

Nuisances chimiques dans l'habitation: La place des matériaux

Claude A. Bernhard, Michel Guillemin

et Heikki Savolainen

Institut universitaire de médecine et

d'hygiène du travail

Rue du Bugnon 19

1005 Lausanne

Suisse / Switzerland

Résumé

Cet article discute dans un contexte assez large la problématique liée à la présence de nuisances chimiques dans l'habitation et leurs répercussions possibles sur la santé, le confort ou le bien-être des personnes impliquées. Les sources de pollution chimique dans des locaux fermés et trop souvent mal aérés sont nombreuses et très variables en nature et en intensité. La place que tiennent les matériaux utilisés pour construire et aménager les habitations peut être importante, mais n'est pas forcément prépondérante. Lorsque les occupants de locaux neufs, rénovés ou encore simplement mal entretenus se plaignent de maux plus ou moins bien définis, il est souvent très difficile d'en trouver la cause et le remède efficace. Il n'existe pas de méthodologie standard pour établir un diagnostic sûr. L'approche conjuguée du médecin et de l'analyste se révèle souvent indispensable et reflète bien la vocation pluridisciplinaire de cette science encore en gestation que l'on appelle "écotoxicologie de l'habitat". Illustré par un choix d'exemples vécus, l'article présente quelques "sujets-vedettes", parmi lesquels on peut citer l'amiante et le formaldéhyde, et quelques "sujets-pièges", comme les conséquences fâcheuses d'une trop forte humidité ou l'utilisation de soi-disant épurateurs d'air. Le rôle joué par l'information apparaît ici comme essentiel, mais ne doit pas être une source d'angoisse pour les occupants de locaux qui ressentent avec malaise l'absence presque totale de marges de manœuvre pour influencer leur environnement quotidien. En conclusion, une bonne caractérisation des matériaux permet d'anticiper les éventuels problèmes et de les prévenir efficacement.

Summary

This paper deals with the problems related to the presence of chemical nuisances in housings and their possible effects of the health, comfort and welfare of the dwellers. The causes of chemical pollution in closed and too often badly ventilated rooms are numerous and variable as far as their nature and intensity is concerned. Building and furnishing materials can be important, but they are often not the actual source of trouble. When the dwellers of new, renovated or simply badly kept rooms complain about more or less well-defined aches, it is often very difficult to find their origin, or an efficient remedy. There is no standard methodology to establish a safe

diagnostic. It is often compulsory to have at the same time the opinion of the physician as well as that of the analyst. This shows the pluridisciplinary vocation of the new science called "ecotoxicology of housing". Illustrated with a series of daily life examples, this paper presents some well-known matters such as asbestos and formaldehyde, and some "snares", such as the unfortunate consequences of a too strong moisture and the use of so-called air-cleaning devices. It seems essential here to give adequate information, but this should not result in anxiety for the dwellers who realize with a feeling of uneasiness their nearly complete lack of possibilities to influence their daily surroundings. To conclude, possible problems can be anticipated and efficiently prevented if the materials used are characterized correctly.

1. Introduction: de l'abri d'urgence à la bulle permanente

Sous les climats froids ou tempérés, la carrière de ce "singe nu" qui un jour se prétendrait *sapiens* a dû être marquée dès la nuit des temps par la recherche d'une enveloppe protectrice, vêtement ou gîte. De l'abri sous roche du haut paléolithique et du couvert de feuillage jusqu'à nos demeures modernes, le chemin a cependant été long et nos habitations n'ont évidemment plus qu'un lointain rapport avec la caverne ou la hutte de branchages. Dans les pays industrialisés, l'Homme passe aussi la majeure partie de son temps dans des espaces artificiels, bâtiments ou véhicules. Le temps moyen passé en plein air ne serait que d'une demi-heure par jour, contre env. 20 h au domicile pour une ménagère et 14 h pour des travailleurs (Samet et al., 1987). La plupart des bâtiments sont en outre des cellules plus ou moins bien fermées où la qualité de l'air résulte des choix et des actes de l'architecte, des constructeurs et finalement de l'occupant, notamment dans la mesure où il peut agir sur la température et la ventilation. L'environnement climatique de l'Homme moderne est donc virtuellement stable et indépendant des changements de temps ou de saisons. On peut y voir une manière de "dénaturation", en ce sens que nos ancêtres rustiques avaient certainement développé une adaptation à ces variations du milieu, qui se manifeste encore de nos jours dans la difficulté ressentie par les gens du Sud à s'acclimater aux conditions septentrionales et vice versa.

S'il est par vocation un espace protecteur, le milieu d'habitation est aussi soumis à une foule d'influences moins bénéfiques exercées par l'habitant lui-même, par la société ou par l'environnement extérieur et dont l'ordre d'importance n'est pas rigide (tableau 1). Nous tenterons ici de cerner quelques aspects des problèmes chimiques liés aux matériaux dans les lieux de séjour. L'intention de cette présentation n'est évidemment pas encyclopédique et il serait absurde de résumer à un seul éclairage l'édifice complexe des relations de l'Homme avec son habitation. Aussi, en évoquant au passage quelques aspects socio-culturels ou économiques, nous n'entendons que souligner la nécessité d'une compréhension largement interdisciplinaire du sujet. Profanes ici, qualifiés là, nous sommes tous des habitants, donc des partenaires dans ce débat. Enfin, du point de vue de l'hygiène chimique du milieu, les frontières sont floues et les problèmes très voisins entre les locaux d'habitation au sens strict et les espaces d'activités administratives ou de services. Nous admettrons donc cette fusion de fait là où elle est pertinente dans la discussion.

Les quelques exemples de situations concrètes dont nous ferons état sont tous tirés de nos interventions dans des bâtiments d'habitation ou d'administration en Suisse romande. Toutes ces interventions ont été effectuées à la demande des occupants des

Tableau 1: Nuisances principales dans l'environnement intérieur non professionnel

Catégories	Exemples	
Nuisances chimiques	Vapeurs de solvants* Gaz de combustion Formaldéhyde* Ozone/Smog photochim.*** Polluants de l'air extérieur**	Pesticides* Produits d'entretien*** Cosmétiques Gaz carbonique Emanations des eaux
Nuisances physiques	Bruit/Sons** Vibrations** Eclairage	Radiations IR, UV Radon** Ions atmosphériques
Nuisances biologiques	Acariens + déjections Parasites d'animaux Algues/Champignons*** Spores/Pollens	Bactéries/Virus*** Animaux (poils, salive) Essences végétales
Aérosols non biogènes	Poussières exogènes Poussières endogènes* Fibres minérales/textiles*	Fumée de tabac Fumée de foyers ouverts Cuisine
Microclimat	Température Humidité*** Confinement	Gradients thermiques*** Chaleur radiante*** Mouvements d'air***
Odeurs	Humains/Animaux Bois*/Plantes Décomposition de matières organiques*	Cosmétiques Produits d'entretien*** Sanitaires/Déchets** Infiltrations*

* Nuisances pouvant résulter directement des matériaux

** Nuisances dont la propagation peut dépendre des matériaux

*** Relations indirectes, p.ex. vapeurs de certains solvants et éclairage dans la formation de smog photochimique, difficulté d'entretien et abus de détergents, qualités thermiques et microclimat

locaux. Il ne s'agit donc pas d'une étude systématique sur un échantillon statistiquement représentatif mais, au delà d'une collection d'anecdotes, ces exemples visent à illustrer comment cette problématique est vécue et exprimée par l'habitant.

2. Le contexte: acteurs et facteurs

Les immeubles modernes obéissent à un souci d'économie énergétique qui entraîne des conditions climatiques étroitement contrôlées, voire franchement statiques. Il n'est donc pas surprenant que les matériaux de construction puissent jouer un rôle déterminant dans la qualité du milieu intérieur ainsi que dans le bien-être physique et psychique des habitants, p. ex. selon la quantité et les caractéristiques des poussières émises ou selon la nature et l'abondance des gaz et vapeurs produits, en particulier dans les nouveaux bâtiments, ou encore par le degré de protection qu'ils offrent vis-à-vis de la pénétration et de la diffusion de polluants provenant d'autres sources. En outre, l'expérience montre que la plupart des matériaux communément utilisés ne posent pas de problème dans l'usage quotidien, mais nombre d'entre eux présentent un risque nouveau en cas de catastrophe ou d'événement brutal. Les noyaux urbains de constructions en bois ont bien sûr presque tous disparu dans des incendies antérieurs à l'électrification et à la planification urbaine. Le constructeur moderne est-il plus avisé pour autant? Il arrive qu'il choisisse des matériaux selon leur comportement en situation normale et accepte comme une sorte de fatalité le risque d'émanation de gaz toxiques en cas de feu de matières synthétiques (tableau 2), comme l'ont illustré plusieurs incendies récents d'hôtels en Suisse, aux Etats-Unis et en URSS.

