

Livre blanc



Humidification de l'air dans les hôpitaux

Équilibrer la santé et la durabilité

Le contrôle de l'humidité de l'air est d'une importance fondamentale dans les environnements hospitaliers. Elle affecte l'état de santé des patients, le bon fonctionnement des équipements médicaux, le confort thermique du personnel hospitalier et des visiteurs, ainsi que les coûts de santé.

Ce document explique pourquoi les environnements hospitaliers doivent être humidifiés et présente les exigences réglementaires à prendre en compte lors du choix de la solution d'humidification spécifique à l'application.

Naturel. Hygiénique. Sain.



N'hésitez pas à nous contacter pour plus d'informations.



HygroMatik GmbH

Lise-Meitner-Str. 3
24558 Henstedt-Ulzburg
Germany

T +49 4193 895-0
hy@hygromatik.de
www.hygromatik.com

Contenu

Pourquoi l'humidité dans les hôpitaux doit-elle être contrôlée ?	5
1. Humidification pour protéger la santé des patients	7
2. Humidification pour assurer le fonctionnement des équipements	11
3. Humidification pour le confort thermique	12
Qu'est-ce qui empêche des conditions d'humidité optimales ?	15
Systemes d'humidification pour les hôpitaux.	19
4. Humidificateurs isothermes	21
5. Humidificateurs adiabatiques	22
6. Exigences pour les systèmes d'humidification	23
7. Systèmes de distribution de vapeur/brouillard d'eau	27
8. Systèmes de traitement de l'eau	28
9. Critères de sélection des humidificateurs	28
Cadre réglementaire.	31
10. Législation allemande	34
11. Conclusions	35



Pourquoi l'humidité dans les hôpitaux doit-elle être contrôlée ?

Le contrôle de l'humidité est d'une importance critique dans les environnements hospitaliers.

Avant tout, il protège les patients contre les infections nosocomiales. L'impact du contrôle de l'humidité sur le cycle de vie des bactéries – de la croissance et de la propagation jusqu'à l'infection d'un patient – est expliqué ci-dessous.

Deuxièmement, le maintien d'une humidité relative correcte garantit le bon fonctionnement des équipements médicaux, ce qui est essentiel pour les opérations hospitalières.

En outre, il contribue à prévenir l'air sec, assurant ainsi le confort thermique de tous les occupants et améliorant la productivité du personnel hospitalier.

1. Humidification pour protéger la santé des patients

L'impact principal de l'humidification dans les établissements de santé est sans aucun doute la protection des patients contre une large gamme de bactéries et de micro-organismes.

Les hôpitaux sont des environnements où des agents pathogènes sont présents, dont certains sont résistants aux traitements antibactériens ainsi qu'aux procédures standard de nettoyage et de désinfection. De plus, ces micro-organismes se reproduisent extrêmement rapidement et trouvent des hôtes appropriés parmi les patients.

Les patients eux-mêmes sont particulièrement sensibles aux infections en raison de l'affaiblissement de leur système immunitaire et de l'exposition directe des tissus internes à l'environnement à la suite d'une intervention chirurgicale ou d'une blessure.

L'humidité a une influence directe sur la croissance bactérienne. Une humidité correctement contrôlée constitue donc un moyen efficace de limiter les infections nosocomiales, de protéger la santé et de réduire les coûts.

Humidité et croissance bactérienne

Un contrôle correct de l'humidité permet avant tout de prévenir la croissance bactérienne à l'intérieur des bâtiments. Les bactéries ont besoin d'eau et de nutriments pour se multiplier. Il est donc essentiel d'éviter les situations dans lesquelles l'humidité présente dans l'air se condense et entraîne une stagnation de l'eau, par exemple dans les conduits d'air.

Si l'humidité relative dépasse 80 % pendant une période prolongée, non seulement une condensation en surface peut se produire, mais également le développement de moisissures. Les spores de moisissures sont nocives lorsqu'elles sont inhalées.

Par conséquent, les niveaux d'humidité dans les environnements hospitaliers doivent être limités à la hausse. Cependant, cela seul n'est pas suffisant pour garantir un environnement sain et minimiser le risque d'infection.

Les hôpitaux sont par nature des environnements présentant une forte présence de bactéries en raison de la présence de patients et ne peuvent jamais être complètement stérilisés. Le défi du contrôle de l'humidité consiste donc à minimiser la prolifération des agents pathogènes, à prévenir leur transmission et à soutenir les mécanismes naturels de défense de l'organisme.



Humidité et propagation des maladies

La plupart des hôpitaux modernes mettent en œuvre des procédures de nettoyage très strictes pour les surfaces et les équipements médicaux. Toutefois, selon les analyses de l'air intérieur, ces procédures seules ne suffisent pas à réduire le nombre de bactéries. Au contraire, les infections associées sont même en augmentation [1]. De grandes quantités de microbes sont également libérées simplement en parlant, en respirant ou en toussant, transportées dans des milliers de minuscules gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. On estime que 10 à 33 % de tous les agents pathogènes responsables des infections nosocomiales sont transmis par voie aérienne.

Lorsque ces gouttelettes pénètrent dans un environnement avec une humidité relative inférieure à 40 %, elles perdent rapidement jusqu'à 90 % de leur volume. Elles rétrécissent et peuvent rester en suspension dans l'air pendant de longues périodes, parcourant des distances considérables. Cela augmente naturellement la probabilité qu'elles atteignent un autre hôte, se réhydratent et provoquent une infection.

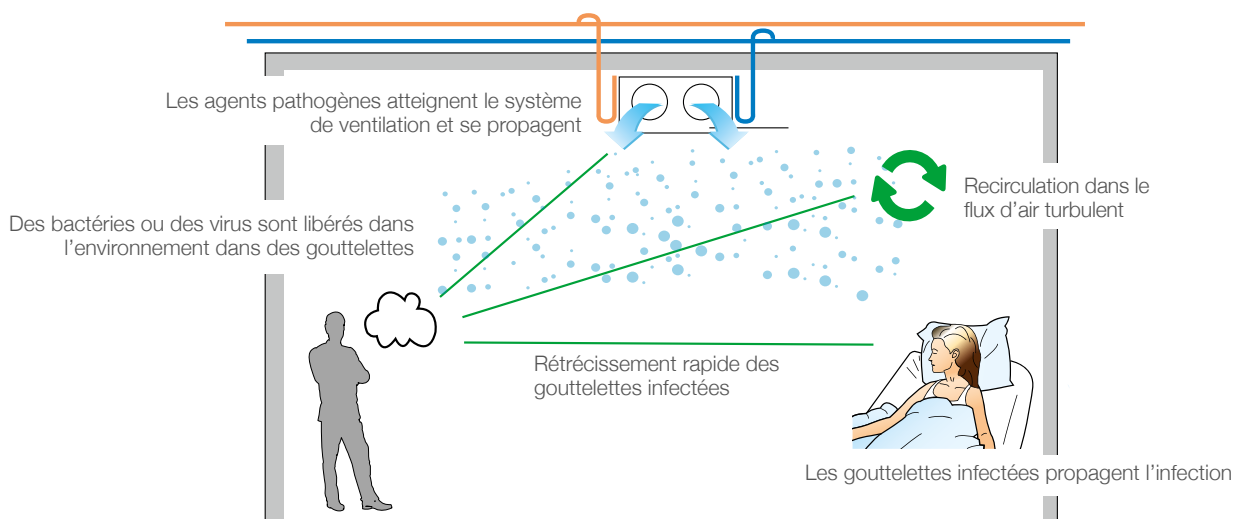


Figure 1. Forte transmissibilité à HR < 40 %

Cependant, si l'environnement présente une humidité relative comprise entre 40 % et 60 %, les gouttelettes conservent leur taille ($\approx 100 \mu\text{m}$) et se déposent au sol après avoir parcouru 1 à 2 mètres depuis la source d'émission. Elles peuvent alors être éliminées beaucoup plus efficacement à l'aide de procédures conventionnelles de nettoyage des surfaces [2].

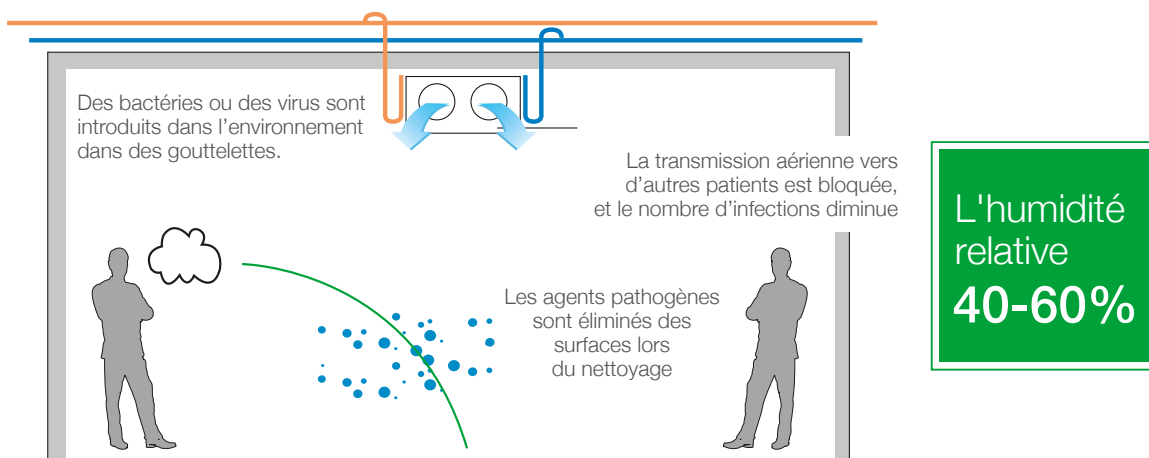


Figure 2. Transmissibilité significativement réduite à $40 \% < \text{HR} < 60 \%$

De nombreuses études montrent que l'humidité relative, en particulier, est le facteur clé pour freiner la transmission aérienne des bactéries et des virus.

