

Climat intérieur

Synthèse et enjeux

Souligner l'importance
d'un air intérieur sain
et de bâtiments durables



Prenez une grande inspiration

Dans les 10 secondes qui suivent notre naissance, nous prenons notre première bouffée d'air. Puis nous continuons ainsi pour le reste de notre vie, à raison de 15 respirations par minute, soit 11 000 litres par jour¹.

Cela vous fait prendre conscience de la quantité considérable d'air qui traverse notre corps au cours d'une vie. Maintenant, considérez que nous passons 90% de notre vie à l'intérieur² et vous commencez à comprendre à quel point la qualité de l'air intérieur est importante. Tout environnement contient des polluants à des degrés divers, mais l'air intérieur peut être jusqu'à cinq fois plus pollué que l'air extérieur³. Beaucoup d'efforts sont faits pour réduire les émissions qui polluent l'air extérieur. Cependant, on accorde moins d'attention à l'air intérieur.

Comment savoir si l'air que nous respirons est bon ou mauvais ? Quels sont les risques pour la santé liés à une mauvaise qualité de l'air intérieur, et comment définit-on un air sain ? Comment les bâtiments durables contribuent-ils à améliorer les environnements intérieurs, et inversement ?

Pour répondre à ces questions, nous avons rassemblé des informations provenant d'un large éventail de sources et les avons compilées dans un document clair, pédagogique et accessible.

Considérez-le comme un exposé sur le climat intérieur, conçu pour apporter un éclairage indispensable sur l'air invisible qui nous entoure et sur son importance.



15 respirations
par minute

11 000 litres par jour

Informations clés

L'air intérieur, ça compte

La qualité de l'air intérieur a un impact majeur sur notre santé, notre productivité et la longévité des bâtiments, mais elle est souvent négligée par rapport à l'air extérieur.

—> [Plus d'informations en page 2](#)



Différences régionales

En Europe, la qualité de l'air intérieur varie selon les régions en raison des différences de climat, d'isolation et de ventilation. L'Europe du Nord bénéficie à la fois d'un air extérieur plus pur et d'une meilleure ventilation mécanique, tandis que l'Europe de l'Est et l'Europe du Sud sont confrontées à des défis plus importants.

—> [Plus d'informations en page 6](#)

Cinq facteurs pour un air sain

Cinq facteurs clés définissent la qualité de l'air intérieur : le dioxyde de carbone, la température, l'humidité, les particules en suspension et les composés organiques volatils. Une mauvaise qualité de l'air peut entraîner des maux de tête, de la fatigue, des problèmes respiratoires et une baisse des performances cognitives.

—> [Plus d'informations en page 9](#)





La politique, moteur du changement

Les politiques européennes telles que la directive sur la performance énergétique des bâtiments visent à améliorer l'efficacité énergétique, le climat intérieur et la durabilité des bâtiments, soutenant ainsi l'objectif du pacte vert pour l'Europe d'atteindre un parc immobilier neutre en carbone d'ici 2050.

—> *Plus d'informations en page 18*

Les bâtiments sains sont plus performants

Les bâtiments plus sains sont plus durables et plus efficaces. Une isolation, une ventilation et une isolation acoustique adéquates réduisent les maladies, améliorent le bien-être et diminuent les émissions. Des solutions intelligentes, contrôlées en fonction de la demande, peuvent réduire la consommation d'énergie jusqu'à 50%.

—> *Plus d'informations en page 19*



Tout le monde a un rôle à jouer

En fin de compte, un air intérieur de bonne qualité profite à tout le monde, et cela ne dépend pas uniquement des réglementations.

Les particuliers et les organisations peuvent et doivent exiger des environnements intérieurs plus sains à la maison, au travail et ailleurs.

—> *Plus d'informations en page 21*

Quelle qualité d'air respirons-nous en Europe ?