Les occupants d'un immeuble forment un deuxième volet important de la relation entre le milieu et le complexe santé/bien-être. Une population est formée d'individus dont les caractéristiques peuvent varier très fortement. Les réactions physiologiques des enfants ou des personnes âgées sont différentes de celles de l'adulte "moyen". Une proportion importante de la population est atteinte d'affections chroniques qui peuvent aussi altérer considérablement la réceptivité ou l'adaptation à une influence du milieu. On estime p. ex. que 7-9 % des enfants sont asthmatiques (Gergen et al., 1988). Selon la définition que l'on donnera de l'atopie (une forme d'hypersensibilité de la peau), son taux de prévalence se situera entre 5 et 15 %. Les personnes handicapées physiquement ne maîtrisent qu'un espace restreint et justifient également une attention particulière. Le domicile est souvent aussi l'endroit où séjournent durablement des personnes atteintes de maladie, donc déjà affaiblies vis-à-vis des influences du milieu. La population européenne compte enfin 30 à 40 % de fumeurs, dont les réactions et les adaptations sont également modifiées.

Il convient par ailleurs de souligner l'importance des réactions psychologiques aux polluants de l'air. Une vaste étude menée à Los Angeles (Evans et al., 1988) conclut à l'anxiété comme réaction psychique majeure à l'endroit d'épisodes de pollution aigus. L'anxiété traduirait l'absence d'emprise des personnes sur les sources et les effets de l'épisode. Ce constat est important vis-à-vis de populations particulièrement sensibles. On sait p. ex. que des réactions asthmatiques peuvent être déclenchées par de simples odeurs (Shim & Williams, 1986). Par ailleurs, la relation observée dans certaines études entre des indicateurs de pollution et la demande de soutien psychiatrique ou le taux de délinquance demande encore à être vérifiée. Parmi les réactions collectives, le "Sick Building Syndrome" (Finnegan & Pickering, 1986), une manifestation de troubles observée dans des groupes de personnes occupant un même bâtiment, ne constitue pas actuellement une entité médicale établie. Ce syndrome n'a pas été signalé formellement jusqu'ici dans des habitations, mais uniquement dans des bureaux ou des hôpitaux, en partie peut-être en raison de son caractère collectif. Bien qu'on ne puisse apparemment pas toujours le réduire à un épisode uniquement psychogène, sa manifes-

tation est fortement influencée par des aspects psychologiques. Il semble notamment associé à un sentiment d'assujettissement des personnes au microclimat du bâtiment. Le développement croissant de systèmes automatiques de pilotage énergétique des bâtiments (Rosenfeld & Hafemeister, 1988) pourrait donc conduire à une amplification de ces manifestations.

Tableau 2: Quelques produits formés dans la combustion ou la pyrolyse de certaines matières plastiques

Type de matière plastique * Ces matières dégagent aussi des monomères irritants et toxiques	Fumée abondante	Irritants (acroléine, acide formique, etc.)	Hydrocarbures aromatiques	Acide chlorhydrique	Acide cyanhydrique
Polyoléfines (polyéthylène, polypropylène, etc.)	X	X			
* Polyuréthanes		X		X	X
Chlorure de polyvinyle			X	X	
Polystyrène, copolymère styrène-butadiène	X	X	X		
* Polyacrylonitrile					X
* Copolymères acrylonitrile-styrène avec/sans butadiène	X	X	X		X
* Polyméthacrylate de méthyle (verre acrylique)					

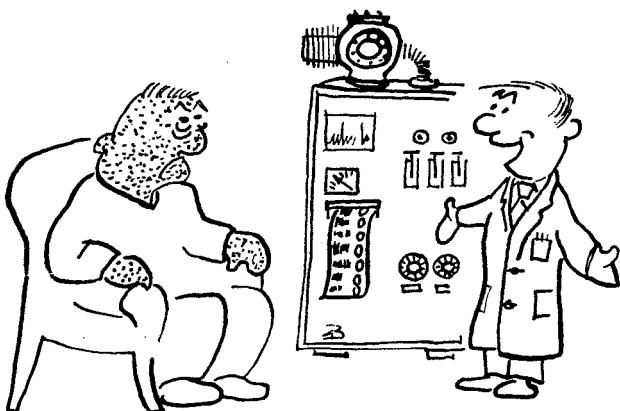
Troisièmement, un appartement ou un bureau ne sont pas des systèmes réellement fermés et statiques, mais des lieux où se déroulent des transferts et des transformations d'énergie et de matière. Ils sont chauffés, éclairés, on y produit et on y consomme de l'eau, les occupants y détiennent des animaux domestiques ou des plantes

d'intérieur et y reçoivent des visiteurs ou des clients. Des facteurs exogènes peuvent intervenir, comme la pollution due au trafic ou à l'activité industrielle et artisanale (Yocom, 1982) ou des nuisances engendrées dans l'immeuble même: gaz d'échappement de garages intégrés à l'immeuble, solvants de pressings ou d'ateliers de sérigraphie et bien d'autres. Pour limiter cette pénétration, on tend à fermer de manière étanche les volumes construits et à les ventiler artificiellement. Il peut en résulter des situations non prévues dans la planification, comme ces cheminées de salon produisant une telle gêne par la fumée que leur agrément esthétique en est complètement dévalué. De fait, l'insuffisance de tirage sur un calorifère peut déboucher sur de véritables empoisonnements au monoxyde de carbone (Thompson & Henry, 1983). Les nappes ou sources d'eau peuvent contenir des quantités excessives de nitrite (Lukens, 1987) ou d'autres contaminants nocifs. L'utilisation du plomb a été largement abandonnée, voire interdite, pour les adductions d'eau potable, mais des conduites ou des réservoirs permettant un contact direct de l'eau avec ce métal subsistent dans de nombreux immeubles anciens. L'eau peut aussi être un véhicule important de composés organiques volatils dont la libération dans l'air des habitations contribue à l'exposition des personnes (McKone, 1987) dans une mesure comparable à l'ingestion. Dans la grande majorité des cas, cependant, les problèmes liés à l'eau relèvent moins de l'habitation proprement dite que de la collectivité.

Parmi les apports extérieurs, il faut citer aussi les problèmes de site. Ainsi, le radon peut s'introduire par simple diffusion à partir du sol environnant. Le radon et ses produits de désintégration radioactive répondent de la majeure partie de l'exposition naturelle aux radiations ionisantes et on leur attribue environ 20 % du risque de cancer du poumon sur une vie entière chez les non-fumeurs. Un bâtiment pourra aussi être situé près d'une station d'épuration des eaux (Kangas et al., 1986), d'une ancienne décharge de produits chimiques à l'exemple de Love Canal, ou encore près d'un événement géothermique provoquant une infiltration de composés soufrés nauséabonds. La dépression des soubassements d'un bâtiment sous l'effet du vent ou des différences de température en période de chauffage n'est que de quelques Pascals, soit quelques dixièmes de mm de colonne d'eau. Elle suffit néanmoins à accélérer considérablement les infiltrations en provenance du sol (Nazaroff et al., 1987).

3. Les plaintes sont-elles représentatives ? et de quoi ?

L'écho relativement récent dans la grande presse du débat sur les nuisances chimiques de l'habitation ou la parution d'ouvrages grand public sur des cas d'espèce (p. ex. Schawinski et al., 1986) ne sont pas étrangers à la prise de conscience et à la manifestation de certaines plaintes. Comme nous l'avons déjà relevé, de nombreux facteurs peuvent aussi inciter des personnes plus sensibles ou plus inquiètes à formuler une plainte là où d'autres ne seront pas affectées. Ces mécanismes d'incitation ne signifient de loin pas que de telles plaintes soient systématiquement infondées. A l'inverse, le caractère banal et non spécifique des troubles ressentis peut déboucher sur un diagnostic incorrect de syndrome psychovégétatif et retarder de plusieurs années l'identification adéquate du problème, de même que la crainte d'un étiquetage encore largement péjoratif comme "malade psychosomatique" ou "nerveusement fragile" peut dissuader des plaignants potentiels de se manifester (Weber et al., 1988).



'VOUS VOYEZ BIEN, TOUTES MES ANALYSES SONT NÉGATIVES. SI VOUS ALLIEZ PLUTÔT VOIR UN PSYCHIATRE ?'

Fig. 1 Par analogie avec le langage des statisticiens, on peut distinguer deux types d'erreur: erreur de type I = rejeter sans raison suffisante une hypothèse concrète et ...

In analogy to the language of statisticians, one may distinguish two types of mistakes: type I mistake = to dismiss without a sufficient reason a correct assumption and ...



"VOS TROUBLES DE VISION SONT PEUT-ÊTRE DUS À L'AIR DE VOTRE HABITATION. SI VOUS ALLIEZ VOIR UN ANALYSTE ?"

Fig. 2 ... erreur de type II = persister dans une hypothèse incorrecte quand l'information est suffisante pour la rejeter.

... type II mistake = to stick with a wrong assumption when there is enough information to dismiss it.

