



AIR HUMIDE INTERIEUR ET SANTE



Jean-Louis IZARD
Laboratoire ABC



AIR HUMIDE INTERIEUR ET SANTE

Jean-Louis IZARD
Laboratoire ABC
ENSA-Marseille

Introduction

L'air humide intérieur présente des risques pour la santé sur au moins deux fronts : la **pollution fongique** et la **prolifération des acariens**. Ces deux manifestations créent des conditions défavorables pour toutes les personnes souffrant de difficultés respiratoires et sensibles aux allergènes. La principale question est donc « **quels sont les facteurs qui conduisent à l'état humide de l'air intérieur ?** ». En particulier, quels rôles jouent le climat, le comportement des habitants, les matériaux mis en œuvre, la conception thermique de l'enveloppe et la ventilation ?

Le présent article tente de décrire les relations entre ces facteurs et envisager les solutions pour que l'air intérieur reste dans des domaines d'humidité acceptables. Cet article revêt un caractère transversal puisqu'il aborde des éléments aussi différents que les données climatiques du site, la production de vapeur d'eau dans le logement, la thermique des parois d'enveloppe, la capacité des matériaux à développer des micro-organismes, l'art de chauffer et de ventiler les locaux ainsi que les bases physiques concernant l'état hygrométrique de l'air, chose par laquelle il convient de commencer pour bien comprendre comment fonctionne l'air humide.

1 - Rappel des règles concernant l'air humide.

1 – 1. L'air humide

Toute la problématique de l'air humide est basée sur un principe intangible de la physique : « **La quantité de vapeur d'eau que peut contenir l'air est limitée et cette limite dépend de sa température** ». C'est ainsi que plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau et plus il est froid, moins il peut en contenir.

A une température donnée, la quantité de vapeur d'eau maximale que l'air peut contenir est qualifiée de « **saturante** » et correspond à un taux de remplissage de l'air de 100%. Mais si on réduit de moitié la quantité de vapeur d'eau contenue par l'air, celui-ci ne sera rempli qu'à 50%. Nous venons de définir la notion « **d'humidité relative** » qui n'a de validité qu'à une température d'air donnée.

L'humidité relative représente le rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue par l'air, divisée par la quantité de vapeur d'eau maximale qu'il peut contenir à une température donnée. Cette grandeur est sans dimension et est toujours exprimée en pourcentage.

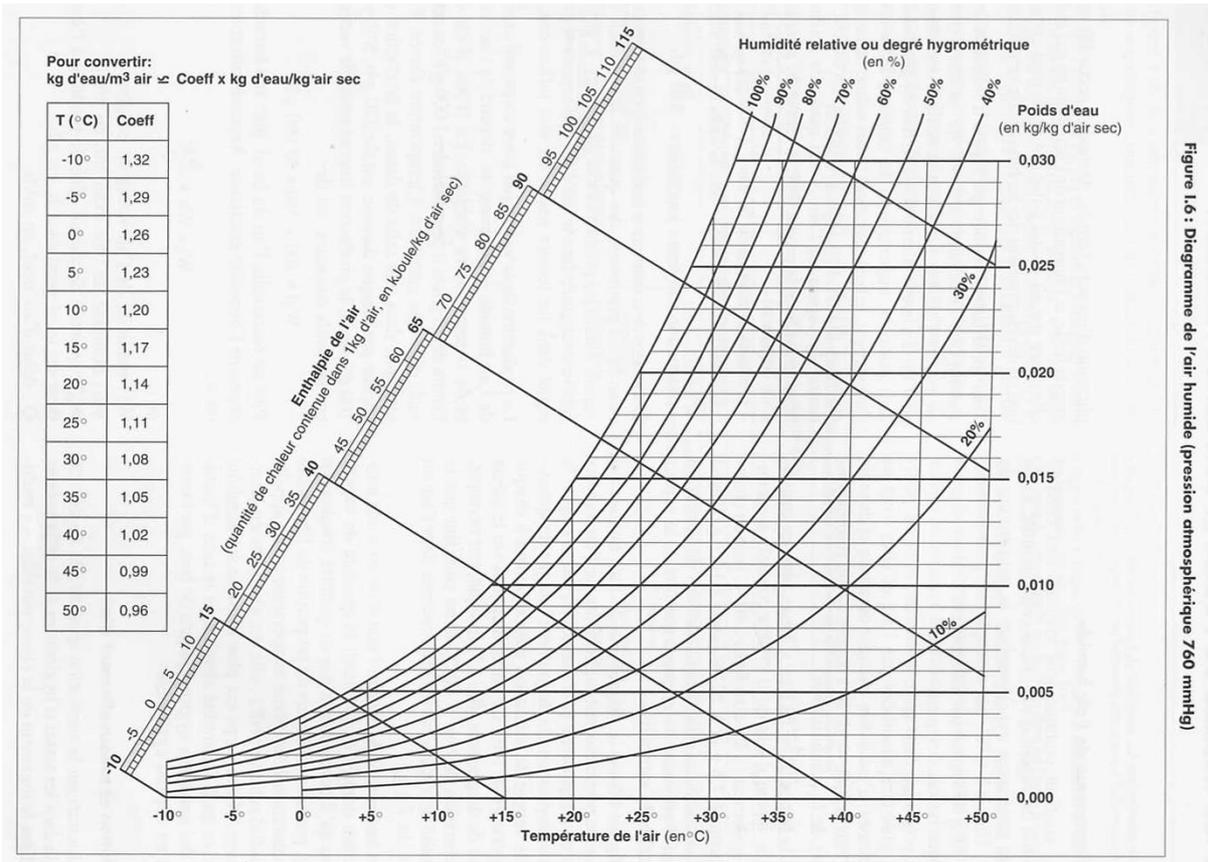


Fig. 1 - Diagramme de l'air humide présentant les principales caractéristiques de l'air.

La représentation de l'état de l'air (Fig. 1) se fait au moyen d'une « **diagramme psychrométrique** » ou « **diagramme de l'air humide** » dont les deux axes sont, en abscisse, la température d'air sec (°C) et, en ordonnée, **l'humidité spécifique** (ou « **Poids d'eau** ») en grammes ou en kilogrammes de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec (g/kg air sec). Ces diagrammes font en général apparaître les courbes

d'humidité relative (%) et les « **enthalpies** », quantité de chaleur correspondant à chaque état de l'air et qui permettent de connaître la quantité d'énergie échangée à chaque changement de position sur le diagramme (kJ/kg air sec). On y ajoute parfois la « **température humide** », celle que l'on peut lire sur un thermomètre dont on maintient le bulbe mouillé.

