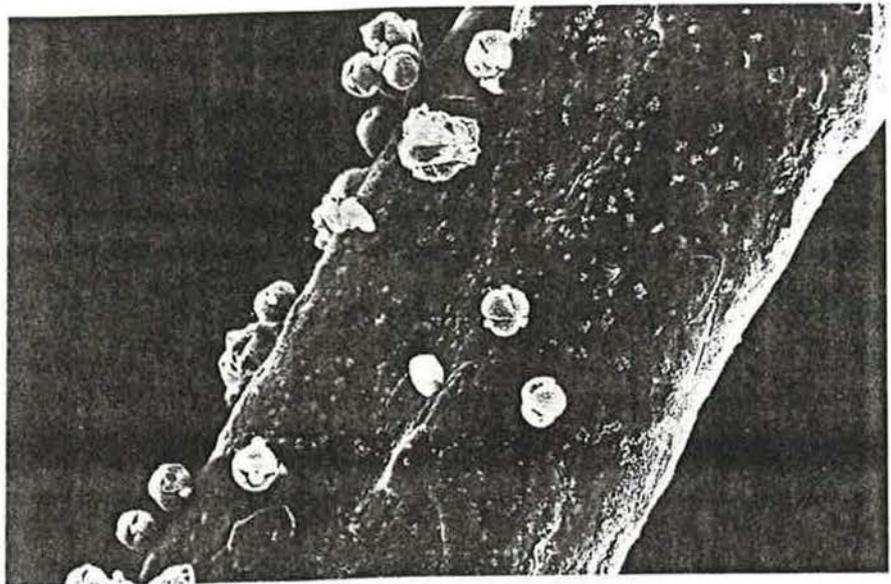


L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires

Roland FAUCONNIER

Fédération nationale du bâtiment. Direction des Affaires techniques

Les premières études sur les effets de l'humidité de l'air sur la santé remontent aux années 50. Après une synthèse des différents travaux réalisés jusqu'à ce jour sur le sujet, M. Fauconnier rappelle les allergènes dont la production est liée à l'humidité. Il examine ensuite en détail le rôle de l'humidité de l'air d'un point de vue santé : impressions de sécheresse ou d'humidité, développement de bactéries, de microchampignons, d'acariens... Il présente ensuite un diagramme de l'air humide sur lequel ont été reportés les différents domaines températures-humidités à éviter en regard des problèmes de santé.



Particules de pollen (\varnothing 10 μ m), à la limite du visible, sur un cheveu humain (\varnothing 150 μ m). Doc. Sofiftra-Camfil

L'humidité de l'air est un élément important de la qualité des ambiances intérieures des bâtiments.

Dans le cas du traitement du confort, deux questions se posent alors :

— quelle est l'humidité de l'air optimale vis-à-vis de la santé ?

— quelle est la fourchette de variation admissible ?

La réponse à ces deux questions n'est pas sans conséquences sur le choix des systèmes de traitement du confort intérieur. La traduction, en terme technique, de ces questions est, faut-il humidifier et/ou déshumidifier ?

Ce choix a des conséquences directes sur la consommation d'énergie, le coût d'installation et de maintenance, et quelquefois sur l'architecture intérieure (extérieure plus rarement).

L'humidité de l'air peut avoir une action directe sur l'homme mais, le plus souvent, ce sont des actions indirectes.

Les actions directes

Pour des humidités trop basses, l'homme ressent des inconforts locaux dus à la sécheresse de l'air et la vulnérabilité de ses voies respiratoires est accrue en cas d'attaques microbiennes.

Des humidités élevées, par contre, favorisent l'élimination des microbes des voies respiratoires supérieures en augmentant le flux mucal.

Les actions indirectes

Des humidités fortes, associées à des condensations sur un support, favorisent les développements bactériens (biofilm) et les développements de micro-champignons dont les spores peuvent provoquer des maladies plus ou moins graves (allergies diverses, maladies respiratoires) :

Des humidités fortes associées à des matériaux tels que moquettes, tissus, etc. favorisent la dispersion des poussières et des spores de champignons.

Des humidités basses favorisent la dispersion des poussières et des spores de champignons. L'humidité de l'air influe sur la survie des bactéries et des virus dans l'air.

Des humidités trop basses peuvent favoriser certaines maladies respiratoires.

A partir des années 1970, de nombreuses études portant sur la corrélation santé-humidité de l'air ont été effectuées essentiellement dans les pays nord-américains (Canada, Etats-Unis) et nord-européens (Finlande, Suède). Le problème, dans ces pays, est de savoir s'il faut humidifier en hiver, en raison du très faible poids d'eau contenu dans l'air extérieur. Les bâtiments étudiés sont essentiellement des écoles et des bureaux. Notons qu'en France, des études sont actuellement menées sur ce thème, en particulier par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP).

Le premier paragraphe de l'exposé présente une synthèse de ces différents travaux.

Nous parlerons brièvement des manifesta-

tions allergiques en précisant les allergènes dont la production est liée à l'humidité de l'air.

Puis nous examinerons plus en détail le rôle de l'humidité de l'air sur les différents éléments déterminant la qualité de l'air d'un point de vue de la santé.

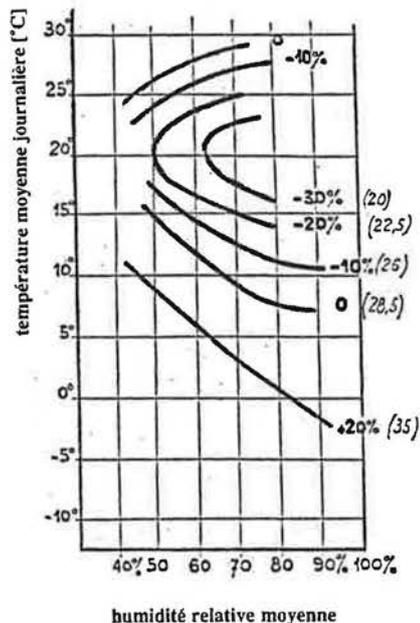
Les études globales reliant l'humidité de l'air et la santé

Les premières spécifications proposées par André Missenard

Dans les années 1950, André Missenard, dans son livre « A la recherche de l'Homme », proposait une température ambiante de 18 °C associée à une humidité variant de 50 à 60 %.