Le critère d'odeurs anormales fréquemment invoqué dans les plaintes n'est pas un bon indicateur toxicologique. Des substances relativement inoffensives peuvent être en effet très odorantes et inversement d'autres substances sont nocives à des concentrations inférieures à leur seuil olfactif, voire totalement inodores. Le seuil de perception d'une même odeur peut varier considérablement d'une personne à l'autre et d'une période à l'autre pour la même personne. L'identification d'une substance par sa seule odeur n'est généralement possible qu'à des spécialistes bien entraînés, le problème devenant souvent insoluble en présence d'un mélange. Enfin, des modifications apparemment mineures des termes d'évaluation de la relation Homme-milieu peuvent renverser brusquement la signification émotionnelle et culturelle attachée aux odeurs. Une certaine réserve est donc justifiée face à des plaintes mentionnant explicitement une substance sur la seule base d'une odeur. De telles présomptions reflètent d'ailleurs souvent un courant de mode, comme l'illustrent les plaintes d'exposition au formaldéhyde justifiées en fait par de tout autres nuisances (Bernhard, 1987).

Les troubles le plus souvent invoqués, odeurs et manifestations irritatives, n'apportent par eux-mêmes que des indices non spécifiques, voire trompeurs, sur la nuisance proprement dite. Dans plusieurs cas, la cause efficiente de la plainte n'a pas pu être identifiée par des moyens simples même si un assainissement a pu être réalisé. Dans d'autres cas, cette cause peut rester tout aussi insaisissable en dépit de moyens analytiques très élaborés (Schawinski et al., 1986). De tels échecs représentent un défi aux investigateurs, dont les stratégies d'approche et les techniques de mesure sont actuellement souvent inadéquates. De nombreuses plaintes reflètent aussi une association de la manifestation spécifique avec un trouble de santé préexistant comme l'asthme, l'insomnie et d'autres troubles psychosomatiques ou encore des états névrotiques. Dans un tel contexte, l'investigation physico-chimique seule ne peut suffire à dégager un résultat correct. Inversement, en se focalisant trop sur les troubles déjà présents chez le plaignant, une prise en charge uniquement médicale encourt le risque de passer à côté du facteur exogène. Le traitement correct de telles plaintes demande donc un effort conjugué du médecin et de l'analyste. Cette nécessité est trop souvent négligée.

Il ne faut pas ignorer non plus que les plaintes exprimées émanent presque toujours de milieux plutôt aisés culturellement et économiquement. Culturellement, cette dimension de la plainte reflète évidemment un certain degré d'information, pas forcément objective d'ailleurs, ainsi que la connaissance de mécanismes de diagnostic et de correction. Socialement, elle situe le degré d'identification et d'appropriation de l'habitat par l'habitant. La plainte est donc aussi une mesure de la capacité ressentie par l'habitant d'exercer son libre-arbitre dans la définition de son lieu d'intimité. Pour cette raison, elle opère une sélection qui n'autorise pas l'extrapolation à une population entière. Enfin, il faut observer que si la notion d'atteinte à la santé est clairement identifiable en cas de maladie, la frontière qui la délimite dans les états de gêne ou d'inconfort ne saurait être catégorique.

4. Sujets-vedettes

La plupart des investigations qui nous sont demandées sur des sujets comme l'exposition présumée à des fibres minérales, amiante en particulier, sont suscitées par des articles de presse ou par des personnes tantôt bien informées, tantôt franchement angoissées par des informations alarmistes. Il faut relever qu'à des concentrations tolérables personne ne peut dépister les fibres respirables (diamètre < 3 µm) à l'aide de

son seul système sensoriel. Une association statistiquement convaincante existe entre l'incidence de cancers du poumon et l'exposition involontaire à la fumée de tabac (Samet et al., 1988). Outre les risques propres aux fibres minérales respirables, on observe que le nombre de cancers du poumon est considérablement augmenté chez les travailleurs fumeurs exposés simultanément à l'amiante. Cet effet multiplicateur n'a cependant pas été démontré chez les "fumeurs involontaires".

Des fibres minérales non respirables comme des fibres de verre peuvent causer des irritations des yeux, du nez, de la gorge ou, plus spécifiquement, de la peau aux endroits de friction des vêtements.

Exemple 1: Qui veut la peau de la police?

Des locaux administratifs occupés par des gendarmes provoquaient chez plusieurs d'entre eux des réactions cutanées et oculaires de type irritatif. L'investigation a montré qu'un matelas isolant posé sur les faux-plafonds dégageait des fibres de verre. Le remplacement de cet isolant par un matériau similaire mais muni d'un dos de toile a résolu le problème.

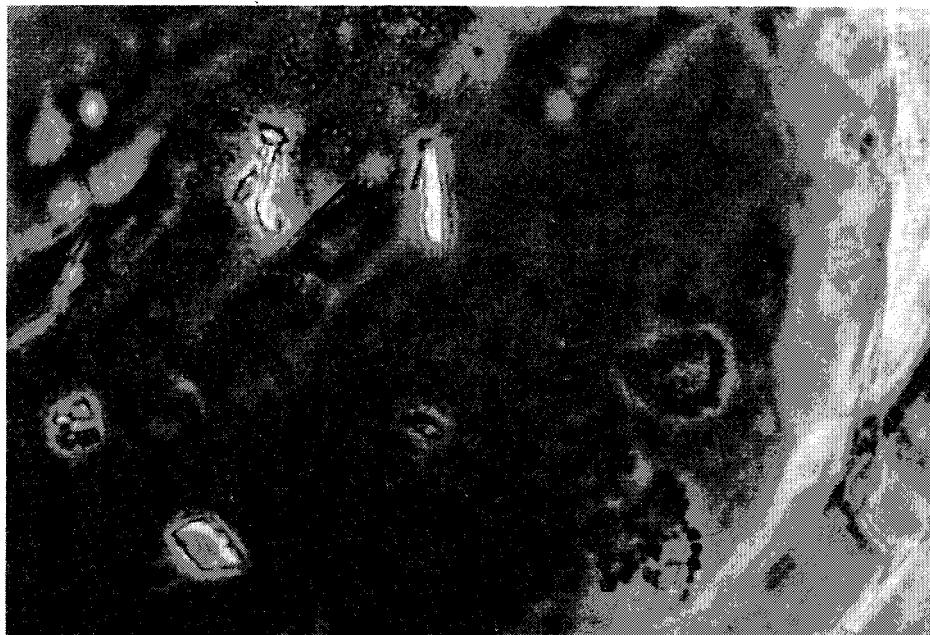


Fig. 3 La présence de fragments de fibres de verre dans le liquide lacrymal confirme sans équivoque la raison des irritations oculaires dans un groupe de gendarmes. Microscopie en contraste de phase.

The presence of glass-fibre chips in the tear-fluid of a group of policemen unequivocally confirms the cause for eye irritation. Phase contrast micrograph.

Les immeubles neufs ou fraîchement rénovés semblent poser plus de problèmes que des maisons habitées depuis plusieurs années. Ceci peut s'expliquer en partie par l'émission de gaz et de vapeurs émanant des matériaux nouvellement installés et contribuant à cette "odeur de neuf" qui réjouit les uns et en angoisse d'autres: solvants de colles, de peintures ou de vernis, accélérateurs de polymérisation, bois, laine, matières plastiques, etc. L'équation "odeur chimique = risque pour la santé" est un mythe très répandu qui obscurcit nombre de situations, mais en prendre prétexte pour évacuer les plaintes à la légère ne serait pas plus réaliste. Si les émanations liées aux peintures et vernis frais sont bien connues, on réalise moins souvent que des colles de moquettes peuvent dégager du toluène pendant plusieurs semaines (Hagendorf, 1986). On admet que les enduits et les colles à base de solvants sont plus agressifs que les produits miscibles à l'eau. Néanmoins, des concentrations appréciables d'éthers glycoliques, d'alcools divers et de formaldéhyde ont été mesurées lors de l'application de peintures en dispersion aqueuse (Hansen et al., 1987). Les isolations en mousse urée-formaldéhyde peuvent émettre du formaldéhyde pendant des mois, voire des années (Day et al., 1984), de même que des panneaux de bois aggloméré collés avec des résines similaires. Des restrictions d'utilisation ou des normes de qualité ont été édictées pour ces produits dans de nombreux pays (Formaldehyd, 1984). Des éléments de papier ou de carton peuvent avoir été traités au formaldéhyde pour améliorer leur résistance à l'eau. La majorité des cas récents d'émission exagérée de formaldéhyde résulte de fautes dans le choix ou la fabrication des matériaux ou dans l'exécution des travaux.

Exemple 2: Un salon où l'on cause ... des ennuis de santé

Fin mars, les époux X emménagent dans leur petite villa toute neuve. Les parquets du salon et de 2 chambres ont été imprégnés une semaine auparavant et il règne une "odeur" si agressive que les époux X s'installent à l'hôtel pour 3 semaines. Nouvel emménagement vers mi-avril, essai prolongé de chauffage fenêtres ouvertes, sans succès. Les irritations soutenues des yeux, du nez, de la gorge et des bronches persistent, au point que le séjour reste inoccupé. Des mesures de formaldéhyde effectuées en octobre donnent plus de 0,3 ppm dans le séjour et 0,2-0,3 ppm dans les chambres. Le maximum admissible en Suisse pour locaux d'habitation est de 0,2 ppm. Les époux X. ont donc été potentiellement exposés à des concentrations nettement supérieures pendant des mois avant de demander une analyse chimique. Origine du problème: exécution incorrecte de l'imprégnation.

