



Photo: FCD

L'HUMIDITÉ ET LA SANTÉ

Des infections des voies respiratoires en
raison du « syndrome du bâtiment sec »

Les infections des voies respiratoires – un problème que nous créons

Les infections des voies respiratoires sont l'une des raisons plus fréquentes de maladie des salariés. Des épidémies régulières de grippe et d'autres infections respiratoires sont particulièrement fréquentes en hiver. Les recherches démontrent que l'humidité a un effet direct sur la propagation et à la survie du virus et sur le système immunitaire de l'organisme. Un problème que nous créons – étant donné que beaucoup de bâtiments et bureaux sont beaucoup trop secs au cours de ces mois d'hiver critiques.

Au cours des 20 dernières années, la forte demande pour des bâtiments économes en énergie a conduit à une forte baisse de l'humidité du climat intérieur. Les enveloppes de bâtiment étanches à l'air, les grandes façades en verre et l'absence de systèmes de ventilation et de climatisation ont tous permis d'atteindre des gains énormes dans la performance énergétique des bâtiments. C'est un problème pour les occupants qui sont exposés à un air ambiant qui est beaucoup trop chaud et sec : les muqueuses s'assèchent, les yeux brûlent, la peau est sèche et la voix roque – les symptômes du « syndrome du bâtiment sec », dont de plus en plus de personnes souffrent actuellement.

Un air sain est essentiel

La nourriture et l'eau sont importantes pour la vie, mais le plus essentiel est l'air que nous respirons : chaque jour, plus de 13 000 litres d'air passent par notre nez, notre bouche et nos poumons. Nous passons également plus de 90 % de notre vie dans des espaces clos. La

qualité de l'air intérieur et sa capacité à nous protéger des polluants ou des agents pathogènes sont des facteurs clés influant de manière décisive notre état de santé.

Les résultats de recherches récentes ont confirmé une fois de plus que l'humidité relative est d'une importance immense pour la capacité fonctionnelle et la performance immunitaire des muqueuses. La survie des virus et des bactéries est aussi étroitement liée à l'humidité : une humidité relative optimale de 40 % et au-dessus est mortelle en quelques minutes pour les particules de virus de rhume et de grippe qui arrivent dans l'air ambiant par la toux. Lorsque l'humidité tombe à moins de 40 %, les virus restent infectieux pendant des heures et peuvent être diffusés et respirés dans tout le bâtiment.

Les bâtiments secs vous rendent malade

Les experts sont tous d'accord que des efforts pour garantir des améliorations rapides de la santé des employés de

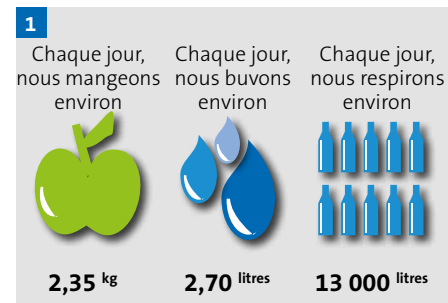


Dr Walter Hugentobler

Diplômé en médecine interne et familiale, Suisse

« Les derniers résultats des recherches scientifiques confirment ce qui a été soupçonné pendant des décennies : les virus du rhume ou de la grippe et de nombreuses bactéries qui se propagent par la toux sont tués par la zone de confort humaine de 50 % d'humidité relative. Si on maintient l'humidité à une valeur optimale, nous pouvons donc maintenant prévenir la plupart des épidémies de rhumes et de gripes, tout en améliorant le bien-être et la productivité de notre personnel. »

bureau sont nécessaires dans les prochaines années : près des trois quarts des spécialistes interrogés sont persuadés qu'une qualité de l'air optimale sera standard dans presque tous les bureaux d'ici 2030 (Fraunhofer IAO, Stuttgart : Rapport d'étude Delphi, 2012). Les planificateurs, les propriétaires, les médecins et le personnel de bureau devraient donc examiner les moyens de relever le défi de la prévention des conséquences du syndrome du bâtiment sec. Le contenu de cette brochure peut être utilisé comme base pour un dialogue prospectif entre tous les acteurs chargés de garantir la bonne santé sur le lieu de travail.



