

UN RENDEZ-VOUS C.S.T.B.

VENTILATION DES LOGEMENTS

Ventilation of Dwellings.

HUMIDITE ET RISQUES DE CONDENSATION

M.DALICIEUX
(DER, EDF, Les Renardières)

UN RENDEZ-VOUS C.S.T.B.

VENTILATION DES LOGEMENTS

HUMIDITE ET RISQUES DE CONDENSATION

M.DALICIEUX
(DER, EDF, Les Renardières)

HUMIDITE ET RISQUE DE CONDENSATION

Auteur : P. DALICIEUX
EDF - DIRECTION DES ETUDES ET RECHERCHES
CENTRE DES RENARDIERES - 77250 MORET SUR LOING -

L'air est composé de plusieurs gaz et la vapeur d'eau est l'un de ses constituants. La connaissance et la maîtrise (lorsqu'elle est possible) de cette quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air qui nous entoure est indispensable pour plusieurs raisons :

- * au même titre (ou presque) que la température et la vitesse de l'air, l'humidité de l'air intervient dans la liste des paramètres jouant un rôle dans la notion de confort. Moins directement, l'humidité relative peut également affecter le confort perçu par l'occupant d'un logement en dégradant la qualité de l'air intérieur via des moisissures ou par l'accentuation d'autres sources de polluant sensibles à l'humidité relative,
- * pour le thermicien désirant écrire le bilan énergétique d'un local au vue d'un dimensionnement de système de climatisation, la quantité de vapeur contenue dans l'air, ainsi que son enthalpie associée sont des grandeurs à ne pas négliger.
- * enfin, un bâtiment étant réalisé avec des matériaux relativement hygroscopiques, c'est à dire pouvant contenir de l'eau sous forme de vapeur ou liquide (en quantité variable selon l'environnement), un excès d'humidité peut dégrader les caractéristiques thermiques et mécaniques de ces matériaux.

Nous nous proposons ici d'analyser les différents éléments intervenant dans l'évolution de l'humidité relative d'une ambiance intérieure, ainsi que les conséquences directes du déséquilibre entre production et élimination de cette vapeur d'eau.

Pour ce faire, il nous a semblé utile de rappeler quelques définitions.

L'AIR HUMIDE : QUELQUES DEFINITIONS !

La quantité de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air est appelée l'humidité absolue (W) et s'exprime en g/m^3 (on peut également l'exprimer en kg de vapeur/kg d'air sec).

A une température donnée, cette quantité de vapeur peut croître jusqu'à une valeur limite (WS) au delà de laquelle il y a condensation (ou formation de

.../...

brouillard !). On appelle cette valeur la limite de saturation (WS) ; elle est une fonction croissante de la température.

L'humidité relative est par définition, le rapport exprimé en % de l'humidité absolue de l'air (W) à la limite de saturation (WS) à la même température. Il est donc clair qu'un abaissement de la température d'un volume d'air élève son humidité relative.

La condensation sur une surface froide intervient lorsque la fine couche d'air en "contact" avec la surface refroidie varie sur l'humidité relative atteindre la saturation. Le phénomène est fréquent dans une salle de bains dont la fenêtre est équipée de simples vitrages.

LE CLIMAT EXTERIEUR ET L'HUMIDITE

Lorsque l'on s'intéresse à l'humidité relative de l'air intérieur d'un logement, il y a des paramètres sur lesquels nous ne pouvons absolument pas agir, notamment la température et l'humidité extérieure. On se propose sur un exemple de montrer comment évolue l'humidité extérieure à l'aide d'enregistrements météorologiques réalisés à Trappes et La Rochelle. On constate alors (figure 1) que si la température extérieure varie selon la saison, l'humidité relative quant à elle, est assez stable, autour de 80 %, ce qui explique des variations d'humidité absolue dans un rapport 2 entre l'hiver et l'été.

Lorsque l'on sait que le seul moyen d'évacuer la vapeur d'eau en excès dans une pièce est la ventilation (sont exclus les systèmes à condensation pas utilisés dans l'habitat), on constate combien le pouvoir asséchant du renouvellement est variable d'une saison à l'autre, mais également d'une région à une autre.

