

EXIGENCES DE L'HOMME EN MATIERE DE LIMITATION DES EMISSIONS
DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Hans Urs Wanner
Institut d'Hygiène et de Physiologie de Travail,
EPF Zurich, Suisse

Résumé

La pollution de l'air ambiant des habitations provoquée par les matériaux de construction peut conduire à des nuisances de longue durée auxquelles les habitants ne peuvent pas se soustraire. Parmi les polluants les plus importants, on trouve le formaldéhyde (provenant des panneaux de particules de bois non revêtus, des matériaux d'isolation et des colles), les solvants organiques (des peintures et vernis) ainsi que les biocides des produits de préservation du bois. Ce genre de pollution doit autant que possible être combattu à la source. Par des prescriptions, il faut réduire les émissions de polluants de manière à ce que lors de l'utilisation normale des matériaux il n'apparaisse pas dans l'air ambiant des concentrations de polluants qui puissent avoir des conséquences néfastes pour la santé.

Introduction

Un grand nombre de composés chimiques que l'on trouve dans l'air ambiant des bâtiments provient des matériaux de construction, des meubles et d'autres objets d'aménagement, des peintures, vernis et solvants ainsi que des produits utilisés pour la protection du bois. Ce type d'émissions conduit à des nuisances auxquelles l'habitant est constamment exposé, ceci par opposition à la pollution de l'air ambiant due à ses activités personnelles telles que par exemple fumer, faire la cuisine ou effectuer des travaux de nettoyage.

Du fait de leur concentration le plus souvent très faible, il est très difficile de déceler les nombreux polluants provenant des matériaux de construction. Avec le grand nombre des composés en présence, il n'est aussi souvent guère possible d'en déceler les origines précises. Il se pose ainsi la question de savoir si de telles nuisances comportent un risque pour la santé ou créent un gêne pour les personnes suivant la composition des polluants, leurs concentrations et la durée d'exposition. Lorsque c'est le cas, il faut autant que possible supprimer cette pollution ou au moins la limiter.

Les polluants les plus importants et leurs origines

Le tableau 1 donne une vue d'ensemble des polluants les plus importants que peuvent émettre dans l'air ambiant les matériaux de construction et d'agencement intérieur.

Le tableau 2 donne les concentrations de ces substances mesurées dans des pièces lors de diverses études. Le domaine d'utilisation ainsi que les effets pour la santé des plus importantes de ces substances sont décrits ci-après (2, 4, 6, 7, 9). Les nuisances que peut provoquer le radon sont traitées dans une autre séance de cette conférence.

Tableau 1: Les substances polluantes les plus importantes émises par les matériaux de construction et leur origine

Polluants	Origine
Formaldéhyde	Panneaux de particules Mousse isolante urée-formaldéhyde Textiles Désinfectants
Solvants (hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, alcools, cétones, esters)	Peintures Vernis Colles
Biocides	Produits de préservations du bois
Amiante	Produits en amiante-ciment Amiante floquée

Formaldéhyde

Le formaldéhyde est l'aldéhyde le plus simple. C'est un gaz incolore qui présente une odeur âcre. D'un emploi très varié, son principal domaine d'utilisation est toutefois la fabrication des résines synthétiques. Ces résines sont utilisées surtout comme colle pour les panneaux de particules de bois et comme mousse isolante (mousse urée-formol). Les panneaux de particules utilisés couramment pour les aménagements intérieurs sont classés en différentes classes de taux d'émission (par exemple E1 à E3 en Allemagne, Lignum CH10 et CH20 en Suisse) qui émettent plus ou moins de formaldéhyde suivant leur classe; ceci conduit, suivant les conditions de température, d'humidité de l'air

et de taux de renouvellement d'air, à des taux de pollution différents de l'air ambiant.