Une meilleure santé et une productivité accrue

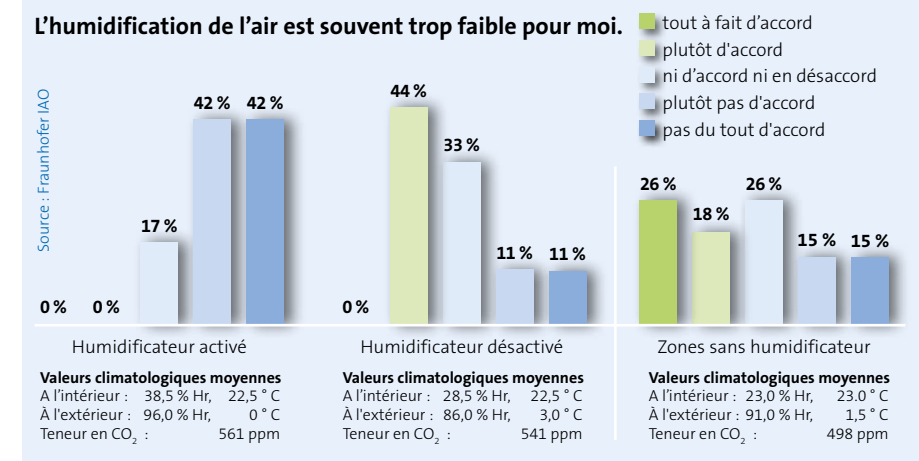
L'Institut de génie industriel (IAO) allemand Fraunhofer a examiné l'importance et l'impact de l'humidité de l'air dans l'environnement de bureau dans une étude de deux ans. Les résultats montrent que les troubles et symptômes de l'air sec sont connus très différemment par les employés de bureau dans les bureaux avec et sans humidification.

L'étude qui a été réalisée dans un département au sein de l'IAO, a utilisé trois unités d'humidification directe de pièce pour assurer une humidité minimale constante d'environ 40 % d'humidité relative. L'enquête sur les utilisateurs de bureau s'est déroulée sur plusieurs mois, au cours desquels les humidificateurs ont été activés et désactivés périodiquement. Les résultats de l'enquête ont été comparés avec d'autres secteurs du bâtiment où

aucune humidification supplémentaire n'était utilisée.

Un faible taux d'humidité est éprouvant

L'analyse des données provenant des différents scénarios a révélé des différences majeures dans la perception personnelle de l'humidité (voir schéma). Avec l'humidification de l'air activée, l'humidité de l'air n'a jamais été jugée trop faible. Là où l'humidification de l'air était inactive ou non présente, plus de



Mitja Jurecic

Chef de projet, Projet de recherche commune Fraunhofer « Office 21 »

« L'utilisation de systèmes d'humidification spécialisés a un effet positif sur l'évaluation du lieu de travail et peut avoir un effet tout aussi positif sur la santé et la productivité des employés de bureau. »

40 % des employés de bureau considéraient l'air comme étant trop sec et inconfortable. L'augmentation de l'humidité de l'air affecte les employés de bureau d'une manière positive et donne un sentiment de plus grande satisfaction dans l'environnement de travail. En outre, plus de 50 % des personnes interrogées ont qualifié le climat ambiant comme étant très rafraîchissant.

Des muqueuses sèches

Les résultats de l'étude confirment aussi l'effet de l'air sec sur la perception subjective des muqueuses respiratoires : 54% des employés dans les bureaux sans humidification de l'air sont d'accord avec l'affirmation que leurs voies respiratoires donnent fréquemment l'impression de se « dessécher » au travail. Dans les lieux de travail équipés d'une humidification de l'air, de telles plaintes au sujet des voies respiratoires sèches peuvent être réduites de plus d'un tiers - à environ 35 %.

