaire" (lorsque l'activité le permet).⁹

L'évaluation du facteur d'éclairage combiné (naturel et artificiel), dépend essentiellement de l'estimation de la lumière naturelle dans les bureaux. L'éclairage combiné n'est satisfaisant que lorsque la lumière du jour est majoritairement satisfaisante.^{6,7,8}

Lumière et photobiologie

En addition au confort visuel attribué à la lumière naturelle, des effets non-visuels lui sont attribués à travers des récepteurs disposés dans l'œil humain, sur l'horloge biologique et la stimulation directe de l'esprit^{10,11}. On considère, ainsi, que la lumière naturelle influence l'humeur, la santé, et le comportement de l'homme dans son environnement^{10,12,13}.

En Hollande, des études ont démontré qu'une variation du paysage lumineux au cours d'une journée est nécessaire pour les besoins des rythmes biologiques circadiens ¹⁴, sans laquelle des états de fatigue peuvent être fortement ressentis en fin de journée.

Notre organisme est donc biologiquement et psychologiquement sensible à la variation de l'éclairage naturel. On considère que pour un "éclairage sanitaire" dans un environnement (*healthy lighting*), l'éclairage naturel constitue la source principale recommandée, car il varie continuellement en intensité et en composition spectrale ^{10,11}.

Les chercheurs, aujourd'hui, incitent à l'usage de verres photosensibles qui permettent de varier les environnements lumineux intérieurs en fonction de l'extérieur, ou en l'absence d'éclairage naturel, des lumières artificielles variables ou modulables.

La vue informative

Le principal bienfait physique qu'on attribue à la vue vers l'extérieur est de permettre à l'oeil de se reposer de sa concentration sur la surface immédiate de travail, en focalisant sur des scènes lointaines (*visual rest center*) ⁸. Quant aux bienfaits psychologiques, on cite : l'accès aux informations environnementales, l'accès à la variation sensorielle, la connexion avec le monde extérieur, et le rétablissement (retour à la santé) ⁹.

Dans les études environnementales, les raisons récurrentes qui justifient ce besoin de vue dans un environnement sans fenêtre sont ⁹:

1. la capacité de connaître le climat et le temps ;
2. le sentiment d'être en contact avec le monde extérieur ;
3. éviter le sentiment d'être coupé, isolé et claustrophobe ;

Les conditions environnementales invariables sont connues pour affecter le niveau d'attention et de vigilance ; et engendrer l'ennui, la fatigue, et même une réduction des capacités intellectuelles. ⁸

Pour pallier à l'absence de vue informative aux USA par exemple, les concepteurs ont tendance à prévoir des espaces de regroupement ouverts au public (centres financiers, cafés, etc.), dans les atriums des immeubles de bureaux. ⁸

La qualité de l'air

Les gens qui travaillent dans les environnements hermétiques tendent à ne pas les apprécier, et se plaignent principalement d'une ventilation pauvre, en partie parce qu'ils ne peuvent pas la contrôler ¹⁵. Cette insatisfaction est apparue sous forme d'inconfort psychologique plus que physique, car en terme de normes physiques de ventilation, ASHRAE* soutient que l'ouverture de fenêtre n'améliore pas mesurablement la ventilation et réduit l'efficacité du HVAC système en réduisant la pression dans l'édifice ¹⁵. En conséquence, les réalisateurs de projets se distinguent en deux groupes d'avis différents : ceux convaincus du poids de la dimension psychologique dans la qualité environnementale, et ceux moins convaincus se fiant intégralement aux dimensions physiques quantifiables.