Cette proposition était basée sur les corrélations entre le taux de mortalité et le couple température-humidité de l'air. Le diagramme de la figure 1 montre les variations du taux de mortalité en % par rapport à la moyenne. Nous pouvons observer un optimum aux alentours de 18 à 20 °C et 60 % d'humidité.

Fig. 1. Premières spécifications d'André Missenard d'après le taux de mortalité.



Valeur optimale recommandée par A. Missenard : 18,5 °C à 60 % HR.

Ces valeurs, qui ne sont pas issues d'études épidémiologiques, sont communément admises et la question qui se pose alors est de savoir quels seront les effets sur la santé d'un écart par rapport à cette spécification.

Dans la suite de l'exposé, nous n'examinerons que trois classes de problèmes de santé qui peuvent être attribués à des humidités trop faibles ou trop fortes :

- les maladies respiratoires,
- les problèmes de sécheresse de la peau, des yeux, de la gorge,
- les allergies.

Nous n'aborderons pas les problèmes liés à l'électricité statique car les décharges ne sont pas dangereuses d'un point de vue santé si elles sont désagréables. Notons tou-

tefois que l'électricité statique est réduite pour des humidités relatives de l'air supérieures à 65 % et que la nature du revêtement joue un rôle important (nylon, laine...).

Les études liant le taux d'absentéisme dans des bâtiments tertiaires et l'humidité de l'air (réf. 2 à 4)

Les maladies respiratoires considérées ici sont essentiellement des rhumes et des gripes. Leurs origines peuvent être très diverses. Après avoir remarqué que les rhumes et gripes se développaient de septembre à février, un certain nombre d'auteurs ont étudié l'influence du climat extérieur sur ces maladies.

Lidwell (rapporté par G. H. Green [réf. 2]) a caractérisé l'ambiance extérieure par neuf variables :

- la température moyenne du jour,
- la température maximale du jour et la température minimale de la nuit,
- la pression de vapeur d'eau à 9 h,
- l'humidité relative à 9 h,
- l'ensoleillement,
- la pluie,
- l'index de pollution (fumée et dioxyde de soufre),
- la tendance cyclonique ou anticyclonique (fumée et dioxyde de soufre),
- la tendance cyclonique ou anticyclonique (liée à la pression atmosphérique).

Les études de corrélation ont montré une association forte entre la température moyenne deux à trois jours avant les premiers symptômes. La corrélation avec la pression de vapeur d'eau extérieure était beaucoup moins significative. Cependant la température moyenne d'air est étroitement

liée à l'humidité intérieure des bâtiments lorsque ceux-ci ne sont pas humidifiés. Hope-Simpson (rapporté dans réf. 2) a étudié la corrélation pouvant relier la différence entre l'humidité intérieure et l'humidité extérieure et l'apparition de rhumes. Ses résultats sont tout à fait semblables à ceux obtenus par Lidwell pour la température moyenne extérieure.

Les résultats de Hope-Simpson ont été renforcés par les observations ponctuelles suivantes :

- les ouvriers travaillant depuis longtemps à l'extérieur ont moins de rhumes que les ouvriers travaillant en intérieur,
- dans une fromagerie, les ouvriers travaillant dans un local de stockage maintenu à 17 °C et 80 % d'humidité avaient moins de rhumes que les ouvriers travaillant dans le reste de l'usine.

D'autre part, il n'est pas évident que la température moyenne extérieure joue un rôle direct sur la santé dans la mesure où, dans les pays industrialisés, nous passons près de 95 % du temps à l'intérieur des bâtiments. Par contre, l'humidité de l'air intérieur, qui est directement liée à cette température, peut avoir un rôle important. Afin d'étudier l'influence de l'humidité sur la santé, des populations identiques, soumises aux mêmes climats extérieurs et à des climats intérieurs différents ont été suivies pendant les périodes d'hiver. Dans toutes ces expériences les problèmes de santé ont été quantifiés par le pourcentage d'absentéisme.

Deux types de populations ont été suivis : des adultes et des enfants. Neuf sites (géographie et types de bâtiments) ont été investigués. Les conditions expérimentales sont reportées dans le tableau 1.

Tableau 1. — Description résumée des différentes expérimentations concernant le taux d'absentéisme en fonction de l'humidité relative (selon Green réf. 4).

N° courbe de la figure 2	Expérimentateur	Lieu	Population	Humidité moyenne	Dates de test
1	Guberin et Coll.	Genève (Suisse)	bureau 812 hommes 509 femmes	52(30-33) 55(30-33)	janvier-mars 1976
2	Green	Saskatoon (Canada)	personnels hospitaliers 2 400	30 (20)	octobre-avril 1974-75, 75-76 76-77
3	Serati et Coll.	Berne (Suisse)	bureau 100 femmes	40 (31)	novembre-janv. 1964-65, 65-66
4	Gelperin	Missouri (USA)	800 recrues de l'armée	40 (20)	oct.-déc. 1970 jan-mars 1971
5	Sale	Norfolk (USA)	crèche 263 enfants	51 (35)	novembre-mars 1972
6	Rapporté par Green	Copenhague (Danemark)	écoles		
7	Rapporté par Green	Halifax (USA)	6 écoles		décembre 1961 mai 1962
8	Green	Saskatoon (Canada)	11 écoles 3 600 enfants	27-33 (22-26)	octobre-avril 1960 et 1970
9	Ritzel	Bâle (Suisse)	garderie 210 enfants	49 (40)	janvier-mars 1966