- 1 L'air est essentiel à la vie
- 2 Les bâtiments modernes sont souvent trop secs
- 3 Les humidificateurs protègent notre santé
- 4 Institut Fraunhofer (Stuttgart, Allemagne)
- 5 Humidificateurs directs de pièce à l'Institut Fraunhofer

Les virus survivent plus longtemps dans l'air sec

Dans n'importe quel espace clos où de nombreuses personnes passent beaucoup de leur temps, il y a un risque accru d'être infecté par un virus de rhume ou de grippe. Lorsqu'une personne malade respire, parle, tousse ou éternue, des milliers de gouttelettes infectieuses se propagent dans l'air dans un grand nombre de formes et de tailles. La recherche montre que les taux de survie des virus augmentent sensiblement à mesure que l'air intérieur commence à devenir plus sec.

Dans l'air ambiant, ces gouttelettes expirées se rassemblent pour former un aérosol – c'est-à-dire un mélange de particules solides et liquides, de gaz et de vapeur d'eau en suspension. En fonction de leur taille et de leur poids, ces gouttelettes peuvent persister pendant des heures dans l'air ambiant et se propager dans le bâtiment par le biais du système de climatisation.

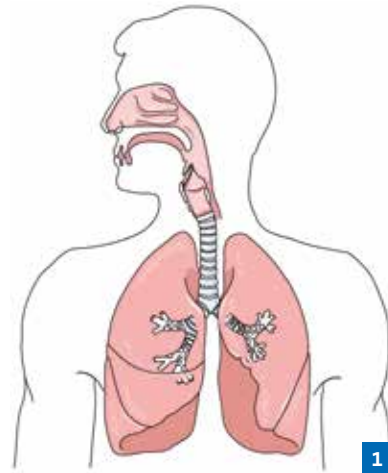
Désactivés par une humidité optimale

Les aérosols expulsés par les personnes malades sont chargés de virus et de bactéries, qui sont enveloppés dans une « enveloppe » liquide de mucus bronchique, de salive et de sels dissous. En quittant nos voies respiratoires, les gouttelettes d'aérosol – avec une saturation d'humidité de près de 100 % – entrent dans l'air ambiant beaucoup plus sec. Ici, les gouttelettes se rétrécissent presque instantanément jusqu'à environ la moitié de leur diamètre initial. Après avoir perdu près de 90 %

de leur poids en raison de la perte d'eau, leurs concentrations salines sont maintenant très augmentées. Si l'humidité relative dans le bureau se trouve dans la plage optimale pour le bien-être humain – soit entre 40 et 60 % – la concentration en sel s'élève à un niveau où la plupart des virus ne peut pas survivre et sont désactivés.¹⁾ Le risque d'infection dans cette plage optimale pour l'humidité de l'air est minime.

Conservés dans l'air sec

Les choses semblent cependant très différentes lorsque l'humidité relative est inférieure à 40 %. Ce niveau d'humidité provoque une cristallisation spontanée des sels dissous, puisque les aérosols sont obligés de libérer encore plus d'eau à l'air sec. Une fois cristallisés, les sels ne sont plus nuisibles aux virus. En réalité, c'est le contraire qui se produit : les virus sont « conservés » et restent actifs et infectieux pendant plus longtemps.²⁾



1

L'aérosol riche en eau, « humide » se transforme maintenant en un aérosol « sec » qui contient plus de virus actifs que l'aérosol « humide » à une humidité relative plus élevée. Le risque d'infection par les virus du rhume ou de la grippe est beaucoup plus élevé dans l'air ambiant sec.³⁾

La bombe à retardement des « aérosols secs »

Si ces aérosols « secs » sont alors inspirés, l'abondance d'humidité dans les voies respiratoires re-dissout les sels cristallins par absorption d'eau.²⁾ Les virus encore infectieux sont libérés sur les muqueuses des voies respiratoires, où ils peuvent pénétrer dans les cellules des membranes et provoquer une infection.