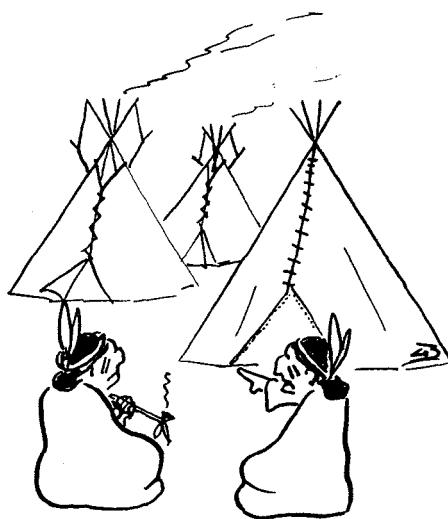
Les anciens enduits peuvent aussi causer des difficultés en cas de transformation ou de démolition. Les anticorrosifs industriels pour les structures métalliques contiennent souvent des métaux toxiques - cuivre, plomb, cadmium. Les problèmes de plomb dans l'habitation ont largement disparu en Europe après l'adoption de la convention internationale sur le plomb par le BIT dans les années 20. Les vieilles céfuses restent malheureusement la cause principale de l'exposition excessive au plomb chez les enfants des quartiers urbains dégradés aux Etats-Unis. De toute manière, les peintures anticorrosives ne devraient pas être utilisées en intérieur dans un but décoratif.

Certains produits de conservation du bois contiennent des fongicides pouvant poser des problèmes en milieu intérieur. Par exemple, le pentachlorophénol, apprécié pour son large spectre d'action, s'évapore lentement; il contient en outre comme impuretés des dérivés polychlorés, chimiquement apparentés à la dioxine de Seveso. Certains pays comme la Pologne interdisent le produit ou comme la Finlande et la Suisse recommandent de ne pas l'utiliser dans les habitations. En Finlande, par exemple,

l'intérieur de nombreux saunas était traité au pentachlorophénol pour combattre les moisissures. Les températures atteintes dans un sauna favorisent évidemment l'évaporation du produit. En Suisse, les fabricants d'agents de conservation du bois recommandent de ne pas utiliser leurs formulations contenant du pentachlorophénol pour traiter l'intérieur des locaux et proposent, sous un autre nom, des produits n'en contenant pas. Il suffit cependant de passer la frontière pour trouver en France, sous ce même nom commercial, un produit qui en contient à nouveau! Les risques liés à l'utilisation de bois de démolition comme combustible seront abordés ultérieurement.

Exemple 3: Le loup sortait du bois

Les occupants d'un chalet de vacances dont l'intérieur et l'extérieur venait d'être traité contre les parasites du bois par un peintre à la retraite ressentaient de telles irritations des yeux, du nez et de la gorge qu'ils ne pouvaient plus y séjourner. Une analyse de l'air intérieur a mis en évidence une forte teneur en pentachlorophénol expliquant les troubles ressentis. Par ignorance, par négligence ou peut-être pour utiliser un produit au moins assez efficace, le peintre n'avait pas suivi les recommandations fédérales de ne pas utiliser ce produit pour l'intérieur de locaux d'habitation.



*"DANS MON NOUVEAU TIPI ISOLE
J'ATTRAPPE LES YEUX ROUGES,
ENCORE CES COLORANTS CHIMIQUES!"*

Fig. 4 Derrière la plainte, les facteurs confondants sont parfois beaucoup plus discrets !

Sometimes a complaint hides confounding and much less obvious factors !

4. Sujets-pièges

L'augmentation de l'humidité relative et l'élévation de température dans un domaine qui reste confortable favorisent non seulement la prolifération d'agents microbiens (bactéries, algues, champignons), mais également l'émission de certaines substances, notamment le formaldéhyde. Par la respiration et la perspiration cutanée, l'Homme adulte sédentaire en situation de confort émet en moyenne environ 50 g/h de vapeur d'eau, soit en gros 1 kg par 24 h. Les activités domestiques sont une autre source d'humidité, généralement discontinue mais qui peut être momentanément dominante. Les manifestations d'irritation annoncées dans des milieux très humides sont en général trop ambiguës pour désigner directement l'une ou l'autre cause.

Exemple 4: Quand l'humidité "pique les yeux"

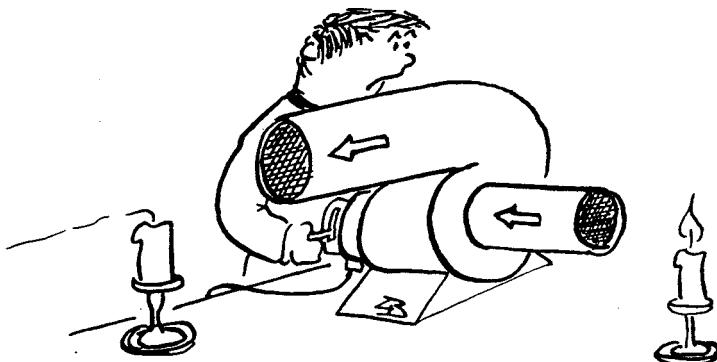
Dans la cave partiellement enterrée et munie de sauts-de loup d'une villa moyenne toute récente, un jeune couple a aménagé une chambre de jeux pour les enfants. La mère et les enfants se plaignent de sensations de brûlure des yeux. En raison d'un sérieux problème d'humidité, la peinture a dû être refaite dans un angle de la pièce. L'humidité reste considérable: condensation sous le plafond, cloques, coulures. Dosage de formaldéhyde négatif, rien de particulier à signaler dans les matériaux ou les produits d'entretien et de lessive. L'humidité excessive et la gêne oculaire disparaissent après réparation d'une chemise de drainage et pose d'une prise d'air sur un des sauts-de-loup et dans la porte.

L'habitation est aussi le lieu d'un déferlement de produits de toute sorte, dont la composition peut être altérée en tout temps sans que l'utilisateur s'en rende toujours compte: cosmétiques, détergents et autres produits d'entretien, encres d'imprimerie, etc. On y trouve aussi des appareils ménagers dont l'effet ne coïncide pas forcément avec les intentions de l'usager. Ainsi, l'aspirateur de ménage est aussi une soufflerie capable d'engendrer efficacement des aérosols (Kreiss et al., 1982). Dans la réalité pratique, il existe beaucoup moins de véritables ultra-aspirateurs, efficaces pour les poussières fines ou les fibres respirables, que ne le laisse supposer la publicité de nombreux fournisseurs. On attend aussi des preuves convaincantes de la valeur des épurateurs d'air qui filtrent les poussières suspendues, produisent des ions négatifs dont l'effet bénéfique est encore controversé (Guillemin, 1982) ou "neutralisent" les odeurs en leur superposant un message olfactif dominant ou en adsorbant les substances odorifères sur des filtres dont l'entretien est volontiers minimisé. L'apparition d'agents irritants dans l'habitation peut enfin résulter d'un changement dans le déroulement d'activités tout à fait banales. Avant d'incriminer le bâtiment ou les matériaux de construction, il importe donc d'écartier toute confusion de ce type.

Exemple 5: Une alerte ... "bidon"?

La buanderie d'un pensionnat pour adolescents a été agrandie en lingerie où 2 personnes travaillent désormais par périodes prolongées. Le bâtiment est ancien et les murs fraîchement chaulés à l'ancienne suintent et portent des efflorescences. De nouvelles armoires en aggloméré partiellement nu ont été installées. L'éclairage laisse à désirer. Les lingères se plaignent d'irritation et de fatigue des yeux, ainsi que de sécheresse de la gorge et du nez, passant au cours de la nuit à une sécrétion abondante

de mucus. Aucune analyse n'est effectuée, mais il est proposé d'améliorer l'éclairage et, surtout, de garder fermés les bidons de produits à lessive qui étaient toujours restés ouverts quand la présence des personnes se limitait à de brefs épisodes. Les symptômes disparaissent entièrement après ces modifications.



EH NON, UNE ASPIRATION NE
PEUT PAS ÊTRE DIRECTIONNELLE !

Fig. 5 Un mythe tenace à déraciner: une pulsion peut être dirigée, pas une aspiration ! Les sceptiques peuvent essayer d'éteindre une bougie à 20 cm en aspirant, pour voir.

A myth which it is hard to relinquish: an impulse may be directed, whereas an aspiration may not ! Sceptics should maybe try and blow a candle out, standing 20 cm away and aspirating.