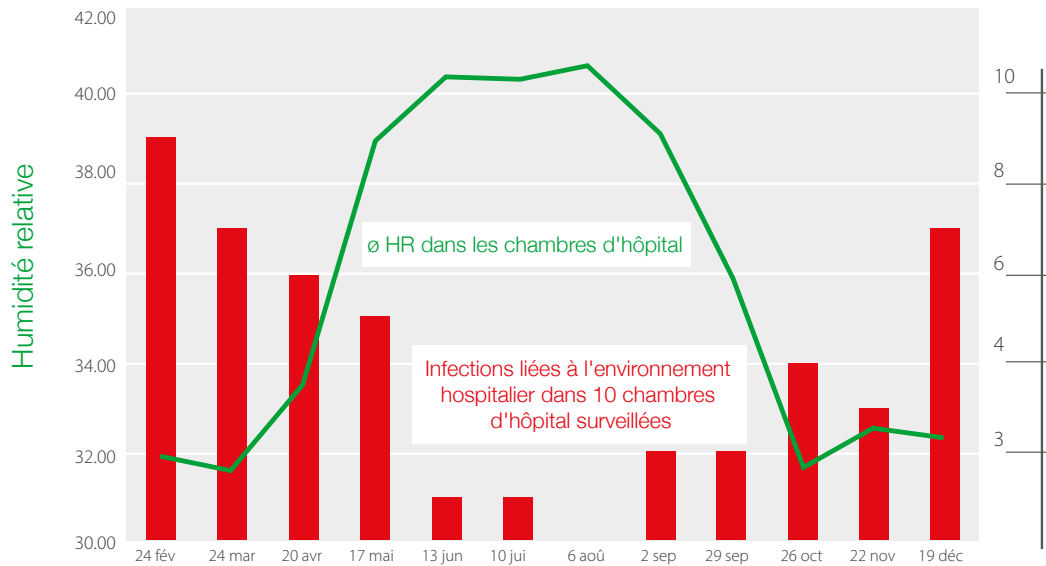


Figure 3. L'humidité relative est le paramètre clé pour réduire les infections nosocomiales

Dans une première étude américaine menée sur une année complète dans un hôpital, tous les paramètres environnementaux ont été mesurés dans dix chambres de patients, ainsi que l'état médical des patients qui les occupaient [2]. Parmi les variables analysées, l'humidité relative a montré la corrélation la plus forte avec le nombre de nouvelles infections. À des niveaux d'humidité relative supérieurs à 40 %, le nombre d'infections est passé d'un pic de neuf par mois à zéro.

Une autre étude a été réalisée à l'aide de mannequins d'essai spécialisés pour simuler la toux d'une personne infectée par la grippe et l'inhalation par un récepteur à une distance de deux mètres [3]. En prélevant des échantillons d'air près de la bouche du récepteur à différents moments et en mesurant l'infectiosité de ces échantillons, les résultats suivants ont été obtenus.

L'infectiosité diminue de 80 % à 20 % lorsque l'humidité relative est maintenue entre 40 % et 70 %. Cela s'explique par le fait que le virus de la grippe n'est plus capable de rester en suspension dans l'air pendant de longues périodes, et que le taux de survie de nombreuses bactéries et virus en suspension dans l'air est considérablement réduit dans cette plage.

Un contrôle approprié de l'humidité n'inhibe pas seulement la croissance des microbes et des bactéries, mais réduit également de manière significative leur potentiel de transmission. Dans un environnement hospitalier — où d'innombrables agents pathogènes sont présents et où les patients sont très sensibles aux infections — cela est absolument essentiel.

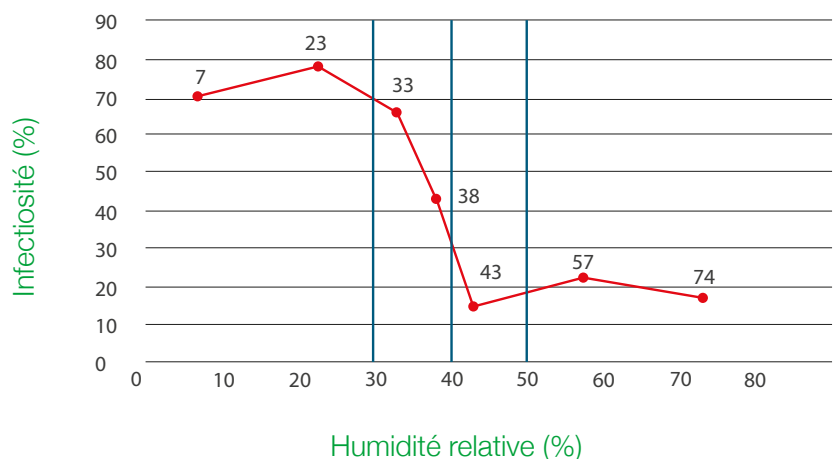
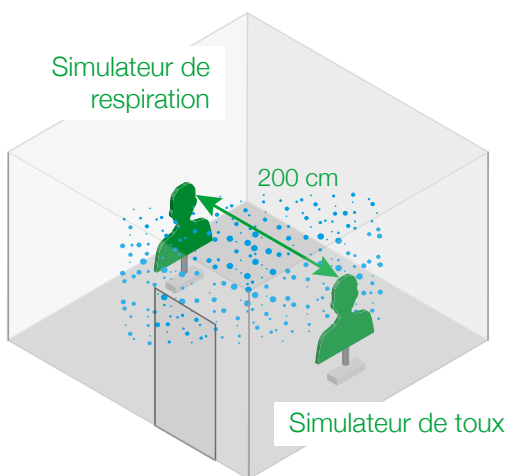


Figure 4 et 5. L'infectiosité et la transmissibilité du virus de la grippe diminuent significativement entre 40 % et 70 % HR.

Humidité et mécanismes naturels de défense de l'organisme

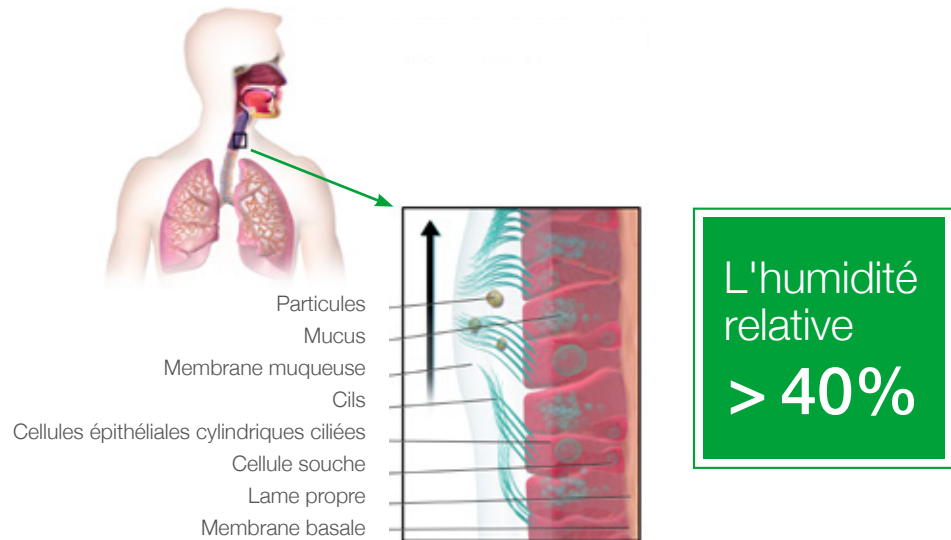


Figure 6. Le processus de clairance mucociliaire élimine les agents pathogènes qui pénètrent dans le système respiratoire. Pour qu'il fonctionne efficacement, le niveau correct d'humidité relative est requis [10].

Dans les infections aéroportées, les bactéries sont inhalées, pénètrent dans les voies respiratoires et se déposent sur les parois des voies aériennes ou dans les alvéoles. Elles peuvent y provoquer une pneumonie ou des infections sanguines. La dernière ligne de défense de l'organisme contre ces attaques est constituée par les parois mêmes du système respiratoire. Du nez à la trachée et aux bronches, elles sécrètent en permanence une fine couche de mucus, qui humidifie et réchauffe l'air inhalé et piège les bactéries transportées. Cette couche de mucus est continuellement déplacée vers le haut par le mouvement rythmique d'innombrables cils tapissant les parois des voies aériennes. Le mucus atteint la cavité buccale, où les bactéries piégées sont avalées. Elles sont ensuite neutralisées par les acides gastriques et deviennent une partie de la flore intestinale. Ce processus de nettoyage, appelé **clairance mucociliaire**, est d'une importance fondamentale pour la santé. Dans des conditions normales, il bloque la majorité des agents pathogènes inhalés. Cependant, son efficacité est fortement influencée par l'humidité relative. Si l'humidité relative descend en dessous de 40 %, la couche de mucus se dessèche. Les cils s'affaissent et cessent de bouger. En conséquence, les virus et les bactéries peuvent pénétrer dans les cellules des voies respiratoires et provoquer une infection [1].

Pour cette raison, le contrôle de l'humidité joue un rôle primordial dans la prévention de la plupart des infections nosocomiales. Une humidité relative comprise entre 40 % et 60 % empêche la formation de colonies bactériennes et de moisissures, réduit considérablement leur transmission et soutient les mécanismes naturels de défense de l'organisme.

Avantages économiques

D'un point de vue économique, le contrôle de l'humidité dans les hôpitaux a un impact indirect et est donc difficile à quantifier précisément. Cependant, les données disponibles et les coûts considérables liés aux infections nosocomiales indiquent clairement que les avantages pour les établissements de santé sont substantiels.



Chaque année en Allemagne, 3,6 % des patients hospitalisés contractent une infection pendant leur séjour. Cela correspond à un total de 400 000 à 600 000 infections par an, dont 10 000 à 20 000 entraînent la mort. La moyenne de l'UE est de 5,5 %.

Des études montrent que la pneumonie, les infections urinaires, les infections de plaies, les infections à Clostridium difficile et les infections sanguines représentent près de 80 % des infections nosocomiales [4].

Les coûts pour le système de santé dus à la prolongation des séjours hospitaliers et aux actions en justice des patients concernés sont énormes. En maintenant une humidité intérieure correctement contrôlée, le nombre d'infections aéroportées pourrait être considérablement réduit — ainsi que les coûts sociétaux importants qui y sont associés.

2. Humidification pour assurer le fonctionnement des équipements

L'humidification est un moyen de protéger les équipements contre les décharges électrostatiques (ESD) [5] [6]. Les **décharges électrostatiques**, également connues sous le nom **d'ESD**, sont des décharges électriques qui peuvent se produire lorsque deux objets présentant une grande différence de potentiel se rapprochent. Dans de tels cas, le courant électrique surmonte la résistance qui existe normalement entre les deux corps, laquelle est déterminée par leur distance et les propriétés isolantes des matériaux impliqués.