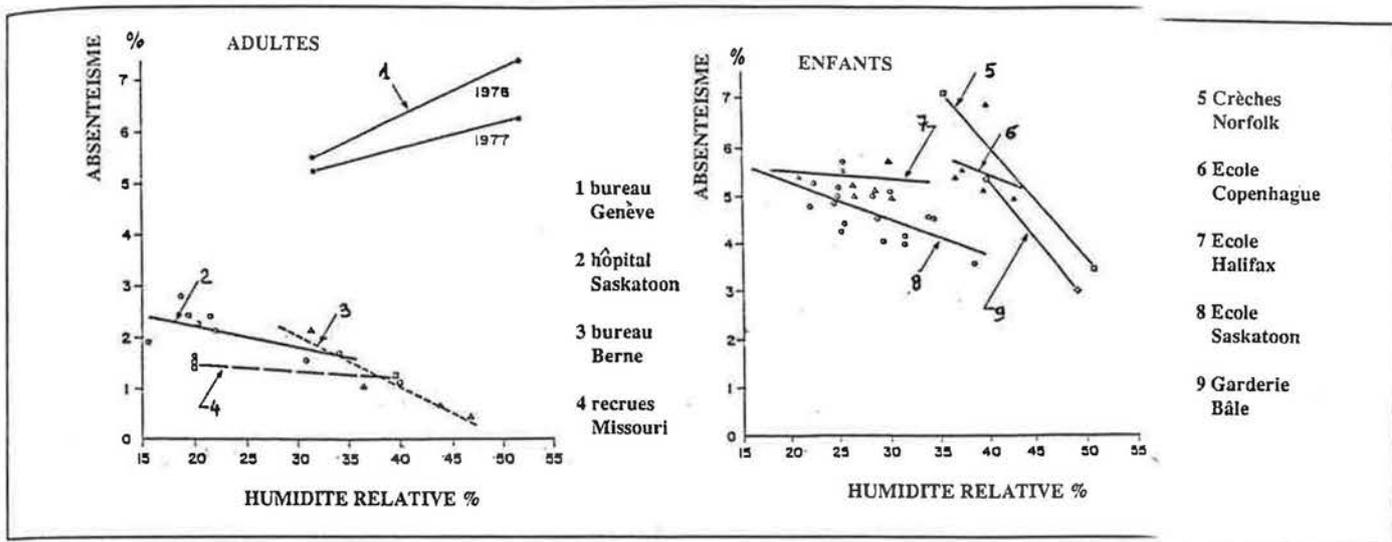


Fig. 2. Evolution du taux d'absentéisme en fonction de l'humidité relative de l'air. Résultats rapportés par G.H. Green (réf. 4).

Les résultats montrant le taux d'absentéisme en fonction de l'air intérieur sont représentés dans la figure 2.

La décroissance du taux d'absentéisme en fonction de l'humidité est beaucoup plus importante chez les enfants que chez les adultes. Ceci peut être dû à la plus grande sensibilité aux microbes chez les enfants. Notons toutefois que les humidités sont toujours inférieures à 55 %. Des auteurs ont montré que l'humidité augmente la taille des particules. De ce fait, il y a moins de petites particules (1 à 5 µ) susceptibles d'atteindre les voies respiratoires inférieures. D'autre part, il faut plus de particules viables pour provoquer une infection lorsque celles-ci sont plus grosses.

Le problème particulier des allergies (réf. 15 à 17)

L'allergie est une réaction de défense face à des substances appelées allergènes, généralement tolérées par une grande partie des sujets, et qui se traduit par la faculté qu'a un individu de produire, en excès, des anticorps.

Les allergènes sont d'origines diverses :

- allergènes provenant des acariens,
- endotoxines provenant de certaines bactéries (bactéries Gram +),
- mycotoxines (glucanes) provenant de micro-champignons,
- pollens,
- animaux (excréments de pigeons, poils de chats, etc.),
- insectes.

Nous verrons, dans le chapitre suivant, comment l'humidité intervient dans la production des trois premiers allergènes cités précédemment.

Les manifestations cliniques de l'allergie sont d'ordres respiratoires, oculaires, cutanés, digestifs ou généraux. Ces troubles s'accompagnent toujours d'un état d'hyper-sensibilité particulier qui rend le sujet susceptible de répondre à toutes les formes d'agressions : allergènes, pollution atmosphérique extérieure ou intérieure, infections ou stress.

Bien sûr, le potentiel héréditaire du sujet, son environnement, la nature et la quantité des allergènes jouent un rôle majeur dans le processus de déclenchement et l'entretien des troubles (réf. 15).

Rôle de l'humidité de l'air sur les différents éléments intervenant sur la qualité de l'air d'un point de vue santé

Les actions directes l'humidité de l'air sur la santé de l'homme

IMPRESSION DE SÉCHERESSE ET HUMIDITÉ DE L'AIR (réf. 5 à 8)

Nous rapportons les résultats d'une étude faite au Pasila Office Center à Helsinki en Finlande de février à mars 1985 (réf. 5). Les niveaux inférieurs sont humidifiés (45 à 55 % d'humidité relative). Pour les autres, l'humidité relative moyenne est de 10 à 20 %. Le nombre d'employés est de 2 150 et le nombre de personnes interrogées est de 122 dans la zone humidifiée et de 135 dans la zone non humidifiée. Les principaux symp-

tômes de sécheresse se porte sur la peau, les yeux, la gorge, le nez et l'obstruction du nez. Les résultats sont rapportés dans le tableau 2.