^{1), 2), 3)} Voir la bibliographie à la page 8



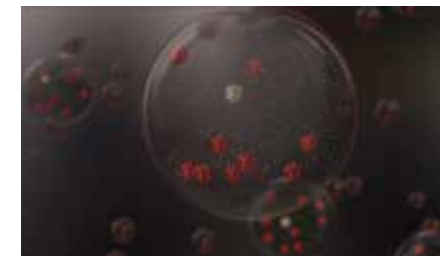
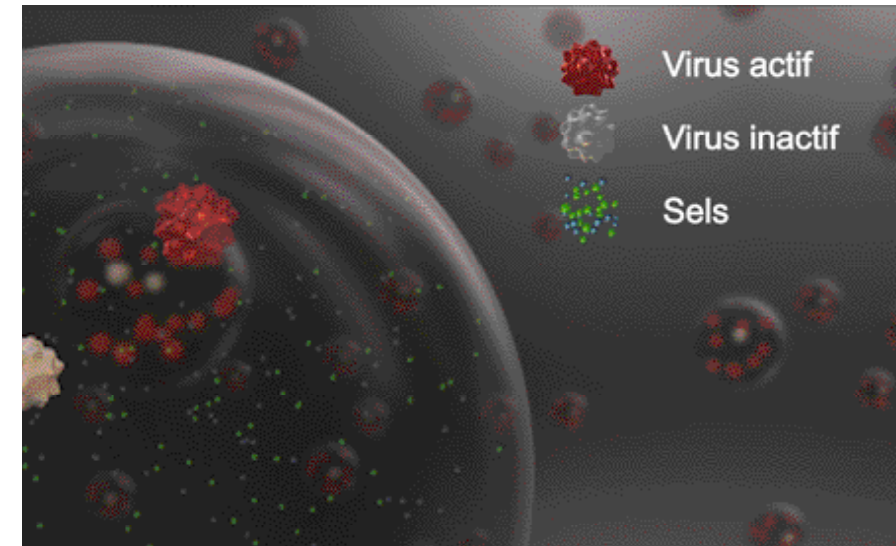
2



3

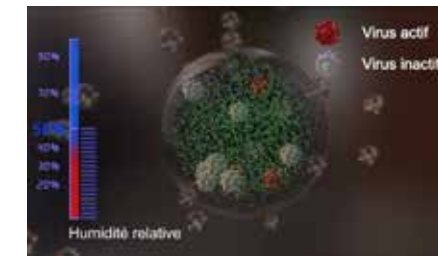


4



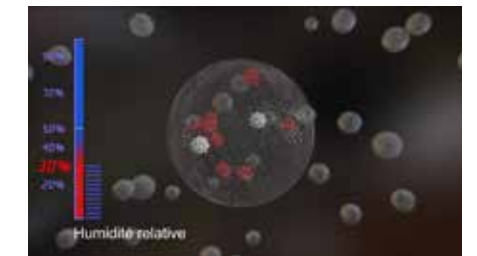
Les aérosols expirés

Lorsqu'elles sortent des voies respiratoires, les gouttelettes d'aérosol affichent des taux de saturation en eau de presque cent pour cent et contiennent de nombreux virus actifs et infectieux.



Un aérosol humide (à 50 % d'humidité relative)

Après avoir été expirés, les aérosols se rétrécissent presque instantanément, perdant environ 90 % de leur poids en raison de la perte d'eau dans le processus. Les concentrations salines progressent sensiblement, désactivant la plupart des virus.



Un aérosol sec (à 30 % d'humidité relative)

À une humidité relative de moins de 40 %, les sels dissous commencent rapidement à se cristalliser. Les virus ne sont pas endommagés, mais sont en réalité « conservés » par ce processus de cristallisation – et ils restent actifs et infectieux pendant plus longtemps.

- 1 Les virus sont libérés dans les voies respiratoires
- 2 Les infections respiratoires coûtent des milliards
- 3 Le risque d'infection dans les bureaux open-space
- 4 Une humidité optimale désactive les virus
- 5 Des gouttelettes infectieuses
- 6 Comment les virus se propagent



