

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 109 (1983)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Taux d'aération minimaux: programme de recherche de l'Agence internationale de l'énergie -Annexe IX  
**Autor:** Wanner, Hans Urs  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74990>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Taux d'aération minimaux

## Programme de recherche de l'Agence internationale de l'énergie — Annexe IX

par Hans Urs Wanner, Zurich

La réduction des déperditions de chaleur dans les immeubles est une mesure d'économie d'énergie importante et également efficace. Cette réduction peut s'obtenir en améliorant l'isolation et l'étanchéité à l'air. La diminution de la ventilation naturelle qui en résulte entraîne cependant une dégradation de la qualité de l'air.

Les sources de pollution de l'air ambiant les plus fréquentes sont la fumée du tabac, les matériaux de construction, la combustion du gaz de chauffage et de cuisson ainsi que les produits ménagers. Parmi ces polluants possibles, ce sont avant tout ceux qui sont émis de manière continue par les aménagements intérieurs fixes qui présentent un danger pour la santé; une telle pollution doit être prévenue par la limitation des émissions. Pour éliminer les polluants émis directement par l'homme ou provenant de ses activités, il faut assurer un apport d'air frais minimal dont l'ampleur dépend de l'occupation et de l'affectation des locaux.

Cet apport d'air frais devrait être fixé de manière que la teneur en anhydride carbonique de l'air ne dépasse pas 0,15%. A cet effet, un apport d'air frais de 12-15 m<sup>3</sup> par heure et par personne suffit généralement; des volumes plus élevés sont nécessaires dans les pièces où l'on exerce une activité physique et dans celles où l'on fume.

Une mesure d'économie à la fois importante et efficace consiste à réduire les déperditions de chaleur provoquées par l'aération. Cela peut s'obtenir en améliorant l'étanchéité des fenêtres et des portes et en limitant le fonctionnement des installations de ventilation. La diminution de l'apport d'air frais qui en découle provoque cependant une dégradation de la qualité de l'air. C'est pourquoi, sur le plan de l'hygiène, la question se pose de savoir quels sont les apports d'air frais minimaux nécessaires pour assurer une qualité irréprochable de l'air ambiant dans les immeubles.

L'Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'EPFZ effectue depuis plusieurs années des études en vue d'élaborer des recommandations sur les taux d'aération minimaux dans les locaux d'habitation et de travail. Ces études ont lieu dans le cadre du programme de recherche Annexe IX «Minimum Ventilation Rates» de l'AIE; de plus, des contacts étroits sont entretenus avec un groupe de travail de l'Organisation mondiale de la Santé qui a déjà organisé

deux symposiums sur ce thème («Health Aspects Related to Indoor Air Quality» — Bilthoven 1979 et Nördlingen 1982). Les résultats attendus doivent fournir des bases pour l'établissement de prescriptions d'aération en Suisse. A cette fin des contacts étroits sont également entretenus avec l'Office fédéral de l'énergie, avec le LFEM ainsi qu'avec le groupe spécialisé de la SIA ad hoc.

### 1. Les sources de pollution de l'air ambiant

Les polluants de l'air ambiant peuvent provenir soit de l'air extérieur, soit de différentes sources situées dans les locaux mêmes (voir fig. 1).

Les polluants de l'air extérieur vicient l'air ambiant surtout dans les immeubles situés au voisinage de routes à grand trafic ou d'entreprises industrielles. Les plus importants parmi ces polluants sont le dioxyde d'azote, l'anhydride sulfureux, le monoxyde de carbone ainsi que le plomb et les sulfates

dans les poussières en suspension dans l'air; les concentrations de ces polluants mesurées dans les immeubles atteignent 50 à 80% de celles de l'air extérieur.

Pour ce qui est des émissions polluantes continues dues aux aménagements intérieurs, elles sont en majorité dues aux constituants des solvants contenus dans les matériaux utilisés ou entrant dans leur fabrication. Un polluant fréquent de l'air ambiant est le formaldéhyde; les sources possibles de cette pollution sont les panneaux de particules employés pour les meubles, les plafonds et les parois ainsi que — suivant leur mode d'utilisation — les mousses d'urée-formaldéhyde utilisées pour les isolations. L'ampleur des émissions de formaldéhyde dépend de la composition, du procédé de fabrication et de l'âge de ces matériaux. La quantité de formaldéhyde libérée croît avec la température et le degré d'humidité de l'air. Les pollutions importantes apparaissent surtout dans les immeubles neufs durant les mois d'été. Le formaldéhyde provoque — suivant sa concentration et la durée d'exposition — des irritations des yeux et de la gorge, des maux de tête, des vertiges et des troubles respiratoires; les pollutions permanentes — particulièrement en combinaison avec d'autres gaz irritants et avec les poussières en suspension — peuvent conduire à des affections des organes respiratoires.

