



# HUMIDITÉ SUR LE LIEU DE TRAVAIL ET DANS LES HABITATIONS

La condition préalable à la santé et à la  
performance des employés

# Avant-propos

Un taux d'humidité adéquat contribue de manière essentielle à diverses situations de la vie quotidienne, tant dans l'environnement professionnel que dans votre foyer.

La teneur en humidité de l'air est si importante que, dans de nombreux pays, il existe des directives claires concernant le fonctionnement et l'entretien des systèmes d'humidification.

Il a été scientifiquement prouvé qu'une plage définie de 40 à 60 % d'humidité relative offre des conditions idéales pour la santé, la performance, le bien-être et la préservation de la valeur.

Dans les bâtiments modernes dotés d'une enveloppe étanche, de systèmes de chauffage central et de ventilation, ces limites ne peuvent être respectées dans la vie quotidienne sans une humidification active.

Cette brochure a pour but de définir ce qu'est l'humidification correcte de l'air d'un point de vue médical, ses effets positifs sur la santé et les économies qui en résultent sur le lieu de travail.

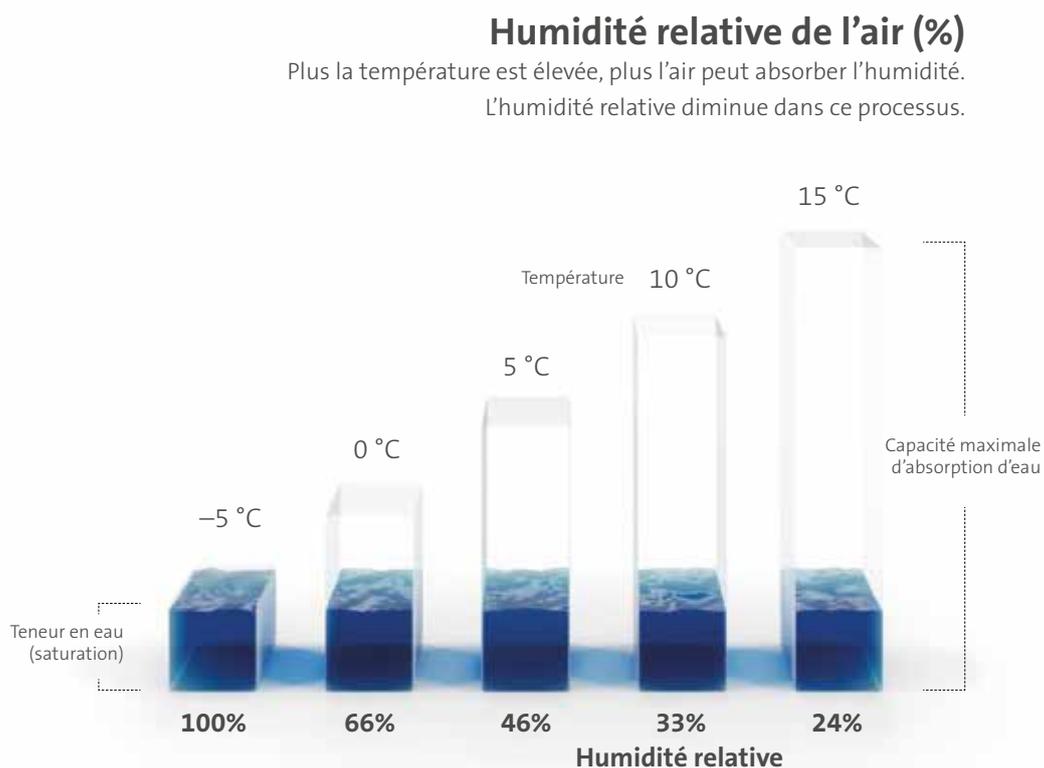
	Sommaire	Pagina
1	Pourquoi l'air est-il aussi sec en hiver ?	2
2	Quelles sont les conséquences d'une faible humidité de l'air sur la santé humaine ?	4
2.1	Effets d'une faible humidité sur la sensibilité aux infections grippales	5
2.2	Influence de l'humidité sur la propagation des gouttelettes de microbes	7
2.3	Physique des gouttelettes de microbes	7
2.4	Infectiosité des gouttelettes de microbes	9
2.5	Durée de séjour des gouttelettes de <a href="https://www.databadge.net/nrgy2022/reg/ene/?link=5c423d-ba15d6d70c45d6">https://www.databadge.net/nrgy2022/reg/ene/?link=5c423d-ba15d6d70c45d6</a> dans l'air	10
3	Les plantes peuvent-elles augmenter l'humidité de l'air ?	11
4	<b>Étude de l'Institut Fraunhofer :</b> Comment les employés évaluent-ils l'humidité sur le lieu de travail ?	12
5	<b>Statistiques de l'Institut Robert Koch :</b> La faible humidité de l'air a un impact majeur sur la propagation des virus de la grippe	13
6	<b>Une nouvelle étude de l'université de Yale</b> montre que l'air ambiant sec augmente les effets de la grippe	15
7.1	L'humidité de l'air ambiant d'un point de vue économique	16
7.2	Exemple de calcul : Quels sont les coûts auxquels les employeurs doivent s'attendre pour éviter l'absentéisme ?	17
8	Un aperçu des résultats des études médicales sur la pertinence de l'humidité de l'air pour la santé	19
9	Les normes et les lignes directrices reflètent-elles l'état de la technique en matière d'humidité de l'air intérieur ?	23
10	Analyse rapide du climat dans les bureaux avec le graphique des risques	25

# 1 Pourquoi l'air est-il aussi sec en hiver ?

Tout le monde connaît les effets désagréables d'un air trop sec : la peau s'assèche et se gerce, les muqueuses du nez et de la gorge ainsi que les yeux se dessèchent et s'irritent. Cela crée une sensation d'inconfort et nous rend plus vulnérables aux maladies respiratoires. Mais quelles sont les raisons pour lesquelles l'air ambiant est si sec, surtout pendant les saisons froides ?

Il s'avère que la température de l'air joue un rôle important dans le degré d'humidité. La capacité d'absorption de l'humidité de l'air dépend de la température de celui-ci. Plus l'air est froid, plus il lui est difficile d'absorber l'eau sous forme de vapeur. Comme expliqué dans les autres chapitres de la brochure, l'humidité de l'air intérieur ne doit pas descendre en dessous de 40 % afin d'éviter le dessèchement des muqueuses et de limiter les risques sanitaires en hiver.

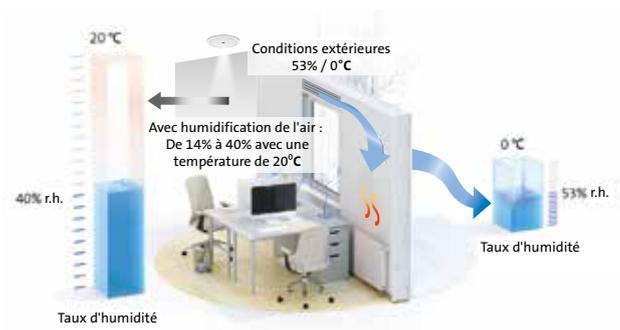
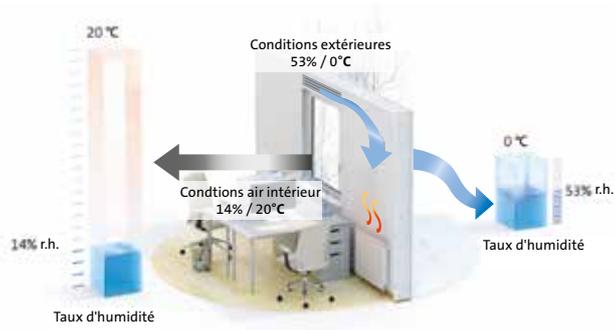
L'exemple de la page 3 montre quels facteurs conduisent souvent à une humidité extrêmement faible et malsaine en hiver.



## Humidité intérieure en hiver sans humidification active



## Humidité intérieure en hiver avec humidification active 8,5 g d'eau par kilogramme d'air



Ici, l'air extérieur a une température de 0 °C et une humidité relative de 53 %.

Lorsqu'une fenêtre est ouverte dans un bureau ou un appartement dont la température est de 20 °C et que cet air frais extérieur pénètre dans la pièce, il est également chauffé à 20 °C par le système de chauffage. En raison de cet échauffement, l'humidité tombe à seulement 14 %, comme le montre la figure ci-dessus.

Afin d'éviter une chute aussi brutale de l'humidité intérieure et de garantir au contraire une humidité de l'air ambiant saine et agréable d'au moins 40 %, celui-ci doit être humidifié en permanence et de manière contrôlée (voir figure du bas avec l'humidification active).

Les systèmes d'humidification des appareils de ventilation sont particulièrement adaptés à cette fin, car ils conditionnent l'air extérieur aspiré avec précision à un niveau minimum souhaité d'humidité de l'air d'alimentation. Dans les bâtiments où il n'y a pas d'unités de ventilation mécanique, on peut utiliser des unités d'humidification de l'air ambiant décentralisées.

### Plage d'humidité de l'air recommandée pour protéger les voies respiratoires

La fourchette cible idéale de 40 à 60 % est basée sur les résultats d'études menées dans le monde entier et sur des spécifications incorporées par la suite dans les règlements et directives techniques.

Pour assurer le confort et la santé, l'humidité à des températures intérieures comprises entre 22 °C et 26 °C doit toujours être comprise entre 40 et 60 % d'humidité relative. Les valeurs inférieures sont indiquées comme « inconfortablement sèches » et les valeurs supérieures comme « inconfortablement humides ».

Pour un confort optimal et une protection maximale de la santé, il est recommandé d'augmenter la limite inférieure de l'humidité relative de la pièce à au moins 40 % (hiver) et de la limiter à 60 % maximum en été (limite d'humidité).

## 2 Quelles sont les conséquences d'une faible humidité de l'air sur la santé humaine ?

En particulier en période de chauffage, les employés de bureau se plaignent de sécheresse des yeux et des muqueuses, de difficultés à avaler, d'enrouement, d'effets électrostatiques et de peau sèche. Dans presque tous les cas, la cause est un air ambiant excessivement sec.

Un grand nombre d'études internationales se sont penchées sur les causes d'inconfort, de la maladie et de diminution des performances à des températures élevées (> 26 °C) et à des taux d'humidité élevés (> 65 %) dans les bureaux.

En outre, des études récentes ont fourni d'autres résultats remarquables concernant les effets d'une humidité de l'air intérieure insuffisante pendant les mois d'hiver secs et froids. Les principaux résultats et conclusions de ces études sont résumés ci-dessous.

Un faible niveau d'humidité relative rend les particules de poussière ainsi que les micro-organismes et aérosols qui y sont attachés capables de flotter plus longtemps. À un niveau d'humidité relative plus élevé, les bactéries sont enfermées dans l'eau. Cela augmente leur poids, de sorte que les particules se déposent plus rapidement dans le sol, réduisant ainsi la pénétration des particules dans les voies respiratoires.