Tableau 2: Concentrations des polluants due aux émissions provenant des matériaux de construction dans le domaine de l'habitat

Origine des émissions	Polluants	Domaine de concentration
Panneaux de particules (3,4,8)	formaldéhyde	0.08 à 0.9 ppm
Mousse polyuréthane (1,4,5)	formaldéhyde	jusqu'à 3.2 ppm
Peintures (6,7,8)	toluol xylol	5.0 - 13.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 9.5 à 13.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Produits de préservation du bois (6)	pentachloro-phénol	jusqu'à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Une irritation des yeux et des voies respiratoires sont les premiers symptômes aigus apparaissant lors de l'inhalation de formaldéhyde. Dans le cadre d'une vaste étude effectuée sur 64 personnes d'âge compris entre 17 et 63 ans, certaines personnes ont été en mesure d'identifier le formaldéhyde à partir d'une concentration de 0.05 ppm; les 50% des personnes réunies dans cette étude le décelaient à une concentration de 0.17 ppm et les 90% d'entre elles à une concentration de 0,89 ppm. Dans un autre groupe de jeunes adultes, dont la moitié de fumeurs, soumis à la même expérience, le seuil de perception, qui différait peu du seuil d'irritation, se situait à 0,2 ppm. Chez les habitants de "mobile homes", on a trouvé une dépendance statistiquement significative entre les doses de formaldéhyde et les brûlures des yeux débutant à 0,1 ppm. On a déterminé statistiquement qu'à 0,2 ppm, 8 - 35% de la population (avec une fiabilité de 95%) souffraient de légères brûlures des yeux.

Le formaldéhyde sous forme gazeuse provoque donc, en fonction de sa concentration, une irritation des muqueuses, surtout des voies respiratoires supérieures et des yeux. En cas d'augmentation rapide de sa concentration, les symptômes sont plus fortement marqués. On a observé en outre qu'il se produisait une accoutumance importante, allant

jusqu'à la disparition de la perception de l'odeur du formaldéhyde (voir tableau 3).

Lorsqu'il entre en contact direct avec la peau, le formaldéhyde provoque assez souvent des allergies. Il est par contre rare qu'il se produise des réactions allergiques après l'inhalation de formaldéhyde. On a également observé que le formaldéhyde provoquait des altérations chroniques non allergiques des fonctions respiratoires de types et de

Tableau 3: Effets du formaldéhyde en fonction de la concentration

Concentration de formaldéhyde	Conséquences
0 à 0.1 ppm	Aucun effet prévisible.
0,1 à 0,2 ppm	Perception et légère irritation des yeux possibles chez des sujets sensibles.
0,2 à 0.3 ppm	Des dérangements et des symptômes d'irritation apparaissent, particulièrement aux yeux, chez environ la moitié de la population. De telles concentrations sont ressenties comme désagréables par de nombreuses personnes, dans les lieux de repos et d'habitation.
0,3 à 1 ppm	Pour la grande majorité des personnes des symptômes d'irritation des yeux et des voies respiratoires supérieurs apparaissent. <u>Pour la majorité des sujets</u> , de telles concentrations sont inacceptables dans les chambres à coucher et les pièces d'habitation, ainsi qu'aux places de travail où le formaldéhyde ne représente pas une substance professionnelle.
1 ppm	De fortes irritations apparaissent chez presque tous les sujets. Des valeurs aussi élevées sont inacceptables dans les pièces de séjour.

gravités différents. On a ainsi par exemple constaté que des charpentiers exposés dans leur travail à une concentra-

tion moyenne de 0.37 ppm, présentaient une légère atteinte fonctionnelle des poumons. Chez les jeunes enfants, les maladies des voies respiratoires sont plus fréquentes chez ceux qui sont exposés au formaldéhyde dans les habitations.

Ces atteintes se manifestent par des irritations locales des voies respiratoires et par des lésions toxiques primaires des muqueuses. La gravité de ces atteintes dépend de l'intensité et de la durée de l'exposition. Lors d'essais effectués sur des rats, on a observé l'apparition de tumeurs de la muqueuse nasale pour des expositions de longue durée à des concentrations de 6 et 14 ppm. On suppose que la forte irritation due à ces concentrations élevées est à l'origine de l'apparition des tumeurs. L'homme n'étant pas exposé à long terme à des concentrations aussi élevées, il n'est pas amené à subir de telles irritations massives et il n'y a ainsi pas à craindre, dans l'état actuel de nos connaissances, de risque de tumeurs dues au formaldéhyde.