Nous observons une baisse notable du nombre de plaintes concernant la sécheresse de la gorge (de 50 % à 32 % pour le mois de février) et du nez (de 58 % à 40 % pour le même mois). La baisse est un peu moins sensible pour la peau (49 % à 46 %) et pour les yeux (16,3 % à 15,6 %) mais la tendance existe et est vérifiée pour les autres mois.

Dans cette même étude, les employés ont été interrogés sur le syndrome des bâtiments malsains. Les résultats montrent qu'il y a moins de plaintes dans les zones humidifiées.

Une étude hollandaise (réf. 8) s'est attachée à montrer les relations existant entre l'humidité de l'air et l'inconfort oculaire dans un bâtiment comportant 69 employés de bureau

Tableau 2. — Impression de sécheresse et humidité de l'air 2 150 employés à Helsinki réf. [5]

	Humidité 10 à 20 %		Humidité 45 à 55 %	
	nbre	%	nbre	%
Sécheresse de la peau				
Février	66	48,9	56	45,9
Mars	57	57	31	39,7
Avril	47	47	31	39,7
Sécheresse des yeux				
Février	22	16,3	19	15,6
Mars	23	23	14	17,9
Avril	23	23	15	19,2
Sécheresse de la gorge				
Février	67	50,4	40	32,8
Mars	49	50	19	24,4
Avril	39	40	17	21,8
Sécheresse du nez				
Février	76	57,8	49	40,2
Mars	61	62	30	38,5
Avril	55	56	26	33,3
Obstruction du nez				
Février	74	54,8	55	45,1
Mars	53	53	23	29,5
Avril	47	47	26	33,3

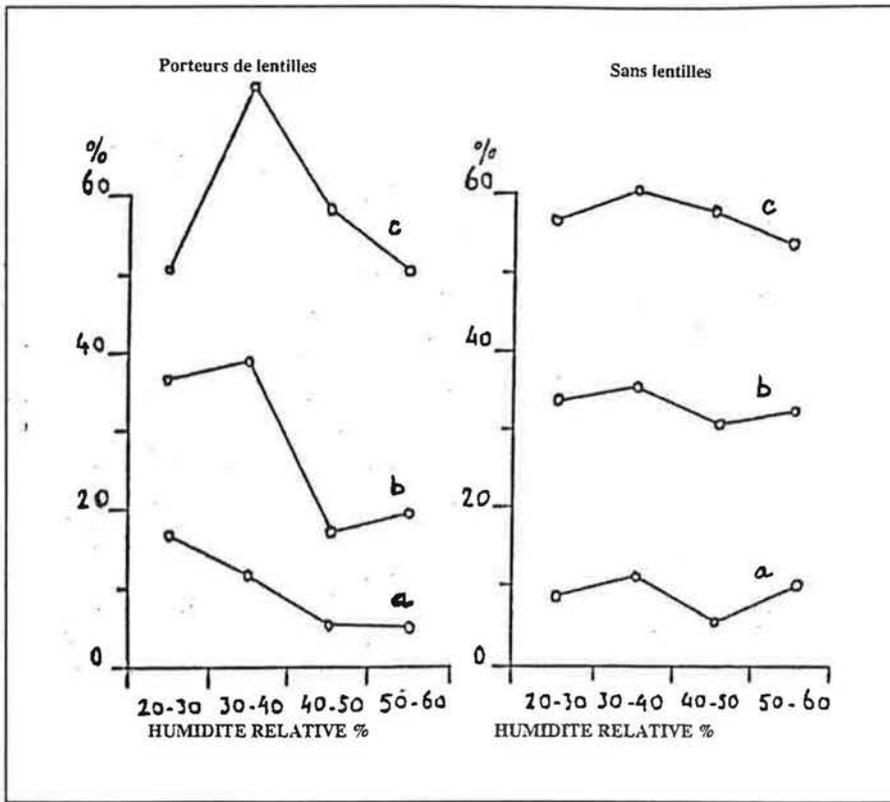


Fig. 3. Inconfort oculaire et humidité relative de l'air. 60 employés de bureau dont 15 avec lentilles (réf. 8). Pourcentage de personnes en situation d'inconfort : a) inconfort important — b) inconfort modéré — c) inconfort faible.

à Groningen. L'étude s'est déroulée de janvier 1986 à janvier 1987. Un groupe de 60 personnes (dont 15 porteurs de lentilles) a été interrogé régulièrement durant cette période. Les résultats sont reportés dans la figure 3. Les porteurs de lentilles sont plus sensibles à l'humidité relative de l'air et l'inconfort oculaire est minimisé pour des humidités supérieures à 40 % environ.

LES AUTRES ACTIONS DIRECTES DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR SUR LA SANTÉ L'HOMME

En cherchant à expliquer la corrélation maladies respiratoires-humidité relative, certains d'auteurs ont émis les hypothèses suivantes :

- le flux de mucus augmente avec l'humidité relative. Cette augmentation favorise l'élimination des virus et bactéries. Cependant l'augmentation de flux est moins sensible si la respiration est nasale ;
- des humidités basses peuvent provoquer des microfissures dans les voies respiratoires supérieures.

Les actions indirectes de l'humidité de l'air sur l'homme

LES DÉVELOPPEMENTS BACTÉRIENS (réf. 17)

Les divers supports présents à l'intérieur des bâtiments fixent les bactéries d'origine humaine ou hydrotellurique.

