



NDLR. L'article « Impact sanitaire de la climatisation, qu'en est-il du syndrome des bâtiments malsains ? » est reproduit avec l'aimable autorisation de la Revue de Médecine Interne dans laquelle il a été publié (vol. 18 de 1997).

Impact sanitaire de la climatisation : qu'en est-il du syndrome des « bâtiments malsains » ?

D. VINCENT, A. PRADALIER (*)

RÉSUMÉ

La climatisation des locaux tertiaires se développe dans notre société, notamment sous l'impulsion du projet architectural. De nombreuses pathologies ont été associées à l'exposition à la climatisation et l'on distingue les maladies d'étiologies connues, liées à une contamination microbienne du bâtiment, du syndrome des bâtiments malsains (SBM), d'étiologie plus complexe. Ces syndromes, leur diagnostic différentiel et les moyens possibles pour les reconnaître, les traiter et en fait les prévenir sont décrits ici. De nombreux progrès ont été accomplis dans la prévention et le traitement des bâtiments associés à ce type de problème sanitaire. Une conception réfléchie et un entretien précis sont les deux grandes règles à respecter pour atteindre ces objectifs, permettant ainsi d'utiliser la climatisation en toute sécurité, sans problèmes sanitaires.

Le développement des immeubles de grande hauteur et des tours de bureau, nécessairement fermés pour des raisons architecturales, impose le recours à la ventilation mécanique afin de prévenir le confinement de ces locaux. Parmi les différentes techniques de ventilation, la climatisation occupe une place privilégiée, en permettant le renouvellement et le traitement de l'air des espaces concernés (tableau I).

L'exposition à ces ambiances climatisées est longue et répétée, puisque l'on admet que la vie moderne se déroule à plus de 80 % du temps quotidien à l'intérieur de locaux. Ces caractéristiques suggèrent la possibilité d'un impact sanitaire qui serait la résultante d'une anomalie des procédés de traitement, de leurs interactions ou émanant des autres éléments du milieu intérieur du bâtiment.

(*) Service de Médecine Interne et Centre d'Allergie, Hôpital Louis Mourier, 178, rue des Renouillers, 92700 Colombes.

Tableau I.
Différents types de ventilation

Naturelle	Par l'ouverture des fenêtres.
Mécanique	Appel de l'air dans le local par un orifice prévu à cet effet, avec ou sans brassage de l'air
Climatisation	Apport d'air avec traitement, comme défini ici
Ejectoconvecteur	Système de climatisation centralisé pour tout l'immeuble
Ventiloconvecteur	Système de climatisation personnel pour chaque bureau

L'exposition à la climatisation est ainsi associée, dans la littérature, à des manifestations cliniques néfastes, allant de véritables pathologies clairement associées au bâtiment, les « building related illness » (BRI) [1], à un syndrome de compréhension plus difficile, le syndrome des bâtiments malsains (SBM) ou « sick building syndrome » (SBS) des Anglo-Saxons [2-4].

L'exposition à une atmosphère climatisée peut également être associée à des effets sanitaires bénéfiques, dont la diminution de la mortalité en période chaude est une illustration [5]. L'absence d'augmentation du nombre d'arrêts de travail de plus de 24 heures [6] et de morbidité spécifique [7] nous confortent dans cette idée.

Enfin, la climatisation de certaines ambiances professionnelles exposées, telles que des ateliers de peinture, est une condition explicite de la poursuite de cette activité, sans laquelle les risques sanitaires sont extrêmement élevés. Nous n'aborderons pas ici les problèmes soulevés par ce type de ventilation.

Les relations entre santé et climatisation apparaissent ainsi d'emblée complexes et représentent un enjeu de santé publique. A ce titre, elles méritent d'être approfondies et tout particu-

lièrement le rôle de la climatisation dans la genèse du SBM.

La compréhension de ces relations implique la connaissance des modes de ventilation mécanique utilisés dans les immeubles tertiaires.

Les systèmes de climatisation

Ce traitement comporte plusieurs étapes obligatoires : filtration, réchauffage ou refroidissement et humidification. Le circuit de l'air est simple (fig. 1) : l'air est aspiré à l'intérieur des locaux, filtré, ajusté en température puis humidifié. Il est alors distribué aux différentes pièces, ou à la seule pièce à laquelle il est destiné, selon le système utilisé.

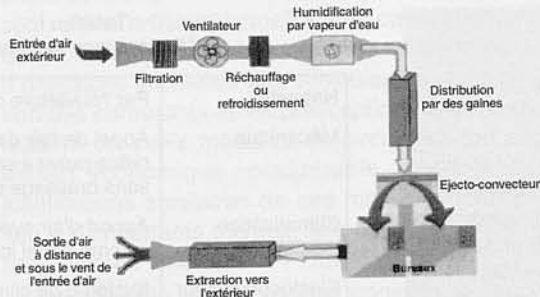


Figure 1.
Schéma d'un système de climatisation sans recirculation d'air intérieur

Si l'air est traité dans une ou deux centrales par immeuble, on parle de système à éjectoconvecteur. Par opposition, un traitement individuel de chaque pièce par un climatiseur fixé à la fenêtre est appelé ventiloconvecteur. Enfin, il existe de nombreux types de climatiseurs portatifs, dans lesquels l'ajustement hygrométrique est en règle absent, dont le développement trop récent rend l'appréciation de leur impact sanitaire difficile. L'impact de ces dispositifs sera ainsi exclu de cette revue.