D'autre part, la propagation de l'environnement hermétique n'a pas été sans conséquences sur la santé de ses occupants. Irritation des yeux, nez, gorge et peau, sensation de grippe, fatigue, nausées, étourdissements, maux de tête, difficultés de concentration et pertes de la mémoire, et enfin changements dans la perception d'odeurs et de goût ¹⁴, sont les principaux symptômes qu'on identifie par le "syndrome des édifices hermétiques" (*tight building syndrom - TBS*)**. Ce syndrome est spécifique aux édifices hermétiques que ce soit des édifices de bureaux, des hôpitaux, des écoles ou même des résidences familiales ¹⁴. Au Canada, par exemple, 94 enquêtes effectuées en 1984 par le ministère de la santé et du bien-être, ont révélé que 68% des problèmes de santé reliés aux édifices, ont été attribués aux systèmes de ventilation artificielle. Ces symptômes apparaissent en fonction de la sensibilité des occupants et du degré de pollution de l'environnement, après plusieurs mois ou années d'exposition, par manque d'entretien ou autres raisons. Certains malaises cessent lorsque les personnes quittent l'édifice ou restent quelques jours sans y séjourner ¹⁴.

Ecoulement des yeux et du nez, maux de tête, rhumes, gorge sèche et douloureuse, et infections respiratoires fréquentes, peuvent constituer une indication de problèmes

* ASHRAE : "American Society of Heating, refrigerating and Air-conditioning Engineers". Un organisme qui établit et publie les normes et standards du confort thermique.

** Le syndrome plus générique qui englobe tout type de bâtiment hermétique et non-hermétique est appelé "Syndrome des Bâtiments Malsains" (SBM)

de qualité d'air intérieur. Certains de ces problèmes peuvent être temporaires, associés au changement de saison, à un climat inhabituel, une rénovation de l'espace ou de nouvelles activités ⁷. Généralement, les occupants évaluent la qualité d'un air intérieur, principalement sur la base de son odeur, de sa contenance en poussière, et sur la connaissance des risques associés, sur leur santé.

Le contrôle des facteurs de confort

Dans les environnements de travail, les aspects physiques, tels que la température, le bruit, l'éclairage, etc., peuvent constituer des sources potentielles de "stress", et la réduction de son effet nécessite des efforts perceptuels et comportementaux qui diminuent de l'investissement des travailleurs, dans leurs tâches productives. La recherche de solutions a mené au fait que plus il est difficile aux occupants d'ajuster ces aspects environnementaux, en fonction de leurs besoins personnels et professionnels, plus l'environnement physique pèse, par son poids, sur le niveau général de stress au travail. A travers une étude menée par questionnaire, en Angleterre, les auteurs ont constaté que les répondants qui avaient plus de contrôle individuel sur la température, la ventilation et l'éclairage, ont exprimé une meilleure appréciation de leur productivité. ¹⁶.

Ainsi, un environnement physique inconfortable peut être amélioré en mettant à la disposition des occupants, un contrôle local sur les conditions de gêne. Plus encore, la recherche en psychologie a montré que la capacité perçue des occupants à contrôler leur environnement physique, réduit le stress et améliore leur satisfaction même si le contrôle n'est, en réalité, jamais exercé ⁷.

Dans les environnements hermétiques, le souci d'économie d'énergie est prégnant. C'est pourquoi les équipements de confort sont généralement standardisés et centralisés ; c'est-à-dire qu'ils répondent plus à des besoins communs qu'aux besoins individuels, même dans des espaces cloisonnés de petites dimensions, individuels et collectifs. La "standardisation" concerne généralement l'éclairage électrique par un nombre prédéterminé de lampes réparties répétitivement par module ou selon un aménagement précis, conformes aux normes ergonomiques. Quant à la "centralisation", elle concerne le chauffage, le refroidissement et la ventilation mécanique dont le contrôle individuel est réduit, la plupart du temps, à zéro. Le chauffage et

le refroidissement peuvent être individuellement allumés et réglés, particulièrement dans les bureaux cloisonnés, comparativement aux bureaux paysagers où le contrôle est plus difficile.