Les scientifiques américains Lowen, Mubareka, Steel et Palese ont déjà découvert en 2007 que l'humidité a une influence significative sur le taux de transmission des virus de la grippe. Dans la fourchette de 20 à 30 % d'humidité relative, le risque d'infection est environ trois fois plus élevé qu'à 50 % d'humidité relative. En 2013, l'équipe dirigée par John

D. Noti a également démontré ce lien dans l'étude intitulée « Une humidité élevée entraîne la perte du virus de la grippe infectieuse à partir de toux simulées ». Avec une humidité de 43 %, l'infektivité des virus était de 15 %, et passait à 77 % avec une humidité relative entre 7 % et 23 %.

Le « Guide des bureaux » (« Ratgeber Büro »), produit par le Réseau allemand des bureaux (Deutsches Netzwerk Büro), recommande une humidité ambiante de 40 à 60 % ; le guide 215–510 de la DGUV (Assurance sociale allemande contre les accidents) « Évaluation du climat intérieur » (« Beurteilung des Raumklimas ») donne une fourchette d'humidité confortable de 45 % ±15 % et la brochure d'information de la DGUV 202-090 « Des salles de (première) classe dans les écoles » (« Klasse(n) - Räume für Schulen ») indique : « Un bon climat intérieur favorise le bien-être, la performance et la concentration, et il stimule la santé humaine » Le rapport poursuit : « À quoi ressemble un bon climat intérieur en chiffres ? Malgré leur perception individuelle du climat, la plupart des gens se sentent à l'aise à une température comprise entre 20 et 24 °C et à une humidité relative comprise entre 40 et 65 % (pour les activités à forte proportion de temps de parole). »

Ainsi, les études, guides et brochures indiquent clairement que les bureaux doivent avoir une humidité ambiante d'au moins 40 % afin d'offrir aux employés une atmosphère de travail confortable et saine, et de minimiser et prévenir l'irritation des voies respiratoires, l'assèchement des yeux et de la peau, et le risque de maladie.

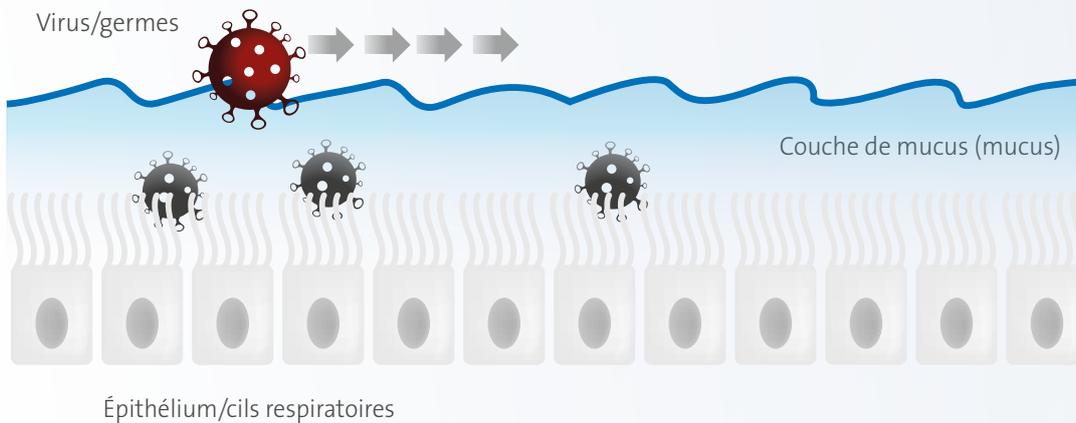


## 2.1 Effets d'une faible humidité sur la sensibilité aux infections grippales

La sécheresse de l'air compromet les barrières immunitaires qui défendent l'organisme contre les virus de la grippe.

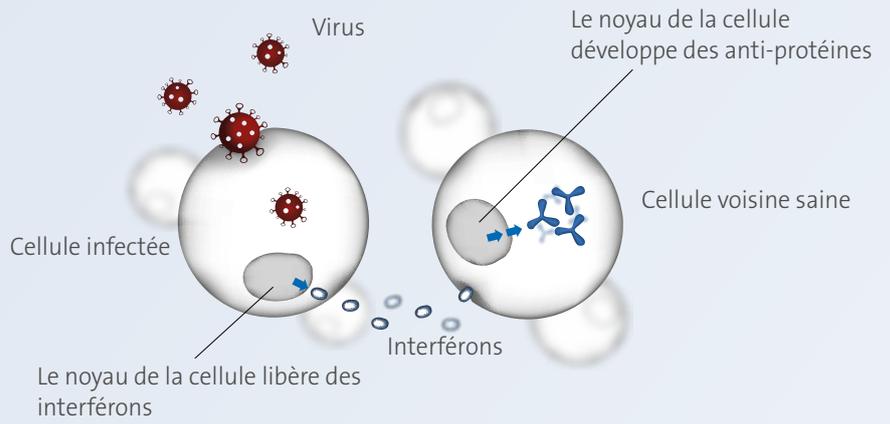
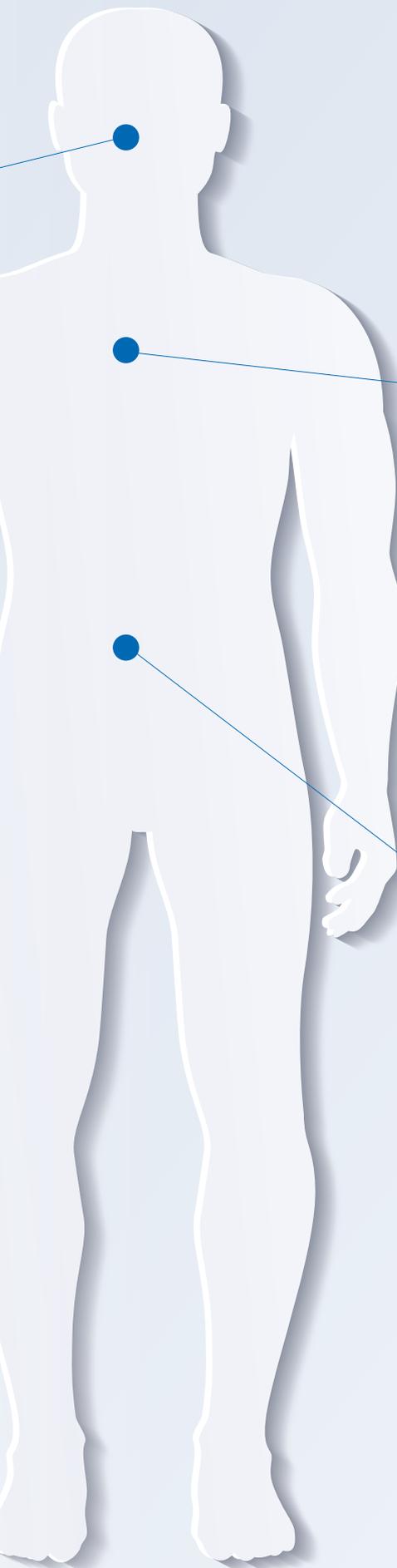
### 1. Barrière muqueuse

Les cellules épithéliales des voies respiratoires possèdent des cils qui sont recouverts d'une couche de mucus. La majorité des virus, bactéries et substances toxiques inhalés dans l'air adhèrent à ce mucus. Les cils transportent le mucus avec les micro-organismes et les substances toxiques vers le larynx, où ils peuvent être expectorés ou avalés.



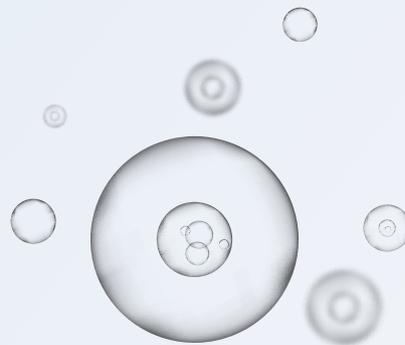
### Conclusions de l'étude de Yale :

dans un environnement où l'humidité est insuffisante, ces trois barrières deviennent inefficaces. La gravité de l'infection augmente à une faible humidité relative, quelle que soit la charge virale. En outre, une faible humidité de l'air inhibe la capacité du tissu cellulaire humain à se réparer.



## 2. Immunité innée (phase précoce du contrôle de l'infection)

Les micro-organismes qui ont pu franchir la première ligne de défense sont reconnus et détruits par les globules blancs, les « policiers » de l'immunité innée. Les phagocytes libèrent des substances messagères (interférons) qui déclenchent la production de protéines avec lesquelles elles combattent conjointement les micro-organismes envahisseurs.



## 3. Immunité acquise (phase tardive de la lutte contre l'infection)

Dans la phase tardive de l'infection, lorsque les deux premières barrières ont été franchies, des anticorps spécifiques à l'agent pathogène sont formés. Cette réponse immunitaire acquise émane des lymphocytes B et T ; elle est déclenchée par des vaccinations ou des infections antérieures, et elle est stockée dans la mémoire immunologique.

## 2.2 Influence de l'humidité sur la propagation des gouttelettes de microbes

Les gouttelettes de microbes sont de minuscules gouttelettes qui contiennent des agents pathogènes et sont capables de flotter. Lorsque l'on respire, que l'on éternue ou que l'on tousse, ils sont libérés dans l'air ambiant par les voies respiratoires et peuvent transmettre à d'autres personnes des agents pathogènes tels que les virus de la grippe.

L'humidité de l'air ambiant joue un rôle décisif dans la capacité de survie des microbes et le comportement de flottaison des gouttelettes. Un air ambiant sec, avec une humidité relative inférieure à 40 %,

permet aux gouttelettes chargées d'agents pathogènes de sécher rapidement. Ils sont ainsi préservés et restent infectieux pendant très longtemps.

Dans la plage optimale de 40 à 60 % d'humidité relative, les aérosols se rétractent dans le processus d'évaporation, de sorte que la concentration en sel dans la gouttelette augmente fortement et que les agents pathogènes qu'elle contient sont éliminés.