Une autre catégorie de polluants sont les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques contenus dans les peintures et les vernis ainsi que les composés organo-chlorés des produits pour la conservation du bois. L'importance de la pollution provoquée par ces substances est encore peu étudiée; il faudrait accorder une attention particulière à leurs effets possibles à long terme. Le radon diffusé par certains minéraux utilisés en maçonnerie peut aussi provoquer une élévation du taux de pollution de l'air ambiant. Des études faites aux Etats-Unis et en Suède montrent que des concentrations accrues de radon apparaissent dans les immeubles d'habitation lorsque l'aération est fortement réduite. On ne dispose encore d'aucun résultat de mesure dans ce domaine en Suisse; toutefois des études sont actuellement en cours. Il existe également une possibilité de pollution par des fibres d'amiante qui parviennent dans l'air ambiant à la suite d'une mise en œuvre inadéquate de matériaux de construction et d'isolation en contenant.

A côté des polluants émis par les aménagements intérieurs fixes, la qualité de l'air est naturellement aussi influencée par l'homme. L'homme pollue l'air ambiant par le dégagement continu d'anhydride carbonique, d'exhalations, de particules et de micro-organismes ainsi que de chaleur et de vapeur d'eau. L'activité physique humaine provoque une pollution cinq à dix fois plus élevée

Air extérieur  
trafic automobile  
chauffages domestiques  
industries

Activités individuelles  
activité physique  
fumée du tabac  
travaux de nettoyage

Agencements intérieurs fixes  
matériaux de construction  
panneaux de particules  
isolations  
peintures  
produits pour la protection du bois

Fig. 1. — Source de pollution de l'air ambiant dans les habitations. La proportion de polluants provenant de l'air extérieur dépend de la situation de l'immeuble. La pollution due aux activités individuelles varie selon l'occupation et l'affectation des locaux. Les agencements intérieurs fixes peuvent émettre des polluants en permanence sur une longue période.



qu'au repos. L'importance de cette pollution humaine dépend ainsi de l'occupation des locaux et des activités qui y sont exercées [2]<sup>1</sup>.

Une source de pollution qui reste toujours très fréquente est la *fumée du tabac*. Les substances nocives les plus importantes qu'elle contient sont le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote, des aldéhydes et de très fines particules. La fumée du tabac importune les non-fumeurs et irrite les yeux; chez les enfants, elle augmente la fréquence des affections des organes respiratoires et elle représente un risque accru pour la santé des personnes atteintes d'asthme ou souffrant d'affections cardio-vasculaires.

Les *solvants* utilisés pour les travaux de nettoyage, de bricolage et de peinture sont eux aussi la cause de pollutions indésirables. L'ampleur et la durée de ce type de pollution dépend dans une large mesure du mode d'utilisation individuel de ces produits. Comme autre source de pollution on trouve encore le chauffage et la cuisson au *gaz*; il faut relever ici que le dioxyde d'azote qui se forme lors de la combustion du gaz peut conduire à une réceptivité accrue aux maladies des voies respiratoires.

## 2. Pollutions occasionnelles et permanentes

Comment évaluer les risques que représentent pour la santé le grand nombre de polluants qui peuvent apparaître dans l'air ambiant? Comme on la déjà indiqué, les concentrations des polluants varient selon l'exposition, l'aménagement et la destination des locaux. Ce qu'il faut différencier, c'est avant tout la durée d'exposition. Les *pollutions de brève durée* occasionnées par des *activités individuelles* — telles que, par exemple, les travaux de bricolage et de nettoyage — provoquent en général une gêne ou une irritation passagère des yeux et des muqueuses. Pour autant que ces émissions ne soient pas trop fréquentes et que les produits qui en sont à l'origine soient utilisés conformément aux prescriptions, il n'y a pas de risque pour la santé. De plus, chaque habitant peut agir directement pour réduire autant que possible la pollution créée par ses activités individuelles et évacuer par une aération efficace les polluants émis occasionnellement.

