

# Condensation dans le bâtiment

## Quand et pourquoi y a-t-il condensation et humidification des parois ?

Aujourd'hui, il est possible de réaliser des bâtiments à la pointe de la technologie en termes de matériaux, de traitement de l'air et de climatisation. Pourtant, des problèmes de condensation dans les parois entraînent toujours des désordres : au niveau des finitions (cloquage de peinture, décollement de faïence, trace d'humidité avec le temps), au niveau des fixations (corrosions) et en termes d'efficacité thermique des toitures, des façades et même des sols (pertes de performances des isolants). Expliquons en 5 points les raisons de ces condensations.

### 1 Données physiques : température et hygrométrie

Essentiellement deux données interviennent dans les phénomènes de condensation dans le bâtiment : la température et l'hygrométrie.

La température est une donnée bien connue, mesurée en °C ou °K. A l'extérieure, elle est liée à des contraintes météorologiques. A l'intérieure, elle dépend de l'état de l'air du bâtiment et de son traitement (chauffage, ventilation, utilisation du bâtiment).

L'hygrométrie est l'état d'humidité de l'air et correspond à la densité d'eau en phase gazeuse présente dans l'air. Elle est quantifiée par l'humidité absolue (g. d'eau en phase vapeur/kg d'air sec, sachant que 1 g. d'eau/kg d'air sec est proche de 1 g. d'eau par m<sup>3</sup> d'air (à 20 °C, 1 g. d'eau/kg air sec = 1,14 g. d'eau/m<sup>3</sup> d'air). L'hygrométrie peut aussi être exprimée en humidité relative à une température donnée [quantité d'humidité en présence dans l'air exprimée en pourcentage de l'humidité maximum en phase vapeur à cette température).

### 2 Courbes de températures dans une paroi

On ne passe pas d'un coup de 20 °C à 0 °C. Dans toutes les parois, qu'il s'agisse d'une paroi très bien isolée ou d'un simple vitrage, il y a, pour cet exemple, toutes les températures entre 20 °C et 0 °C. Il y a une courbe de température, dont on connaît le début et la fin et dont l'évolution des va-

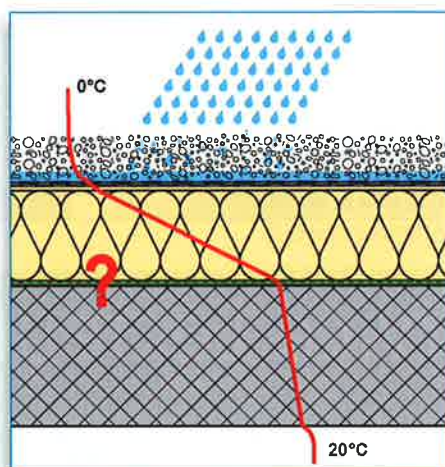


Schéma 1 - Evolution de la courbe de température.

leurs est fonction des qualités thermiques des matériaux formant la paroi et de leur épaisseur [cf. schéma 1]. Par exemple, en toiture, il y aura plus de différence de température dans un isolant d'épaisseur 20 cm que dans une dalle béton d'épaisseur 20 cm, moins performant en résistance thermique. Cette courbe est indépendante de la performance thermique globale de la paroi, mais dépend des températures intérieures/extérieures et des performances relatives des constituants de la paroi.

### 3 Migration de la vapeur dans les parois. Risques de condensation

Si une densité de vapeur d'eau est plus importante d'un côté de la paroi que de l'autre, une pression partielle de vapeur va s'exercer sur cette paroi. "La nature a horreur du vide..." En fonction de la

perméabilité de la paroi à la vapeur, plus ou moins de vapeur d'eau migrera dans la paroi pour rejoindre l'extérieure. Le risque, dans certains cas, est que la vapeur, en migrant et en rencontrant des températures de plus en plus froides au fur et à mesure qu'elle migre vers l'extérieure, rencontre ce que l'on appelle couramment "son point de rosée" : la température de rosée, qui correspond à la température à laquelle la vapeur présente est à saturation.