Le nombre de systèmes à éjectoconvecteur par immeuble est en règle peu élevé, résultat du compromis entre la taille du bâtiment, son orientation géographique et le coût de l'installation. En effet, l'exposition solaire du bâtiment participe à son ajustement thermique et ainsi à celle de l'air intérieur. Une façade sud aura toujours une exposition solaire plus intense que celle du nord, d'où une température intérieure des locaux plus élevée en regard de la façade sud par rapport à celle du nord. Cette donnée doit être intégrée dans la conception du système éjectoconvecteur, pour faciliter la régulation thermique interne à l'immeuble, et éviter les inadéquations entre température intérieure et extérieure, notamment en période d'intersaison.

Une étape supplémentaire, fréquemment ajoutée au système éjectoconvecteur, est celle de la recirculation de l'air extrait des locaux. Ceci permet d'éviter l'ajustement thermique coûteux en énergie, car l'air est déjà à la température souhaitée (fig. 2).

Un élément à ne pas négliger est le réseau de gaines de distribution dont l'accès doit être particulièrement bien conçu afin de permettre leur entretien facile (fig. 3).

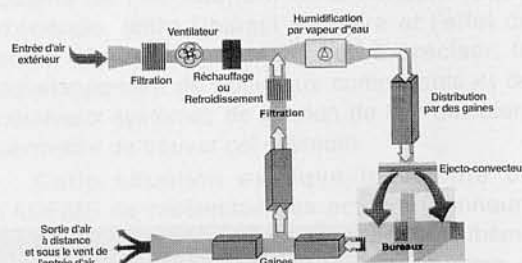


Figure 2.
Schéma d'un système de climatisation avec recirculation d'air intérieur

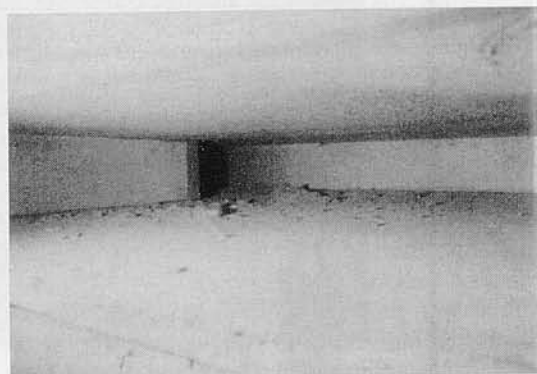


Figure 2.
Schéma d'un système de climatisation avec recirculation d'air intérieur

Chacun des éléments décrits dans ces systèmes peut être à l'origine d'une pathologie, de manière directe ou indirecte. Il faut opposer les BRI dont les étiologies sont parfaitement connues au SBM, d'étiologie plus complexe, faisant encore actuellement l'objet d'un large débat.

Le syndrome des bâtiments malsains (SBM)

Une définition imprécise

Le SBM se définit par l'association de symptômes (tableau II), ces symptômes étant plus ou moins intenses et diversement associés entre eux. Les symptômes les plus fréquemment rapportés sont, dans l'étude de BURGE *et al.* [8], sur 4 373 employés de bureau, une irritation des

Tableau II.
Symptômes décrits dans le SBM

- Fatigue
- Irritation muqueuse (gorge sèche, nez sec, picotements oculaires)
- Céphalées
- Symptômes oculaires (prurit, irritation, écoulement)
- Sensation de peau sèche
- Gêne respiratoire
- Sifflement
- Congestion des sinus
- Difficulté à porter des lentilles de contact
- Goût inhabituel dans la bouche
- Langue et lèvres sèches
- Gorge serrée
- Prurit
- Nausée
- Difficulté à se concentrer
- Mémoire diminuée
- Nez bouché
- Poitrine oppressée
- Eternuements
- Engourdissements
- Etourdissements
- Sensations d'éblouissements

D'après LYLES *et al.* [25].

muqueuses notamment oculaire et buccale (46 %), des céphalées (43 %), une somnolence (57 %).

Ces symptômes relatifs au travail en grand immeuble de bureaux sont deux fois plus fréquents dans le groupe travaillant en milieu climatisé que dans le groupe évoluant dans l'immeuble ventilé naturellement. Ils sont associés au fait de travailler dans des immeubles de bureaux et rapportés de manière « excessive » [8]. Chacun des symptômes considéré isolément est banal ou partagé avec d'autres affections.

Le SBS repose exclusivement sur l'interrogatoire, car il a été identifié à partir d'enquêtes épidémiologiques réalisées à l'aide de questionnaires. Le plus souvent, ces questionnaires sont auto-administrés, remplis par le sujet lui-même, par opposition à ceux administrés par un enquêteur. Ainsi, par définition, ce syndrome est subjectif, bien que sa réalité ne soit plus contestée.

Le plus souvent, ce syndrome est associé à la climatisation d'un immeuble, mais il faut souligner que ces symptômes sont également rapportés dans les immeubles non climatisés, en proportion non négligeable. Dans l'étude citée [8], ces signes sont rapportés chez les sujets non exposés à la climatisation avec une fréquence deux fois plus faible environ, soit entre 20 et 30 % des sujets.

On considère qu'un immeuble est « malade » lorsqu'un pourcentage non négligeable, dit excessif, des occupants de ce bâtiment se plaint de ces manifestations. Ce caractère excessif est défini comme « supérieur à ce qui est habituellement observé comme plaintes lors des interrogatoires

d'un groupe standard d'employés de bureau » [4]. Aucun chiffre, pour ce seuil d'occupants, n'est également admis avec précision [8-10].