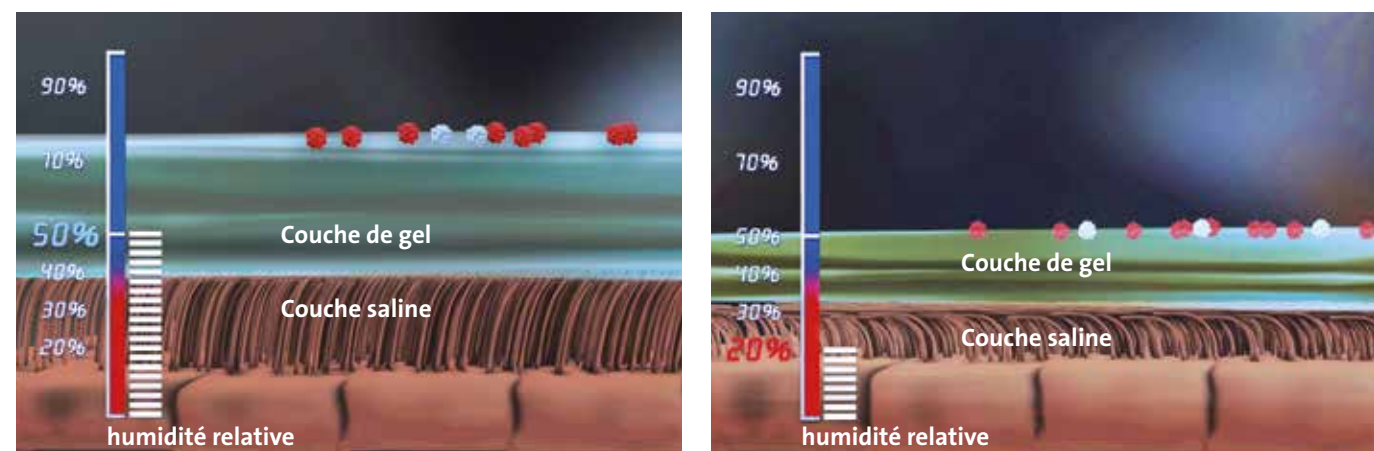
À consulter en ligne ici : www.condair.be/fr/sante

Les muqueuses ont besoin d'humidité

Les humains ne sont pas totalement sans défense face aux attaques de virus et de bactéries dans l'environnement. Les muqueuses dans nos voies respiratoires nous protègent de l'infection par leurs mécanismes autonettoyants et leur réponse immunitaire. Les résultats de recherches récentes montrent comment l'efficacité de ce système de défense immunitaire dépend de l'humidité relative.



À consulter en ligne ici : www.condair.be/fr/sante



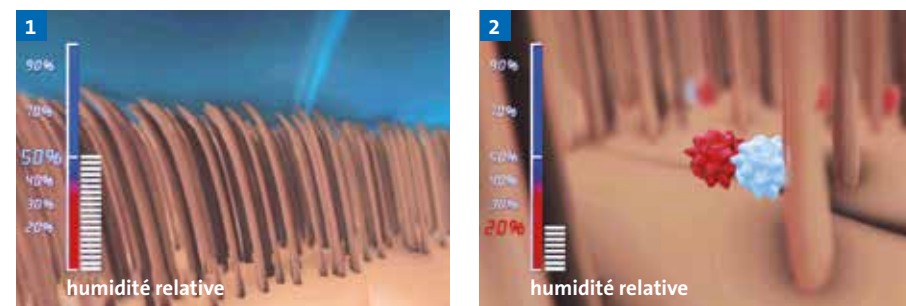
Les muqueuses du nez et des voies respiratoires inférieures disposent d'innombrables petits poils (cils) sur leur surface, qui se balancent dans une couche saline mobile comme l'herbe sous le vent. Ils sont recouverts par une couche de mucus collante et gélatineuse, capable d'intercepter les virus, les bactéries et les polluants atmosphériques. Le mouvement rythmique des minuscules cils transporte

continuellement le mucus vers le larynx, où – avec sa cargaison de pathogènes – il peut être avalé ou craché et donc rendu inoffensif.⁴⁾ Ce mécanisme autonettoyant garde la personne en bonne santé.

Arrête les défenses immunitaires
À mesure que l'humidité relative diminue, cependant, la couche saline commence à se dessécher. Le volume et l'épaisseur de la couche saline sont

réduits et les cils s'aplatissent progressivement jusqu'à ce que, en fin de compte, ils ne peuvent plus bouger du tout. Par conséquent, le processus d'évacuation des pathogènes s'arrête. Par conséquent, les virus peuvent maintenant plus facilement pénétrer dans les cellules de la muqueuse et provoquer une infection.