## 2.3 Physique des gouttelettes de microbes



Capacité à flotter



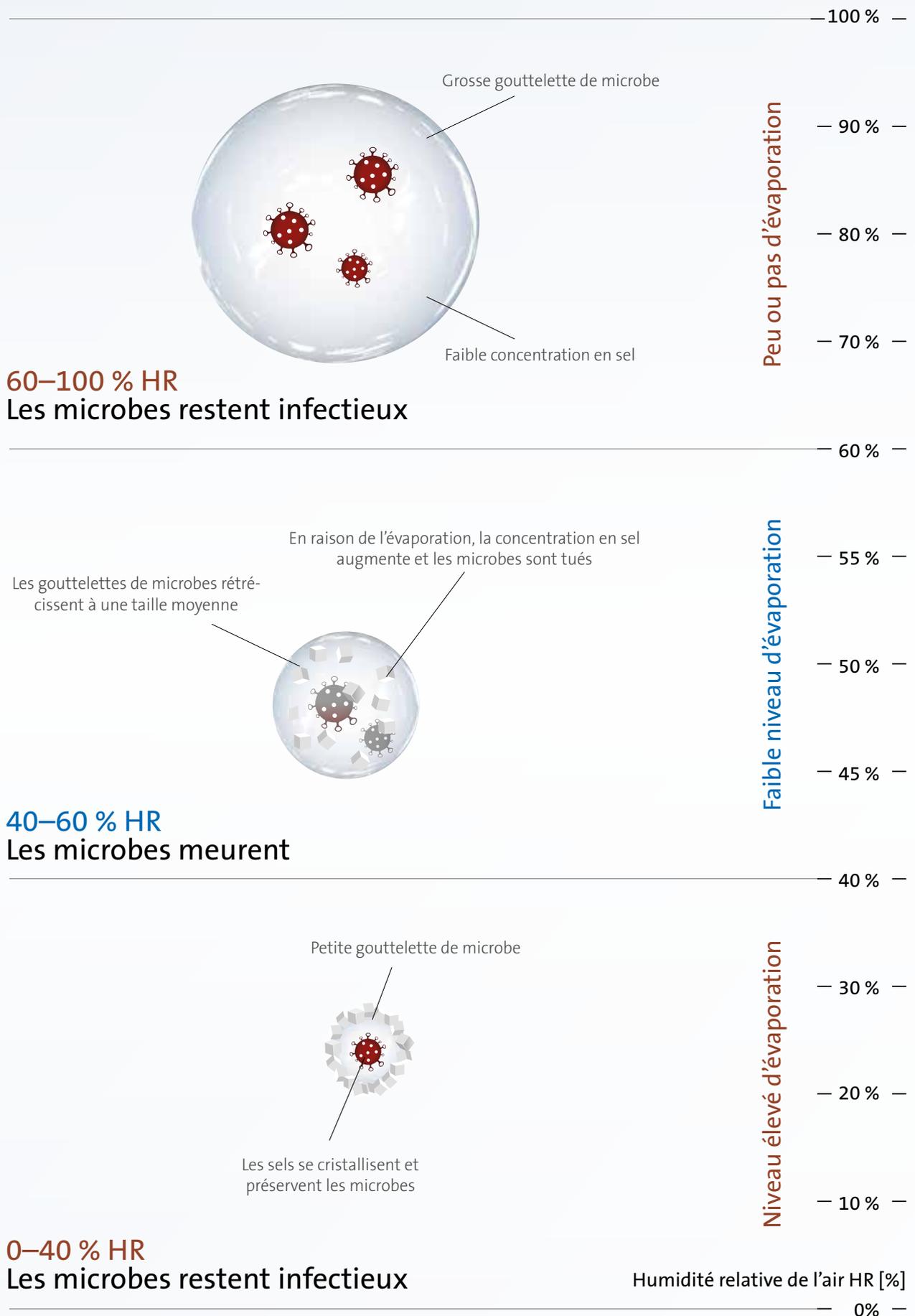
Durée de vie



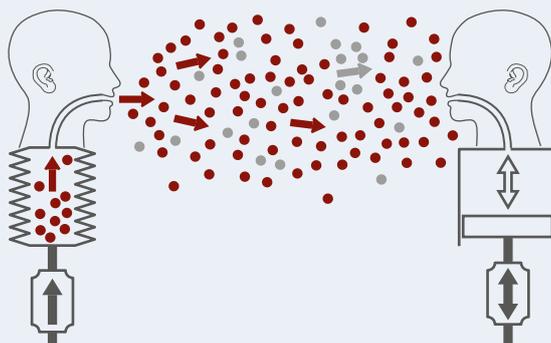
Risque d'infection

Plage d'humidité

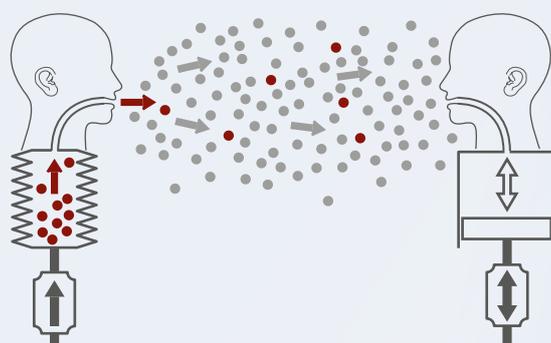
Plage d'humidité	Capacité à flotter	Durée de vie	Risque d'infection
<b>60-100 % HR</b>	Les grosses gouttelettes de germes tombent et se déposent rapidement	Courte durée de vie dans l'air ambiant	En raison de la faible concentration de sel dans l'eau, les microbes restent infectieux
<b>40-60 % HR</b>	Gouttelettes de microbes de taille moyenne et de faible capacité à flotter	Courte durée de vie dans l'air ambiant	La forte concentration de sel tue les microbes
<b>0-40 % HR</b>	Les petites gouttelettes de germes restent capables de flotter	Longue durée de vie dans l'air ambiant	Les sels se cristallisent et préservent les microbes



Avec une humidité ambiante de 7 à 23 % HR, l'**infectiosité** des micro-organismes entrés après 60 minutes est de **77 %**



Avec une humidité ambiante de 43 % HR, l'**infectiosité** de micro-organismes entrés après 60 minutes est minimale, avec **15 %**.

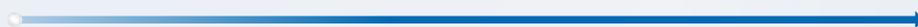


## 2.4 Infectiosité des gouttelettes de microbes

L'humidité a un impact majeur sur l'infectiosité des gouttelettes de microbes. À des niveaux d'humidité intermédiaires, le risque d'infection est minimale et augmente rapidement en fonction de la sécheresse de l'air ambiant.

Source : Étude : « Une humidité élevée entraîne la perte du virus de la grippe infectieuse provenant de toux simulées », par le Dr John D. Noti ; voir aussi page 19

Gouttelettes de microbes d'un diamètre de 0,5  $\mu\text{m}$   
Durée du séjour : **41 heures**



Gouttelettes de microbes d'un diamètre de 3  $\mu\text{m}$   
Durée du séjour : **1,5 heures**



Gouttelettes de microbes d'un diamètre de 100  $\mu\text{m}$   
Durée du séjour : **6 secondes**



## 2.5 Durée de séjour des gouttelettes de microbes dans l'air

Lorsque l'on tousse ou que l'on éternue, les agents pathogènes tels que le virus de la grippe peuvent être véritablement projetés dans une pièce à une vitesse pouvant atteindre 20 m/s, et transférés à d'autres personnes par inhalation.

L'humidité ambiante joue un rôle décisif dans le comportement de flottaison des gouttelettes de micro-organismes. Dans l'air ambiant sec, ces gouttelettes se réduisent à un diamètre bien inférieur au micromètre et restent capables de flotter pendant des jours.

Source : Dr Stephanie Taylor, Taylor Healthcare Consulting

En conséquence, la capacité des agents pathogènes à survivre à l'intérieur augmente, de même que la capacité des gouttelettes à flotter.

Les micro-organismes peuvent alors « survivre » pendant de nombreuses heures. Ainsi, si quelqu'un qui a un rhume tousse ou éternue dans une pièce trop sèche, il se crée une zone de contamination qui dure des heures.



### Les microbes adorent l'air sec

Dans l'air sec, les gouttelettes de virus se contractent et se dessèchent.

Cela préserve les agents pathogènes qui restent contagieux et capables de flotter pendant très longtemps.

### L'air humide tue les microbes

À une humidité optimale (40–60 % HR), les sels présents dans l'eau de la gouttelette de microbes restent dissous. La concentration de sel à l'intérieur augmente à tel point que les agents pathogènes sont inactivés en peu de temps.



# 3 Les plantes peuvent-elles augmenter l'humidité de l'air ?

Comme alternative à l'humidification contrôlée de l'air, on tente souvent, dans les bureaux, d'augmenter l'humidité de l'air en utilisant des plantes. Mais une telle approche est-elle vraiment utile et efficace ?

Le guide de la DGUV (assurance sociale allemande contre les accidents) « Le climat des bureaux » (« Klima im Büro ») contient un exemple qui donne à réfléchir : **Il s'avère que les plantes peuvent rarement contribuer à augmenter sensiblement l'humidité d'une pièce.**

Lorsque l'air extérieur (-4 °C, 50 % d'humidité relative) pénètre dans une pièce de 20 m<sup>2</sup> (22 °C, 50 % d'humidité relative) à un taux de renouvellement de l'air de 0,5 par heure, l'humidité de la pièce est réduite à 29 % après une

heure. Afin de maintenir l'humidité ambiante antérieure de 50 %, l'air ambiant doit être humidifié avec 230 g d'eau par heure.

Les plantes de bureau classiques peuvent atteindre un taux d'évaporation d'environ 10 g d'eau par m<sup>2</sup> de surface foliaire par heure.

Par conséquent, dans cet exemple, il faudrait un grand nombre de plantes, offrant une surface foliaire totale de 23 m<sup>2</sup> pour rétablir l'humidité initiale de 50 % dans le bureau.

Le bureau deviendrait une jungle.

Une humidité ambiante saine peut être obtenue beaucoup plus facilement et en toute sécurité avec des systèmes d'humidification actifs.



Température = 22 °C  
Humidité relative = 29 %



Température : 22 °C  
Humidité relative : 50 %

Pour fournir 230 g d'eau par heure à l'air ambiant, **16 plantes** sont nécessaires.

## 4 Comment les employés évaluent-ils l'humidité sur leur lieu de travail ?

L'Institut Fraunhofer pour l'ingénierie industrielle (IAO) a examiné les aspects négatifs, décrits précédemment, d'une humidité ambiante trop faible par rapport aux niveaux recommandés dans l'étude intitulée « L'humidité dans les environnements de bureau », conduite pendant deux ans. Les résultats de cette étude montrent clairement que les personnes qui travaillent dans des bureaux sans humidification contrôlée se plaignent de problèmes causés par un air trop sec, ce qui nuit à leur bien-être, leur santé et leurs performances. En revanche, une humidité de l'air ambiant plus élevée était jugée positive et agréable par les participants.

### Structure de l'étude

Pour l'étude, le système d'humidification d'un bâtiment existant a été allumé et éteint pendant plusieurs semaines à une température ambiante d'environ 22 à 23 °C. Avec une humidification contrôlée, l'humidité relative de l'air ambiant était d'environ 40 % ; autrement, l'humidité dans le bâtiment n'était que de 23 à 28 % environ. L'évaluation de ces différents environnements de travail par les utilisateurs était faite sur une échelle à cinq points allant de « tout à fait d'accord » à « pas d'accord du tout ». Les graphiques ci-contre présentent un résumé des principaux résultats de cette étude.

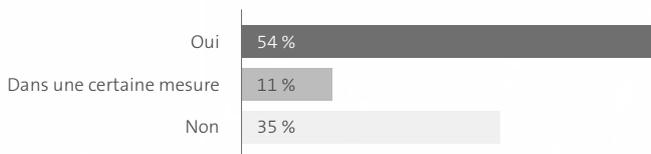
Comme le montrent les données, avec une augmentation active de l'humidité ambiante à environ 40 %, aucun des participants n'a jugé l'humidité trop faible : en effet, pour 84 % d'entre eux, l'humidité était bonne.