L'imprécision de cette définition vient s'ajouter à celle induite par le mode de recueil des symptômes. Cela explique une des difficultés de comparaison des études sur cette pathologie. Aussi, le concept de SBM a-t-il été largement discuté en raison de cette imprécision, de son manque de critères objectifs, donc mesurables, et de son utilisation trop large.

Néanmoins, son existence est admise actuellement par tous. L'OMS estimait, en 1986, que la prévalence de ce syndrome était de 10 à 30 % chez les occupants des immeubles climatisés récents ou rénovés [9].

L'exposition à la climatisation favorise la survenue du SBM

Dans une étude portant sur 2 678 employés de 41 immeubles de bureaux de la région d'Helsinki, JAAKKOLA et MIETTINEN [10] observent un risque plus grand d'apparition des symptômes de SBM dans les immeubles avec ventilation mécanique que dans ceux avec ventilation naturelle (symptômes oculaires : odds ratio (OR) = 1,31 ; intervalle de confiance à 95 % (IC) = 0,76-2,26 ; congestion nasale : OR = 1,78 (IC = 0,92-3,42) ; écoulement nasal : OR = 1,44 (IC = 0,72-2,88) ; symptômes pharyngés : OR = 2,32 (IC = 1,01-5,33).

ROBERTSON *et al.* [11] ont également comparé des immeubles à air conditionné et humidification et des immeubles naturellement ventilés. Ils rapportent une association significative entre l'élévation de prévalence des symptômes et l'exposition à l'air conditionné, par rapport à un groupe non exposé à la climatisation (rhinite : 28 % versus 5 % ; congestion nasale et gorge sèche : 35 % versus 9 % ; fatigue : 36 % versus 13 % ; céphalées : 31 % versus 15 %).

Les autres facteurs favorisant identifiés associés au SBM

De nombreux facteurs ont été impliqués dans la physiopathologie du SBM : qualité des techniques des systèmes de climatisation, entretien de ceux-ci, conditions psychologiques du travail... En fait, chacun des éléments constitutifs des systèmes de climatisation pourrait être, en cas de défaillance de conception ou d'entretien, à l'origine du SBM.

a) La recirculation de l'air

L'apparition de ce syndrome est contemporaine de la crise énergétique des années 1970, qui a déclenché une modification de l'architecture et des systèmes de climatisation afin d'économiser l'énergie. Les locaux ont été de mieux en

mieux isolés, donc hermétiques, et les systèmes de climatisation ont été conçus pour autoriser une réutilisation de l'air extrait permettant d'éviter de réchauffer ou de refroidir celui-ci, donc d'économiser l'énergie correspondante. L'air extrait des locaux climatisés est traité puis une fraction de cet air est réinjectée dans le système, alors que l'autre est expulsée à l'extérieur des locaux (fig. 2).

Ce procédé impose de ne pas diminuer le pourcentage d'air neuf en deçà d'une valeur afin de prévenir le confinement. On admet que 30 % d'air extérieur dit « neuf » est la limite inférieure à ne pas franchir.

De nombreuses études ont tenté de comprendre la relation entre le taux de ventilation et l'apparition des symptômes du SBM. Nombre d'entre elles trouvent une association significative entre des taux de ventilation bas et l'apparition de ces symptômes. Ainsi, pour MENDELL [3, 4], les débits de ventilation à ou au-dessous de 10 l/s/personne sont associés à l'apparition des signes du SBM. L'étude récente de JAAKKOLA et MIETTINEN [10] retrouve ces valeurs : un taux de ventilation en air extérieur en dessous de 5 l/s/personne est un facteur favorisant puissant de symptômes oculaires, nasaux, pharyngés ou cutanés et même de fatigue et de céphalées.

Ce risque existe jusqu'à un taux de ventilation de 15 l/s/personne [12].

L'hypothèse du confinement à l'origine du SBM est également supportée par les travaux de LYLES *et al.* [12]. Ces auteurs montrent une corrélation significative positive entre l'incidence du SBM et les caractéristiques du système de climatisation qui favorisent ce confinement : faible débit de ventilation, pourcentage bas d'air frais, nature du système de chauffage/refroidissement inadapté aux variations de température extérieure, et humidification insuffisante. Pour ces auteurs, le SBM résulterait d'une synergie entre ces différents paramètres anormaux. Cette hypothèse séduisante n'a pas été, à ce jour, confirmée.

Une étude récente montre que la variation d'apport d'air extérieur ne modifie pas l'incidence des symptômes [13]. Cette étude, en simple aveugle, a consisté à faire varier, dans quatre immeubles climatisés, de manière aléatoire, l'apport d'air neuf extérieur, de 0,57 à 1,4 ml/personne/min, pour une période de 1 semaine, elle-même choisie aléatoirement. 1 546 sujets ne connaissant pas les variations de ventilation ont répondu aux questionnaires sur les symptômes du SBM. L'apport moyen mesuré d'air neuf a été en réalité supérieur à celui prévu théoriquement, puisque de 7 et 32 % soit 0,85 et 1,8 m³/personne/min. Ces variations d'apport d'air neuf n'ont pas été associées, par les sujets testés, à des modifications d'appréciation de l'environne-

ment de leur lieu de travail ni de la fréquence des symptômes rapportés, même après ajustement sur les données de ventilation, de température, d'hygrométrie et de débit d'air. Le pourcentage d'air neuf n'est donc pas un facteur prépondérant dans la genèse du SBM, dès lors qu'il est au-dessus de la valeur associée à un confinement (0,57 m³/personne/min) [14] (tableau III).