Un autonettoyage maximal
Des expériences ont montré que la vitesse de transport de pathogènes la plus rapide et donc le plus faible risque d'infection, est atteint à des niveaux dépassant 45 % d'humidité relative. À mesure que l'humidité descend au-dessous de cette valeur, les cils ont de plus en plus de mal à bouger et le risque d'infection augmente.⁴⁾



Un risque plus élevé d'infection

En fonction de leur taille et de leur poids, les aérosols transportant une cargaison de virus et de bactéries peuvent persister pendant des heures dans l'air ambiant et se propager dans le bâtiment par le biais du système de ventilation. Le risque d'infection augmente proportionnellement au temps passé dans cet environnement. L'humidité relative affecte directement le fait que les aérosols collent fortement aux surfaces ou sont emportés pour être remis en suspension dans l'air ambiant.

Un faible taux de remise en suspension avec une humidité optimale Un taux élevé de remise en suspension dans l'air sec



Au-dessus d'un chiffre de 45 % pour l'humidité relative ambiante, les aérosols infectieux de nos voies respiratoires contiennent encore beaucoup d'eau et sont donc lourds et « collants ». Le temps qu'ils passent dans l'air est donc beaucoup plus court, puisqu'ils sont déposés sur les sols ou les surfaces. En outre, les forces de liaison entre leur teneur en eau et les surfaces signifient que les aérosols « humides » collent plus fortement, rendant plus difficile pour eux d'être ré-

emportés dans l'air.⁵⁾ Si l'humidité de l'air est suffisamment élevée, il y a donc un risque plus faible d'inspirer des aérosols infectieux.

Les aérosols secs restent dans l'air pendant plus longtemps
Cependant, si l'humidité de l'air d'un bureau est inférieure à 40 %, des aérosols « secs » sont créés avec des sels cristallins, qui sont plus petits et plus légers que les aérosols « humides ». Ils restent beaucoup plus

longtemps en suspension dans l'air, sont moins collants et ne s'agglutinent donc pas si facilement. À cause des climatiseurs et des activités de bureau, les aérosols secs sont rapidement balayés des surfaces (bureaux, armoires, etc.) pour revenir dans l'air, où ils continuent à se propager.⁵⁾ Lorsque l'humidité est faible, le risque de contracter une infection par des virus, qui demeurent également infectieux plus longtemps dans l'air sec, est donc beaucoup plus élevé.

^{4), 5)} Voir la bibliographie à la page 8



- 1 Les petits poils (cils) sur les muqueuses
- 2 Les virus pénètrent dans les muqueuses
- 3 Les aérosols peuvent rester dans l'air pendant des heures
- 4 Les aérosols humides se collent sur les surfaces

RÉFÉRENCES

RECHERCHES SÉLECTIONNÉES SUR L'IMPORTANCE DE L'HUMIDITÉ

Bibliographie

1) Recherche sur le taux de survie des virus de la grippe dans les aérosols par rapport à l'humidité relative

Harper GJ, Airborne Micro-Organisms: Survival Tests with four Viruses, J Hyg 1961; 59:479-86

Hemmes JH, Kool SM, Winkler KC, Virus survival as a seasonal factor in influenza und poliomyelitis, Anton van Lee J M S, 1962; 28:221-33

Noti JD et al, High Humidity Leads to Loss of Infectious Influenza Virus from Simulated Coughs, PLoS One. 2013; 8 (2):e57485

Koep TH et al, Predictors of indoor absolute humidity and estimated effects on influenza virus survival in grade schools, BMC Infectious Diseases 2013, 13:71

Almslo T, Alsmo C, Ventilation and Relative Humidity in Swedish Building, Journal of Environmental Protection, 2014, 5, 1022-1036

Metz JA, Finn A, Influenza and humidity – Why a bit more damp may be good for you, J Infect. Juin 2015; 71 Suppl 1: S54-8. doi: 10.1016/j.jinf.2015.04.013. Publication Internet 25 avril 2015