Un exemple pratique dans un environnement hospitalier est celui d'un opérateur d'un appareil d'analyse portant des chaussures à semelles en caoutchouc. En marchant sur une surface plastique isolante, comme un revêtement de sol en vinyle, les semelles en caoutchouc libèrent un certain nombre d'électrons par frottement et deviennent positivement chargées, tandis que le sol reste chargé négativement. Ce comportement est décrit par la série triboélectrique, qui répertorie les matériaux isolants ayant tendance à perdre ou à gagner des électrons par frottement [7].

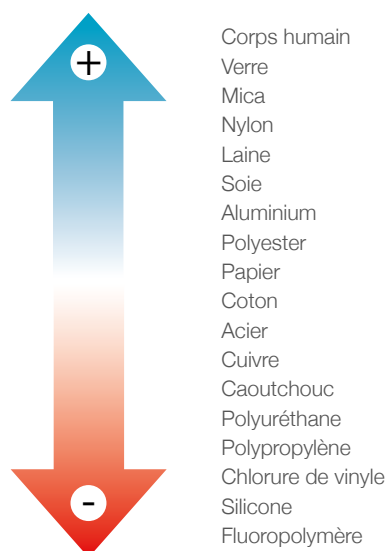


Figure 7. Série triboélectrique : dans cet exemple, les semelles en caoutchouc transfèrent des électrons au sol en vinyle.

Le corps de l'opérateur est donc électrostatiquement chargé. S'il touche l'appareil d'analyse avec ses mains, les situations suivantes peuvent se produire :

- Le champ électrostatique généré par la charge statique peut créer des différences de potentiel à l'intérieur de l'appareil, ce qui peut entraîner des dommages.
- Une décharge électrique peut se produire dans l'air entre les doigts et l'appareil. La tension peut varier considérablement et peut même atteindre plusieurs milliers de volts. Cependant, même une tension inférieure à 3 500 V — imperceptible pour la personne — peut néanmoins provoquer de graves dommages à l'appareil.

Les dommages qui en résultent peuvent aller de la destruction de composants individuels et de l'arrêt complet de l'équipement à des erreurs de mesure, à la suppression des données stockées et à l'accumulation d'électricité statique sur les images radiographiques. Dans tous les cas, la fonctionnalité des équipements coûteux est compromise — souvent de manière irréversible.

Une humidité de l'air suffisamment élevée favorise la dissipation de l'excès de charge électrique du corps humain dans l'air ambiant. Cela empêche la charge électrostatique d'atteindre des niveaux dangereusement élevés.

Compte tenu du rôle critique de nombreux appareils dans les environnements hospitaliers, il est essentiel de prévenir les dysfonctionnements potentiels causés par l'air sec. Afin de minimiser le risque de décharges électrostatiques, il est recommandé de maintenir une humidité relative supérieure à 40 %, tout en veillant également à ne pas négliger d'autres mesures de protection contre les ESD — en particulier celles liées à la conception des équipements.

3. Humidification pour assurer le confort thermique

Les principales raisons pour lesquelles le contrôle de l'humidité est essentiel dans les hôpitaux sont la réduction de l'infectiosité, la limitation de la transmission bactérienne et la protection des équipements.

En outre, l'humidification joue un rôle clé dans la garantie du bien-être et du confort thermique des occupants, ainsi que dans la prévention des affections liées à un air excessivement sec.

Humidification et conditions de confort

Les conditions de confort se réfèrent à l'état de bien-être physique et mental ressenti par un individu dans un environnement donné. La sensation globale de confort est influencée par :

- le confort thermique, défini par la température, l'humidité relative et la vitesse de l'air
- la qualité de l'air, définie par l'apport d'air frais, la concentration de CO₂ et les niveaux de COV et de micro-organismes
- le niveau de bruit

Selon la norme européenne EN 15251, le confort thermique dans les hôpitaux (catégorie II) est considéré comme acceptable lorsque le pourcentage de personnes insatisfaites (PPD) reste inférieur à 10 %. En outre, diverses réglementations nationales et internationales (voir chapitre 3) définissent les plages cibles pour la température, l'humidité et la qualité de l'air dans différents environnements.

La température ambiante est le facteur principal influençant l'inconfort. Cependant, l'humidité relative joue également un rôle déterminant. Elle influence notre perception de la température de l'air, affecte la transpiration de la peau et impacte le bilan énergétique interne du corps.

Le maintien d'une humidité relative appropriée permet de prévenir la sécheresse de la peau, des yeux et des voies respiratoires. Il facilite la respiration et la transpiration, garantissant que le système de thermorégulation du corps n'est pas soumis à une contrainte excessive, évitant ainsi l'inconfort.

Un contrôle correct de l'humidité réduit également la poussière en suspension dans l'air, qui a tendance à rester en suspension beaucoup plus longtemps dans des environnements secs et accentue la sensation de sécheresse et d'inconfort.

Si des conditions de faible humidité persistent sur de longues périodes, les occupants fréquents peuvent développer toute une série de symptômes associés, y compris le syndrome du bâtiment malsain. Tous ces facteurs affectent négativement la qualité de l'air intérieur et, par conséquent, la santé des personnes présentes.



Syndrome du bâtiment malsain

Le syndrome du bâtiment malsain (SBM) décrit une situation dans laquelle les occupants d'un bâtiment présentent des symptômes de maladie qui semblent liés au temps passé dans le bâtiment, sans qu'aucune cause spécifique ne puisse être identifiée.

Les causes de cet état sont souvent associées à des défauts ou à un fonctionnement incorrect des systèmes CVC, à une alimentation insuffisante en air frais, à la présence de composés organiques volatils (COV), de moisissures, ainsi qu'à des matériaux ou substances qui libèrent des polluants.

Certaines études ont montré que les symptômes du SBS sont soit causés soit aggravés par une humidité relative excessivement faible. Ceux-ci incluent la détérioration du film lacrymal, les yeux secs, l'irritation du nez et de la gorge, l'asthme, la sécheresse ou la sensibilité de la peau, les maux de tête, la fatigue et l'irritabilité.

Des niveaux d'humidité insuffisants à eux seuls ont montré qu'ils entraînent une réduction de 3 à 7 % des performances des employés de bureau, par exemple lors de la lecture ou du traitement de documents ou lors de la réalisation de calculs simples. Lorsque une faible humidité est combinée à d'autres facteurs tels que des températures élevées et la pollution de l'air, ces symptômes sont encore amplifiés [7].

La plage optimale d'humidité relative pour le confort se situe entre 40 % et 60 % HR. Cette plage coïncide avec les niveaux qui réduisent les infections nosocomiales (40–60 % HR) et recoupe les seuils de prévention des décharges électrostatiques (HR > 35 %) et de développement des moisissures (HR < 80 %).

En tenant compte de tous les effets de l'humidité relative sur le corps humain et sur le fonctionnement des hôpitaux, on peut conclure que la plage de fonctionnement idéale pour les conditions de confort se situe également entre 40 % et 60 % HR.

Cela soulève la question de savoir quand ces conditions idéales peuvent réellement être maintenues et quels facteurs empêchent leur réalisation - rendant ainsi nécessaire un contrôle continu de l'humidité.

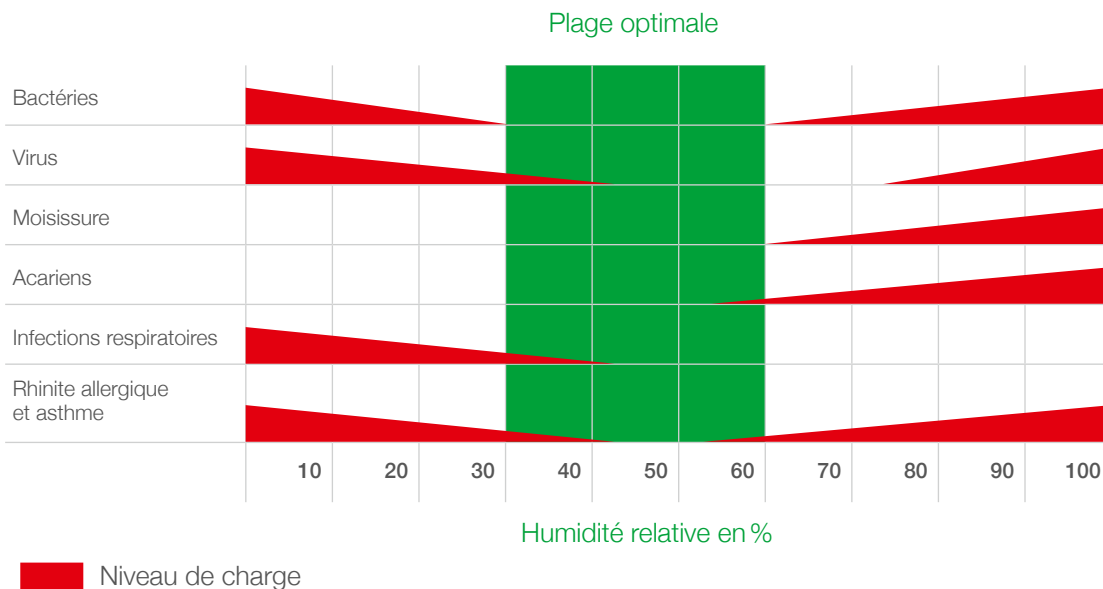



Figure 8. Plage optimale d'humidité relative pour le confort thermique et la santé humaine.



Qu'est-ce qui nous empêche d'atteindre des conditions d'humidité optimales ?

Après avoir reconnu les avantages indispensables de l'humidification dans les hôpitaux - et donc l'importance de maintenir des niveaux d'humidité idéaux - il est important d'examiner si et pourquoi les conditions environnementales s'écartent souvent de ces valeurs optimales, et si l'installation d'un système d'humidification est finalement essentielle.

Le renouvellement régulier de l'air réduit l'humidité relative

Dans les établissements hospitaliers, l'air intérieur doit être renouvelé régulièrement afin d'atteindre la qualité d'air recommandée. Cet air contient des polluants générés par les occupants, les matériaux ou les gaz anesthésiques lors des interventions chirurgicales, qui ne peuvent pas être complètement éliminés par filtration. Par conséquent, l'air intérieur doit être remplacé par de grandes quantités d'air extérieur frais.