Tableau III.
Recommandations concernant
les paramètres d'ambiance

Température	17 à 28 °C
Humidité relative	40 à 70 %
Vitesse de l'air	< 0,5 m/s
CO ₂	< 1 000 ppm
CO	< 10 à 20 ppm
Particules	< 0,15 mg/m ³

b) L'entretien du système de ventilation/ climatisation

Celui-ci semble bien jouer un rôle important. ABBRITTI *et al.* [15] mettent en cause clairement l'entretien des bâtiments, en rapportant la première étude italienne concernant le SBM. Ils ont étudié, à l'aide d'un auto-questionnaire, les plaintes de 806 fonctionnaires répartis en quatre bâtiments, dont 525 sont en milieu traité par ventiloconvecteur (groupe B), et 281 en milieu ventilé naturellement avec chauffage central (groupe A). Parmi les nombreux facteurs impliqués, ces auteurs ont pu individualiser l'entretien insuffisant de l'immeuble et de son système de ventilation.

Les autres facteurs identifiés sont l'éclairage excessif, une humidité relative trop basse, inférieure à 40 %, et la présence de fibres de verre dans les bureaux. Ces facteurs sont une conséquence indirecte de cet entretien défaillant, associé à une conception inadaptée.

La prévalence des symptômes oculaires, ORL, respiratoires, cutanés et généraux était respectivement de 54,5 %, 59 %, 13,1 %, 49,2 %, 41 % dans le groupe B (air conditionné) contre 14,9 %, 9,6 %, 0,4 %, 3,6 % et 14,2 % dans le groupe A (ventilation naturelle) ($p < 0,0001$ pour chacun des symptômes).

De même, RAW *et al.* ont démontré l'intérêt de l'entretien dans les immeubles où la prévalence du SBM était élevée [16, 17]. Des quatre types d'interventions effectuées : nettoyage du système de ventilation, nettoyage des tapis et des chaises, aspiration à l'aide d'un appareil équipé de filtre de haute efficacité, traitement anti-acarien, seuls l'aspiration à l'aide d'un aspirateur à filtre de haute efficacité et le traitement

anti-acarien ont été associés à une diminution de la prévalence du SBM [17].

Ces auteurs posent alors le problème du rôle des acariens dans la survenue des symptômes du SBM, puisque dans leur étude 44 % des sujets se plaignant d'un SBM ont des prick-tests positifs à la poussière de maison ou aux acariens. Cependant, il n'y a pas de relation significative entre l'intensité des symptômes et la sensibilité cutanée à l'allergène majeur des acariens Der pl. Par ailleurs, la population ne présentant pas de SBM n'a pas été testée ce qui enlève beaucoup de valeur à leur constatation.

c) L'atopie est-elle un facteur de risque de SBM ?

Là encore, la réponse à cette question est difficile, puisque la littérature comporte des études à résultats divergents.

MOLINA *et al.* [18, 19] observaient que le SBM était rapporté avec une plus grande fréquence chez les sujets atopiques. Les symptômes touchant les voies aériennes supérieures étaient prédominants chez les sujets présentant des antécédents personnels ou familiaux d'atopie et ayant des tests cutanés positifs aux pneumallergènes courants.

En revanche, HARVING *et al.* [20] ont pu montrer que l'utilisation d'une ventilation mécanique avec réduction de l'humidité de l'air par augmentation de l'apport d'air frais diminuait significativement le développement des acariens, étant ainsi bénéfique pour les sujets asthmatiques et/ou rhinitiques sensibles aux acariens.

Il faut alors évoquer le rôle d'autres micro-organismes.

d) Les micro-organismes, bactéries et champignons

D'autres auteurs mettent en cause dans la survenue du SBM la présence excessive de bactéries et de champignons.

Les bactéries peuvent se développer dans les locaux, être apportées de l'extérieur ou être émises par les humains. Leurs concentrations peuvent être mesurées dans l'air ambiant. Le nombre de bactéries retrouvées dans l'air d'une pièce est fonction du nombre de sujets qui y résident. L'hypothèse étiologique « bactérie » du SBM suggère qu'au-delà d'une certaine quantité, le contact de ces bactéries avec les sujets présents dans le local est responsable des symptômes. Cette hypothèse concerne également les champignons.

Ainsi, HARRISSON *et al.* [21] ont étudié la présence de bactéries et de champignons et les symptômes recueillis par questionnaires, chez 4 610 employés, dont 4 364 étaient dans 11 immeubles climatisés et 246 dans quatre immeubles non climatisés. Ils ont observé une

corrélation significative positive entre le nombre de bactéries et l'incidence du SBM. Cette corrélation nombre de micro-organismes/prévalence du SBM ne permet cependant pas pour ces auteurs d'établir une responsabilité directe de ces micro-organismes dans l'apparition des symptômes. Les micro-organismes ne seraient, pour eux, qu'un marqueur de l'état des systèmes de climatisation.