En revanche, 77 % des participants ont estimé que l'humidité était trop basse lorsque l'humidification était désactivée. En outre, 54 % des personnes interrogées ont estimé que l'humidification de l'air intérieur était très rafraîchissante. Lors de l'évaluation des symptômes de « sécheresse des voies respiratoires » et de « brûlure des yeux », les résultats dans les pièces humidifiées étaient également nettement meilleurs, d'environ 20 % chacun. L'étude Fraunhofer confirme donc clairement l'impact négatif d'une humidité de l'air ambiant insuffisante sur le bien-être général, le risque d'irritation des yeux et la sécheresse des muqueuses.

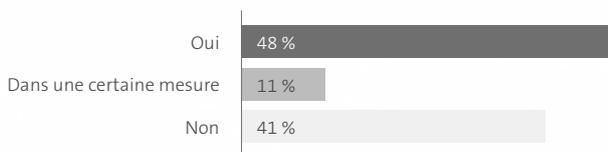
Pour l'ensemble des symptômes étudiés, les personnes interrogées ont exprimé beaucoup moins de plaintes dans les bureaux humidifiés à 40 % d'humidité relative. Outre une bonne qualité de l'air intérieur et une température confortable, l'humidité sur le lieu de travail est donc un facteur important pour accroître le bien-être et réduire les risques sanitaires sur les lieux de travail.

### Perception avec humidification désactivée :

Ressentez-vous souvent une sécheresse des voies respiratoires lorsque vous travaillez ?



Avez-vous souvent des sensations de brûlure dans les yeux quand vous travaillez ?



# 5 Une faible humidité de l'air a un impact majeur sur la propagation des virus de la grippe

Les chapitres précédents ont décrit les effets négatifs et les risques d'un taux d'humidité insuffisant sur le bien-être et la santé des personnes. Toutefois, ces aspects ne constituent qu'une partie d'un problème mondial majeur. Selon une nouvelle étude, une faible humidité de l'air favorise et augmente considérablement la propagation des virus de la grippe (influenza) et donc le risque d'infection et d'une maladie souvent grave, voire mortelle.

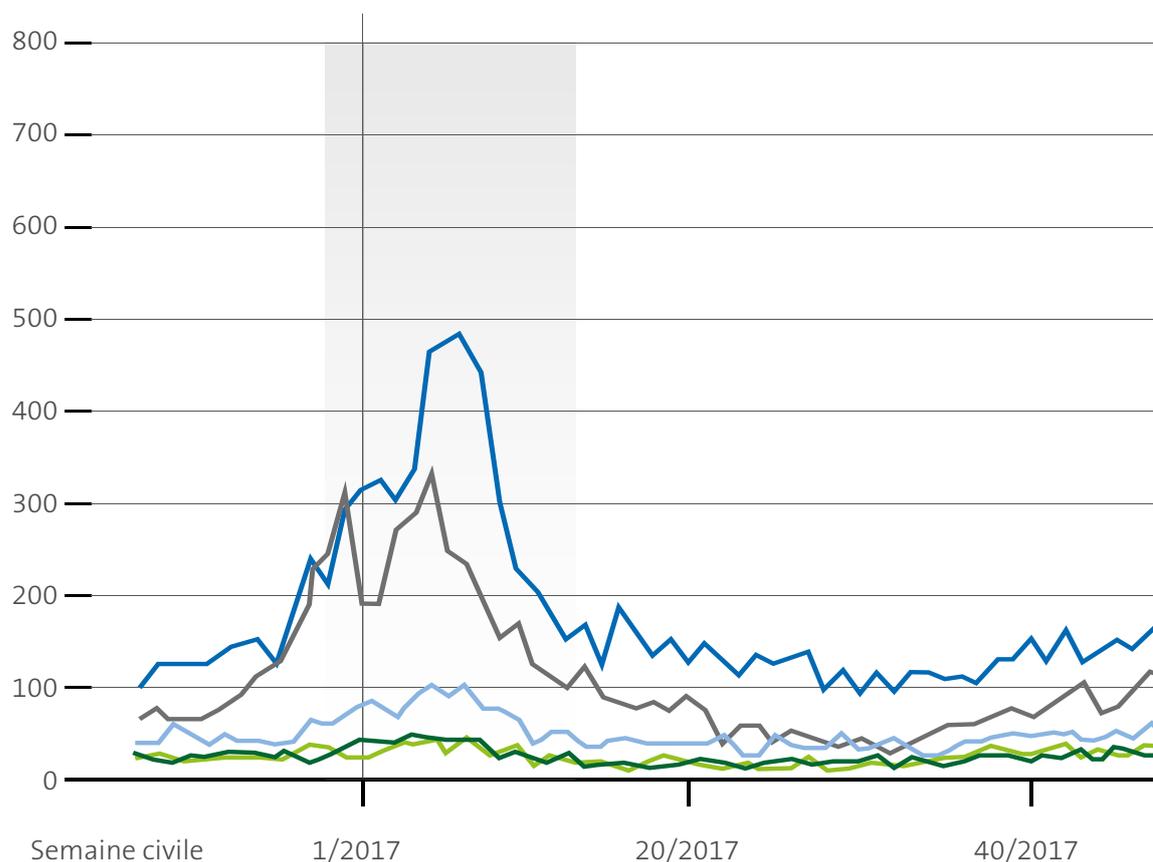
Depuis de nombreuses années, dans ses rapports sur l'épidémiologie de la grippe, l'Institut Robert Koch (RKI) enregistre les cas de maladie et de décès causés par la grippe en Allemagne. Dans le rapport de 2017/2018, l'Institut est arrivé aux conclusions suivantes (voir schéma : Nombre d'infections respiratoires aiguës) :

- L'épidémie de grippe a débuté vers la fin de l'année (semaine 50), a atteint son point culminant en février et en mars (semaine 6 à semaine 12), puis s'est lentement atténuée en avril.

- En 2017/2018, le RKI a enregistré environ 9 millions de visites chez les médecins et 45 000 hospitalisations dues à la grippe. En outre, l'Institut estime à 5,3 millions le nombre de jours de congé maladie liés à la grippe sans certificat médical.

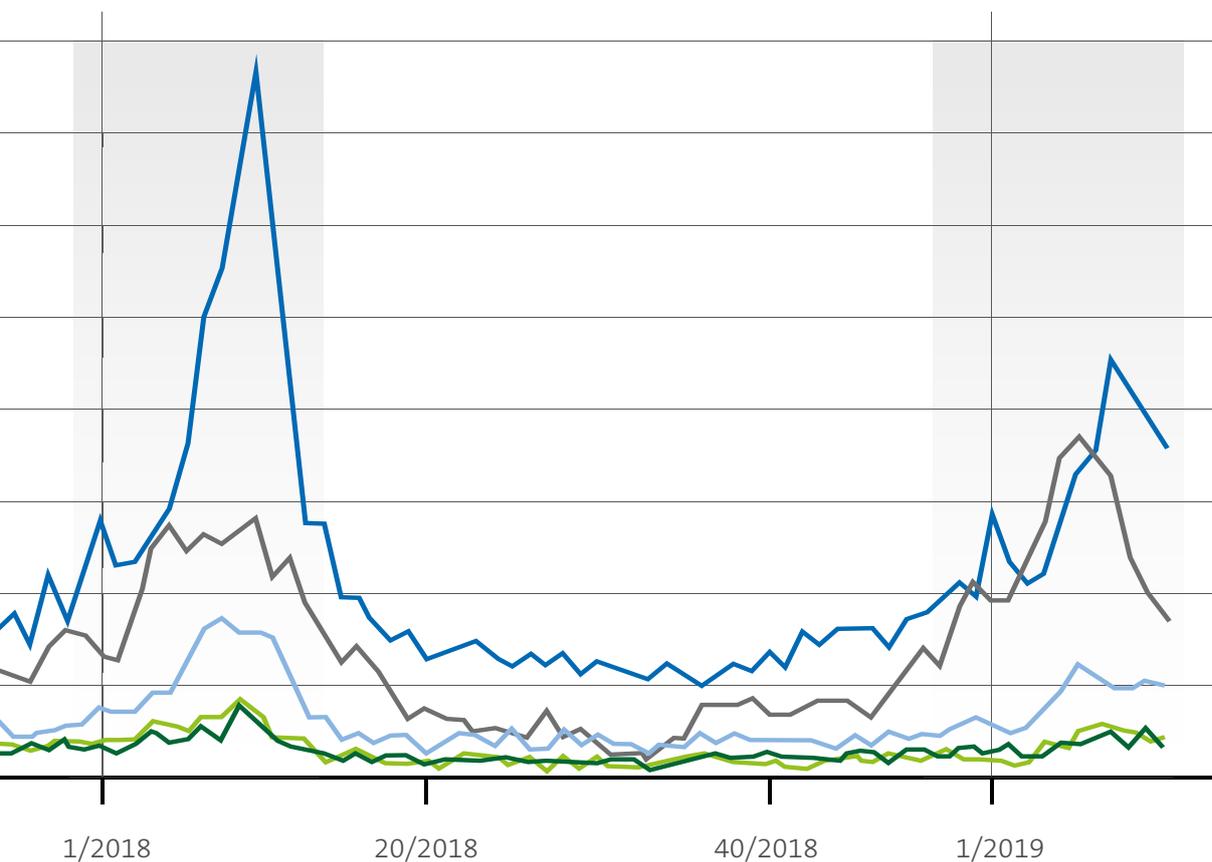
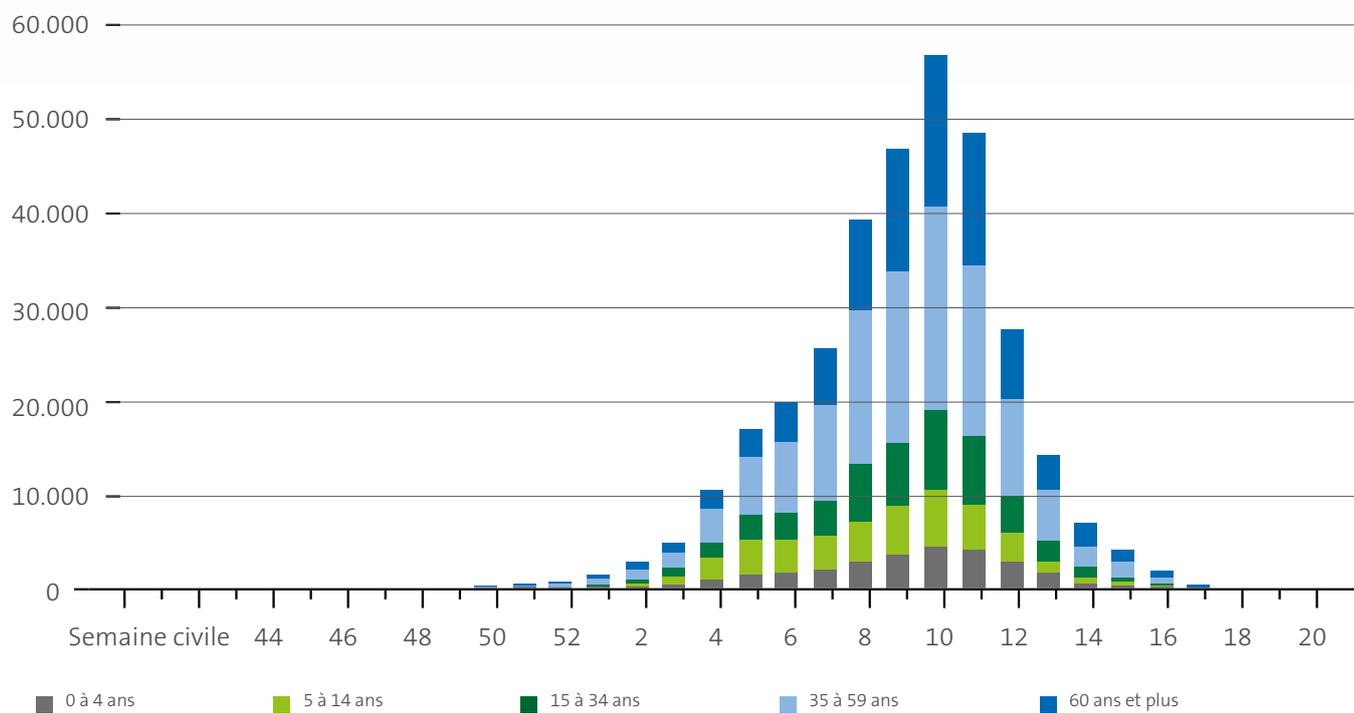
- La grippe touche particulièrement les personnes de plus de 35 ans. Selon le RKI, les données pour 2017/2018 montrent une augmentation considérable du nombre de cas de grippe : 2 millions de cas supplémentaires par rapport aux années « hautes » précédentes qu'étaient 2012/2013 et 2014/2015 ! Le graphique présenté ici est une statistique de l'Institut Robert Koch sur les congés maladie liés à la grippe en 2017/2018. Il montre un net pic dans les saisons fraîches et sèches entre décembre et mars (332 873 cas de maladie signalés ont été évalués ici).