L'enthalpie est la capacité calorifique d'un kilo d'air humide. Cette capacité calorifique est composée de chaleur sensible et de chaleur latente. L'enthalpie est désignée par la lettre **h**. D'une manière plus fondamentale, **l'enthalpie** est la chaleur emmagasinée à l'intérieur d'une molécule au cours de sa formation. C'est l'énergie interne de la molécule. Elle comprend:

- L'énergie des électrons autour de son noyau.
- L'énergie de liaisons des atomes entre eux.
- L'énergie de mouvement (cinétique) des molécules.
- L'énergie de liaisons des molécules entre elles.

1 – 2. Température de rosée et condensation.

La température de l'air peut évoluer indépendamment de son humidité spécifique, si on le chauffe (système de chauffage ou par la voie naturelle du solaire passif), mais aussi si on le refroidit (climatisation ou système passif de refroidissement). Si son humidité spécifique est inchangée, c'est son humidité relative qui va être modifiée.

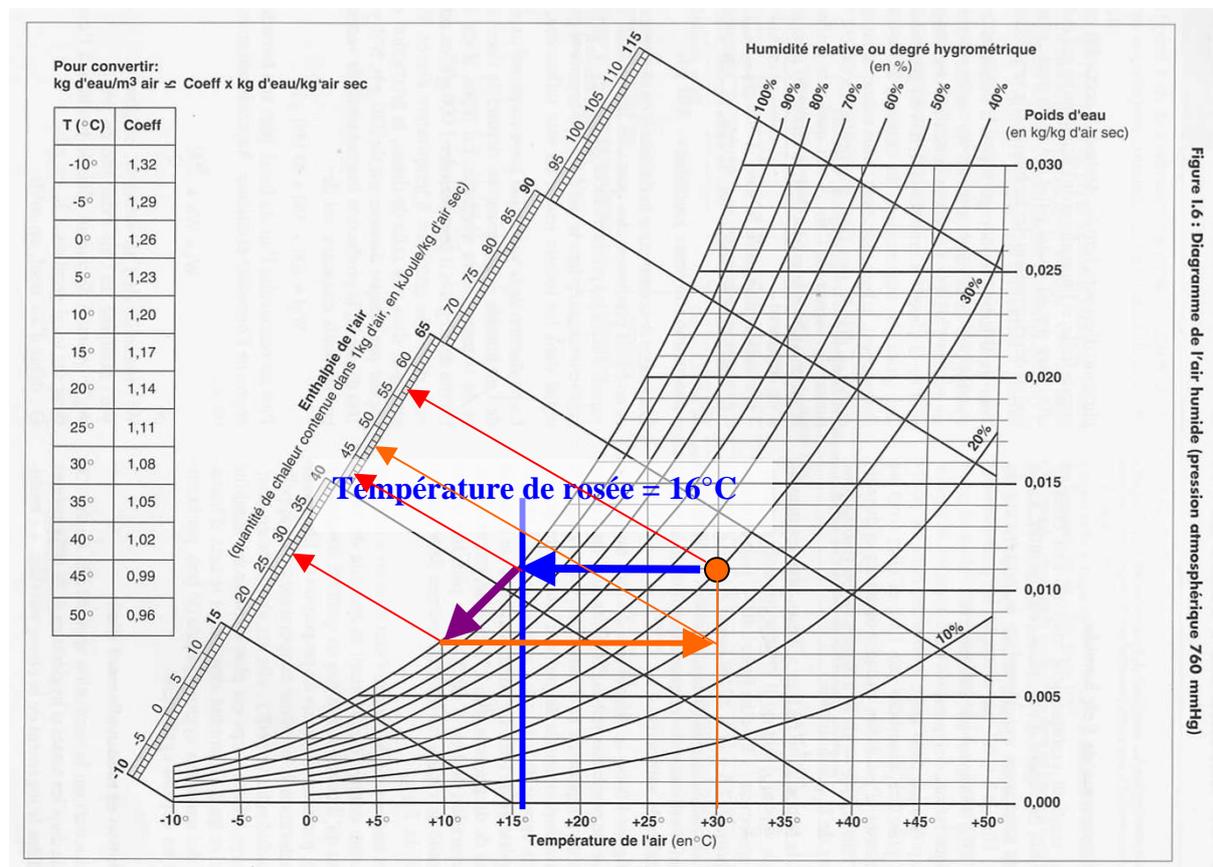


Fig. 2 – Chauffage ou refroidissement de l'air : diminution de l'humidité spécifique et enthalpies mises en jeu.

Prenons en exemple (Fig. 2) : Si on refroidit constamment (flèche bleue) un air à 30°C avec une humidité relative de départ de 40% (ce qui fait sur le diagramme une humidité spécifique de 11g/kg d'air sec), il arrive un moment où l'humidité relative atteint les 100% : cela se produit à 16°C, qui est la « **Température de rosée** » de notre air. Si le refroidissement se poursuit (flèche violette), la vapeur d'eau en excès va se condenser sous forme liquide : l'air va donc perdre de la vapeur d'eau et cette fois-ci c'est son humidité spécifique qui va diminuer. A 10°C, l'air saturé ne contient plus que 7,5g/kg d'air sec de vapeur d'eau, soit une perte de 3,5g/kg d'air sec.

En termes d'**enthalpie** (flèches rouges), partis de 57kJ/kg, nous sommes arrivés à 43kJ/kg à la température de rosée pour atteindre 28kJ/kg au point final, soit une perte de 29kJ/kg pour l'opération entière. Il est normal que pour refroidir de l'air, il faille lui retirer de l'énergie, qui est donc en l'occurrence une énergie « récupérée ». Si l'on devait réchauffer l'air pour le ramener à sa température initiale, il faudrait remonter à 47kJ/kg, soit cette fois-ci un apport d'énergie de 19kJ/kg. On en avait gagné 29 précédemment, il y a un solde de 10kJ/kg, c'est l'énergie qui a été restituée par la condensation des 3,5g de vapeur d'eau.