TEEUW *et al.* [22] sont parvenus à la même conclusion au terme d'une étude comparant des immeubles avec ventilation naturelle ou mécanique et des prévalences élevées ou basses de SBM. L'immeuble était dit « malade » lorsque les symptômes de SBM étaient retrouvés à l'auto-questionnaire chez 15 % ou plus des sujets interrogés. Ces symptômes ont été corrélés aux données de la métrologie d'ambiance, facteurs chimiques, micro-organismes et endotoxines dans l'air intérieur. Le nombre de bactéries Gram-négatives est significativement plus élevé dans les immeubles avec SBM que dans ceux sans ce syndrome, ou ceux ventilés naturellement. De même, la concentration en endotoxine bactérienne était six à sept fois plus élevée dans les immeubles avec SBM (254 versus 46 ng/m³). Dans cette étude, la concentration en composés organiques volatils et en gaz carbonique était significativement plus élevée dans les immeubles à ventilation naturelle. Les auteurs suggèrent alors que « la présence de bactéries, notamment Gram-négatives avec leurs endotoxines, peut avoir un rôle dans la genèse du SBM ». Dans la littérature, les endotoxines bactériennes sont rendues responsables, lorsqu'elles sont inhalées, de gêne respiratoire, de fièvre, de frissons, d'hyperleucocytose ; ces symptômes sont cependant non superposables à ceux du SBM.

e) La conception du système de climatisation

La conception du système de climatisation apparaît importante, car elle peut favoriser ou non le développement de micro-organismes, faciliter ou non le nettoyage et l'entretien, et une qualité d'air neuf variable [8, 23]. La contamination est possible par des micro-organismes en fonction du type d'humidificateur, au premier rang desquels les humidificateurs à bac. Les humidificateurs recommandés sont idéalement à vapeur, seule technique assurant une eau stérile, à pulvérisation ou à ruissellement. Dans tous les cas, ils doivent être inoxydables et à parois lisses et faciles à nettoyer, à eau perdue, i.e. sans recirculation, en cas de système à ruissellement [24].

Autres facteurs pouvant être impliqués dans la survenue du SBM

La différence de prévalence d'éléments du SBM rapportée par ROBERTSON *et al.* [11] n'était pas expliquée par la température, l'humidité rela-

tive, le contenu en moisissure, la vitesse de l'air, l'ionisation positive ou négative, le dosage du CO, de l'ozone, du formaldéhyde puisque ces paramètres ne diffèrent pas entre les deux groupes. Cela fait évoquer le rôle d'autres facteurs non directement rattachés au système de climatisation, mais au bâtiment lui-même.

a) Les composés organiques volatils

Les composés organiques volatils (COV), dont le formaldéhyde, sont émis à l'intérieur des bureaux par de nombreux matériaux, eux-mêmes d'origine chimique, notamment colles, peintures, encres de machines, et revêtements plastiques [25, 26]. Ces produits sont irritants lorsqu'ils sont inhalés, et ils peuvent être à l'origine de plaintes fonctionnelles. Pour prévenir cette irritation, NORBÄCK *et al.* recommandent l'utilisation de peintures à eau, ce qui diminue l'émission de COV, et ainsi leur impact sanitaire [27].

Cependant, le problème est probablement plus complexe puisque SUNDELL *et al.* [28] n'ont pas retrouvé de corrélation entre les concentrations de composés organiques volatils dans les locaux étudiés et la prévalence des symptômes rapportés par les employés.

Ailleurs, ce sont la poussière accumulée, l'âge important du bâtiment et le nombre élevé d'occupants des bureaux qui sont cités comme des facteurs étiologiques possibles du SBM [29]. Ces auteurs ont étudié les réponses à un questionnaire de 2 369 employés répartis dans 14 immeubles, en parallèle à l'évaluation de la métrologie intérieure. Ils montrent clairement la relation entre la prévalence des symptômes et les anomalies mesurées de l'air intérieur. Ces anomalies sont l'existence de macromolécules organiques dans la poussière, le type de revêtement de sol, l'âge du bâtiment, le type de ventilation et les caractéristiques géométriques des pièces de l'immeuble.

On imagine volontiers qu'une prise d'air neuf au ras d'un axe de grande circulation, comme cela a pu être observé en région parisienne, imposera une attention très grande pour les filtres et la propreté des gaines du système de ventilation. Dans le cas contraire, le système sera vite rendu inefficace et il pourra laisser passer ou s'accumuler différents polluants d'origine extérieure (oxydes de carbone, oxydes d'azote, plomb, et même allergènes).

b) L'interaction des différents facteurs chimiques

Pour CHANDRAKUMAR *et al.* [30], il paraît nécessaire d'étudier les symptômes du SBM de manière dissociée les uns des autres. Ainsi, les signes oculaires sont plus fréquemment rapportés dans les bureaux à fort travail sur écran ; la fatigue, les douleurs musculaires dans ceux où la pression du travail est intense ; la gorge

sèche, la congestion nasale dans ceux où existe un problème de régulation de la température. Aussi, le SBM leur paraît-il multi-factoriel.

Dans le même esprit, NORDSTROM *et al.* [31, 32] ont montré que la prévalence des symptômes du SBM différait d'une unité à l'autre dans des hôpitaux suédois. Les signes oculaires étaient plutôt rapportés au stress professionnel, à l'électricité statique, à une ventilation à haut flux, à un bruit important lié au système de ventilation. Les symptômes pharyngés étaient en revanche plus fréquents chez les fumeurs, les asthmatiques ou les porteurs de rhume des foins, travaillant dans des bâtiments nouveaux ou dans ceux ayant une ventilation à fort flux. Enfin, les signes cutanés, notamment au niveau de la face, étaient significativement plus fréquents dans les bâtiments nouveaux et ceux à forte ventilation. Les symptômes généraux tels que fatigue et céphalées corrôlaient avec le tabagisme actif ou passif, la présence d'un asthme, une insatisfaction professionnelle. Pour ces auteurs, la réduction du bruit du système de ventilation, la diminution du tabagisme, l'amélioration des rapports psychosociaux apparaissent indispensables pour diminuer la prévalence des symptômes du SBM.