### 4 Condensation et Température de rosée

Plus il fait chaud et plus il peut y avoir d'eau en phase gazeuse dans l'air. Plus il fait froid, moins il peut y avoir d'eau en phase gazeuse dans l'air. La capacité de l'air à contenir de l'eau en phase gazeuse va croissant avec l'augmentation de la température et inversement. Pour toute température, il y a une quantité d'humidité pour laquelle l'air est à saturation d'humidité

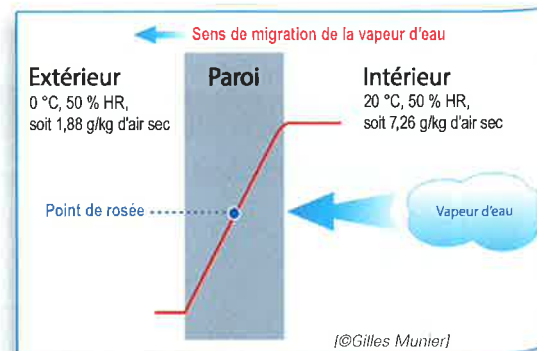


Schéma 2 - Transfert d'humidité à travers une paroi.

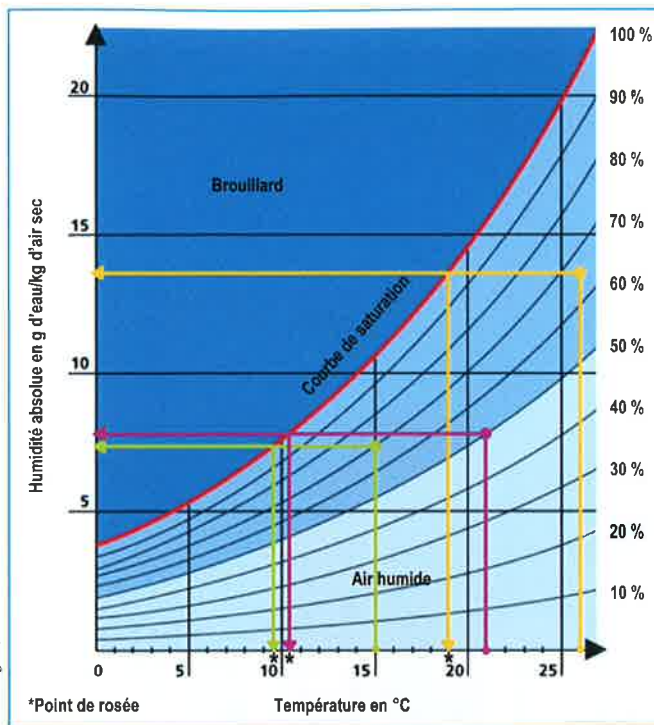


Schéma 3 - Détermination des températures de rosée

Le Diagramme de rosée permet de déterminer les températures de rosée et de mieux comprendre les enjeux importants de ce sujet pour le bon vieillissement des bâtiments. Des convertisseurs aisés d'utilisation sont disponibles sur internet.

• Exemple 1

Etat de l'air intérieur :  $T = 21^\circ\text{C}$ , 50 % H.R.  
Il y a 7,7 g d'eau/kg d'air sec en phase gazeuse dans l'air.  
Pour cette valeur, on croise la courbe des 100 % pour  $T = 10,2^\circ\text{C}$ , qui est la température de rosée pour cet état de l'air.

• Exemple 2

Etat de l'air intérieur :  $T = 15^\circ\text{C}$ , 70 % d'H.R.  
Il y a 7,41 g d'eau/kg d'air sec en phase gazeuse dans l'air.  
Pour cette valeur, il y a 100 % d'hygrométrie relative dès  $T = 9,6^\circ\text{C}$ , qui est la température de rosée pour cet état de l'air.

• Exemple 3

Etat de l'air intérieur (d'une piscine) :  $T = 26^\circ\text{C}$  et 65 % d'H.R.  
Il y a 14,5 g/kg d'air sec et, à ce niveau d'humidité, la température de rosée est  $T = 19,8^\circ\text{C}$ . Cette température illustre le problème crucial des phénomènes de condensation en piscine et tous les locaux humides (cuisines, vestiaires-douches,...).