Bien qu'il n'existe pas suffisamment d'études pour comparer de manière exhaustive la qualité de l'air intérieur à travers l'Europe, l'air extérieur est mieux documenté, ce qui est important, car il a une incidence directe sur l'air que nous respirons à l'intérieur. Nous avons besoin d'un apport constant d'air extérieur pour remplacer l'air vicié de l'intérieur, qui est plus susceptible d'accumuler des polluants et de réduire le confort⁴. Mais que se passe-t-il si l'air extérieur est pollué ?

L'air pénètre dans les bâtiments de trois manières : par les fissures et les interstices (infiltration), par les fenêtres ou les portes ouvertes (ventilation naturelle) ou par des systèmes contrôlés (ventilation mécanique). C'est pourquoi les méthodes d'isolation et de ventilation sont importantes. Plus le taux de renouvellement de l'air extérieur par rapport à l'air intérieur est élevé, plus le risque de pollution est faible⁴. L'infiltration présente le taux de renouvellement d'air le plus faible, tandis que la ventilation mécanique présente le taux le plus élevé, souvent associé à un filtre qui traite la pollution de l'air extérieur.

La qualité de l'air, l'isolation et la ventilation ont toutes une influence sur l'air intérieur et mettent en évidence les différences de conditions et de besoins entre les régions européennes. Pour avoir une bonne vue d'ensemble, nous nous sommes concentrés sur quatre régions : le nord, l'ouest, le sud et l'est. Nous avons choisi de comparer la qualité de l'air en termes de quantité de particules de poussière (appelées PM_{2,5}) présentes dans l'air sur une base annuelle, car des études montrent que celles-ci ont des effets plus importants et plus constants sur la santé que d'autres⁵.

Isolation et ventilation

En Europe du nord, les maisons sont bien isolées grâce à une construction étanche à l'air et à des fenêtres à triple vitrage, ce qui nécessite une ventilation

mécanique pour maintenir la qualité de l'air⁹. En Europe occidentale, l'isolation est généralement bonne, en particulier en Allemagne et aux Pays-Bas, bien que les maisons plus anciennes reposent souvent sur une ventilation passive^{10, 11, 12}.

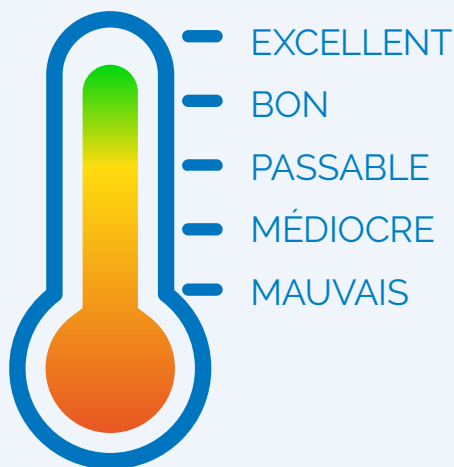
En Europe du sud, l'isolation a toujours été médiocre en raison du climat chaud, et la ventilation naturelle reste la norme, même si les systèmes mécaniques sont de plus en plus courants dans les bâtiments récents^{13, 14}. L'Europe de l'est présente une situation mitigée : les bâtiments récents sont mieux isolés, mais les plus anciens manquent souvent d'une ventilation adéquate, ce qui entraîne des problèmes d'humidité et de moisissure¹⁵.