2 – Production de vapeur d'eau dans le logement.

2 – 1. Enjeux de la production de vapeur intérieure

Partons de l'estimation d'origine canadienne qu'une famille de quatre personnes produit de 7 à 12 litres d'eau au cours d'une journée moyenne. Cette production peut même atteindre 23 litres les jours de lessive.

Sachant qu'un litre d'eau a une masse de 1000g, la production totale représente donc de 7000 à 12000g par jour. Pour un logement de 100m², avec un volume de 250m³, cela correspond à une quantité d'eau de 28 à 48g/m³. La masse volumique de l'air étant égale à 1,2 kg/m³, cela équivaut à une **humidité spécifique** de 23 à 40 grammes de vapeur d'eau/kg d'air sec, ce qui est considérable. Bien sûr, aucun local n'étant parfaitement hermétique, la valeur réelle d'humidité spécifique de l'air intérieur ne peut atteindre dans la réalité une telle valeur. L'effet de la ventilation sur la concentration de vapeur d'eau est montré par le tableau suivant :

Production de vapeur journalière (l)	Taux de renouvellement d'air horaire (volume/heure)				
	0,00	0,50	0,75	1,00	1,50
10	33,33	8,55	1,50	1,14	0,10
15	50,00	12,82	2,25	1,71	0,15
20	66,67	17,09	3,00	2,28	0,21
25	83,33	21,37	3,75	2,85	0,26

Tableau 1: Augmentation de la concentration de vapeur d'eau (g/kg d'air sec) dans un local en fonction de la production (en litres/jour) et du taux de renouvellement d'air. Pour 4 personnes sur 100 m².

On peut voir qu'avec un taux de renouvellement d'air de 0,50 volume/heure, une production de vapeur d'eau de 15 litres par jour conduira à un supplément de 13g de vapeur d'eau par kg d'air sec.

2 – 2. Production de vapeur d'eau dans les habitations

Il est difficile d'obtenir des chiffres à jour concernant la production de vapeur d'eau dans un logement habité. Néanmoins, nous présentons ci-après un tableau récapitulatif diverses sources internationales qui donne une idée de la production de vapeur d'eau en fonction des principales activités enregistrées d'une famille de 4 ou de 5 personnes.

SOURCE	USA Smith 1948	France Fournol 1957	Angleterre Loudon 1971	BS. 5250 1975	BRE Digest 206 1977	Canada Besant
Taille famille (pers.)	4		5	5		
Evaporation corporelle						
Au repos, par personne			37,5 g/h	37,5 g/h	30 g/h	
Activité légère			53 g/h	53 g/h	40 g/h	
Valeur moyenne (par pers)		50-80 g/h				100 g/h
Valeur moyenne pour la famille, par jour	5 kg/j		3,2 kg/j	3,2 kg/j		
Cuisson (gaz)	15 kg/semaine 2,1 kg/j		3 kg/j	3 kg/j	3 kg/j	1,5 kg/j
Lavage vaisselle					1 kg/j	
Bain, baignoire	0,05 kg/bain		1 kg/j	1 kg/j	1 kg/j	0,05 kg/bain
Douche	0,2 kg/douche					0,25 kg/douche
Lavage linge	2 kg/semaine		0,5 kg/j	0,5 kg/j	0,5 kg/j	2 kg/semaine
Séchage linge	12 kg/semaine		5 kg/j	5 kg/j	5 kg/j	12 kg/semaine
Autres sources:						
Chauffage pétrole				1,7 kg/j		
Plantes vertes	0,02 kg					
Lavage plancher	1 kg					
TOTAL PAR JOUR						
Jour Moyen	11, 4 kg	10 kg	7,2 kg	7,2 kg	Pas d'info	Pas d'info
Jour de lavage du linge	25 kg	42 kg	15,4 kg			

Tableau 2: Production de vapeur d'eau selon en fonction des activités, pour 4 ou 5 personnes, selon diverses sources.

Retenons de ce tableau qu'une production journalière comprise entre 7 et 40 kg de vapeur d'eau est tout à fait plausible, avec une valeur moyenne un peu supérieure à 10 kg/jour.

3 – Influences cumulées du Climat et de la Production de vapeur d'eau intérieure

Pour définir finalement le niveau hygrothermique à l'intérieur d'une habitation, il convient d'ajouter à l'humidité spécifique de l'air extérieur la production nette de vapeur d'eau à l'intérieur, c'est à dire celle qui reste compte tenu de la ventilation.

Si on prend en compte une production forfaitaire pour une famille de quatre personnes, la quantité de vapeur d'eau définitive contenue par l'air de l'habitation dépend donc de l'état hygrométrique de l'air extérieur. L'exemple qui suit le montre bien.

Prenons un air avec 50% d'humidité relative et considérons que la production forfaitaire de vapeur d'eau équivaut à 5g de vapeur d'eau par kg d'air sec : la figure nous montre que :

- Avec 0°C à l'extérieur, le chauffage jusqu'à 20°C et l'ajout de 5g de vapeur d'eau par kg d'air sec aboutissent à un air intérieur à 45% d'humidité relative (flèches bleues).
- Avec 15°C à l'extérieur, les mêmes conditions donnent un air intérieur à 70% d'humidité relative (flèches oranges).