Cependant, avant que l'air frais puisse être introduit dans l'environnement, il doit être chauffé à une température acceptable, généralement entre 20 et 24 °C.

En hiver, par exemple, l'air extérieur est très froid et humide (point A : température $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, humidité relative 80 %). Il est chauffé par une batterie de chauffage dans l'une des centrales de traitement d'air de l'hôpital. Alors que la température augmente, l'humidité spécifique (c'est-à-dire la teneur absolue en eau dans un volume d'air donné) reste constante (point B : température $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, humidité relative 12 %).

Par conséquent, l'humidité relative de l'air chauffé (le rapport entre la teneur réelle en eau et la teneur maximale possible avant condensation) diminue de 80 % dans l'air extérieur à environ 12 % dans les conditions intérieures - même si aucune humidité n'a été retirée. Cela s'explique par le fait que l'air peut contenir plus de vapeur d'eau lorsque sa température augmente.

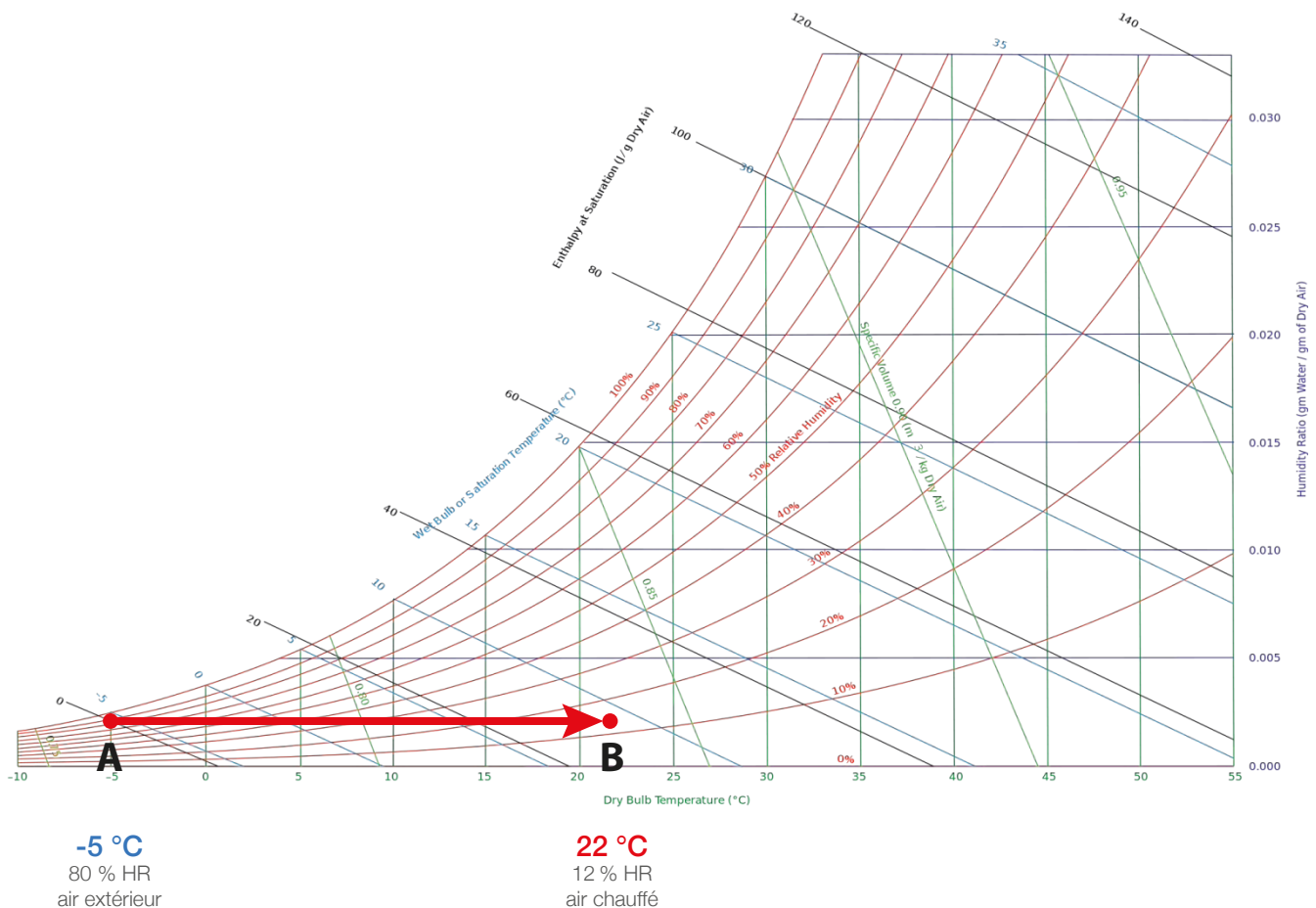


Figure 9. Le diagramme psychrométrique illustre pourquoi l'air chauffé est trop sec pour les applications hospitalières.

Compte tenu de l'importance de maintenir un niveau approprié d'humidité relative, un système d'humidification doit être installé afin de rétablir l'humidité relative (et la température) dans les plages correctes. La technologie utilisée peut impliquer une humidification adiabatique (1), obtenue par l'atomisation d'un fin brouillard d'eau dans l'air, ou une humidification isotherme (2), dans laquelle l'eau est portée à ébullition pour produire de la vapeur ensuite absorbée par l'air.

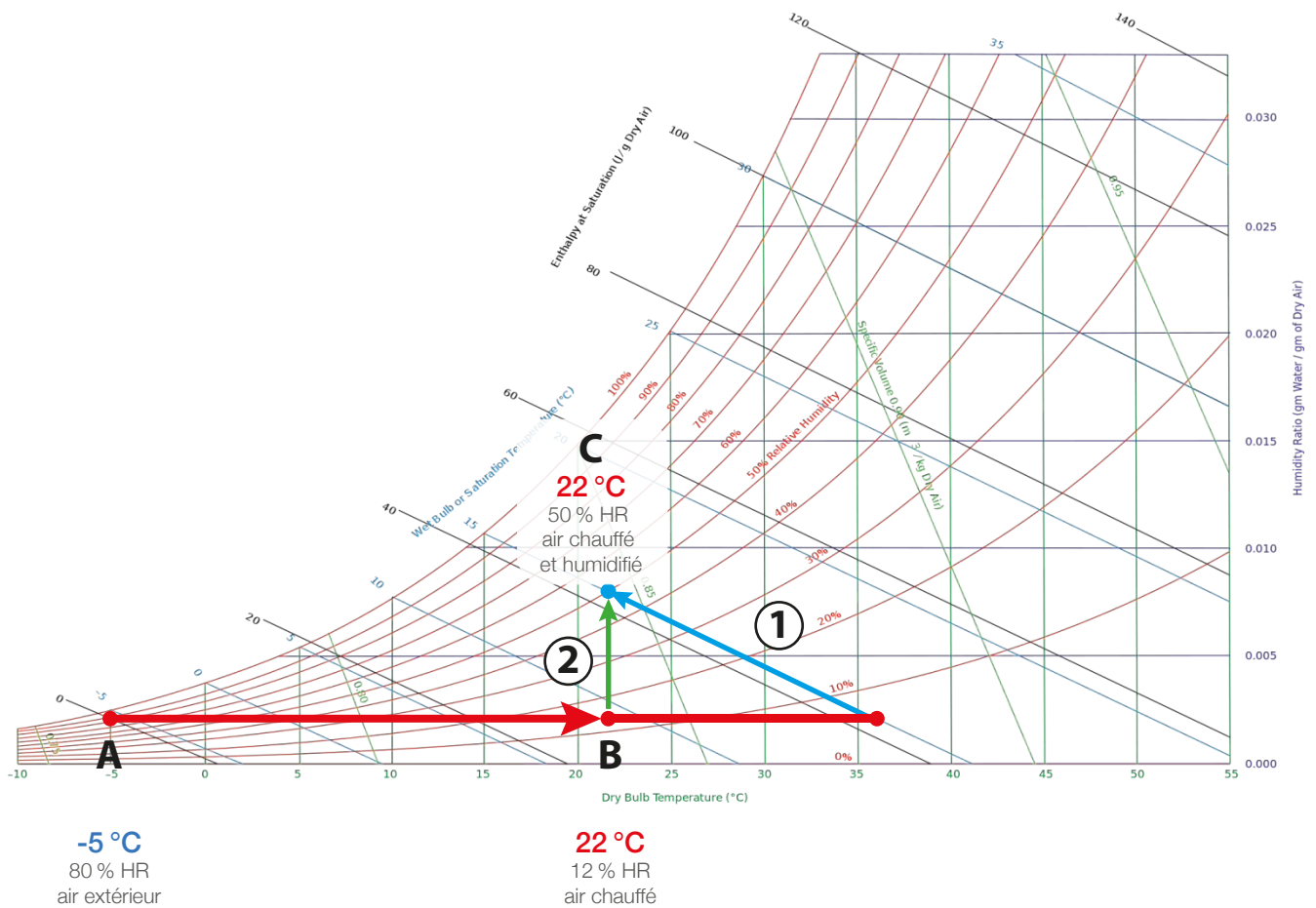


Figure 10. Après chauffage, l'air doit être humidifié afin de garantir des conditions optimales d'environ 22 °C et 50 % HR.

Quelle que soit la technique d'humidification utilisée (voir chapitre 4), le système d'humidification fonctionne plus intensivement en hiver et moins en été, en raison de l'effet desséchant causé par le chauffage.



Systemes d'humidification pour les hôpitaux

Les systèmes d'humidification pour les hôpitaux reposent principalement sur une humidification en gaine plutôt que sur une humidification directe des pièces.

En raison de la nature sensible et vitale des processus dans les établissements de santé, des mesures de conception technique spécialisées sont souvent nécessaires pour garantir la sécurité hygiénique et la fiabilité de l'installation.

Différentes technologies sont adaptées à l'humidification dans les hôpitaux. Chaque système se compose des éléments suivants :

- **Humidificateur**

Celui-ci peut être soit adiabatique (génération de brouillard d'eau), soit isotherme (génération de vapeur).