L'UE souhaite relever les normes

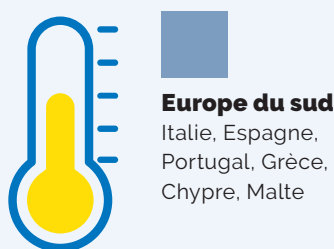
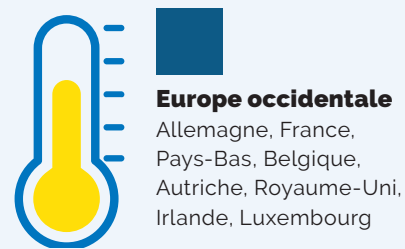
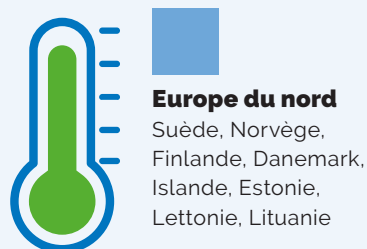
Il est intéressant de noter que les régions où la qualité de l'air extérieur est la plus mauvaise sont également celles où l'accès à la ventilation mécanique est le plus limité. Ces régions ont généralement un climat plus chaud, alors que les climats plus froids impliquent traditionnellement une meilleure isolation pour conserver la chaleur, et une meilleure isolation exige une ventilation plus importante. Les directives européennes telles que la directive sur la performance énergétique des bâtiments incitent toutes les régions à améliorer l'isolation des bâtiments et à recourir davantage à la ventilation mécanique afin d'améliorer l'efficacité énergétique et la qualité de l'air intérieur.



Indicateur de qualité de l'air



* Le thermomètre est notre propre illustration, basée sur la recommandation de l'organisation mondiale de la santé concernant la qualité de l'air, qui préconise une concentration maximale moyenne annuelle de 5 microgrammes de PM_{2,5} par mètre cube d'air⁶, et sur les mesures de la concentration moyenne annuelle de PM_{2,5} effectuées par l'agence européenne pour l'environnement^{7,8}.





Facteurs pour un air intérieur sain

Qu'est-ce qui caractérise un air intérieur sain et de bonne qualité ? Dans cette note d'information, nous nous concentrerons principalement sur les facteurs communément admis au niveau international pour définir la qualité de l'air intérieur.

Ce sont :

- 1. le dioxyde de carbone**
- 2. l'humidité relative**
- 3. la température**
- 4. les particules en suspension**
- 5. les composés organiques volatils**

Grâce à la numérisation et à la technologie des capteurs, tous ces facteurs peuvent désormais être surveillés en continu et en temps réel, souvent intégrés dans des systèmes de gestion des bâtiments ou des moniteurs de qualité de l'air intérieur.

En d'autres termes, nous pouvons visualiser l'invisible.



1 000 ppm

Des niveaux de dioxyde de carbone supérieurs à 1000 ppm peuvent nuire à la concentration et à la prise de décision.

1. Comment le dioxyde de carbone nous affecte-t-il ?

Le dioxyde de carbone est un gaz naturel inodore. Nous l'expirons, mais il peut également provenir de sources telles que les radiateurs, les sèche-linges et les cuisinières. À l'intérieur, vous trouverez des concentrations beaucoup plus élevées, souvent directement liées au nombre de personnes présentes. Des niveaux élevés sont le signe d'un air vicié qui contient généralement plus de particules et de polluants¹⁶.

Que constatez-vous ?

Des niveaux trop élevés peuvent provoquer des symptômes courants tels que maux de tête, somnolence, difficultés de concentration et baisse de productivité¹⁶.

Quel objectif viser ?

On considère généralement qu'une concentration comprise entre 400 et 800 molécules par million est idéale pour se sentir à l'aise. Dans les bâtiments bien ventilés, la concentration est généralement comprise entre 600 et 800, et à l'extérieur, elle est comprise entre 350 et 450¹⁷.

Ce que vous pouvez faire

La meilleure façon de réduire le dioxyde de carbone est d'augmenter le débit d'air en augmentant la puissance du système de ventilation. Si cela n'est pas possible, ouvrir les portes ou les fenêtres est la solution la plus simple. À condition, bien sûr, que l'air extérieur soit propre.

2. Humidité relative, un facteur de santé absolu

L'humidité relative indique la quantité d'humidité présente dans l'air par rapport au maximum qu'il peut contenir à la température actuelle. L'air chaud contient plus d'humidité que l'air froid, donc lorsque la température augmente, l'humidité relative diminue et vice versa. Une faible humidité est plus fréquente en hiver, lorsque l'air froid se réchauffe à l'intérieur, rendant l'air très sec.