(100 % d'humidité relative). Au-delà, il y a passage de l'eau en phase gazeuse à l'eau en phase liquide (condensation). À toute quantité d'humidité en phase gaz dans un volume donné correspond une température à laquelle il y a saturation d'humidité et début de la condensation (température de rosée).

Exemples :

**a** • Dans une classe, en fin de matinée, avec la production de vapeur des élèves, l'air augmente en humidité et température et, à un moment, elle condense au contact du nu intérieur de la fenêtre, dont la température est plus froide que la température de l'air de la classe. Les problèmes de condensation en toiture ou en mur l'hiver (faux plafond humidifié, corrosion prématurée...) ne sont pas rares en locaux scolaires, qui sont en fait des locaux à forte hygrométrie ponctuelle par température extérieure froide.

**b** • L'eau chaude coule du robinet, le taux d'humidité et la chaleur augmentent et de la buée se forme sur le miroir.

**c** • Une bouteille est sortie du réfrigérateur en été : de la condensation se forme à l'extérieur de la bouteille.

**d** • Le matin, nous retrouvons de la glace sur notre pare-brise de véhicule. La vitre étant plus froide que l'air extérieur, compte tenu de l'humidité de l'air et de la baisse des températures, non seulement de la vapeur a condensé, mais par tempé-

rature négative, les condensats ont gelé. Dans les parois : si l'humidité intérieure migre dans les parois vers l'extérieur de façon trop importante, elle rencontre des températures de plus en plus froides et risque de condenser s'il fait froid à l'extérieur. Alors des condensats se forment. Ceux-ci peuvent altérer les performances énergétiques, les constituants de la paroi, les fixations...

## 5 Quantification des conditions de la condensation en températures et en hygrométrie

Le Diagramme de Mollier [cf. schéma 3] présente l'état de l'air en fonction de ses caractéristiques (température, hygrométrie) : en abscisse est quantifiée la température et, en ordonnée, l'hygrométrie absolue. Les courbes indiquent l'hygrométrie relative de l'air (en %), qui représente la proportion d'humidité dans l'air par rapport au maximum d'humidité que l'air peut contenir à cette tempé-

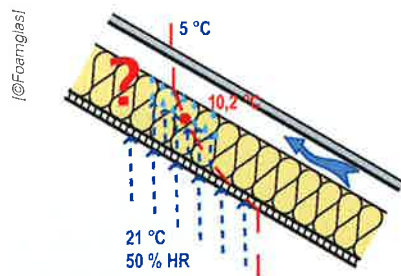


Schéma 4 - Condensation et couverture froide.

ture. Ainsi, il y a 50 % d'humidité relative pour de l'air à  $0^\circ\text{C}$  et 1,88 g. d'eau/kg d'air sec, mais aussi pour de l'air à  $20^\circ\text{C}$  et 7,26 g. d'eau/kg d'air sec. La courbe de saturation de l'air est la courbe des 100 % d'humidité. C'est le début des condensations. Par exemple, à  $20^\circ\text{C}$ , l'air est à saturation lorsqu'il y a 14,7 g. d'eau/kg d'air sec dans l'air. A  $0^\circ\text{C}$ , l'air est à saturation pour 3,77 g. d'eau/kg air sec. Ces deux chiffres illustrent l'ampleur possible des phénomènes de condensation.

La température de rosée est la température à laquelle la vapeur en présence dans l'air est à saturation. C'est le "début" de la condensation. Dans une toiture ou un doublage intérieur par exemple [cf. schémas 4 et 5], il y a condensation si la vapeur intérieure peut migrer dans l'isolation en hiver et si, en migrant dans celle-ci, elle rencontre la température de rosée. C'est ce qu'il faut éviter par de bons systèmes constructifs.

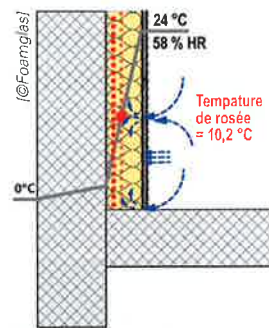


Schéma 5 - Humidité et doublage intérieur.

Gilles Mugnier  
Ingénieur, professeur extérieur  
à l'Ecole spéciale des travaux publics