L'adhésion bactérienne à une surface est liée à des phénomènes physiques, chimiques et biologiques et comprend trois étapes :

- l'adsorption : des forces physiques (de type Van der Waals par exemple) attirent les cellules bactériennes. La distance bactéries-support est de l'ordre de 5 à 10 nm. Cette

étape est réversible et courte (quelques dizaine de secondes). La texture et la mouillabilité du support interviennent dans ce phénomène ;

- la fixation : elle est due à la sécrétion par la bactérie d'une substance polymérique extra-cellulaire. Ce réseau fibrillaire entraîne une adhérence permanente et irréversible des bactéries sur le support ;

- la colonisation : la bactérie, après une phase de latence et d'adaptation au support, se multiplie de manière exponentielle et colonise le support. Cette colonisation constitue le biofilm qui est une sorte de tapis multicouche microbien.

Dans ce processus, l'humidité de l'air intervient à deux niveaux :

- l'humidification du support (phénomène de condensation) qui joue un rôle, à la fois sur les forces d'attraction des bactéries et sur la fixation des éléments nutritifs nécessaires au développement des colonies bactériennes.

Des études anglaises ont émis l'hypothèse que le mode de fixation de l'eau dans les matériaux influe sur les développements bactériens. En particulier la présence d'eau absorbée sous forme capillaire leur est favorable. Or, l'apparition de ce type de fixation, pour la plupart des matériaux, se situe aux environs de 70 % d'humidité relative interne, sauf pour certains matériaux qui possèdent une majorité de grands pores (plâtre par exemple) :

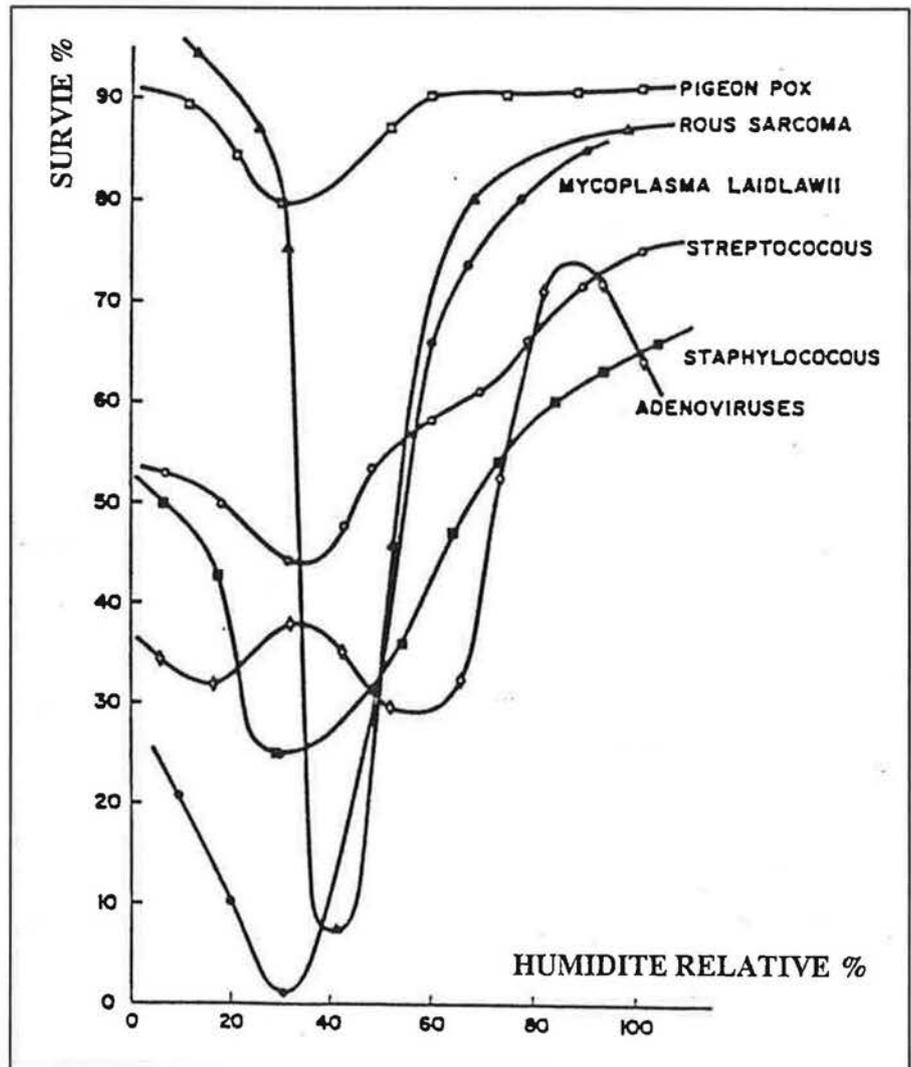


Fig. 4. Survie de certains micro-organismes dans l'air en fonction de l'humidité relative (réf. 2b).

— l'humidité de l'air qui influe sur la survie des virus et bactéries.

Ainsi les bactéries à Gram positif (staphylocoques et entérocoques) et certaines à Gram négatif survivent plusieurs jours mais ne se multiplient pas.

Les bacilles à Gram négatif (entérobactéries, pseudomonas et autres) survivent plusieurs mois ou plusieurs années dans les milieux humides et se multiplient avec un minimum d'éléments nutritifs.

Des bactéries anaérobies à Gram positif, comme le bacille tétanique, survivent très longtemps en milieu sec.

Des tests en laboratoire ont montré que le taux de survie des micro-organismes est minimal pour des humidités moyennes (autour de 50 %) (fig. 4). Des expériences in situ, conduites par Sale, ont également montré une décroissance des micro-organismes en fonction de l'humidité relative (fig. 5).

LES DÉVELOPPEMENTS DES MICRO-CHAMPIGNONS (OU MICROMYCÈTES)

La plupart de ces champignons se développent dans le milieu environnant l'homme et notamment dans les bâtiments. Les éléments favorables à leur croissance sont la matière organique en décomposition en milieu humide et les conditions de leur développement sont semblables à celles des bactéries (une humidité relative supérieure à 70 %). Les caractéristiques physicochimiques des matériaux ont un rôle important, en particulier le pH.