Que constatez-vous ?

De faibles niveaux peuvent irriter les muqueuses et nous rendre plus vulnérables aux virus responsables du rhume. C'est également une cause fréquente de saignements de nez, de sécheresse oculaire ou cutanée, de gêne au niveau des sinus. Des niveaux élevés peuvent favoriser la prolifération de moisissures et d'autres contaminants biologiques, entraînant des symptômes tels que des éternuements, un écoulement nasal, des yeux rouges et des éruptions cutanées, tout en déclenchant des crises d'asthme^{23, 24}.

Quel objectif viser ?

Après avoir examiné les recherches, notre évaluation globale est que le niveau adéquat se situe entre 40 et 60%. Il s'agit d'un niveau sain tant pour les personnes que pour les bâtiments, qui ne provoque pas de moisissures, d'irritations ou de transmission de virus²⁵.

Ce que vous pouvez faire

La solution la plus simple lorsque l'air est trop sec est de baisser légèrement la température. Lorsque l'humidité atteint des niveaux trop élevés, augmentez la ventilation pour la faire redescendre. Un déshumidificateur peut être utile dans certaines situations spécifiques, comme en cas de dégâts des eaux ou pour maintenir un taux d'humidité très précis. Si le taux d'humidité est vraiment élevé, il peut être utile de vérifier vos tuyaux et votre plomberie pour détecter d'éventuelles fuites d'eau.

40–60%

Le taux d'humidité idéal à l'intérieur se situe entre 40 et 60%, ce qui permet d'équilibrer confort et santé.

3. Température, des faits concrets sur un sujet brûlant

La température est souvent le point de départ lorsque nous parlons de l'air intérieur, et ce pour une bonne raison. C'est le facteur le plus perceptible et le plus facile à régler. Mais ce que nous recherchons réellement, c'est le confort thermique, défini comme "l'état d'esprit qui exprime la satisfaction à l'égard de l'environnement thermique"¹⁸. Ce qui est considéré comme confortable varie en fonction de l'âge, des vêtements, de la santé et des préférences personnelles. Si la température joue un rôle central, le confort thermique ne dépend pas uniquement de celle-ci. La température

radiante, la circulation de l'air, l'humidité, les vêtements et le niveau d'activité contribuent tous à notre sensation de confort à l'intérieur.

Que constatez-vous ?

Lorsque les températures sont trop élevées, nous sommes fatigués et avons des difficultés à nous concentrer. Cela peut également aggraver la pollution déjà présente. Lorsque les températures sont trop basses, nous avons du mal à accomplir des tâches physiques. Les températures élevées et basses peuvent affecter les capacités mentales, la capacité de travail, la force et la mobilité¹⁹.



Quel objectif viser ?

En général, la température intérieure idéale est comprise entre 23 et 26°C en été et entre 20 et 24°C en hiver^{20, 21}. En été, la température intérieure doit être plus élevée, car les vêtements légers et la grande différence avec la température extérieure nous feraient autrement ressentir le froid à l'intérieur. La température de notre corps baisse naturellement pendant le sommeil, c'est pourquoi une pièce plus fraîche facilite l'endormissement et le sommeil. Réglez le thermostat entre 16 et 20°C pour un sommeil plus confortable²².

Ce que vous pouvez faire

Tout d'abord, vous connaissez probablement la température que vous préférez. Si nous parlons de régler la température d'un espace plus grand accueillant un groupe de personnes, il existe des outils permettant de calculer le confort thermique. Des indicateurs tels que le vote moyen prédit (PMV), le pourcentage d'insatisfaction (PPD) et le taux de courant d'air sont utilisés pour estimer comment les personnes se sentiraient dans un espace, qu'il soit trop chaud, trop froid ou affecté par les courants d'air. Ceux-ci aident les concepteurs à créer des environnements confortables pour la plupart des occupants.

sta 11 Akalla
EMSPLAN



La réduction des polluants intérieurs commence par la **ventilation**, l'utilisation de **produits intelligents** et la **sensibilisation**

4. Pourquoi les particules sont-elles importantes ?

Les particules (PM) sont des particules de poussière qui flottent dans l'air qui nous entoure. Ces particules sont créées dans la nature par les tempêtes de sable et les incendies de forêt, par exemple, mais aussi par les combustibles fossiles utilisés dans les véhicules, les feux d'artifice, la fumée de tabac... Elles sont généralement classées en fonction de leur taille, les PM10 étant des particules de moins de 10 micromètres, et ainsi de suite.