Les besoins de renouvellement d'air des locaux d'habitation et de séjour ont été abondamment documentés (Malchaire, 1982). Relevons simplement que le renforcement de l'étanchéité de bâtiments existants peut conduire à des situations de confinement défavorables. L'installation a posteriori d'un dispositif de ventilation est généralement beaucoup plus onéreuse que son incorporation ab initio. De plus, la ventilation est une spécialité technique complexe où les légendes et les erreurs bien intentionnées ne manquent pas. Ainsi, on trouve encore des personnes pour croire qu'une aspiration peut être directionnelle. D'innombrables hottes de cuisine sont inefficaces en raison de courants d'air transversaux, de leur hauteur excessive au-dessus du plan de travail ou d'un encastrement insuffisant. La dépression produite par de petits extracteurs d'air tombe rapidement à des niveaux négligeables sans une admission d'air à très faible résistance. Le vent peut perturber complètement l'effet des systèmes de ventilation statiques ou mécaniques et la distribution des polluants à l'intérieur d'un bâtiment en altérant ses relations de pression.

5. Une méthodologie en gestation

La reconnaissance relativement récente de cette gamme de problèmes n'a pas encore débouché sur un bagage méthodologique adéquat et complet. La multiplicité des agents potentiels, leur dilution dans une matrice complexe, la variabilité des paramètres individuels et la faible spécificité diagnostique des manifestations irritatives ou psychologiques exigent le plus souvent la coalition du médecin et de l'analyste pour la prise en charge correcte et pour l'objectivation des plaintes. L'examen complet d'une habitation ne saurait évidemment se limiter aux agents chimiques et aux symptômes des habitants. Il devra, bien au contraire, englober une foule d'autres considérations: bruit et autres agents physiques, microclimat, agents d'origine biologique, aspects ergonomiques, cadre socio-économique, pathologie urbaine, tabagisme et autres habitudes, etc. Il est donc parfaitement clair qu'il n'existera jamais de recette passe-partout dans l'approche du milieu intérieur, pas plus qu'il n'en existe en milieu professionnel. Au contraire, la disponibilité et la capacité d'appréciation des investigateurs resteront toujours des outils primordiaux.

La stratégie d'approche et les moyens mis en oeuvre dépendent naturellement aussi de l'origine et du but de l'investigation, selon qu'il s'agit d'une étude spontanée ou d'une plainte, d'une démarche préventive ou d'une intervention revêtant un caractère d'urgence. Actuellement, stratégies et moyens sont largement repris ou adaptés de disciplines voisines comme la médecine du travail et l'hygiène industrielle, rompues à l'exploration conjointe des relations de l'Homme avec son milieu physico-chimique. Le recours à des traceurs biologiques indirects (plantes, animaux domestiques) n'est généralement pas pertinent. Pour certains agents chimiques, une voie plus prometteuse pourrait s'ouvrir du côté de la surveillance biologique, qui vise à évaluer sur la base d'échantillons facilement accessibles - urine, sang, cheveux, air expiré, etc. - les échos précoce d'une interaction chez l'individu et connaît un développement soutenu en médecine et hygiène du travail depuis plusieurs années.

Exemple 6: Les plantes ne craignent pas que le pentachlorophénol

Un homme de plume, habile de ses mains, a construit en bonne partie sa maison lui-même, utilisant en particulier d'importantes quantités de panneaux agglomérés. Il a traité les boiseries de fenêtres, intérieur et extérieur, avec un enduit contenant une faible concentration de pentachlorophénol. Certaines de ses plantes d'intérieur dépérissent et il s'inquiète d'un éventuel risque pour sa santé et celle de ses proches. L'analyse de l'air ne révélera que des traces tout à fait ordinaires de pentachlorophénol, de solvants ou de formaldéhyde. En fait, ces plantes ont surtout l'air de manquer de lumière! Pour dépasser l'anecdote, on peut souligner que la physiologie des plantes et celle de l'Homme n'ont pas grand'chose en commun: les plantes ne sont donc pas des témoins toxicologiques représentatifs pour notre organisme.

La plupart des investigations chimiques ou physico-chimiques menées sur le milieu intérieur portent sur la qualité de l'air. Cette priorité de fait est légitime à plusieurs titres, mais il faut rappeler que l'air n'est de loin pas la seule voie d'exposition. L'eau de boisson ou l'ingestion d'aliments contaminés par contact direct avec la source d'une nuisance, par déposition aérienne ou par l'eau de cuisson peuvent être une voie de transfert efficace vers l'organisme. Une autre exposition, souvent méconnue et très dif-

ficile à évaluer, résulte de la déposition d'agents irritants ou toxiques sur des textiles d'où ils peuvent entrer en contact direct avec la peau ou être remis en suspension sous forme de poussières (Gebefügi & Korte, 1984) et causer ainsi des atteintes à la santé même lorsque leur teneur dans l'air échappe à l'analyse.

Il n'existera jamais non plus d'appareil physico-chimique mesurant la nocivité d'un milieu pour l'Homme "moyen" et moins encore pour un individu pris isolément. Même confirmés dans leur validité et leur représentativité, les résultats d'analyses ou de mesures ne sont que rarement significatifs en eux-mêmes et doivent être interprétés, entre autres sur la base de données toxicologiques obtenues le plus souvent par expérimentation sur des animaux. Ces données sont souvent lacunaires, en particulier au sujet des expositions chroniques à faibles doses et des actions combinées de plusieurs nuisances. De plus, leur élaboration suit difficilement l'avalanche des nouveaux produits accédant à l'application industrielle. La prédiction de l'activité physiologique d'une substance à partir de sa structure chimique n'est pas possible avec la généralité et la précision nécessaires. A la différence d'autres milieux, l'interprétation des résultats dans l'habitation ne peut guère s'appuyer sur des normes d'exposition aux nuisances chimiques. Il n'existe qu'un nombre minime de telles normes et l'éventail de celles qui s'appliquent au milieu extérieur n'offre pas une couverture adéquate. L'utilisation des normes valables en milieu professionnel, même assorties d'habiles facteurs de conversion, est inappropriée, ne serait-ce qu'en raison de la différence des profils d'exposition dans le temps. De plus, ces normes ne s'appliquent qu'à des populations de personnes adultes et en bonne santé. Enfin, la variabilité des sensibilités et des réactions individuelles imposera toujours une grande prudence dans la généralisation des résultats et dans la prédiction des effets à partir de données épidémiologiques ou analytiques.

6. Quelle prévention?

L'habitation est normalement perçue comme une relation étroitement individuelle de l'Homme au lieu. A ce titre, elle diffère profondément de l'environnement extérieur où se projettent plutôt des valeurs de Nature, volontiers idéalisées d'ailleurs, qui sont encore largement ressenties comme le fait de la collectivité beaucoup plus que de l'individu. Les mécanismes d'évaluation, de contrôle et de correction ne sont donc pas transposables tels quels d'un registre à l'autre. Pour ne citer que l'exemple suisse, la protection de l'environnement extérieur est régie par un appareil juridique spécifique et détaillé, dans la philosophie duquel l'Homme est un élément du milieu parmi d'autres. A l'inverse, le statut de l'environnement intérieur non professionnel se limite plutôt à la définition de principes et d'objectifs dont les instruments d'exécution résultent de dispositions légales disjointes et encore embryonnaires en ce qui concerne les nuisances chimiques. Le renforcement de ces dispositions ou la formulation de normes d'émission ou d'exposition n'est pas une tâche simple. Son objectif devrait être surtout de fournir un outil efficace au concepteur, au constructeur et aux organes de contrôle, plutôt qu'un tissu de contraintes supplémentaires. La modicité voulue du cadre juridique postule en fait que le choix de la manière d'habiter relève primordialement de la liberté individuelle. Or, au niveau de l'habitant, la capacité économique et sociale d'exercer ce choix n'est pleinement vérifiée que dans une minorité de situations. La liberté d'influer sur le mode de construction ou les matériaux s'effrite en outre à mesure que l'Homme est moins le propre bâtisseur de sa caverne et que le développement accéléré du choix rend son information toujours plus fragmentaire. Le rôle dévolu au concepteur et au maître de l'ouvrage est donc capital dans ce contexte.