Nombre d'infections respiratoires aiguës



**Nombre de cas de grippe signalés à l'Institut Robert Koch au cours de la période allant de la semaine civile 40/2017 à la semaine 20/2018**

Les cas de grippe



## 6 Une nouvelle étude de l'université de Yale démontre que l'air sec en intérieur augmente les effets de la grippe

Les graphiques de la page 25 montrent une corrélation significative entre les cas de grippe et les faibles niveaux d'humidité de décembre à avril. L'existence réelle de ce lien a également été un sujet de discussion controversé en médecine. De nouvelles preuves ont été apportées en 2019 par des chercheurs de la célèbre université américaine de Yale dans leur étude « Une faible humidité ambiante nuit à la fonction de barrière et à la résistance innée contre l'infection grippale ».

Les principales conclusions, déjà visibles aux pages 12 et 13, sont les suivantes :

- Le lien entre un faible taux d'humidité et la capacité des virus de la grippe à survivre et à se propager existe et a été clairement démontré.
- Une humidité de l'air insuffisante réduit le mécanisme d'autonettoyage des voies respiratoires, ce qui entraîne une moindre résistance du système immunitaire aux virus. Lorsque le virus traverse la couche de mucus des organes respiratoires comme première barrière immunitaire, l'interféron est libéré pour activer les gènes qui combattent et bloquent les virus. Si le virus réussit également à franchir cette deuxième étape de défense, le système immunitaire est activé dans une troisième étape, déclenchant des réponses immunitaires spécifiques au virus. Dans un environnement où l'humidité est insuffisante, ces trois barrières deviennent inefficaces et conduisent à une infection grippale.

- La gravité de l'infection augmente lorsque l'humidité relative est faible, quelle que soit la charge virale. En outre, une faible humidité de l'air inhibe la capacité du tissu cellulaire humain à se réparer.

Le professeur Akiko Iwasaki, chef de recherche, résume les principales conclusions de l'étude : nos récentes découvertes sur l'humidité et les aspects et mesures qui en découlent pour réduire les maladies liées à la grippe revêtent une importance considérable, car les infections de grippe saisonnière continuent d'augmenter et causent au moins un demi-million de décès dans le monde chaque année. Il a également été prouvé qu'une humidité relative comprise entre 40 et 60 % minimise l'infection virale et entrave le processus de transmission. Nous recommandons donc ce qui suit : la faiblesse de l'humidité de l'air n'est pas le seul facteur pouvant entraîner la propagation des virus de la grippe et des maladies. Toutefois, assurer une humidité relative d'au moins 40 %, en particulier pendant les saisons froides et sèches, est une mesure appropriée pour réduire sensiblement la propagation des virus de la grippe et le nombre d'infections.

Source : [www.pnas.org/content/early/2019/05/07/1902840116](http://www.pnas.org/content/early/2019/05/07/1902840116)



**Professeur Akiko Iwasaki**  
Responsable de recherche de l'étude de Yale :  
Low ambient humidity impairs barrier function  
and innate resistance against influenza infection



**Campus Yale**  
New Haven, États-Unis

# 7.1 L'humidité de l'air ambiant d'un point de vue économique

Sur un total de 40 millions de salariés en Allemagne, quelque 17 millions travaillent dans des bureaux. Leur santé, leur bien-être et leurs performances dépendent également en grande partie de la bonne qualité de l'air, de températures confortables et de niveaux d'humidité appropriés dans les bureaux. Le grand avantage de respecter ces conditions est illustré par les statistiques annuelles « Coûts économiques de l'incapacité de travail » (« Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit »), publiées par l'Institut fédéral pour la sécurité et la santé au travail (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin — Baua). Pour 2017, ces statistiques montrent une incapacité de travail moyenne de 16,7 jours par employé, soit un total de 669 millions de jours de maladie, ou 1,8 million d'années d'absence du travail. Seuls les « véritables » congés de maladie sont comptabilisés dans ces statistiques ; il faut ajouter à cela un certain nombre de jours de maladie qui ne sont pas enregistrés par les médecins.

Sur la base de ces données, le Baua a calculé que le coût total des arrêts de travail pour les employeurs en 2017 s'élèverait à 76 milliards d'euros (soit une moyenne de 41 700 € par an par employé) et des coûts d'immobilisation pour la productivité de 136 milliards d'euros (soit une moyenne de 74 000 € par employé par an). Avec la plus forte valeur ajoutée brute (97 500 € en 2017) et une incapacité de travail de 14,6 jours par employé, le secteur du financement, de la location et des services aux entreprises se classe en tête de ces statistiques. Un résumé des données clés du Baua pour les années 2014 et 2017 est présenté dans le tableau ci-contre.

## Coûts économiques liés à l'incapacité de travail de 2014 à 2017 pour 40 millions de salariés en Allemagne (source : Baua)

	2014	2015	2016	2017
Jours de congé maladie (total)	543 millions	587 millions	675 millions	669 millions
Arrêt de la production (coûts de la main-d'œuvre)	€ 57 milliards	€ 64 milliards	€ 75 milliards	€ 76 milliards
Valeur ajoutée brute (productivité)	€ 90 milliards	€ 113 milliards	€ 133 milliards	€ 136 milliards

### Jours d'absence pour cause de maladie respiratoire (total)

Jours	2014	2015	2016	2017
Jours	65,7 millions	83,2 millions	91,2 millions	92,2 millions

### Jours d'absence pour cause de maladie respiratoire (finances, assurances et services)

Jours	2014	2015	2016	2017
Jours	10,6 millions	13,7 millions	16,4 millions	17,0 millions
Arrêt de la production (coûts de la main-d'œuvre)	€ 1,1 milliards	€ 1,5 milliards	€ 1,8 milliards	€ 1,9 milliards
Valeur ajoutée brute (productivité)	€ 2,8 milliards	€ 3,6 milliards	€ 4,4 milliards	€ 4,5 milliards

### Jours d'absence pour cause de maladie respiratoire (services publics et autres, éducation et santé)

Jours	2014	2015	2016	2017
Jours	20,4 millions	25,0 millions	35,1 millions	36,9 millions
Arrêt de la production (coûts de la main-d'œuvre)	€ 2,0 milliards	€ 2,5 milliards	€ 3,6 milliards	€ 3,9 milliards
Valeur ajoutée brute (productivité)	€ 2,5 milliards	€ 3,1 milliards	€ 4,4 milliards	€ 4,7 milliards

Selon les analyses du Baua, les maladies respiratoires représentent 13,9 % de l'ensemble des maladies. Celles-ci correspondent à environ 93 millions de jours de maladie, soit environ 250 000 ans d'absence. Sur la base de ces chiffres, et de quelques autres hypothèses, nous allons maintenant utiliser un exemple pour illustrer les coûts d'immobilisation qu'une entreprise comptant 100 employés de bureau peut anticiper si l'humidité de l'air ambiant est insuffisante et malsaine.

À cette fin, on suppose environ 18 jours de maladie par employé de bureau (y compris les jours de maladie individuels sans certificat médical), dont 15 % = 2,7 jours sont imputables à des maladies respiratoires. Cela inclut 1,5 jour d'absence pour cause d'humidité insuffisante (rhumes, gripes, maux de tête). Si, en plus de cela, nous prenons en compte la perte de concentration et de performance des individus (due à l'irritation des muqueuses du nez et de la gorge, à la sécheresse oculaire et aux démangeaisons de la peau) sur le lieu de travail lui-même, on peut alors prudemment estimer une perte de production annuelle totale de 2,5 jours par personne. Ces 2,5 jours d'absence représentent environ 1,2 % du temps de travail annuel.

Sur la base des chiffres du Baua, indiquant une valeur ajoutée brute moyenne par emploi de bureau dans le secteur du financement, de la location et des services aux entreprises s'élevant à 97 500 €, les employeurs ont donc un taux d'absence pour maladie de 1,2 % de 97 500 €, soit 1 170 € par personne et par an.

Dans le domaine des services publics, y compris l'éducation et la santé, la valeur ajoutée brute par personne et par an est évaluée à 46 500 €. Si l'on suppose ici aussi une perte de temps de travail de 1,2 %, le coût par employé est de 558 € par personne et par an.

## 7.2 Quels coûts les employeurs doivent-ils anticiper pour éviter l'absentéisme ?

Un nouvel immeuble de bureaux dans la région de Munich, destiné à accueillir 100 employés, est équipé d'un système de ventilation avec un débit d'air extérieur de 50 m<sup>3</sup> par personne, soit 5 000 m<sup>3</sup>/h, pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur. Dans le même temps, le PDG de l'entreprise décide d'installer une humidification contrôlée dans le système de ventilation afin de garantir une humidité de l'air saine d'au moins 40 % dans les pièces à une température ambiante de 22 °C cinq jours ouvrables par semaine, y compris pendant les saisons froides.