Myatt TA et al, Modeling the Airborne Survival of Influenza Virus in a Residential Setting: The Impacts of Home Humidification, Environmental Health 2010, 9:55

2) Recherches sur la cristallisation et la conservation des aérosols secs

Dunklin EW, 1948 The Lethal effects of Relative Humidity on Bacteria, J Exp Med. 1er février 1948; 87(2):87-101

Gomez JM et al, Drying bacterial biosaline patterns capable of vital reanimation upon rehydration, novel hibernating biomineralogical life formation, Astrobiology, Volume 14, Number 7, 2014

Gomez JM et al, A Rich Morphological Diversity of Biosaline Drying Patterns Is Generated by Different Bacterial Species, Different Salts and Concentrations: Astrobiological Implications, Astrobiology, Volume 16, Numéro 7, 2016

Ventosa A et al, Biology of Moderately Halophilic Aerobic Bacteria, Microbiology and Molecular Biology Reviews, Juin 1998, p. 504-544

3) Recherches sur le lien entre l'humidité relative et la fréquence des infections respiratoires

Arundel AV, Sterling EM et al, Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environment, Environmental Health Perspectives Vol. 65, 351-61, 1986

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD, Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, ASHRAE Transactions, 1985, Vol. 91, Part

Scofield MC, Sterling EM, Dry Climate Evaporative Cooling with Refrigeration Backup, ASHRAE Journal, Juin 1992

Ritzel G, Sozialmedizinische Erhebung zur Pathogenese und Prophylaxe von Erkältungskrankheiten, Zeitschrift für Präventivmedizin 1966, 11. 9, 16

Sale Ch, Humidification to Reduce Respiratory Illnesses in Nursery School Children, Southern Medical Journal, July 1972, Vol. 65, N° 7

Gelperin A, Humidification and Upper Respiratory Infection Incidence, Heating, Piping and Air Conditioning, 45:3, 1973

Green G, Winter Humidities and Related Absenteeism in Canadian Hospitals, Digest of the 3rd CMBES Clinical Engineering Conference, 1981

Green G, Indoor Relative Humidities in Winter and Related Absenteeism, ASHRAE Trans. 1985, Vol.91, Part I

Yang W et al, Relationship between Humidity and Influenza A Viability in Droplets and Implications for Influenza's Seasonality, PLoS One. 2012; 7(10):e46789. doi: 10.1371/journal.pone.0046789. Publication Internet 3 octobre 2012

4) Recherches sur le mécanisme d'autonettoyage des muqueuses et l'influence de l'humidité relative

Sahin-Yilmaz A, Naclerio RM, Anatomy and Physiology of the Upper Airway, Proc Am Thorac Soc Vol 8. pp 31–39, 2011

Beule AG, Physiology and pathophysiology of respiratory mucosa of the nose and the paranasal sinuses, GMS Current Topics in Otorhinolaryngology – Head and Neck Surgery 2010, Vol. 9 (accès libre)

Ewert G, On the mucus flow rate in human nose, Acta Oto-Laryngologica, 59:sup200, Stockholm 1965

Sunwoo, Y, Physiological and Subjective Response to Low Relative Humidity in Young and Elderly Men, J Physiol Anthropol, 25: 229-238, 2006

Salah B et al, Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air, Eur Respir J, 1' 852–855, 1988

Guggenbichler P, Die Rolle der Schleimhaut und Auswirkungen auf die Klimatechnik, Luftfeuchtigkeit und Immunabwehr, Heizung Lüftung Klimatechnik – 10/2007

Garcia GJM et al, Atrophic rhinitis, a CFD study of air conditioning in the nasal cavity, J Appl Physiol 103: 1082-1092, 2007

5) Recherches sur l'influence de l'air sec sur les propriétés d'adhésion en surface et le comportement de remise en suspension des aérosols secs et humides

Morawska L, Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection?, Indoor Air 2006; 16: 335-347

Kim Y et al, Effects on relative humidity and particle and surface properties on particle resuspension rates, Aerosol Science and Technology, 2016, Vol. 50, No. 4, 339-352