- **Système de distribution**

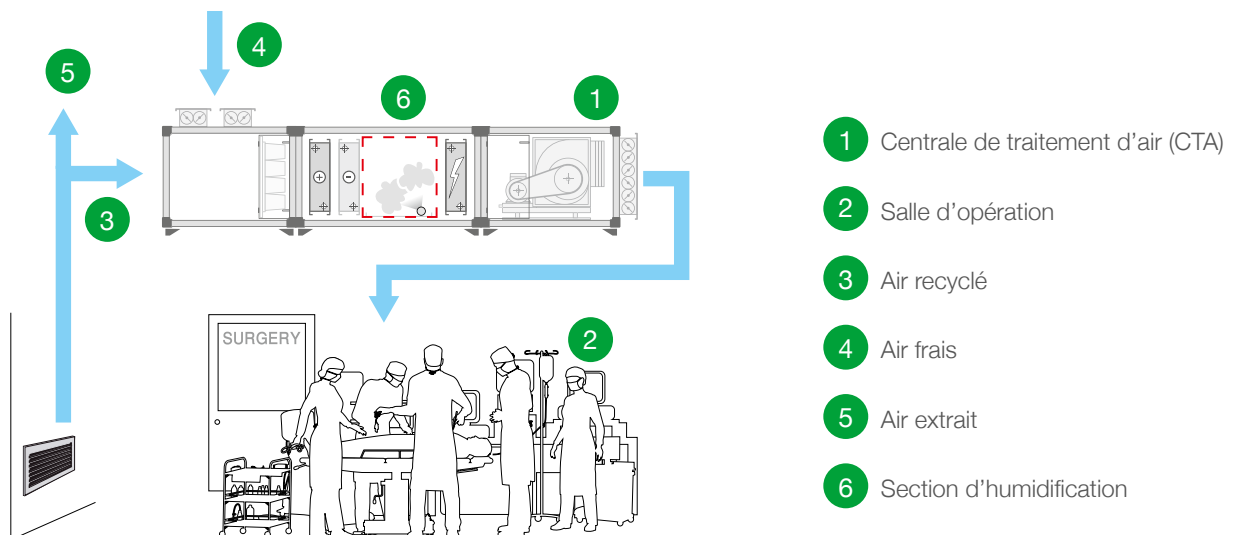
Il est utilisé pour distribuer l'humidité générée. Dans les hôpitaux, l'air est presque toujours fourni de l'extérieur, conditionné, puis distribué dans différentes zones via des conduits d'air. Les systèmes de distribution de l'humidification sont installés en aval des batteries de chauffage et positionnés à l'intérieur des conduits d'air. Ces systèmes sont reliés à l'humidificateur et peuvent consister, par exemple, en des tuyaux de distribution perforés avec de petites buses qui atomisent de l'eau sous pression, ou en des tuyaux perforés plus larges qui libèrent directement de la vapeur dans le conduit d'air. Dans certains cas, l'humidificateur lui-même est installé directement dans le conduit d'air.

- **Séparateur de gouttelettes**

Ce composant est utilisé uniquement avec les humidificateurs adiabatiques et est installé dans le conduit d'air à la fin de la section d'humidification. Il capte les gouttelettes qui ne sont pas absorbées par l'air, empêchant ainsi la stagnation de l'eau.

- **Système de traitement de l'eau**

Il est utilisé pour conditionner l'eau d'alimentation à l'entrée de l'humidificateur. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un composant obligatoire, il est fortement recommandé pour les applications hospitalières.



4. Humidificateurs isothermes

Les humidificateurs isothermes humidifient l'environnement à l'aide de vapeur. La vapeur est générée par l'ébullition de l'eau et introduite dans l'air. L'énergie nécessaire au changement de phase - environ 750 W par litre d'eau évaporée - est fournie par l'humidificateur lui-même (via son alimentation électrique). Le terme isotherme signifie que la température de l'air reste inchangée pendant le processus d'humidification.

Les humidificateurs isothermes sont faciles à installer. L'utilisation de la vapeur garantit un niveau élevé de sécurité hygiénique, c'est pourquoi ils peuvent être utilisés aussi bien pour l'humidification directe des pièces que pour l'humidification dans les conduits des systèmes de traitement d'air. Ils sont également adaptés à des capacités de production très faibles.

La principale limitation des systèmes à vapeur est leur forte consommation d'énergie. Pour des charges d'humidification très élevées, les coûts d'exploitation peuvent devenir importants.

En général, il existe trois types d'humidificateurs isothermes :

- humidificateurs à vapeur à électrodes
- humidificateurs à vapeur à résistances
- systèmes à vapeur sous pression

Humidificateurs à vapeur à électrodes

Les humidificateurs à vapeur à électrodes sont des systèmes économiques et simples. Les électrodes chauffent l'eau jusqu'à ébullition. La précision de régulation des humidificateurs à vapeur à électrodes est généralement de ± 5 % HR. Ils fonctionnent avec une eau conductrice (eau potable) avec une conductivité de 200 -500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et de préférence une faible dureté totale. Leurs besoins de maintenance augmentent avec une teneur plus élevée en sels dans l'eau d'alimentation.

Humidificateurs à vapeur à résistances

Dans ces systèmes, des résistances chauffantes électriques immergées dans l'eau portent l'eau à ébullition. Ces humidificateurs atteignent des niveaux de précision très élevés (jusqu'à $\pm 0,5$ % HR) et fonctionnent sur toute la plage de capacité, car la puissance des éléments chauffants peut être modulée avec précision. Ils peuvent être alimentés soit en eau du réseau standard, soit en eau traitée. Lorsqu'ils fonctionnent avec de l'eau traitée, ils sont particulièrement adaptés à un fonctionnement 24 h/24 et 7 j/7 et nécessitent un entretien minimal.

Humidificateurs à vapeur sous pression

Les systèmes à vapeur sous pression sont raccordés à un réseau de vapeur existant et utilisent cette vapeur pour l'humidification de l'air. Ils introduisent de la vapeur saturée sans condensat dans le système de ventilation. Les systèmes à vapeur sous pression offrent une large plage de capacité, sont très économiques tant en termes d'exploitation que d'investissement et nécessitent très peu de maintenance.

5. Humidificateurs adiabatiques

Les humidificateurs adiabatiques permettent l'évaporation directe de l'eau dans l'air sans nécessiter de source d'énergie externe. La chaleur nécessaire à l'évaporation est fournie par l'air humidifié lui-même, qui se refroidit en conséquence.

Ces systèmes créent une grande surface de contact entre l'air et l'eau sous forme liquide, ce qui permet une évaporation spontanée. Le principal avantage de l'humidification adiabatique réside dans sa consommation d'énergie extrêmement faible : l'énergie n'est requise que pour atomiser ou nébuliser l'eau en très fines gouttelettes (de l'ordre du micromètre).

En hiver, la batterie de chauffage doit préchauffer l'air davantage que dans le cas de l'humidification par vapeur. Cela est nécessaire pour compenser l'effet de refroidissement par évaporation. Néanmoins, la consommation énergétique globale reste extrêmement faible et figure parmi les solutions les plus rentables de toutes les technologies. En été, l'effet de refroidissement par évaporation peut être utilisé pour réaliser des économies d'énergie supplémentaires lorsque le refroidissement et l'humidification sont nécessaires simultanément.

Les types les plus courants de technologies d'humidification adiabatique sont :

- systèmes à buses de pulvérisation
- humidificateurs à ultrasons

Systèmes à buses de pulvérisation

Les systèmes à buses de pulvérisation (systèmes basse pression et haute pression) sont équipés d'une pompe permettant d'augmenter la pression de l'eau à des niveaux compris entre 5 et 15 bar (basse pression) et 25 et 75 bar (haute pression). L'eau est atomisée en un fin brouillard via un système de distribution installé dans le conduit d'air, à l'aide de petites buses. Ce brouillard est ensuite absorbé par l'air.

Ces humidificateurs atteignent une excellente précision (jusqu'à ± 1 % HR), même pour des charges d'humidification très élevées. Ils présentent une consommation électrique extrêmement faible et l'eau n'est pas recirculée. Ils représentent une solution hygiénique, sans produits chimiques et conforme aux normes VDI 6022. Lorsqu'ils fonctionnent avec de l'eau entièrement déminéralisée, les besoins de maintenance sont minimes.

Humidificateurs à ultrasons

Les humidificateurs à ultrasons utilisent les vibrations à haute fréquence d'éléments piézoélectriques pour atomiser l'eau en gouttelettes encore plus fines que celles produites par les systèmes haute pression.

Ils peuvent atteindre des niveaux de précision allant jusqu'à ± 1 % HR et modulent leur production sur toute la plage de fonctionnement. Ces humidificateurs sont adaptés aussi bien à l'humidification directe des pièces qu'à l'humidification dans les conduits d'air. Ils offrent une efficacité d'absorption élevée et sont idéaux pour des installations de petite à moyenne taille.

Malgré des coûts d'investissement initiaux plus élevés par rapport à d'autres humidificateurs compacts, leurs niveaux de performance, leur faible consommation d'énergie et leurs besoins minimaux en maintenance garantissent un retour sur investissement rapide - en particulier dans les applications de modernisation remplaçant des systèmes à vapeur.

6. Exigences pour les systèmes d'humidification

Tous les composants d'un système d'humidification - et en particulier les humidificateurs - doivent répondre à des exigences spécifiques afin d'être adaptés à une utilisation dans des environnements critiques et sensibles tels que les hôpitaux. Ces exigences comprennent :

- sécurité hygiénique
- fiabilité
- efficacité énergétique
- connectivité

Sécurité hygiénique

Le système d'humidification doit garantir que ni bactéries ni contaminants ne puissent s'accumuler ou se propager dans l'environnement.

Cette exigence est particulièrement importante dans les hôpitaux, car les patients sont souvent affaiblis et très sensibles aux nouvelles infections.

Des précautions particulières doivent être prises pour prévenir la croissance de bactéries de type Legionella, qui sont associées à des taux de mortalité très élevés et ont historiquement été responsables de nombreux décès lors d'épidémies liées aux hôpitaux.