Pour remédier au manque ou absence de contrôle, les occupants ont tendance à modifier les aspects qui leurs sont inconfortables ou qu'ils jugent inconvenables, par des comportements non-conventionnels, qui mettent généralement en évidence des problèmes de conception et d'installation des équipements de confort. Ces modifications peuvent avoir des conséquences négatives sur le bon fonctionnement du système général, particulièrement en terme de consommation énergétique⁷. Une des plus fréquentes concerne la modification de la ventilation mécanique par l'obstruction partielle ou totale de l'amenée d'air dans le bureau, à cause du courant d'air ou de sa température qui indispose le travailleur à proximité. Au-delà de l'environnement immédiat, cette obstruction peut entraîner l'augmentation du flux d'air dans d'autres bureaux dont les amenées appartiennent au même conduit, affectant ainsi la température dans ces espaces et les rendant inconfortables⁷.

Une autre modification du même type concerne la réduction du niveau d'éclairage électrique en dévissant des lampes fixées au plafond, contre des effets d'éblouissement et ou de chaleur⁷. Même si ce comportement peut induire une économie d'énergie (l'éclairage électrique produit près de 40% de chaleur comptée sur la charge de refroidissement); dans certains systèmes de ventilation mécanique, où la quantité d'air soufflée dépend de la température de l'espace et de la température fixée au thermostat, la déduction de la chaleur que n'engendrent plus les lampes dévissées peut entraîner un surdosage de chaleur ou un sous-dosage de refroidissement dans l'espace⁷. Le collage de posters en papier sur la fenêtre est aussi une forme de modification pour atténuer l'éblouissement ou la chaleur engendrée par l'ensoleillement, lorsque le dispositif d'atténuation est inadéquat ou absent.¹⁵

LE BÂTIMENT INTELLIGENT À ALGER

Dans cette section, nous présentons les principaux résultats d'une étude¹⁷ qui a tenté d'évaluer la qualité vécue d'un des rares environnements hermétiques en mur-rideau de verre, ici à Alger. Cette étude, princi-



Figure 1 : Vues extérieures de l'édifice

palement qualitative, a essayé de mettre en évidence la discordance et son importance, qui peut exister entre les installations de confort et les besoins des occupants, et cela malgré la technologie employée.

Il s'agit ainsi de démontrer que si la technologie n'est pas conçue au service des besoins des occupants, elle peut engendrer des pertes financières considérables en terme de productivité, et des surcoûts de gestion énergétique, parfois exorbitants.



Figure 3 : Plan d'étage courant

Cas d'un immeuble hermétique en murs-rideaux de verre

Présentation

L'édifice de bureaux a été occupé partiellement en juillet 1999, puis totalement à la fin de la même année. Cet édifice se caractérise par une enveloppe hermétique en mur-rideau de verre réfléchissant, munie d'unités de "désenfumage", en cas d'incendie (Fig.1).

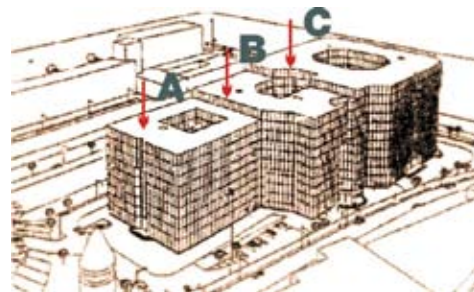


Figure 2 : Axonométrie volumétrique de l'édifice (3blocs)

Les façades de l'édifice sont de type "rideau", passant devant la structure du bâtiment.

L'édifice est composé de trois grands blocs accolés (Bloc A, B, C), et la plus grande hauteur est de 10 étages. A partir du 2ème, l'étage devient courant jusqu'au 8ème étage, à quelques exceptions près. La répartition des espaces de travail est de type "cloisonné" (Fig.2).

Les espaces bureaux se répartissent, selon la forme de l'édifice, en deux principaux groupes: "bureaux périphériques", situés sur les façades extérieures de l'édifice et "bureaux centraux", situés sur les façades intérieures, les patios de l'édifice. (Fig.3)

Chaque bureau est muni, au minimum d'une fenêtre de désenfumage et l'ouverture

de cette fenêtre s'effectue sur un plan vertical et ne dépasse pas les 9 cm. (Fig.4)

La teinte du vitrage, de l'intérieur vers l'extérieur est de couleur marron grisâtre, différente de l'effet extérieur bleuâtre et réfléchissant, qui est opaque à la vue de l'extérieur vers l'intérieur.