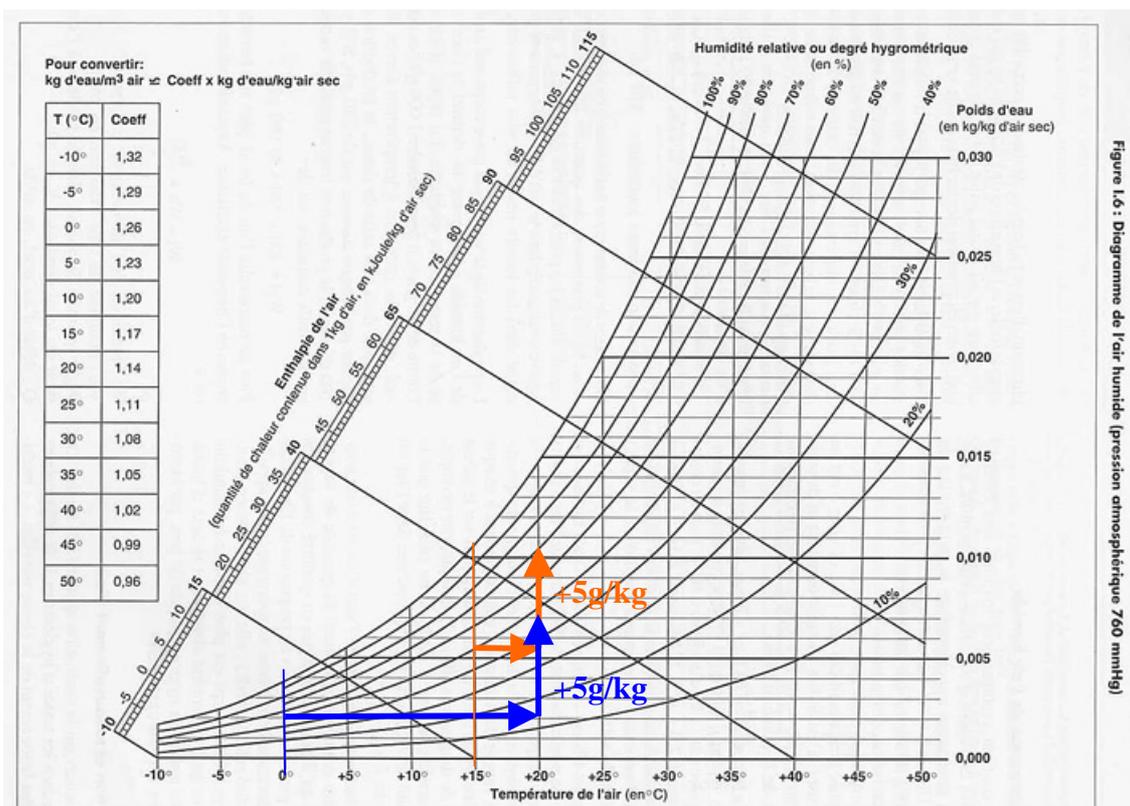


Fig. 3 - Génération de l'air humide intérieur dans deux situations climatiques différentes.

Pour éviter les forts taux d'humidité à l'intérieur des habitations, il est préférable d'habiter en montagne, surtout l'hiver lorsque la ventilation volontaire des habitants est moindre.

4 – Comportement des matériaux à la vapeur d'eau

La principale qualité des matériaux est leur capacité à se laisser traverser ou non par la vapeur d'eau. Cela est traduit par le **coefficient de résistance à la diffusion ' μ '** qui exprime la résistance du matériau concerné par rapport à la résistance de l'air. Ce coefficient peut également varier en fonction de la température et de l'humidité de l'air, mais la plupart du temps, on mentionne une valeur moyenne. Une perméabilité parfaite (air) correspond à une valeur $\mu = 1$. Un matériau parfaitement étanche aura une valeur $\mu = \text{infini}$. La laine de roche est presque parfaitement ouverte, la valeur μ est proche de 1,3.

L' **épaisseur de diffusion** est la valeur ' μ ' multipliée par l'épaisseur de la couche du matériau ($\mu \times d$, unité en mètre). On obtient alors l'**épaisseur de diffusion équivalente μ_{deq}** qui tient compte des interruptions d'homogénéité dans la réalité: par exemple chevauchements, perforations, joints. Quelques valeurs d'épaisseur de diffusion équivalente:

- acier : $\mu = \text{infini}$ (parfaitement fermé à la vapeur)
- plaque en acier, épaisseur 1 mm : $\mu \times d = \text{infini}$
- toiture avec plaques en acier d' 1 mm, joints non fermés: $\mu_{\text{deq}} = 5000$, donc $\mu_{\text{deq}} = 5 \text{ mètres}$

Des couches avec une grande résistance à la vapeur d'eau auront donc un effet pare-vapeur. Le tableau suivant donne le coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau de divers matériaux.

Matériau	Valeur μ
Air	1
Laine de roche Rockwool	$\approx 1,3$
Béton cellulaire	10
Plâtre	10
Brique	15
Pierre calcaire	20
Bois de charpente	20
Multiplex	50
Panneau de fibres ciment	70
Béton armé	130
Roofing	10.000
Feuille PE	100.000 - 200.000
Granite, pierre de taille	10E12
Verre, métal	infini
Mortier ciment	15/35
Béton cellulaire	4/10
Plaque fibrociment	20/50
Plaque carton-plâtre	8
Polystyrène extrudé	80/300
Bois pin, épicéa, sapin	40
Contreplaqué	50/400
Bardeaux bitumineux	10000 à 80000
Asphalte, bitume	infini

Perméabilité à la vapeur d'eau [mg/m h Pa]

La perméabilité à la vapeur d'eau est définie comme la densité de flux de vapeur d'eau traversant, en régime stationnaire, un corps homogène soumis à un gradient de pression de vapeur d'eau de 1 Pa/m.

La perméance.

La perméance correspond à la perméabilité, mais appliquée aux gaz. Nous parlerons de la perméance vis à vis de la vapeur d'eau contenue dans l'air. La loi de Fick permet de la définir: "*En régime isotherme, la quantité de vapeur d'eau par unité de surface et unité de temps qui traverse un élément de paroi d'un même matériau entre deux plans parallèles est proportionnelle à la différence de pression entre les deux plans et inversement proportionnelle à la distance entre les deux plans, ceci à condition qu'il ne se produise pas de condensation dans cet intervalle.*"

Pour le bâtiment, les écarts de température sont souvent suffisamment faibles pour pouvoir considérer la loi de Fick applicable.

La perméance est égale à la quantité de vapeur d'eau qui traverse un mètre carré en une heure avec un gradient de pression de 1 mm de Hg.

5 - Influence de la température intérieure

5 –1. Influence sur l'humidité relative

La température intérieure du logement a une influence sur le l'humidité relative de l'air intérieur.

En hiver, le niveau hygrométrique de l'habitation dépend de la température de consigne choisie par l'usager et il semble a priori logique pour faire des économies de chauffage de réduire cette température. Ceci constitue cependant un facteur aggravant des problèmes d'humidité de l'air intérieur.

Par exemple, avec 8g de vapeur d'eau par kg d'air sec, un air dont on fait passer la température de 25 à 15°C correspond à une augmentation de son humidité relative de 40 à 75%. A ces conditions, on s'approche inévitablement de la **température de rosée de l'air intérieur**, ce qui rend critique la présence d'éventuels ponts thermiques.