Les conditions psychologiques du travail

Le travail dans un lieu fermé, les immeubles de grande hauteur, les tâches répétitives, la conception même des bureaux (bureau-paysage), peut-être aussi la quantité d'heures sur ordinateurs [33] semblent également jouer un rôle important dans l'apparition des symptômes, de même les niveaux de responsabilité professionnelle plutôt bas [15, 34].

Pour MOLINA *et al.* [19], le portrait type des sujets se plaignant de la climatisation est le suivant : femme, non fumeuse, travaillant régulièrement sur écran et photocopieuse, ayant des contacts avec ses supérieurs hiérarchiques assez mauvais, à travail peu diversifié. Trente pour cent de ces sujets auraient des manifestations allergiques en dehors de leur travail.

ROTHMAN *et al.* vont même jusqu'à suggérer une parenté du SBM avec le syndrome d'hystérie collective, car ces syndromes surviennent tous les deux préférentiellement chez des femmes ayant un emploi de rang peu élevé [35].

Outre les éléments professionnels, les éléments extra-professionnels sont également cités par certains auteurs. Ils sont dépistés à l'occasion d'enquêtes en milieu professionnel comportant des questions sur la vie privée, le mode de vie et l'environnement domestique : citons le tabagisme passif dans l'enfance, le fait d'avoir une résidence urbaine ou d'avoir repeint récemment son domicile ! [36].

Ces auteurs [36] mettent même en doute l'existence du SBM dans la mesure où les symp-

tômes de ce syndrome sont communs dans la population générale et sont d'origine multi-factorielle : facteurs personnel, professionnel, résidentiel ou environnemental comme nous venons de le voir précédemment. Cependant, ces auteurs ne trouvent pas de relation entre le SBM et le sexe, l'âge et l'atopie des employés.

Quoi qu'il en soit, la perception de la qualité de l'air intérieur intervient de manière fondamentale dans la probabilité de se plaindre de SBM. Un élément discordant, tel que l'hygrométrie lorsqu'elle est trop basse, peut suffire à modifier la perception de l'air, dans ce cas perçue comme « trop » sec. L'irritation des muqueuses survient alors, son intensité pouvant être variable; ailleurs, ce seront les « mauvaises » odeurs (tabac, parfums...) qui seront à l'origine de cette perception anormale de la qualité de l'air [37].

Le SBM survient également en dehors de toute climatisation

Le SBM n'est néanmoins pas spécifiquement associé à la climatisation puisqu'il a été décrit dans des immeubles non climatisés [25]. Il diminue ou disparaît lorsque le patient part en vacances, à la retraite, ou change de travail. Son étiologie apparaît donc complexe.

Le diagnostic différentiel du Sick Building Syndrome

L'exploration d'un patient qui se plaint de troubles en rapport avec la climatisation au travail doit procéder en deux étapes. Il faut éliminer les maladies liées au bâtiment, ou « building related illness », dont les étiologies sont connues, puis discuter les syndromes partageant leur sémiologie avec le SBM.

Les « building related illness »

Les « building related illness » (BRI) sont les maladies liées au séjour dans l'immeuble et dont l'étiologie est connue. Les BRI sont avant tout d'origine infectieuse et habituellement dues à un défaut de conception ou surtout d'entretien des systèmes de climatisation/ventilation avec contamination et développement de micro-organismes, moisissures, bactéries et parasites. Pour mémoire, citons les légionelloses, les actinomycètes, et les amibes type *Naegleria fowleri*. La plupart des maladies induites par ces micro-organismes sont reconnues comme maladies professionnelles (tableau n° 66 des maladies professionnelles du régime général).

Les légionelloses sont au premier plan par leur gravité potentielle bien connue. Elles sont secondaires à la prolifération des légionelles dans le système de climatisation. La fièvre de Pontiac en est une forme mineure [25].

La fièvre du lundi et la fièvre des humidificateurs, qui regroupent sous des noms différents la même entité, traduisent la réaction à l'inhalation d'endotoxines de bactéries ayant proliféré dans les systèmes de climatisation pendant le week-end et resuspendues lors de la remise en route des systèmes en début de semaine. Elles associent une fièvre sans frissons, autour de 38 °C, une sensation de malaise général, une toux non productive, une sensation d'oppression thoracique. Ces signes s'installent dans la journée du lundi pour disparaître à la fin du deuxième jour d'exposition, pour réapparaître la semaine suivante.

Ces pathologies déclencheront une enquête sur le lieu d'exposition à la climatisation, afin de retrouver le foyer infectieux.

Les syndromes ayant en commun des symptômes avec le SBM

Le problème majeur du SBM est le fait qu'aucun des symptômes constitutifs n'est spécifique de ce syndrome et qu'ils peuvent être attribués à une autre cause.

On peut discuter :

- une rhinite allergique, avec hypersensibilité nasale non spécifique ;
- une rhinite vasomotrice, éventuellement entretenue ou aggravée par un abus de vasoconstricteurs ;
- un syndrome dépressif, à forme masquée ;
- une xérose cutanée ;
- un syndrome de fatigue chronique ;
- une alvéolite allergique extrinsèque débutante ;
- une hypothyroïdie débutante ;
- un syndrome viral ;
- un syndrome sec ;
- un syndrome d'hystérie collective.