Que constatez-vous ?

La plupart des particules restent généralement coincées dans les poumons, mais les plus petites peuvent pénétrer dans la circulation sanguine et se propager à d'autres organes. Des niveaux élevés de particules peuvent avoir des effets à court terme sur la santé, tels que des irritations des yeux, du nez, de la gorge et des poumons, de la toux, des éternuements, un écoulement nasal et un essoufflement²⁶.

Quel objectif viser ?

Les directives de l'OMS recommandent 5 microgrammes de PM2,5 par mètre cube d'air ou moins, par an⁶. Cela peut être mesuré à l'aide de capteurs pour vos espaces intérieurs.

Ce que vous pouvez faire

Tout d'abord, veillez à ce que vos locaux soient propres et exempts de poussière. Si vous disposez d'un système de ventilation, la plupart des particules provenant de l'extérieur peuvent être éliminées. Assurez-vous d'avoir un filtre HEPA de bonne qualité. Pour les particules déjà présentes à l'intérieur, vous pouvez également envisager d'acheter un purificateur d'air équipé de filtres HEPA.

5. Les mille et un gaz de notre quotidien

"Composés organiques volatils" (COV) est le nom collectif donné à des milliers de gaz différents produits et utilisés dans notre vie quotidienne. Leur concentration peut être jusqu'à dix fois plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur²⁷. On les trouve dans les produits d'entretien et les parfums, ils sont générés par des activités quotidiennes telles que la cuisine et le tabagisme, mais proviennent également des meubles et de divers matériaux de construction.

Que constatez-vous ?

Les effets à court terme peuvent inclure des maux de tête, des nausées, de la toux et des vertiges, ainsi que des irritations du nez, de la gorge et de la peau. Les effets à long terme peuvent être dissimulés sous des symptômes apparemment normaux, tels qu'une réaction allergique cutanée ou des crampes dans les jambes²⁸.

Quel objectif viser ?

La concentration idéale est de 300 microgrammes par mètre cube d'air ou moins. Les niveaux compris entre 300 et 500 sont considérés comme acceptables, mais au-delà, des irritations et des malaises peuvent commencer à apparaître²⁹.

Ce que vous pouvez faire

Une mesure simple consiste à supprimer ou à réduire le nombre de produits qui émettent ces gaz. Lisez les étiquettes pour vous assurer que les produits que vous achetez n'émettent pas ou peu de COV. Augmentez la ventilation lorsque vous utilisez des produits qui émettent des composés organiques volatils. Si vous ne disposez pas d'un système de ventilation, ouvrez les portes et les fenêtres pour créer une solution temporaire qui permettra d'évacuer l'air vicié et de faire entrer de l'air frais provenant de l'extérieur.



10x

L'air intérieur peut contenir jusqu'à 10 fois plus de polluants que l'air extérieur, en particulier dans les espaces mal ventilés.



L'air pur nous fait du bien

Créer des environnements avec un air intérieur sain nous permet de rester actifs, heureux et performants. Il ne s'agit pas seulement de réduire les effets négatifs sur la santé, mais aussi d'améliorer les effets positifs. Très souvent, les deux vont de pair. Examinons quelques-uns des avantages d'un environnement intérieur avec un air sain.