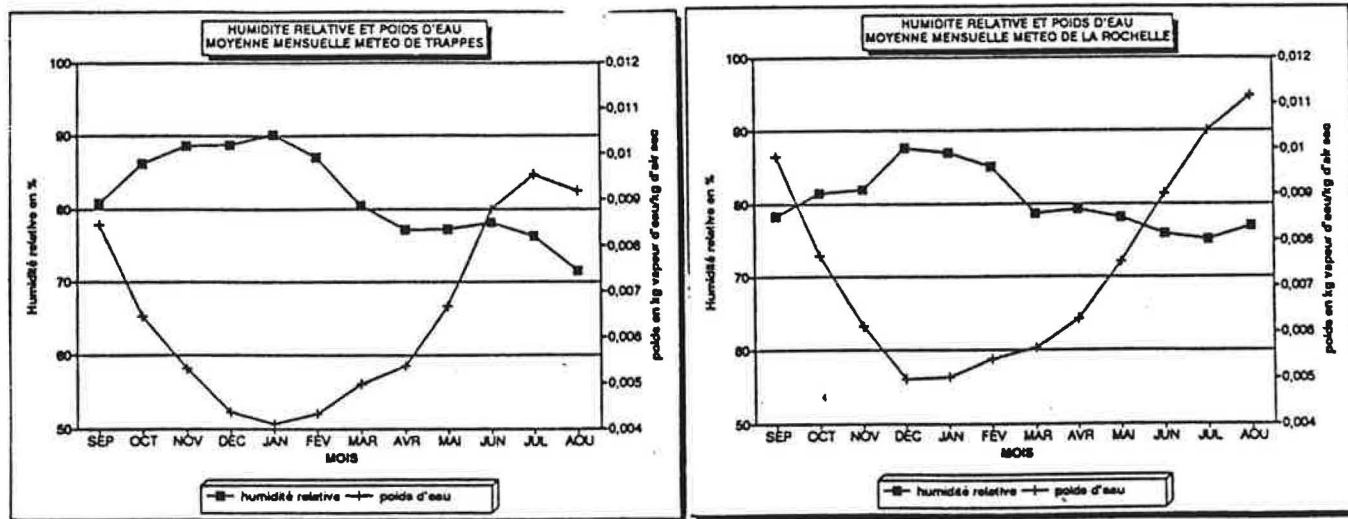


Figure 1

.../...

L'HUMIDITE A L'INTERIEUR DU LOGEMENT

L'humidité de l'air intérieur résulte du bilan des différents échanges qui peuvent coexister dans le local. Nous allons, sans entrer dans les détails, expliciter chaque terme de ce bilan.

Les sources de production

Dans un logement normalement occupé, les principales sources de production de vapeur d'eau sont liées à la présence et à l'activité des occupants.

En ce qui concerne le métabolisme humain, il est variable avec le degré d'activité physique de l'individu, mais ne fait pas partie des paramètres sur lesquels nous pouvons agir pour un logement. Cette production peut aller de 40 g/h.pers pendant le sommeil à 150 g/h.pers pour une activité soutenue (ménage,...).

La production de vapeur d'eau imputable aux activités des occupants est également variable au cours de la journée, mais généralement bien localisée et plus intense. En effet, la préparation d'un repas, plus le nettoyage de la vaisselle peuvent engendrer une production d'environ 1 500 g/h et un bain peut à lui seul fournir également 400 g/h de vapeur d'eau.

A partir des résultats d'une enquête INSEE 1974/1975 sur l'emploi du temps et l'activité d'un français (échantillon : 700 personnes), un exemple de répartition journalière de la production de vapeur d'eau a été tracé (figure 2) pour un logement de 165 m³ habité par 4 personnes, dont 2 enfants, un homme actif et une femme au foyer. Même si cela n'apparaît pas sur cette figure, il faut garder à l'esprit que ces productions élevées de vapeur affectent plus particulièrement une pièce et ne sont pas à répartir sur l'ensemble du logement. Cela signifie qu'il faudrait dimensionner le renouvellement d'air d'un logement en traitant les besoins au niveau de chaque pièce.