Les coûts d'investissement de l'installation de l'unité d'humidification, sélectionnée ici sur la base d'un humidificateur à vapeur Condair GS alimenté au gaz, en incluant le traitement nécessaire de l'eau de l'humidificateur, s'élèvent à une somme unique d'environ 29 000 €.

Sans trop entrer dans les détails, les coûts annuels de fonctionnement du système d'humidification sont d'environ 3 600 € en raison de la consommation de gaz, d'eau et d'électricité, ainsi que les coûts d'entretien.

### Qu'est-ce que cela représente sur une période de 15 ans ?

Selon les calculs précédents, l'employeur perd 1 170 € par personne et par an en termes de productivité en raison de la sécheresse de l'air des bureaux. Pour 100 employés, cela correspond à un montant de 117 000 € par an, soit un total de 1,755 million d'euros sur 15 ans.

Pour éviter ces pertes, l'unité d'humidification lui coûte 29 000 € d'investissement de départ puis 3 600 € par an en frais de fonctionnement, soit, sur 15 ans : 54 000 €. Cela représente un total d'environ 83 000 € pour 15 ans.

De la comparaison des deux résultats résulte un « rendement » pour l'entreprise, entre les dépenses consenties pour garantir une humidité ambiante optimale et la suppression de 1,755 million d'euros de pertes associées à la perte de productivité : 83 000 € = 2 100 %, soit une perte de productivité évitée de 1,755 million € - 83 000 €, ce qui donne un rendement de 1,672 million d'euros.

### Calcul pour 100 employés sur une période d'exploitation de 15 ans dans le secteur des services publics et autres, de l'éducation et de la santé

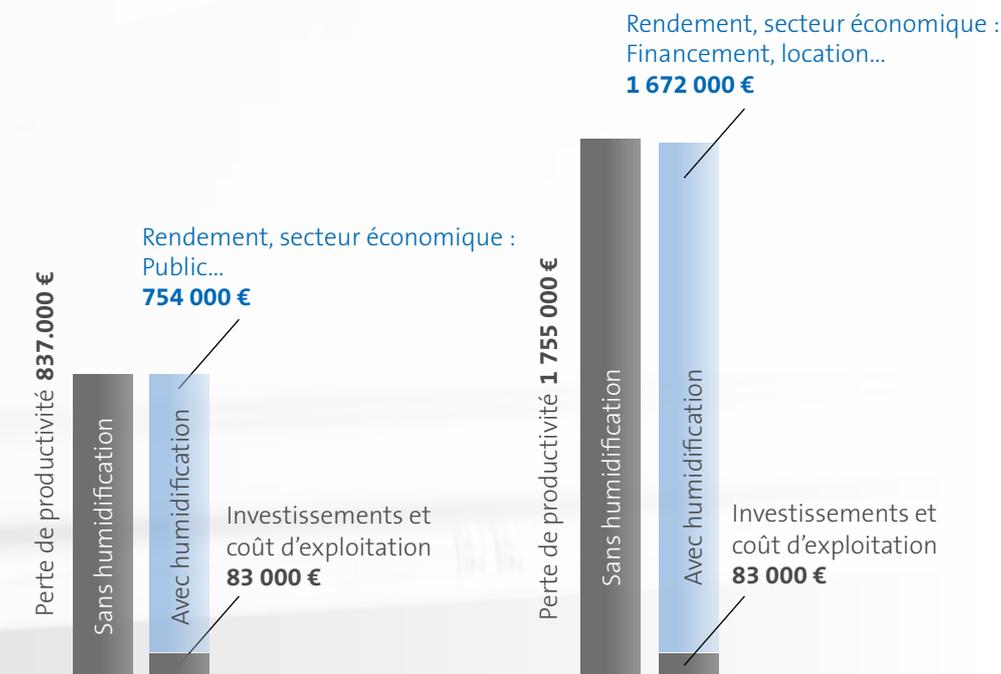
Valeur ajoutée brute par lieu de travail\* x temps d'arrêt\*\* = perte de production  
46 500,00 € x 1,2 % = 585,00 € par an et par personne

Employés x perte de production par an x période d'exploitation = perte de production  
100 x 585 € x 15 ans = 837 000 €

### Calcul pour 100 employés sur une période d'exploitation de 15 ans dans le secteur de la finance, la location et les services aux entreprises

Valeur ajoutée brute par lieu de travail\* x temps d'arrêt\*\* = perte de production  
97 500,00 € x 1,2 % = 1 170,00 € par an et par personne

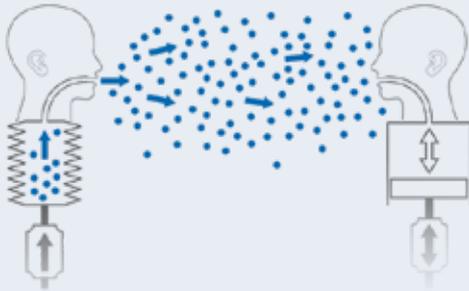
Employés x perte de production par an x période d'exploitation = perte de production  
100 x 1 170 € x 15 ans = 1 755 000 €



\* Institut fédéral pour la sécurité et la santé au travail

\*\* Temps d'arrêt total prévu en raison de maladies respiratoires

# 8 Un aperçu des résultats des études médicales sur la pertinence de l'humidité de l'air pour la santé



## Transmission des virus de la grippe dans l'air

On a mesuré le pourcentage de virus de la grippe encore contagieux après une heure passée dans une pièce climatisée à différents niveaux d'humidité de l'air ambiant. Avec un taux d'humidité inférieur à 23 %, plus de 70 % des virus de la grippe expectorés étaient encore infectieux au bout d'une heure. Avec une humidité relative supérieure à 40 %, moins de 20 % des virus étaient encore infectieux après une heure.

Une faible humidité augmente le risque d'infection par les virus de la grippe expirés ou expectorés, tandis qu'un taux d'humidité supérieur à 40 % réduit le risque d'infection.

### Titre original :

High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs

### Auteurs :

John D. Noti, Françoise M. Blachere, Cynthia M. McMillen, William G. Lindsley, Michael L. Kashon, Denzil R. Slaughter, Donald H. Beezhold

### Publication :

2013

## Viabilité des virus dans l'air

Les chercheurs ont observé une longue période de survie des virus en cas de très forte humidité (proche de 100 %). L'infectiosité des virus a également été maintenue pendant une longue période lorsque l'humidité était inférieure à 50 %.

À des taux d'humidité supérieurs à 50 %, les virus de la grippe étaient inactivés en peu de temps. On suppose que l'augmentation extrêmement forte de la concentration de sel dans la gouttelette pendant l'évaporation à une humidité de l'air décroissante inactive les virus. En dessous d'un taux d'humidité de 50 %, les sels cristallisent, perdent leur effet inactivant et semblent préserver les virus. Le mécanisme montré explique pourquoi les épidémies de grippe se produisent fréquemment pendant la période de chauffage en hiver, en raison de la très faible humidité de l'air ambiant chauffé.

### Titre original :

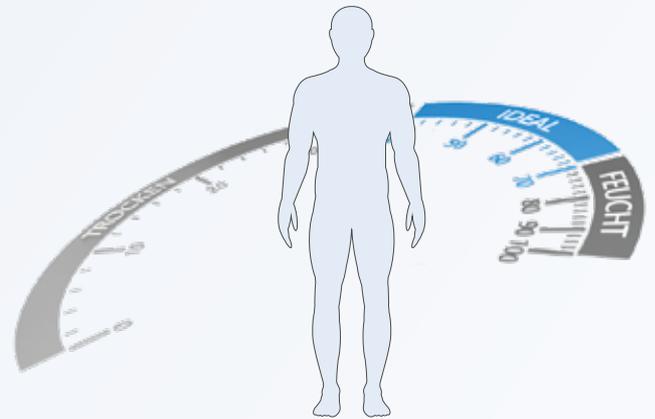
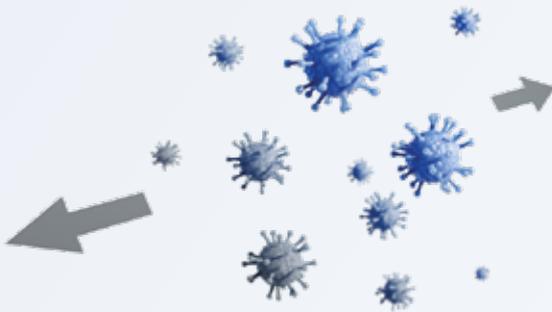
Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications

### Auteurs :

Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Linsey C. Marr

### Publication :

2012



### Influence de l'humidité et de la ventilation sur le risque de grippe

Les chercheurs ont utilisé des modèles de calcul pour étudier le risque d'infection par la grippe à différents niveaux d'humidité de l'air intérieur et d'intensité de la ventilation.

Une augmentation de la ventilation réduit le risque d'infection en réduisant la concentration du virus de la grippe et en l'éliminant dans l'air évacué. C'est particulièrement efficace pour les petites gouttelettes de microbes qui sont capables de flotter longtemps dans l'air sec d'une pièce. L'humidité de l'air ambiant détermine l'évaporation des gouttelettes de microbe expectorées et donc leur taille finale (durée de flottaison), ainsi que le temps de viabilité des virus de la grippe via la concentration en sel. Un taux d'humidité supérieur à 40 % réduit le risque d'infection en inactivant rapidement les virus et en faisant tomber rapidement les grosses gouttelettes. Un air ambiant sec agit de façon inverse et augmente le risque de grippe.

**Titre original :**

Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

**Auteurs:**

Wan Yang, Linsey C. Marr

**Publication :**

2011

### Un taux d'humidité intermédiaire est idéal pour notre santé

Avec 99 références, cette importante étude documentaire montre pourquoi un taux d'humidité intermédiaire de 40–60 % est la fourchette idéale, tant en termes d'impact direct sur le bien-être et la santé des utilisateurs du bâtiment, qu'en termes de réduction des problèmes de santé causés par les infections virales et bactériennes, les allergies, les infestations fongiques, les acariens et la pollution atmosphérique particulaire et gazeuse.

Un taux d'humidité intermédiaire protège et préserve la peau, les muqueuses, le nez et les voies respiratoires. Il optimise la dynamique de la turbulence, de la dispersion et de la sédimentation des agents pathogènes aéroportés afin de réduire l'exposition.

**Titre original :**

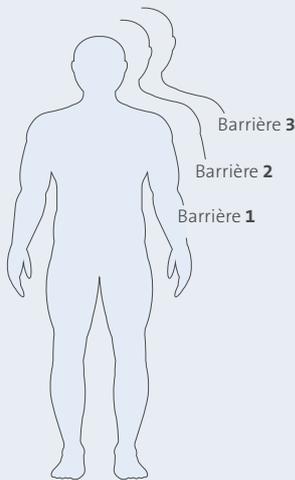
Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

**Auteurs:**

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

**Publication :**

1985



### L'air sec est le meilleur complice des virus de la grippe

L'étude de Yale, publiée en 2019, montre les graves effets d'une faible humidité sur la résistance des voies respiratoires à l'infection, par rapport à la situation normale présentant un taux d'humidité de 50 %. L'exposition à 10 % d'humidité pendant plusieurs jours donne les résultats suivants :

- 1)** Les cils, qui sont censés éliminer le mucus et les virus des voies respiratoires, deviennent non coordonnés et inefficaces.
  - 2)** L'immunité cellulaire et humorale innée responsable du contrôle direct de l'infection est complètement bloquée.
  - 3)** Les virus de la grippe pénètrent sans entrave, se multiplient et provoquent des lésions tissulaires.
- Il en résulte des épidémies de grippe plus fréquentes et plus graves.