Le SBM sera donc un diagnostic d'élimination. Il sera associé à de nombreux facteurs qu'il faudra étudier méthodiquement [19] :

- facteurs physiques : température, humidité, luminosité, pourcentage de recyclage de l'air ;
- facteurs chimiques : tabac, composés organiques volatils, etc. ;
- facteurs psychologiques et psychosociologiques ;
- autres particules contaminantes ou polluantes : poussières, microcristaux, etc.

Les effets sanitaires bénéfiques de la climatisation

La climatisation a également des effets bénéfiques, outre ceux de réduction de l'exposition allergénique évoqués ci-dessus.

Ainsi, une cohorte de 72 740 personnes, exposées ou non à une ambiance climatisée, a été suivie et sa mortalité enregistrée par ROGOT *et al.* [5] : 2 275 morts ont été observées d'avril 1980 à décembre 1985 et, pour ces auteurs, tout facteur de confusion étant pris en compte par ailleurs, il a été observé que la mortalité était, en période chaude, inférieure de 42 % chez les sujets disposant d'un système de climatisation par rapport au groupe n'en disposant pas.

D'autres études vont également dans le sens de la relativité des risques sanitaires des grands buildings climatisés puisque GIBERT *et al.* [6] observent que travailler en air climatisé n'est pas associé à une augmentation des arrêts de travail de plus de 24 heures par rapport à une population à métiers comparables travaillant en atmosphère naturelle.

Notre étude a porté sur trois immeubles dans lesquels 2 177 personnes travaillaient [7]. Deux immeubles étaient climatisés et le troisième bâtiment était ventilé naturellement. Nous avons utilisé le recueil de données socioprofessionnelles, de santé et d'habitat, en parallèle aux mesures des paramètres physico-chimiques d'ambiance, de contamination microbiologique des sols et de l'air, et des principaux allergènes réalisées dans 140 bureaux, représentatifs des 1 400 présents dans les trois immeubles. Nous n'avons pas noté d'augmentation des pathologies de l'arbre respiratoire dans les bâtiments climatisés [7].

Conclusion

La climatisation a été rendue responsable de pathologies authentiques et parfois graves pou-

Tableau IV.
Polluants de l'air intérieur principaux trouvés lors d'investigation pour SBM (par ordre alphabétique)

Acétate de n-butyl
Alcanes en C7-C11
Carvone
Cyclohexane
Cyclohexanol
Ethylbenzène
Ethylsilane
Formaldéhyde
Gaz carbonique
Limonène
Monoxyde de carbone
Naphtalène
Ozone
Perchloréthylène
Poussière
Propylbenzène
Toluène
Trichloréthane
Xylène

vant être un frein à son utilisation dans des immeubles modernes. La physiopathologie du SBM n'est pas parfaitement comprise et il est vraisemblable que l'utilisation trop large de ce concept et l'approche insuffisamment analytique de nombreuses études ne permettent pas une bonne approche étiologique des symptômes rapportés. Ceux-ci, par ailleurs, sont probablement d'origine multi-factorielle. Il existe néanmoins des éléments favorisant clairement identifiés tels que la conception et l'entretien du système de climatisation. Le respect de règles simples, de bon sens et d'hygiène, permet de minimiser l'expression de ce syndrome et donc son impact sanitaire.

Mots clés

Syndrome bâtiments malsains ; Climatisation. Ventilation.

Références

- [1] O'MAHONY M., LAKHANI A., STEPHENS A., WALLACE J.G., YOUNGS E.R., HARPER D. Legionnaire's disease and the sick building syndrome. *Epidemiol. Infect.*, **103**, 285-92, 1989.
- [2] HODGSON M. The sick building syndrome. *Occup. Med.*, **10**, 167-75, 1995.
- [3] MENDELL M.J., SMITH A.H. Consistent pattern of elevated symptoms in air conditioned office buildings : a reanalysis of epidemiologic studies. *Am. J. Public Health*, **80**, 1193-9, 1990.
- [4] MENDELL M.J. Non specific symptoms in office workers : a review and summary of the epidemiologic literature. *Indoor Air*, **3**, 227-36, 1993.
- [5] ROGOT E., SORTIE P.D., BACKLUND E. Air-conditioning and mortality in hot weather. *Am. J. Epidemiol.*, **136**, 106-16, 1992.
- [6] GIBERT I., CHEVALIER A., LAMBROZO J. No difference in rates of absenteeism between workers in air-conditioned offices and naturally ventilated ones : a data base study. *Indoor Environ.*, **1**, 279-84, 1992.
- [7] VINCENT D., ANNESI I., PRADALIER A., LAMBROZO J. Health consequences of working in air-conditioned offices. In : Jaakol J.J., Ilmarinen R., Seppanen O., eds. Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. *Indoor Air'93*, **1**, 423-6, 1993.
- [8] BURGE S., HEDGE A., WILSON S., BASS J.H., ROBERTSON A. Sick building syndrome of 4 373 office workers. *Ann. Occup. Hyg.*, **31**, 493-504, 1987.
- [9] World Health Organization, Indoor Air Quality Research. *Eur. Report. Study*, **103**, 1-64, 1986.
- [10] JAAKKOLA J.J., MIETTINEN P. Type of ventilation system in office buildings and sick building syndrome. *Am. J. Epidemiol.*, **141**, 755-65, 1995.
- [11] ROBERTSON A.S., BURGE P.S., HEDGE A., SIMS J., GILL F., FINNEGAN M., PICKERING C., DALTON G. Comparison of health problems related to work and environmental measurements in two office buildings.

dings with different ventilation systems. *Br. Med. J.*, **291**, 373-6, 1985.