La situation est par contre nettement plus critique pour ce qui est des polluants émis continuellement dans les pièces par les *aménagements intérieurs fixes*. Les habitants sont exposés par force à ces *pollutions permanentes* sans pouvoir y échapper. Les risques pour la santé résident ici principalement dans la

durée élevée de l'exposition. Les émissions de *formaldéhyde* déjà mentionnées plus haut sont inquiétantes par le fait que les habitants peuvent y être soumis en permanence. *Comme le montrent les résultats d'études récentes, on peut trouver dans les immeubles neufs, durant plusieurs mois, des concentrations qui dépassent largement les valeurs encore tolérables pour la santé* [4].

Quant à l'ampleur et aux conséquences des pollutions dues à toutes les autres substances nocives émises par les aménagements intérieurs fixes, les renseignements disponibles à ce sujet sont peu nombreux. Des critères d'évaluation sévères sont absolument nécessaires dans ce domaine, car les *pollutions permanentes sont indépendantes du comportement des habitants* — au contraire de ce qui est le cas pour les pollutions provoquées par leurs activités. Certes, une aération plus fréquente peut quelque peu réduire les concentrations de ces polluants dans une pièce, mais cette mesure « palliative » ou « d'urgence » ne peut guère accélérer l'épuisement des polluants émis par certains matériaux de construction, les panneaux de particules, les mousses isolantes, les peintures ou les produits de protection du bois.

## 3. Mesures aux sources

Une évaluation d'ensemble des sources de pollution possibles de l'air ambiant et de leurs conséquences pour la santé montre qu'il faut actuellement accorder une attention accrue aux émissions des *aménagements intérieurs fixes*. Bien que les concentrations de formaldéhyde dans l'air ambiant dues par exemple à la fumée du tabac puissent être beaucoup plus élevées que celles dues aux émissions des panneaux de particules, dans le premier cas cette pollution est le fait d'un comportement individuel, alors que dans le second cas les habitants sont exposés en permanence à une pollution contre laquelle ils sont pratiquement impuissants.

Il est donc nécessaire d'établir des *prescriptions sur les teneurs en polluants maximales admissibles* pour tous les matériaux utilisés dans les aménagements intérieurs fixes. En plus de cela, il faut examiner quelles matières ne doivent plus être utilisées. Les émissions doivent être limitées de manière qu'une utilisation normale des matériaux n'entraîne pas dans les locaux de concentrations de polluants nocives. Il s'agit là d'une *mesure préventive*. Le coût supplémentaire à la fabrication ainsi que les frais occasionnés par les contrôles sont certainement justifiables, car une « lutte aux sources » ultérieure est le plus souvent extrêmement difficile et coûteuse.

Ces prescriptions plus sévères et ces contrôles accrus des matériaux de

construction ne doivent naturellement pas limiter les mesures d'économie d'énergie nécessaires. Il s'agit cependant de prévenir à temps des effets secondaires indésirables comme ceux que l'on constate déjà actuellement. *C'est pour cette raison qu'il ne faut admettre dans les aménagements intérieurs fixes que des matériaux qui ne posent aucun problème pour la santé*. Cela est particulièrement important dans les habitations où les gens passent la majeure partie de leur temps.

En plus de cela, une « *lutte aux sources* » est souhaitable pour réduire les pollutions suivantes: les nuisances provoquées par la *fumée du tabac* peuvent être réduites dans les habitations en fumant autant que possible toujours dans une seule pièce. Les chambres d'enfants devraient rester exemptes de fumée, car il est scientifiquement prouvé que les enfants réagissent de manière plus sensible à la fumée du tabac; les personnes souffrant d'asthme ou de maladies cardiaques et vasculaires devraient également éviter d'être exposées à la fumée du tabac. Si l'on désire améliorer la qualité de l'air des pièces dans lesquelles on fume sans les aérer, il est possible de réduire quelque peu la teneur de l'air en particules et en gaz irritants en utilisant des épurateurs d'air équipés de filtres efficaces et à débit suffisant. Une aération accrue des pièces où l'on fume reste néanmoins nécessaire.

Les *solvants* utilisés pour les travaux de nettoyage et de bricolage ne devraient pas être employés dans des locaux fermés, mais avec les fenêtres ouvertes ou sur un balcon. On appliquera ici une règle d'hygiène fondamentale bien connue: les travaux qui peuvent provoquer une pollution dans les pièces ne doivent pas être exécutés dans ses habitations.

## 4. Apport d'air frais minimal

Au contraire des émissions provenant des aménagements intérieurs fixes, celles émanant des activités individuelles dépendent du comportement de chaque habitant. Les mesures les plus importantes et de loin les plus efficaces sont ici aussi celles qui interviennent aux sources. Les pollutions inévitables doivent autant que possible être éliminées par une *aération adéquate*. En observant quelques règles fondamentales simples, les habitants peuvent contribuer dans une large mesure et sans grands frais à éviter la pollution inutile de l'air des maisons.