**Titre original :**

Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection

**Auteurs:**

Eriko Kudo, Eric Song, Laura J. Yockey, Patrick W. Wong, Robert J. Homer et Akiko Iwasaki

**Publication :**

2019



### Infections nosocomiales et faible taux d'humidité

Dans une étude menée dans un hôpital universitaire, neuf paramètres (T, RF, Lux, CO<sub>2</sub>, pression de l'air, pourcentage d'air frais, échange d'air, mouvement des personnes, hygiène des mains) ont été mesurés dans dix chambres de patients. En raison d'un taux de renouvellement de l'air élevé, l'humidité moyenne était de 40 % pendant les six mois d'été et de 30 % pendant les six mois d'hiver.

Pendant les mois d'hiver, le taux d'infections nosocomiales était nettement plus élevé qu'en été. De tous les paramètres mesurés, c'est à la baisse du taux d'humidité que l'augmentation était la plus fortement corrélée. On est donc incité à se demander si la faible humidité ambiante de l'hiver est la cause de l'augmentation des infections nosocomiales.

**Titre original :**

Building science measurements for the hospital microbiom project, Thesis Ramos T, 2014  
Is low indoor humidity a driver for healthcare-associated infections?

**Auteurs:**

Dr. Stephanie Taylor, Dr. Walter Hugentobler

**Publication :**

2016



### L'air en hiver, le chauffage, la ventilation et les personnes comme facteurs d'humidification

L'étude a examiné la corrélation entre les termes ci-dessus et le temps de viabilité des virus de la grippe dans les salles de classe. L'humidité ambiante est déterminée par l'humidité absolue de l'air extérieur (très faible dans l'air froid de l'hiver), la température de chauffage, l'intensité de la ventilation et la présence de personnes qui dégagent de l'humidité dans l'air ambiant.

Sans humidification active, l'humidité ambiante en hiver est généralement d'environ 30 % et varie en fonction de la présence de personnes et de la température extérieure. Dans une salle de classe, 70 % des virus de la grippe présents sont viables pendant une heure. Avec les humidificateurs (rendement  $\approx 2$  l/h), l'humidité en classe peut être rapidement portée à 40 ou 60 %, ce qui réduit le taux de viabilité des virus de la grippe à 50 ou 35 % après une heure et diminue considérablement le risque d'infection.

**Titre original :**

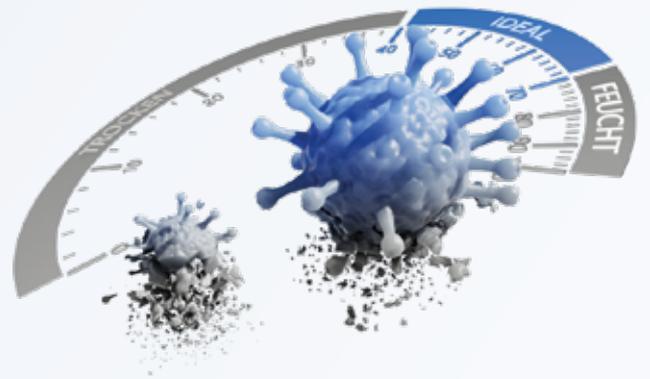
Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States

**Auteurs:**

Koep T.H. et al.

**Publication :**

2013



### L'effet léthal de l'humidité relative sur les bactéries en suspension dans l'air

C'est le titre d'une étude publiée en 1947, dans laquelle il a été démontré que trois des pathogènes bactériens les plus courants des infections des voies respiratoires (pneumocoques, streptocoques et staphylocoques) sont rapidement inactivés à des niveaux d'humidité ambiante intermédiaires (40–60 %) lorsqu'ils sont pulvérisés avec une suspension contenant du sel. Ces trois espèces de bactéries peuvent survivre très longtemps à une humidité faible ou très élevée.

**Titre original :**

The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

**Auteurs:**

Edward W. Dunklin, Theodore T. Puck, Ph.D.

**Publication :**

1947

# 9 Les normes et les lignes directrices reflètent-elles l'état de la technique en matière d'humidité ambiante intérieure ?

Un certain nombre de règles techniques, telles que des normes et des lignes directrices, visent également à garantir une humidité de l'air intérieur qui protège et favorise la santé, le bien-être et les performances des personnes. Toutefois, dans presque tous les cas, ces règles s'inquiètent uniquement d'un taux d'humidité ambiant de plus de 65 % à une température dépassant 26 °C, et des effets délétères qu'un environnement de travail aussi humide peut avoir sur les employés. En comparaison, la question de « l'humidité minimale des pièces pendant les saisons froides et sèches » a fait jusqu'à présent l'objet d'une négligence presque criminelle ; à cet égard, il n'existe au mieux que quelques recommandations, sans spécifications concrètes à respecter. Cela peut s'expliquer par le fait que les nombreux résultats concernant les effets positifs d'une humidité minimale d'environ 40 %, qui ont été décrits en détail dans cette brochure, n'ont pas encore été reconnus par les experts et doivent d'abord être diffusés et acceptés avant de pouvoir être intégrés dans les règles techniques. Toutefois, cela ne devrait être qu'une question de temps.

La norme DIN EN 15251 « Paramètres environnementaux intérieurs » (aujourd'hui DIN EN 16798 partie 1) est une norme d'importance vitale pour les questions de qualité de l'air intérieur, de températures et d'humidité. Elle contient les déclarations suivantes sur l'humidité de l'air :

« Les bâtiments qui ne sont pas soumis à d'autres exigences que celles de l'usage humain (par exemple les bureaux, les écoles et les bâtiments résidentiels) n'ont généralement pas besoin d'être humidifiés ou déshumidifiés. Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 30 %, des problèmes de santé (comme l'assèchement des muqueuses) et des charges statiques indésirables peuvent survenir. Si des systèmes d'hu-

midification et/ou de déshumidification sont utilisés, une humidification et une déshumidification excessives doivent être évitées. Les spécifications de conception recommandées pour l'humidité de l'air intérieur dans les pièces utilisées par les personnes, avec des systèmes d'humidification et de déshumidification, telles qu'elles sont indiquées dans le tableau, doivent être appliquées. »

Les niveaux minimums d'humidité ambiante indiqués dans le tableau, qui vont de 30 % (pour la meilleure catégorie de classe I) à 20 % (pour la pire catégorie de classe III), sont tous inférieurs aux valeurs minimales d'environ 40 % recommandées dans les différentes études et brochures. Ils ne sont donc guère adaptés pour assurer un environnement de travail sain et confortable et réduire le risque de maladie.

Des déclarations similaires peuvent également être lues dans la norme

DIN EN 16798, partie 3 « Ventilation des bâtiments non résidentiels ». En conséquence, « l'humidification ou la déshumidification de l'air ambiant par une alimentation en air n'est généralement pas nécessaire. Toutefois, lorsqu'elles sont employées, elles doivent être conçues pour les valeurs limites de la plage d'humidité admissible, la valeur minimale en cas d'humidification et la valeur maximale en cas de déshumidification. » On inclut à cette fin une référence à la norme DIN EN 15251 et aux valeurs du tableau ci-contre.

Malheureusement, d'autres règles techniques se fourvoient de façon similaire, souvent en faisant référence à la norme DIN EN 15251. Par exemple, la règle technique (Arbeitsstättenregel) 3.6 « Ventilation » contient la déclaration

Type de bâtiment ou de pièce	Catégorie	Spécification de conception de l'humidité relative	
		pour la déshumidification	pour l'humidification
Pièces dont les critères d'humidité sont déterminés par l'usage humain. Des pièces spéciales (musées, églises, etc.) peuvent nécessiter des valeurs limites différentes.	I	50%	30%
	II	60%	25%
	III	70%	20%

suivante : « En cas de plaintes concernant l'humidité de l'air intérieur, l'évaluation des risques doit examiner si des mesures doivent être prises et, le cas échéant, lesquelles. » La « Recommandation pour les centrales de traitement d'air 2018 » (« Empfehlung RLT-Anlagen 2018 ») du groupe de travail sur l'ingénierie mécanique et électrique de l'État et des collectivités locales (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen AMEV), qui s'applique aux bâtiments publics, indique également que « l'humidification et la déshumidification ne sont généralement nécessaires que dans des bâtiments spéciaux, tels que les musées et certains établissements de santé ».

La norme VDI 3804 « Climatisation — Immeubles de bureaux » offre une lueur d'espoir concernant l'humidité de l'air ambiant avec les déclarations suivantes : « Il est recommandé de viser la catégorie 1 de la norme DIN EN 15251 avec 30 % de HR comme limite inférieure. Un humidificateur est généralement nécessaire à cette fin. Des niveaux d'humidité inférieurs à 30 % HR peuvent entraîner des irritations oculaires et respiratoires, favorisant de ce fait les maladies infectieuses. Des problèmes d'électricité statique peuvent également survenir. En cas de températures extérieures basses, il faut s'attendre à ce que l'humidité ambiante tombe en dessous de 30 % ».

### **Quel taux d'humidité ambiante recommande-t-on ?**

Actuellement, aucun taux minimum obligatoire d'humidité sur le lieu de travail n'a été défini. Les associations professionnelles et les compagnies d'assurance accident partent généralement du principe que l'air ambiant n'a pas besoin d'être humidifié davantage.

Une règle technique pour les lieux de travail, ASR A 3.6 « Ventilation », définit uniquement les valeurs maximales que l'humidité relative ne doit pas dépasser à différentes températures ambiantes.

La loi allemande sur la sécurité et la santé au travail, article 5 « Évaluation des risques sur les lieux de travail », stipule qu'un risque sur le lieu de travail peut également résulter d'impacts physiques. En cas de problèmes de santé, l'employeur doit déterminer si des mesures doivent être prises et lesquelles.

**Par conséquent, les règles techniques actuelles concernant les spécifications et le respect des niveaux minimums d'humidité ambiante ne sont malheureusement pas conformes à l'état actuel de la médecine et de la science, et elles devraient donc être révisées de toute urgence pour inclure des spécifications relatives aux niveaux minimums d'humidité ambiante.**

# 10 Analyse rapide du climat des bureaux à l'aide du graphique des risques liés à l'humidité de l'air intérieur

Si les personnes travaillant dans des bureaux se plaignent de températures ou de niveaux d'humidité inadéquats, ou en cas de fréquence anormale des maladies respiratoires fréquentes, la procédure suivante offre un moyen rapide et simple de procéder à une première analyse et évaluation objective du climat intérieur. La procédure est basée sur le « graphique des risques climatiques » (« Risikograph Klima »), que la DGUV recommande dans son guide 215–510 « Évaluation du climat intérieur » (« Beurteilung des Raumklimas »). Cependant, comme ce graphique de risque de la DGUV ne s'applique qu'aux plaintes concernant une température trop haute ou un taux d'humidité trop élevé, Condair a développé un « Graphique de risque d'humidité des pièces » abordant la sécheresse de l'atmosphère intérieure.