Pour éviter une accumulation de la quantité de vapeur d'eau contenue par l'air intérieur, la meilleure solution consiste à ventiler le local.

La ventilation dépend de l'exposition, du type et du régime d'utilisation des ouvertures, mais elle dépend aussi de la possibilité offerte par les plans des lieux de disposer d'une **ventilation naturelle transversale**.

(Voir l'article « Ventilation naturelle des bâtiments »)

5 – 2. Le problème des ponts thermiques

Les « **ponts thermiques** » pourraient à la rigueur être considérés comme des inconvénients de second ordre dans le contexte méditerranéen de plaine et de littoral - ils ne sont en tout cas pas aussi influents que dans des climats plus rigoureux du Nord de la France ou de l'Europe - s'ils n'avaient le défaut d'être capables de déclencher des condensations en affectant à des parties internes de parois extérieures des températures de surfaces proches de la **température de rosée** de l'air intérieur. La vapeur d'eau contenue par l'air intérieur se condense alors sous forme liquide sur cette surface plus froide : nous avons tous connu les vitres mouillées en hiver par cette condensation soit spontanément soit en cuisinant à la cocotte minute.

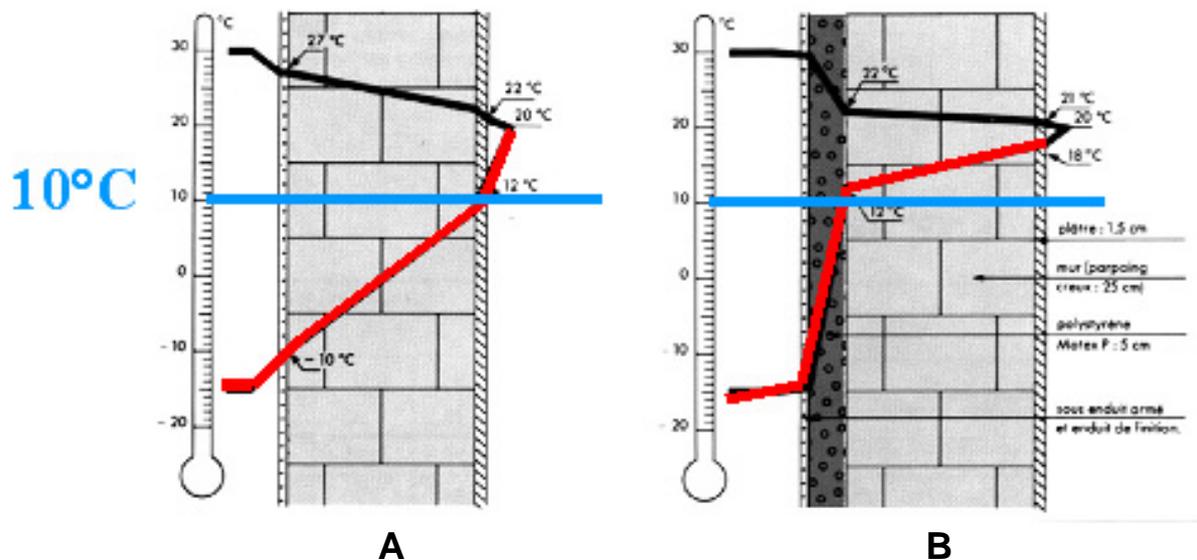


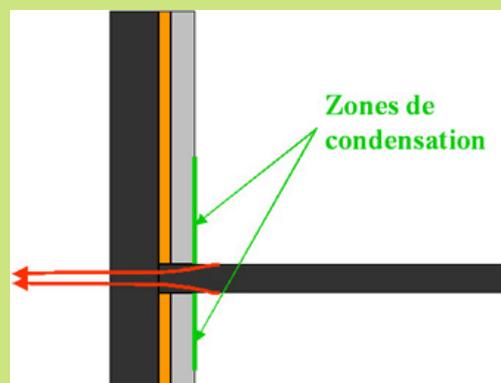
Fig. 4 - Deux cas de murs extérieurs : A = mur non isolé, le point de rosée (10°C) est atteint en face interne ; B = Mur avec isolation extérieure, le point de rosée est juste entre le mur et l'isolant.

Dans le cas illustré par la figure 4, si l'état de l'air intérieur fait que son point de rosée est à 10°C, on voit que le mur A risque d'être le siège de condensations en face interne, ce qui n'est pas le cas du mur B isolé par l'extérieur.

Evidemment, il est rare de rencontrer aujourd'hui des murs en maçonnerie sans aucune isolation thermique, sauf bien sûr dans l'habitat ancien.

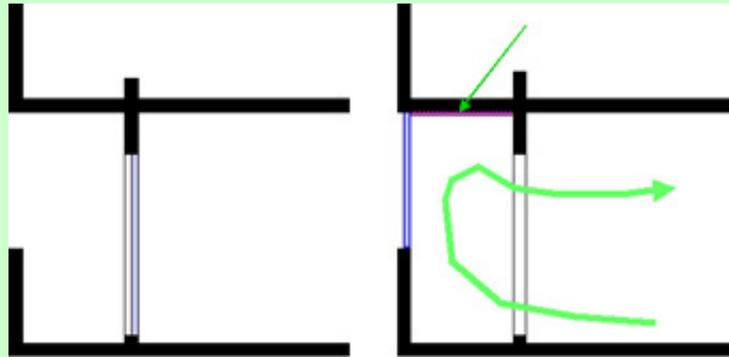
Isolation thermique et ponts thermiques

Même avec une isolation thermique, si celle-ci est placée à l'intérieur, la jonction avec le plancher forme un pont thermique. Le plancher et le plafond en face inférieure se refroidissent donc tout le long de la jonction et peuvent être le siège de condensations. L'eau peut même couler sur le revêtement de l'isolant et si celui-ci est du papier peint, les dégâts deviennent visibles.



ATTENTION AUX FERMETURES DE LOGGIAS !

Dans les bâtiments d'habitation collectifs en accession à la propriété, il n'est pas rare de voir les propriétaires fermer leurs loggias avec des vitrages pour gagner quelques mètres carrés habitables ou améliorer leur isolement acoustique sur une rue bruyante. Gare au premier agissant ainsi ou au malheureux qui a un voisin du dessus qui s'abstient de le faire !