Pour cette raison, les humidificateurs isothermes sont généralement le choix privilégié. Ils portent l'eau à ébullition à 100 °C pour produire une vapeur pratiquement exempte de germes et donc hygiéniquement sûre. Dans certaines zones hospitalières, telles que les blocs opératoires, l'utilisation d'humidificateurs isothermes est même exigée par la loi. Ces systèmes empêchent la propagation d'agents pathogènes - tels que Legionella - via le système d'humidification. Les bactéries Legionella sont immédiatement inactivées à des températures supérieures à 70 °C et sont complètement éliminées par les humidificateurs isothermes [8].



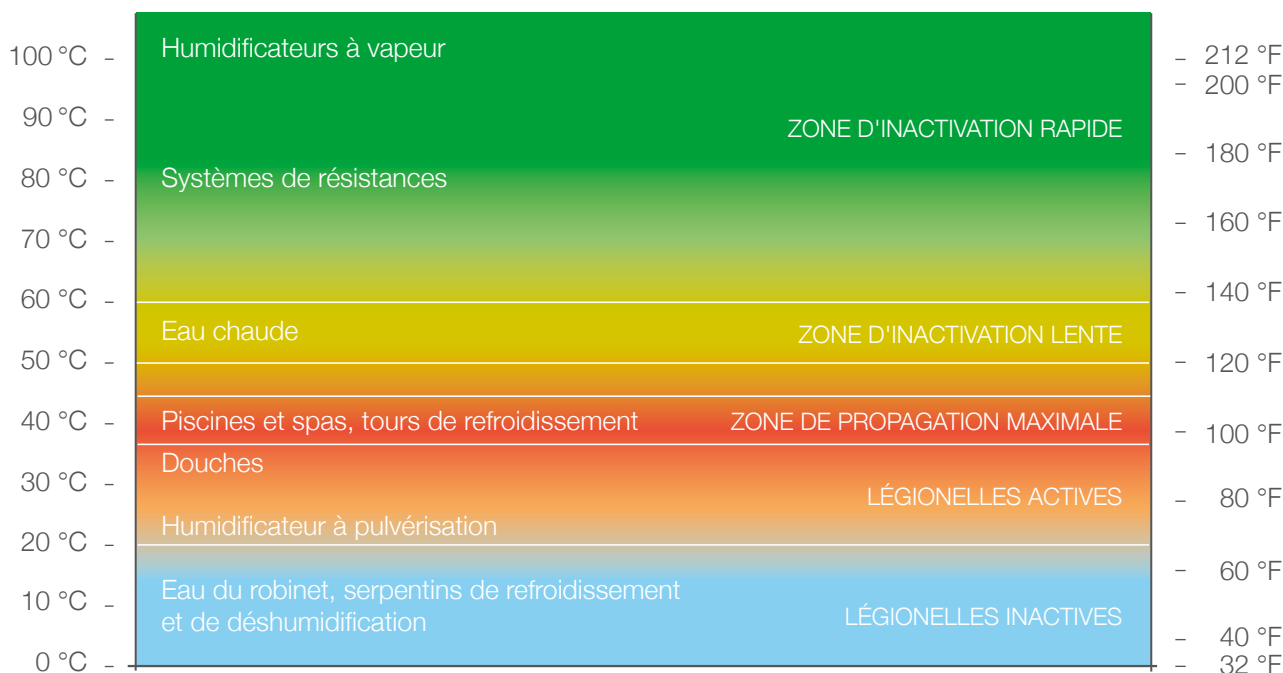


Figure 11. Le graphique illustre le comportement de la bactérie Legionella à différentes températures comprises entre 0 et 100 °C.

Certaines technologies d'humidification adiabatique, telles que les systèmes de pulvérisation haute pression ou les humidificateurs à ultrasons, peuvent également être utilisées dans les environnements hospitaliers, à condition que des mesures de conception appropriées soient mises en œuvre afin de garantir la sécurité hygiénique.

Aucun humidificateur ne doit permettre la stagnation de l'eau ; les systèmes doivent être vidangés pendant les périodes d'inactivité et régulièrement rincés, faute de quoi des conditions favorables à la croissance bactérienne peuvent se développer.

En outre, la qualité de l'eau du réseau doit être soigneusement surveillée. Une teneur excessive en minéraux et la présence de micro-organismes peuvent être dispersées dans l'environnement si elles ne sont pas correctement filtrées au préalable. Il est donc recommandé d'utiliser de l'eau déminéralisée fournie par des systèmes d'osmose inverse. Cette technologie développée commercialement garantit des performances de filtration optimales. Un autre avantage réside dans l'utilisation d'humidificateurs fabriqués à partir de matériaux résistants à la corrosion et repoussant les salissures.

En outre, des systèmes de désinfection UV doivent être envisagés afin d'éliminer toute bactérie susceptible de survivre au processus d'osmose inverse. Les biocides chimiques peuvent être utilisés comme alternative à la désinfection UV ; cependant, ils sont très coûteux et nécessitent des mesures spécifiques pour l'élimination de l'eau, ainsi que des tests microbiologiques fréquents. En cas de dysfonctionnement du système de dosage et de distribution des biocides, l'humidificateur pourrait être alimenté en eau contaminée sur le plan microbiologique. Par conséquent, il ne s'agit pas d'une solution intrinsèquement sûre et elle n'est donc pas adaptée aux applications hospitalières.

Une fonction de sécurité supplémentaire est l'utilisation d'un capteur d'humidité à seuil maximal. Installé dans le conduit d'air ou dans la pièce, ce capteur détecte lorsque l'humidité dépasse un seuil prédéfini. Lorsque la limite est dépassée, il arrête la production d'humidité, empêchant ainsi la formation de condensat. La condensation présente des risques hygiéniques si elle entraîne une stagnation de l'eau.

Les systèmes les plus avancés prennent en charge une régulation modulante ; à mesure que l'humidité s'approche de la valeur limite, ils réduisent progressivement la puissance par incréments fins, évitant ainsi les arrêts brusques du système. Certains humidificateurs sont également équipés d'une fonction marche/arrêt à distance afin de prévenir la formation de condensat. Cette fonction arrête l'humidification en cas de dysfonctionnement du système de ventilation dans le conduit d'air.

Enfin, toutes les solutions techniques doivent être vérifiées en conformité avec les certifications industrielles pertinentes (telles que la norme allemande VDI 6022) afin de garantir l'hygiène du système certifiée par le fabricant.

Fiabilité

Les hôpitaux sont des installations d'importance critique qui doivent rester pleinement opérationnelles, même en cas de défaillance, d'opérations de maintenance ou de conditions climatiques difficiles. En hiver, même un seul renouvellement d'air horaire sans humidification peut entraîner une chute de l'humidité relative en dessous des seuils critiques.

Le système d'humidification doit donc être hautement fiable et conçu pour minimiser autant que possible les temps d'arrêt, garantissant un fonctionnement ininterrompu à tout moment.

La préférence doit être accordée aux systèmes capables de réduire les temps d'arrêt liés à la maintenance. En général, les humidificateurs alimentés en eau déminéralisée nécessitent moins de maintenance, car les dépôts de calcaire sont évités, ceux-ci devraient sinon être éliminés périodiquement et peuvent nécessiter le remplacement de composants.

Une grande fiabilité signifie que l'humidificateur peut assurer une continuité de fonctionnement accrue. Dans le cas des humidificateurs isothermes, les solutions permettant le préchauffage de l'eau dans le cylindre de vapeur sont particulièrement avantageuses.

Des avantages supplémentaires peuvent être obtenus lorsque des fonctions de rotation et de redondance sont mises en œuvre dans les humidificateurs. La fonction de rotation permet un fonctionnement alterné des unités, équilibrant les heures de service et prolongeant les intervalles de maintenance. La fonction de redondance garantit un fonctionnement continu : si un humidificateur tombe en panne en raison d'une maintenance ou d'une défaillance, l'humidification n'est pas interrompue, car une autre unité compense la capacité manquante.

Un système d'humidification intégrant ces deux caractéristiques - fonctionnement avec eau déminéralisée et fonctions de rotation et de redondance - représente la solution la plus fiable. Dans de tels systèmes, la production d'humidité n'est pas interrompue, même lors d'interventions de maintenance mineures.





Efficacité énergétique

Des systèmes efficaces consommant moins d'énergie contribuent à réduire les coûts d'exploitation tout en garantissant la conformité avec les dernières réglementations en matière de climatisation des bâtiments. Certaines technologies et humidificateurs disponibles sur le marché intègrent des fonctionnalités avancées qui justifient des coûts d'investissement initiaux plus élevés grâce à des économies plus importantes à long terme.

Du point de vue de la consommation énergétique, les humidificateurs isothermes sont désavantagés par rapport aux autres technologies. Leur principe de fonctionnement repose sur l'ébullition de l'eau, nécessitant environ 750 W par litre d'eau évaporée.

Les humidificateurs équipés de résistances électriques ou d'électrodes immergées fournissent leur production électriquement et entraînent donc des coûts d'exploitation élevés, en particulier pour des charges d'humidification importantes. Les systèmes d'humidification adiabatique figurent parmi les solutions les plus économes en énergie, car la consommation électrique des pompes haute pression et des éléments piézoélectriques ultrasoniques est extrêmement faible. En outre, en fonctionnement hivernal, l'énergie nécessaire à l'évaporation peut être fournie directement par le système de chauffage existant.

Si l'effet de refroidissement par évaporation doit être exploité en été, les humidificateurs adiabatiques constituent le choix privilégié. Cette approche offre le plus grand potentiel dans les climats chauds et secs, car l'air est simultanément humidifié et refroidi, maximisant les économies d'énergie. L'effet de refroidissement est d'environ 0,7 kW par litre d'eau évaporée, avec une consommation d'énergie très faible.

Le refroidissement évaporatif indirect réduit encore la consommation d'électricité en été : en humidifiant et en refroidissant l'air extrait avant son passage dans une unité de récupération de chaleur, la charge du système de traitement d'air est réduite.

Connectivité

Bien que les fonctions de connectivité ne soient pas strictement essentielles dans les systèmes d'humidification, elles deviennent de plus en plus importantes, en particulier dans les installations complexes avec plusieurs points de consigne — comme celles que l'on trouve dans les hôpitaux. Elles répondent au besoin d'acquisition de données, de surveillance et de gestion des systèmes.

