

## REPORTAGE CIMALUX

# Le mythe des parois respirantes

*La paroi « respirante »<sup>1</sup> est un mythe trouvant son origine dans l'évaluation erronée d'une étude de Max von Pettenkofer datant de 1857 sur le renouvellement d'air dans une pièce d'habitation. Von Pettenkofer ayant par ailleurs été un scientifique réputé, e.a. pour ses succès dans le combat contre le choléra, ce mythe s'est propagé jusqu'à aujourd'hui.*

160 ans plus tard, nous avons toujours quelques difficultés à faire la part des choses : « En nous obligeant à isoler thermiquement nos habitations et à les rendre étanche à l'air, nous nous retrouvons à vivre dans des boîtes de conserve accumulant miasmes et humidité ! » Dans une habitation énergétiquement performante, nous devons effectivement garantir un renouvellement hygiéniquement suffisant de l'air intérieur de nos habitations au travers d'une ventilation contrôlée.

Jusqu'aux années 1950, les maisons étaient parcimonieusement chauffées, principalement par rayonnement. Les ouvertures étaient non-étanches à l'air et les moisissures courantes au droit des parois froides. Avant la crise énergétique des années 1970, se développe le chauffage central sans régulation thermostatique. Les pièces sont surchauffées et l'humidité relative faible. Les simples vitrages évacuent une partie de l'humidité ambiante par condensation en hiver. Les moisissures sont plus rares.

Depuis la crise énergétique, les économies de chauffage prévalent, les huisseries deviennent plus étanches à l'air et les problèmes d'humidité plus courants même en présence d'une isolation thermique suffisante. Ceci est dû au fait que, dans cette configuration, le renouvellement de l'air intérieur devient primordial et dépend du comportement des habitants. Ceux-ci ne peuvent, dans un premier temps, que recourir à une ventilation naturelle en ouvrant fenêtres et grilles d'aération, alors que cela n'était jusqu'alors pas important et qu'on n'en avait pas appris les bonnes pratiques.

Revenons à von Pettenkofer. Mesurant un taux de renouvellement de l'air plus important que prévu dans une pièce d'habitation dont on croyait toutes les ouvertures hermétiquement fermées, le scientifique en conclut que la porosité des briques constituant les murs de la pièce permet une « ventilation naturelle » contribuant significativement à « l'assainissement » de l'air intérieur. Il croit pouvoir confirmer

ses conclusions par une expérience. Deux entonnoirs sont fixés sur les faces d'un cylindre de mortier dont le manteau est étanchéifié avec de la cire. En soufflant dans l'extrémité d'un entonnoir, on parvient effectivement à éteindre la flamme d'une bougie placée à l'extrémité de l'autre entonnoir (voir figure 1). L'expérience est également concluante avec des cylindres de briques de terre cuite ou de grès poreux.

fig.1 L'expérience de la bougie



Von Pettenkofer avait cependant sous-estimé les défauts d'étanchéité des huisseries (nous sommes en 1857) et l'incidence du tirage d'une cheminée dans la pièce étudiée. Il n'a par ailleurs pas tenu compte de la différence de pression nécessaire à son expérience, supérieure de plusieurs centuples par rapport à la pression dynamique exercée sur le

<sup>1</sup> H. Künzel, *Geschichte und Geschichten der Bauphysik*, Fraunhofer IRB Verlag, 2002

fig. 2

Quantité maximale de condensation interstitielle autorisée

MATÉRIAU	QUANTITÉ DE CONDENSAT AUTORISÉE
Isolant thermique	< 1% – vol.
Bois	< 3% – masse
À l'interface de matériaux de construction poreux permettant un transport par capillarité	< 0,8 kg/m <sup>2</sup>
À l'interface d'une couche imperméable du point de vue capillaire	< 0,5 kg/m <sup>2</sup>

mur extérieur d'un bâtiment. Il est aujourd'hui établi que les maçonneries enduites sont étanches à l'air pour les différentiels de pressions usuels. Ceci ne diminue en rien le mérite de Von Pettenkofer pour ses multiples et remarquables contributions scientifiques. Une aération suffisante, par ventilation naturelle assistée ou mécanique, doit donc être assurée pour maintenir un environnement intérieur sain et confortable. Des débits d'air minimaux sont ainsi nécessaires pour assurer l'élimination des polluants, des odeurs, du gaz carbonique, de la chaleur excédentaire et de la vapeur d'eau générés par les habitants et leurs activités. La régulation de l'humidité relative est particulièrement sensible dans ce contexte, tant pour assurer le confort que pour éviter les problèmes de condensation et de moisissures. Ceci en limitant les déperditions thermiques par fuites d'air incontrôlées.