Figure 4 : Baie de l'intérieur des bureaux et fenêtre de désenfumage

La vue extérieure existe sous deux types : une vue informative à partir des bureaux périphériques et une vue peu informative ou non-informative à partir des bureaux centraux. (Fig.5)

L'immeuble est muni d'un système centralisé d'air conditionné, chauffage et refroidissement (Heating Ventilation and Air Conditioning system - HVAC system). Le chauffage et le refroidissement sont fonctionnels durant les saisons de chaleur et de froid, contrôlés au niveau de chaque bureau en terme d'allumage et réglage, de puissance et de température.

Dans chaque bureau, l'éclairage électrique est muni d'un ballast électronique permettant aux occupants de faire varier le niveau d'éclairage, à partir d'un interrupteur modulateur contrôlant l'ensemble des luminaires à la fois.

Méthode d'enquête

L'enquête a été menée en 2 étapes : une 1ère étape de compréhension du fonctionnement de l'immeuble et de ses équipements de confort ; et une 2ème étape d'investigation à travers un questionnaire directement administré aux occupants (été 2003) et des mesures de niveaux d'éclairage.

L'échantillon composé de 147 occupants, représente 12,52% de la population parente, et dont 77% occupaient l'immeuble depuis plus de 2 années.

Principaux résultats

La majorité des occupants a exprimé son insatisfaction à l'égard de cet environnement de travail (63%). Cette insatisfaction est liée à différents facteurs environnementaux, tributaires à leur tour de dispositifs et équipements jugés inconfortables.

Confort thermique

Le chauffage et le refroidissement, saisonnièrement fonctionnels, sont satisfaisants pour la majorité des occupants (79%).

Le refroidissement est souvent laissé intentionnellement allumé à la sortie du travail, pour retrouver le bureau frais le lendemain, et cela particulièrement dans les bureaux périphériques (52%).

Les plaintes enregistrées sur l'inconfort thermique concernent particulièrement les bureaux périphériques, directement exposés au soleil (orientés SE, et SO). Les occupants s'y plaignent de grande chaleur et "d'effet de serre" durant toute l'année, et à la limite du supportable durant l'été, avec un refroidissement insuffisant.

En concomitance à ces plaintes de grande chaleur en été, les occupants des bureaux périphériques orientés Nord (NE, NO) se plaignent de froid dans leurs bureaux, même sans allumer le refroidisseur (à cet effet, des amenées d'air ont été obstruées par des feuilles de papier). Ils se plaignent de rhumes et d'états grippaux répétés durant l'été, en conséquence au contraste subi dans leurs bureaux, entre température intérieure et celle extérieure (à la sortie du travail).

Cet état de fait est la conséquence directe de la centralisation de l'air conditionné. Cet air est récupéré des bureaux orientés Nord (NE, NO) et Sud (SE, SO) à la fois, et lorsque la température dominante de cet air total est très chaude (dominée par la chaleur des bureaux exposés à l'ensoleillement, des heures durant la journée), la température de l'air neuf à souffler dans les deux orientations à la fois, est continuellement baissée à des degrés plus inférieurs.



Figure 5 : Vue extérieure informative, vue sur patio non-informative

Cela explique le fait que dans les bureaux orientés Nord (NE, NO), les températures peuvent être perçues en deçà du seuil de confort, nécessitant parfois l'ajout d'un habit pour s'en protéger.

Confort acoustique

Dans cet immeuble, la qualité acoustique de l'enveloppe extérieure est irréprochable, mais la qualité intérieure du cloisonnement constitue un facteur considérable de gêne (75 % de plaintes).