Solvants

Les solvants sont le plus souvent constitués d'un mélange de plusieurs composés organiques, tels que des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (p.ex. hexane, toluol, xylol), des hydrocarbures halogénés (p.ex. tétrachlorure de carbone, dichloréthane, tétrachloréthylène) des alcools (p.ex. méthanol, butanol, éthylène glycol), des cétones (p.ex. acétone) et des esters (p.ex. acétate de méthyle). Ces solvants s'évaporent pendant et après leur utilisation et pénètrent dans l'organisme humain à travers les voies respiratoires.

Tous les solvants organiques ont en commun un effet narcotique semblable à celui de l'alcool éthylique. Leur seuil d'activité varie toutefois fortement: suivant la substance, un sentiment de fatigue et d'hébétéude à des concentrations variables; à des doses plus élevées, il apparaît aussi des nausées et des maux de tête. De tels effets se font sentir par exemple lorsque l'on peint de grandes surfaces ou que l'on colle des revêtements de sol et que de grandes quantités de solvants s'évaporent en quelques heures sans que les locaux soient suffisamment aérés.

Des lésions du foie et des reins ainsi que du système nerveux central et périphérique n'ont jusqu'ici été observées que lors du maniement inapproprié de solvants sur un poste de travail ou chez ceux qui inhalent volontairement de grandes quantités de solvants en vue d'obtenir un effet stupéfiant. Du fait de l'ordre de grandeur que peuvent atteindre les concentrations dans l'air ambiant des pièces, de telles lésions ne devraient pas apparaître dans les

habitations ou alors seulement dans des conditions particulièrement défavorables.

Biocides

Les biocides qui parviennent dans l'air ambiant des habitations proviennent des produits utilisés pour la préservation du bois tels que le pentachlorophénol (PCP), un fongicide, le lindane, un insecticide, et d'autres produits de traitement superficiels. Jusqu'ici les nuisances provoquées par le PCP sont celles qui ont fait l'objet des études les plus intensives. Ces études ont entre autres montré qu'après l'utilisation de produits de préservation du bois, même les papiers peints, les meubles, les rideaux, les livres - soit pratiquement tous les objets se trouvant à l'intérieur des habitations - pouvaient être contaminés par du PCP et du lindane. La mesure des concentrations de PCP dans la poussière domestique ainsi que dans les tissus s'est révélée être le paramètre le mieux adapté pour estimer la nuisance effective subie par les habitants.

L'inhalation de faibles quantités de biocides organiques, de l'ordre de grandeur de celles que les produits de préservation du bois cèdent à l'air ambiant des habitations, a souvent été mise en relation avec des symptômes de maladies tels que la fatigue, les troubles de la concentration, mais aussi avec des lésions hépatiques et des polynévrites. Et c'est surtout le PCP et le lindane qui ont été rendus responsables des troubles chroniques observés. Toutefois jusqu'à aujourd'hui, on n'a constaté aucune relation directe entre ces symptômes et les concentrations de PCP dans le sang et dans l'urine des personnes touchées. De même, il n'a pas été possible d'établir une relation nette entre les troubles pathologiques observés dans certains cas isolés (p.ex. des cas de leucémie) et l'utilisation de produits de préservation du bois.

On suppose aussi que ces atteintes à la santé sont davantage dues à la contamination du PCP par du tétrachlorophénol ainsi que par des quantités variables de dibenzodioxines et de dibenzofuranes halogénés. Les troubles qui apparaissent immédiatement après l'utilisation de produits de préservation du bois, tels que la fatigue ou les maux de tête, sont probablement provoqués par les solvants qui s'évaporent; l'émission de ces solvants diminue en règle générale en quelques jours pour atteindre des valeurs insignifiantes.

Malgré les questions qui restent ouvertes, tous les cas décrits dans la littérature montrent que l'utilisation de produits de préservation du bois dans les locaux intérieurs, naguère courante et aujourd'hui devenue inutile, peut créer des problèmes de santé. Comme les produits de préser-

vation du bois sont en règle générale superflus dans les locaux chauffés, ces produits ne devraient absolument plus être utilisés dans ces endroits. A ce sujet il faut aussi signaler le problème que pose l'élimination des matériaux de construction qui ont été traités avec des produits de préservation du bois. Du fait du potentiel écotoxicologique élevé qu'ils représentent, les hydrocarbures chlorés ne devraient plus être employés.