En effet les revêtements alcalins ou basiques (pH élevé) ont une moins grande susceptibilité au développement des moisissures (réf. 20).

Dans la flore fongique habituelle de l'air intérieur, on peut relever les variétés suivantes :

— *Aspergillus*, dont le plus dangereux est le *fumigatus* ;

— *Penicillium* ;

— *Cladosporium* ;

— *Fusarium*, *Scedosporium*.

Les atteintes à la santé, ayant pour cause des microchampignons, sont de plusieurs natures :

— a) les infections respiratoires ne touchant que des sujets ayant des défenses immunitaires très affaiblies et soignés en hôpital (aspergillose broncho-pulmonaire, coccidioïdomycose) ;

— b) les allergies parmi lesquelles on peut citer la pneumopathie d'hypersensibilité, la conjonctivite, les rhinites allergiques ;

— c) le syndrome d'extrême fatigue rapporté par C. Mainville (réf. 11) ayant concerné le personnel d'un hôpital de la ville de Québec (300 personnes touchées).

LES ACARIENS ET L'HUMIDITÉ DE L'AIR (réf. 15)

Les acariens, par l'intermédiaire de leurs excréments provoquent des allergies respiratoires se traduisant souvent par des crises d'asthme et des rhinites. Le développement des acariens a été largement étudié dans les logements et est très fortement lié à l'humidité de l'air. Leurs domaines préférés sont les moquettes, les matelas, etc. Dans les bâtiments tertiaires, ils sont moins nombreux mais nous rappelons ici quelques éléments susceptibles de freiner leur croissance. En dessous de 45 % d'hu-

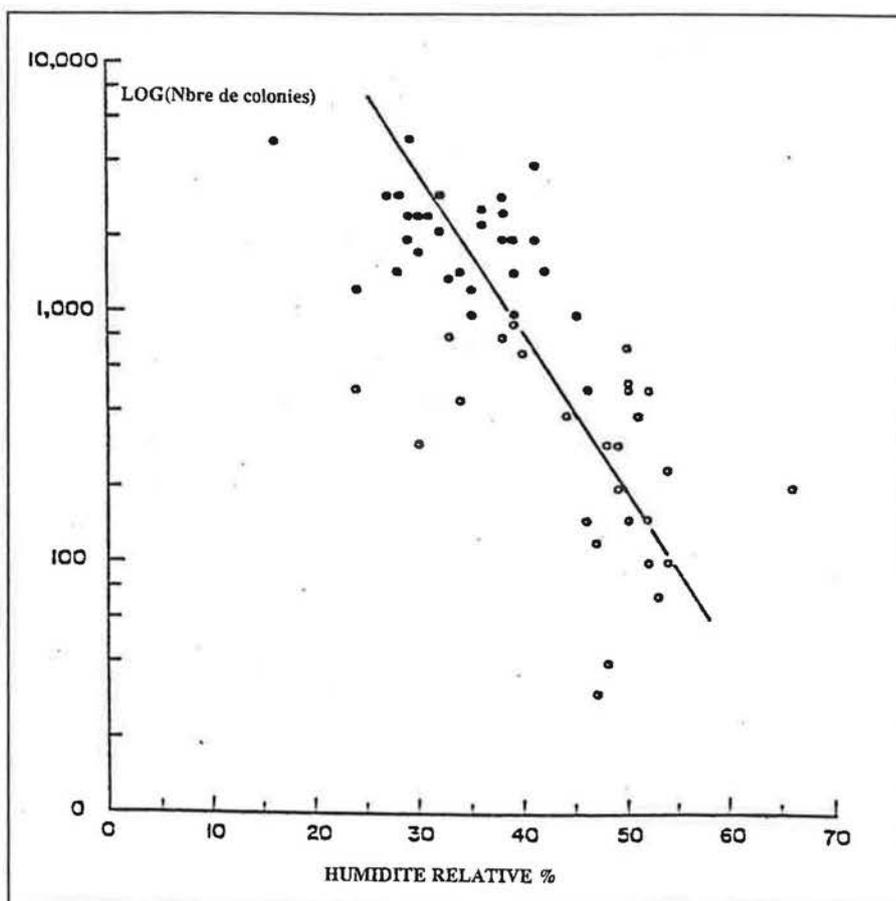


Fig. 5. Relation entre le nombre de micro-organismes et l'humidité relative de l'air. Cas d'une garderie. Résultats de G.S. Sale rapportés par G.H. Green (réf. 4).