Libère du temps

L'amélioration de la ventilation et l'utilisation de filtres HEPA sont susceptibles de réduire les infections transmissibles par voie aérienne, comme le montre une étude selon laquelle les lieux de travail où l'air intérieur est sain enregistrent jusqu'à 35% moins d'arrêts maladie que ceux où la qualité de l'air est mauvaise³⁰. Être moins souvent malade nous permet de faire les choses que nous aimons autant que celles que nous devons faire.

Améliore les performances cognitives

Des recherches montrent que notre capacité à comprendre et à utiliser les informations peut augmenter de 172% et que notre capacité à gérer les crises peut augmenter de 97% dans un environnement intérieur où l'air est de bonne qualité³¹. De plus, une

bonne ventilation peut améliorer les performances cognitives des élèves jusqu'à 15%³². Plus la qualité de l'air est bonne, plus nous sommes aptes à traiter les informations !

Améliore le confort et le bien-être

Dans les environnements où l'air intérieur est sain, il n'y a pas de moisissures ni d'odeurs, pas d'irritation des yeux, du nez, de la gorge... On peut affirmer sans risque de se tromper que l'effet positif global se traduit par un sentiment général de confort et de bien-être à l'intérieur. Il s'agit d'un aspect tant mental que physique, qui permet par exemple de ne pas avoir à se soucier des maux de tête pendant les réunions ou des saignements de nez pendant les repas. Une étude récente menée auprès de personnes âgées en Chine suggère qu'une ventilation fréquente des pièces réduit les niveaux de dépression et d'anxiété³³.

Bâtiments durables et efficacité énergétique

Les bâtiments durables sont conçus pour offrir une durabilité et un confort à long terme tout en ayant un impact minimal sur l'environnement. En Europe, les bâtiments durables sont régis par la directive sur la performance énergétique des bâtiments, qui fixe des normes minimales de performance énergétique et soutient l'objectif du pacte vert pour l'Europe visant à atteindre la neutralité climatique du parc immobilier d'ici 2050.

Un air intérieur sain, des bâtiments sains

Un air intérieur sain préserve non seulement la santé des personnes, mais aussi celle des bâtiments. Une humidité élevée et une mauvaise ventilation peuvent entraîner la formation de condensation sur les murs, les fenêtres et les matériaux isolants. Cela crée des conditions propices au développement de moisissures, qui peuvent endommager le bois, les cloisons sèches et l'isolation³⁴. Les composés organiques volatils et autres gaz peuvent dégrader les peintures et les meubles, tandis que la poussière et autres particules peuvent obstruer les filtres et corroder les échangeurs³⁵.

Au fil du temps, une mauvaise qualité de l'air intérieur détériore les bâtiments et leurs systèmes. En revanche, les bâtiments sains sont plus durables et donc plus résistants.

Réduire le bruit

Créer un environnement intérieur sain ne se résume pas à la température et à la qualité de l'air : le bruit a également son importance. Un bruit excessif affecte le confort, le bien-être, la concentration et le sommeil³⁶, ce qui rend la réduction du bruit essentielle dans les maisons, les écoles et les lieux de travail. Les systèmes de ventilation mécanique peuvent générer

du bruit à l'intérieur, mais une conception et un contrôle acoustique appropriés permettent de le minimiser. Une bonne acoustique contribue également à la santé et à la durabilité des bâtiments, souvent reconnues dans des certifications telles que LEED et BREEAM. La réduction du bruit de ventilation améliore le confort et favorise un environnement intérieur plus sain et plus productif³⁷.

Économiser l'énergie, l'argent et réduire les émissions

Les systèmes de chauffage et de ventilation représentent environ 34% de la consommation énergétique des bâtiments commerciaux³⁸, soit la part la plus importante, ce qui rend l'efficacité énergétique particulièrement importante dans ce segment. Un système de ventilation à la demande utilise des capteurs pour fournir de l'air frais uniquement là où et quand cela est nécessaire, évitant ainsi toute consommation d'énergie inutile. Associés à des produits en acier recyclé ou décarboné, ces systèmes peuvent réduire à la fois la consommation d'énergie et les émissions de CO₂, tout en offrant une grande durabilité et un haut degré de recyclabilité.