Amiante

Pour les matériaux de construction à base d'amiante, qui peuvent être à l'origine de la présence de fibres d'amiante dans les locaux d'immeubles, on fait une distinction entre les produits en amiante-ciment et l'amiante appliquée par flochage. Les produits en amiante-ciment, avec une teneur en amiante peu élevée, inférieure à 15%, ne présentent qu'un faible risque car les fibres d'amiante sont fermement liées par le ciment; ces produits présentent surtout des risques lors de leur fabrication et de leur mise en oeuvre. L'amiante floquée, et les autres produits similaires dans lesquels l'amiante n'est que faiblement liée, présentent une teneur en amiante supérieure à 60%. Par le fait que l'amiante est faiblement liée, de la poussière de fibres d'amiante peut se disperser dans l'air ambiant. Ce genre de produits à base d'amiante a été surtout utilisé pour la protection contre l'incendie, en isolation thermique et acoustique, et en plus de cela aussi comme crépi ou revêtements projeté ainsi comme isolant et calorifuge, pour les revêtements de protection contre l'incendie ou encore pour réaliser des joints.

L'amiante se classe parmi les matières cancérogènes. Comme il n'est pas possible d'indiquer pour l'amiante une concentration admissible ou une valeur limite, il faut s'assurer que les fibres des produits à base d'amiante faiblement liée ne puissent plus parvenir dans l'air ambiant et empêcher ainsi autant que possible une pollution de l'air ambiant par des fibres d'amiante. Lors de l'assainissement des revêtements d'amiante floquée, il est nécessaire de prendre des mesures de protection appropriées afin d'éviter une augmentation de l'exposition des personnes aux fibres d'amiante durant les travaux. Une fois les travaux d'assainissement achevés, il faut encore s'assurer que les restes d'amiante encore éventuellement présents soient éliminés par des travaux de nettoyage appropriés.

Mésures à prendre

Pour assurer une bonne qualité de l'air, il faut appliquer le principe fondamental selon lequel tous les polluants doivent autant que possible être éliminés à la

source. Ceci est en particulier aussi valable pour les polluants dégagés par les matériaux de construction et d'isolation. Il faut ainsi fixer des exigences de qualité pour les matériaux utilisés dans ces domaines. Les émissions de polluants doivent être limitées de manière à ce que l'utilisation normale des matériaux entraîne au maximum des concentrations de substances toxiques dans l'air ambiant qui soient avec certitude inférieures aux valeurs limites encore admissibles. Les substances cancérigènes, telles que par exemple l'amiante ou le benzène que l'on trouve dans les solvants doivent être interdites. Les adjonctions faites aux matériaux de construction et autres matériaux devraient être déclarées; il faudrait aussi si possible créer une liste "positive" des matières ne présentant pas de risque.

Les émissions des substances polluantes dont le remplacement n'est pas possible doivent être limitées de manière à ce que, lors de l'utilisation normale des matériaux, leur concentration n'atteigne pas des valeurs qui dépassent l'absorption quotidienne maximale admissible ("ADI" - acceptable daily intake). Différents pays ont déjà faits des efforts dans ce sens: on y trouve sur le marché des panneaux de particules de bois dont le potentiel de dégagement de formaldéhyde est inférieur à 10 mg/100g de panneau (qualité E1 ou Lignum CH10), de sorte que pour une utilisation de 1 m² de panneaux de particules par m³ de volume des locaux et à une température de 23° C, la teneur en formaldéhyde de l'air ambiant demeure inférieure à 0.1 ppm.

Une charge excessive provoquée par une source d'intensité connue, peut être réduite à un niveau inférieur à la limite admissible par une augmentation de l'aération. Du fait de la grande variété des composés organiques en présence et des taux d'émission très différents, le contrôle de telles nuisances par la fixation de taux de renouvellement d'air minimaux n'est toutefois guère possible. Pour que les valeurs d'absorption quotidienne maximale admissible ("ADI") ne soient pas dépassées, il faudrait dans certains cas des taux de renouvellement d'air très élevés. C'est la raison pour laquelle il faut en premier lieu prendre des mesures efficaces pour limiter les émissions.