Par conséquent, les systèmes CVC pris en charge par des systèmes de gestion technique du bâtiment (GTB), avec une gestion centralisée multisite et le contrôle des systèmes d'humidification, deviennent de plus en plus courants. Il est donc essentiel que les humidificateurs soient équipés de protocoles de communication largement utilisés tels que Modbus et BACnet.

Les humidificateurs HygroMatik peuvent être surveillés à distance via une passerelle dans un réseau local ou via LTE. Cela permet l'exploitation et la configuration de l'ensemble du système d'humidification via un PC ou une

tablette. Lorsqu'elle est connectée à un système de surveillance central, l'installation peut également être gérée à distance. Cela simplifie considérablement la gestion des nombreuses unités installées dans les installations hospitalières.

Sécurité hygiénique	Fiabilité	Efficacité énergétique	Connectivité
<ul style="list-style-type: none"> • Humidification à la vapeur • Absence de stagnation d'eau • Rinçages périodiques • Eau déminéralisée • Matériau résistant à la corrosion • Désinfection UV • Capteur de limite • Signal de libération provenant du ventilateur de la CTA • Certification d'hygiène 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctions de rotation et de redondance • Réduction des temps d'arrêt liés à la maintenance • Eau déminéralisée • Préchauffage de l'eau et réduction des cycles de purge à des fins de dilution 	<ul style="list-style-type: none"> • Humidification adiabatique • Refroidissement par évaporation • Coûts d'exploitation réduits pour les humidificateurs à gaz 	<ul style="list-style-type: none"> • Protocoles de communication intégrés (Modbus, BACnet) • Compatibilité avec les systèmes de gestion technique des bâtiments (GTB) et commande à distance

7. Systèmes de distribution pour vapeur / brouillard d'eau

Dans les applications hospitalières, les systèmes de distribution d'humidité sont installés dans les conduits d'air. Ils se composent de tuyaux de distribution perforés et se différencient principalement selon qu'ils sont alimentés en eau à haute pression ou en vapeur.

Leur efficacité est exprimée en termes d'efficacité d'absorption. Ce paramètre clé mesure la quantité d'eau effectivement absorbée par l'air par rapport à la quantité totale d'eau introduite dans le conduit d'air. Les gouttelettes atomisées qui ne sont pas entièrement absorbées, ou la vapeur qui se condense au contact des surfaces, contribuent à des pertes d'énergie et présentent un risque pour la sécurité hygiénique du système de conduits d'air.

Les systèmes de distribution d'eau à haute pression doivent être fabriqués en acier inoxydable et conçus en fonction des dimensions du conduit d'air. Les buses doivent être petites, suffisamment nombreuses et correctement espacées afin de couvrir la majeure partie de la section, sans nécessiter des distances d'absorption excessivement longues.

Les systèmes de distribution de vapeur atteignent généralement une efficacité d'absorption plus élevée. Toutefois, ils peuvent entraîner une recondensation lorsque la vapeur entre en contact avec des surfaces métalliques froides à l'intérieur du distributeur. Plusieurs mesures sont mises en œuvre pour limiter cet effet : des séparateurs de condensats à l'entrée du distributeur de vapeur ; des buses qui extraient la vapeur depuis le centre de la lance ; des couches d'isolation ou des coussins d'air qui protègent les surfaces externes contre des baisses de température excessives.

Un autre composant du système de distribution est le séparateur de gouttelettes, qui est utilisé exclusivement avec les humidificateurs adiabatiques. Pour les applications hospitalières, il doit être fabriqué en acier inoxydable et conçu pour un démontage et un nettoyage faciles.

Le conduit d'air doit comporter un bac de drainage incliné avec une sortie afin d'éviter la stagnation de l'eau. En outre, une série de solutions de conception peut être envisagée pour garantir que le système de traitement d'air puisse être désinfecté efficacement. Celles-ci incluent des cadres de distribution et des panneaux qui empêchent les infiltrations et assurent l'isolation thermique et acoustique du conduit, ainsi que des traitements de surface antibactériens spécialisés.

8. Systèmes de traitement de l'eau

L'objectif des systèmes de traitement de l'eau est d'améliorer la qualité de l'eau d'alimentation des humidificateurs afin d'optimiser leur fonctionnement et d'améliorer la qualité de l'air dans l'environnement humidifié. Pour cette raison, les humidificateurs adiabatiques et certains types d'humidificateurs isothermes utilisés dans les installations hospitalières doivent toujours être combinés avec un système de traitement de l'eau.

Le traitement de l'eau pour l'humidification implique principalement l'adoucissement de l'eau et l'osmose inverse.

Adoucissement de l'eau

L'adoucissement de l'eau réduit la dureté temporaire de l'eau ; cependant, il ne la purifie pas. Les sels de calcium et de magnésium responsables de la formation de tartre sont remplacés par du sodium lors de la régénération. Cela permet de réduire les dépôts de calcaire dans les humidificateurs isothermes fonctionnant avec de l'eau à haute températures. La teneur globale en sels n'est pas réduite. L'eau adoucie est recommandée pour le fonctionnement des humidificateurs à vapeur à résistances.

Osmose inverse

L'osmose inverse réduit la conductivité de l'eau en diminuant la concentration de sels dissous. Ce traitement non seulement empêche la formation de tartre dans l'humidificateur, mais purifie également l'eau. Grâce à l'osmose inverse, les humidificateurs peuvent fonctionner dans des conditions optimales, améliorant ainsi la qualité de l'air dans l'environnement humidifié au bénéfice à la fois des occupants et des équipements.

Les systèmes de traitement de l'eau doivent impérativement présenter les caractéristiques suivantes : facilité d'entretien, fonction de désinfection par UV intégrée pour éliminer toutes les bactéries, taux de déminéralisation élevé (qui indique la quantité d'« eau pure » produite par rapport à l'eau consommée).

9. Critères de sélection des humidificateurs

Le système d'humidification le plus adapté à une zone hospitalière donnée dépend des caractéristiques spécifiques de chaque installation. Toutefois, un certain nombre de critères techniques généraux de sélection peuvent être pris en compte.

Comme expliqué dans le chapitre suivant, la législation peut exiger l'humidification par vapeur dans certaines zones hospitalières. Dans le cas contraire, les principaux critères de sélection incluent la capacité d'humidification requise, l'espace disponible dans le conduit d'air, les coûts d'exploitation et les coûts d'investissement.

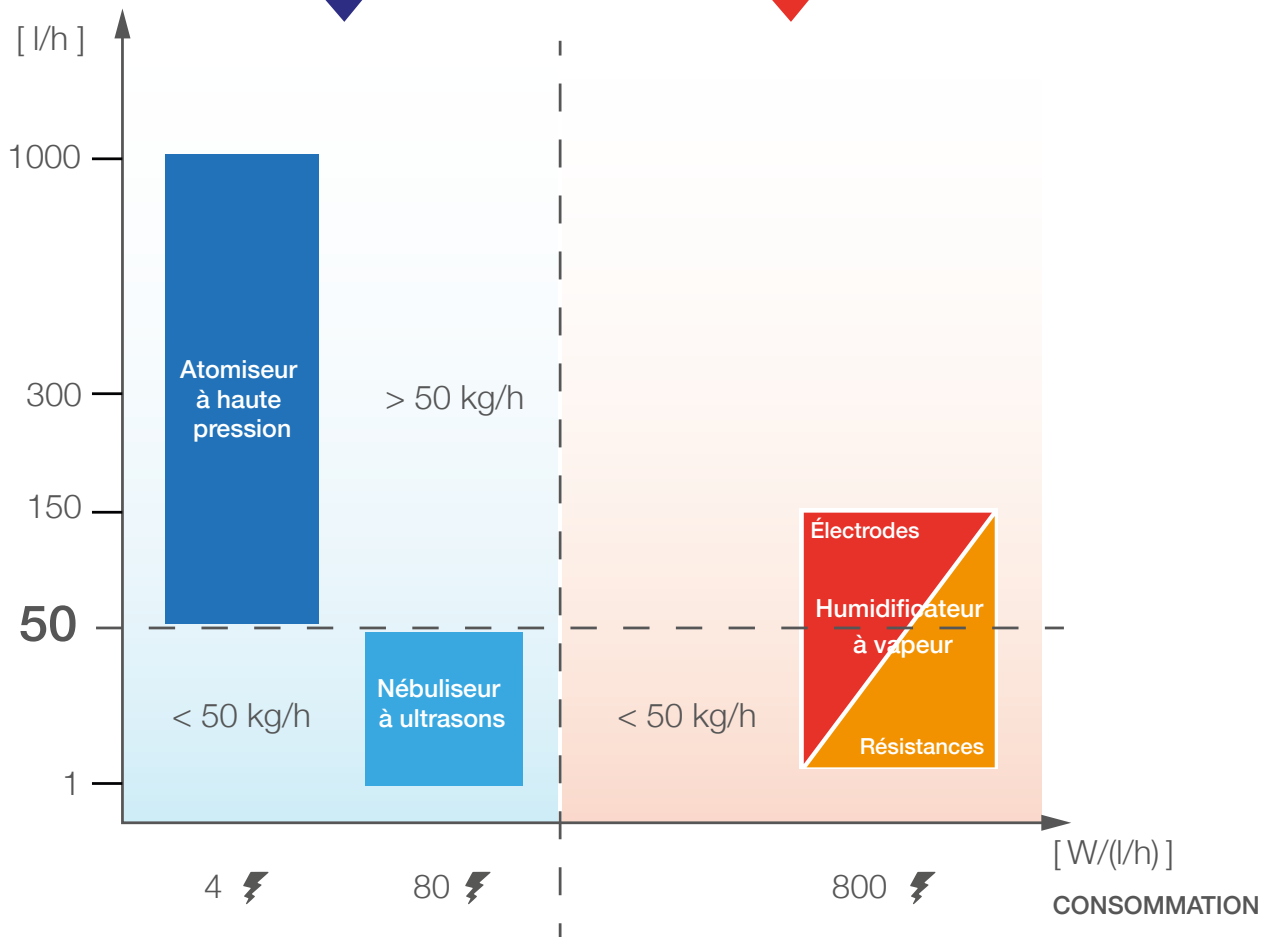
En général, les humidificateurs adiabatiques offrent des coûts d'exploitation très faibles, des coûts d'investissement initiaux plus élevés, et nécessitent des distances d'absorption plus longues dans le conduit d'air. En raison de leurs coûts d'exploitation horaires plus faibles par litre de brouillard d'eau, les systèmes de pulvérisation haute pression sont plus adaptés aux charges d'humidification élevées que les humidificateurs à ultrasons. Certains modèles sont également capables - en utilisant une seule pompe - de fournir une humidification directe de l'air de soufflage (en hiver) et une humidification indirecte de l'air extrait (en été).