Butt HJ, Kappl M, Normal capillary forces, Max-Planck-Institute for Polymer Research, Germany, Advances in Colloid and Interface Science 146 (2009) 48–60

Leung WT et al, Comparison of the Resuspension Behavior Between Liquid and Solid Aerosols, Aerosol Science and Technology, 47:1239 – 1247, 2013

Agence de la protection de l'environnement des États-Unis, Resuspension and Tracking of Particulate Matter From Carpet Due to Human Activity, EPA/600/R-07/131 | Novembre 2007 | www.epa.gov/ord

Yang W, Marr LC, Dynamics of Airborne Influenza A Viruses Indoors and Dependence on Humidity, PLoS ONE, 1er juin 2011 | Volume 6 | Édition 6 | e21481

Nicas M, Nazaroff WW, Hubbard A, Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection, Emission of Respirable Pathogens, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, (2005) 2: 143-154

Hospodsky D et al, Characterizing airborne fungal and bacterial concentration and emission rates in six occupied children's classrooms, Indoor Air 2015; 25: 641-652

Hospodsky D et al 2012, Human Occupancy as a Source of Indoor Airborne Bacteria. PLoS ONE 7(4): e34867. doi:10.1371/journal.pone.0034867

Gibbons SM. 2016. The built environment is a microbial wasteland. mSystems 1(2):e00033-16. doi:10.1128/mSystems.00033-16

LA PRÉVENTION

L'HUMIDITÉ EST-ELLE BONNE SUR MON LIEU DE TRAVAIL ?

Une check-list pour les entreprises

Les entreprises peuvent utiliser cette check-list comme point de départ pour savoir si l'humidité est suffisante sur le lieu de travail et s'ils ont besoin d'effectuer des audits supplémentaires ou d'obtenir des conseils professionnels. **Si plus de cinq réponses sont rouge/jaune**, les entreprises devraient chercher des conseils indépendants, sans engagement, sur le sujet de « l'humidité et la santé ». Cette check-list favorise également un dialogue utile entre le directeur général, le médecin de l'entreprise, le comité d'entreprise, les spécialistes de la sécurité, les responsables des installations, les cadres et les employés.

Lieu de travail/service :			
	Besoin d'action urgent	À vérifier régulièrement	Pas besoin d'action en ce moment
1. Y a-t-il des symptômes liés au climat intérieur ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Non
	<ul style="list-style-type: none"> Picotements oculaires Difficultés de déglutition Muqueuses sèches Enrouement Problèmes de voix Irritation de la peau Maux de tête Autre : <input type="text"/> 		
2. Les employés sont-ils souvent absents en raison d'infections des voies respiratoires ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Non
3. Le travail dans les services de l'entreprise implique-t-il beaucoup de communication orale ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Non
4. Des mesures de température ambiante ont-elles été effectuées sur une période prolongée ?	Les valeurs moyennes obtenues sont...		
5. Des mesures de l'humidité relative ont-elles été effectuées sur une période prolongée ?	Les valeurs moyennes obtenues sont...		
6. Le climat intérieur fait-il partie de l'évaluation des dangers en milieu de travail ?	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Oui
7. Avez-vous installé un système d'humidification spécialisé ?	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Oui
8. Quelle est la méthode utilisée pour l'humidification supplémentaire des pièces ?	<input type="checkbox"/> Unités autonomes portables <input type="checkbox"/> Plantes <input type="checkbox"/> Fontaines d'intérieur <input type="checkbox"/> Système d'humidification (climatiseur) <input type="checkbox"/> Système d'humidification dans la pièce		
9. La méthode d'humidification utilisée atteint-elle la valeur optimale recommandée ? (40 à 50 % HR) ?	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Oui
10. Avez-vous déjà demandé un avis professionnel sur les systèmes d'humidification ?	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Oui

L'HUMIDITÉ ET LA SANTÉ



Condair NV
De Vunt 13 Bus 5
B-3220 Holsbeek
Belgique

Tél : +32 (0) 16 98 02 29
info@condair.be - www.condair.be/fr