Conclusions

Les concentrations des composés organiques provenant des matériaux de construction et de l'aménagement intérieur dans l'air ambiant des immeubles sont en règle nettement inférieures au seuil de toxicité de ces substances. On observe toutefois divers symptômes, tels que des irritations,

des réactions allergiques et d'autres symptômes aspécifiques qui peuvent être en relation avec ce genre de pollution. Très souvent on est en présence de plusieurs substances qui apparaissent simultanément et qui par synergisme peuvent créer des problèmes de santé même si la concentration de chacune d'entre elles est insignifiante. Il faut aussi en particulier tenir compte de la sensibilité accrue des enfants, des malades et des personnes âgées.

Pour éviter de telles pollutions auxquelles les habitants ne peuvent se soustraire et qu'ils ne peuvent pas influencer par leur comportement individuel, les mesures à prendre sont en premier lieu des mesures de limitation des émissions, et ceci d'autant plus que dans la plupart des cas on en connaît l'origine et qu'elles sont évitables.

Toutes les exigences en matière de qualité de l'air peuvent être en majeure partie remplies en se basant sur les connaissances et l'expérience dont on dispose actuellement. Naturellement ceci ne signifie pas que tous les problèmes posés par des rapports complexes existant entre l'habitat et la santé sont résolus. La recherche sur l'habitat devra à l'avenir s'occuper des développements dans le domaine des matériaux de construction pour éviter les erreurs qui pourraient avoir des conséquences sur le plan de la santé. Les mesures d'économie dans le domaine de l'habitat ainsi que l'optimisation de la conception de l'environnement habité pourraient aussi être le thème de recherches futures.

Les connaissances actuelles sur les conditions nécessaires à un habitat sain ainsi que les nouveaux résultats des recherches sur l'habitat demeureront toutefois inutiles si ce "know how" n'est à l'avenir pas mieux transposé à la pratique. Tous les milieux qui exercent des responsabilités dans le domaine de la construction et de l'habitat doivent fournir leur contribution: les autorités compétentes en prenant les mesures nécessaires à la protection de la santé; les architectes, les entrepreneurs et les maîtres d'ouvrages en veillant à ce que l'on tienne compte dans toute la mesure du possible des exigences physiologiques dans la conception et la construction des immeubles d'habitation.

Bibliographie

- (1) Gupta K.C., Ulsamer A.G. and Preuss P.W.: Formaldehyde in Indoor Air - Sources and Toxicity. Environment International 8, 349-359 (1982).

- (2) International Energy Agency: Annex IX, Minimum Ventilation Rates, Final Report of Working Phases I and II. + IEA Energy Conservation, November 1987. Stephanus Druck GmbH, D-7772 Uhldingen-Mühlhofen, Germany.
- (3) Matthews T.G., Fung K.W., Tromberg B.J. and Hawthorne A.R.: Impact of Indoor Environmental Parameters on Formaldehyde Concentrations in Unoccupied Research Houses. JAPCA 36, 1244-1249 (1986).
- (4) Office fédéral de la santé publique: Le formaldéhyde à l'intérieur des locaux. Bulletin de l'office fédéral de la santé publique No. 12, 26.3.1987.
- (5) Rothweiler H., Knuth R. und Schlatter Ch.: Formaldehydbelastung von Wohnräumen durch Harnstoff-Formaldehyd-Isolierschäume. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 74, 39-49 (1983).
- (6) The Council of Environmental Advisors: Summary of the Report on Indoor Air Pollution. June 1987, Geschäftsstelle des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, D-6200 Wiesbaden, Germany.
- (7) Tichenor B.A. and Mason M.A.: Organic Emissions from Consumer Products and Building Materials to the Indoor Environment. JAPCA 38, 264-268 (1988).
- (8) Wanner H.U. and Kuhn M.: Indoor air pollution by building materials. Environment International 12, 311-315 (1986).
- (9) Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer: Formaldehyd. Deutsches Ärzteblatt 84, Heft 45, 3041-3048 (1987).