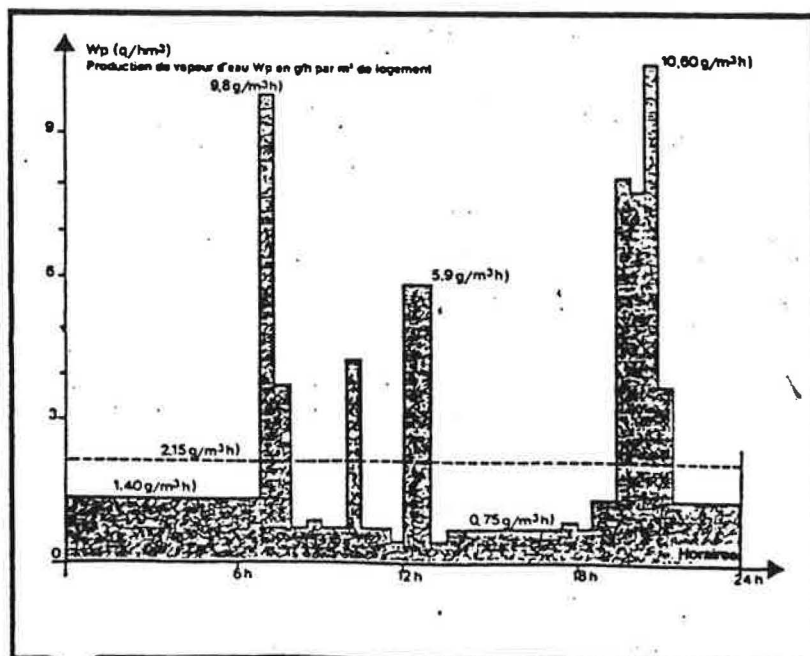


Figure 2

Remarque concernant les sèche-linge

Il est difficile de changer nos habitudes par rapport à la façon de préparer les repas, ainsi que celle de faire sa toilette (bain, douche, etc...), par contre, le problème du séchage du linge peut être traité avec le sèche-linge. Si l'on considère quasi-permanent le séchage du linge dans la maison citée ci-dessus, sa valeur de production pouvant être en moyenne considérée égale à 40 g/h, l'élimination de cet apport d'eau peut abaisser la "porteuse" et donc la valeur moyenne de la figure 2 d'environ 0,25 g/h m³.

Ce ne sont certainement pas ces considérations techniques qui sont à l'origine des 600 000 sèche-linge vendus en 1989 et le taux d'équipement des ménages français étant un des plus faibles d'Europe du Nord (10 %), il semble que ce nombre soit amené à évoluer à la hausse.

Il existe deux techniques de sèche-linge : la condensation et l'évacuation.

Pour la condensation l'air, saturé après passage sur le linge, condense une partie de son eau en passant sur un échangeur air-air. Le circuit d'air "froid" tourne en boucle ouverte sur l'air de la pièce et l'eau ainsi extraite, est récupérée dans un bac ou directement rejeté à l'égout.

Le sèche-linge à évacuation (moins cher !), représente les 3/4 des ventes. L'air pris dans la pièce est chauffé, puis soufflé sur le linge humide avant d'être évacué. Dans le meilleur des cas, l'évacuation se fait directement sur l'extérieur par une gaine souple.

Si vous oubliez ou ne pouvez pas raccorder cette gaine avec l'extérieur du logement, vous avez durant les deux heures de fonctionnement de l'appareil, un superbe climat "sub-tropical" dans votre salle de bains avec 2 000 g/h de vapeur d'eau et 2 400 Wh d'énergie restituée à la pièce.

Retenons néanmoins que dans le cas d'une bonne utilisation, le sèche-linge permet de réduire un des postes de production d'eau non négligeable.

Le renouvellement d'air et l'humidité

Dans un logement, la ventilation ne peut avoir qu'un rôle de déshumidification dans la mesure où l'humidité absolue est rarement plus forte à l'extérieur qu'à l'intérieur. Le pouvoir asséchant de l'air extérieur est, nous l'avons vu, nettement supérieure en hiver. Pour une ambiance intérieure de 20°C et 60 % d'humidité relative, de l'air extérieur à 0°C et 80 % pourra absorber environ 6 g/m³ de vapeur à la pièce et seulement 3 g/m³ si sa température passe à 10°C.

Cet état de fait est une des justifications techniques de la "naissance" des systèmes de ventilation hygro-réglables commercialisés en France depuis 1983.

.../...

L'humidité à travers les parois

Les matériaux constituant les parois des bâtiments sont le siège de migrations d'humidité d'origines diverses :

- * remontée capillaire,
- * diffusion de vapeur,
- * infiltration d'eau de pluie.

La présence d'eau au coeur des matériaux peut atténuer de façon très nette leur pouvoir isolant, de même qu'elle peut provoquer des dégradations mécaniques. Les seuls remèdes sont soit de "canaliser l'eau", soit d'éviter son passage. Dans les deux cas, il est nécessaire de connaître avec précision les mécanismes de transfert de l'humidité.