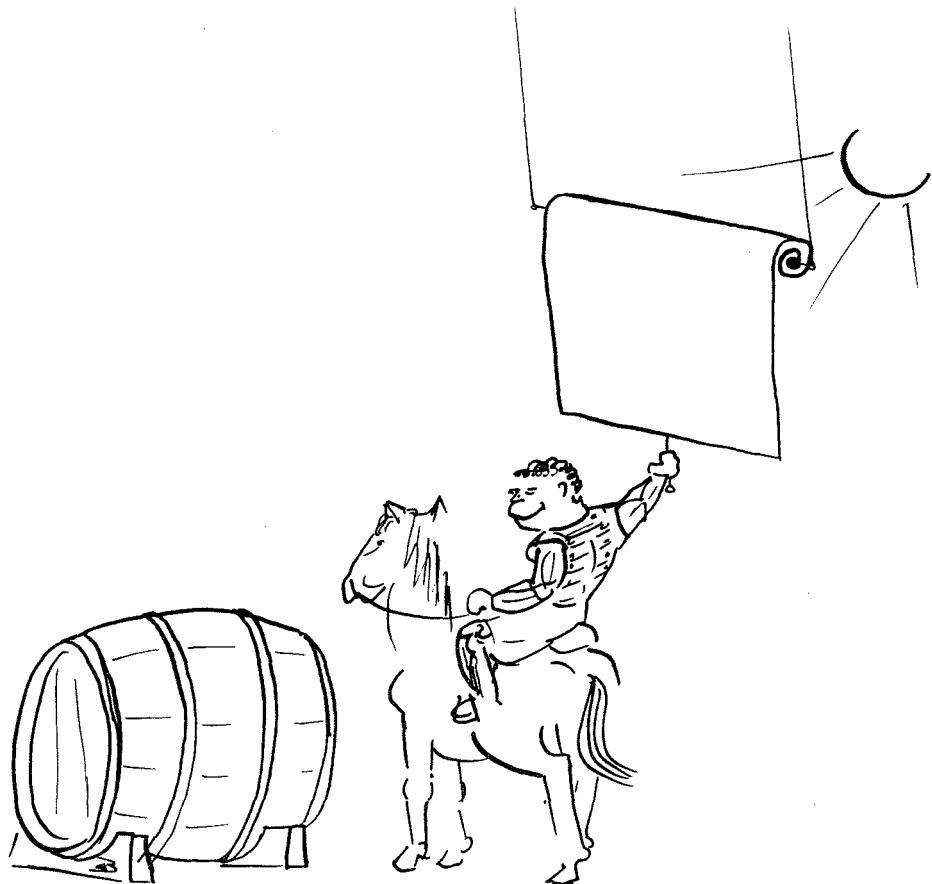


Fig. 6 Diogène aussi était - presque - libre dans le choix de sa manière d'habiter.

Diogenes too was - almost - free when he chose his dwelling.

Il est vrai que, dans sa fonction de concepteur, l'architecte est investi d'une responsabilité que les exigences du maître de l'ouvrage tendent parfois à l'empêcher d'exercer. Si cette contrainte est volontiers ressentie avec force au plan des conceptions techniques ou de l'esthétique, elle est plus sournoise sur les aspects liés à l'hygiène des matériaux, à la relation du bâtiment avec les nuisances exogènes et aux conséquences du vieillissement de l'ouvrage sur ces paramètres. L'architecte doit néanmoins pouvoir exercer son rôle primordial de conseiller pour réaliser une prévention efficace des atteintes à la santé ou au bien-être liées à l'habitat. La qualité de son information est une des conditions nécessaires à la relation de confiance qui doit s'établir entre l'habitant et son domicile. Il est vrai aussi que la réalité de certains ensembles d'habitation ou d'aménagement urbain et suburbain est si éloignée du discours des spécialistes les mieux intentionnés qu'on peut s'interroger sur l'existence de leviers d'action efficaces dès lors que l'adhésion de tous les acteurs n'est pas acquise. Ainsi, même si elle est patente, la dégradabilité accélérée de lieux dépourvus de la faculté d'identification et d'appropriation ne semble pas opérer souvent une dissuasion convaincante. Elle cons-

titue en revanche un élément potentiellement aggravant par la modification plus rapide des conditions initiales sur lesquelles est évalué un projet.

Etant par essence en retard sur la découverte de problèmes nouveaux, les lois, les directives, les normes et les règlements délimitent un domaine d'acceptabilité plutôt qu'ils ne proposent un répertoire d'incitations et un bagage d'information immédiatement utilisable. A l'intérieur de ce cadre le concepteur dispose en général d'un choix relativement ouvert qui sera articulé par des critères esthétiques, socio-culturels, économiques ou techniques. Des compilations prenant aussi en compte les qualifications toxicologiques des matériaux existent (p. ex. Curwell & March, 1986), mais ne sont pas légion et doivent naturellement être interprétées à la lumière des données locales: tradition de construction, disponibilité des matériaux et des techniques, dispositions réglementaires, etc. Au contraire des bâtiments industriels, soumis à la sanction d'autorités de contrôle dès leur phase de planification, l'hygiène des bâtiments d'habitation n'est le plus souvent appréciée qu'après leur réalisation. Or il paraît préférable de corriger des plans ou des spécifications de matériaux plutôt qu'un bâtiment et d'anticiper les problèmes en cas de doute sans attendre la contrainte du fait accompli.

La réalisation d'une construction ou d'une transformation est presque toujours un événement impliquant un grand nombre d'acteurs, entre lesquels la coordination et l'attribution des responsabilités est parfois moins rigoureuse que ne l'exigerait une situation idéale. Il est p. ex. surprenant d'observer que des matériaux inadéquats et annoncés comme tels par les fournisseurs sont utilisés par des professionnels. Hormis des cas flagrants, l'identification après coup de ce type de situations repose sur une plainte qui nécessitera un diagnostic et une administration de preuve éventuellement difficiles. Même lorsqu'elle aboutit, elle n'entraîne bien souvent une correction qu'au prix de démarches longues et laborieuses. Les cas déclarés ne constituent certainement d'ailleurs que la pointe d'un iceberg dont il n'est pas toujours vrai que le temps suffira à le faire fondre tout seul. Sans candeur déplacée, on peut quand même postuler que les tentatives délibérées de tromper le maître de l'ouvrage ou le responsable des travaux sont l'exception lors d'erreurs dans le choix des matériaux ou de malfaçons. Les démarches de contrôle ou de surveillance ne devraient donc pas être ressenties comme des ingérences ou des marques de méfiance et avoir ainsi de bonnes chances de succès.

Comme pour la plupart des démarches préventives, le simple bon sens pratique constitue le plus fructueux des défrichages et les moyens techniques de prévention doivent lui être subordonnés, aussi prestigieux - et coûteux - qu'ils puissent être. Exemple un peu simpliste peut-être, pour ne pas encourager le recours à des procédés et à des matériels d'entretien toujours plus agressifs, il est pertinent de rester attentif à la recherche de matériaux faciles à entretenir, en particulier dans les espaces de transition entre l'extérieur et l'habitation. Autre postulat élémentaire mais trop souvent violé, les systèmes de ventilation et de climatisation devraient toujours être conçus et réalisés pour permettre un ajustement et un entretien adéquat évitant notamment la prolifération de micro-organismes comme *Legionella pneumophila* (Dutka et al., 1984).

Le choix des matériaux devrait être fondé aussi bien sur leur aptitude à l'usage quotidien que sur les risques résultant de situation exceptionnelles. La détection sensorielle d'une altération peut être vitale en cas de sinistre, notamment d'incendie. Il n'est pas satisfaisant de s'en tenir à un dépistage visuel et olfactif, car les fumées produites par de nombreux matériaux synthétiques sont rapidement invalidantes (Malek et al., 1987) et peuvent empêcher la fuite des personnes. En ce sens, des détecteurs de fumée sont recommandables dans les pièces sujettes à incendie comme les cuisines ou

dans les pièces où séjournent des personnes plus vulnérables - enfants, personnes âgées, handicapés. La plupart de ces dispositifs réagissent assez tôt pour préserver des conditions de fuite satisfaisantes (Sultan & Feldman, 1985).

VIBRATION



FIBERS LEVEL

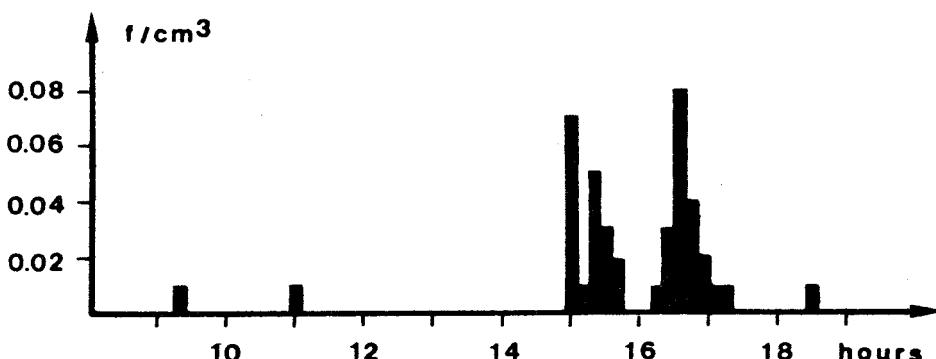


Fig. 7 Le taux de fibres (tracé du bas) dans l'air de cette salle d'école où se trouvait un flocage abîmé varie selon que la salle est occupée ou non. L'occupation de la salle est reflétée par le niveau de vibrations (tracé du haut).

The fibre level (bottom line) in the atmosphere of this classroom in which there was a damaged flocage depends on whether the room is empty or not. The level of vibrations (top line) shows if the room is occupied or not.

Idéalement, prévenir c'est avant tout prévoir. Or les altérations d'un bâtiment, de ses équipements ou de son affectation sont rarement connues dès l'origine. Elles peuvent cependant engendrer des problèmes nouveaux en libérant des matériaux précédemment encapsulés ou en affectant ses relations d'échange d'énergie ou de matière avec l'environnement par des atteintes à son enveloppe. Modifier une ventilation ou un gradient thermique peut entraîner une redistribution des polluants d'origine intérieur autant qu'extérieur. Le simple fait de changer le taux d'occupation d'une pièce exposée à l'émission de matériaux lâches suffit à en transformer les conditions (Litzistorf et al., 1985). Le travail à domicile avec des machines génératrices de vibrations ou de trépidations agira dans le même sens, en plus des nuisances physiques directes. Dans le même ordre d'idées, l'aménagement de locaux à usage professionnel dans un immeuble d'habitation entraîne un risque de contamination dépendant de la qualité de la construction (Verhoeff et al., 1988).