En transformant la loggia en espace habitable relié à l'ambiance interne en laissant ouverte la porte-fenêtre, la dalle supérieure en général non isolée devient une paroi extérieure formant pont thermique particulièrement accueillante pour les condensations et les moisissures, selon la nature du matériau de surface.

6 - Capacité des matériaux à engendrer des microorganismes

Nous avons vu que de l'eau liquide peut apparaître dans une habitation : c'est désagréable mais cela pourrait être sans conséquences sur la santé s'il n'y avait la probabilité qu'apparaisse ce qu'on appelle une **pollution fongique**. La capacité à engendrer des microorganismes nuisibles fait partie des critères énoncés par la **Directive européenne 89106 « Produits de construction »**. Ces microorganismes prennent le plus souvent la forme de moisissures ou de champignons.

6-1. Les moisissures dans le bâtiment.

Les moisissures sont des allergènes aériens responsables de bien des maladies. Pour croître, les moisissures ont besoin, outre d'une source d'eau en quantité suffisante, d'un substrat à base de cellulose. Les moisissures et les champignons apparaissent généralement sur les composants en bois, les cloisons sèches (plaques de plâtre), le rembourrage des meubles, les tissus, le papier peint, les teintures, les carreaux de plafond, les tapis et les moquettes. D'une manière générale, la matière organique peut être tout matériel contenant du carbone, tel que la matière plantaire, le coton, le bois, le chanvre, la laine, le cuir, la terre, la poussière de maison ou les peintures.

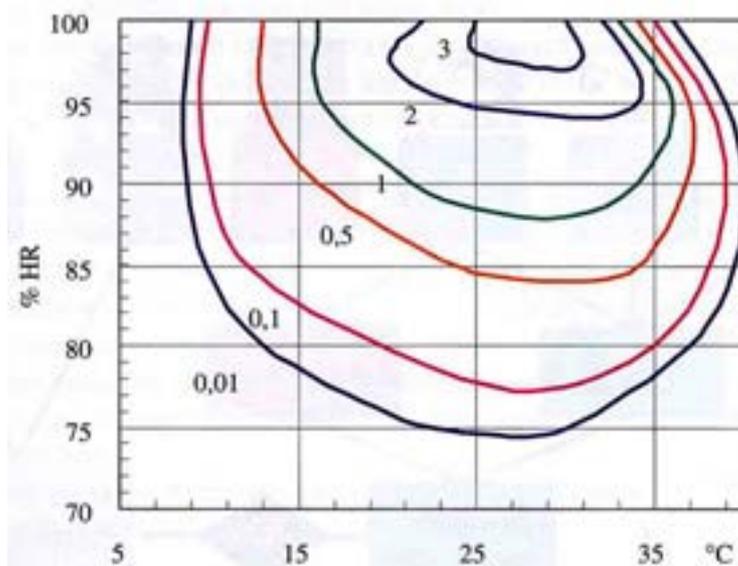


Fig. 5 - Vitesse de croissance (en mm/jour) d'Aspergillus en fonction des conditions thermo-hygrométriques (d'après Smith et Hill, rapporté par Claude Alain Roulet).

Le graphe de la figure 5 montre que la vitesse de croissance d'une moisissure comme Aspergillus commence à être remarquable ($>0,1$ mm/jour) dans des conditions d'humidité relatives accessibles (de l'ordre de 80%) par des ambiances intérieures inférieures à 20°C de température d'air.

6 - 2. Différentes classes de moisissures liées à leurs conditions de développement

Les moisissures susceptibles d'être rencontrées dans les bâtiments peuvent être réparties en 6 classes qui concernent leur conditions thermo-hygrométriques de développement. Ces classes sont :

- **A – Hautement xérophiles (ou osmophiles)**, (c'est à dire pouvant se développer sur un substrat à faible activité acqueuse, par exemple, *Eurotium herbariorum*)
- **B – Xérophiles** (Par ex. *Aspergillus versicolor*)
- **C – Modérément xérophiles** (Par ex. *penicillium spp*)
- **D – Modérément hydrophiles (ou mésophiles)** (Par ex. *Alternaria alternata* ou *Cladosporium sphaerospermum*)
- **E – Hydrophiles**
- **F – Hautement hydrophiles**

La figure 6 donne les courbes limites de croissance des 6 classes de moisissures.

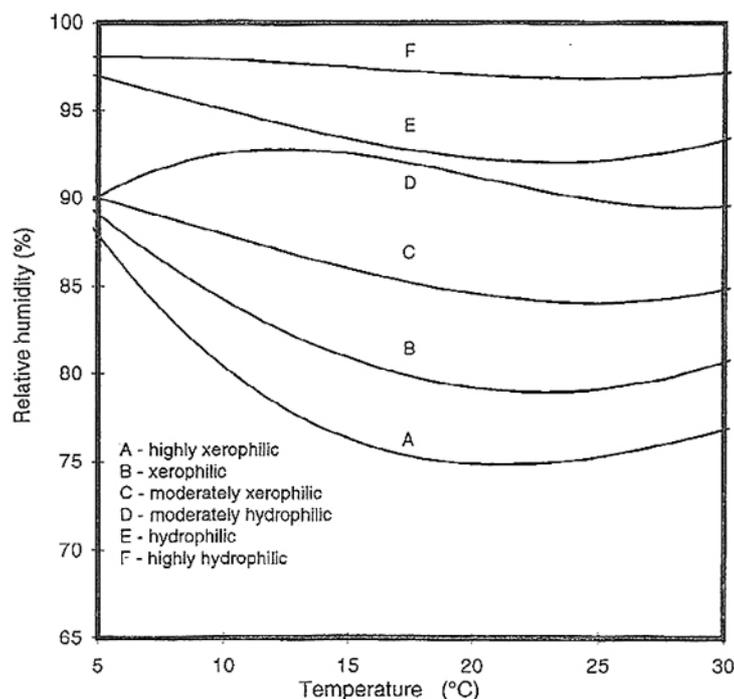


Fig. 6 - Courbes limites de croissance des 6 classes de moisissures (d'après J.A. Clarke, C.M. Johnstone, N.J. Kelly and other authors, « A technique for the prediction of the conditions leading to mould growth in buildings »)

6 – 3. Récapitulation des conditions favorables aux moisissures

Si on récapitule les conditions nécessaires à l'apparition puis le développement des moisissures dans le bâtiment, on obtient un arbre de causes que Claude-Alain Roulet a fort bien représenté dans son ouvrage « *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments* » : Il apparaît clairement que la présence de nourriture constitue à elle seule une cause première, alors que l'humidité en surface – autre cause première - résulte déjà elle-même d'une arborescence complète.