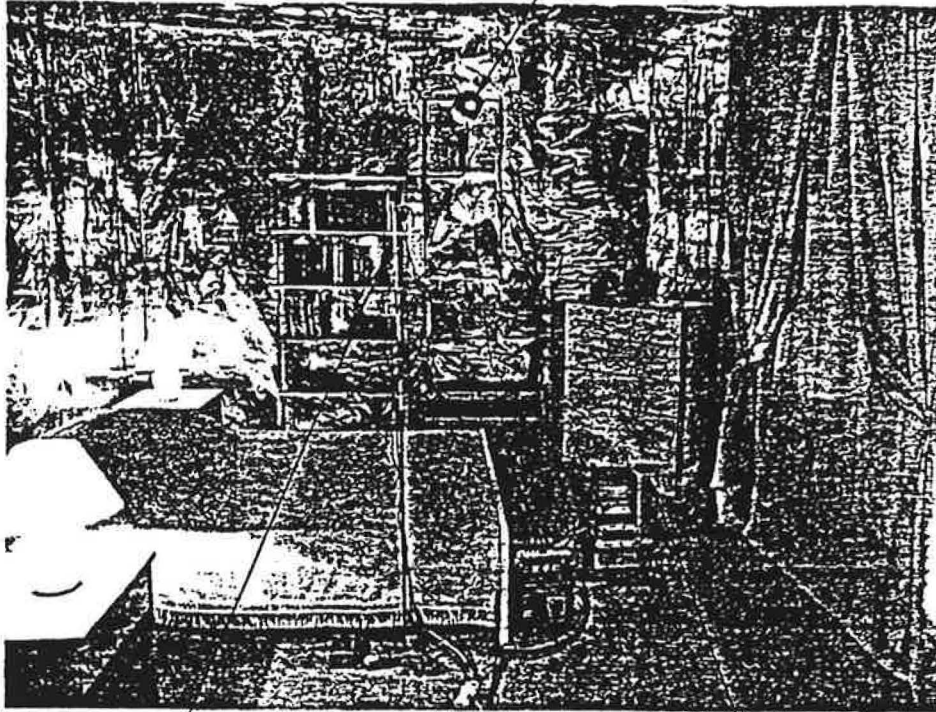
Les "moteurs" de ce transfert sont d'une part, le gradient de pression de vapeur sur le gradient de teneur en eau, et d'autre part, le gradient de température. Outre le fait, que ces calculs ne soient pas simples, si l'on s'intéresse essentiellement au bilan de vapeur d'eau sur le volume d'air intérieur la quantité d'humidité transitant entre l'extérieur et l'intérieur du logement à travers les parois, peut être considérée négligeable.

En revanche, si l'on se place à l'intérieur d'une pièce, la surface des parois (mur extérieur ou cloison interne) offre dans sa première peau (le ou les premiers millimètres) une capacité d'absorption tout comme pour les mobiliers non négligeable. Ce "tampon" hygroscopique, nous le voyons dans le paragraphe suivant, n'est pas à négliger dans la prédiction de l'évolution de l'humidité relative intérieure.

Les échanges de vapeur avec le mobilier

Nous avons réalisé au Centre des Renardières (EDF - Direction des Etudes et Recherches) une modélisation des transferts de vapeur pouvant avoir lieu entre l'air et les mobiliers d'une pièce ainsi qu'une série d'expérimentations dans une cellule laboratoire (figure 3).

Outre la constatation de la bonne adéquation modèle/mesures, il est intéressant de voir combien la prise en compte de cette "inertie hygroscopique" a une influence sur le résultat final : "l'humidité relative intérieure" (figure 4).