Dernières réflexions

L'air extérieur et son niveau de pollution occupent les esprits tant du grand public que des instances dirigeantes. Il s'agit d'un enjeu important, étroitement lié à une autre question souvent oubliée ou négligée : l'air intérieur. Compte tenu du temps que nous passons à l'intérieur dans les pays occidentaux, l'air intérieur devrait bénéficier d'au moins autant d'attention que l'air extérieur, en particulier du point de vue de la santé.

L'UE a introduit des directives et des objectifs visant à accélérer le rythme de rénovation des bâtiments durables et économes en énergie. Si ces mesures incitatives sont principalement motivées par la volonté de réduire l'impact climatique et les coûts d'électricité, elles présentent également de nombreux avantages pour la santé, car ces rénovations imposent des exigences plus strictes en matière de ventilation et d'autres éléments qui améliorent la qualité de l'air intérieur. Aujourd'hui, nous constatons une différence significative dans les techniques de construction et l'utilisation de la ventilation à travers l'Europe. Cela s'explique naturellement par la diversité de nos climats, mais aussi par notre

manque de connaissances antérieur sur l'impact de l'air intérieur sur notre santé, sur les facteurs qui déterminent la qualité de l'air intérieur et sur la manière dont nous pouvons l'influencer. Les directives mentionnées contribuent à rationaliser à la fois les méthodes de construction et la ventilation, améliorant ainsi la qualité de notre air intérieur. Mais tout ne dépend pas de l'UE ou des gouvernements nationaux. Nous pouvons tous exiger une meilleure qualité de l'air sur nos lieux de travail, dans les salles de sport, les écoles, les hôtels et, surtout, dans nos maisons. Après tout, c'est notre santé qui est en jeu si l'air intérieur est de mauvaise qualité.

*Nous pouvons tous exiger
une meilleure qualité de l'air
dans nos salles de sport,
nos écoles, nos hôtels et, surtout,
dans nos maisons.*

Liste de références (en anglais)

1) Lung Basics – Lung Care Foundation

<https://lcf.org.in/lung-basics/#:~:text=We%20%E2%80%A6>

2) Indoor Air Quality (IAQ) – OSHwiki, EU OSHA

<https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/indoor-air-quality-iaq>

3) Report on the Environment: Indoor Air Quality – U.S. EPA

<https://www.epa.gov/report-environment/indoor-air-quality>

4) Introduction to Indoor Air Quality – U.S. EPA

<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>

5) Assessing Indoor Air – CEUR WS Conference Paper

<https://ceur-ws.org/Vol-3309/short13.pdf>

6) WHO Indoor Air Quality Guidelines – WHO

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>

7) Annual PM2.5 Concentrations in Europe – European Environment Agency

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/concentrations-pm2.5-annual?activeTab=8a280073-bf94-4717-b3e2-1374b57ca99d>

8) PM2.5 Annual Mean in European Countries – European Environment Agency (EEA)

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/pm2-5-annual-mean-in-2>

9) Appendix: Nordic Energy Research Report

<https://pub.norden.org/nordicenergyresearch2025-01/appendix-2.html>

10) Cooling of Residential Buildings in Germany – REHVA Journal

<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/cooling-of-residential-buildings-in-germany>

11) Energiesprong (retrofit initiative) – Wikipedia

<https://en.wikipedia.org/wiki/Energiesprong>

12) Net-Zero Historic Building Stock – UK Parliament Post

<https://post.parliament.uk/net-zero-and-the-uk-historic-building-stock/#:~:text=%E2%80%A6>

13) Thermal Insulation in Southern Europe Housing – ScienceDirect

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261924007700>

14) Climate Change & Thermal Comfort in Southern Europe Housing – NOVA Research

<https://novaresearch.unl.pt/en/publications/climate-change-and-thermal-comfort-in-southern-europe-housing-a-c>