Une *aération* à intervalles réguliers n'est pas seulement nécessaire pour assurer un apport suffisant en oxygène mais aussi pour évacuer l'*anhydride carbonique* et les odeurs corporelles. Une aération suffisante a aussi pour fonction d'éviter une trop forte *humidité de l'air*.

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.



Lorsque l'humidité relative dépasse 55-60%, il peut se former de la condensation avec pour conséquence des dommages matériels ainsi que le développement de champignons et d'acariens qui peuvent à leur tour provoquer des allergies.

A quelle fréquence, durant combien de temps et à quel moment faut-il aérer? Dans les immeubles ventilés par les fenêtres, on peut appliquer les règles empiriques suivantes: dans les *locaux d'habitation et de travail*, ouvrir les fenêtres durant 3-5 minutes; cette *aération intermittente* permet de renouveler l'air en un laps de temps très court tout en maintenant les déperditions de chaleur à un niveau minimal. La fréquence des aérations dépend de l'affectation et de l'occupation des locaux: en moyenne l'apport d'air frais devrait être de *12-15 m<sup>3</sup> par personne et par heure*; si l'on y fume ou fournit un travail physique intense, l'apport d'air frais nécessaire est plus élevé et il faut donc aérer plus souvent [2, 3, 7]. Dans les immeubles situés au voisinage d'artères à grand trafic, on aérera durant les heures où la circulation est la plus faible afin d'éviter autant que possible que les polluants de l'air extérieur ne pénètrent dans les pièces. Dans les *chambres à coucher*, on laissera la fenêtre entrouverte durant la nuit pour assurer un apport d'air frais suffisant et prévenir ainsi une trop forte augmentation de la teneur en anhydride carbonique de l'air.

Dans les *pièces inoccupées*, on cherchera à assurer un renouvellement de l'air de 0,3 à 0,5 fois par heure pour éviter que l'humidité relative n'augmente pas trop avec les conséquences déjà citées.

Dans les immeubles équipés d'*installations de ventilation mécaniques aussi*, on visera à obtenir un renouvellement continu de l'air de 12-15 m<sup>3</sup> par personne et par heure; dans les pièces où l'on fume et où l'on exerce une activité physique, un apport d'air frais de 30-40 m<sup>3</sup> par personne et par heure est nécessaire [1, 5]. Pour assurer une exploitation économique des installations de ventilation, les apports d'air frais devraient être modulés à court terme en fonction des besoins, soit de l'affectation et de l'occupation des locaux.

D'autres études prévues dans le cadre du projet Annexe IX de l'AIE doivent permettre de préciser encore les critères de détermination des taux d'aération minimaux. Les polluants dont il faudra tenir compte à cet effet — selon la situation, l'aménagement, l'occupation et l'affectation des locaux — sont les suivants: formaldéhyde, fumée du tabac, radon, humidité, gaz et vapeurs organiques ainsi qu'anhydride carbonique et odeurs corporelles. Il s'agira en particulier d'évaluer les effets de ces divers polluants sur la santé et de déterminer les nuisances occasionnelles ou permanentes encore admissibles. L'examen et l'évaluation de divers systèmes de ventilation sur le plan de la qualité de l'air

### Bibliographie

- [1] ASHRAE 62-1981, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- [2] HUBER, G., *Minimale Lüftungsraten in Wohn- und Arbeitsräumen*. Diss. ETH n° 7008 (1982).
- [3] HUBER, G. et WANNER, H. U., *Indoor Air Quality and Minimum Ventilation Rate*. Environment International (en impression).
- [4] KUHN, M. et WANNER, H. U., *Belastung der Raumluft durch Formaldehyd*. Sozial- und Präventivmedizin 27, 260-261 (1982).
- [5] SBN 1980, *Svensk Bygg Norm, PFS 1980*, 1. Statens planverks författningssamling, Svensk Byggtjänst, Stockholm, 1980.
- [6] WANNER, H. U., *Luftqualität in Wohn- und Arbeitsräumen*. Sozial- und Präventivmedizin 25, 328-333 (1980).
- [7] WEBER ANNETTA, *Passivrauchen, Luftqualität und Massnahmen*. Sozial- und Präventivmedizin 26, 182-184 (1981).

ainsi que la détermination de méthodes adéquates de mesure et de contrôle de cette qualité sont encore d'autres tâches à accomplir dans le cadre de ce projet.