Mesure :
Température, Humidité

Brumisateur simulant
l'apport d'eau lié à la présence
des occupants (2 personnes \approx 100 g/h)

Figure 3 : La cellule expérimentale meublée

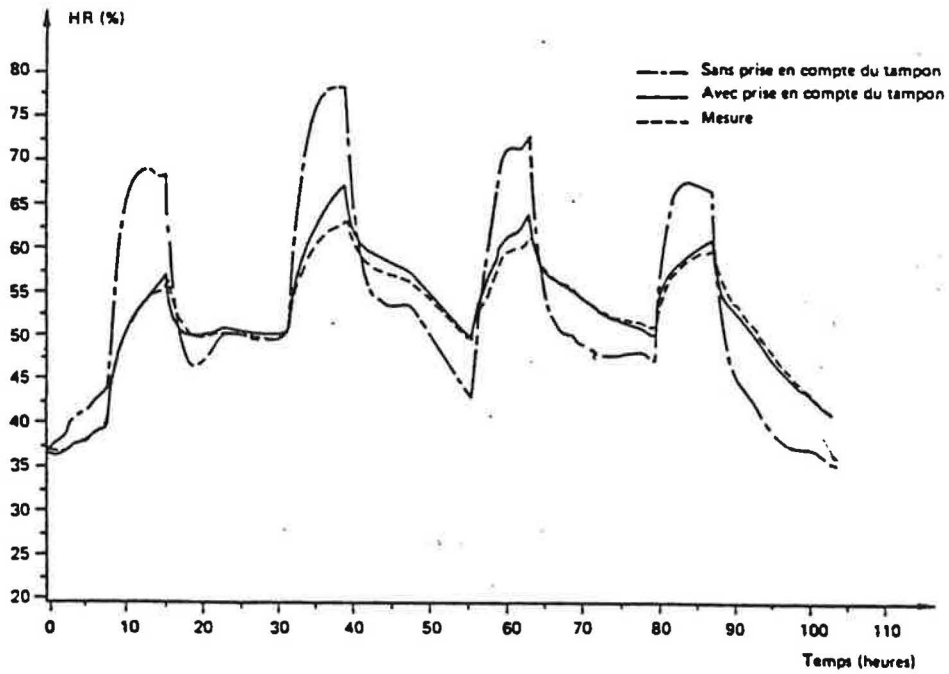


Figure 4 : Influence de la prise en compte du tampon hygroscopique constitué par le mobilier, sur le calcul de l'humidité relative intérieure

CONCLUSION : L'OCCUPANT ET LE BATIMENT FACE A L'HUMIDITE

Après avoir présenté les éléments de base intervenant dans le bilan hygrométrique d'une ambiance interne, nous abordons l'influence et les risques d'une mauvaise gestion de l'humidité relative sur le bâtiment et ses occupants.

En ce qui concerne l'occupant, nous avons dressé un tableau récapitulatif (figure 5) qui laisse entrevoir une plage de manoeuvre relativement grande (40 <—> 70 %) pour satisfaire à notre "confort respiratoire".

Humidité relative	Inférieure à 40 %	Entre 40 et 70 %	Supérieure à 70 %
Influence sur :			
- les occupants	<ul style="list-style-type: none"> ● Air trop sec ● Inflammation de la gorge ● Irritation des muqueuses nasales, des yeux, ... ● Toux, éternuements (poussières) ● Difficultés 	<ul style="list-style-type: none"> ● Air agréable à respirer. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Apparition et développement de colonies de spores microbiennes avec risque de contamination fongique des occupants. ● Sensations de moiteur, et risques de mauvaises odeurs.
- Le bâti et le mobilier	<ul style="list-style-type: none"> ● Fissurations des plâtres, des peintures ● Instruments de musique désaccordés 		<ul style="list-style-type: none"> ● Condensations excessives décollant les papiers et dégradant le bâti.
Conséquences	Inconfort pour l'occupant, quelques dégradations sur le bâti et le mobilier	Confort	Inconfort pour l'occupant et risques à terme de dégradations importantes pour la bâti.

Figure 5

Pour les risques de condensation et les dégradations qui les accompagnent, il est sans doute inutile de rappeler qu'ils résultent de la présence simultanée d'une humidité relative élevée et d'un ou plusieurs "point(s) froid(s)" dans la pièce considérée. Ces points froids correspondent généralement aux ponts thermiques, aux vitrages, aux menuiseries des fenêtres et portes extérieures et aux zones mal ventilées (dites zones mortes).

Enfin, le mot de la fin, pour ne pas oublier les moisissures qui peuvent apparaître sans qu'il n'y ait jamais condensation : 70 % d'humidité relative leur suffit pour se développer, à condition que la température soit clémente et qu'elles aient de quoi se nourrir.

90 % de la fore présente dans l'air sont des champignons microscopiques et des bactéries qui se nourrissent entre autres, des poussières carbonées de l'air et qui ont pour substrat favori les textiles (moquettes, rideaux, etc...).