La mauvaise isolation phonique entre espaces, est à la source de ces bruits qui indisposent les occupants dans leur concentration au travail, en entendant ce qui se passe à deux ou trois bureaux plus loin ; et menacent leur *privacités** par ce qui peut être entendu de leurs bureaux. Les occupants ont recours, alors, à des comportements d'adaptation tels que : baisser la voix ; échanger des signes mimiques pour une brève communication ; ouvrir la fenêtre pour créer un fond de bruit qui couvre leur voix ; se déplacer dans un autre espace pour la confidentialité ; etc. Pour la concentration, certains occupants demandent aux voisins de baisser le niveau de sonnerie de leur téléphone, ou créent un fond musical, ou se déplacent dans d'autres bureaux, etc. Les bruits intérieurs dont se plaignent les occupants, n'ont pas concerné le système d'aération, comme c'est souvent le cas dans les environnements hermétiques^{6,7,8}, et cela témoigne de la bonne insonorisation du HVAC système.

Cet état de fait s'explique par la conception des espaces qui devaient être initialement aménagés en bureaux paysagés, le faux plafond avec toutes ses gaines et installations avait donc été mis en place. Puis, changement de programme, les espaces bureaux devaient, en fin de compte, être cloisonnés par des parois légères préfabriquées, et c'est ainsi que les bureaux subissent des ponts de bruit à travers le faux plafond.

Confort optique

L'éclairage électrique satisfaisant (pour 67 % d'occupants) pour son contrôle de variation d'intensité, est fortement utilisé par la majorité des occupants (71 %) toute l'année, durant toute la durée d'occupation.

Il est la source principale dans les bureaux centraux où l'éclairage naturel est très insuffisant (dans 73 % de ces bureaux le niveau

* Privacités = Terme représentant "l'intimité" dans les environnements de travail.

d'éclairage est inférieur au seuil de 120** lux***)

Il est aussi source principale, voire unique, dans certains bureaux périphériques orientés Sud (SE, SO) où les occupants se protègent des effets de serre et d'éblouissement de l'ensoleillement directe, en baissant les stores opaques.

Dans cette enquête, l'éclairage naturel aurait été préféré comme source unique (71 %) pour ses bienfaits sur la santé, au lieu de l'éclairage électrique considéré souvent (54 %) comme nuisible à la santé, des yeux en particulier.

Ces préférences exprimées par les occupants, semblent justifiées par 82 % de plaintes de "fatigue oculaire" et 33 % de "baisse de vue" depuis l'occupation du bâtiment.

Le manque d'éclairage naturel, accentué par la teinte du vitrage, affecte aussi la "notion du temps" chez la majorité des occupants (77 %), et déforme l'état réel du climat à l'extérieur, apparaissant toujours gris (particulièrement dans les bureaux centraux, et les bureaux périphériques orientés Nord). Cela engendre un taux considérable de "fatigue" exprimée, qui peut aussi être liée à la qualité de l'air.

L'absence de vue informative (sans paysage animé) dans les bureaux centraux, engendre chez les occupants un important sentiment "d'enfermement" (exprimé en claustrophobie) et "d'isolement" du monde extérieur. Plus atténué dans les bureaux périphériques, le sentiment "d'isolement" est engendré par la faible perception de variation d'ombres, lumières et couleurs des composants du paysage, à travers la teinte sombre du vitrage.

Qualité de l'air

D'une part, 53 % des occupants ne perçoivent pas l'air conditionné dans leurs bureaux, ou ignorent son existence.

Malgré l'interdiction des services de gestion du bâtiment d'ouvrir les fenêtres de désenfumage, afin de minimiser les déperditions énergétiques, la quasi-totalité des occupants (97 %) ouvrent ces fenêtres pour aérer leurs bureaux, et cela durant toute l'année pour la plupart (52 % dans les bureaux périphériques et 43 % dans les bureaux centraux).

Cette ouverture de fenêtre reflète les difficultés d'adaptation des occupants, qui semblent interagir avec cet environnement, conçu hermétique, par un schéma propre

** Seuil minimal recommandé dans le " code de travail " algérien.

*** Lux = unité de mesure du niveau d'éclairage sur un point donné.

aux environnements habituels naturellement ventilés, où l'aération est fortement contrôlée.