Les constructions massives, p.ex. en béton, thermiquement efficaces avec isolation thermique extérieure, sont peu sensibles aux problèmes de condensation superficielle ou par diffusion de vapeur d'eau. Ils offrent une inertie thermique et une résistance à la diffusion de vapeur élevée et ne présentent pratiquement pas de ponts thermiques. Dans un voile en béton de qualité  $\geq$  C30/37 et d'épaisseur  $>$  18 cm, il n'y a pratiquement pas de migration d'eau, ni par diffusion, ni par capillarité.

Lorsqu'une haute résistance à la diffusion de vapeur côté intérieur chaud et une haute résistance thermique côté extérieur froid ne sont pas assurées (rénovation, patrimoine historique, matériaux biosourcés, etc.), il y a diffusion de vapeur d'eau dans la paroi. Il faut dans ce cas estimer le risque de condensation dans celle-ci en appliquant la méthode de calcul de GLASER. Si cette méthode néglige de nombreux phénomènes et ne s'applique qu'à la migration par diffusion, elle permet de prédire avec certitude l'absence de risque de condensation. Elle reste cependant une méthode de contrôle, pas une méthode de simulation.

S'il y a risque de condensation, il est possible d'essayer d'empêcher la vapeur d'eau de pénétrer dans la paroi en posant un pare-vapeur côté intérieur. En pratique, il est difficile d'assurer la continuité de cette barrière. Du passage de vapeur au droit des défauts résulte une accumulation locale d'eau condensée occasionnant à terme de graves désordres. De plus, le pare-vapeur ne permet pas la circulation de la vapeur en sens inverse et ralentit ainsi le séchage de la paroi.

Une quantité limitée de condensation interstitielle peut néanmoins être acceptée pour autant que l'eau condensée n'endommage ni ne modifie significativement les caractéristiques des matériaux concernés (voir figure 2) et que

cette même quantité d'eau soit par ailleurs cycliquement éliminée par évaporation en été.

En conception bioclimatique on désigne par *perspiration* la propriété d'une paroi à laisser transiter l'humidité à travers son épaisseur et à la laisser s'évaporer lorsqu'elle arrive à sa surface. Ceci suppose :

- une excellente étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment,
- une régulation de la pénétration de la vapeur d'eau coté intérieur,
- un gradient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau des matériaux composant la paroi du plus élevé au plus faible en partant de l'intérieur,
- une isolation thermique performante supprimant les ponts thermiques, de préférence posée à l'extérieur afin de réchauffer toutes les couches de la paroi,
- une protection efficace contre la pluie battante sans entrave à la diffusion de vapeur d'eau
- l'étanchéité à l'eau des parties enterrées, qui ne peuvent par définition être perspirantes.

Des programmes de simulation tenant notamment compte de la capillarité, de l'adsorption, de l'effet des gradients de température sur la migration de la vapeur, etc. permettent de quantifier les flux d'humidité dans un système constructif et d'évaluer ainsi le fonctionnement hygrothermique d'une paroi. Il reste à préciser que le recours à des parois perspirantes ne permet en aucun cas de se passer de systèmes de ventilation. ●

Christian Rech, Cimalux

Sources: H. Künzel, *Geschichte und Geschichten der Bauphysik*, Fraunhofer IRB Verlag 2002; C-A. Roulet, *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, EPFL 2004; S. Courgey, J-P. Oliva, *La conception bioclimatique*, Terre Vivante 2006; J-P. Oliva, *L'isolation écologique*, Terre Vivante 2006; B. Keller, S. Rutz, *PLNPOINT – Fakten der Bauphysik zu nachhaltigem Bauen*, vdf Hochschulverlag AG, ETH Zürich 2007