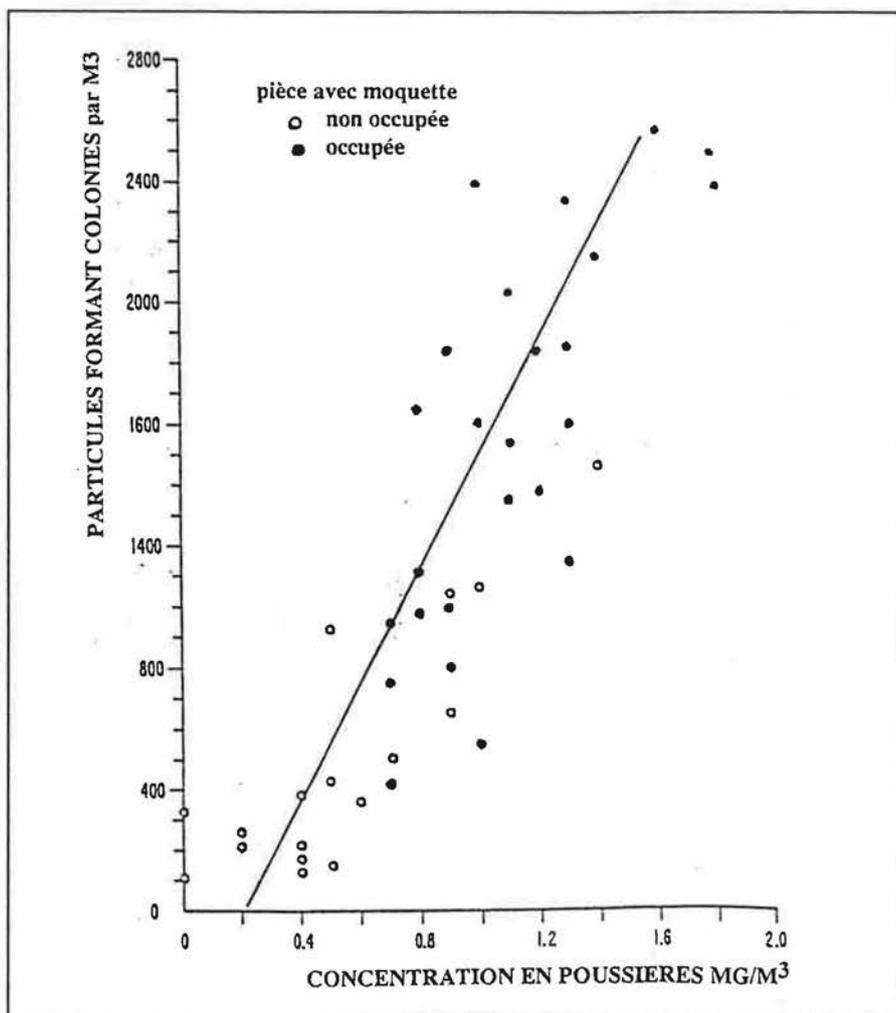


Fig. 6. Concentration de poussières respirables en fonction de la concentration en bactéries dans l'air (réf. 3).

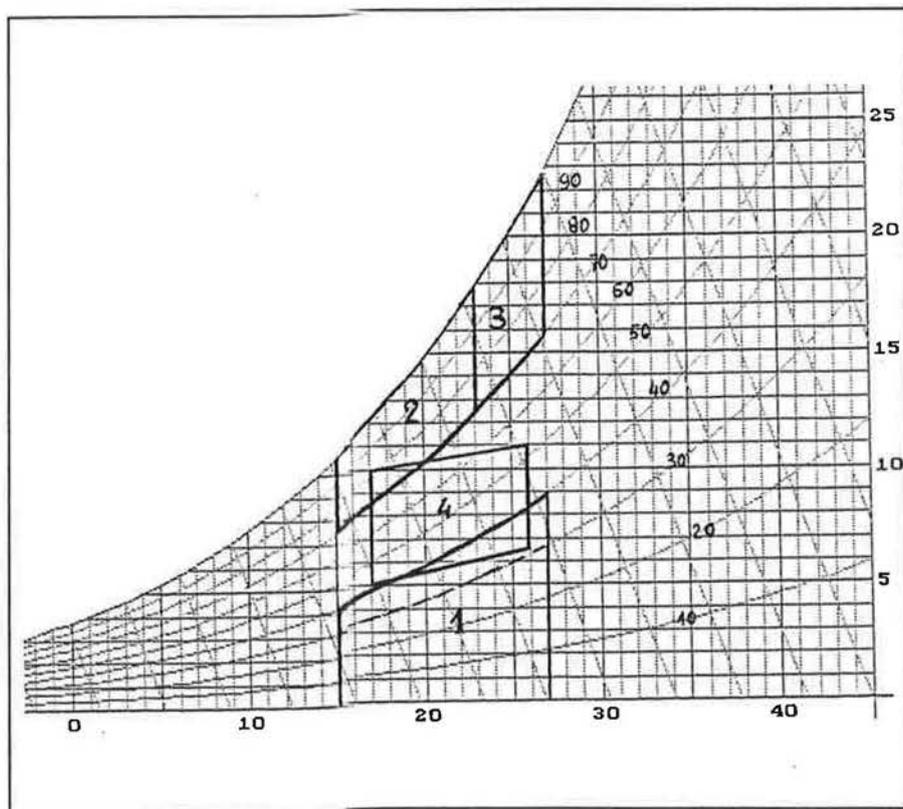


Fig. 7. Les domaines température-humidité de l'air intérieur à éviter en regard des problèmes de santé. Situation de ces domaines vis-à-vis du polygone de confort.
 1 : zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse (on pourrait descendre jusqu'à 30 % d'humidité relative)
 2 + 3 : zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons
 3 : zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens
 4 : polygone de confort hygrothermique (Costic).

midité relative à 20 °C, il n'y a pratiquement plus d'acariens. Les conditions optimales de leur développement sont 25 °C avec 75 à 80 % d'humidité relative. Si l'on veut utiliser des techniques de purification d'air, il faut savoir que les excréments des acariens ont une taille comprise entre 10 et 45 µ.

LA DISPERSION ET LES POUSSIÈRES

Les colonies bactériennes, les microchampignons ou les excréments d'acariens ne seraient pas dangereux s'ils ne quittaient pas leur support. Or tous ces éléments sont « aéroportés », soit parce qu'ils constituent eux-mêmes des aérosols, soit qu'ils contaminent des aérosols inertes.

La figure 6 représente la relation existant entre la concentration de poussières respirables et la concentration en bactéries dans l'air.