[12] JAAKKOLA J.J., MIETTINEN P. Ventilation rate in office buildings and sick building syndrome. *Occup. Envir. Med.*, **52**, 709-14, 1995.

[13] MENZIES R., TAMBLYN R., FARANT J.P., HANLEY J., NUNES F., TAMBLYN R. The effect of varying levels of outdoor-air supply on the symptoms of sick building syndrome, *N. Engl. J. Med.*, **328**, 821-7, 1993.

[14] ASHRAE. Standard 55-1981 : thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta : American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers, 1981.

[15] ABBRITTI G., MUZZI G., ACCATTOLI M.P., FIORI T., DELL'OMO M., COLANGELI C., GABRIELLI A.R., FABBRI T., D'ALESSANDRO A. High prevalence of sick building syndrome in a new air-conditioned building in Italy. *Arch. Environ. Health*, **47**, 16-22, 1992.

[16] RAW G.J., LEIMSTER P., THOMSON N., LEAMAN A., WHITEHEAD C. A new approach to the investigation of sick building syndrome. CIBSE National Conference, Londres, 339-45, 1991.

[17] RAW G.J., ROYS M.S., WHITEHEAD C. Sick building syndrome : cleanliness is next to healthiness. *Indoor air*, **3**, 237-45, 1993.

[18] MOLINA C., AIACHE J.M., CAILLAUD D. An overview on air-conditioner and humidifier diseases. In : *Maladies des climatiseurs et humidificateurs*, Paris, *Inserm*, 15-7, 1986.

[19] MOLINA C., AIACHE J.M., CAILLAUD D., MOLINA N. Risques allergiques dus au conditionnement d'air. *Sem. Hôp.*, **67**, 1214-7, 1991.

[20] HARVING H., KORSGAARD J., DAHL R. House-dust mite exposure reduction in specially designed, mechanically ventilated healthy homes. *Allergy*, **49**, 713-8, 1994.

[21] HARRISON J., PICKERING C.A., FARAGHER E.B., AUSTWICK P.K., LITTLE S.A., LAWTON L. An investigation of the relationship between microbial and particulate indoor air pollution and the sick building syndrome. *Respir. Med.*, **86**, 225-35, 1992.

[22] TEEUW K.B., VANDENBROUCKE-GRAULS C.M., VERHOEF J. Airborne Gram-negative bacteria and endotoxin in sick building syndrome. *Arch. Intern. Med.*, **154**, 2339-45, 1994.

[23] MOREY P., SHATTUCK D. Role of ventilation in the causation of building-associated illnesses. *Occup. Med.*, **4**, 625-42, 1989.

[24] UNICLIMA : Guide climatisation et santé. Paris : UNICLIMA, 1991.

[25] LYLES W.B., GREVE K.W., BAYER R.M., WARE M.R., SCHRAMKE C.J., CROUCH J., HICKS A. Sick building syndrome. *South Med. J.*, **84**, 65-71, 1991.

[26] CHANG C.C., RUHL R.A., HALPERN G.M., GERSHWIN M.E. The sick building syndrome. 1) Definition and epidemiological considerations. *J. Asthma*, **30**, 285-95, 1993.

[27] NORBÄCK D., WIESLANDER G., EDLING C. Occupational exposure to volatile organic compounds (VOCs), and other air pollutants from the indoor application of water-based paints. *Am. Occup. Hyg.*, **39**, 783-94, 1995.

[28] SUNDELL J., ANDERSSON K., LINDVALL T. Volatile organic compounds in ventilating air in buildings at different sampling points in the buildings and their relationship with the prevalence of occupant symptoms. *Indoor Air*, **2**, 82-93, 1993.

[29] SKOV P., VALBJORN O., PEDERSEN B.V. and the Danish Indoor Climate Study Group. Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment. *Scand. J. Work Environ. Health*, **16**, 363-71, 1990.

[30] CHANDRAKUMAR M., EVANS J., ARULANANTHAM P. An investigation into sick building syndrome among local authority employees. *Ann. Occup. Hyg.*, **38**, 789-99, 1994.

[31] NORDSTRÖM K., NORBÄCK D., AKSELSSON R. Effect of air humidification on the sick building syndrome and perceived indoor air quality in hospitals : a four month longitudinal study. *Occup. Environ. Med.*, **51**, 683-8, 1994.

[32] NORDSTRÖM K., NORBÄCK D., AKSELSSON R. Influence of indoor air quality and personal factors on the sick building syndrome in Swedish geriatric hospitals. *Occup. Environ. Med.*, **52**, 170-6, 1995.

[33] HEDGE A. In defence of the sick building syndrome. *Indoor Environ.*, **4**, 251-3, 1995.

[34] STENBERG B., ERIKSSON N., HÖÖG J., SUNDELL J., WALL S. The sick building syndrome (SBS) in office workers. A case-referent study of personnel, psychosocial and building related risk indicators. *Int. J. Epidemiol.*, **23**, 1190-7, 1994.

[35] ROTHMAN A.L., WEINTRAUB M.I. The sick building syndrome and mass hysteria. *Neurol. Clin.*, **13**, 405-12, 1995.

[36] NORBÄCK D., EDLING C. Environmental, occupational and personnel factors related to the prevalence of sick building syndrome in the general population. *Br. J. Ind. Med.*, **48**, 451-62, 1991.

[37] BOSWELL R.T., DIBERARDINIS L., DUCATMAN A. Descriptive epidemiology of indoor complaints at a large teaching institution. *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, **9**, 281-6, 1994.