Comment appliquer ce graphique des risques et quels résultats donne-t-il ?

## Étape 1 :

Dans les bureaux où l'on se plaint d'un climat ambiant sec et inconfortable, mesurez la température et le taux d'humidité de l'air ambiant.

## Étape 2 :

Consignez les valeurs mesurées dans le graphique du risque d'humidité :

Tracez la température sur l'axe des x et l'humidité relative le long des lignes diagonales de l'humidité de l'air de la pièce.

## Étape 3 :

Les deux exemples de droite illustrent l'application du graphique de risque d'humidité.

### Exemple 1 : Action requise

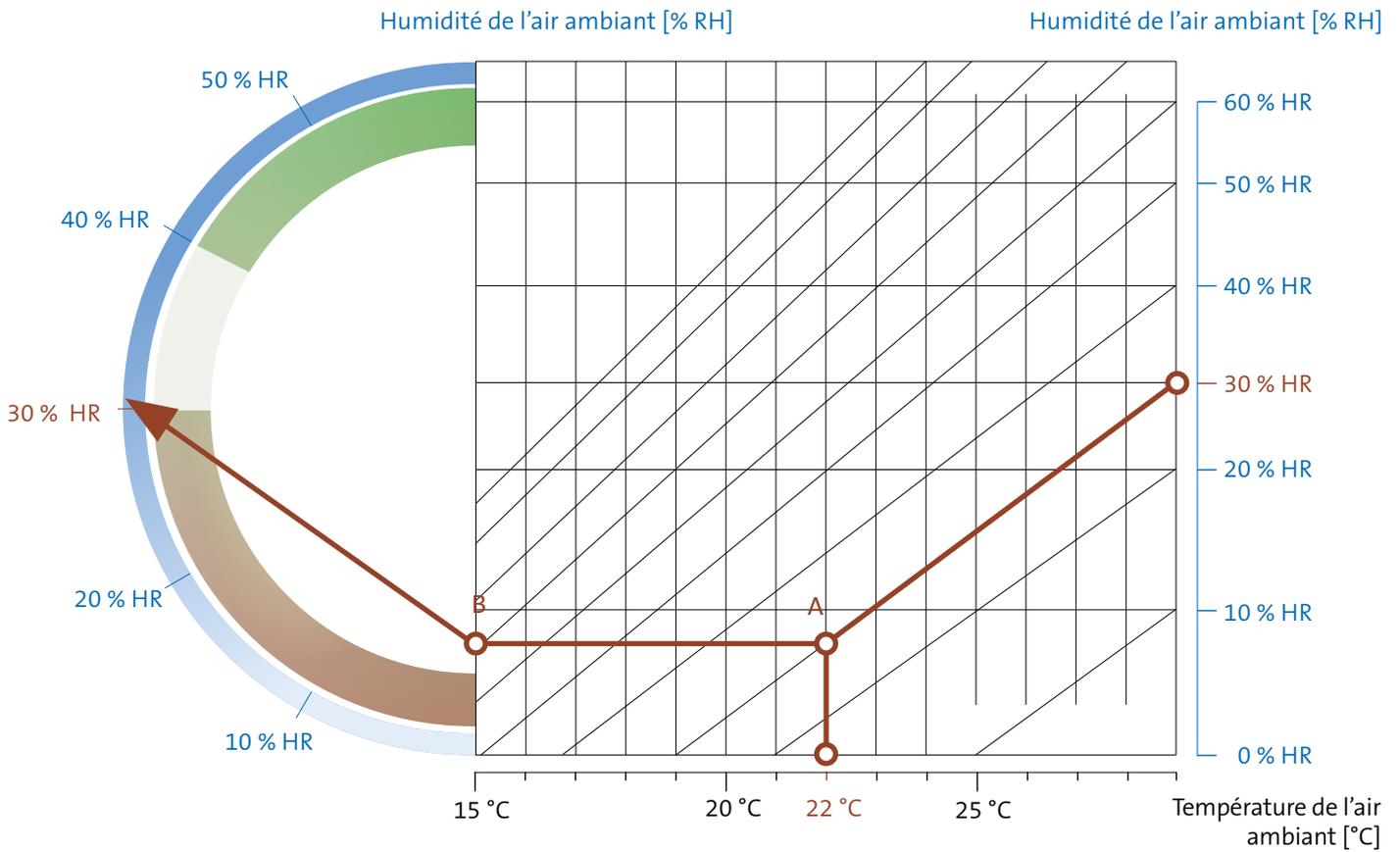
Cela s'applique, par exemple, à une température ambiante de 22 °C et à une humidité ambiante de 30 %. Sur le diagramme, le point d'intersection A résulte de ces valeurs. À partir de ce point, tracez une ligne horizontale vers le bord gauche du graphique (axe des y) jusqu'au point B. Reliez ensuite le point B à l'échelle d'humidité de l'air ambiant à l'extrême gauche du diagramme, c'est-à-dire à la valeur mesurée de l'humidité de l'air ambiant (30 % dans l'exemple). La ligne rouge qui en résulte traverse la zone rouge du graphique des risques. Cette zone signale une humidité insuffisante de l'air ambiant et, par conséquent, des risques pour la santé. Si la ligne de résultat traverse la zone rouge du graphique des risques, alors d'un point de vue médical, une augmentation de l'humidité relative de l'air ambiant est recommandée.

### Exemple 2 : Humidité optimale de l'air ambiant

En comparaison, cet exemple avec les lignes vertes du graphique des risques indique un bon climat intérieur présentant une humidité de l'air intérieur suffisante. Une température ambiante de 22 °C et une humidité relative de 50 % ont été mesurées.

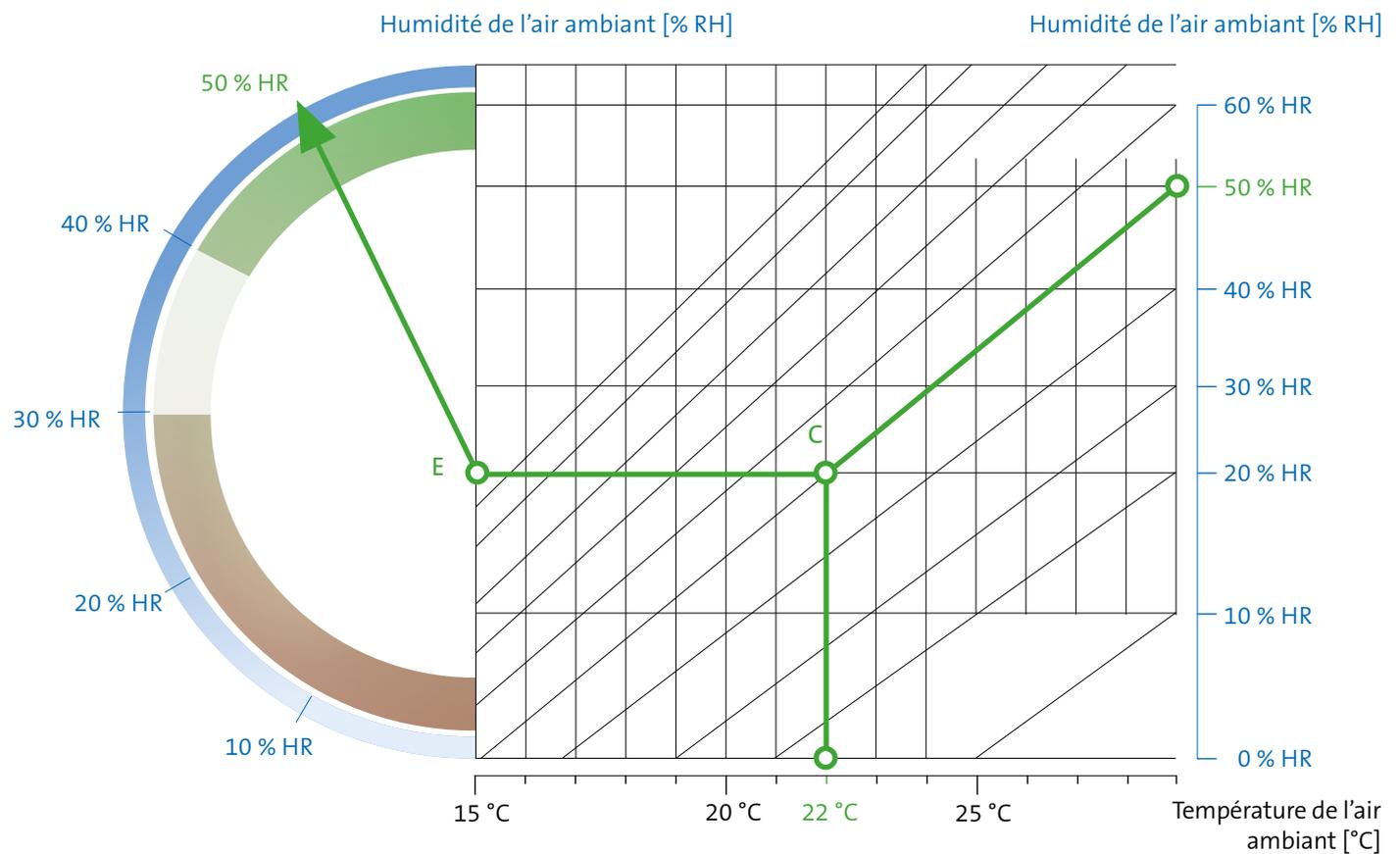
Cela donne le point d'intersection C, à partir duquel nous traçons à nouveau une ligne horizontale vers le bord du graphique à gauche jusqu'au point D. En reliant le point D à l'échelle d'humidité située à côté du diagramme à la valeur d'humidité mesurée de 50 %, la ligne résultante traverse maintenant la zone verte.

Cette zone indique une humidité de l'air ambiant suffisante ou bonne et, par conséquent, un faible risque de danger pour la santé et de faibles risques dus à un air excessivement sec.



### Exemple 1 : Action requise

À une température ambiante de 22 °C et à une humidité relative de 30 %.  
Humidité de l'air ambiant



### Exemple 2 : Humidité optimale de l'air ambiant

À une température ambiante de 22 °C et à une humidité relative de 50 %.  
Humidité de l'air ambiant

**Nederland**

Condair B.V.  
Gyroscoopweg 21, 1042 AC, Amsterdam  
Tel: +31 (0)20 705 8200  
info@condair.nl - www.condair.nl

**België**

Condair N.V.  
De Vunt 13 bus 5, 3220, Holsbeek  
Tel: +32 (0)16 98 02 29  
info@condair.be - www.condair.be