15) Eastern Europe Building Energy Performance – Springer

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10215-y>

16) CO₂ Monitoring & Indoor Air Quality – REHVA Journal

<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/co2-monitoring-and-indoor-air-quality>

17) Ventilation & Health Protection – Public Health Agency of Sweden (Folkhälsomyndigheten)

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/halsoskydd/ventilation/>

18) ASHRAE 55 and ISO 7730 – Thermal Comfort Standards

19) Thermal Climate at Work: Heat Risks – Swedish Work Environment Authority (AV)

<https://www.av.se/inomhusmiljo/temperatur-och-termiskt-klimat-pa-arbetsplatsen/varme-kan-paverka-kroppen-negativt-och-oka-risken-for-olycksfall/>

20) Thermal Climate at Work: Cold Risks – Swedish Work Environment Authority (AV)

<https://www.av.se/inomhusmiljo/temperatur-och-termiskt-klimat-pa-arbetsplatsen/risker-med-kyla/>

21) ISO 15251 Table on Operative Temperature – NCBI

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553920/table/ch1.Tab2/>

22) Best Sleep Temperature – SleepFoundation.org

<https://www.sleepfoundation.org/bedroom-environment/best-temperature-for-sleep#:~:text=%E2%80%A6>

23) PubMed Study on Thermoregulation (1975)

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3709462/>

24) Effects of Indoor Air Humidity – REHVA Journal

<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/effects-of-indoor-air-humidity>

25) ASHRAE Technical Resources – Indoor Air Quality & Healthcare

<https://www.ashrae.org/technical-resources/healthcare>

26) Toxicological Profile for Particulate Matter – ATSDR/CDC

<https://www.atsdr.cdc.gov/pha-guidance/resources/atsdr-particulate-matter-guidance-508.pdf>

27) What Are VOCs? – U.S. EPA

<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-are-volatile-organic-compounds-vocs>

28) Information on VOCs – Minnesota Dept. of Health

<https://www.health.state.mn.us/communities/environment/air/toxins/voc.htm>

29) IAQM Interim Indoor Air Assessment Levels

https://iaqm.co.uk/wp-content/uploads/2013/02/Interim-PS-IAQ-Assessment-Levels-Appendix_20200617-1.pdf

30) Sick Leave & Indoor Air Quality – Indoor Air Journal (2000)

Title: IAQ Risk of Sick Leave Associated with Outdoor Air Supply Rate, Humidification, and Occupant Complaints. Indoor Air 2000;10.

31) Green Office Environments & Cognitive Function – Harvard T.H. Chan School

<https://www.hsph.harvard.edu/news/press-releases/green-office-environments-linked-with-higher-cognitive-function-scores/>

32) Ventilation, Symptoms, and Performance – ScienceDirect (2011)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132311002617?via%3Dihub>

33) Indoor Air Quality and Work Performance – Wiley Online Library (2024)

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2024/9943687>

34) HVAC Health Hazard Evaluation – NIOSH/CDC (2022)

<https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2022-0077-3422.pdf>

35) Agents of Deterioration – Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Agents_of_deterioration

36) Ventilation Noise & Sleep Quality – PubMed (2021)

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34085318/>

37) Effect of Ventilation on Viral Transmission – PMC (2020)

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7183564/>

38) Commercial Building Energy Consumption – ElectricityRates.com

<https://electricityrates.com/business-electricity/commercial-building-energy-consumption/>

39) Energy Performance of Buildings Directive – European Commission

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

40) DCV Systems Performance in European Dwellings – REHVA Journal

<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/performance-of-automated-demand-controlled-mechanical-extract-ventilation-systems-for-dwellings-in-europe>

41) EU Greenhouse Gas Emissions from Energy – EEA

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-energy>



Lindab AG - Plaquelette Indoor climate briefing - Novembre 2025

Lindab AG
 Industriestrasse 24
 8112 Otelfingen
 +41 58 800 31 00
www.lindab.ch



 **Lindab®**
 For a better climate