L'évaluation des matériaux et des produits désignés par leur appellation commerciale représente parfois une véritable course d'obstacles. Si l'on est en droit d'attendre qu'un professionnel s'informe complètement et valablement sur les matériels qu'il utilise, il n'en ira pas souvent de même des paraprofessionnels - amateurs, bricoleurs, travailleurs pas vraiment "officiels", etc. - qui de plus auront rarement accès à une information suffisante. Le développement rapide des activités "do-it-yourself" s'est accompagné d'une multiplication des cas d'accidents ou d'intoxications, le plus souvent par ignorance et par négligence. Les prescriptions légales en matière de toxiques sont théoriquement en mesure de prévenir des atteintes aiguës en restreignant le choix des produits accessibles au grand public et en imposant des consignes de prudence sur les emballages. Encore faut-il qu'elles soient respectées dans la pratique, aussi bien par tous les fournisseurs que par tous les utilisateurs. La situation est encore moins claire au sujet des produits finis ou semi-finis qui peuvent entrer dans l'habitation. Leur composition et leur qualité d'exécution sont souvent inconnues non seulement de l'acheteur, mais même du personnel des points de vente. Il peut en résulter des expositions qui violent ouvertement les dispositions en vigueur, mais qui ne seront pratiquement dépistées que si des troubles apparaissent. On doit admettre que la responsabilité de la prévention repose dans ce cas sur les distributeurs et non sur les consommateurs.

Exemple 7: Une bibliothèque où l'on se fatigue les yeux sans lire

Un architecte achète dans un magasin de meubles une bibliothèque par éléments. A peine l'a-t-il montée qu'il ressent de fortes irritations des yeux et du nez. Les 3 montants sont des caissons de bois aggloméré garnis à l'intérieur de carton ondulé. Un seul montant, placé en chambre expérimentale étanche (10 m³) dégage env. 1,5 mg de formaldéhyde par heure. Dans une pièce parfaitement mélangée de 40 m³ ces trois rayons entraîneront une concentration dépassant la limite de 0,2 ppm si le taux de renouvellement d'air est inférieur à 0,5 fois par heure.

Enfin, l'effort de prévention sera incomplet s'il ne tient pas compte du devenir des matériaux lors de transformations, de démolitions ou encore de sinistre important. Les difficultés liées aux flocages à l'amiante couramment pratiqués dans le passé devraient être bien connues, de même que les risques de contamination d'immeubles entiers que comportent des interventions maladroites sur cet héritage. L'utilisation de bois de démolition comme combustible dans des foyers domestiques ou des cheminées de salon peut aussi produire de véritables intoxications collectives (Peters et al., 1983), d'autant moins faciles à prévenir que l'apparence de ces bois n'indiquera souvent pas le traitement de conservation qu'ils ont pu subir. A part sa volatilité et sa toxicité intrinsèque, le pentachlorophénol dégage en brûlant un riche assortiment de dioxines et de dibenzofurannes polychlorés encore nettement plus nocifs. De vieux transformateurs d'immeuble contiennent encore des biphenyles polychlorés qui posent aussi le double problème de leur toxicité propre et des produits encore plus néfastes engendrés en cas d'incendie. De leur côté, le bois aggloméré, le bois-croisé ou le PVC et d'autres matières plastiques peuvent engendrer en brûlant une cohorte de gaz toxiques ou irritants. Enfin, toute intervention sur un bâtiment existant et habité comporte un risque pour les habitants pendant la phase des travaux. Une parfaite connaissance des matériaux en place avant l'ouverture du chantier constitue la meilleure garantie contre des surprises. Nous pouvons aussi ne pas vouloir léguer des boîtes de Pandore à nos descendants en choisissant dès maintenant nos matériaux avec pertinence.

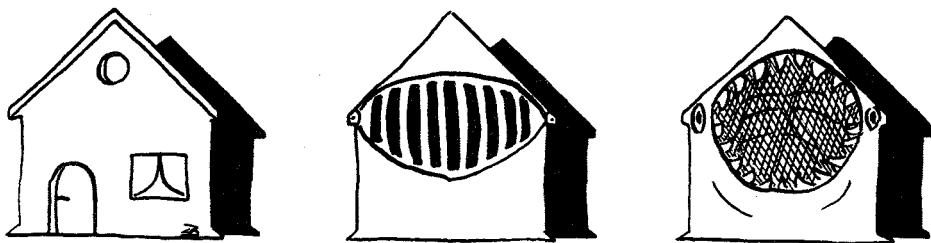


Fig. 8 De la maison-armure à la maison-menace, une simple affaire de projection ?

Is the passage from the house as a shelter to the house as a threat just a matter of projection ?

7. Conclusion

Après une longue phase de relative dormance qui a suivi les efforts de salubrité élémentaire de l'habitat dans la deuxième moitié du XIXe s., l'incorporation croissante de nouveaux matériaux et la fermeture toujours plus étanche des lieux de séjour ont réactivé depuis une quinzaine d'années la réflexion sur les incidences possibles du milieu intérieur sur la santé. Le réseau des relations entre l'espace habité et le complexe santé/bien-être constitue évidemment un terrain de réflexion et d'action d'une richesse et d'une fertilité inestimables en sciences humaines. Il sous-tend aussi tout un pan d'applications des sciences expérimentales et techniques qu'on pourrait désigner collectivement par "écotoxicologie de l'habitat". Il est enfin au cœur des préoccupations de mouvements architecturaux ou d'efforts de recherche en marge des sciences traditionnelles, malgré la parenté étroite des vocabulaires (énergies, entropie, ondes, rayonnements, potentiels et courants, polarité, etc.) qui recouvre souvent plus de confusion qu'elle ne reflète de réelle convergence des concepts et des méthodes. En fait, l'analogie des objectifs et parfois des terminologies dépasse rarement le niveau assez superficiel des mécanismes de réflexion et la rencontre des différentes approches sur le terrain de leur objectif commun reste encore épisodique et peu fructueuse. Leur intégration en une coalition efficace reste donc à faire.

Nos habitations résultent d'un long processus qui a commencé par la conquête d'une protection vis-à-vis du monde extérieur. Au cours de ce processus, l'habitation n'a cessé de gagner en signification. Ne sommes-nous pas enclins à définir le nomadisme par la mobilité du lieu de résidence plus que par le déplacement des groupes de personnes? A mesure que cette défense vers l'extérieur devenait moins urgente et mieux établie, l'habitation est devenue un compartiment de notre environnement toujours plus prédominant, plus fermé et plus soumis à des décisions humaines. Idéalement du moins, elle devrait être aussi le lieu où l'Homme enlève ses parures et ses armures de comportement social. En s'appropriant son domicile, il réalise une identification dans laquelle sa demeure devient un exoderme qui assume sa représentation sociale et au-dedans duquel il se livre désarmé. La défaillance de cette relation de confiance fusionnelle est ressentie comme une trahison totale que l'habitant affronte seul et où le traître

est une entité vague et à la limite insaisissable. Il serait tout de même aberrant que les agressions venues de l'intérieur de l'habitation nous rejettent, mentalement ou culturellement, à la rue ou à la précarité de la grotte!

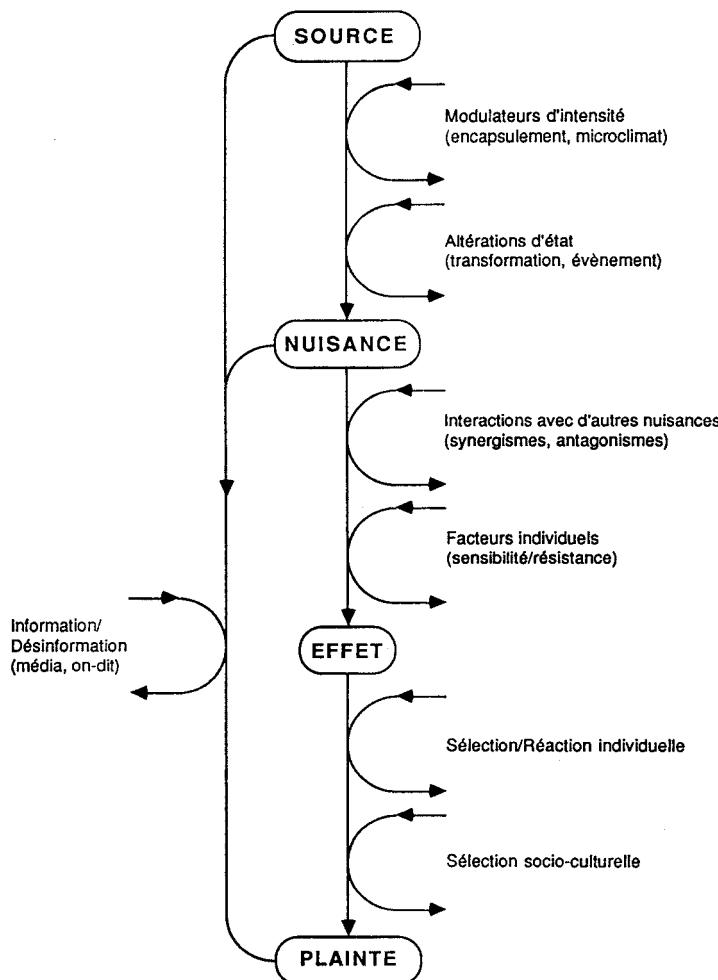


Fig. 9 Le cheminement de la source de nuisance à la plainte de l'usager est jalonné de perturbations tantôt amplificatrices, tantôt réductrices. Il n'y a pas nécessairement de correspondance univoque entre la manifestation d'une nuisance et la formulation d'une plainte.