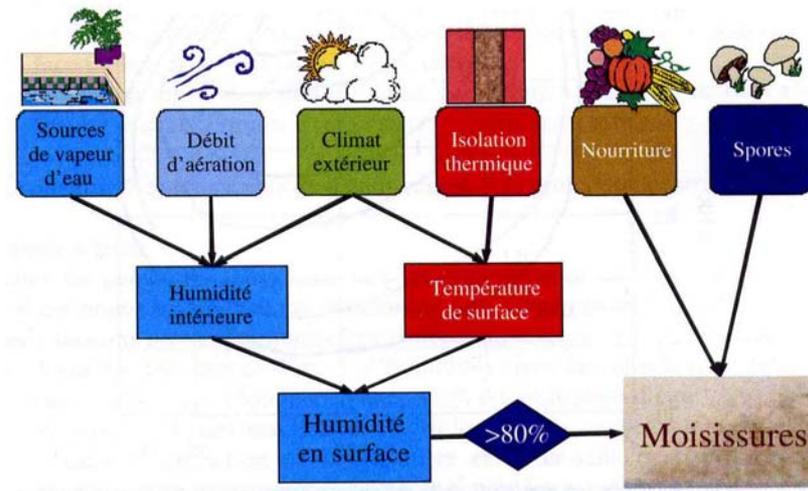


Fig. 7 - Arbre de causes du développement des moisissures dans le bâtiment, par Claude-Alain Roulet.

Champignons et moisissures

Les types les plus courants de champignons et de moisissures décelés dans les bâtiments sont les suivants :

- **Stachybotrys chartarum** (aussi appelé **Stachybotrys atra**)
- **Aspergillus sp.**
- **Penicillium sp.**
- **Fusarium sp.**
- **Trichoderma sp.**
- **Memmoniella sp.**
- **Cladosporium sp.**
- **Alternaria sp.**

Alternaria : Couleur noirâtre. Se développe de juin à septembre. Se retrouve dans les végétaux, les foins et les textiles :

Aspergillus : Couleur verdâtre. Se développe toute l'année. Se retrouve dans les végétaux et les aliments, particulièrement sur les substances sucrées (confitures oubliées dans le placard...) :

Cladosporium : Couleur brunâtre Se développe toute l'année. Se retrouve surtout sur les végétaux.

(D'après *Chronique Prévention en pratique médicale - Information aux médecins du Québec*)

6 – 4. Matériaux et capacité à engendrer des microorganismes

Il n'existe pas d'indicateurs mesurés de la capacité des matériaux à engendrer des microorganismes mais en rassemblant les informations données ici et là par matériau, il est possible de dresser le tableau suivant :

Matériau	Capacité à engendrer microorganismes
Béton	Très faible
Bois	Forte
Chaux	Nulle
Dérivés du bois	Forte
Métaux	Nulle
Pierre	Très faible
Placoplâtre	Faible sauf présence du carton
Plâtre	Nulle
Produits végétaux	Forte
PVC	Nulle
Terre cuite	Nulle

Pathologies liées aux moisissures

Le principal mode d'exposition aux moisissures est par inhalation de leurs spores, de leurs métabolites (composés organiques volatils, mycotoxines) ou d'autres composantes nocives (paroi cellulaire contenant des glucanes). Les principales conséquences sur la santé, liées à une exposition à des moisissures sont les suivantes:

- Effets irritatifs non-spécifiques (yeux, nez, gorge)
- Symptômes respiratoires non-spécifiques (toux, difficultés respiratoires, etc.)
- Exacerbation de l'asthme chez les personnes souffrant de cette maladie.

(D'après *Chronique Prévention en pratique médicale - Information aux médecins du Québec*)

Classification proposée par le CSTB:

Classe F- : produit vulnérable à la croissance fongique

Classe F : produit inerte face à la croissance fongique

Classe F+ : produit fongistatique

Classe B- : produit vulnérable à la croissance bactérienne

Classe B : produit inerte face à la croissance bactérienne

Classe B+ : produit bactériostatique

(D'après Suzanne Déoux)

7 – Les acariens

Les acariens sont des insectes appartenant à la famille des araignées dont les excréments sont de puissants allergènes. Ils prolifèrent dans les textiles (rembourrés) tels que matelas, sommier tapissier, couvertures, draps, tapis, moquettes, peluches, double-rideaux. Leur développement est fortement lié à l'état hygrométrique de l'air intérieur.

Leur crottes renferment des protéines allergisantes inhalées par les personnes allergiques. Pour le Professeur Denis Charpin, l'épidémiologie démontre que le contact répété avec les acariens est responsable :

- D'une sensibilisation vis à vis de cet allergène
- De l'aggravation de la maladie allergique (eczéma, rhinite, asthme)

Les études épidémiologiques montrent une liaison chez l'asthmatique, allergique aux acariens, entre la teneur du matelas en allergènes acariens et:

- le risque d'être admis aux urgences pour crise,
- l'instabilité de l'asthme évaluée par les fluctuations de débit expiratoire de pointe,
- les besoins médicamenteux.

Les acariens se nourrissent de débris de peau humaine ou animale et un environnement chaud et humide (22 à 26°C avec 70 à 80% d'humidité relative) favorise leur croissance (voir la figure 8). Ces conditions ne sont pas éloignées de celles qui favorisent le développement de moisissures comme l'*Aspergillus* (voir figure 5).

Certains auteurs assurent que les acariens ne peuvent survivre à des niveaux d'humidité relative inférieurs à 50%, ce qui pour une plage de températures telles qu'on les rencontre en saison d'été (25°C) correspond à humidités spécifiques inférieures à 10 g/kg et en saison de chauffage (19°C) inférieures à 8g/kg d'air sec. On peut donc considérer ces humidités spécifiques comme des valeurs à ne pas dépasser dans les habitations.