Avant de contaminer l'air, ces micro-organismes doivent quitter leur support et en général ils le font sous l'action des mouvements d'air (courants d'air ou balayage à sec). Mirielle Moreau (réf. 9) rapporte les chiffres suivants :

- un simple balayage à sec entraîne, dans un local, la multiplication par 10 des spores véhiculés dans l'air,
- un air à la vitesse de 5 m/s entraîne 10 fois plus de spores qu'un air à 2,5 m/s,
- pour une vitesse identique de 5 m/s, il y a 10 fois plus de spores libérées à 30 % d'humidité qu'à 95 %.

Nous voyons ici que les conditions hydro-métriques qui sont favorables au développement des micro-organismes ne sont pas favorables à la dispersion et inversement. Par

contre pour des micro-organismes ayant des durées de vie importante, des conditions favorables à la dispersion (humidité basse) peuvent succéder à des conditions favorables au développement (humidités fortes). Dans ce cas la contamination fongique risque d'être maximale. Il semble donc préférable de limiter la production de micro-organismes en respectant des humidités d'air les plus basses possibles, en évitant les condensations superficielles et en préférant des matériaux présentant un minimum d'absorption d'eau capillaire.

En résumé

Pour toutes les maladies respiratoires liées à des micro-organismes, on peut dire que l'humidité optimale se situe entre 20 et 50 %. C'est en effet la zone où le temps de survie de la plupart des bactéries est la plus courte. Les humidités inférieures à 20 % peuvent provoquer une fragilisation des voies respiratoires supérieures (microfissures).

Dans le cas particulier des porteurs de lentilles, des impressions de sécheresse peuvent être ressenties pour des humidités inférieures à 40 %.

En ce qui concerne le développement des micro-champignons et des bactéries, on évitera les humidités supérieures à 70 %, les condensations superficielles ainsi que les matériaux présentant une absorption de type capillaire dans un large domaine d'humidité relative. On préférera les revêtements de surface de type alcalin.

D'autre part, les basses humidités gênent le développement des acariens dont les excréments sont très allergènes. On évitera les humidités de 70 % à 80 % associées à des températures de l'ordre de 25 °C.

Dans la figure 7, nous avons reporté les différents domaines températures-humidités à éviter pour des problèmes de santé sur le diagramme de l'air humide. Nous les avons situés par rapport au polygone classique de confort (Costic). Les zones à éviter interfèrent assez avec la zone de confort. D'autre part, il serait possible d'admettre des humidités relatives de l'air pouvant descendre jusqu'à 30 % sans inconvénients majeurs (seules les populations portant des lentilles pourraient ressentir un léger inconfort). ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A.A. FIELD, *Humidity and air conditioning*, H & VE, April 1971.
- [2] G.H. GREEN, *Field studies of the effect of air humidity on respiratory diseases*, Indoor Climate 1979.
- [3] G.H. GREEN, K. SAREEN, A.D. OSBORNE, *The effect of ventilation and relative humidity upon airborne bacteria in schools*, Ashrae Transaction n° 2887.
- [4] G.H. GREEN, *The health implications of the level of indoor air humidity*.
- [5] L.M. RENIKAINEN, J.J.K. JAAKKOLA, O.P. HEINONEN, *The effect of air humidification different symptoms in an office building. An epidemiological study*, Health Building 88.
- [6] I. SAMUELSON, *Sick houses. A problem of moisture?*
- [7] I. ANDERSEN, J. KORSGAARD, *Asthma and the indoor environment. Assessment of the health implications of high indoor air humidity*.
- [8] K. BREUNIS, J.P. de GROOT, *Relative humidity of the air and ocular discomfort in a group of susceptible office workers*.
- [9] M. MOREAU, *Les modes de dissémination des moisissures*.
- [10] O.B. RASMUSSEN, *Man's subjective perception of air humidity*, Technical University of Denmark.
- [11] C. MAINVILLE, P.L. AUGER, W. SMORAGIEWICZ, D. & J. NECULCEA, *Mycotoxines et syndrome d'extrême fatigue dans un hôpital*.
- [12] A. NEVALAIEN, M.J. JANTUNEN, A.L. RYTKONEN, M. NIININEN, T. REPONEN, P. KALLI-KOSKI, *The indoor air quality of finish homes with mold problems*.
- [13] S.A. ROGERS, *Case studies of indoor fungi used to clear recalcitrant conditions*.
- [14] A. NEVALAIEN, M.J. JANTUNEN, A.L. RYTKONEN, M. NIININEN, T. REPONEN, P. KALLI-KOSKI, *The effect of air temperature and humidity on the growth of some fungi*.
- [15] M.R. ICKOVIC, *Allergies et bâtiment*, communication au séminaire Bâtiment-Environnement-Ecologie, Institut Français du Bâtiment, Saint-Rémy-lès-Chevreuse, 23 avril 1992.
- [16] R. RYLANDER, *Rôle des endotoxines et des glucanes aéroportés dans la pathogénèse des maladies respiratoires*, « Air et contamination biologique », 3^e Congrès mondial de la Société Française d'Aérobiologie, 6-7-8 juin 1991, Institut Pasteur, Paris.
- [17] F. SQUINAZI, *Habitat et contamination par micro-organismes*, communication au séminaire Bâtiment-Environnement-Ecologie, Institut Français du Bâtiment, Saint-Rémy-lès-Chevreuse, 23 avril 1992.
- [18] J.D. MILLER, *Les dangers de l'exposition aux moisissures par inhalation*, « Air et contamination biologique », 3^e Congrès mondial de la Société Française d'Aérobiologie, 6-7-8 juin 1991, Institut Pasteur, Paris.
- [19] J.L. POIROT, M. FEUILHADE, *Contamination fongique dans les hôpitaux*, « Air et contamination biologique », 3^e Congrès mondial de la Société Française d'Aérobiologie, 6-7-8 juin 1991, Institut Pasteur, Paris.
- [20] A. POPESCU et COLL, *Healthy building as a result of using some efficient fungicides*.