Ce geste quotidien remet complètement en cause le caractère conçu hermétique de l'immeuble et semble engendrer des dépenses énergétiques considérables, accentuées par la centralisation du HVAC système.

Malgré ce constat alarmant d'un point de vue technique et financier, cette situation semble constituer une bonne soupape psychologique pour les occupants, sans laquelle des conséquences sur leur santé et donc leur productivité, auraient peut-être été plus coûteuses.

D'autre part, le degré de pureté de l'air conditionné, circulant dans l'immeuble, semble remis en cause par les réactions physiques des occupants qui se plaignent d'irritations des yeux (49 %), du nez (43 %) et de la gorge (36 %), ainsi qu'un taux élevé de fatigue générale (80 %), et de maux de tête (76 %).

Ces taux enregistrés, constituent les principaux indicateurs du Syndrome des Bâtiments Malsains (SBM). Comparés à d'autres taux d'études environnementales, les plaintes semblent indiquer que ce bâtiment nécessiterait un diagnostic approfondi qui confirmerait ou infirmerait l'hypothèse de son état apparemment "malsain".

CONSIDÉRATIONS

On retiendra de ces résultats d'enquête sur le cas d'étude, les points conflictuels suivants :

- La conception uniforme des espaces exposés et non-exposés au soleil, par une enveloppe identique, ainsi que la centralisation du HVAC système ; ont engendré des écarts de température considérables entre ces espaces, faisant l'objet de plaintes concomitantes et opposées, d'inconfort thermique.
- "L'unicité" de la teinte du vitrage sur toute l'enveloppe du bâtiment, a constitué un important point de conflit, car vouée à assurer 3 fonctions à la fois :
 1. Capter un maximum d'éclairage naturel.
 2. Parer à la chaleur du rayonnement solaire directe.
 3. Assurer l'intimité visuelle à l'intérieur des bureaux.
- Un traitement spécifique à chaque orientation aurait peut-être été plus opportun.

- La conception architecturale de patios inaccessibles, profonds et inertes, associés plutôt à des puits de lumière naturelle difficilement captée par la teinte sombre du vitrage, a engendré une ségrégation d'occupation de bureaux dans laquelle les bureaux centraux (sur patios) sont fortement fuis, et ceux périphériques sont fortement prisés.
- L'état supposé "malsain" de ce bâtiment, renvoie à la nécessité d'un entretien technique et hygiénique plus fréquent du HVAC système.

CONCLUSION

Dans le cas d'étude présenté dans cet article, l'insatisfaction des occupants reflète leurs difficultés d'adaptation à un environnement nouveau qui ne correspond pas tout à fait à leurs attentes.

Les facteurs environnementaux les plus plaints dans cet immeuble, sont : le manque ou l'absence d'éclairage et d'aération naturels.

L'insatisfaction à l'égard de ces facteurs a été exprimée sous forme de "revendications" de droit dans une ville méditerranéenne où l'espace architectural le plus courant et familier est basé sur le contact direct avec l'environnement extérieur.

On retiendra alors, qu'au moment de l'enquête, malgré 2 années d'occupation passées dans cet immeuble (77 %), la majorité des occupants éprouve des difficultés d'adaptation et interagit avec cet environnement hermétique, à travers un schéma d'interaction propre aux environnements naturellement ventilés. Cela se paye en argent, vu les dépenses énergétiques engendrées, mais peut-être que ce prix est inférieur aux pertes financières qu'impliquerait le manque ou l'absence de productivité et de performance des occupants, imaginés dans un environnement hermétique aux fenêtres scellées.

Cette expérience de Bâtiment Intelligent est une des premières à Alger et devrait constituer une base de référence, une leçon architecturale, à exploiter dans de futures conceptions locales.

L'architecte concepteur d'un BI doit établir clairement la mission de son projet ; démontrer son intérêt de réalisation profitant aux tenants et aux usagers ; et évaluer quelles technologies sont réellement nécessaires à la mission du projet.³

Ces considérations sont indispensables pour éviter aux concepteurs de succomber au piège de "l'image" du bâtiment, avant les besoins de ses usagers.