La figure 8 montre bien qu'avec 8g de vapeur d'eau par kg d'air sec, on se tiendrait dans le cas de *Acarus siro* au dessous du facteur de multiplication 2. Mais pour supprimer tout effet de croissance des acariens, on voit aussi que ce seuil doit être abaissé jusqu'à 4g de vapeur d'eau par kg d'air sec en hiver en cas de sous-chauffage ou de non-chauffage des locaux.

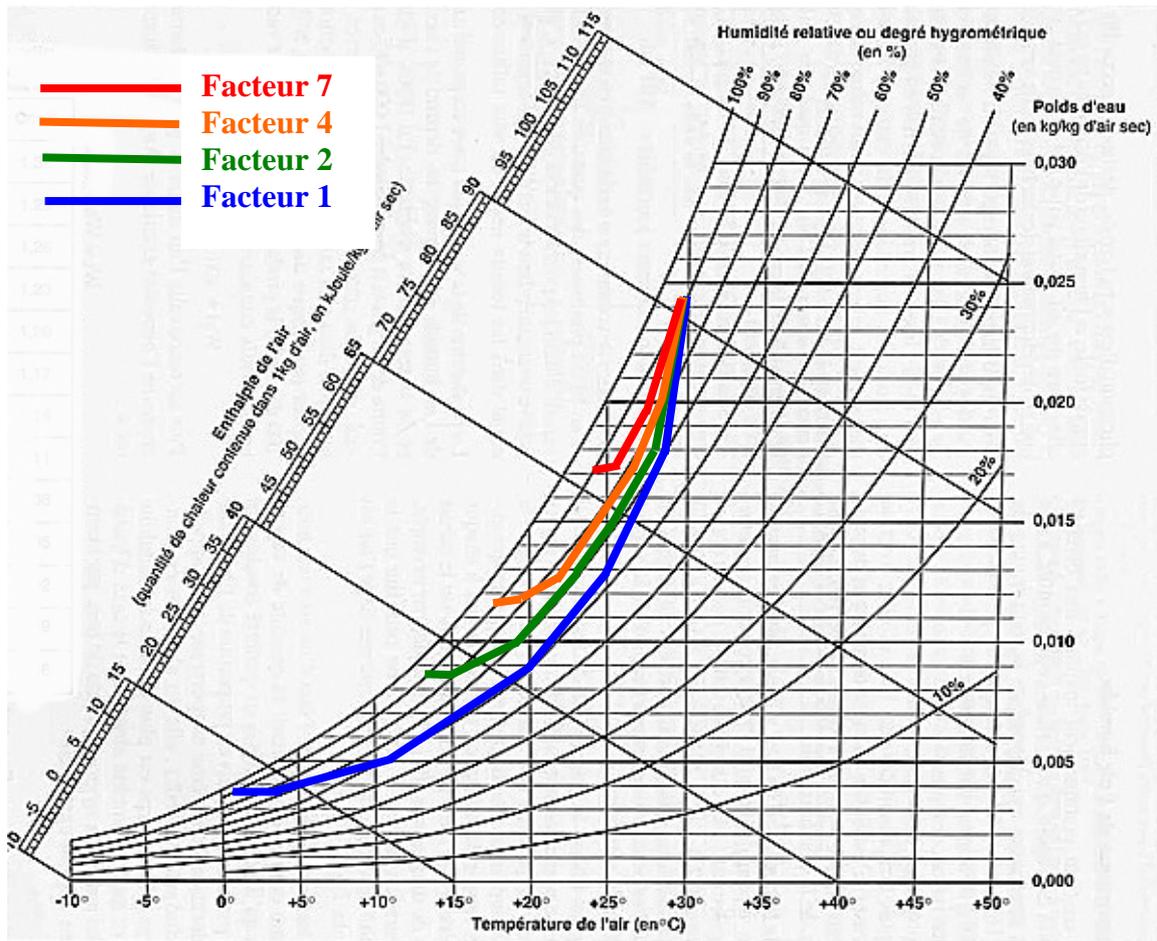


Fig. 8 – Facteur de multiplication hebdomadaire de *Acarus siro* en fonction des conditions thermo-hygrométriques, d’après Solomon 1962.

8 - Conclusion

Pour éviter les risques pour la santé liés à la pollution biologique des locaux habités, il est nécessaire de maintenir à l'intérieur des habitations en permanence moins de 8g de vapeur d'eau par kg d'air sec. Cela suppose soit un contrôle de la production de vapeur d'eau due à l'occupation, soit un système de ventilation efficace (voir l'article consacré à la ventilation naturelle).

Si l'on craint plutôt les moisissures, la voie la plus courte réside dans l'utilisation de matériaux inaptes au développement des microorganismes. Sinon, les autres conditions à respecter concernent le contrôle des ponts thermiques sous toutes leurs formes.

Vis-à-vis des acariens, en dehors d'un soin spécial apporté à l'entretien de la literie, on cherchera à éviter de sous-chauffer en hiver les espaces habitables, sauf à limiter l'humidité spécifique intérieure à la valeur de 4g de vapeur d'eau par kg d'air sec.

Bibliographie

Les ouvrages recommandés sont les suivants :



Claude-Alain Roulet, « Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments » ; Presse Polytechnique Universitaires Romandes ; 2004

- **Ouvrage à caractère transversal sur l'ensemble des causes pouvant être à l'origine des troubles de la santé à l'intérieur des locaux.**



Suzanne et Pierre Déoux, « Le guide de l'habitat sain » ; 2^e édition ; Editions MEDIECO ; 2005

- **La bible du savoir sur le sujet « habitat et santé » par des spécialistes (médecins) de la santé publique et de l'écologie de la maison.**

Denis Charpin et collaborateurs, « L'air et la santé », Médecine-Sciences Flammarion, mai 2004.

- **Ouvrage à caractère scientifique rassemblant les données sur tous les composants de la pollution atmosphérique et leurs effets sur la santé à partir des principales pathologies constatées. L'ouvrage est basé sur une très riche bibliographie.**

J.A. Clarke, C.M. Johnstone, N.J. Kelly and other authors, « A technique for the prediction of the conditions leading to mould growth in buildings », article in Building and Environment, N°34 (515-521), Pergamon, 1999.