The way leading from the cause of the nuisance to the complaint of the dweller may be perturbed in an amplificatory or in a reductive manner. There is not necessarily an univocal link between a nuisance and the resulting complaint.

Cela dit, l'étendue du problème en termes de santé publique est encore difficile à cerner, mais elle mérite d'être évaluée étant donné que tous les segments de la population sont concernés, même les plus vulnérables. L'équation hypothétique source-plainte est complexe et n'est pas toujours univoque. La plupart des facteurs qui y interviennent ne sont actuellement connus que par des études de cas et ne peuvent pas encore être généralisés. La plainte ne constitue donc pas un outil statistiquement approprié pour un diagnostic d'ensemble. Il est en outre évident que ce type de problèmes ne se manifestent qu'une fois résolues les priorités de survie et d'organisation essentielles de la vie sociale. Est-on autorisé pour autant à parler d'un "problème de riches"? On ne pourrait l'admettre que dans le cynisme d'une politique du pire qui ne soulagerait en rien l'altération réelle de la santé des personnes atteintes. Il nous apparaît plutôt qu'il faille y voir une interpellation de société, une mise à l'épreuve de notre aptitude à gérer nos libertés individuelles autant qu'un défi technique, architectural et économique.

La réalisation d'une prévention efficace passe par la coalition des ressources de tous les acteurs concernés. La plupart des nuisances chimiques actuellement connues pour produire des atteintes à la santé dans l'habitation et l'environnement intérieur sont évitables. La prévention suppose aussi la connaissance du risque. Il n'est donc pas temps de relâcher l'effort de recherche vers une meilleure compréhension de l'étendue du problème, vers une caractérisation plus adéquate des matériaux actuels et vers le développement d'une méthodologie et d'une logistique satisfaisantes pour l'examen de matériaux futurs.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNHARD, C.A. (1987), Formaldéhyde - loup blanc ou mouton noir?, *Swiss Med.*, **9** (1987), No 6a, 60-64.
- CURWELL, S.R. & MARCH, C.G., Ed. (1986), "Hazardous building materials - a guide to the selection of alternatives" (Spon, Londres).
- DAY, J.H.; LEES, R.E.M.; CLARK, R.H. & PATTEE, P.L. (1984), Respiratory response to formaldehyde and off-gas of urea formaldehyde foam insulation, *Can.Med.Assoc.J.*, **131** (1984), 1061-1064.
- DUTKA B.J.; WALSH K.; EWAN, P.; EL-SHAARAWI, A. & TOBIN, R.S. (1984), Incidence of *Legionella* organisms in selected Ontario (Canada) cities, *Sci.Total Environ.*, **39** (1984), 237-249.
- EVANS, G.W.; COLOME, S.D. & SHEARER, D.F. (1988), Psychological reactions to air pollution, *Environ.Res.*, **45** (1988), 1-15.
- FINNEGAR, M.J. & PICKERING, C.A.C. (1986), Building related illness. A review, *Clin.Allergy*, **16** (1986), 389-405.
- "Formaldehyd" (1984), Schriftenreihe des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit, Bd 148 (Kohlhammer, Stuttgart) 139-148.
- GEBEFÜGI, I. & KORTE, F. (1984), Indoor contamination of household articles trough pentachlorophenol and lindane, *Indoor Air*, **4** (1984), 317-322.
- GERGEN, P.J.; MULLALLY D.I. & EVANS, R. (1988), National survey of prevalence of asthma among children in the United States, 1976 to 1980, *Pediatrics*, **81** (1988), 1-7.
- GUILLEMIN, M. (1982), Appareils à ions négatifs: utiles ou dangereux?, *Méd.Hyg.*, **40** (1982), 504-509.
- HAGENDORF, U. (1986), Technische Lösungsmittel in Haushalt und Gewerbe, *Zbl.Bakteriol.Hyg. B*, **183** (1986), 211-220.
- HANSEN, M.K.; LARSEN, M. & COHR, K.H. (1987), Waterborne paints: a review of their chemistry and toxicology and the results of determinations made during their use, *Scand.J.Work.Environ.Health*, **13** (1987), 473-485.
- KANGAS, J.; NEVALAINEN, A.; MANNINEN, A. & SAVOLAINEN, H. (1986), Ammonia, hydrogen sulphide and methyl mercaptides in Finnish municipal sewage plants and pumping stations, *Sci.Total Environ.*, **57** (1986), 49-55.

- KREISS, K.; GONZALES, M.G.; CONRIGHT, K.L. & SCHEERE A.R. (1982), Respiratory irritation due to carpet shampoo: two outbreaks, *Environ.Int.*, 8 (1982), 337-341.
- LITZISTORF G.; GUILLEMIN, M.P.; BUFFAT, P. & ISELIN F. (1985), Influence of human activity on the airborne fiber level in paraoccupational environments, *J.Air Pollut.Control Assoc.*, 35 (1985), 836-837.
- LUKENS, J.N. (1987), The legacy of well-water methemoglobinemia, *J.Am.Med.Assoc.*, 257 (1987), 2793-2795.
- MALCHAIRE, J. (1982), "Critères optimaux de ventilation, d'éclairage et de conditions thermiques de l'habitat dans le contexte des économies d'énergie" (OMS Europe, Copenhague).
- MALEK, D.E.; STOCK, M.F. & ALARIE, Y. (1987), Performance under intoxicating atmospheres, *Fundam.Appl.Toxicol.*, 8 (1987), 335-345.
- MCKONE, T.E. (1987), Human exposure to volatile organic compounds in household tap water: the indoor inhalation pathway, *Environ.Sci.Technol.*, 21 (1987), 1194-1201.
- NAZAROFF, W.W.; LEWIS, S.R.; DOYLE, S.M., MOED, B.A. & NERO, A.V. (1987), Experiments on pollutant transport from soil into residential basements by pressure-driven airflow, *Environ.Sci.Technol.*, 21 (1987), 459-466.
- PETERS, H.A.; CROFT, W.A.; WOOLSON, E.A.; DARCEY, B.A. & OLSON, M.A. (1983), Arsenic, chromium, and copper poisoning from burning treated wood, *N Engl.J.Med.*, 308 (1983), 1360-1361.
- ROSENFIELD A.H. & HAFEMEISTER, D. (1988), Energy-efficient buildings, *Sci.Am.*, 258 (1988), No 4, 56-63.
- SAMET, J.M.; MARBURY, M.C & SPENGLER, J.D. (1987), Health effects and sources of indoor air pollution. Part I, *Am.Rev.Respir.Dis.*, 136 (1987), 1486-1508.
- SAMET, J.M.; MARBURY, M.C & SPENGLER, J.D. (1988), Health effects and sources of indoor air pollution. Part II, *Am.Rev.Respir.Dis.*, 137 (1988), 221-242.
- SCHAWINSKI I.; SCHAWINSKI R. & KASSER U. (1986), "Vergiftet! Wie wir ein Haus bauten, das uns krank machte" (Unionsverlag, Zurich).
- SHIM, C. & WILLIAMS, M.H. (1986), Effect of odors in asthma, *Am.J.Med.*, 80 (1986), 18-22.
- SULTAN, M.A. & FELDMAN, W.M. (1985), Smoke alarms in the home: what every physician should know, *Can.Med.Assoc.J.*, 133 (1985), 1207-1210.
- THOMPSON, N. & HENRY, J.A. (1983), Carbon monoxide poisoning: poisons unit experience over five years, *Hum.Toxicol.*, 2 (1983), 235-238.
- VERHOEFF, A.P.; SUK, J. & VAN WIJNEN, J.H. (1988), Residential indoor air contamination by screen printing plants, *Int.Arch.Occup.Env.Health*, 60 (1988), 201-209.
- WEBER, R.; BUDMIGER, H. & SIEGENTHALER W. (1988), Die chronische Formaldehydimmission - ein verkanntes Krankheitsbild?, *Schweiz.Med.Wschr.*, 118 (1988), 457-461.
- YOCOM, J.E. (1982), Indoor-outdoor air quality relationships: a critical review, *J.Air Pollut.Control Assoc.*, 32 (1982), 500-520.