Une dernière considération très importante, consisterait à ne pas négliger le fait que le coût réel d'un BI ne correspond pas seulement au prix de sa construction, mais aussi au prix de son fonctionnement, et de son entretien, à long terme. Ces dépenses post-réalisation sont à considérer dans notre contexte algérien local, où le marché des entreprises d'entretien est encore très peu investi, rendant les coûts d'entretien d'un BI supérieurs à son coût de réalisation en peu d'années d'existence.

Références

- 1 Albert T.P & al. (1999), " A new definition of intelligent building for Asia " in Facilities, Vol. 17, N° 12/13, pp. 485-491.
- 2 Intelligent Buildings Assessment Methodology " Intelligent Building Definitions ", en ligne , www.ibuilding.gr/definitions.html (mai 2007).
- 3 Coggan D.A. " How can building be intelligent ", en ligne , www.coggan.com/intelligent-building.html (mai 2007)
- 4 Roulet C.-A. (2004), " Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments ". Coll. Gérer l'environnement. Ed. PPUR, Suisse (ISBN : 2-88074-547-0)
- 5 Van Der Linden K. & al. (2002) "Thermal indoor climate building performance characterized by human comfort response ", in " Energy and building ", n°34, pp.737-744.
- 6 Ficher, G-N. ; Vischer, J. (1997) " L'évaluation des environnements de travail - La méthode diagnostique ". Coll. Management. Ed. De Boeck université, Montréal.
- 7 Aronoff, S.; Kaplan, A. (1995) " Total workplace performance ". WDL Publications, Canada.
- 8 Sundstrom, E.; Sundstrom, M. G. (1986) " Work places - The psychology of the physical environment in offices and factories ". Coll. Environment and Behavior. Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- 9 Tabet-Aoul, K. (1991) " The interaction of view, window design and shadow devices ". Ph.D., School of architectural studies, Sheffield University, London
- 10 Veitch, J.A. (2003) " Principles of healthy lighting: a role for daylight ". Ed. Institut de Recherche en Construction (IRC), En ligne . [http:// www.nrc.ca/irc/ircpubs](http://www.nrc.ca/irc/ircpubs).
- 11 Ariès, M.B.C; Zonneveldt, L. (2004) "Architectural aspects of healthy lighting". Proceeding of the 21st Conference of PLEA, Eindhoven.
- 12 Veitch, J.A. (2001) " Lighting quality contributions from biopsychological processes ". Ed. Institut de Recherche en Construction (IRC), En ligne . [http:// www.nrc.ca/irc/ircpubs](http://www.nrc.ca/irc/ircpubs).
- 13 Fonseca, I.C.L.; et al. (2002) " Quality of light and its impact on man's health, mood and behaviour ". Proceeding of the 19th Conference of PLEA, Toulouse.
- 14 SNFPSA (2000) " La protection solaire, confort et économies d'énergie ", in revue "Techniques et

architecture", n°450, Oct./Nov.- 2000 : p.129.

15 Vischer, J. C. (1989) " Environmental quality in offices ". Van Nostrand Reinhold, USA.

16 Farley, K.M.J.& Veitch, J.A. (2001) " A room with a view : a review of the effects of windows on work and well-being ". Ed. Institut de Recherche en Construction (IRC), afféré au Conseil National de Recherches du Canada (CNRC)—(33 pages, format PDF). En ligne . <http://www.nrc.ca/irc/ircpubs>. Code : irc-rr-136 (mars 2004)

17 Chabane I.J. (2006), "Evaluation de la qualité vécue des environnements hermétiques en murrideau de verre- cas d'étude: un immeuble de bureaux à Alger", mémoire de magister, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, Alger.



SADIMET



Vidéosurveillance, Contrôle d'accès, Détection-Intrusion, Détection-Incendie,
Sonorisation, Conférence, Traduction Simultanée, Audio-visuel, Laboratoires de langues,
Eclairage Intérieur & Extérieur, Eclairage ADF, Mesure électronique & électrique