Les humidificateurs isothermes présentent des coûts d'investissement initiaux plus faibles mais des coûts d'exploitation plus élevés. Ils sont particulièrement adaptés aux charges d'humidification faibles à moyennes ou dans les applications où leur utilisation est exigée par la législation. Indépendamment de la technologie sélectionnée, il doit être garanti que les solutions répondent aux exigences techniques en matière de sécurité hygiénique et de fiabilité, et qu'elles offrent des fonctionnalités d'efficacité énergétique et de connectivité adaptées aux applications hospitalières.

- Faibles coûts d'exploitation à haut débit
- Exploitation de l'effet de refroidissement par évaporation

- L'humidification par vapeur est obligatoire
- Faible coût d'investissement et faible capacité
- Trajet d'absorption très court dans le conduit d'air

CHARGE D'HUMIDIFICATION



⚡ Consommation électrique

Cadre réglementaire

Les caractéristiques des systèmes CVC et des systèmes d'humidification sont régies par la législation régionale, nationale et internationale, tant en Allemagne qu'à l'étranger.

En raison de son importance critique, la gestion du risque de Legionella fait l'objet d'une réglementation distincte.

Paramètres réglementaires

Le traitement de l'air, et en particulier l'humidification, sont strictement réglementés par des législations régionales, nationales et internationales, en fonction de l'environnement hospitalier spécifique. Les blocs opératoires requièrent les conditions thermo-hygrométriques et de qualité d'air les plus strictes. D'autres zones, telles que les services hospitaliers, les salles de consultation, les vestiaires et les salles de stockage pharmaceutique, sont soumises à des exigences différentes.

De nombreux paramètres sont réglementés. Les plus importants incluent :

- la plage acceptable de température et d'humidité dans l'espace
- le nombre de renouvellements d'air par heure dans les zones occupées

Des paramètres supplémentaires concernent les niveaux de contamination admissibles, le type et l'efficacité des filtres, le temps de décontamination, le type de flux d'air, la conception et le positionnement des diffuseurs d'air, la vitesse de l'air, la différence maximale de température entre l'air soufflé et l'air ambiant, la présence de gaz anesthésiques et les niveaux de bruit admissibles.

Les réglementations varient souvent d'un pays à l'autre. Toutefois, les exigences les plus récentes et les plus strictes sont alignées sur les spécifications thermo-hygrométriques présentées dans ce document.

La gestion du risque de Legionella est régie par une législation spécifique dans chaque pays. Celle-ci comprend généralement :

- des exigences de conception visant à réduire les risques liés aux Legionella
- des facteurs favorisant la prolifération des Legionella (températures de l'eau entre 20 et 50 °C, tuyauteries à faible débit, utilisation saisonnière ou intermittente des systèmes, qualité de l'eau, utilisation de caoutchouc dans les raccords, etc.)
- des exigences concernant les situations et les lieux où des évaluations du risque Legionella doivent être réalisées
- des méthodes d'échantillonnage et d'analyse
- des procédures de désinfection
- le nettoyage et la maintenance de routine

Ces paramètres définissent à la fois les valeurs cibles et les caractéristiques de conception des systèmes CVC. Les normes internationales et allemandes imposent des restrictions quant aux types d'humidificateurs autorisés dans certains environnements.

Les blocs opératoires constituent les environnements les plus strictement contrôlés. Ils doivent généralement être alimentés par des systèmes de traitement d'air utilisant exclusivement des humidificateurs isothermes. Les normes de référence actuelles pour le marché allemand incluent DIN 1946-4, VDI 6022-3 (2002) et le rapport Legionella and Legionellosis (05/2005) [source : AiCARR].

Aux États-Unis, depuis 2013, l'utilisation de systèmes de pulvérisation adiabatiques à haute pression est autorisée dans les blocs opératoires, à condition que des mesures strictes soient mises en œuvre pour garantir la sécurité hygiénique. Celles-ci incluent l'utilisation de systèmes d'osmose inverse avec désinfection UV pour le traitement de l'eau, des séparateurs de gouttelettes et des capteurs d'humidité à seuil maximal, l'interdiction de la recirculation de l'eau, ainsi que le fonctionnement interverrouillé permettant l'humidification uniquement lorsque le ventilateur de l'unité de traitement d'air est en marche. De nombreuses caractéristiques de sécurité hygiénique décrites ici sont imposées comme exigences minimales par la législation.

10. Législation allemande

Paramètres réglementaires		DIN 1946-4
Conditions thermo-hygro-métriques	Température de l'air soufflé, humidité relative	19-26 °C, réglable ; HR conformément à DIN 13779
	Δt maximal entre la température de l'air soufflé et la température ambiante	Non spécifié
Classification de la contamination	Classe ISO requise	Classification selon le RKI : Classes Ia, Ib, II
	Mesure de la contamination	Nombre de bactéries et concentration de particules
Surface minimale au sol (bloc opératoire)		Non spécifié
Air neuf et air recyclé	Recirculation autorisée ?	Oui, en utilisant l'air du même groupe de pièces
	Débit horaire d'air extérieur	1200 m ³ /h air extérieur
Filtration	Exigences relatives aux filtres	Étape 1 : F5 (F7 recommandé) Étape 2 : F9 Étape 3 : H13 (à une distance de 0,5 m des pièces)
	Positionnement des filtres	Étape 1 : en amont de l'unité de traitement d'air Étape 2 : dans l'air soufflé Étape 3 : dans l'air soufflé
Temps de décontamination		Non spécifié
Types de flux d'air	Flux recommandé	Flux de déplacement pour les salles de type A ; Flux de déplacement ou mixte pour les salles de type B vv
	Appareils dédiés	Non spécifié
Vitesse de l'air	Niveau de turbulence maximal admissible dans les blocs opératoires	Non spécifié
	Limite de vitesse de l'air dans les blocs opératoires	Non spécifié
	Vitesse de l'air à la sortie du diffuseur	Minimum 0,23 m/s en aval du filtre
Subdivision des locaux	Subdivision du service opératoire	Référence au tableau 2 de la norme
	Locaux avec différents niveaux de contamination	Classe de salle I (exigences élevées de contrôle microbiologique, par ex. blocs opératoires)
	Méthodes de contrôle de la contamination	Flux d'air entre les pièces défini par une tabulation croisée afin de déterminer la direction du flux
Disposition des terminaux d'air	Air soufflé	Non spécifié
	Air extrait	En haut (air recyclé) et en bas (air extrait)
Gaz anesthésiques	Limites de concentration dans les blocs opératoires	N ₂ O = 25 ppm; Gaz halogénés = 2 ppm; Limite supérieure basée sur les valeurs NIOSH
Débit minimal d'air (mode veille)		Minimum 2 m/s dans les conduits en amont des filtres HEPA
Niveau sonore maximal admissible		48 dB(A)

Source des données : AiCARR

11. Conclusions

L'humidification est plus importante dans l'exploitation hospitalière qu'il n'y paraît au premier abord. Elle influence :

- le développement des agents pathogènes et la transmission des infections entre patients
- la protection des équipements médicaux contre les décharges électrostatiques
- le confort thermique des patients et les performances du personnel médical

De nombreuses études démontrent que la plage optimale d'humidité relative se situe entre 40 % et 60 % HR. Les mêmes réglementations qui régissent la conception et la construction des systèmes CVC et d'humidification pour les hôpitaux exigent que ces valeurs soient respectées.

Pour cette raison, les systèmes d'humidification constituent un élément obligatoire dans les établissements hospitaliers. Leurs composants doivent répondre à des exigences spécifiques à l'application en matière de sécurité hygiénique, de fiabilité et de connectivité. Lorsque cela est possible, le choix d'humidificateurs adiabatiques ou isothermes haute performance permet d'équilibrer les besoins d'humidification avec les objectifs d'efficacité énergétique dans des environnements énergivores tels que les hôpitaux.

Ces décisions ont un impact significatif non seulement sur l'état de santé des patients hospitaliers, mais également sur les coûts sociétaux qui y sont associés.

Bibliographie

1. Taylor S. (2016), „Breathe Easy: two basic steps to improve patient outcomes and healthcare reimbursement“
2. Taylor S., Hugentobler W. (2016), „Is low indoor humidity a driver for healthcare-associated infections?“
3. Noti J.D., Blachere F.M., McMillen C.M., Lindsley W.G., Kashon M.L., Slaughter D.R., et al. (2013), „High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs“
4. Robert Koch Institut, Pressemitteilung 2019, Neue Schätzung zur Krankheitslast durch Krankenhaus-Infektionen, https://www.rki.de/DE/Content/Service/Presse/Pressemitteilungen/2019/14_2019.html
5. John M Kolyer, Donald E Watson (1999), „ESD from A to Z : electrostatic discharge control for electronics“
6. U.S. Department of Defense, Military Handbook 263B (1994), „Electrostatic discharge control handbook for protection of electrical and electronic parts, assemblies and equipment“
7. Wyon David P., Fang Lei, Lagercrantz Love, Fanger P. Ole (2005), „Experimental determination of the limiting criteria for human exposure to low winter humidity indoors“
8. World Health Organizations (2007), „Legionella and the prevention of legionellosis“
9. ASHRAE Standard 170-2013 Addendum M (2016), „Ventilation of Health Care Facilities“
10. Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blausen_0766_RespiratoryEpithelium.png

Notre service pour une satisfaction client optimale

- Une grande disponibilité des pièces de rechange
- Assistance technique +49 4193 895-293
ou hotline@hygromatik.com
- HygroMatik distribue ses produits dans plus de 45 pays
- Modes d'emploi, données de planification
et offre de formations en ligne sur
www.hygromatik.com

HygroMATIK[®]
member of CAREL group 

HygroMatik GmbH

Lise-Meitner-Str. 3
24558 Henstedt-Ulzburg
Germany

T +49 4193 895-0
hy@hygromatik.de
www.hygromatik.com



Suivez-nous sur

LinkedIn[®]