### Adresse de l'auteur:

Hans Urs Wanner, professeur  
Institut für Hygiene und  
Arbeitsphysiologie ETH-Zentrum  
8092 Zurich

## Actualité

### Les réserves de gaz naturel supérieures à celles de pétrole

Les réserves mondiales de gaz naturel, estimées actuellement à 260 000 milliards de mètres cubes, ont une durée au moins une fois et demie plus longue que celle du pétrole, de sorte que le gaz naturel existera encore bien des années après que les réserves de pétrole auront été épuisées. A cela s'ajoute le fait que de 25 à 30% seulement des formations géologiques pouvant éventuellement contenir du gaz ont jusqu'ici été totalement explorées.

C'est ce que M. Christoph Brecht, président de l'Union internationale de l'industrie du gaz, a rappelé aux participants de la Conférence internationale de la recherche sur le gaz qui a eu lieu dernièrement à Londres et à laquelle ont assisté plus de 500 délégués venus de 22 pays, qui ont pu y entendre et discuter plus de 100 communications et exposés divers. C'est la première fois que cette conférence, qui a lieu tous les trois ans, était organisée en dehors des Etats-Unis. La réunion, qui a permis de confronter des travaux de premier ordre consacrés à ce sujet dans le monde entier, était pla-

cée sous l'égide de l'Institut britannique de recherche sur le gaz (Gas Research Institute), de l'Union internationale de l'industrie du gaz, de l'Association américaine du gaz et du département de l'Energie des Etats-Unis.

M. Brecht a déclaré que, à l'issue d'une croissance remarquable partie de zéro il y a une vingtaine d'années, le gaz naturel est devenu un «pilier» de l'approvisionnement en énergie de l'Europe occidentale, satisfaisant aujourd'hui 15% de la demande d'énergie primaire contre seulement 2% en 1960. Ces vingt ans ont vu se multiplier par huit la consommation de gaz naturel en Europe, qui est passée à 220 milliards de mètres cubes par an alors que la consommation d'énergie primaire en général ne faisait guère plus que doubler pendant la même période.

«Dans les années à venir, le gaz naturel continuera à contribuer pour une part de plus en plus grande à l'approvisionnement en énergie des pays industrialisés et aussi, de plus en plus, des pays moins avancés et des nations en voie de développement», a dit M. Brecht.

### Domaines de recherche

Les sujets traités au cours de la conférence appartenaient à quatre secteurs principaux: transport

et distribution, production du gaz naturel de synthèse, utilisations domestiques et commerciales, et propriétés thermophysiques et procédés de traitement. M. Geoffrey Roberts, qui présidait la conférence, a dit de cette dernière qu'elle était l'une des plus réussies de toutes celles qui s'étaient tenues jusqu'ici et qu'elle tirait sa valeur de la qualité et de la diversité des exposés présentés, qui touchaient tous les grands domaines de la recherche y compris celui de la mise au point des canalisations en polyéthylène, des produits de remplacement du gaz naturel et des échangeurs de chaleur.

M. Henry Linden, président de l'Institut de recherche sur le gaz, a exprimé l'opinion selon laquelle, grâce aux nouvelles méthodes d'exploration et aux techniques de production spécifiquement conçues pour le gaz, il devrait être possible d'obtenir des quantités de gaz beaucoup plus grandes et à des prix à l'extraction capables de soutenir la concurrence des prix du pétrole. Il a ajouté que l'exploitation plus poussée du gaz contenu dans des formations compactes — le méthane des sables imperméables, des schistes du Dévonien et des veines de charbon — pourrait aisément augmenter de plusieurs milliards de mètres cubes les chiffres de la production annuelle. Il a indiqué aussi que,

même si des problèmes complexes se posent encore actuellement, les perspectives économiques à long terme de la gazéification du charbon paraissent excellentes.

## Bibliographie

### Genèse et croissance des télécommunications

par L.-J. Libois. — Un vol. 16 x 24 cm, 416 pages, Edit. Masson, Paris 1983, broché.

On peut considérer que c'est au début du 19<sup>e</sup> siècle, avec l'invention du télégraphe électrique, que débute l'ère des télécommunications modernes.

Le présent ouvrage comprend trois parties précédées d'une introduction et suivies d'une conclusion.

L'introduction traite de la longue évolution entre le passage de l'ère de la typographie à celle de l'électronique.

Quant aux trois parties qui constituent le cœur de l'ouvrage, elles s'articulent autour des idées suivantes: l'évolution technique et le développement, en France et dans le monde, des télécommunications, leur législation et leur organisation.